Prosiding Seminar Nasional Lingkungan Lahan Basah
Volume 4 Nomor 2 Halaman 323-328 April 2019

p-ISSN 2623-1611
e-ISSN 2623-1980

PENGARUH WAKTU KONTAK DAN TINGGI ADSORBEN PELET ECENG GONDOK (*Euchernia crassipes*) TERHADAP KONSENTRASI CH_4 PADA PURIFIKASI BIOGAS

The Effect of Retention Time and Adsorben Bed Height of Water Hyacinth (*Euchernia Crassipes*) Pellets on CH_4 Concentration in Biogas Purification

Rosiana Indrawati [1]*, Joko Susilo [2]

[1] Program Studi Teknik Energi Institut Teknologi Yogyakarta, Jalan Janti km 4 Gedongkuning, Yogakarta, Indonesia
[2] Program Studi Teknik Industri Institut Teknologi Yogyakarta, Jalan Janti km 4 Gedongkuning, Yogakarta, Indonesia
*Penulis koresponden: rosiana.indrawati@gmail.com

Abstract

The availability of fossil fuels as a major supplier of national energy sources is increasingly expensive and limited. Biogas appears as an alternative energy source. Biogas is a cheap, abundant and environmentally friendly fuel, because biogas is processed from organic waste such as garbage, food scraps, livestock manure and food industry waste. The purity of CH_4 produced by biogas will be very important, because the CH_4 will greatly affect the caloric value produced. This study aims to determine the effect of variations in adsorbent bed height and retention time on biogas purification using water hyacinth pellet adsorbent on CH_4 content in biogas. In this study, we observed an increase in the concentration of CH_4 in biogas through purification with water hyacinth pellets as an adsorbent. The independent variable is the bed height of the adsorbent 5 cm, 10 cm and 15 cm. Retention time is 30 minutes, 60 minutes and 90 minutes. The controlled variables include activation of adsorbents with heating temperatures of 120^0C. The dependent variable observed was the percentage of biogas content (CH_4) before and after purification. Sampling was done on the 20th day. Based on the gas chromatography test results showed that the largest CH4 gas content was in the EGWT60TA5 purification reactor, which was a variation of 5 cm adsorbent and 90 minutes residence time of 32,393 with an increase in CH_4 content was 260.3% of the initial gas content CH_4 before the refining process is 8.99. And the lowest CH_4 gas content is in the EGWT90TA15 sample which is 10.004 with a percentage increase of 11.27% from the initial CH_4 content before purification is carried out. Based on the results of this study it can be concluded that the giving treatment of variations in contact time and adsorbent bed height had an effect on biogas purification by using water hyacinth pellet adsorbent so that it can adsorb impurities in biogas and increase methane levels in biogas.

Keywords: biogas, *Euchernia crassipes,* fuel, methane, purification,

1. PENDAHULUAN

Ketersediaan bahan bakar fosil sebagai pemasok utama sumber energi nasional semakin mahal dan terbatas. Untuk menjaga ketahanan energi nasional perlu dipikirkan pengembangan bahan bakar alternatif yang murah, mudah dalam pengadaan, hemat serta dapat diproduksi secara massal (*mass product*), termasuk dalam skala rumah tangga. Biogas adalah bahan bakar yang murah lagi ramah lingkungan, karena biogas diolah dari limbah organik seperti sampah, sisa-sisa makanan, kotoran ternak dan limbah industri makanan. Pemanfaatan limbah organik sebagai bahan baku biogas tentu akan memberikan efek ganda dalam menyediakan energi yang dapat diperbaharui, ramah lingkungan dan dapat menciptakan lingkungan peternakan yang lebih bersih dan sehat.

Kemurnian dari CH_4 yang dihasilkan oleh biogas akan menjadi sangat penting, dikarenakan CH_4 tersebut akan sangat berpengaruh terhadap nilai kalor yang dihasilkan. Sehingga CH_4 yang dihasilkan perlu dilakukan pemurnian terhadap impuritas– impuritas yang lain. Impuritas yang sangat berpengaruh terhadap nilai kalor pada biogas adalah CO_2, keberadaan CO_2 dalam biogas sangat tidak diharapkan, hal ini dikarenakan semakin tinggi kadar CO_2 dalam biogas maka akan semakin menurunkan nilai kalor CH_4 yang sangat mengganggu dalam proses pembakaran. Beberapa teknik pemurnian biogas antara lain *water scrubber, chemical absorption membrane purification*, dan *adsorption technology*, . Dalam penelitian ini akan dikaji penggunaan absorben dari eceng gondok dan sekam padi yang mana ketersediaan bahan-bahan tersebut sangat melimpah di alam dan bernilai ekonomi rendah.

© Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat, Universitas Lambung Mangkurat

p-ISSN 2623-1611
e-ISSN 2623-1980

Eceng gondok merupakan tanaman yang hidup mengapung di air dan terkadang berakar dalam tanah. Memiliki tinggi sekitar 0,4 - 0,8 meter. Daunnya tunggal dan berbentuk oval. Ujung dan pangkalnya meruncing, pangkal tangkai daun menggelembung. Permukaan daunnya licin dan berwarna hijau. Bunganya termasuk bunga majemuk, berbentuk bulir, kelopaknya berbentuk tabung. Bijinya berbentuk bulat dan berwarna hitam. Buahnya kotak beruang tiga dan berwarna hijau. Akarnya merupakan akar serabut (Wacana, 2000).

Enceng gondok (*Eichhornia crassipes Solms*) merupakan salah satu tumbuhan yang mempunyai kemampuan sebagai biofilter. Mikrobia *rhizosfera* pada akar dengan daya absorbsi serta akumulasi yang besar terhadap bahan pencemar tertentu dapat dimanfaatkan sebagai alternatif pengendali pencemaran di perairan (Marianto, 2001).

Menurut Pabby dkk, komposisi biogas tergantung pada sumber bahan bakunya. Proses pemurnian biogas menggunakan membran sangat baik pada tekanan operasi 5–7 bar. Menurut Noverri, pemilihan metode yang cocok untuk pemisahan CO_2 dari campurannya tergantung pada beberapa parameter, yaitu : konsentrasi CO2 di aliran umpan, sifat alami komponen umpan, tekanan dan temperatur. Menurut Kapdi dkk, ada beberapa metode pemurnian biogas (CO_2 removal), antara lain: adsorbsi fisika, adsorbsi kimia, adsorpsi, pemisahan dengan membran, cryogenic dan konversi kimia menjadi senyawa lain. Adsorbsi adalah pemisahan suatu gas tertentu dari campuran gas-gas dengan cara pemindahan massa ke dalam suatu liquid. Hal ini dilakukan dengan cara mengantarkan aliran gas dengan liquid yang mempunyai selektivitas pelarut yang berbeda dari gas yang akan dipisahkannya.

Dua kriteria suatu teknologi pemisahan akan dipilih jika pertimbangan secara teknis dan ekonomis mudah dilakukan. Adsorbsi dapat dibedakan menjadi 2 jenis, yaitu absorbsi fisika yang disebabkan oleh gaya Van Der Waals (penyebab terjadinya kondensasi untuk membentuk cairan yang ada pada permukaan adsorben) dan adsorbsi kimia (terjadi reaksi antara zat yang diserap oleh adsorben, banyaknya zat yang teradsorbsi tergantung pada sifat khas zat tersebut). Besar kecilnya absorsi dipengaruhi oleh macam adsorben, macam zat yang teradsorbsi, konsentrasi adsorben dan zat, luas permukaan, temperatur dan tekanan zat yang teradsorbsi.

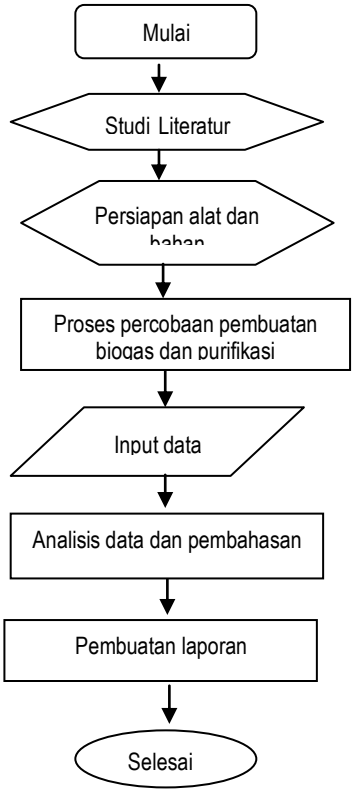
Penelitian ini penting dilakukan untuk memberikan gambaran secara real tentang efektifitas pemurnian kadar gas metana dalam biogas menggunakan absorben pelet serbuk eceng gondok sebagai bahan pemurni biogas. Tingkat efektifitas adsorben pelet serbuk eceng gondok dalam mengikat gas pengotor seperti CO_2 dapat dijadikan dasar dalam peningkatan nilai kalor bahan bakar biogas atau peningkatan efisiensi pembakaran dengan bahan bakar biogas. Kajian eksperimental ini diharapkan menghasilkan data akurat yang akan dijadikan dasar untuk mendapatkan kualitas bahan bakar biogas yang bernilai kalor tinggi dan efisiensi pembakaran tinggi.

2. METODE

2.1 Alat, Bahan, dan Variabel Penelitian

Alat penelitian adalah digester biogas, reaktor purifikasi, vinojek, spuit, blender, ember, timbangan. Bahannya adalah eceng gondok, tepung kanji, EM4, lem tetes, lem pipa, aquadest, kotoran sapi, air.

Variabel penelitian terdiri atas variabel bebas, yaitu ketinggian absorben dalam kolom absorpsi (5 cm, 10 cm, 15 cm) serta lama waktu kontak absorben dengan biogas (30 menit, 60 menit, 90 menit). Variabel terikat dalam penelitian ini adalah prosentase kandungan gas metan (CH_4) sebelum dan pasca purifikasi. Variabel terkontrol antara lain aktivasi adsorben dengan pemanasan suhu 120^0C. Prosedur penelitian disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

© Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat, Universitas Lambung Mangkurat

p-ISSN 2623-1611
e-ISSN 2623-1980

2.2 Pembuatan Alat Purifier Biogas

Pembuatan alat filter ini menggunakan pipa PVC berukuran 11//4. Proses pembuatan dimulai dengan pengukuran panjang pipa, pipa yang akan digunakan sepanjang 40 cm dengan diameter 11/4". Selanjutnya melakukan penggergajian untuk memotong pipa, lalu dibersihkan bagian pipa pada kedua ujungnya dengan menggunakan amplas dan kikir. Dop yang digunakan untuk menutup kedua ujung pipa yang dilubangi bagian tengahnya. Bagian yang telah dilubangi kemudian dibersihkan dengan menggunakan kikir. Sumbat karet dimasukkan pada bagian tengah dop tersebut lalu dikencangkan kemudian dilem tetes. Bahan- bahan yang sudah disatukan kemudian pada sela-sela sambungannya dilapisi dengan lem pipa dan lem tetes untuk menghindari resiko kebocoran.

Reaktor kemudian dipasang dibagian atas digester biogas yang dihubungkan dengan pipa keluaran gas. Pipa keluaran gas yang menuju reaktor pemurnian dilengkapi dengan kran untuk membuka tutup aliran gas. Begitu gas tertampung dalam penampung gas dari bahan ban bekas, kran tersebut dibuka untuk mengalirkan gas menuju ke reaktor pemurnian kemudian diambil sampel sesuai variasi yang ditetapkan.

2.3 Pembuatan Pelet Eceng Gondok dan Sekam Padi

Pembuatan pelet eceng gondok dan sekam padi dimulai dengan mencari bahan-bahan tersebut. eceng gondok diambil di Potorono, Banguntapan Bantul sedangkan sekam padi di daerah sentra pembuatan batu bata di Plered, Bantul. Eceng gondok terlebih dahulu dicuci dengan menggunakan air bersih agar bersih dari tanah-tanah dan lumpur yang menempel pada batang. Setelah itu, eceng gondok dikeringkan di bawah sinar matahari sampai daunnya mengering dan layu kemudian diblender untuk mendapatkan bentuk yang lebih kecil. Eceng gondok yang di blender kemudian dicuci dengan menggunakan aquadest. Setelah itu dikeringkan lagi kemudian dibuat cetakan bola-bola kecil dengan menggunakan perekat tepung kanji dengan berat komposisi masing-masing 400 gram eceng gondok dan 150 gram tepung tapioka yang dilarutkan dengan air kemudian ddipanaskan sehingga dapat ddigunakan sebagai perekat pelet.

Proses selanjutnya setelah terbentuk bulatan-bulatan pelet eceng gondok kemudian dipanaskan dengan menggunakan oven pada suhu 120^0C dengan tujuan untuk mengurangi kadar air dan mengaktifkan permukaan pelet EG agar dapat menyerap zat-zat pengotor yang terkandung dalam biogas.

Gambar 2. Reaktor pemurnian biogas

Gambar 3. Pellet eceng gondok

2.4 Pengumpulan dan Analisis Data

Data dalam proses penelitian ini adalah:

a. Kandungan gas metan sebelum dan pasca purifikasi dengan variasi ketinggian bed absorben di dalam kolom absorpsi yaitu 5, 10 dan 15 cm. Dan variasi waktu kontak absorben dengan gas yaitu 30, 60 dan 90 menit.
b. Prosentase kenaikan kandungan CH4 setelah purifikasi.

Analisa dilakukan untuk mendapatkan data

a. Kandungan gas metan (CH_4) sebelum purifikasi menggunakan gas chromatograph
b. Kandungan gas metan (CH_4) pasca purifikasi menggunakan gas chromatograph

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Kandungan Biogas Tanpa Purifikasi

Berdasarkan hasil analisa gas metan pada biogas tanpa purifikasi menunjukkan nilai sebesar 8,99 %. Hasil tersebut merupakan sampel biogas yang tidak melewati proses purifikasi dengan menggunakan

© Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat, Universitas Lambung Mangkurat

p-ISSN 2623-1611
e-ISSN 2623-1980

pelet eceng gondok dan sekam padi. Nilai konsentrasi tersebut sangatlah rendah, kemungkinan disebabkan oleh proses dekomposisi bahan organik ang beralan tidak optimal. Beberapa penyebab proses beralan tidak optimal antara lain : kebocoran pada digester ataupun pada penampung gas, bahan material pembuatan biogas memiliki C/N rasio yang rendah, komposisi campuran kotoran sapi dengan limbah cair RPH yang tidak sesuai.

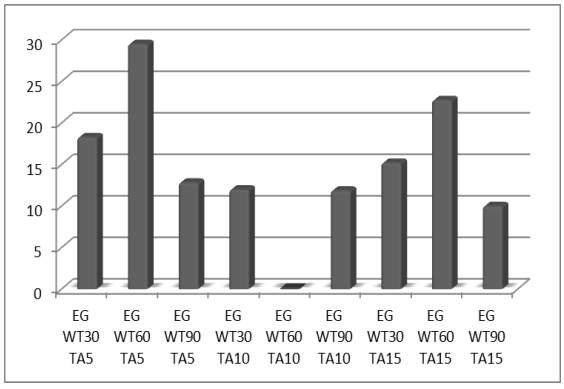
3.2 Kandungan Biogas dengan Purifikasi Menggunakan Pelet Eceng Gondok

Untuk mengetahui pengaruh dari penggunaan absorben terhadap kandungan metana di dalam biogas, maka dilakukan pengujian dengan Gas Kromatografi. Dari pengujian kandungan metana diperoleh hasil sebagai berikut:

Tabel 1. Kandungan gas metan dengan purifikasi menggunakan pelet eceng gondok

No	Sampel	Konsentrasi Metan (%)
1	EG WT30 TA5	18,293
2	EG WT60 TA5	29,53
3	EG WT90 TA5	12,830
4	EG WT30 TA10	12,001
5	EG WT60 TA10	0
6	EG WT90 TA10	11,874
7	EG WT30 TA15	15,223
8	EG WT60 TA15	22,770
9	EG WT90 TA15	10,004

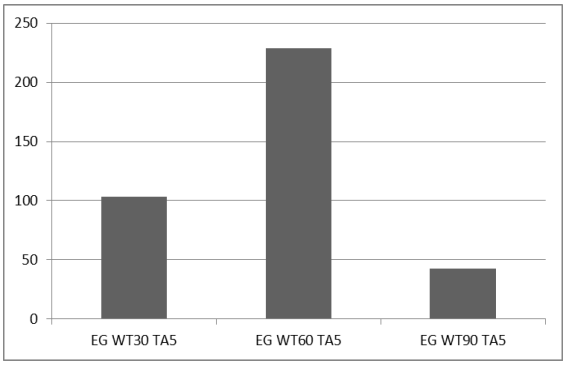
Sumber: Analisis Laboratorium (2018)



Gambar 4. Prosentase kandungan gas metan dengan purifikasi dengan pelet eceng gondok

Data pada Tabel 1 menunjukan persentase perubahan konsentrasi CH_4 karena penggunaan pelet eceng gondok pemurni biogas pada tiap-tiap variasi. Variasi yang digunakan adalah lama waktu kontak dan tinggi adsorben. Konsentrasi terbesar terdapat pada taraf perlakuan EGWT60TA5 yaitu sebesar 29,53 dengan prosentase kenaikan kandungan metan sebesar 228,4%. Unjukkan penurunan konsentrasi gas metan pada Pada ketinggian adsorben yang sama yaitu 5 cm, dengan waktu tinggal 90 menit mengalami penurunan konsentrasi gas metan menjadi 12,83 atau berkurang sebesar 42,71% dari kandungan metan mula-mula. Terjadinya penurunan kandungan gas metan pada EGWT90TA5 kemungkinan disebabkan oleh permukaan adsorben sudah tidak dapat lagi menyerap zat-zat pengotor pada biogas atau adsorben pada reaktor pemrnian dengan perlakuan EGWT90TA5 sudah mengalami kejenuhan. Hal yang sama juga terjadi pada reaktor pemurnian dengan tinggi adsorben 15 cm dengan variasi waktu 30, 60, 90 menit.

Menurut Yoseva (2015) Menurunya efisiensi adsorpsi disebabkan terjadi proses desorpsi atau pelepasan adsorbat kembali selama pengadukan. Desorpsi terjadi akibat permukaan adsorben yang telah jenuh. Pada keadaan jenuh, laju adsorpsi menjadi berkurang sehingga waktu kontak tidak lagi berpengaruh. Annisa dkk (2016) mengatakan Keadaan adsorben yang cepat jenuh dipengaruhi beberapa faktor, satu diantaranya adalah jarak antara gas yang keluar dengan adsorben terlalu pendek sehingga menyebabkan adsorbat lebih cepat menempel pada permukaan adsorben yang mengakibatkan adsorben menjadi cepat jenuh. Selain itu kapasitas adsorben yang tidak mencukupi juga mempengaruhi waktu jenuh adsorben.



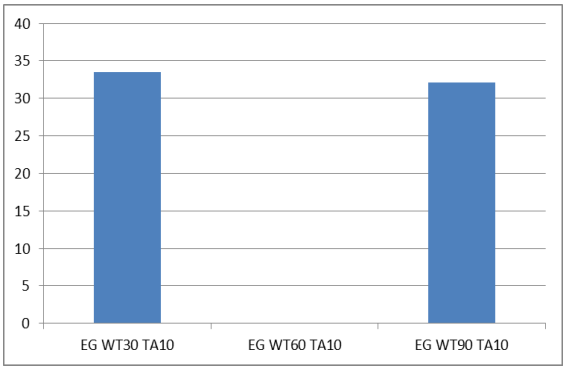
Gambar 5. Presentase perubaan konsentrasi gas metan variasi tinggi adsorben 5 cm

Dari hasil pengujian kandungan metana yang terkandung di dalam biogas dengan alat Gas Kromatografi terlihat bahwa dengan melewatkan biogas melalui kolom adsorben akan menyebabkan kandungan metananya menjadi meningkat dibanding biogas yang tidak dilewatkan kolom adsorben. Kenaikan kandungan metana dalam

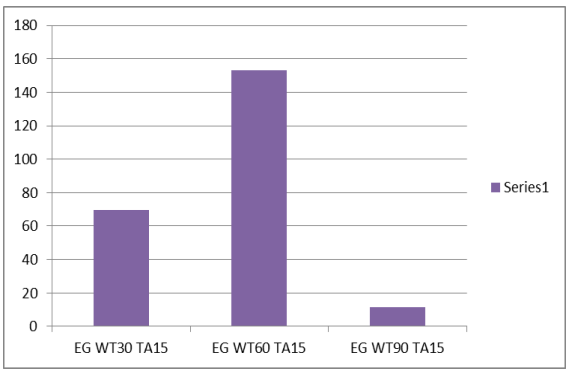
© Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat, Universitas Lambung Mangkurat

p-ISSN 2623-1611
e-ISSN 2623-1980

biogas yang dihasilkan tergantung dari adsorben yang digunakan.



Gambar 6. Presentase perubaan konsentrasi gas metan variasi tinggi adsorben 10 cm



Gambar 7. Presentase perubaan konsentrasi gas metan variasi tinggi adsorben 15 cm

Kenaikan kandungan metana di dalam biogas setelah dilewatkan kolom adsorben tersebut di atas disebabkan oleh terserapnya gas-gas lain yang terkandung di dalam biogas. Kandungan Karbondioksida akan bereaksi dengan gugus OH pada pemurni pelet eceng gondok sehingga akan menurun prosentasenya di dalam biogas, akibatnya prosentasi gas metana akan meningkat. Demikian juga ketika kolom adsorben diisi dengan pelet eceng gondok terbukti bahwa kandungan gas metana dalam biogas meningkat lagi. Hal ini bisa terjadi karena pelet eceng gondok yang sudah diaktivasi dengan pemanasan mampu menyerap gas-gas pengotor yang ada dalam biogas. Ahmadi *et al.* (1997) mengemukakan aktivasi secara fisik berupa perlakuan panas pada adsorben dengan tujuan untuk menguapkan air yang terperangkap dalam pori-pori adsorben, mampu memisahkan molekul zat berdasarkan ukuran molekul, meningkatkan luas permukaan pori adsorben dan meningkatkan porositasnya, sehingga secara keseluruhan akan meningkatkan kemampuan adsorpsinya. Dengan semakin banyak gas-gas yang terserap, maka peningkatan kandungan gas metana dalam biogas juga akan semakin tinggi. Aroma biogas saat sebelum purifikasi dan setelah purifikasi juga mengalami perubahan. Aroma biogas tidak terlalu menyengat setelah proses purifikasi.

Pembuatan campuran serbuk eceng gondok dan tepung kanji dalam bentuk pelet memiliki beberapa pertimbangan, pertimbangan tersebut antara lain adalah kemudahan pembuatan campuran (bentuk pelet), material yang dihasilkan kuat (tidak berubah menjadi debu/serbuk). Pemilihan pelet juga bertujuan untuk menjaga agar aliran gas dapat melalui alat pemurni, karena apabila digunakan dalam bentuk serbuk maka kemungkinan besar dapat menyumbat aliran biogas (Wahono 2010).

4. SIMPULAN

Kandungan gas CH_4 terbesar terdapat pada reaktor pemurnian EGWT60TA5 yaitu variasi tinggi adsorben 5 cm dan waktu tinggal 90 menit sebesar 32,393 dengan prosentase kenaikan kandungan CH_4 sebesar 260,3% dari kandungan awal gas CH_4 sebelum proses pemurnian yaitu 8,99. Dan kandungan gas CH_4 terendah yaitu pada sampel EGWT90TA15 yaitu 10,004 dengan prosentase kenaikan 11,27% dari kandungan CH_4 awal sebelum purifikasi dilakukan.

Saran dalam penelitian ini adalah Desain reaktor pemurnian biogas tidak berada di atas reaktor biodigester karena kestabilan alat cukup mengganggu jika diletakkan diatas reaktor, Adsorben di pirolisis terlebih dahulu untuk membuka poripori pada permukaan adsorben sehingga mempunyai daya serap yang lebih tinggi.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan secara ringkas. Ucapan ini ditujukan antara lain kepada Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi, Rekan-Rekan Dosen Teknik Energi Institut Teknologi Yogyakarta.

6. DAFTAR PUSTAKA

Ahmadi KGS, Hastuti P, Tranggono. 1997. *Aktivasi Zeolit Alam dan Penggunaannya untuk Pemurnian Tokoferol dari Distilat Asam Lemak Minyak Sawit*, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta,

Amrulloh ZA, Hanif. 2014. *Sintesis Zeolit Berbasis Silika Sekam Padi dengan Metode Elektrokimia Sebagai Adsorben* Rhodamin B. Universitas Lampung.

Faradilla AR, Yulinawati H, Suswantoro E. 2016. .*Seminar Nasional Cendekiawan 2016*. Universitas Trisakti. Jakarta.

© Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat, Universitas Lambung Mangkurat

p-ISSN 2623-1611
e-ISSN 2623-1980

Kapdi SS, Vijay VK, Rajesh SK, Prasad R. 2005. Biogas scrubbing, compression and storage: perspective and prospectus in Indian context. *Renewable Energy* 30: 1196–1199.

Marianto AD. 2001. *Tanaman Air*. Agromedia Pustaka, Jakarta.

Pabby AK, Rizvi SSH, Sastre AM. *Handbook of Membrane. Separations Chemical, Pharmaceutical, Food, and Biotechnological Applications*, CRC Press Taylor & Francis Group, New York, 2009, pp. 66 – 100.

Nurjannah, Ifa L, Jaya F, Lamo M. Produksi Bahan Bakar Gas Biomassa 94

Wahono SK *et al.* 2010. *Zeolit Lokal Gunung kidul sebagai Upaya Peningkatan Performa Biogas Untuk Pembangkit Listrik*. Yogyakarta.

Wacana B. 2000. *Eceng Gondok, Tumbuhan Pengganggu yang bermanfaat*, Esmart School, Gramacom.

Yoseva LY, Muchtar A, Sophia H. 2015. Pemanfaatan Limbah Ampas Tebu Sebagai Adsorben untuk Peningkatan Kualitas Air Gambut. *Jurnal JOM FMIPA* 2(1).

© Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat, Universitas Lambung Mangkurat