

PENINGKATAN PERSENTASE METANA PADA BIOGAS MENGGUNAKAN VARIASI UKURAN PORI MEMBRAN NILON DAN VARIASI WAKTU PURIFIKASI

Abdullah Saleh*, M William King Planetto, Rahma Diana Yulistiah

*Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya
Jl. Raya Inderalaya – Prabumulih KM. 32 Inderalaya 30662
Email: dullascurtin@yahoo.com

Abstrak

Biogas merupakan salah satu energi alternatif pengganti bahan bakar minyak. Biogas pada penelitian ini berbahan baku dari kotoran sapi. Namun, terdapat beberapa permasalahan pada biogas salah satunya kandungan gas karbon dioksida (CO_2) yang masih cukup tinggi mengakibatkan biogas tidak ramah lingkungan sehingga perlu dimurnikan terlebih dahulu. Pada penelitian ini, digunakan prinsip pemisahan gas menggunakan membran nilon. Prinsip pemisahan dengan membran nilon berdasarkan perbedaan ukuran molekul pada komponen biogas terutama ukuran molekul yang akan dipisahkan yaitu CH_4 dan CO_2 . Ukuran molekul CH_4 lebih besar dibandingkan ukuran molekul CO_2 yakni $3,8 \text{ \AA}$ sehingga CH_4 cenderung akan mudah tertahan pada membran nilon. Parameter yang ditinjau pada penelitian ini adalah untuk melihat seberapa besar pengaruh persentase peningkatan CH_4 dan penurunan CO_2 terhadap variabel ukuran pori membran nilon yaitu $1 \mu\text{m}$, $3 \mu\text{m}$ dan $5 \mu\text{m}$ serta variasi waktu pemurnian yang digunakan yakni 5 menit, 10 menit, 15 menit dan 20 menit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada ukuran pori membran nilon $1 \mu\text{m}$, persentase kenaikan gas metana tertinggi sebesar 67.5971% selama 20 menit dan persentase penurunan karbon dioksida tertinggi 21.0213% pada ukuran pori membran nilon $5 \mu\text{m}$ selama 5 menit.

Kata kunci : Biogas, Kotoran sapi, Membran nilon, Metana, Karbon dioksida

Abstract

Biogas is one of the alternative energy fuel. Biogas in this study raw material from cow dung. However, there are several issues on biogas one gas content of carbon dioxide (CO_2), which is still quite high resulting environmentally friendly biogas thus needs to be purified first. In this study, used the principle of separation of gases using a nylon membrane. The principle of separation with a nylon membrane by molecular size differences in the components of biogas, particularly the size of molecules to be separated are CH_4 and CO_2 . CH_4 molecular size larger than the size of the CO_2 molecule that is $3.8 \text{ \AA}$ so CH_4 tends to be easily stuck on a nylon membrane. The parameters are reviewed in this study is to see how much influence the percentage increase in CH_4 and CO_2 reduction to variable nylon membrane pore size is $1 \mu\text{m}$, $3 \mu\text{m}$ and $5 \mu\text{m}$ and variations purification time used the 5 minute, 10 minute, 15 minute and 20 minute, The results showed that the pore size of $1 \mu\text{m}$ nylon membrane, the highest percentage increase in methane gas at 67.5971% for 20 minutes and the highest percentage reduction in carbon dioxide 21.0213% on a nylon membrane pore size of $5 \mu\text{m}$ for 5 minutes.

Keywords: Biogas, cow dung, nylon membrane, methane, carbon dioxide

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara dengan sumber daya alam yang melimpah yang dapat dijadikan sumber energi. Ada berbagai macam sumber energi yang dapat dimanfaatkan di negara ini. Seiring dengan perkembangan zaman, sudah banyak sumber energi yang mulai dikembangkan. Hal ini dikarenakan mulai menipisnya cadangan bahan bakar minyak

sebagai salah satu sumber energi yang sangat dibutuhkan oleh masyarakat luas. Dari berbagai sumber energi yang dikembangkan, biogas merupakan salah satunya. Pengembangan biogas sebagai sumber energi alternatif didasari dari banyaknya bahan baku pembuatan biogas yang dapat dimanfaatkan. Selain jumlahnya yang banyak, bahan baku pembuatan biogas juga mudah ditemukan. Sebagai contoh,

kotoran hewan khususnya sapi sekalipun dapat dijadikan sebagai bahan baku dalam pembuatan biogas.

Biogas yang terbuat dari kotoran sapi sangat potensial sebagai bahan bakar karena memiliki kandungan metana. Biogas juga sudah mulai dikembangkan dan dimanfaatkan oleh beberapa industri sebagai bahan bakar alternatif pengganti minyak. Akan tetapi biogas yang berasal dari kotoran sapi ini mengandung impuritis yang cukup tinggi sehingga berpotensi mencemari lingkungan. Dengan demikian biogas perlu dimurnikan dulu sebelum digunakan sebagai bahan bakar.

Saat ini, penggunaan biogas di negara-negara maju mengalami peningkatan. Biogas yang dihasilkan baik dari limbah cair maupun limbah padat atau yang dihasilkan dari sistem pengolahan biologi mekanis pada tempat pengolahan limbah. Selain untuk mengolah limbah yang berpotensi merusak kelestarian lingkungan, dengan biogas yang murni akan didapatkan juga salah satu sumber energi yang ramah lingkungan.

Pada penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan biogas dengan kualitas yang baik melalui purifikasi dengan cara menggunakan membran nilon untuk mengurangi CO₂ yang cukup tinggi sehingga akan didapat biogas dengan kualitas metana yang tinggi. Dengan tingginya kadar metana dalam biogas, maka semakin tinggi pula kualitas biogas yang dihasilkan dan ramah lingkungan.

BIOGAS

Biogas merupakan sumber energi alternatif yang ramah lingkungan dan terbarukan yang dapat dibakar seperti gas elpiji (LPG) dan dapat digunakan sebagai sumber energi penggerak generator listrik (Dirjen Pengolahan dan Pemasaran Hasil Pertanian, 2009). Biogas adalah gas mudah terbakar (*flammable*) yang dihasilkan dari proses fermentasi bahan-bahan organik oleh bakteri-bakteri anaerob, yakni bakteri yang hidup dalam kondisi kedap udara.

Umumnya semua jenis bahan organik bisa diproses untuk menghasilkan biogas. Tetapi hanya bahan organik homogen, baik padat maupun cair yang cocok untuk sistem biogas sederhana. Bila sampah organik tersebut membusuk maka akan dihasilkan gas metana (CH₄) dan karbon dioksida (CO₂), akan tetapi hanya CH₄ yang dimanfaatkan sebagai bahan bakar.

Komposisi Biogas

Komposisi biogas bervariasi tergantung dengan asal proses anaerobik yang terjadi. Biogas hasil fermentasi biasanya memiliki konsentrasi metana yang rendah sekitar 40%. Metana berkadar rendah dalam biogas sebesar itu hanya bisa dimanfaatkan sebagai bahan bakar dalam kegiatan masak memasak. Guna menaikkan kemanfaatan biogas sebagai energi baru terbarukan, perlu dilakukan tahap pemurnian metana secara mudah dan murah. Dengan sistem/ alat pemurnian (purifikasi) metana, biogas dapat diaplikasikan sebagai sumber bahan baku energi alternatif.

Tabel 1. Komposisi Biogas

Komponen	%
Metana (CH ₄)	55 – 75
Karbon Dioksida (CO ₂)	25 – 45
Nitrogen (N ₂)	0 – 0,3
Hidrogen (H ₂)	1 – 5
Hidrogen Sulfida (H ₂ S)	0 – 3
Oksigen (O ₂)	0,1 – 0,3

(sumber : Hermawan, dkk, 2007)

Karakteristik Kandungan Utama Biogas

1. Gas Metana

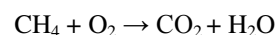
Sifat fisika metana sebagai berikut:

- Berat Molekul : 16,04 gram/mol
- Densitas : $7,2 \times 10^{-4}$ gram/ml
(pada 1 atm dan 0°C)
- Nilai kalor CH₄ : 13.279,302 Kkal/kg
- Nilai kalor biogas: 6.720–9660 Kkal/kg
- d_p : 3,8 Å

Sifat kimia metana (Fessenden, 1989)

sebagai berikut:

- Reaksi pembakaran sempurna gas metana menghasilkan gas karbon dioksida dan uap air.



2. Karbon Dioksida

Sifat fisika karbon dioksida (Perry, 1997)

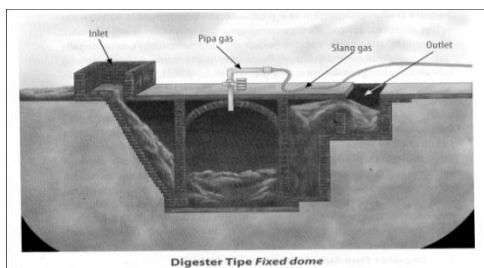
sebagai berikut:

- Berat Molekul : 44,01 gram/mol
- Densitas : $1,98 \times 10^{-3}$ gram/ml
(pada 1 atm dan 0°C)
- d_p : 3,3 Å

Sifat kimia karbon dioksida sebagai berikut

- Karbon dioksida bereaksi dengan natrium hidroksida membentuk natrium karbonat (Vogel, 1985).



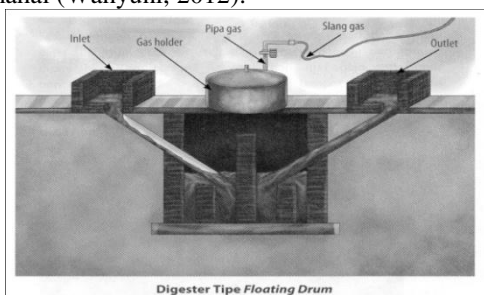


Gambar 1. Digester Tipe Kubah Tetap (Fixed Dome)

(Sumber : Wahyuni, 2012)

2. Reaktor Floating

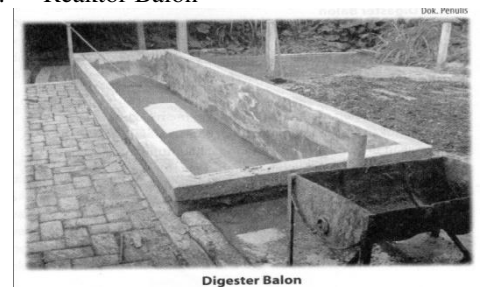
Reaktor jenis terapung (*floating*) pertama kali dikembangkan di India pada tahun 1937 sehingga dinamakan dengan reaktor India. Memiliki bagian digester yang sama dengan reaktor kubah, perbedaannya terletak pada bagian penampung gas menggunakan peralatan bergerak dari drum. Keuntungan dari reaktor ini adalah dapat dilihat secara langsung volume gas yang tersimpan pada drum karena pergerakannya. Sementara itu, kerugiannya adalah biaya material konstruksi dari drum lebih mahal (Wahyuni, 2012).



Gambar 2. Digester Tipe Floating Drum

(Sumber : Wahyuni, 2012)

3. Reaktor Balon



Gambar 3. Digester Balon

(Sumber : Wahyuni, 2012)

Digester balon terbuat dari plastik sehingga lebih efisien dalam penanganannya dan mudah dipindahkan. Digester ini hanya terdiri dari satu bagian, yaitu sumur pencernaan yang berfungsi ganda sebagai tempat fermentasi dan penyimpanan gas yang masing-masing bercampur dalam satu ruang tanpa sekat. Bagian

bawah digester terisi oleh material organik yang memiliki bobot lebih besar dibandingkan gas yang terkumpul dibagian atas.

Digester ini cocok digunakan untuk skala rumah tangga. Keuntungan dari digester ini adalah harganya yang lebih murah, konstruksi sederhana, waktu pasang singkat, dan mudah untuk dipindahkan. Sementara itu kelemahannya adalah mudah mengalami kebocoran. (Wahyuni: 2012)

4. Reaktor Fiberglass

Reaktor bahan *fiberglass* merupakan jenis reaktor yang banyak digunakan pada skala rumah tangga dan skala industri. Reaktor ini menggunakan bahan fiberglass sehingga lebih efisien dalam penanganan dan perubahan tempat biogas. Reaktor ini terdiri atas satu bagian yang berfungsi sebagai digester sekaligus penyimpanan gas yang masing-masing bercampur dalam satu ruangan tanpa sekat.

Reaktor dari bahan fiberglass ini sangat efisien karena kedap, ringan, dan kuat. Jika terjadi kebocoran, mudah diperbaiki atau dibentuk kembali seperti semula dan lebih efisien. Reaktor dapat dipindahkan sewaktu-waktu jika peternak sudah tidak menggunakannya lagi (Wahyuni: 2012).



Gambar 4. Digester Fiberglass

(Sumber : Wahyuni, 2012)

MEMBRAN NILON

Nilon adalah senyawa polimer yang memiliki gugus amida pada setiap unit ulangnya, sehingga nilon disebut juga senyawa poliamida (Gupta, 1989). Nilon bersifat semikristalin, kuat, dan tahan terhadap suhu tinggi. Oleh karena itu, nilon sangat memungkinkan untuk dipakai sebagai serat atau bahan termoplastik pada mesin, yang memiliki kemampuan setara atau lebih baik daripada logam.

Nilon yang dimodifikasi dengan menambahkan senyawa lain, seperti timbal (Pb), akan memperkuat strukturnya dan memperbaiki sifat mekaniknya menjadi lebih tahan terhadap suhu tinggi, sangat kuat, tahan karat, dan dapat digunakan tanpa pelumas (Kohan, 1995). Selain itu, nilon juga dapat dijadikan membran yang memiliki sifat fisik, kimia, dan mekanik yang sangat baik, antara lain memiliki ketahanan terhadap pH ekstrim dan suhu tinggi (Moerniati, 1998).

Membran nilon merupakan membran yang dibuat dari benang-benang nilon yang dilarutkan dengan menggunakan larutan asam, yang kemudian di cetak dalam bentuk lembaran. Membran nilon memiliki sifat fisik dan sifat kimia antara lain membran nilon merupakan bahan termoplastik yang bersifat kuat dan mudah terbakar ditinjau dari sifat fisik nya, kemudian dari sifat kimia nya membran nilon tahan terhadap pH yang ekstrim dan tahan terhadap suhu tinggi (Suhendi, 2007).

Mekanisme dari membran nilon berupa pemisahan sesuai dengan pori-pori nilon tersebut, jika senyawa tersebut berukuran lebih kecil dari pori-pori membran nilon tersebut maka senyawa tersebut akan lolos, sebaliknya jika senyawa tersebut berukuran lebih besar daripada pori-pori membran nilon maka senyawa tersebut akan tertahan (Kurniawan, 2011).

2. METODOLOGI PENELITIAN

Peningkatan persentase gas metana dalam biogas ini dilakukan dengan metode pemisahan gas berdasarkan ukuran molekul komponen biogas terhadap ukuran pori membran nilon secara eksperimen lapangan dan analisa di laboratorium.

WAKTU DAN TEMPAT

Penelitian mengenai peningkatan persentase metana pada biogas menggunakan membran nilon ini dilakukan di Peternakan sapi yang berada di Desa Tanjung Seteko, Kabupaten Ogan Ilir, Sumatera Selatan dan pengujian sampel penelitian dilaksanakan di Laboratorium Kontrol 1B PT PUPUK SRIWIDJAJA. Waktu pelaksanaan penelitian berlangsung selama 4 (empat) bulan yaitu pada bulan Januari 2016 sampai April 2016.

ALAT DAN BAHAN:

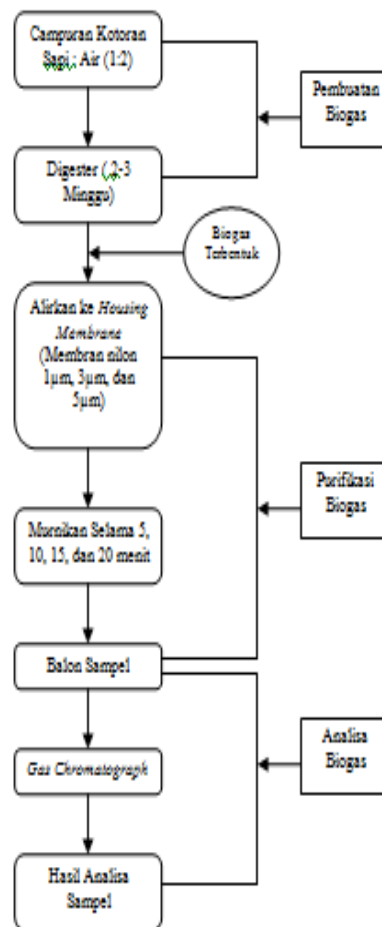
Alat yang digunakan pada penelitian ini antara lain :

1. Digester volume 2000 liter
2. Pipa PVC diameter 1 inci
3. Selang diameter 0,5 inci
4. *Housing membrane*
5. *Gas valve*
6. Balon penyimpanan sampel gas
7. Balon penyimpanan *retentate*
8. Flow meter
9. *Pressure gauge*

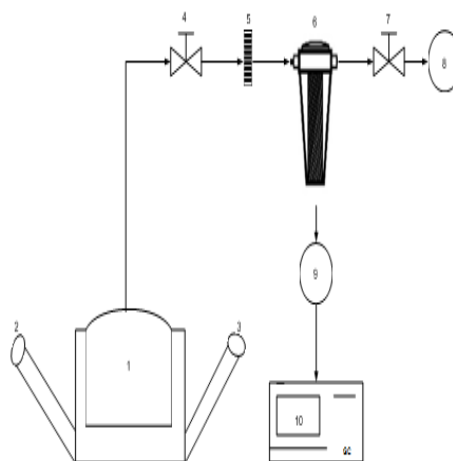
Bahan yang digunakan pada penelitian ini antara lain :

1. Kotoran Sapi
2. Air
3. Membran Nilon

Alat yang digunakan untuk menguji komposisi biogas yakni: *Gas Chromatography*



Gambar 5. Diagram alir penelitian



Gambar 6. Rangkaian Alat Purifikasi Biogas
Keterangan:

1. Digester biogas
2. *Inlet digester*
3. *Outlet digester*
4. *Gas valve*

5. Flow meter
6. *Housing* + membran nilon
7. *Gas valve*
8. Balon penyimpanan *retentate*
9. Balon sampel gas
10. *Gas Chromatograph*

PROSEDUR PENELITIAN

Cara pembuatan biogas:

1. Bahan baku berupa kotoran sapi dan air dimasukkan ke dalam biodigester dengan perbandingan 1 : 2 lalu diaduk hingga campuran homogen.
2. Bahan baku tersebut difermentasikan lebih kurang 2-3 minggu hingga terbentuk biogas.

Cara memurnikan biogas dengan membran nilon:

1. Biogas keluaran dari biodigester diambil sebagai data sampel awal dan dimasukkan ke dalam balon sampel.
2. Produk biogas dialirkan menuju flowmeter yang diatur konstan (1 liter/menit).
3. Produk biogas dialirkan menuju *housing* yang berisi membran nilon dengan ukuran pori 1 μm .
4. Sampel *outlet* biogas dari *housing* diambil pada menit ke-5, 10, 15, dan 20. Sampel kemudian dimasukkan kedalam balon sampel.
5. Lakukan prosedur percobaan diatas untuk membran nilon dengan ukuran pori 3 μm dan 5 μm .

Cara analisa biogas menggunakan *Gas Chromatography*:

1. Masukkan sampel biogas kedalam balon sampel
2. Hubungkan balon sampel dengan selang *injector* dan hidupkan *gas injector*
3. Tekan tombol *carrier* untuk memulai proses pemisahan gas.
4. Hidupkan *decoder* dan tunggu beberapa saat maka *decoder* akan mencetak data hasil analisa sampel biogas.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

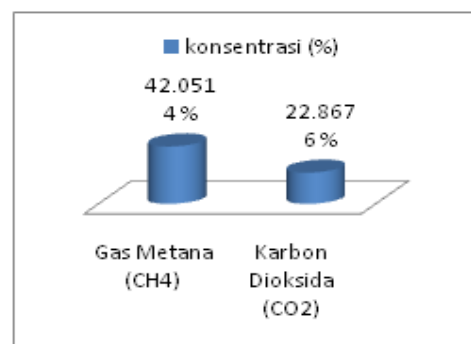
Sampel murni biogas merupakan sampel sebelum proses purifikasi (tanpa purifikasi) dimana sampel tersebut diambil langsung dari digester dan dianalisa sebagai data awal dengan laju alir 100 liter/menit dan tekanan 3 atm yang diatur konstan sebagai variabel tetap. Dari hasil analisa sampel ini akan dibandingkan dengan hasil analisa biogas yang sudah melalui proses

purifikasi. Data tersebut didapat dengan menguji sampel menggunakan gas kromatografi (GC) di Laboratorium Kontrol Unit 1B PT Pupuk Sriwidjaja, Palembang.

Tabel 3. Data Hasil Analisa Sampel Biogas Setelah Purifikasi

Ukuran Pori Membran Nilon	Waktu (menit)	Persentase CH_4 (dalam %)	Persentase CO_2 (dalam %)
1 mikron	5	47,2658	17.0676
	10	53,0543	14.0377
	15	62.1675	12.3651
	20	67.5971	10.3813
3 mikron	5	45.2142	20.8676
	10	48.9237	19.3454
	15	54.3142	18.3212
	20	60.3485	17.9437
5 mikron	5	43.4643	21.0213
	10	46.9642	19.2453
	15	52.0613	18.2453
	20	52.0613	18.0675

Hasil Persentase Sampel Murni Biogas Sebelum Proses Purifikasi



Gambar 7. Kandungan Gas CH_4 dan CO_2 dalam Biogas Sebelum Purifikasi

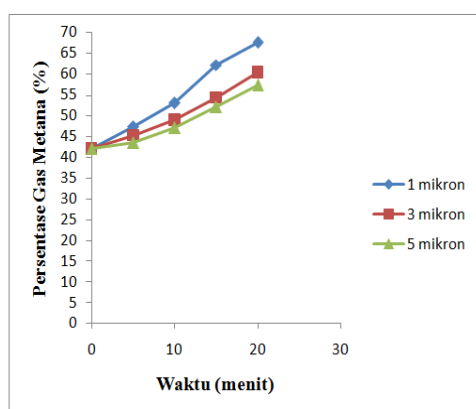
Komposisi gas metana pada sampel awal (sebelum purifikasi) yakni sebesar 42,0514%. Sedangkan berdasarkan data dari literatur menunjukkan bahwa komposisi gas metana pada biogas yakni sebesar 55-75% (Hermawan dkk, 2007), hal ini dapat disebabkan karena berbagai faktor. Faktor pertama, rasio campuran antara kotoran sapi dan air sebagai umpan di digester terlalu encer. Hal ini dikarenakan bila umpan masuk digester terlalu encer akan mengakibatkan penurunan terhadap konsentrasi gas metana yang dihasilkan. Faktor kedua, pengisian umpan kotoran sapi ke dalam digester

ketika penelitian dilakukan kurang diperhatikan. Berdasarkan pedoman teknis pengembangan usaha pengolahan kompos dan biogas (Ageng Tri Anggito, 2014), isian di digester harus 75% dari volume total digester dengan 25% sisanya yang tidak terisi merupakan tempat penyimpanan atau hasil dari fermentasi biogas.

Faktor ketiga, adanya pengaruh penambahan nutrisi sebagai sumber energi untuk bakteri anaerobik untuk dapat menghasilkan biogas dengan baik. Bila bakteri metanogenik kekurangan nutrisi maka dapat mengakibatkan penghambatan pertumbuhan bakteri tersebut dan menurunnya produksi gas metana yang dihasilkan.

Faktor keempat, adanya pengaruh penambahan *starter* EM4 (*Effective Microorganism*) yang berpengaruh terhadap kondisi pH bagi mikroorganisme pembentuk biogas. EM4 mengandung bakteri asam laktat agar proses fermentasi lebih cepat. Namun, penambahan *starter* EM4 yang terlalu berlebihan akan meningkatkan sifat asam pada substansi biogas di dalam digester. Bakteri-bakteri anaerob membutuhkan pH optimal antara 6,2-7,8. Jika pH dibawah angka tersebut akan mengakibatkan larutan menjadi *toxic* dan pertumbuhan bakteri pembentuk biogas tidak aktif atau mati. Demikian hal diatas tersebut, yang mempengaruhi hasil persentase gas metana pada sampel awal (sebelum purifikasi) masih rendah.

Pengaruh Variasi Ukuran Pori Membran Nilon dan Waktu Purifikasi Terhadap Persentase Metana (CH₄) yang Dihasilkan



Gambar 8. Pengaruh Variasi Ukuran Pori Membran dan Waktu Purifikasi Terhadap Persentase Gas CH₄ yang Dihasilkan

Dari data dan Gambar 8, dapat dilihat bahwa persentase gas metana meningkat. Dalam penelitian ini, tujuan utamanya yaitu untuk

mendapatkan kandungan gas metana yang tinggi dengan cara purifikasi biogas menggunakan membran nilon. Variasi ukuran pori membran nilon yang dipakai dalam penelitian ini sebanyak tiga (3) variasi yaitu 1 mikron, 3 mikron dan 5 mikron.

Hal ini dapat dilihat dari rata-rata gas metana yang dihasilkan dari masing-masing variasi ukuran membran nilon. Untuk ukuran pori 1 mikron, persentase gas metana yang dihasilkan dari proses purifikasi sebesar 67,59%, untuk ukuran pori 3 mikron sebesar 60,35% dan untuk ukuran pori 5 mikron sebesar 57,36%. Dari Gambar 8., dapat dilihat semakin kecil variasi ukuran pori membran, maka semakin meningkat persentase gas metana dan menurunnya persentase gas karbon dioksida di dalam biogas, hal ini dikarenakan semakin kecil ukuran pori membran mengakibatkan gas metana mudah tertahan dan karbon dioksida mudah lolos dari membran.

Karena ukuran molekul karbon dioksida lebih kecil daripada ukuran molekul gas metana, maka karbon dioksida lebih mudah lolos melewati pori-pori membran sedangkan karena ukuran molekul gas metana lebih besar maka gas metana akan tertahan sebagian dan lolos sebagian melewati membran. Membran nilon sangat berguna digunakan sebagai penyaring impuritis di dalam biogas, dengan sifat yang tidak reaktif dengan senyawa lain. Dibuktikan dengan tidak adanya senyawa terbentuk di dalam hasil analisa biogas tersebut.

Begitu pula halnya waktu purifikasi, pada penelitian ini divariasikan waktu selama 0 menit (sebelum purifikasi), 5 menit, 10 menit, 15 menit hingga 20 menit. Pada Gambar 8, terlihat bahwa waktu purifikasi sangat berpengaruh terhadap peningkatan persentase gas metana yang dihasilkan. Semakin lama waktu purifikasi, persentase gas metana semakin meningkat. Hal ini dikarenakan lamanya waktu kontak umpan biogas dengan membran nilon menyebabkan komponen biogas semakin lama berkontak dengan membran nilon, dengan demikian, lamanya waktu kontak tersebut akan meningkatkan akumulasi *retentate* yakni gas metana yang dihasilkan pada proses purifikasi biogas.

Pengaruh Variasi Ukuran Pori Membran Nilon dan Waktu Purifikasi Terhadap Persentase Karbon Dioksida (CO₂) yang Dihasilkan

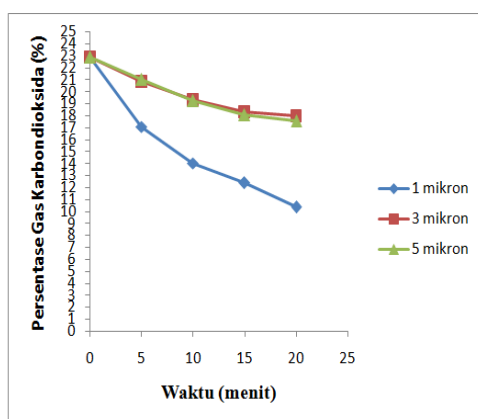
Dari gambar 9. dapat dilihat bahwa pengaruh variasi ukuran pori membran nilon sangat berpengaruh dalam menghilangkan impuritis yang terkandung dalam biogas dalam hal ini karbon dioksida.

Dari penelitian yang dilakukan, didapatkan hasil berupa penurunan persentase karbon

dioksida dengan melakukan purifikasi biogas menggunakan membran nilon.

Menggunakan tiga (3) variasi ukuran pori membran yaitu 1 mikron, 3 mikron dan 5 mikron. Untuk 1 mikron didapatkan persentase karbon dioksida sebesar 10,38%, untuk 3 mikron sebesar 17,94%, dan untuk 5 mikron sebesar 17,53%. Masing-masing persentase penurunan karbon dioksida tersebut paling tinggi tingkat penurunannya yakni pada waktu 20 menit.

Prinsip membran ini adalah penyaringan dengan perbedaan ukuran molekul dengan pori membran. Dikarenakan ukuran molekul karbon dioksida lebih kecil dari pada ukuran pori membran maka karbon dioksida dapat lolos melewati pori membran, dan dapat disimpulkan bahwa semakin kecil ukuran pori membran maka persentase karbon dioksida semakin menurun dikarenakan karbon dioksida dapat lolos melewati ukuran pori dari membran tersebut.

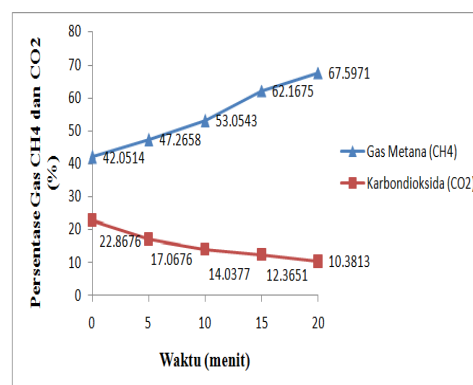


Gambar 9. Pengaruh Variasi Ukuran Pori Membran dan Waktu Purifikasi Terhadap Persentase Gas CO₂ yang Dihasilkan

Selanjutnya pada Gambar 9. dapat dilihat adanya pengaruh waktu terhadap kualitas biogas yang dihasilkan dalam hal ini adanya penurunan persentase gas karbon dioksida. Sama seperti pada kasus gas metana tadi, lamanya waktu kontak antara komponen biogas dengan membran nilon akan mempengaruhi akumulasi gas-gas yang terpisah berdasarkan ukuran molekulnya masing-masing. Semakin lama waktu purifikasi, persentase karbon dioksida akan semakin menurun. Terlihat pada grafik hasil analisa dibawah ini, penurunan persentase karbon dioksida paling tinggi untuk ukuran pori membran nilon 1 mikron yakni.

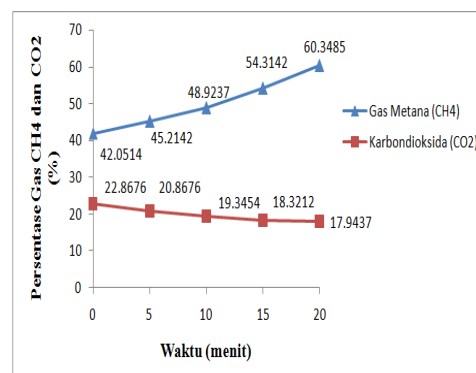
Pengaruh Lamanya Waktu Purifikasi Terhadap Persentase Gas Metana (CH₄) dan Karbon Dioksida (CO₂) yang Dihasilkan

Dari Gambar 10., dapat dilihat bahwa lama waktu penyaringan antara biogas dan ukuran pori membran nilon 1 mikron pada waktu 0 menit (murni) sebesar 22,87 %, 5 menit kemudian kadar karbondioksida yang tersaring sebesar 17,07 %, 10 menit sebesar 14,04 %, 15 menit sebesar 12,36 %, dan 20 menit terakhir sebesar 10,38 %. Penyaringan karbondioksida berbanding terbalik dengan peningkatan persentase gas metana.



Gambar 10. Pengaruh waktu kontak purifikasi biogas terhadap persentase gas CH₄ dan gas CO₂ pada ukuran pori membran nilon 1 mikron

Semakin lama waktu penyaringan maka semakin banyak karbondioksida yang tersaring dan menjadikannya lebih banyak mengandung gas metana yang menjadi tinggi. Hal ini dikarenakan sebagian karbondioksida tersaring menjadi permeate dan sebagian lagi mengalir menjadi retentat.

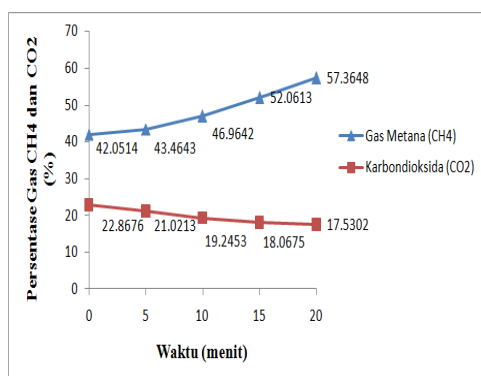


Gambar 11. Pengaruh waktu kontak purifikasi biogas terhadap persentase gas CH₄ dan gas CO₂ pada ukuran pori membran nilon 3 mikron

Dari Gambar 11 diatas, ukuran pori membran nilon 3 mikron pada waktu 5 menit

sebesar 20,87%, 10 menit sebesar 19,34%, 15 menit sebesar 18,32%, dan 20 menit terakhir sebesar 17,94%. Sedangkan untuk persentase kadar gas metana semakin lama waktu penyaringan dan membran semakin besar persentase yang didapat. Dapat dilihat pada grafik diatas, pada 5 menit pertama sebesar 45,21%, 10 menit sebesar 48,92%, 15 menit kemudian sebesar 54,31%, dan pada 20 menit terakhir sebesar 60,35%.

Dan terakhir, untuk ukuran membran nilon 5 mikron pada waktu 5 menit pertama didapatkan persentase karbon dioksida sebesar 21,02%, pada 10 menit sebesar 19,24%, pada 15 menit sebesar 18,07%, dan terakhir pada 20 menit terakhir didapatkan kadar karbon dioksida sebesar 17,53%. Dapat dilihat dari grafik, penurunan kadar karbondioksida terlihat jelas bahwa semakin lama waktu penyaringan maka semakin banyak karbon dioksida yang tersaring, penyaringan karbon dioksida sangat berpengaruh terhadap persentase gas metana.



Gambar 12. Pengaruh waktu kontak purifikasi biogas terhadap persentase gas CH₄ dan gas CO₂ pada ukuran pori membran nilon 5 mikron

Dengan semakin lamanya waktu penyaringan biogas terhadap ukuran pori membran maka semakin sedikit *impurities* karbon dioksida yang terdapat didalam nya sehingga meningkatkan persentase gas metana. Dalam hal ini, persentase gas metana meningkat seiring bertambahnya waktu penyaringan terhadap ukuran pori membran nilon. Data persentase gas metana yang didapatkan dari hasil analisa ukuran 5 mikron pada 5 menit sebesar 43,46%, 10 menit kemudian sebesar 46,96%, 15 menit sebesar 52,06%, dan terakhir pada 20 menit sebesar 57,36%.

4. KESIMPULAN

Setelah melakukan penelitian ini, didapatkan beberapa kesimpulan diantaranya:

1. Salah cara peningkatan gas metana dalam bogas yakni dengan metode pemisahan menggunakan membran nilon.
2. Semakin kecil ukuran pori membran nilon maka persentase gas metana yang tertahan pada membran akan meningkat.
3. Dalam penelitian ini dapat disimpulkan bahwa produk biogas yang dihasilkan melalui proses purifikasi menggunakan membran nilon, sudah dapat dikatakan memiliki kualitas yang cukup baik karena semakin tinggi persentase gas metana yang dihasilkan maka akan menghasilkan bahan bakar yang ramah lingkungan akibat berkurangnya gas CO₂ yang dihasilkan dalam pembakaran rantai satu karbon yakni CH₄.
4. Berdasarkan hasil analisa penelitian ini, didapatkan persentase tertinggi dari gas metana yang dihasilkan setelah melalui proses pemisahan dengan membran nilon sebesar 67.5971% (1 mikron, 20 menit).
5. Berdasarkan hasil analisa penelitian ini, didapatkan persentase terendah dari karbon dioksida yang dihasilkan setelah melalui proses pemisahan dengan membran nilon sebesar 43.4643%.

DAFTAR PUSTAKA

- Coulson and Richardson's. (2002). Particle Technology and Separation Processes. Dalam F. E. Volume 2, *CHEMICAL ENGINEERING* (hal. 453-459). England: Butterworth-Heinemann.
- Dirjen Pengolahan dan Pemasaran Hasil Pertanian. (2009). *Biogas Sebagai Bahan Bakar Alternatif*. Jakarta: Dirjen Pengolahan dan Pemasaran Hasil Pertanian.
- Fessenden, R. J. (1989). *Kimia Organik Edisi Ketiga*. Jakarta: Erlangga.
- Gupta. (1989). *Nylon Polymerization*. New York: Handbook of Polymer Science and Technology.
- Hammad. (1999). *Sampah Organik Penghasil Biogas*. Jambi: Universitas Jambi.
- Harasimowicz, dkk. (2007). Application of Polyimide Membranes for Biogas Purification and Enrichment. *Journal of Hazardous Materials*, 698-702.
- Hermawan, B. (2007). *Pemanfaatan Sampah Organik sebagai Sumber Biogas*. Bandar Lampung: Universitas Lampung.
- Industries, EVONIK. (2014). SEPURAN Green. hal. 3-12.
- Kohan, M. (1995). *Nylon Plastics Handbook*. New York.

- Lastella, G. T. (2002). Anaerobic Digestion of Semi-Solid Organic Waste. *Biogas Production and its Purification Energy Conversion and Management*, Vol 43, Issue 1, 63-75.
- Lin, Wen-hui, dkk. (2001). Gas Permeability, Diffusivity, Solubility and Aging Characteristics of 6FDA-Durene Polyimide Membranes. *Journal of Membrane Science*, 183-193.
- Moerniati, S., & dkk. (1998). Preparasi Membran Poliamida dengan Menggunakan Proses Phase Inversion. *Serpong: Puslitbang Kimia Terapan LIPI*.
- Mulder, M. (1996). *Basic Principles of Membrane Technology*. London: Kluwer Academic Publishers.
- Noverri. (2011, maret 8). *Aplikasi Membran Kontaktor Untuk Pemisahan CO2*. Diambil kembali dari [Http://majarimagazine.com/2007/12/aplikasi-membran-kontaktor-untuk-pemisahan-co2](http://majarimagazine.com/2007/12/aplikasi-membran-kontaktor-untuk-pemisahan-co2).
- Pabby, A. K. (2009). *Sastre Handbook of Membrane Separations Chemical, Pharmaceutical, Food, and Biotechnological*.
- Perry, R. H. (1997). *Perry's Chemical Engineer's Handbook 7th Edition*. New York: McGraw Hill Company.
- Price, E. a. (1981). *Biogas Production and Utilization*. United States of America: Ann Arbor Science Publishers, Inc.
- Scholes. (2008). *Membranes for Clean and Renewable Power Applications*. UK: Woodhead Publishing Limited.
- Subadiyasa, N. N. (1997). *Teknologi Effective Microorganisms (E M), Potensi Dan Prospeknya di Indonesia*. Jakarta: Seminar Nasional Pertanian Organik.
- Sufyandi, A. (2001). *Informasi Teknologi Tepat Guna Untuk Pedesaan Biogas*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Suhendi, A. (2007). *PENCIRIAN MEMBRAN MIKROFILTRASI NILON-6*. Institut Pertanian Bogor.
- Sutedjo, M. (2002). *Komposisi Unsur Kotoran Sapi*. Surabaya: PT Agromedia Pustaka.
- Vogel. (1985). *Buku Teks Analisis Anorganik Kualitatif Makro dan Semimikro*. Jakarta: PT Kalman Pustaka.
- Wahyuni, S. (2011). *Menghasilkan Biogas Dari Aneka Limbah*. Jakarta: PT Argo Media Pustaka.
- Wiratmana, A. S. (2013). *Studi Eksperimental Pengaruh Variasi Bahan Kering terhadap Produksi dan Nilai Kalor Biogas Kotoran Sapi*. 1-97: 5 (1).
- Yasinta, F. (2014). *Pemanfaatan Kotoran Sapi untuk Bahan Bakar PLT Biogas 80 KW di Desa Babadan Kecamatan Ngajum Malang*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.