

# ITM-03: PEMANFAATAN FILTER ZEOLIT UNTUK MENINGKATKAN KUALITAS BIOGAS BERBAHAN BAKU SAMPAH ORGANIK BUAH-BUAHAN

Esty Asma Dewanti

Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Jakarta  
Jl. Pemuda Rawamangun No.10, Rawamangun, Jakarta Timur

Email: [estyasmadewanti76@ymail.com](mailto:estyasmadewanti76@ymail.com)

## Abstrak

Biogas merupakan bahan bakar gas yang dapat diperbaharui (*renewable*) dan ramah lingkungan, kandungan dalam biogas terdiri dari  $\text{CH}_4$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ , dan  $\text{H}_2\text{S}$ . Kandungan gas karbondioksida ( $\text{CO}_2$ ) yang cukup tinggi di dalam biogas berpengaruh terhadap menurunnya nilai kalor pada saat proses pembakaran, sehingga diperlukan proses pemurnian untuk memisahkan kandungan gas tersebut. Salah satu metode pemurnian adalah dengan menggunakan adsorbent berupa *zeolit*. Kemampuan adsorpsi zeolit dipengaruhi luas permukaan porinya, untuk itu dibutuhkan proses penghalusan (*milling*) zeolit untuk meningkatkan daya adsorpsinya. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menurunkan kadar gas  $\text{CO}_2$  dalam biogas menggunakan zeolit yang telah di *milling* dengan variasi waktu 5 menit, 10 menit dan 15 menit dalam tabung purifikasi selama 60 menit. Selanjutnya dilakukan analisa dengan menggunakan *Gas Analyzer* untuk mengetahui penurunan kadar gas  $\text{CO}_2$  sebelum dan setelah purifikasi menggunakan zeolit.

## Abstract

Biogas is a gas fuel which is renewable and eco-friendly, content in biogas consists of  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$ , and  $\text{H}_2\text{S}$ . The content of carbon dioxide ( $\text{CO}_2$ ) gas high enough in the biogas to heat value decreased during the combustion process, so the process of purification is needed to separate the gas content. One method of purification is to use a zeolite adsorbent. Zeolite adsorption capability of the affected pore surface area, for it required refinement process (*milling*) zeolites to improve the power filter adsorption. The purpose of this research is to lower the levels of  $\text{CO}_2$  gas in biogas using *milling* zeolites have been in the variant time 5 minutes, 10 minutes, 15 minutes in tube purification for 60 minutes. Further analysis is done by using a Gas Analyzer to find out the  $\text{CO}_2$  gas levels before and after purification using zeolite.

**Keywords :** *Biogas, zeolit,  $\text{CO}_2$ , purification, adsorption*

## 1. Pendahuluan

Pertumbuhan jumlah penduduk yang tinggi menyebabkan kebutuhan akan energi semakin meningkat, namun energi fosil yang tersedia semakin terbatas sehingga mengakibatkan terjadinya krisis energi. Untuk mengatasi permasalahan tersebut diperlukan beberapa pengembangan terhadap energi baru terbarukan. Energi terbarukan merupakan sumber energi yang dihasilkan dari sumber daya energi yang secara alamiah tidak akan habis dan dapat berkelanjutan jika dikelola

dengan baik, contohnya panas bumi, tenaga air, tenaga angin, biomassa dan biogas.

Biogas merupakan bahan bakar gas yang dapat diperbaharui (*renewable*) yang dihasilkan secara fermentasi anaerob dari bahan organik dengan bantuan bakteri. Gas metana merupakan komponen gas yang paling dominan pada biogas memiliki sifat tidak berbau, tidak berwarna dan tidak berasa. Biogas terdiri dari campuran metana  $\text{CH}_4$  (55-70%),  $\text{CO}_2$  (25-50%),  $\text{H}_2\text{O}$  (1-5%),  $\text{H}_2\text{S}$  (0-0,5%),  $\text{N}_2$  (0-5%) dan  $\text{NH}_3$  (0-0,05%). Biogas

dapat dibakar seperti elpiji, biogas skala besar dapat digunakan sebagai pembangkit listrik, sehingga dapat dibuat menjadi sumber energi alternatif yang ramah lingkungan dan terbarukan.

Biogas secara alami masih banyak mengandung gas yang jika dibakar tidak menghasilkan energi, bahkan ada yang menghambat pembakaran seperti gas CO<sub>2</sub>. Oleh karena itu, diperlukan pemurnian gas metana agar pembakaran biogas dapat menghasilkan kalor yang lebih tinggi. Untuk meningkatkan nilai kalor biogas, diperlukan cara untuk memisahkan gas karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) dan gas hidrogen sulfida (H<sub>2</sub>S) yang bersifat korosif dari biogas. Salah satu adsorber padat yang berpotensi untuk memurnikan metana tersebut adalah zeolit.

## 2. Metode Penelitian

Penelitian ini dibagi menjadi 3 tahap, yaitu tahap persiapan, tahap proses adsorpsi dan tahap pengujian kadar CO<sub>2</sub> dalam biogas.

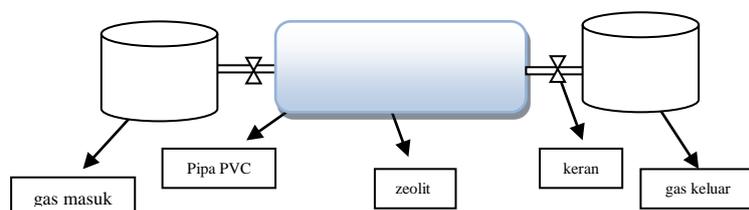
### 1. Preparasi Sampel

Bahan baku biogas yang diperoleh dari limbah organik buah-buahan yang berasal dari pasar Rawamangun dicampur dengan starter (mikroba) dari kotoran sapi dan air. Perbandingan yang digunakan antara limbah buah dengan kotoran sapi dan air yakni 1:1. kemudian komposisi campuran tersebut diproses dalam digester selama dua minggu.

### 2. Purifikasi Gas CO<sub>2</sub>

Setelah gas terbentuk dalam gas holder, sampel diadsorpsi dengan zeolit yang telah dihaluskan (milling) dengan variasi waktu penghalusan yaitu; 5 menit, 10 menit dan 15 menit di dalam tabung filtrasi. Mula-mula gas di dalam wadah dialirkan menuju pipa pvc berukuran 3 inchi dengan posisi keran gas masuk terbuka dengan laju alir sebesar 2liter/mnt, kemudian gas akan masuk ke dalam tabung sehingga terjadi kontak antara zeolit dalam tabung dengan gas (gb.1). Proses adsorpsi dilakukan secara kontinu selama ±60 menit, gas yang telah di

purifikasi dialirkan ke gas holder baru. Dilakukan pengujian uji bakar biogas untuk melihat warna nyala api yang dihasilkan.



Gambar.1.Skema Alat Adsorpsi Biogas

### 3. Analisis Daya Adsorpsi Zeolit

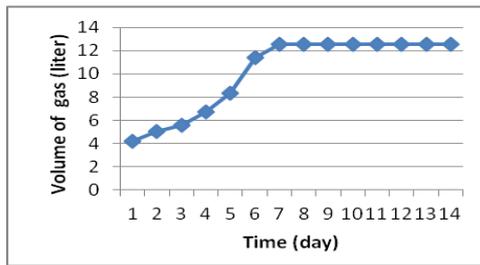
Gas yang dihasilkan setelah proses pemurnian diuji dengan menggunakan Gas Analyzer untuk mengetahui besarnya daya adsorpsi filter zeolit terhadap gas CO<sub>2</sub> yang di adsorpsi. Pengujian Gas Analyzer dilakukan di laboratorium Hiperkes Yogyakarta.

### 3. Hasil dan Pembahasan

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh variasi waktu milling zeolit pada proses adsorpsi untuk menurunkan kandungan gas CO<sub>2</sub> dalam produksi biogas. Gas yang dihasilkan setelah proses pemurnian diuji menggunakan Gas Analyzer untuk mengetahui besarnya daya adsorpsi filter zeolit terhadap gas CO<sub>2</sub> yang di adsorpsi.

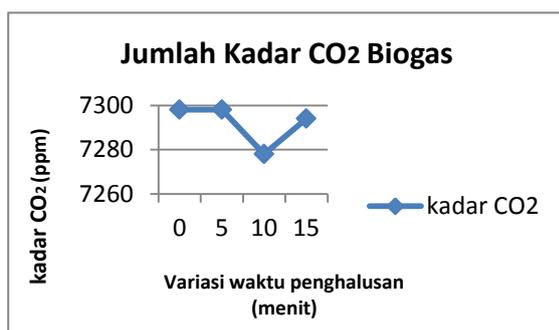
Bahan baku biogas berupa sampah organik buah-buahan yang di fermentasi secara anaerobik di dalam digester selama dua minggu, sebelum dimasukkan kedalam digester limbah organik buah-buahan dicampurkan dengan air dan kotoran sapi untuk mempercepat proses pembusukan. Pada proses pembuatan biogas dilakukan variasi komposisi masukan yakni 1:1, 1:2 dan 2:1 untuk mengetahui komposisi campuran antara limbah organik dan starter yang paling banyak menghasilkan biogas. Didapatkan hasil bahwa komposisi masukan limbah organik buah-buahan dan starter yang baik adalah dengan perbandingan 1:1 sebesar 12,54 liter. Proses pembentukan biogas sudah terjadi pada hari pertama dan mencapai puncak pada hari ketujuh, hari berikutnya sudah tidak

menghasilkan biogas sehingga volume biogas tetap konstan.



Gambar 2. Grafik hubungan antara volume gas yang terbentuk terhadap waktu

Setelah dilakukan filtrasi gas CO<sub>2</sub> menggunakan zeolit, kemudian dianalisis menggunakan Gas Analyzer untuk mengetahui besarnya daya adsorpsi zeolit. Berdasarkan grafik hasil pengujian, didapatkan bahwa kandungan CO<sub>2</sub> dalam biogas yang sebesar 7298 ppm, setelah di filtrasi menggunakan zeolit yang telah di milling selama 5 menit tidak mengalami penurunan kadar CO<sub>2</sub> sebesar 7298 ppm. Sedangkan pada filtrasi dengan waktu milling zeolit 10 menit mengalami penurunan kadar gas CO<sub>2</sub> sebesar 7278 ppm. Saat di filtrasi menggunakan zeolit dengan waktu milling selama 15 menit, kadar CO<sub>2</sub> meningkat menjadi 7294 ppm, dimana seharusnya semakin lama waktu penghalusan zeolit akan memperbesar pori-pori zeolit sehingga meningkatkan daya adsorpsinya.



Gambar 3. Grafik Hubungan Waktu Milling Zeolit Terhadap Kadar Gas CO<sub>2</sub>

#### 4. Kesimpulan

Keluaran gas setelah proses pemurnian diuji menggunakan Gas Analyzer untuk mengetahui besarnya daya adsorpsi filter terhadap gas yang diadsorpsi. Selain itu, volume gas yang terbentuk diperoleh dengan

menghitung volume wadah yang berbentuk bola. Hasil optimum yang diperoleh dari proses fermentasi biogas terjadi pada hari ke tujuh, dengan volume maksimum gas 12,54 liter.

Setelah dilakukan pengujian Gas Analyzer untuk mengetahui daya serap zeolit terhadap gas CO<sub>2</sub> didapatkan hasil sebelum proses filtrasi, kandungan gas CO<sub>2</sub> sebesar 7298 ppm. Setelah di filtrasi menggunakan zeolit, daya serap zeolit terhadap gas CO<sub>2</sub> yang paling baik adalah dengan variasi waktu milling selama 10 menit dengan penurunan kadar sebesar 7278 ppm.

#### Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada :

1. Dr. Sunaryo, M.Si selaku Dosen Pembimbing I yang senantiasa sabar memberikan arahan dan bimbingannya sehingga penelitian ini dapat terselesaikan.
2. Dr. Esmar Budi, M.Si selaku Dosen Pembimbing II atas arahan dan nasihatnya selama penelitian ini.
3. Koperasi Pasar Gemah Ripah atas waktu dan tempatnya yang telah diberikan kepada penulis.
4. Laboratorium Hiperkes dan Keselamatan Kerja Provinsi D.I Yogyakarta yang telah membantu dalam pengujian Gas Analyzer Biogas.
5. Orang tua dan keluarga yang telah memberikan dukungan moril dan materil.
6. Bapak / Ibu Dosen Penguji.
7. Seluruh dosen dan karyawan Jurusan Fisika FMIPA – Universitas Negeri Jakarta.
8. Serta semua pihak yang terlibat dalam penyusunan laporan skripsi ini hingga selesai.

#### Daftar Acuan

[1]Albertus. 2010. Pengembangan Biogas Berbahan Baku Kotoran Ternak Upaya Mewujudkan Ketahanan Energi Di Tingkat Rumah Tangga. Institut Teknologi Bandung.

[2]Arifin. 2011. Adsorpsi Gas Pengotor Pada Biogas Dengan Menggunakan Campuran Zeolit dan Karbon Aktif. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.

- [3]Aziz Wildan. 2011. Konversi Sampah Organik Pasar Dengan Sistem Fermentasi Media Padat Menjadi Biogas Dan Pupuk Organik. Fakultas Teknik Pertanian. Institut Pertanian Bogor.
- [4]David B., Destila A., dan Mutiara. 2011. Pengaruh Jenis Sampah, Komposisi Masukan Dan Waktu Tinggal Terhadap Komposisi Biogas Dari Sampah Organik Pasar Di Kota Palembang.
- [5]Deublein, D. and Steinhauser, A, 2008. Biogas from Waste and Renewable Resource, Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim.
- [6]Eny Apriyanti. 2012. Articles Penelitian Adsorpsi CO<sub>2</sub> Menggunakan Zeolit: Aplikasi Pada Pemurnian Biogas, Vol. 10 (22)
- [7]Hambali E, Mujdalipah S, Tambunan AH, Pattiwiri AW, Hendroko R. 2007. *Teknologi Bioenergi*. Jakarta : Agromedia Pustaka.
- [8]Hermawan. 2007. Sampah Organik Sebagai Bahan Baku Biogas. Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- [9]Hozairi, dkk. 2012. Pemanfaatan Kotoran Hewan Menjadi Energi Biogas Untuk Mendukung Pertumbuhan UKM Di Kabupaten Pamekasan. Universitas Islam Madura.
- [11]I Gusti. 2011. Biokonversi Sampah Organik Pasar Menjadi Biogas Menggunakan Starter *Effective Micro Organisms* (EM4). Jurusan Kimia, Universitas Negeri Surabaya.
- [12]Immanue, Univer., 2010, Potensi Biomassa Sebagai Sumber Energi Terbarukan Di Indonesia. <http://www.scribd.com>. Diunduh 28 September 2013.
- [13]J.A. Eastman, and J.F. Ferguson. 1981. Journal of Water Pollution Control Federation, Vol. 53, p.352.
- [14]Khorshidi, N. and Arian, B. 2008. Thesis, Experimental Practice in order to Increasing Efficiency of Biogas Production by Treating Digestate of Sludge, University College of Boras School of Engineering.
- [15]Nurkholis H., Wardana, dan Denny. 2011. Peningkatan Kualitas Bahan Bakar Biogas Melalui Proses Pemurnian Dengan Zeolit Alam. Universitas Brawijaya. Malang.
- [16]Oscik, J. and Cooper, I. L. 1982. Adsorption, Ellis Horwood Limited, John Wiley and sons, New York.
- [17]Sugiarto. 2013. Purifikasi Biogas Sistem Kontinyu Menggunakan Zeolit. Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya.