

**SKRIPSI**

**OPTIMALISASI KINERJA REAKTOR BIOGAS DENGAN  
SISTEM *CONTINUOUS CULTURE* MELALUI PURIFIKASI  
MENGUNAKAN KASA NILON**

***OPTIMIZATION OF BIOGAS REACTOR PERFORMANCE  
WITH CONTINUOUS CULTURE SYSTEM THROUGH NYLON  
FILTER PURIFICATION***



**Al Ansri Hasay Piani  
05021181621088**

**PROGRAM STUDI TEKNIK PERTANIAN  
JURUSAN TEKNOLOGI PERTANIAN  
FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
2020**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**OPTIMALISASI KINERJA REAKTOR BIOGAS DENGAN  
SISTEM *CONTINUOUS CULTURE* MELALUI PURIFIKASI  
MENGUNAKAN KASA NILON**

**SKRIPSI**

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknologi Pertanian  
Pada Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya

Oleh:

**Al Ansri Hasay Piani**  
**05021181621088**

**Pembimbing I**



**Ferry Apriliano Haskari, S.TP., M.Si.**  
**NIP. 197604142003121001**


**Indralaya, Juni 2020**  
**Pembimbing II**



**Arfan Abrar, S.Pt., M.Si., Ph.D.**  
**NIP. 197507112005011002**

**Mengetahui,**  
**Dekan Fakultas Pertanian**



  
**Prof. Dr. Ir. Andy Mulyana, M. Sc.**  
**NIP. 196012021986031003**

Skripsi dengan Judul “Optimalisasi Kinerja Reaktor Biogas Dengan Sistem *Continuous Culture* Melalui Purifikasi Menggunakan Kasa Nilon” oleh Al Ansri Hasay Piani telah dipertahankan di hadapan komisi penguji skripsi Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya pada tanggal 04 Mei 2020 dan telah diperbaiki sesuai saran dan masukan dari tim penguji.

Komisi Penguji


- |  |            |         |
|--|------------|---------|
| 1. Farry Apriliano Haskari, S.TP., M.Si<br>NIP. 197604142003121001 | Ketua      | (.....) |
| 2. Arfan Abrar, S.Pt., M.Si., Ph.D.<br>NIP. 197507112005011002     | Sekretaris | (.....) |
| 3. Prof. Dr. Ir. Hasbi, M. Si.<br>NIP. 196011041989031001          | Anggota    | (.....) |
| 4. Ir. Endo Argo Kuncoro, M. Agr.<br>NIP. 196107051989031006       | Anggota    | (.....) |

Indralaya, Juni 2020

Mengetahui,  
Ketua Jurusan  
Teknologi Pertanian

Koordinator Program Studi  
Teknik Pertanian

  
Dr. Ir. Edward Saleh, M. S.  
NIP 196208011988031002

  
Dr. Ir. Tri Tunggal, M. Agr.  
NIP 196210291988031003

## PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Al Ansri Hasay Piani  
NIM : 05021181621088  
Judul : Optimalisasi Kinerja Reaktor Biogas Dengan Sistem *Continuous Culture* Melalui Purifikasi Menggunakan Kasa Nilon.

Menyatakan bahwa semua data dan informasi yang dimuat dalam laporan skripsi ini merupakan hasil pengamatan atau tinjauan saya sendiri dibawah supervisi pembimbing, kecuali yang disebutkan dengan jelas sumbernya. Apabila dikemudian hari ditemukan adanya unsur plagiasi dalam laporan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak mendapat paksaan dari pihak manapun.



Indralaya, Juni 2020

Al Ansri Hasay Piani

## KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Allah SWT atas segala nikmat rahmat, ridho, dan karunia-Nya. Shalawat dan salam selalu tercurah bagi junjungan kita Nabi Muhammad SAW beserta keluarga dan para sahabat serta pengikutnya sampai akhir zaman. Berkat izin-Nya jugalah sehingga penulis dapat menyelesaikan proses penulisan dan penyusunan skripsi ini yang berjudul “Optimalisasi Kinerja Reaktor Biogas Dengan Sistem *Continuous Culture* Melalui Purifikasi Menggunakan Kasa Nilon”.

Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknologi Pertanian di Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya. Skripsi ini disusun berdasarkan orientasi dan studi pustaka. Penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan limbah biogas dari kotoran ternak sapi dengan pemurnian menggunakan membran kasa nilon untuk mengurangi kadar karbondioksida dengan meningkatkan kadar metana dalam biogas untuk mencapai ramah lingkungan. Penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Bapak Farry Apriliano Haskari, S.TP., M.Si. selaku pembimbing pertama dan Bapak Arfan Abrar, S.Pt., M.Si., Ph. D. selaku pembimbing kedua yang telah memberikan arahan, saran, masukan, dan motivasi dalam penulisan skripsi ini.

Kepada para pembaca, dengan senang hati penulis menerima kritik dan saran agar skripsi menjadi lebih baik lagi. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat untuk kita semua.

Indralaya, Juni 2020

Al Ansri Hasay Piani

## DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR .....	i
DAFTAR ISI.....	ii
DAFTAR GAMBAR .....	iv
DAFTAR TABEL.....	v
DAFTAR LAMPIRAN .....	vi
BAB 1. PENDAHULUAN .....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Tujuan.....	2
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA .....	3
2.1. Energi.....	3
2.2. Biogas .....	3
2.3. Bahan Baku Kotoran Sapi .....	4
2.4. Tahapan Pembuatan Biogas.....	5
2.5. Gas Metana (CH <sub>4</sub> ).....	6
2.6. karbondioksida (CO <sub>2</sub> ).....	6
2.7. Absorpsi.....	7
2.8. Pemurnian Biogas.....	7
2.9. Penampung Polietilen .....	8
2.10. Membran Nilon.....	9
2.11. Pemisahan Zat dengan Membran.....	10
BAB 3. PELAKSANAAN PENELITIAN.....	11
3.1. Waktu dan Tempat.....	11
3.2. Alat dan Bahan .....	11
3.3. Metode Penelitian .....	11
3.4. Prosedur Penelitian .....	11
3.4.1. Pembuatan Biogas .....	11
3.4.2. Proses Purifikasi Biogas .....	12
3.4.3. Analisa Sampel .....	12
3.4.4. Statistik Penelitian .....	12

	Halaman
3.5. Parameter Pengamatan.....	13
3.5.1. Konsentrasi Metana pada Biogas sebelum dan sesudah purifikasi .....	13
3.5.2. Konsentrasi karbondioksida sebelum dan sesudah purifikasi .....	13
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	14
4.1. Produksi Biogas.....	14
4.2. Volume Biogas dihasilkan Perhari .....	15
4.3. Konsentrasi CO <sub>2</sub> dan CH <sub>4</sub> pada Biogas sebelum di Purifikasi .....	15
4.4. Konsentrasi kandungan Biogas CO <sub>2</sub> sebelum dan sesudah Purifikasi .	17
4.5. Konsentrasi kandungan Biogas CH <sub>4</sub> sebelum dan sesudah Purifikasi .	18
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN .....	21
5.1 Kesimpulan .....	21
5.2. Saran .....	21
DAFTAR PUSTAKA .....	22
LAMPIRAN .....	25

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Rumus Struktur Nilon-6 .....	10
Gambar 2.2. Proses Pemisahan Zat dengan Membran .....	10



## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1. Komponen-komponen Biogas.....	4
Tabel 2.2. Komposisi Unsur Kotoran Sapi .....	4
Tabel 2.3. Karakteristik Sifat Fisika pada Kandungan CH <sub>4</sub> .....	6
Tabel 2.4. Karakteristik Sifat Fisika pada Kandungan CO <sub>2</sub> .....	7
Tabel 2.5. Efek Pengotor pada Biogas .....	8
Tabel 2.6. Karakteristik Penampung Polietilen .....	9
Tabel 2.7. Sifat Fisik Nilon-6.....	9
Tabel 4.1. Konsentrasi Kandungan CO <sub>2</sub> dan CH <sub>4</sub> sebelum purifikasi .....	16
Tabel 4.2. Konsentrasi Kandungan Biogas CO <sub>2</sub> sebelum dan sesudah .....	17
Tabel 4.3. Konsentrasi Kandungan Biogas CH <sub>4</sub> sebelum dan sesudah .....	18

## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Skema Penelitian Biogas .....	26
Lampiran 2. Diagram Alir Penelitian.....	27
Lampiran 3. Analisa Data CO <sub>2</sub> menggunakan Program IBM SPSS.....	28
Lampiran 4. Analisa Data CH <sub>4</sub> menggunakan Program IBM SPSS.....	29
Lampiran 5. Perhitungan Persentase Peningkatan Konsentrasi CO <sub>2</sub> .....	30
Lampiran 6. Perhitungan Persentase Peningkatan Konsentrasi CH <sub>4</sub> .....	31
Lampiran 7. Gambar Proses Produksi Biogas .....	32
Lampiran 8. Gambar Proses Purifikasi Biogas .....	33

**OPTIMALISASI KINERJA REAKTOR BIOGAS DENGAN SISTEM *CONTINUOUS CULTURE* MELALUI PURIFIKASI MENGGUNAKAN KASA NILON**

***OPTIMIZATION OF BIOGAS REACTOR PERFORMANCE WITH CONTINUOUS CULTURE SYSTEM THROUGH NYLON FILTER PURIFICATION***

**Al Ansri Hasay Piani<sup>1</sup>, Farry Apriliano Haskari<sup>2</sup>, Arfan Abrar<sup>3</sup>**  
*Program Studi Teknik Pertanian, Jurusan Teknologi Pertanian,  
Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya,  
Jl. Raya Palembang-Prabumulih, KM. 32 Indralaya, Ogan Ilir, Sumatera Selatan  
Telp. (0711) 580664 Fax (0711) 480279*

**ABSTRACT**

*Indonesian is the most country to producing natural resources, which is used as an energy source among the people. Biogas is one of the results fermentation by organic material deriving from cow dung which is used as a new and renewable energy source. Biogas purification is one of the purification methods used to reducing impurities in biogas. The purpose of the biogas purification study was to use nylon gauze to increase methane (CH<sub>4</sub>) levels and reduce carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) levels, this study used an associative analysis method with student t-test paired with 5 repetitions in the minutes 5, 10, and 15. Biogas production uses a ratio 1 : 2 (using 45 kg of cow cattle dung and 90 liters of water) and produces biogas as much as 1.035 m<sup>3</sup>/day. The composition of methane in the initial sample (before purification) is 18092.25 ppm. Based on research analysis the highest percentage of methane gas through purification using nylon gauze at 62854,19 ppm filtering at 15 minute, while the results of the analysis of the lowest percentage of carbon dioxide through purification using nylon gauze at 26129,31 ppm filtering at 5 minute.*

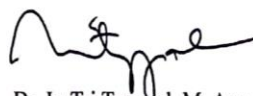
**Keywords:** *Filtrate Accumulation, Biogas content, Nylon Gauze, Purification.*

Pembimbing I




Farry Apriliano Haskari, S.TP., M.Si.  
NIP. 197604142003121001

Mengetahui,  
Kordinator Program Studi  
Teknik Pertanian



Dr. Ir. Tri Tunggal, M. Agr.  
NIP 196210291988031003

Pembimbing II



Arfan Abrar, S.Pt., M.Si., Ph.D.  
NIP. 197507112005011002

OPTIMALISASI KINERJA REAKTOR BIOGAS DENGAN SISTEM *CONTINUOUS CULTURE* MELALUI PURIFIKASI MENGGUNAKAN KASA NILON

*OPTIMIZATION OF BIOGAS REACTOR PERFORMANCE WITH CONTINUOUS CULTURE SYSTEM THROUGH NYLON FILTER PURIFICATION*


Al Ansri Hasay Piani<sup>1</sup>, Farry Apriliano Haskari<sup>2</sup>, Arfan Abrar<sup>3</sup>  
Program Studi Teknik Pertanian, Jurusan Teknologi Pertanian,  
Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya.  
Jl. Raya Palembang-Prabumulih, KM. 32 Indralaya, Ogan Ilir, Sumatera Selatan  
Telp. (0711) 580664 Fax (0711) 480279

ABSTRAK

Indonesia merupakan negara penghasil sumber daya alam terbanyak, yang dimanfaatkan sebagai sumber energi dikalangan masyarakat. Biogas salah satu hasil fermentasi bahan organik yang berasal dari kotoran sapi yang dimanfaatkan masyarakat sebagai sumber energi baru dan terbarukan. Purifikasi biogas merupakan salah satu metode pemurnian yang digunakan untuk mengurangi zat pengotor pada biogas. Tujuan dari penelitian purifikasi biogas menggunakan kasa nilon untuk meningkatkan kadar metana (CH<sub>4</sub>) dan mengurangi kadar karbondioksida (CO<sub>2</sub>), penelitian ini menggunakan metode analisa asosiatif dengan uji t student berpasangan dengan 5 kali pengulangan pada menit ke-5, 10, dan 15. Produksi biogas menggunakan perbandingan 1 : 2 ( menggunakan 45 kg kotoran sapi dan 90 liter air) dapat menghasilkan biogas sebanyak 1,035 m<sup>3</sup>/hari. Komposisi metana pada sampel awal (sebelum purifikasi) yaitu sebesar 18092,25 ppm. Berdasarkan hasil analisa penelitian persentase tertinggi dari gas metana melalui purifikasi menggunakan kasa nilon sebesar 62854,19 ppm penyaringan pada menit ke-15. Sedangkan hasil analisa penelitian persentase terendah dari karbondioksida melalui purifikasi menggunakan kasa nilon sebesar 26129,31 ppm penyaringan pada menit ke-5.

Kata Kunci : Akumulasi Filtrat, kandungan biogas, kasa nilon, purifikasi.

Pembimbing I



Farry Apriliano Haskari, S.TP., M.Si.  
NIP. 197604142003121001

Mengetahui,  
Koordinator Program Studi  
Teknik Pertanian



Dr. Ir. Tri Tunggal, M. Agr.  
NIP 196210291988031003

Pembimbing II



Arfan Abrar, S.Pt., M.Si., Ph.D.  
NIP. 197507112005011002

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang**

Indonesia merupakan negara penghasil sumber daya alam terbanyak yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi di kalangan masyarakat. Mahalnya sumber energi yang berasal dari bahan bakar fosil (energi yang tidak dapat diperbarui) membuat masyarakat berinisiatif memanfaatkan energi alternatif menggunakan bahan baku kotoran hewan ternak untuk pembuatan biogas. Biogas dimanfaatkan karena bahan baku yang digunakan mudah ditemukan dan jumlah produksinya yang banyak. Biogas adalah sumber energi terbarukan yang dihasilkan dari pemecahan bahan organik oleh bakteri atau bahan yang berasal dari fermentasi bahan organik. Salah satu bahan organik yang digunakan yaitu kotoran hewan ternak sapi di kandang percobaan peternakan fakultas pertanian universitas sriwijaya. Pada tahap penelitian ini proses analisa yang dilakukan yaitu pemurnian biogas menggunakan membran kasa nilon.

Biogas merupakan energi terbarukan yang ramah lingkungan dan bernilai ekonomis yang tinggi. Biogas merupakan bahan hasil fermentasi bahan organik yang berasal dari kotoran hewan basah. Senyawa penyusun biogas yaitu kandungan metana dan karbondioksida. Kandungan metana yang terdapat pada biogas merupakan komponen utama yang terdapat pada gas alam, semakin tinggi kandungan metana maka semakin besar nilai kalor pada biogas, tetapi jika lebih besar komposisi karbondioksida di dalam biogas maka nilai kalor yang didapat pada biogas akan semakin kecil (Saleh *et al.*, 2017).

Pemurnian biogas sangat berpengaruh terhadap nilai kalor yang akan dihasilkan. Tujuan pemurnian yaitu untuk mengurangi kandungan pengotor yang terdapat pada biogas, mengurangi kadar CO<sub>2</sub> secara signifikan untuk meningkatkan kualitas pada produk biogas. Membran kasa nilon salah satu metode pemurnian yang memiliki kandungan yang cukup baik karena elastisitas yang tinggi, tidak mudah rusak dan tahan terhadap minyak dan lemak. Membran nilon memiliki sifat fisik, kimia dan mekanik yang tinggi untuk ketahanan pada suhu yang tinggi (Saleh *et al.*, 2016).

Bahan baku pembuatan biogas menggunakan hasil dari proses fermentasi bahan organik yang melibatkan beberapa tahap reaksi biokimia yaitu tahap *hidrolisis, acidogenesis, acetogenesis, dan metanogenesis* (Budiyono, 2011). pada tahap proses fermentasi bahan organik terdapat beberapa unsur yang terkandung pada biogas yaitu gas metana ( $\text{CH}_4$ ), gas karbondioksida ( $\text{CO}_2$ ), oksigen ( $\text{O}_2$ ), gas hidrogen ( $\text{H}_2$ ), dan gas karbon monoksida ( $\text{CO}$ ). Terdapat beberapa unsur yang sangat penting didalam biogas yaitu unsur metana dan karbondioksida karena unsur metana merupakan senyawa kimia yang memiliki komponen utama pada gas alam dan berfase gas dalam keadaan normal, sedangkan karbondioksida yaitu senyawa kimia yang mengandung dua ikatan rangkap yang tidak berwarna dan tidak berbau (Hamidi *et al.*, 2011)

## **1.2. Tujuan**

Penelitian ini bertujuan memanfaatkan limbah biogas dari kotoran hewan ternak sapi dengan pemurnian menggunakan membran kasa nilon untuk mengurangi kadar karbondioksida dengan meningkatkan kadar metana dalam biogas untuk mencapai ramah lingkungan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Admadi, B.H., dan Wayan, I.A., 2015. *Teknologi Polimer*. Universitas Udayana.
- Andrean, C.P., 2013. *Rancang bangun monitor suhu gas metana dan karbon dioksida pada biogas*. Surabaya : STIKOM.
- Akbar, F.P., Nur, F.D., Samuel, K.H.S., dan Fahmi, B., 2017. *Pemanfaatan biogas sebagai energi alternatif ramah lingkungan daerah monggol, kabupaten gunungkidul*. Yogyakarta : Politeknik Negeri Balikpapan.
- Ardiansyah., 2017. Kajian potensi limbah feses manusia sebagai pembangkit listrik tenaga biogas di kota pontianak. *Jurnal ELKHA*. 9(2) : 53 - 60
- Budiyono., dan Kusworo, T.D., 2011. *Biogas production from cassava starch effluent using microalgae as bio stabilisator*. *Jurnal J. of sci. And eng.* 2 (1) : 4 – 8.
- Dewa, I.G.P.S., 2017. *Pengaruh pemanasan reaktor biogas pada temperatur konstan 37° C terhadap laju pembentukan biogas dan laju pemanasan*. Universitas udayana.
- Febriyanti, E., 2014. *Pembuatan biogas dari air limbah industri minyak kelapa sawit dan kotoran sapi*. Politeknik Negeri Sriwijaya.
- Hadi, W., dan Puspo, W., 2010. *Studi karakterisasi polymide membranes, polyethersulfone - polymide composite membranes, dan polyethersulfone - zeolite mixed matrix membranes untuk pemurnian biogas*. Universitas Diponegoro.
- Hamidi, N., Wardana, I., dan Widhiyanuriyawan, D., 2011. Peningkatan kualitas bahan bakar biogas melalui pemurnian dengan zeolit alam. *Jurnal rekayasa mesin*. 2 (3) : 227 – 231
- Islamiyah, M., 2014. *Perancangan filter purifikasi biogas (CO<sub>2</sub>.H<sub>2</sub>S) dengan menggunakan absorpsi (CaO, NaOH) dan water scrubber*. Institut teknologi sepuluh november.
- Lestari, S.M.R., 2017. *Kandungan protein kasar dan serat kasar sludge biogas dengan penambahan bahan organik pada digester*. Skripsi, Fakultas Peternakan, Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Lin, Wen, H.T.T., dan Chunga. 2001. Gas permeability, diffusivity, solusibility, and aging characteristics of 6FDA-Durene polyimide membranes. *Jurnal of membrane science*. 183(2) : 183 - 193.

- Made, I.M., 2012. analisa penyerapan gas karbondioksida (CO<sub>2</sub>) dengan larutan NaOH terhadap kualitas biogas kotoran sapi. *Teknik mesin universitas mataram*. 2(1) : 1 - 8.
- Marwah, S., Harlia, E., dan Juanda, W., 2016. *analisa kualitas gas metana dan jumlah bakteri anaerob pada proses pembentukan biogas dari feses sapi potong dalam tabung hungate*. analisa Kualitas gas metana, Fakultas Peternakan, Universitas Padjadjaran.
- Melsasail, L., Warouw, V.R.Ch., dan Kamagi, Y.E.B., 2019. *Analisis kandungan unsur hara pada kotoran sapi di daerah dataran tinggi dan dataran rendah*. Fakultas Pertanian, Universitas Sam Ratulangi.
- Mukhlis, A.R dan Masrukhi1., 2017. Optimasi kandungan metana (CH<sub>4</sub>) biogas kotoran sapi menggunakan berbagai jenis adsorben. *Jurnal rona teknik pertanian*. 10(2) : 8 - 17.
- Nadliriyah, N., dan Triwikantoro., 2014. Pemurnian produk biogas dengan metode absorpsi menggunakan larutan Ca (OH)<sub>2</sub>. *Jurnal Sains dan Seni Pomits*. 3(2) : 107 - 111.
- Pertiwiningrum, A., 2015. *Instalasi biogas*. Fakultas Peternakan, Universitas Gadjah Mada.
- Saleh, A., Larasati, A.W., dan Afrilia, P.C., 2016. Pengaruh mesh dan panjang kain nilon terhadap peningkatan kadar metana pada purifikasi biogas. *Jurnal teknik kimia*. 22 (2) : 62 - 69.
- Saleh, A., Planetto, M.W.K., dan Yulistiah, R.D., 2016. Peningkatan persentase metana pada biogas menggunakan variasi ukuran pori membran nilon dan variasi waktu purifikasi. *Jurnal teknik kimia*. 22 (4) : 35 – 44.
- Saleh, A., Yulistia, E., dan Rambe, F.R., 2017. Purifikasi biogas berdasarkan perbedaan mesh kain nilon dan laju alir biogas. *Jurnal teknik kimia*. 23 (2) : 137 – 145.
- Sugiarto., Oerbandono, T., dan Widhiyanuriyawan D., Putra, F.S.P., 2013. Purifikasi Biogas Sistem Kontinyu Menggunakan Zeolit. *Jurnal Rekayasa Mesin*. 4 (1) : 1 - 10.
- Suhendi, A., 2007. *Pencirian membran mikrofiltrasi nilon-6*. Institut Pertanian Bogor.
- Sukirman., 2014. Konstruksi ulang reaktor biogas menggunakan metode *reverse engineering*. *Jurnal Teknoin*. 20 (1) : 01 – 07.



Sasongko, W., 2010. *Produksi dari biomassa kotoran sapi dalam biodigester fit home dengan pengenceran dan penambahan agitasi*. Surakarta : Universitas Sebelas Maret.

Widhiarso, W., 2014. Bab II Uji Hipotesis Komperatif. (online) (<https://www.scribd.com/doc/56293460/membaca-t-tes/>, diakses 4 Maret 2020).

Widhiyanuriyawan, D., Hamidi, N., dan Trimandoko, C., 2014. Purifikasi biogas dengan ukuran dan massa zeolit terhadap kandungan CH<sub>4</sub> dan CO<sub>2</sub>. *Jurnal rekayasa mesin*. 5(3) : 27 -32.

Yamliha, A., Argo, B.D., dan Nugroho, W.A., 2013. Pengaruh Ukuran Zeolite Terhadap Penyerapan karbondioksida (CO<sub>2</sub>) Pada Aliran Biogas. *Jurnal Bioproses Komoditas Tropis*. 1 (2) : 67 – 72.

