

PEMANFAATAN PELET ECENG GONDOK DAN SEKAM PADI SEBAGAI ADSORBEN PADA PEMURNIAN BIOGAS

Rosiana Indrawati¹⁾, Joko Susilo²⁾

¹⁾ Program Studi Teknik Energi, Institut Teknologi Yogyakarta, Jalan Janti km 4 Gedongkuning Yogyakarta, pos

²⁾ Program Studi Teknik Industri, Institut Teknologi Yogyakarta, Jalan Janti km 4 Gedongkuning email: energyrosiana@ity.ac.id¹⁾

ABSTRAK

Sumber energi fosil sebagai pemasok utama energi nasional semakin mahal dan terbatas. Biogas muncul sebagai salah satu sumber energi alternatif ramah lingkungan. Kemurnian biogas penting karena dapat meningkatkan nilai kalor biogas. Penelitian bertujuan mengetahui pengaruh pemanfaatan pelet eceng gondok dan sekam padi dalam meningkatkan kadar gas metan biogas. Penelitian ini dilakukan pengamatan peningkatan konsentrasi CH₄ dalam biogas melalui purifikasi dengan pelet eceng gondok dan sekam padi. Variabel ketinggian isian adsorben 5 cm, 10 cm dan 15 cm. Waktu kontak 30, 60 dan 90 menit. Variabel terikat yang diamati adalah prosentase kandungan CH₄ sebelum dan pasca purifikasi. Pengambilan sampel dilakukan hari ke 20. Kemudian diambil sampel dengan variasi waktu kontak dan tinggi adsorben. Pengujian kromatografi menunjukkan kandungan gas CH₄ terbesar pada reaktor pemurnian SPWT90TA5 yaitu adsorben Sekam Padi tinggi adsorben 5 cm dan waktu tinggal 90 menit sebesar 32,393 dengan prosentase kenaikan kandungan CH₄ sebesar 26,3% dari kandungan awal CH₄ sebelum proses pemurnian 8,99. Kandungan CH₄ terendah pada sampel SPWT60TA10 yaitu adsorben Sekam Padi tinggi adsorben 10 cm waktu tinggal 60 menit yaitu 6,252 berkurang 30% dari kandungan CH₄ awal sebelum purifikasi dilakukan. Hasil penelitian disimpulkan bahwa pemanfaatan pelet sekam padi dan eceng gondok sebagai adsorben dapat menyerap gas pengotor dalam biogas sehingga menaikkan kadar metan dalam biogas.

Kata kunci: adsorben, biogas, eceng gondok, purifikasi, sekam padi

UTILIZATION OF WATERHYACINTH PELLETS AND RICE HUSB AS ADSORBENTS IN BIOGAS PURIFICATION

ABSTRACT

Fossil energy sources as the main supplier of national energy are increasingly expensive and limited. Biogas appears as one of the environmentally friendly alternative energy sources. Biogas purity is important because it can increase the calorific value of the biogas. This study aims to determine the effect of using water hyacinth pellets and rice husks in increasing levels of biogas methane gas. This research was conducted to observe the increase in the concentration of CH₄ in biogas through purification with water hyacinth pellets and rice husks. The variable height of the adsorbent was 5 cm, 10 cm and 15 cm. Contact time 30, 60 and 90 minutes. The dependent variable observed was the percentage of CH₄ content before and after purification. Sampling was carried out on the 20th day. Then samples were taken with variations in contact time and adsorbent height. The chromatography test showed that the largest CH₄ gas content in the SPWT90TA5 purification reactor was Rice Husk adsorbent with a high 5 cm adsorbent and 90 minutes residence time of 32.393 with an increase in CH₄ content of 26.3% from the initial CH₄ content before the refining process of 8.99. The lowest CH₄ content in the SPWT60TA10 sample was rice husk adsorbent, 10 cm high adsorbent, 60 minutes residence time, namely 6.252, reduced by 30% from the initial CH₄ content before purification was carried out. The results of the study concluded that the use of rice husk and water hyacinth pellets as adsorbents could absorb impurity gases in biogas thereby increasing methane levels in biogas.

Keywords: adsorbent, biogas, water hyacinth, purification, rice husk

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.

Dari aktivitas anaerobik oleh bakteri metana, biogas mampu menghasilkan gas – gas seperti CH₄, CO₂, H₂S, dan gas – gas lain. Dalam hal ini tentu saja yang dimanfaatkan adalah gas metana (CH₄), karena CH₄ mempunyai nilai kalor yang tinggi sehingga dapat digunakan sebagai bahan bakar. Dekomposisi anaerob tersebut menghasilkan biogas yang terdiri dari CH₄ (55 – 75%), CO₂ (25 – 45%), N₂ (0 – 0.3%), O₂ (0.1 – 0.5%), H₂S (0.1 – 3%), dan H₂.

Kemurnian dari CH₄ yang dihasilkan oleh biogas akan menjadi sangat penting, dikarenakan CH₄ tersebut akan sangat berpengaruh terhadap nilai kalor yang dihasilkan. Sehingga CH₄ yang dihasilkan perlu dilakukan pemurnian terhadap impuritas– impuritas yang lain. Impuritas yang sangat berpengaruh terhadap nilai kalor pada biogas adalah CO₂, keberadaan CO₂ dalam biogas sangat tidak diharapkan, hal ini dikarenakan semakin tinggi kadar CO₂ dalam biogas maka akan semakin menurunkan nilai kalor CH₄ 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 adsorben dari eceng gondok dan sekam padi yang mana ketersediaan bahan-bahan tersebut sangat melimpah di alam dan bernilai ekonomi rendah.

Penelitian ini penting dilakukan untuk memberikan gambaran secara real tentang efektifitas pemurnian kadar gas metana dalam biogas menggunakan adsorben pelet serbuk eceng gondok dan sekam padi sebagai bahan pemurni biogas. Dengan mengetahui tingkat efektifitas adsorben pelet serbuk eceng gondok dan sekam padi dalam mengikat gas pengotor seperti CO₂ maka dapat dijadikan dasar dalam upaya meningkatkan nilai kalor bahan bakar biogas atau upaya meningkatkan efisiensi pembakaran menggunakan bahan bakar biogas. Kajian eksperimental ini diharapkan dapat menghasilkan data-data yang akurat, yang akan dijadikan dasar untuk mendapatkan kualitas bahan bakar biogas yang memiliki nilai kalor dan efisiensi pembakaran yang tinggi.

METODE PENELITIAN

Alat

Reaktor Biogas, Purifier, blender, vinojek, pipa pvc 1,5”, sumbat karet, termometer, ember, ban bekas.

Bahan

Eceng gondok, Sekam padi, Tepung kanji, EM4, Lem tetes, Lem pipa, Aquadest, Kotoran sapi, Air.

Variabel Bebas

- Bahan adsorben : eceng gondok dan sekam padi
- Ketinggian adsorben dalam kolom absorpsi = 5 cm, 10 cm dan 15 cm
- Lama waktu kontak adsorben dengan biogas = 30 menit, 60 menit, 90 menit



Gambar 1. Alat Biogas Purifier

Variabel Kontrol

Variabel terkontrol dalam penelitian ini antara lain aktivasi adsorben dengan pemanasan suhu 120°C.

Variabel Terikat

Variabel terikat dalam penelitian ini adalah prosentase kandungan gas metan (CH_4) sebelum dan pasca purifikasi.

Pengumpulan Data

Data yang diperlukan dalam proses penelitian ini adalah sebagai berikut :

- Data produksi biogas, pH dan temperatur
- Kandungan gas metan sebelum dan pasca purifikasi dengan variasi ketinggian bed adsorben di dalam kolom absorpsi yaitu 5, 10 dan 15 cm. Dan variasi waktu kontak adsorben dengan gas yaitu 30, 60 dan 90 menit.
- Prosentase kenaikan kandungan CH_4 setelah purifikasi.
- Hasil Uji FTIR adsorben pelet serbuk eceng gondok dan sekam padi

Analisis Data

Peneliti melakukan analisa data setelah mendapatkan data-data tersebut di atas sebagai langkah untuk merencanakan yang akan dibuat. Analisa dilakukan untuk untuk mendapatkan data berikut:

- Analisis produksi biogas, pH dan temperatur.
- Kandungan gas metan (CH_4) sebelum purifikasi menggunakan gas chromatograph
- Kandungan gas metan (CH_4) pasca purifikasi menggunakan gas chromatograph

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada tahap pembuatan biogas, pengamatan dilakukan sampai hari ke 15 belum terdapat tanda-tanda adanya gas yang muncul sebagai akibat proses dekomposisi bahan organik. Pada manometer gauge jarum penunjuk tekanan tidak mengalami perubahan. Sedangkan suhu termometer sudah mengalami kenaikan pada angka 320°C - 330°C . Akhirnya peneliti mengulang kembali proses pembuatan biogas dari awal dan mengganti manometer gauge dengan menggunakan manometer U dari selang plastik berdiameter 1 cm.

Pengukuran tekanan biogas dilakukan dengan membuat sebuah manometer sederhana yang terbuat dari selang atau sering disebut dengan manometer U. Dengan pengukuran tersebut maka akan diketahui tekanan gas yang terdapat pada biogas. Setelah dilakukan pengukuran pada manometer U didapatkan kenaikan beda ketinggian air (h) sebesar 0,45 m. Untuk menghitung tekanan pada biogas dapat dihitung dengan menggunakan rumus tekanan hidrostatik berikut ini :

Diketahui :

$$\rho_{\text{air}} = 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Percepatan Gravitasi (g)} = 9,81 \text{ m/s}^2$$

$$\text{Beda ketinggian air } (\Delta h) = 0,41 \text{ m}$$

Ditanya P_{gauge} ...?

$$P_{\text{gauge}} = \rho_{\text{air}} \times g \times \Delta h \quad (4.1)$$

$$= 1000 \text{ kg/m}^3 \times 9,81 \text{ m/s}^2 \times 0,41 \text{ m}$$

$$= 4018 \text{ Pa}$$

Karena tekanan yang digunakan berupa tekanan absolute maka diubah menjadi :

$$P_{\text{abs}} = P_{\text{atm}} + P_{\text{gauge}}$$

$$= 101.325 \text{ Pa} + 4018 \text{ Pa}$$

$$= 105.343 \text{ Pa} \times (1 \text{ atm} / 101325 \text{ Pa})$$

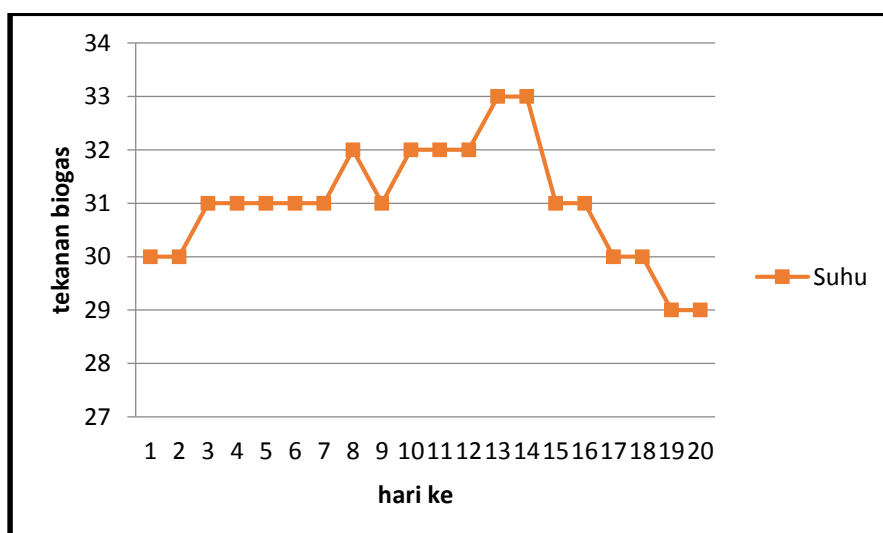
$$P_{\text{biogas}} = 1,039 \text{ atm}$$

Berdasarkan pengamatan yang dilakukan selama 20 hari pada digester anaerob, perubahan tekanan biogas dan suhu setiap harinya ditampilkan pada Tabel 1 di bawah ini:

Tabel 1. Hasil Pengamatan tekanan biogas dan suhu selama 20 hari

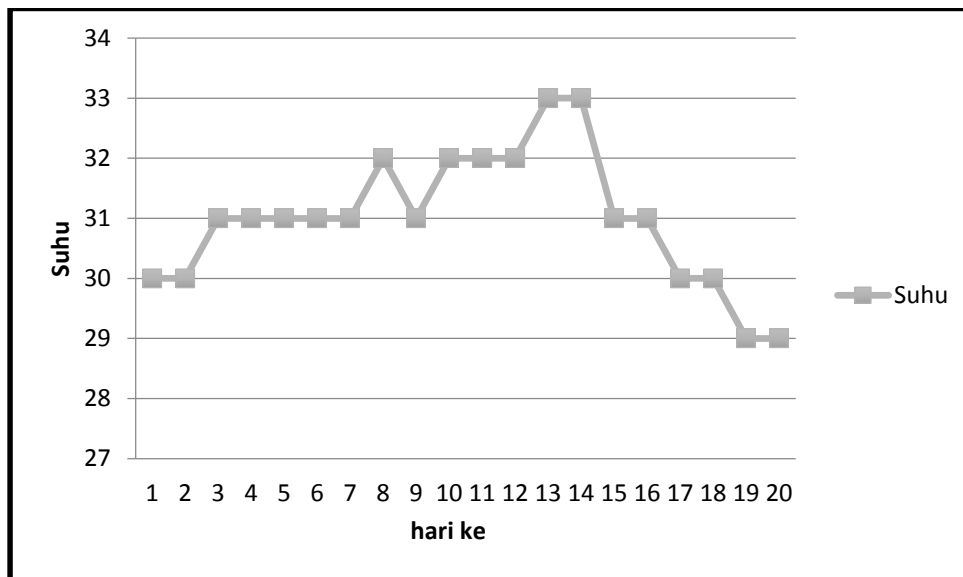
Hari Pengamatan	Δh (cm)	P Biogas (atm)	Suhu ($^{\circ}\text{C}$)
Hari 1	0	0	30
Hari 2	0	0	30
Hari 3	0	0	31
Hari 4	0	0	31
Hari 5	0	0	31
Hari 6	0	0	31
Hari 7	0	0	31
Hari 8	4	1,004	32
Hari 9	8	1,007	31
Hari 10	15	1,014	32
Hari 11	20	1,019	32
Hari 12	25	1,024	32
Hari 13	31	1,029	33
Hari 14	34	1,032	33
Hari 15	34	1,032	31
Hari 16	39	1,037	31
Hari 17	41	1,039	30
Hari 18	41	1,039	30
Hari 19	41	1,039	29
Hari 20	41	1,039	29

Sumber : Hasil Observasi, 2018



Gambar 2. Grafik Perubahan Tekanan Biogas Sampai hari ke 20

Tekanan gas harian diukur dengan menggunakan manometer U yang dipasang di bagian tutup digester yang dihubungkan dengan menggunakan selang plastik berbentuk U yang diisi cairan dengan ketinggian yang sama. Pada awal percobaan tekanan gas masih menunjukkan angka 0 pada manometer U tidak terjadi perubahan ketinggian. Pada minggu kedua produksi biogas sudah mulai terbentuk. Perubahan terhadap suhu dan pH juga muncul pada hari ke 8 dengan perbedaan ketinggian zat cair dalam manometer adalah 4 cm dengan tekanan 1,004 atm. Pada Gambar 2, terlihat bahwa biogas yang dihasilkan terus meningkat. Tekanan dalam digester mengalami peningkatan dari 1,004 menjadi 1,039 atm pada hari ke 20 pengamatan.



Gambar 3. Grafik Perubahan Tekanan Biogas Sampai hari ke 20

Gambar 3 menunjukkan kenaikan suhu dalam digester. Suhu didalam digester juga mengalami peningkatan dari 30°C pada hari ke 1 mengalami kenaikan sampai 33°C pada hari ke 13 dan turun kembali sampai pada kondisi 29°C di akhir pengamatan hari ke 20. Proses anaerobik berlangsung melalui tahap proses hidrolisis, tahap pengasaman (Asidifikasi) dan tahap pembentukan gas metan. Sehingga menghasilkan biogas dan terus bertambah setiap hari selama bakteri pengurai terus bertumbuh dan beraktivitas.

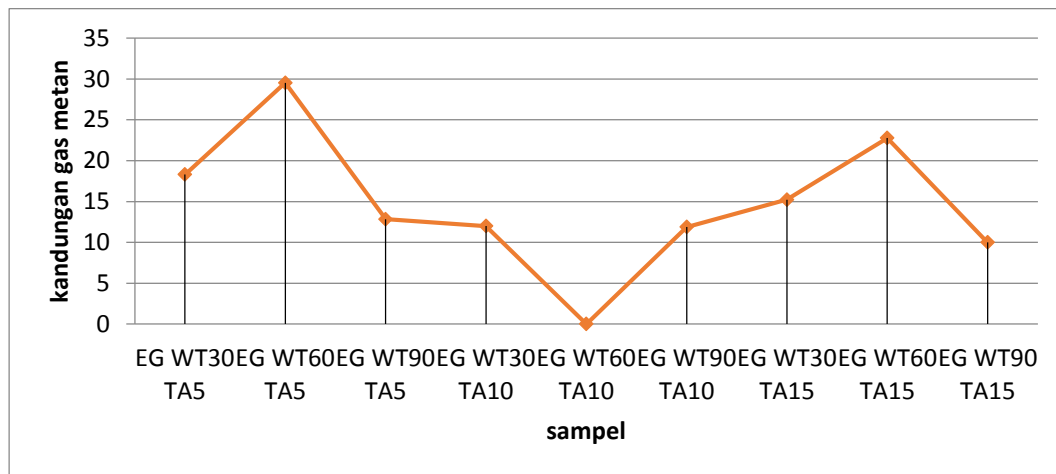
Berdasarkan hasil analisa gas metan pada biogas tanpa purifikasi menunjukkan nilai sebesar 8,99 %. Hasil tersebut merupakan sampel biogas yang tidak melewati proses purifikasi dengan menggunakan pelet eceng gondok dan sekam padi. Nilai konsentrasi tersebut sangatlah rendah, kemungkinan disebabkan oleh proses dekomposisi bahan organik yang beralasan tidak optimal. Beberapa penyebab proses beralasan 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 air yang tidak sesuai.

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

Tabel 2. 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 2. 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 pemurnian 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) Menurunnya 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.

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

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 persentasenya 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. Hal ini seperti dikemukakan oleh Ahmadi et. al (1997) : 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.

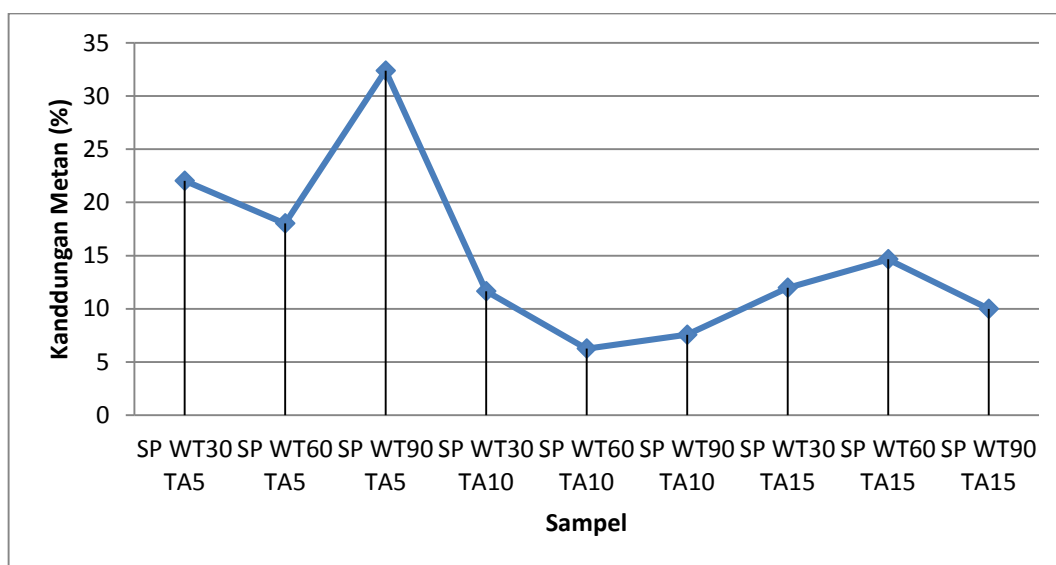
Pembuatan campuran serbuk eceng gondok dan tepung kanji dalam bentuk pelet memiliki beberapa pertimbangan, pertimbangan tersebut antara lain adalah kemudahan pembuatan campuran (bentuk pelet), material yang dihasilkan kuat (tidak berubah menjadi debu/serbuk). Pemilihan pelet juga bertujuan untuk menjaga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

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

Tabel 3. Kandungan Gas Metan dengan purifikasi menggunakan pelet eceng gondok

No	Sampel	Konsentrasi Metan (%)
1	SP WT30 TA5	22,032
2	SP WT60 TA5	18,020
3	SP WT90 TA5	32,393
4	SP WT30 TA10	11,656
5	SP WT60 TA10	6,252
6	SP WT90 TA10	7,554
7	SP WT30 TA15	11,963
8	SP WT60 TA15	14,640
9	SP WT90 TA15	10,004

Sumber : Hasil Observasi, 2018



Gambar 4 .Prosentase Kandungan Gas Metan dengan Purifikasi dengan pelet sekam padi

Data pada Tabel 3. menunjukkan persentase perubahan konsentrasi CH_4 karena penggunaan pelet sekam padi pemurni biogas pada tiap-tiap variasi. Variasi yang digunakan adalah lama waktu kontak dan tinggi adsorben. Konsentrasi terbesar terdapat pada taraf perlakuan SPWT90TA5 yaitu sebesar 32,393 dengan prosentase kenaikan kandungan metan sebesar 260,32%. Pada ketinggian adsorben yang sama yaitu 5 cm, dengan waktu tinggal 60 menit mengalami penurunan konsentrasi gas metan menjadi 18,020 atau berkurang sebesar 100% dari kandungan metan mula-mula. Terjadinya penurunan kandungan gas metan pada SPWT60TA5 kemungkinan disebabkan oleh aliran biogas menuju reaktor pemurnian mengalami gangguan. Hal yang sama juga terjadi pada reaktor pemurnian dengan tinggi adsorben 10 cm dengan variasi waktu 30, 60, 90 menit.

Pemurnian biogas dari kandungan zat-zat pengotor seperti CO_2 dan N_2 merupakan tindakan yang penting, karena kandungan CO_2 dalam biogas masih cukup tinggi. M. Dienullah (2011) menjelaskan Kemurnian CH_4 yang dihasilkan dari biogas tersebut menjadi pertimbangan yang sangat penting, hal ini dikarenakan berpengaruh terhadap nilai kalor/panas yang dihasilkan, sehingga biogas yang dihasilkan perlu dilakukan pemurnian. Dalam hal ini gas yang mempengaruhi nilai kalor/panas adalah CO_2 dan H_2S . Sebagaimana diketahui keberadaan gas karbon dioksida (CO_2) dapat menurunkan nilai kalor pada pembakaran biogas, sedangkan keberadaan gas hidrogen sulfida (H_2S) dapat menjadi zat yang bersifat korosif jika terbakar. Metode pemurnian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode adsorpsi. Sukarta (2008) menjelaskan adsorpsi merupakan terjerapnya suatu zat (molekul atau ion) pada permukaan adsorben. Pelet eceng gondok mengandung komponen lapisan dalam. Komponen

lapisan dalam tersebut terbagi dalam fraksi karbohidrat yang terdiri atas selulosa dan hemiselulosa, sedangkan fraksi non karbohidrat terdiri atas lignin (Fengel & Wegener, 1995).

Struktur hemiselulosa dan selulosa mempunyai gugus OH terikat yang dapat bereaksi dengan adsorbat. Gugus OH pada selulosa dan hemiselulosa menyebabkan sifat polar pada adsorben. Budiyo et al., (2010) menjelaskan bahwa gas CO₂ memiliki sifat lebih permeable dengan gas CH₄ karena gas CH₄ merupakan senyawa non polar. Sifat CO₂ dan air (H₂O) yang lebih polar menyebabkan CO₂ dan H₂O dapat terjerap pellet eceng gondok yang mempunyai kandungan selulosa dan hemiselulosa. Selulosa dan hemiselulosa dalam pelet eceng gondok mempunyai sifat lebih kuat menyerap zat yang bersifat polar. Mekanisme penyerapan tersebut dapat dibedakan menjadi dua yaitu, jerapan secara fisika (fisisorpsi) dan jerapan secara kimia (kemisorpsi) (Atkins, 1999). Kemisorpsi merupakan adsorpsi kimia yang terjadi setelah adsorpsi fisik. Adsorpsi fisik merupakan mendekatnya adsorbat ke permukaan adsorben, setelah adsorbat mendekat pada adsorben kemudian dalam adsorpsi kimia partikel yang melekat pada permukaan bereaksi membentuk ikatan kimia.

KESIMPULAN

Pemurnian biogas dengan menggunakan adsorben pelet eceng gondok dan pelet sekam padi dapat meningkatkan kandungan gas metan pada biogas. Kandungan gas CH₄ terbesar terdapat pada reaktor pemurnian SPWT90TA5 adsorben Sekam Padi yaitu variasi tinggi adsorben 5 cm dan waktu tinggal 90 menit yaitu sebesar 32,393 dengan prosentase kenaikan kandungan CH₄ sebesar 260,3% dari kandungan awal gas CH₄ sebelum proses pemurnian yaitu 8,99. Dan kandungan gas CH₄ terendah yaitu pada sampel SPWT60TA 10 yaitu 6,252 atau berkurang 30% dari kandungan CH₄ awal sebelum purifikasi dilakukan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kami tujukan kepada Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi atas pendanaan Penelitian Penelitian Dosen Pemula Tahun 2018.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmadi, K.G.S., Hastuti, P. dan Tranggono, *Aktivasi Zeolit Alam dan Penggunaannya untuk Pemurnian Tokoferol dari Distilat Asam Lemak Minyak Sawit*, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, 1997.
- Amrulloh Z.A, Hanif. 2014. *Sintesis Zeolit Berbasis Silika Sekam Padi Dengan Metode Elektrokimia Sebagai Adsorben Rhodamin B*. Universitas Lampung.
- Anissa Rizky Faradilla, Hernani Yulinawati, Endro Suswantoro. 2016. *Seminar Nasional Cendekiawan 2016*. Universitas Trisakti. Jakarta.
- Atkins, P. W., 1999, *Kimia Fisika*, (diterjemahkan oleh : Kartahadiprojo Irma I), edisi ke-2, Erlangga, Jakarta.
- Fengel, D dan Wegener, G, 1995. *Kayu: Kimia, Ultrastruktur, Reaksi-reaksi*. Terjemahan. Gadjah Mada University Press: Yogyakarta
- Hamidi, Nurkholis, Wardana, ING, Widhiyanuriyawan, Denny. 2011. *Peningkatan Kualitas Bahan Bakar Biogas Melalui Proses Pemurnian Dengan Zeolit Alam*. Jurnal Rekayasa Mesin Vol 2, No. 3 Tahun 2011: 227-231; Universitas Brawijaya
- Hardoyo, Tri, Dadang, Sigit. 2014. *Panduan Praktis Membuat Biogas Portable Skala Rumah Tangga & Industri*. Lily Publisher. Yogyakarta
- Muhammad Dienullah, Hendry Sakke Tira, Yesung Allo Padang. *Pemurnian Biogas Dengan Sistem Berlapis Menggunakan Fe₂O₃, Zeolit Sintetik Dan Zeolit Alam*. Universitas Negeri Mataram. Mataram.
- Pabby, Anil K, S. S. H. Rizvi and A. M. Sastre, *Handbook of Membrane* 0.00 10.00 20.00 30.00 40.00 50.00 1;1 1;3 1;5 1;7 % yield gas methana Rasio starter dengan limbah organik (molases) Nurjannah, La Ifa, Fitra Jaya, dan Muhtar Lamo *Produksi Bahan Bakar Gas Biomassa 94 Separations Chemical, Pharmaceutical, Food, and Biotechnological Applications*, CRC Press Taylor & Francis Group, New York, 2009, pp. 66 – 100.
- SK. Wahono, dkk. 2010. *Zeolit Lokal Gunung kidul sebagai Upaya Peningkatan Performa Biogas Untuk Pembangkit Listrik*. Yogyakarta

- Sugiarto.,Oerbandono,Tjuk, Widhiyanuriyawan,Denny., Putra, Faruq Syah Permana. 2012. *Purifikasi Biogas Sistem Kontinyu Menggunakan Zeolit*. Jurnal Rekayasa Mesin Vol.4, No.1 Tahun 2013 1-10.
- Sutarno dan Feris Firdaus. 2007. *Analisis Prestasi Produksi Biogas (CH₄) dari Polyethylene Biodigester Berbahan Baku Limbah Ternak Sapi*. Logika. Vol. 4:1
- Suwarni, R. 2010. *Potensi produkso Biogas Sampah Buah Semangka (Citrullus lanatus) dan Sampah Buah Nanas (Ananas comocus merr) di Pasar Gemah Ripah Gamping Sleman Yogyakarta*, MST UGM, Yogyakarta
- Widhiyanuriyawan,Denny,Hamidi, Nurkholis. 2013. Variasi Temperatur Pemanasan Zeolite alam-NaOH Untuk Pemurnian Biogas. Jurnal Energi dan Manufaktur Vol.6, No.1, April 2013: 53-63.
- Yoseva, L.Y., Muchtar, A dan Sophia H. 2015 “Pemanfaatan Limbah Ampas Tebu Sebagai Adsorben untuk Peningkatan Kualitas Air Gambut”. Jurnal JOM FMIPA, Vol. 2, No. 1, Februari 2015.