

## Pengaruh Penambahan EM4 Pada Pembuatan Biogas dengan Bahan Baku Kotoran Sapi Menggunakan Digester *Fix Dome* Sistem *Batch*

Aria Wicaksono<sup>1</sup>, Rif'ah Amalia<sup>2</sup>, Hendrik Elvian Gayuh Prasetya<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Sistem Pembangkit Energi, Departemen Teknik Mekanika Energi,  
Politeknik Elektronika Negeri Surabaya

Email : [ariawicaksoni@gmail.com](mailto:ariawicaksoni@gmail.com)

Diterima (Agustus, 2019), direvisi (Agustus, 2019), diterbitkan (September, 2019)

---

### Abstract

*Biogas is a gas produced from the fermentation process of organic materials by microorganisms in closed conditions (anaerobic). Biogas consists of ± 60% CH<sub>4</sub> (methane), ± 38% CO<sub>2</sub> (carbon dioxide), ± 2% N<sub>2</sub> (nitrogen), O<sub>2</sub> (Oxygen), H<sub>2</sub> (hydrogen), and H<sub>2</sub>S (hydrogen sulfide). In this research, the making of biogas uses raw materials from cow dung. Cow dung is the right raw material because it contains methane-producing bacteria. This research aims to determine the influence of the EM4 addition of biogas quality produced. This research was conducted in the Basic laboratory system of energy generation of the Surabaya State Polytechnic electronics. The method of the research is to use a comparison of cow and water in raw materials, with a ratio of 1:1 with the addition of EM4 (Effective microorganism) as much as 3 liters on variations of 1 and 1.5 liters on variation 2. Biogas making is carried out on the digester with a volume of 200 liters with a batch system with stirring 3 times a day with fermentation for 25 days. The result of this research is with the addition of EM4 as much as 3 liters produce biogas with methane gas content with the amount of 53.6%. The resulting biogas combustion test has a yellowish blue flame, a long flame of 56 seconds. While the addition of EM4 with a total of 1.5 liters produces biogas with methane gas content with the amount of 46.8% yellow flame color with a long flame of fire for 34 seconds*

**Keyword : Biogas;Cow dung;EM4 ( Effective Microorganism 4)**

### 1. PENDAHULUAN

Biogas merupakan salah satu sumber energi terbarukan yang dapat menjawab kebutuhan energi alternatif. Biogas dihasilkan dari proses penguraian bahan– bahan organik oleh mikroorganisme dalam keadaan anaerob[1]. Pemanfaatan biogas dapat digunakan untuk kebutuhan rumah tangga, industri, hingga sebagai pembangkit listrik skala kecil. Pembuatan biogas dilakukan dengan mencampurkan bahan baku dan air dengan tambahan nutrisi pada rasio tertentu dan disimpan pada wadah tertutup yang disebut digester biogas. Di dalam digester, bahan baku yang sudah dicampur atau biasa disebut substrat mengalami metanogenesis oleh bakteri metanogen. Bahan baku yang digunakan untuk pembuatan biogas diantaranya limbah rumah tangga, kotoran ternak dan sampah organik[2].

Proses pembuatan biogas di pengaruhi oleh beberapa faktor, di antaranya adalah temperatur dalam digester, bahan baku yang digunakan, pengadukan, serta starter[3]. Temperatur optimum bakteri metanogenik berkisar 27-36°C. Pada proses pembuatan biogas, bahan baku pada digester dapat mengendap pada dasar digester dan membentuk kerak. endapan kerak ini dapat menghambat produksi biogas, hal tersebut dapat dicegah dengan melakukan pengadukan dalam digester biogas, dimana pengadukan termasuk ke dalam faktor penentu produksi biogas karena mencegah substrat atau bahan pembuatan biogas mengalami pengendapan dalam digester. Pada penelitian ini kami ingin membuat biogas dengan sistem batch. Bahan baku yang digunakan merupakan campuran kotoran sapi, air dan EM4 dengan variasi tertentu.

## 2. MATERI DAN METODE

Biogas adalah gas yang dihasilkan oleh bakteri apabila bahan organik mengalami proses fermentasi dalam reaktor (biodigester) dalam kondisi anaerob (tanpa udara). Proses fermentasi adalah penguraian bahan-bahan organik dengan bantuan mikroorganisme. Biogas yang dihasilkan sebagian besar terdiri dari 50-70% metana (CH<sub>4</sub>), 30-40% karbondioksida (CO<sub>2</sub>) dan gas lainnya dalam jumlah kecil[1]. Biogas dapat dijadikan sebagai bahan bakar karena mengandung gas metana (CH<sub>4</sub>). Pemilihan bahan baku untuk pembuatan biogas dapat ditentukan dari perbandingan kadar C/N (karbon/nitrogen) yang terdapat pada bahan tersebut. Bahan organik yang umumnya mampu menghasilkan kualitas biogas yang tinggi mempunyai rasio C/N sekitar 20-30. Salah satu bahan organik yang memiliki nilai C/N yang sesuai adalah kotoran sapi[2]. Kotoran sapi adalah bahan baku yang tepat sebagai bahan baku pembuatan biogas. Selain mempunyai rasio C/N yang optimal sebagai bahan baku biogas, terdapat bakteri metanogenik pada kotoran sapi yang mampu menghasilkan metana. Starter juga berpengaruh terhadap biogas yang dihasilkan. Salah satunya adalah EM4. *Effective Microorganise 4* adalah bakteri yang memiliki fungsi untuk mempercepat proses degradasi bahan organik. EM4 berbentuk cairan yang di dalamnya mengandung 90% bakteri *Lactobacillus* sp (bakteri penghasil asam laktat) pelarut fosfat, bakteri fotosintetik, *Streptomyces* sp, jamur pengurai selulosa dan ragi[3]. EM4 merupakan suatu tambahan untuk mengoptimalkan pemanfaatan zat-zat makanan karena bakteri yang terdapat dalam EM4 dapat mencerna selulose, pati, gula, protein, lemak. [4]

Massa biogas yang terbentuk dapat dihitung menggunakan persamaan gas ideal sebagai berikut :

$$PV = nRT$$

Dimana :

P = Tekanan pada digester (Pa)

V = Volume penyimpanan gas (m<sup>3</sup>) n = mol T = Temperatur ( K)

R = konstanta gas ( 8,314 m<sup>3</sup>.Pa /mol.K)

Setelah nilai mol ketemu, maka dapat dicari nilai massa biogas dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$M = n . mr$$

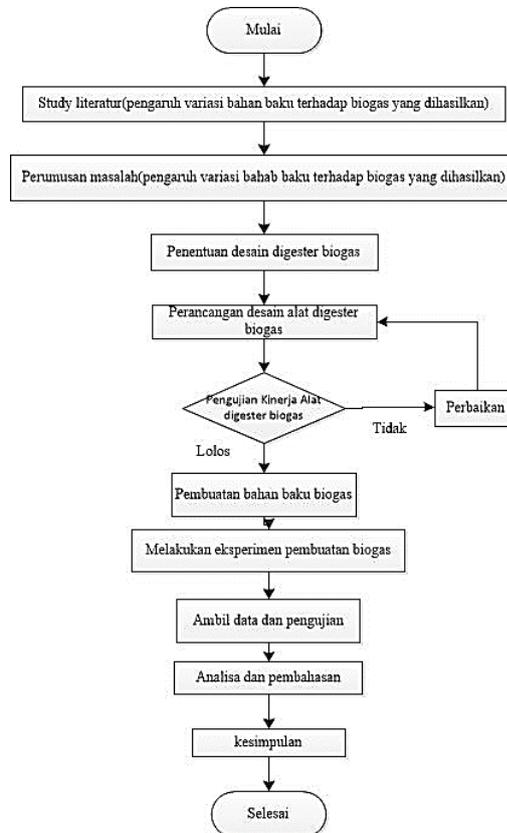
Dimana :

$m$  = massa biogas

$n$  = molar gas

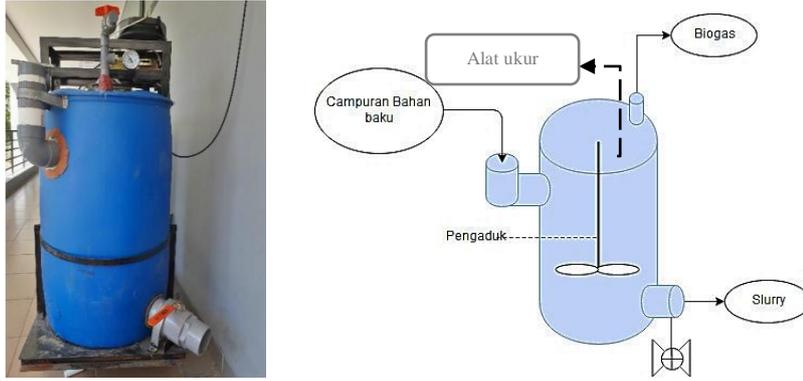
$M_r$  = massa molar ( $CH_4$ )[5].

Berikut adalah diagram alir dari penelitian yang dilakukan ditunjukkan pada gambar 1 dibawah ini:



Gambar 1. Metodologi penelitian

Pada penelitian yang dilakukan, menggunakan digester dengan volume 200 liter dengan tipe *fix dome* atau kubah yang dilakukan dengan sistem *batch*. Parameter yang diamati adalah kandungan gas, tekanan dan temperatur dalam digester yang meliputi  $CH_4$ ,  $CO_2$ , dan  $H_2S$  serta tekanan digester. Adapun perlakuan pada penelitian ini adalah pengadukan pada digester dengan intensitas 3 kali dalam sehari dan waktu tunggu selama 25 hari dalam 1 kali pengujian. Setelah proses fermentasi selama 25 hari, maka akan dilakukan pengujian pembakaran untuk mengetahui kualitas pembakaran biogas dengan parameter warna nyala api dan lama nyala api biogas yang dihasilkan[6]. Digester biogas yang digunakan dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 2. Digester biogas tipe *fix dome*

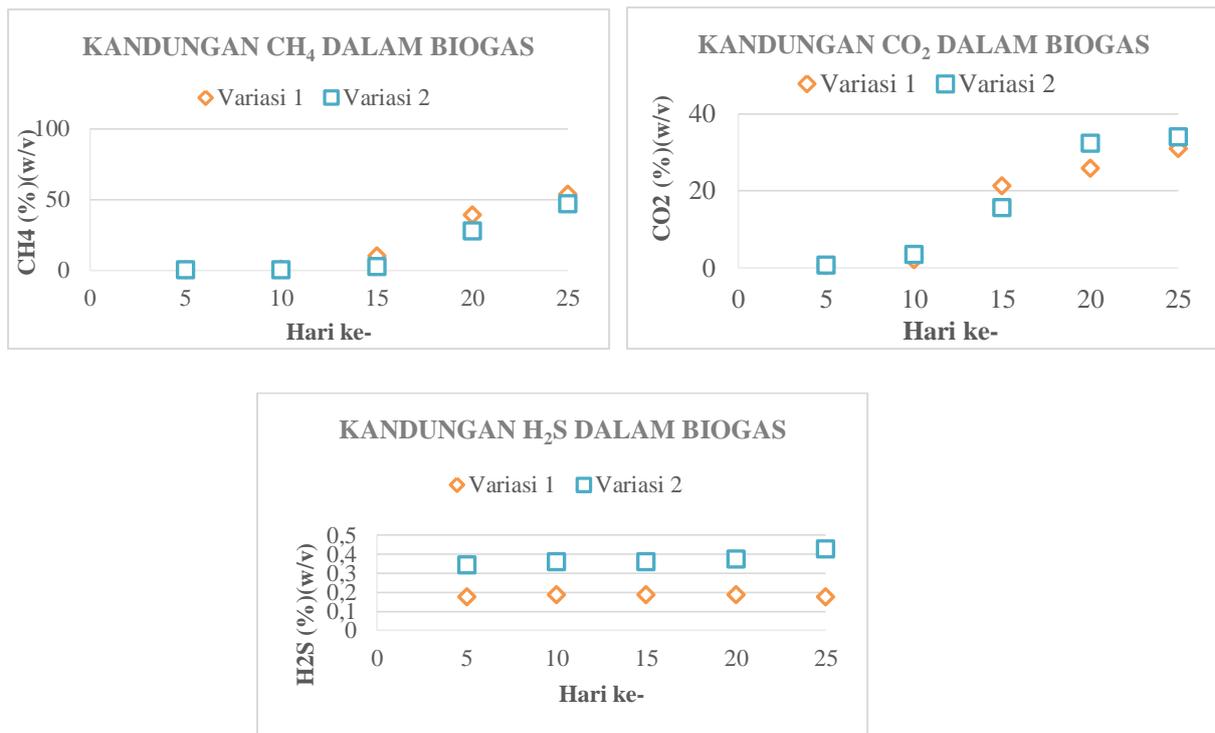
Penelitian ini dilakukan di laboratorium Basic Politeknik Elektronika Negeri Surabaya. Dimana variasi yang dilakukan yaitu:

- Variasi 1 : 50 Kg kotoran sapi, 50 L air, dan 3L EM4
- Variasi 2 : 50 Kg kotoran sapi, 50 L air, dan 1,5L EM4

Biogas yang terkumpul pada digester selama 25 hari pada masing masing variasi akan dilakukan pengujian pembakaran biogas dengan parameter warna nyala api dan lama nyala api untuk menguji kualitas biogas yang dihasilkan dari masing masing variasi.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Kandungan Biogas dalam Digester



Gambar 3. Grafik kandungan dalam biogas

Dari gambar grafik diatas dapat dilihat kandungan biogas pada saat mengalami proses fermentasi dalam digester selama 25 hari setelah pengujian dari variasi 1 dan 2. Gambar 2 menunjukkan kandungan CH<sub>4</sub> pada variasi 1 lebih tinggi dengan nilai CH<sub>4</sub> sebanyak 53,6% dibanding variasi 2 46,8%.

Gambar 3 menunjukkan kandungan CO<sub>2</sub> dalam biogas. Variasi 1 memiliki kandungan CO<sub>2</sub> sebanyak 30,8% dan variasi 2 sebanyak 33,9%. Terlihat bahwa kandungan CO<sub>2</sub> pada variasi 2 lebih tinggi daripada variasi 1.

Pada gambar 4 menunjukkan kandungan H<sub>2</sub>S dalam biogas. Kandungan H<sub>2</sub>S pada biogas tidak mengalami perubahan yang signifikan dari hari 1 hingga hari ke 25. Pada variasi 1 kandungan H<sub>2</sub>S sebesar 0,17% sedangkan pada variasi 2 sebesar 0,42%. Terlihat bahwa variasi 2 memiliki kandungan H<sub>2</sub>S lebih tinggi.

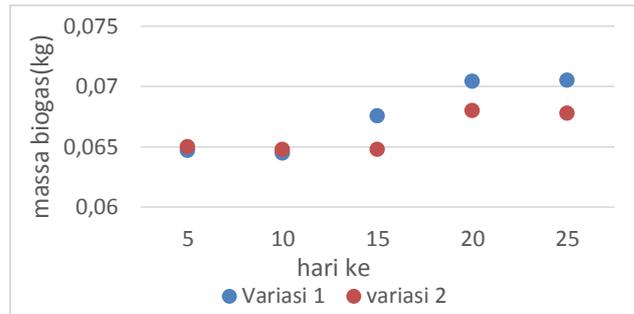
Berdasarkan percobaan yang dilakukan, dapat dilihat jika penambahan EM4 berpengaruh terhadap kandungan biogas. Penambahan EM4 dapat meningkatkan kandungan CH<sub>4</sub> dalam biogas dan dapat menurunkan kandungan CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>S. Semakin banyak penambahan EM4 maka semakin banyak biogas yang terbentuk. EM4 berfungsi untuk mempercepat proses fermentasi bahan baku yang digunakan untuk menjadi biogas

**Tabel 1. Hasil tekanan dan jumlah massa biogas pada variasi 1**

Hari Ke-	Tekanan (Atm)	Temperatur (C)	massa biogas(kg)
5	1	31,3	0,0647
10	1	32,4	0,0644
15	1,05	33	0,0675
20	1,1	34,5	0,0704
25	1,1	34,2	0,0705

**Tabel 2. Hasil tekanan dan jumlah massa biogas pada variasi 2**

Hari Ke-	Tekanan (Atm)	Temperatur (C)	massa biogas(kg)
5	1	30	0,0649
10	1	31	0,0647
15	1	31	0,0647
20	1,05	31	0,0680
25	1,05	32	0,0677



Gambar 4. Grafik Jumlah massa biogas variasi 1 dan 2

Pada gambar 5 ditunjukkan grafik jumlah massa biogas. Terlihat bahwa pada variasi 1 memiliki jumlah massa biogas lebih tinggi dari variasi 2. Pada hari ke 25 jumlah massa biogas pada variasi 1 sebesar 0,07 kg dan variasi 2 sebesar 0,067 kg. Sedangkan jumlah massa tertinggi adalah sebesar 0,0065 kg pada variasi 1. Jumlah massa biogas dipengaruhi oleh tekanan dan temperatur. Sesuai persamaan  $PV = n R T$ , maka tekanan berbanding lurus dengan jumlah massa biogas. Semakin tinggi tekanan, maka jumlah massa biogas semakin tinggi. Berdasarkan percobaan yang dilakukan dapat menunjukkan bahwa penambahan EM4 berpengaruh terhadap jumlah massa biogas. Penambahan EM4 sebanyak 3 liter akan lebih meningkatkan jumlah massa biogas yang dihasilkan.

#### Pengujian Pembakaran Biogas



Gambar 5. Pegujian Pembakaran Biogas

Biogas yang telah dihasilkan pada masing masing variasi akan dilakukan pengujian pembakaran. Pada variasi 1 warna nyala api adalah kuning kebiruan dengan lama nyala api selama 56 detik. Pada variasi 2 warna nyala api adalah kuning dengan lama nyala api 34 detik. Warna nyala api menunjukkan kualitas pembakaran pada biogas. Semakin tinggi kandungan  $CH_4$  dalam biogas maka semakin baik kualitas pembakaran biogas. Adanya kandungan gas yang lain seperti  $CO_2$  dengan nilai yang tinggi juga dapat berpengaruh terhadap kualitas pembakaran[6]. Sedangkan lama nyala api dipengaruhi oleh jumlah massa biogas dan kandungan gas pada biogas. Semakin banyak kandungan  $CH_4$  dan jumlah massa biogas maka lama nyala api akan semakin lama.. hal ini menunjukkan jika pada variasi 1 dengan penambahan 3 liter EM4 dapat meningkatkan kualitas pembakaran serta lama nyala api yang lebih lama.

#### 4. KESIMPULAN

Penambahan jumlah EM4 terhadap campuran biogas berpengaruh terhadap kandungan biogas, jumlah massa biogas serta kualitas pembakaran biogas. Pada variasi 1 kandungan CH<sub>4</sub>, jumlah massa biogas, dan kualitas pembakaran lebih tinggi daripada variasi 2.

#### 5. DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Wahyuni, S. (2013). *Biogas Energi Alternatif Pengganti BBM, Gas, Dan Listrik*. PT. Agro Media Pustaka. Jakarta Selatan. page 5-15
- [2]. Mayasari, H, Dkk. (2010). *Tugas akhir : Pembuatan Biodigester Dengan Uji Coba Kotoran Sapi Sebagai Bahan Baku*. Jurusan teknik kimia Universitas Sebelas Maret. Surakarta
- [3]. Suyitno. (2010). *Teknologi Biogas(Pembuatan, Operasional, dan Pemanfaatan*. Graha Ilmu. Yogyakarta. Page 5-10
- [4]. Megawati. (2014). *Pengaruh Penambahan Em4 (Effective Microorganism-4) Pada Pembuatan Biogas Dari Eceng Gondok Dan Rumen Sapi*. Teknik Kimia Universitas Negeri Semarang. Semarang
- [5]. Irawan, Dwi. (2016). *Pengaruh Em4 (Effective Microorganisme) Terhadap Produksi Biogas Menggunakan Bahan Baku Kotoran Sapi*. Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Metro. Lampung
- [6]. Ramadhan, A., (2016). *Analisis Karakteristik Api Pembakaran Biogas Limbah Rumah Tangga Dengan Purifikasi KOH 4 M*. Teknik Mesin Universitas Jember. Jember