



JURNAL RONA TEKNIK PERTANIAN

ISSN : 2085-2614; e-ISSN 2528 2654

JOURNAL HOMEPAGE : <http://www.jurnal.unsyiah.ac.id/RTP>



Optimasi Kandungan Metana (CH₄) Biogas Kotoran Sapi Menggunakan Berbagai Jenis Adsorben

Abdul Mukhlis Ritonga^{1*)}, Masrukhi¹⁾

¹⁾Program Studi Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Jenderal Soedirman

*E-mail : mukhlis.abdul@yahoo.com

Abstrak

Biogas merupakan salah satu energi alternatif yang sekarang banyak dikembangkan. Selain murah, biogas juga ramah lingkungan. Metan (CH₄) merupakan unsur gas yang menentukan kualitas biogas. Bila biogas memiliki kadar metan yang tinggi maka biogas tersebut akan memiliki nilai kalor yang tinggi. Oleh karena itu kemurnian biogas tersebut penting. Sehingga perlu melakukan penelitian pemurnian biogas yang bertujuan untuk meningkatkan kadar gas metan (CH₄) dengan rancangan alat pemurni dan untuk meningkatkan nilai guna biogas. Metode yang dilakukan adalah adsorpsi menggunakan kombinasi arang aktif dan zeolit alam dengan perbandingan, 30 : 70 m/m, 50 : 50 m/m dan 70 : 30 m/m dengan waktu pemurnian selama 30, 60 dan 90 menit. Hasil penelitian diperoleh alat *purifier* biogas yang terbuat dari pipa paralon yang dilapisi fiber dengan dimensi panjang 60 cm dan diameter 10 cm. Semakin lama waktu pemurnian maka konsentrasi gas metan yang dihasilkan akan semakin tinggi yaitu pada lama pemurnian 90 menit. Kombinasi arang aktif dan zeolit dengan perbandingan 50 : 50 m/m merupakan kombinasi terbaik dalam melakukan pemurnian biogas.

Kata kunci : Biogas, Adsorpsi, Zeolit Alam, Arang Aktif, *Purifier*

Optimization Of Methana Content (CH₄) Biogas of Cow Dug Using Various Types of Adsorben

Abdul Mukhlis Ritonga^{1*)}, Masrukhi¹⁾

¹⁾Department of Agricultural Engineering, Faculty of Agriculture, Universitas Jenderal Soedirman

*E-mail : mukhlis.abdul@yahoo.com

Abstract

Biogas is one of the alternative energy that is now widely developed. In addition to cheap, biogas is also environmentally friendly. Methane (CH₄) is a gas element that determines the quality of biogas. If biogas has a high methane content then the biogas will have a high heating value. Therefore, the biogas purity is important. So it is necessary to conduct biogas purification research which aims to increase the methane gas (CH₄) with the design of the purifying tool and to increase the value of biogas use. The method used was adsorption using a combination of activated charcoal and natural zeolite in comparison, 30:70 m/m, 50: 50 m/m and 70: 30 m/m with refining time for 30, 60 and 90 minute. The results obtained by biogas purifier tool made of fiber-coated paralon with dimensions of 60 cm and 10 cm in diameter. The longer the purification time, the methane gas concentration will be higher, that is at 90 minute purification time. The combination of activated charcoal and zeolite with a ratio of 50: 50 m/m is the best combination in purifying biogas.

Keywords : Biogas, Adsorption, Natural Zeolite, Active Charcoal, Purifier

PENDAHULUAN

Biogas merupakan salah satu energi alternatif yang sekarang banyak dikembangkan. Selain murah, biogas juga ramah lingkungan. Pembuatan biogas sangat sederhana, yaitu dengan memasukkan substrat berupa kotoran sapi atau limbah organik kedalam wadah digester yang tertutup rapat, dalam beberapa waktu akan menghasilkan gas sebagai sumber energi.

Biogas yang dihasilkan dari proses fermentasi limbah organik tidak memiliki kandungan gas yang 100 % bisa terbakar. Produk biogas terdiri dari metana (CH_4) 55-75 %, karbondioksida (CO_2) 25-45 %, nitrogen (N_2) 0-0,3 %, hidrogen (H_2) 1-5 %, hidrogen sulfida (H_2S) 0-3 %, oksigen (O_2) 0,1-0,5 %, dan uap air (Burke, 2001). Dari semua unsur tersebut yang berperan dalam menentukan kualitas biogas yaitu gas metana (CH_4) dan karbon dioksida (CO_2). Kemurnian metana dari hasil biogas tersebut jadi penting karena akan mempengaruhi nilai kalor yang dihasilkan. Bila kadar CH_4 tinggi maka biogas tersebut akan memiliki nilai kalor yang tinggi. Sebaliknya jika kadar CO_2 yang tinggi maka akan mengakibatkan nilai kalor biogas tersebut rendah.

Kandungan metana yang rendah memiliki kualitas nyala api yang rendah, hanya bisa dimanfaatkan sebagai bahan bakar dalam kegiatan memasak. Untuk menaikkan kemanfaatan biogas sebagai energi terbarukan (*renewable energy*) perlu dilakukan tahapan pemurnian metana secara mudah dan murah. Dua kriteria suatu teknologi pemisahan akan dipilih jika pertimbangan secara teknis dan ekonomis mudah dilakukan (Mulder, 1996). Teknik pemurnian biogas dapat dilakukan dengan metode adsorpsi, yaitu pemisahan suatu gas tertentu dari campuran gas-gas dengan cara pemindahan massa kedalam suatu *liquid* yang mempunyai selektivitas pelarut yang berbeda dari gas yang akan dipisahkannya. Dengan sistem/alat pemurnian (purifikasi) metana, biogas dapat diaplikasikan sebagai sumber bahan baku energi untuk dikonversikan menjadi energi listrik dengan menggunakan *co-generator* sehingga dapat dimanfaatkan untuk kepentingan mensubstitusi bahan bakar minyak (BBM) yang semakin mahal.

Beberapa penelitian yang sudah pernah dilakukan tentang pemurnian gas antara lain Wahono dkk, meneliti proses pemurnian biogas dengan menggunakan *zeolite* yang telah diaktivasi dengan larutan NaOH dan *zeolite* tersebut dimodifikasi dengan mencampurkan beberapa material seperti bentonit, kaolin lokal Semin – Gunung Kidul, gamping, tapioka/kanji, dan kitosan cair. Selain itu usaha lain yang juga pernah dilakukan untuk

peningkatan kualitas dan kuantitas biogas yaitu dengan penambahan karbon aktif dan penggunaan *scrubber* CO₂. Penambahan karbon aktif dalam bahan baku yaitu berupa kotoran sapi berfungsi untuk meningkatkan nisbah C/N, yang dapat memperbaiki proses pencernaan anaerob dan mendapatkan kondisi optimum dalam menghasilkan gas metan. Penelitian tersebut juga menggunakan *scrubber* CO₂ dengan larutan Ca(OH)₂, (air kapur) dan larutan KOH (Siharti, 1989).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan pada Bulan April sampai Agustus 2017 di Laboratorium Teknik Sistem Termal dan Energi Terbarukan, Laboratorium Alat dan Mesin Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Jenderal Soedirman.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah : drum plastik 150 liter, selang air, kran air, pipa paralon, *niple*, platik penampung biogas, kompor biogas, timbangan, lem, *cromatografi gas*, *syiring*, *vakum tube*, termometer *infra red*. Bahan yang digunakan : kotoran sapi dari *exfarm* peternakan UNSOED, air, arang aktif dan zeolit.

Prosedur Penelitian

Tahap awal dari penelitian ini adalah merancang dan merakit unit digester biogas dan alat pemurni biogas metode adsorben berbentuk tabung dengan dimensi diameter 15 cm dan tinggi 100 cm. Limbah kotoran sapi difermentasi di dalam digester, kemudian biogas hasil fermentasi tersebut dialirkan melalui *purifier* biogas. Purifier metan diisi dengan variasi katalisator pada perbandingan tertentu (zeolit : arang aktif). Metode penelitian dapat digambarkan dengan skema seperti yang dapat dilihat pada diagram Gambar 1.

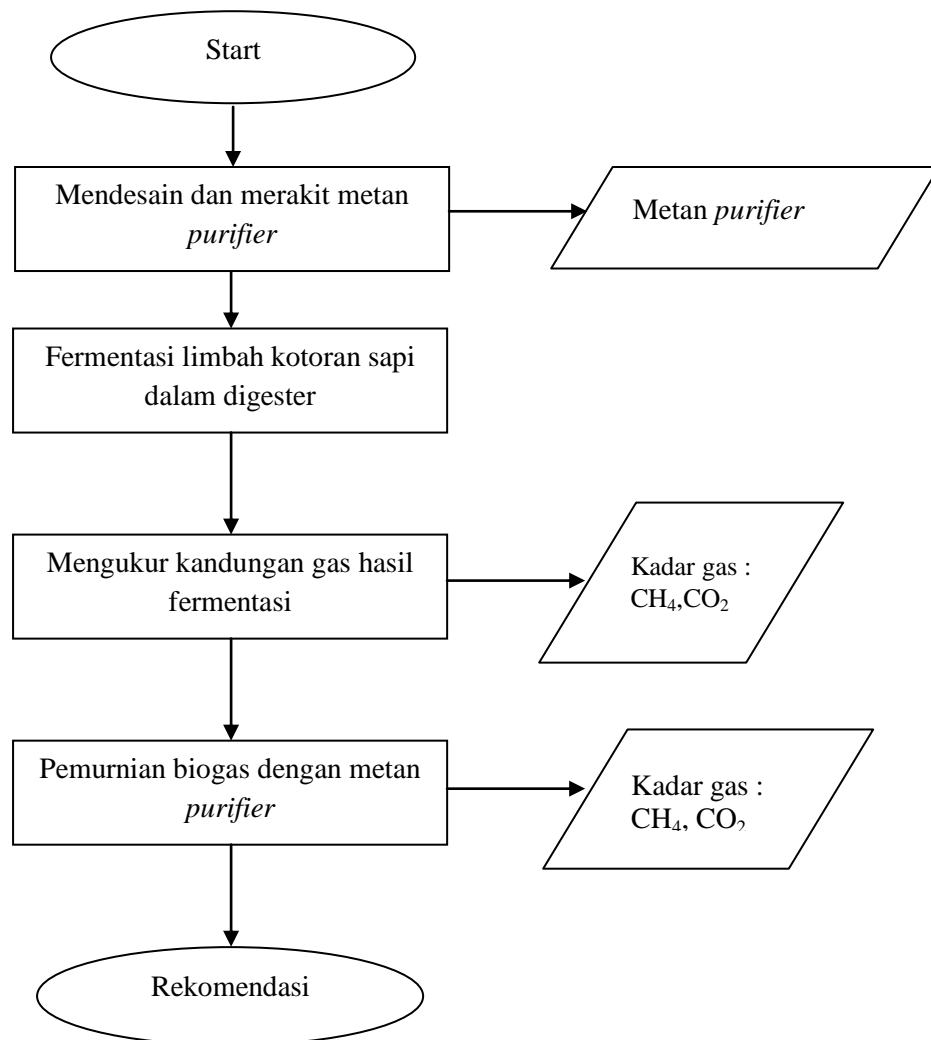
Runtutan kerja yang dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Perancangan dan merakit metan *purifier*
2. Fermentasi limbah kotoran sapi selama 40 hari
3. Mengukur karakteristik/ kandungan biogas tanpa metan *purifier*
4. Mengukur karakteristik/ kandungan biogas menggunakan metan *purifier*
5. Rekomendasi metan *purifier* dengan absorben terbaik

Data penelitian ini dibahas dengan analisis perbandingan grafik. Parameter yang diamati dan cara pengukuran parameter seperti diperlihatkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Parameter yang diamati dan cara pengukuran parameter

No	Parameter	Waktu Pengamatan	Metode
1	Produksi biogas	Setiap hari	Matematis
2	Total solid	Awal, tengah, akhir	Matematis
3	Volatil solid	Awal, tengah, akhir	Matematis
4	C/N Rasio	Awal	Analisis Lab
5	Metan (CH ₄)	Awal, tengah, akhir	Gas Cromatografi
6	Karbon dioksida (CO ₂)	Awal, tengah, akhir	Gas Cromatografi

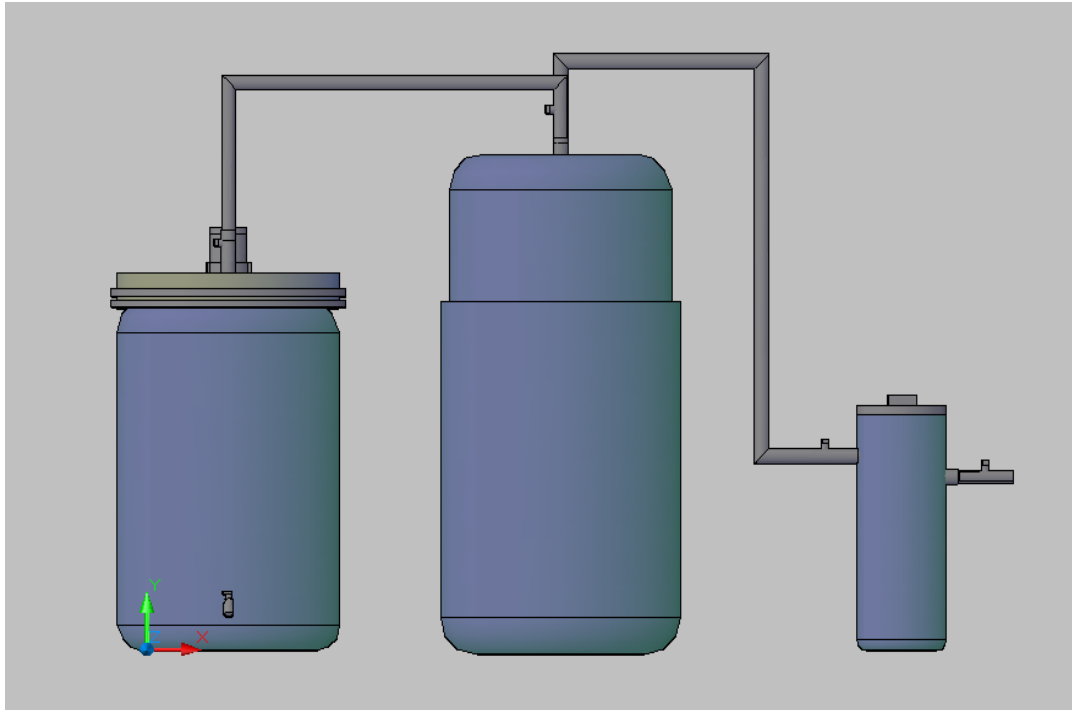


Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Instalasi Biogas dan Alat Pemurnian Biogas

Digester dan penampung biogas terbuat dari drum plastik dan alat pemurnian biogas dibuat dari pipa paralon dengan panjang 60 cm dan diameter 10 cm yang dilapisi dengan fiber, seperti diperlihatkan pada Gambar 2.



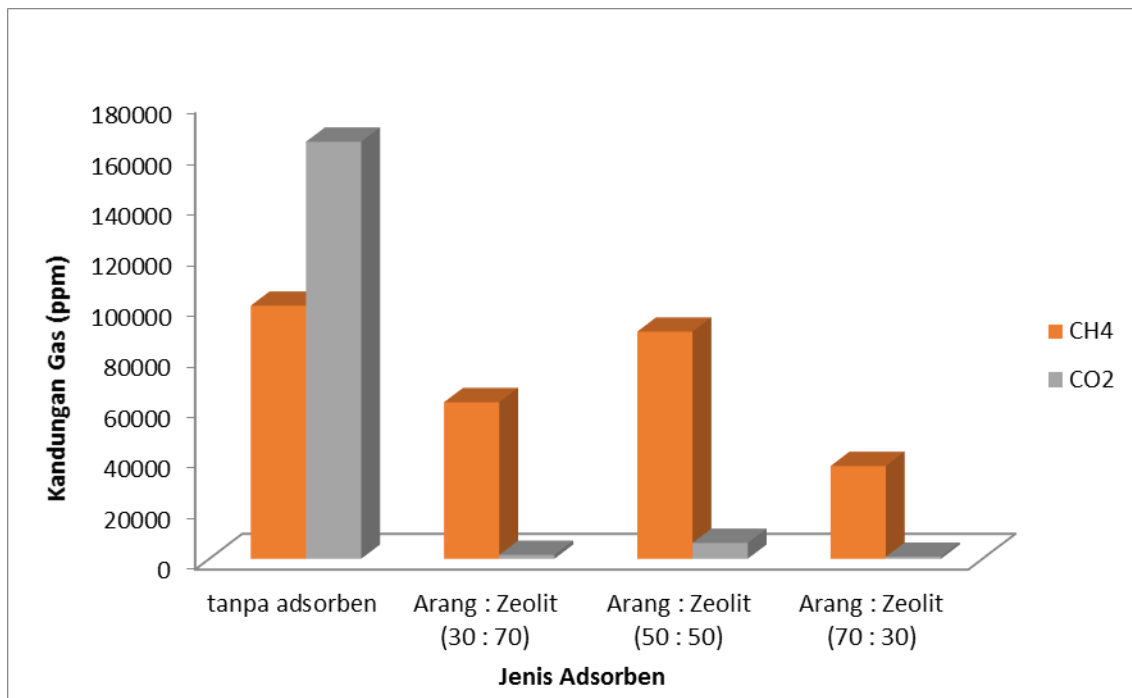
Gambar 2. Instalasi Digester dan Pemurni Biogas

Pengujian Kandungan Metana

Pengujian kandungan metana dilakukan untuk mengetahui pengaruh variasi adsorben yang digunakan terhadap perubahan kandungan metan yang diukur menggunakan Gas Kromatografi. Dari hasil pengujian kandungan metana diperoleh hasil seperti diperlihatkan pada Tabel 2 dan Gambar 3.

Tabel 2. Kandungan Metan dan Karbondioksida

JENIS ADSORBEN	Kandungan Metana (CH ₄)(ppm)	Kandungan CO ₂ (ppm)
Tanpa Adsorben	9808,56	64470, 54
Arang Aktif : Zeolit Alam (30 : 70)	61735,80	1551,65
Arang Aktif : Zeolit Alam (50 : 50)	89590,40	6283,32
Arang Aktif : Zeolit Alam (70 : 30)	36594,39	819,355



Gambar 3. Kandungan Metanan dan Karbondioksida dalam Biogas

Dari hasil pengujian gas yang dilakukan menggunakan gas kromatografi terlihat bahwa dengan melewati atau menginteraksikan biogas dengan adsorben akan menyebabkan kandungan metananya cenderung meningkat dan kandungan karbondioksidanya cenderung menurun. Kenaikan kandungan metana dalam biogas yang dimurnikan dengan purifier tergantung dari adsorben yang digunakan. Untuk pemurnian menggunakan arang : zeolit dengan perbandingan 50 : 50 sebagai adsorben, kandungan metana dalam biogas meningkat dari 9.808,56 ppm menjadi 89.590,40 ppm terjadi peningkatan sampai sembilan kali lipat dibandingkan dengan biogas tanpa adsorben. Gas karbon dioksida dalam biogas selama proses pemurnian terjadi penurunan yang tinggi yakni dari 64.470,54 ppm menjadi 819,355 ppm. Penurunan terbesar terjadi pada adsorben dengan perbandingan arang dan zeolit sebesar 70 : 30. Hal ini sesuai dengan sifat dari arang yang mampu mengikat karbon dioksida dalam biogas.

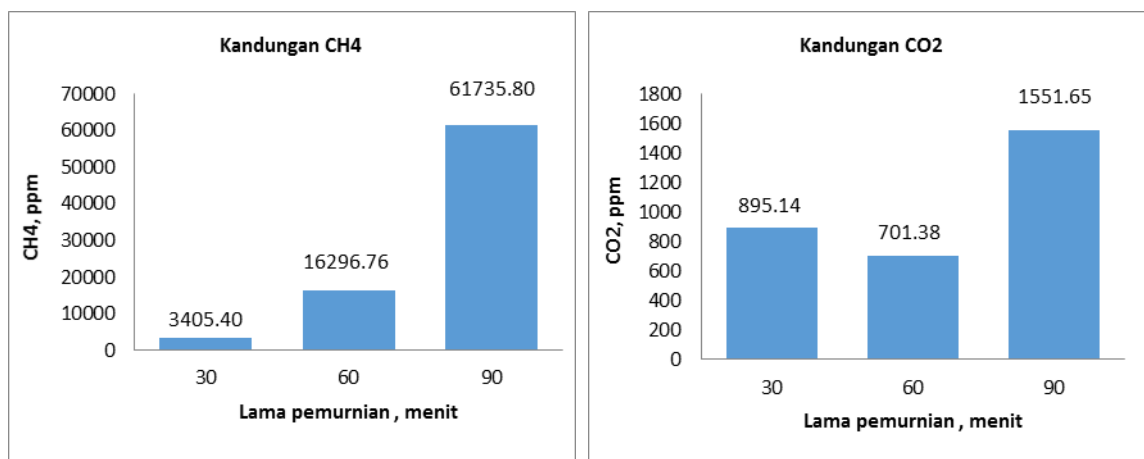
Kenaikan kandungan metana dalam biogas disebabkan oleh adanya aktifitas adsorpsi. Adsorpsi merupakan peristiwa penyerapan suatu substansi pada permukaan zat padat. Pada fenomena adsorpsi, terjadi gaya tarik menarik antara substansi terserap dan penyerapnya. Dalam sistem adsorpsi, fasa teradsorpsi dalam solid disebut adsorbat sedangkan solid tersebut adalah adsorben. Pada proses adsorpsi, molekul adsorbat bergerak melalui *bulk* fasa gas menuju permukaan padatan dan berdifusi pada permukaan pori padatan adsorben. Adsorpsi

yang terjadi pada proses pemurnian ini adalah adsorpsi fisika dimana gaya tarik menarik antara molekul fluida dengan molekul pada permukaan padatan (inter molekular) lebih kecil dari pada gaya tarik menarik antar molekul fluida tersebut sehingga gaya tarik menarik antara adsorbat dengan permukaan adsorben relatif lemah. Pada adsorpsi fisika, adsorbat tidak terikat kuat dengan permukaan adsorben sehingga adsorbat dapat bergerak dari suatu bagian permukaan ke permukaan lainnya dan pada permukaan yang ditinggalkan oleh adsorbat tersebut digantikan oleh adsorbat lainnya.

Pengaruh Lama Waktu Pemurnian Terhadap Kandungan Gas

Adsorben Arang dan Zeolit (30 : 70)

Pengaruh Lama Waktu Pemurnian Terhadap Kandungan Gas seperti diperlihatkan pada Gambar 4.



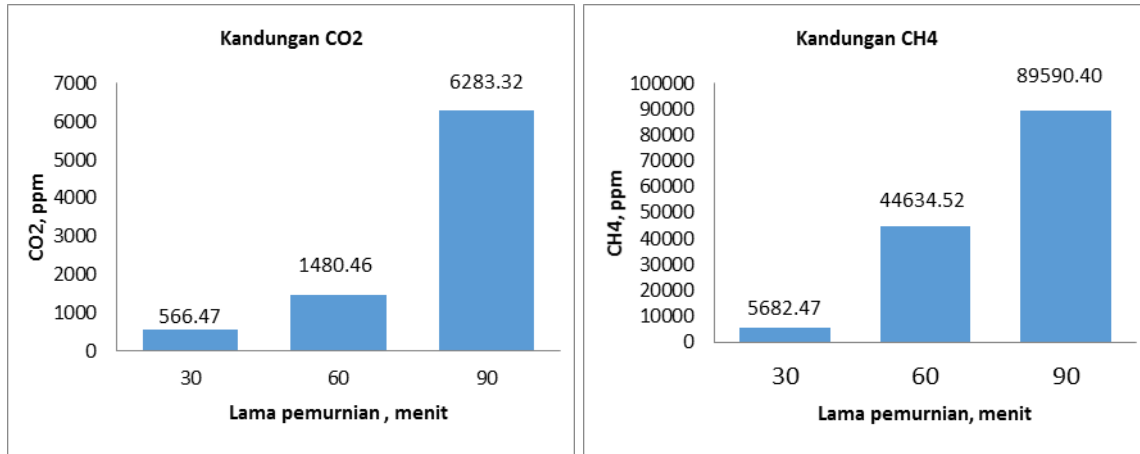
Gambar 4. Biogas dengan Pemurnian Arang dan Zeolit (30 : 70)

Pada pemurnian gas menggunakan arang dan zeolit dengan perbandingan 30 : 70 dengan lama waktu pemurnian 30, 60 dan 90 menit diperoleh bahwa kandungan metan biogas cenderung meningkat. Dari 3.405 ppm pada pemurnian 30 menit menjadi 61.735 ppm setelah dimurnikan selama 90 menit. Semakin lama waktu pemurnian, maka kandungan metananya akan semakin meningkat. Hal ini disebabkan oleh interaksi antara fluida biogas dengan adsorbennya lama, maka adsorbat semakin banyak yang terikat pada adsorbennya. Namun tidak demikian dengan kandungan karbon dioksida, kandungan karbon dioksida pada perlakuan ini terjadi fluktuasi naik dan turun. Adsorben yang digunakan adalah zeolit dan arang aktif, dimana zeolit bersifat hidrofil dan polar yang mampu mengikat oksigen, sedangkan arang aktif bersifat hidrofob dan nonpolar yang mampu mengikat karbon. Pemilihan jenis adsorben merupakan hal penting dalam proses adsorpsi. Adsorben yang

paling sering digunakan adalah karbon aktif karena memiliki luas permukaan yang besar sehingga daya adsorpsinya lebih besar dari pada adsorben lainnya.

Adsorben Arang dan Zeolit (50 : 50)

Pengaruh Lama Waktu Pemurnian Terhadap Kandungan Gas dengan komposisi arang dan zeolite (50 : 50) diperlihatkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Biogas dengan Pemurnian Arang dan Zeolit (50 : 50)

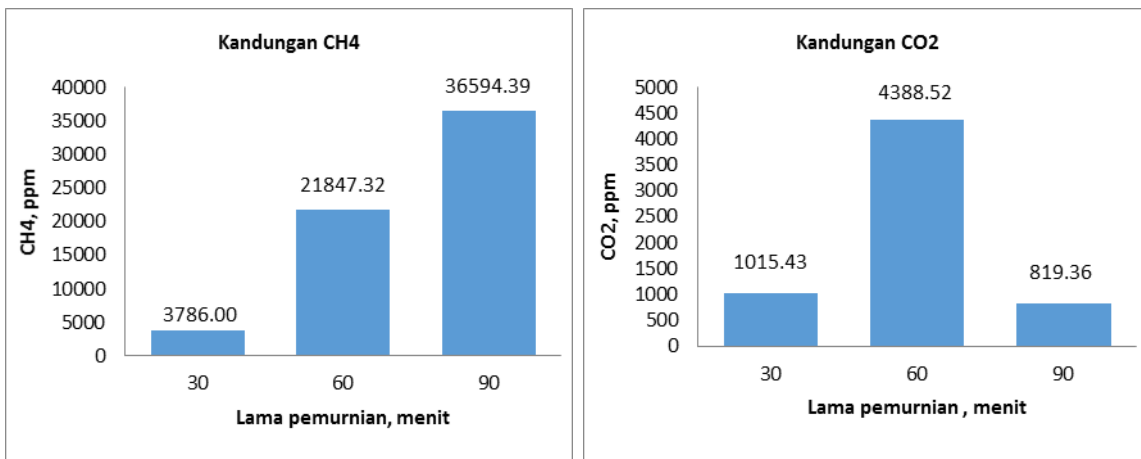
Pada proses pemurnian biogas menggunakan arang dan zeolit dengan perbandingan 50 : 50 pada lama pemurnian 90 menit memberikan hasil yang terbaik dari ketiga kombinasi yang dilakukan. Kandungan metan biogas hasil pemurnian jauh lebih tinggi jika dibandingkan dengan yang lain yakni 5.682 ppm pada pemurnian 30 menit menjadi 89.590 pada lama pemurnian 90 menit. Selain pengaruh lama waktu pemurnian, adsorben zeolit dan arang aktif yang digunakan juga memiliki komposisi yang sama sehingga dalam proses adsorpsi terhadap fluida biogas juga maksimal. Namun karbon dioksida pada perlakuan ini juga semakin meningkat dikarenakan arang sebagai penyerap karbon jumlahnya berkurang dari perlakuan pertama sehingga karbondioksida yang terikat sedikit.

Faktor lain yang juga mempengaruhi daya adsorpsi sebuah adsorben antara lain suhu, tekanan dan karakteristik adsorben. Pada proses adsorpsi, adsorbat menempel pada permukaan adsorben, terjadi pembebasan sejumlah energi sehingga adsorpsi digolongkan bersifat eksotermis. Bila suhu menurun maka kemampuan adsorpsi meningkat sehingga jumlah molekul adsorbat bertambah. Pemurnian biogas yang dilakukan pada penelitian ini berada pada suhu lingkungan dan tidak dilakukan proses pendinginan atau penurunan suhu. Tekanan adsorbat pada proses adsorpsi akan mempengaruhi jumlah adsorbat. Bila tekanan adsorbat meningkat maka, jumlah adsorbat juga akan bertambah. Ukuran pori adsorben dan

luas permukaan merupakan karakteristik penting adsorben. Ukuran pori adsorben berhubungan dengan luas permukaan. Semakin kecil ukuran pori-pori adsorben, luas permukaan semakin tinggi sehingga jumlah molekul yang teradsorpsi akan bertambah. Selain itu, ukuran pori adsorben dengan ukuran adsorbat harus sesuai karena diameter pori adsorben harus sedikit lebih besar dari pada diameter adsorbat agar adsorbat dapat menempati pori adsorben.

Adsorben Arang dan Zeolit (70 : 30)

Pengaruh Lama Waktu Pemurnian Terhadap Kandungan Gas dengan komposisi arang dan zeolite (70 : 50) diperlihatkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Biogas dengan Pemurnian Arang dan Zeolit (70 : 30)

Tabel 3. Pengaruh Waktu Pemurnian Terhadap Kandungan Metan dan Karbondiosida

Perlakuan	Waktu (Menit)	CH ₄ (ppm)	CO ₂ (ppm)
Arang dan Zeolit (30 : 70)	30	3405,40	895,14
	60	16296,76	701,38
	90	61735,80	1551,65
Arang dan Zeolit (50 : 50)	60	5682,47	566,47
	60	44634,52	1480,46
	90	89590,40	6283,32
Arang dan Zeolit (70 : 30)	30	3786,00	1015,43
	60	21847,32	4388,52
	90	36594,39	819,36

Pada proses pemurnian biogas menggunakan arang dan zeolit dengan perbandingan 70 : 30 kandungan metan juga semakin meningkat sejalan dengan lamanya waktu pemurnian. Namun pada kandungan karbon dioksida, pada lama pemurnian 60 menit meningkat namun pada pemurnian selama 90 menit menurun lagi. Menurunnya kandungan karbon dioksida dalam biogas disebabkan oleh bertambahnya jumlah arang aktif yang digunakan sebagai adsorben, sehingga molekul gas karbon dioksida yang terserap juga meningkat. Pada Tabel 3 diperlihatkan pengaruh waktu pemurnian terhadap kandungan metan dan karbon dioksida.

Produksi Biogas, Karakteristik C/N, Total Solid dan Volatil Solid

Produksi biogas selama proses fermentasi yaitu 40 hari diperoleh 2,4 m³, dengan nilai C/N rasio sebesar 23. Nilai total solid awal sebesar 39,4 %, dan pada akhir proses fermentasi menurun menjadi 18,1%. Sedangkan nilai volatil solid awal 85,2% dan menurun pada akhir fermentasi menjadi 64,1%. Faktor-faktor ini merupakan penentu dalam produksi dan kualitas biogas. Secara umum kondisi parameter penentu kualitas biogas yang dilakukan pada penelitian ini sudah memenuhi standart.

KESIMPULAN

Rancangan pemurnian biogas dengan variasi komposisi adsorben arang aktif dan zeolit terhadap lama waktu pemurnian mampu meningkatkan kandungan metan pada biogas. Komposisi adsorben terbaik dalam pemurnian biogas adalah pada perbandingan arang aktif dan zeolit, 50 : 50 yang dipermantasi selama 90 hari. Secara umum komponen yang mempengaruhi terhadap kualitas biogas berada pada nilai yang baik, yakni C/N rasio 23, *total solid* dan *volatil solid* yang terus menurun sejalan dengan proses degradasi selama fermentasi dan sampai akhir proses fermentasi diperoleh gas sebanyak 2,4 m³.

DAFTAR PUSTAKA

- A.D Burke. 2001. *Dairy Waste Anaerobic Digestion Handbook*. Environmental Energi Company : Olympia.
- Ahmadi KGS., Hastuti Pudji. & Tranggono. 1997. *Aktivasi Zeolit Alam Dan Penggunaannya Untuk Pemurnian Tokoferol Dari Distilat Asam Lemak Minyak Sawit*; Jurnal Teknologi Hasil Perkebunan; 10 (2B):247-258.
- Sriharti. 1989. *Pengaruh Penambahan Karbon Aktif dan Pemakaian Scrubber CO₂ Terhadap Kualitas Dan Kuantitas Biogas*; Agritech; Vol. 9. No 2:1-14.
- Wahono, S. K., Maryana, R., Kismurtono, M., Khoirunnisa., Poeloengasih, C. D. 2010. *Modifikasi Zeolit Lokal Gunungkidul Sebagai Upaya Peningkatan Performa Biogas Untuk Pembangkit Listrik*; Makalah dalam Seminar Rekayasa Kimia dan Proses 2010; Universitas Diponegoro, Semarang.