

Purifikasi biogas berdasarkan perbedaan mesh kain nilon dan laju alir biogas

Abdullah Saleh*, Elisa Yulistia, Fitri Rowiyah Rambe

*Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya
Jl. Palembang-Prabumulih KM.32(OI) 30662
E-mail: dullascurtin@yahoo.com

Abstrak

Biogas merupakan sumber energi baru terbarukan yang dihasilkan oleh aktivitas anaerobik atau merupakan hasil fermentasi dari bahan-bahan organik. Adapun bahan baku yang digunakan salah satunya ialah kotoran hewan ternak. Pada penelitian ini, digunakan kotoran sapi sebagai bahan baku. Penelitian yang akan dilakukan ini mengenai pemurnian biogas. Pemurnian ini dilakukan untuk mengurangi pengotor yang terkandung pada biogas, yang mana kandungan pada biogas tersebut antara lain adalah CH_4 , CO_2 , H_2O , H_2S , N_2 dan yang merupakan sumber energi adalah CH_4 . Pengotor yang terkandung pada biogas mempengaruhi optimasi pada penggunaan biogas. Adapun tujuan penelitian ini adalah untuk meningkatkan persentase metana dalam peningkatan kualitas biogas menggunakan kain nilon sebagai filter. Ukuran penyaring (Mesh) kain nilon bervariasi, 200 mesh, 300 mesh dan 500 mesh. Hasil analisa penelitian menunjukkan kandungan biogas sebelum dilakukan pemurnian adalah gas Metana sebesar 35,3% dan Karbon Dioksida sebesar 64,7%. Setelah dilakukan proses pemurnian biogas terjadi peningkatan kadar Metana. Kadar CH_4 tertinggi pada penelitian ini diperoleh pada proses purifikasi menggunakan kain nilon dengan ukuran 500 mesh dan laju alir 1 L/menit sebesar 62,6%.

Kata kunci: Biogas, metana, nilon, purifikasi, filter.

Abstract

Biogas is a renewable energy source produced by anaerobic digestion or fermentation of organic materials. One of the raw materials that used is livestock manure. In this study, the use of cow dung as raw material. The research to be conducted on biogas purification. Purification is done to reduce the impurities contained in the biogas, which contains among other things the biogas is CH_4 , CO_2 , H_2O , H_2S , N_2 and which is the source of energy is CH_4 . Impurities are contained in biogas affect the optimization in the use of biogas. The purpose of this research is to increase the percentage of methane in the biogas quality improvement using nylon cloth as a filter. The filter size (Mesh) of nylon fabric is varied 200 mesh, 300 mesh and 500 mesh. This study shows the content prior to purification of biogas is methane gas amounted ratio CH_4/CO_2 is 0,55. After the biogas purification process is conducted the percentage of ratio CH_4/CO_2 increased. ratio CH_4/CO_2 highest contents in this study were obtained in the purification process using nylon fabric with a size of 500 mesh and a flow rate of 1 L / min at 1,67.

Keywords: Biogas, methane, nylon, purification, filter

1. PENDAHULUAN

Keberlimpahan sumber daya alam di Indonesia sudah tidak diragukan lagi. Sumber daya alam Indonesia yang melimpah ini dimanfaatkan di dalam berbagai sektor. Salah satunya untuk memenuhi kebutuhan akan sumber energi. Kebutuhan sumber energi di Indonesia sangat besar sehingga jika hanya mengandalkan salah satu sumber daya alam saja yaitu minyak bumi, tidak cukup untuk

memenuhi kebutuhan energi untuk Indonesia, apalagi produksi minyak bumi semakin lama semakin menurun. Penurunan produksi minyak bumi berdampak kepada berkurangnya persediaan produk minyak bumi. Hal ini menjadi salah satu alasan untuk mencari sumber energi lainnya yang memanfaatkan kekayaan sumber daya alam Indonesia. Akhir-akhir ini penelitian akan pengembangan berbagai macam sumber energi semakin banyak. Sumber energi

tersebut banyak yang menggunakan bahan baku dari alam. Bahkan, bahan baku yang digunakan merupakan bahan yang kebanyakan sudah tidak digunakan lagi. Ketersediaan akan bahan baku yang melimpah di alam merupakan salah satu dasar untuk mengembangkan sumber energi baru terbarukan. Sumber energi baru terbarukan ini juga ketersediaannya tidak terbatas selama terus dilakukan proses produksi, berbeda dengan sumber energi yang berasal dari minyak bumi yang tidak dapat diperbaharui lagi. Sumber energi baru terbarukan yang banyak dikembangkan saat ini adalah biomassa dan salah satu contohnya adalah biogas. Biogas merupakan sumber energi baru terbarukan yang dihasilkan oleh aktivitas anaerobik atau merupakan hasil fermentasi dari bahan-bahan organik. Biogas dapat digunakan sebagai sumber energi baru untuk membantu kebutuhan akan energi di Indonesia. Ketersediaan bahan baku untuk biogas yang melimpah, menjadi salah satu faktor untuk dapat berkembangnya produksi biogas. Adapun bahan baku yang digunakan salah satunya ialah kotoran hewan ternak. Pada penelitian ini, digunakan kotoran sapi sebagai bahan baku. Penelitian yang akan dilakukan ini mengenai pemurnian biogas. Pemurnian ini dilakukan untuk mengurangi pengotor yang terkandung pada biogas, yang mana kandungan pada biogas tersebut antara lain adalah CH_4 , CO_2 , H_2O , H_2S , N_2 dan yang merupakan sumber energi adalah CH_4 . Pengotor yang terkandung pada biogas mempengaruhi optimasi pada penggunaan biogas. Jika pengotor yang terkandung pada biogas berkurang maka biogas yang dihasilkan akan menjadi lebih optimal pada saat penggunaan. Komposisi biogas bervariasi tergantung asal proses anaerobik yang terjadi pada proses pembuatan biogas tersebut. Pada umumnya kandungan CH_4 yang ada pada biogas berkisar 55-75%, dan sisanya adalah pengotor. Adapun nilai kalori 1m^3 biogas berkisar 6000 W jam yang setara dengan setengah liter minyak diesel. Oleh karena itu, biogas sangat cocok jika digunakan sebagai bahan bakar alternatif yang ramah lingkungan pengganti minyak tanah (kerosen), LPG, butana, maupun bahan bakar lain yang berasal dari fosil. Kandungan impuritis terbesar pada biogas adalah CO_2 . CO_2 ini dapat menurunkan nilai kalor dari biogas, sehingga sudah seharusnya untuk dihilangkan. Selain CO_2 , impuritis lainnya pada biogas adalah H_2S . H_2S dapat menyebabkan masalah pada *plant*, lingkungan dan masyarakat. Pada *plant* H_2S dapat menyebabkan korosi, biasanya pada kompresor, tempat penyimpanan gasnya bahkan *engine*. Pada prinsipnya, penelitian ini

dilakukan bertujuan untuk mendapatkan biogas dengan kualitas yang baik melalui proses purifikasi dengan cara menguji pengaruh penggunaan kain nilon dengan mengatur perbedaan laju alir serta dengan melakukan perbandingan ukuran penyaring (*mesh*) terhadap kualitas biogas dengan parameter kualitas CH_4 yang terkandung pada biogas yang dihasilkan dari hasil proses purifikasi, serta berkurangnya kadar pengotor yang dikandung oleh biogas tersebut.

Biogas

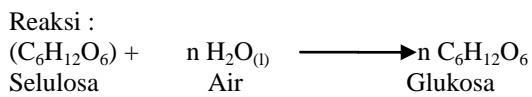
Salah satu produk yang dihasilkan oleh aktivitas fermentasi anaerob adalah biogas. Dimana biogas ini difermentasi menggunakan bahan-bahan yang ada di sekitar kita dan mudah ditemukan, contohnya, kotoran dari manusia dan hewan, limbah dari rumah tangga, sampah-sampah organik yang dapat didegradasi dalam keadaan tanpa oksigen atau anaerob. Biogas hasil fermentasi anaerob ini tersusun atas beberapa senyawa penyusunnya. Senyawa utama penyusun biogas ini adalah metana dan karbon dioksida. Semakin besar komposisi metana dalam biogas tersebut, maka semakin besar nilai kalor dari biogas tersebut. Sebaliknya, semakin besar komposisi karbon dioksida di dalam biogas tersebut, maka nilai kalor dari biogas tersebut akan semakin kecil. Jika dibuat perbandingan dengan emisi yang dihasilkan dari pembakaran metana yang berasal dari biogas dengan pembakaran metana dari batubara maka akan didapatkan emisi karbon dioksida yang lebih kecil dari pembakaran metana dari biogas tersebut.

Proses pembuatan biogas dilakukan secara anaerob dengan bantuan bakteri di dalam sebuah digester dengan proses fermentasi. Proses fermentasi memerlukan waktu 7 sampai 10 hari untuk menghasilkan biogas dengan suhu optimum $35\text{ }^\circ\text{C}$ dan pH optimum pada *range* 6,4 – 7,9. Bakteri pembentuk biogas yang dapat digunakan antara lain bakteri anaerob seperti *Methanobacterium* dan *Methanosarcina* (Price & Cheremisinoff, 1981). Reaksi pembentukan gas metana (Price & Cheremisinoff, 1981) untuk menghasilkan biogas dari bahan-bahan organik yang akan terdegradasi oleh bantuan bakteri anaerob. Untuk tiga tahapan reaksi kimia dalam proses pembentukan biogas dapat dijabarkan sebagai berikut:

Reaksi Hidrolisa

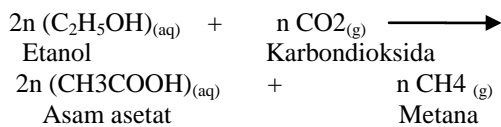
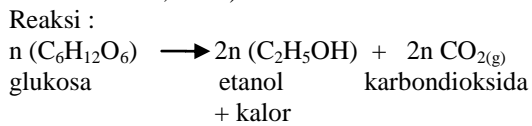
Pada tahap ini bahan-bahan yang tidak dapat larut dalam air (selulosa, polisakarida, lemak) digantikandengsenyawa yang larut dalam air berupa asam lemak serta karbohidrat. Proses

pelarutan berlangsung pada temperatur 25 °C di dalam biodigester (Price & Cheremisinoff, 1981).



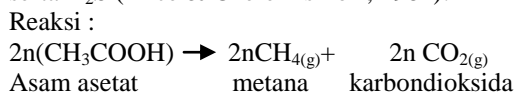
Reaksi Asidogenik

Pada tahap ini, glukosa yang terbentuk diubah oleh bakteri asam menghasilkan asam asetat dalam suasana anaerob. Tahap ini berlangsung pada suhu 25 °C di dalam digester (Price & Cheremisinoff, 1981).



Reaksi Metanogenik

Pada tahap ini, bakteri metana membentuk gas metana secara perlahan dalam kondisi anaerob. Proses ini terjadi selama 14 hari dengan suhu 25 °C di dalam biodigester. Pada proses ini akan dihasilkan 70% CH₄, 30% CO₂, dan sedikit H₂ serta H₂S (Price & Cheremisinoff, 1981).



Pada dasarnya komposisi biogas akan bergantung pada komposisi dari bahan-bahan organik (bahan baku) yang digunakan. Umumnya komponen utama penyusun biogas adalah CH₄ dan CO₂, dua senyawa tersebut memiliki persentase terbesar dalam komposisi biogas yang dihasilkan dari proses fermentasi. Komponen penyusun biogas lainnya ialah H₂S, N₂, H₂, CO, dan O₂. Komposisi utama biogas ditunjukkan pada tabel 1.

Tabel 1. Komposisi Biogas

No.	Komponen	Satuan	Komposisi (%)
1	Gas metana	% Vol	40-70
2	Karbon dioksida	% Vol	30-60
3	Hidrogen	% Vol	0-1

4	Hidrogen sulfida	Ppm	0-3
---	------------------	-----	-----

(Sumber: Muryanto et al., 2006)

Nilai Kalor Biogas

Sebagai sumber energi, kemampuan biogas sangat bergantung dengan jumlah gas metan yang dikandungnya. Dalam setiap 1 m³ metana akan setara dengan 10 KWh atau sama dengan sekitar 0,6 liter *fuel oil*. Gas metana memiliki nilai kalor antara 590-700 K.cal/m³. Sumber kalor lain pada biogas selain gas metan adalah sebagian kecil disumbang oleh H₂ dan CO.

Manfaat Biogas

Penggunaan bahan bakar fosil sangat mendominasi pada kehidupan sehari-hari. Akan tetapi produksi bahan bakar fosil semakin hari akan semakin menurun. Untuk itu dibutuhkan bahan bakar alternatif, salah satunya ialah biogas. Biogas merupakan bahan bakar alternatif yang mudah untuk diproduksi dan dapat menggantikan bahan bakar fosil yang semakin lama semakin menurun. Nilai kalor yang dimiliki biogas pun cukup tinggi. Biogas dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar untuk memasak pengganti LPG yang merupakan hasil olahan dari produk samping industri petrokimia. Selain itu biogas juga dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar genset sehingga dapat menghasilkan listrik. Tidak hanya biogas yang dihasilkan yang dapat dimanfaatkan, akan tetapi buangan dari keluaran digester pun dapat dimanfaatkan sebagai pupuk organik cair maupun padat.

Nilon

Nilon merupakan polimer sintetik (buatan). Salah satu bahan baku pembuatan nilon sebenarnya diambil dari minyak bumi. Nilon dibuat dari rangkaian unit yang ditautkan dengan ikatan peptida atau ikatan amida yang biasanya disebut dengan poliamida. Nilon merupakan serat sintetik pertama yang seluruhnya terbuat dari bahan anorganik. Elemen-elemen ini merupakan monomer yang memiliki berat molekular yang rendah, yang selanjutnya akan direaksikan kembali untuk membentuk rantai polimer yang panjang. Nilon ini merupakan contoh poliamida buatan. Dimana, poliamida merupakan polimer yang terdiri dari monomer amida yang tergabung dengan ikatan peptida. Sebenarnya, poliamida ini dapat terbentuk secara alami maupun secara buatan.

Poliamida biasanya digunakan dalam industri tekstil, otomotif, karpet serta pakaian olahraga karena poliamida ini memiliki sifat kuat dan daya tahan yang lama. Poliamida merupakan hasil reaksi antara senyawa diamina dan dikarboksilat, dimana senyawa yang pertama kali digunakan dalam pembuatan poliamida tersebut adalah heksametilendiamina dan asam adipat. Dari hasil reaksi tersebut dihasilkanlah serat yang disebut dengan nilon 6.6. Dalam penamaan jenis nilon, angka dibelakang nama nilon merupakan jumlah atom karbon penyusun dari senyawa karboksilat dan senyawa aminanya. Adapun nilon 6.10 merupakan hasil reaksi antara asam sebasat dan heksametilendiamina. Poliamida mengandung gugus amida yakni nitrogen trivalent yang berikatan dengan gugus karboksil.

Nilon merupakan polimer yang memiliki kekuatan yang cukup baik jika dibandingkan dengan polimer yang lain. Nilon juga memiliki elastisitas yang tinggi, tidak mudah mengalami kerusakan, tahan akan minyak dan lemak. Nilon tidak mudah mengalami peregangan apabila ditarik dan dicuci. Nilon biasanya digunakan untuk baju renang, hal ini dikarenakan daya serap nilon yang rendah terhadap air. Akan tetapi disamping keunggulan tersebut nilon memiliki kelemahan. Nilon akan dapat terdegradasi bila terpapar sinar ultraviolet.

Teknologi Pemurnian Biogas

Biogas yang memiliki kemurnian yang tinggi sangat diinginkan karena berpengaruh terhadap nilai kalor yang dihasilkannya. Hal ini memicu untuk dilakukannya proses pemurnian terhadap pengotor biogas sehingga didapat biogas dengan kemurnian yang tinggi. Pemurnian biogas menggunakan teknologi tertentu bergantung pada tujuan penggunaan dan komposisi biogasnya (Lastella, Testa, Cornacchia, Notornicole, Voltasio, & I, 2002). Kandungan terbesar yang terdapat dalam biogas ialah CH_4 dan CO_2 . Agar biogas dapat dimanfaatkan secara maksimal, CO_2 harus dipisahkan dari campuran tersebut. Pemilihan metode yang cocok untuk pemisahan CO_2 dari campurannya tergantung pada beberapa parameter, yaitu: konsentrasi CO_2 di aliran umpan, sifat alami komponen umpan, tekanan dan temperatur (Noverri, 2007). Metode pemurnian biogas (CO_2 removal) ada beberapa, antara lain: absorpsi, adsorpsi, pemisahan dengan membran *cryogenic* dan konversi kimia menjadi senyawa lain (Kapdi, 2005). Absorpsi biogas adalah metode pemisahan gas tertentu dari campuran gas-gas dengan cara pemindahan massa ke dalam suatu *liquid*. Proses absorpsi ini

dilakukan dengan cara mengontakkan gas yang akan diserap dengan *liquid* sebagai absorbentnya. Absorbent yang digunakan harus memiliki kelarutan yang tinggi terhadap gas yang akan diserap. Absorpsi baik digunakan pada kondisi tekanan tinggi dan suhu yang rendah karena dapat meningkatkan kelarutan gas dalam absorbent. Absorpsi dapat dibedakan menjadi 2 jenis, yaitu absorpsi fisika yang disebabkan oleh gaya Van Der Waals dan absorpsi kimia yang menyebabkan terjadinya reaksi antara zat yang diserap dan absorbent. Besar kecilnya absorpsi dipengaruhi oleh macam absorbent, macam zat yang terabsorpsi, konsentrasi absorbent dan zat, luas permukaan, temperatur dan tekanan zat yang terabsorpsi. Proses adsorpsi permukaan zat padat melibatkan transfer zat terlarut dalam gas menuju ke permukaan zat padat, melekat pada permukaan padatan (zat penyerap) sehingga membentuk suatu lapisan tipis atau film. Proses transfer tersebut digerakkan oleh gaya *Van der wall*. Pada peristiwa ini akan terjadi proses penggumpalan partikel atau zat terlarut (*soluble*) yang ada dalam fluida pada permukaan zat penyerap yang disebabkan adanya suatu ikatan kimia fisika antara zat terlarut dengan penyerapnya. Materi atau partikel yang diadsorpsi disebut adsorbat, sedangkan zat pengadsorpsi disebut adsorbent. Metode pemisahan *cryogenic* ialah metode yang berlangsung pada temperatur rendah melibatkan campuran gas yang terkondensasi menggunakan kondensasi fraksional dan destilasi. Pada prosesnya, biogas yang akan dipisahkan dari pengotornya ditekan hingga mencapai 80 bar. Kompresi dilakukan menggunakan *intercooler multistage*. Agar tidak terjadi pembekuan selama proses *cryogenic*, biogas yang telah diberi tekanan harus dikeringkan. Setelah proses tersebut, biogas didinginkan oleh *chiller* dan *heat exchanger* hingga -45°C , CO_2 yang terkondensasi dihilangkan di dalam *separator*. CO_2 keluaran separator diproses lagi untuk mendapatkan CH_4 terlarut yang akan di *recovery* menuju inlet gas. Kemurnian biogas yang didapat dari metode ini mencapai 97 %. Pemisahan dengan metode membran membutuhkan selektifitas dan permeabilitas yang tinggi agar hasil yang didapatkan maksimal. Biogas yang akan dimurnikan dilewatkan melalui lapisan tipis membran dengan ukuran pori $< 1 \mu\text{m}$. Hal yang mempengaruhi pada proses pemisahan menggunakan membran ini ialah tekanan, *flow rate*, dan ukuran pori. Setiap komponen biogas yang melewati membran akan dikendalikan oleh perbedaan tekanan parsial pada membran dan

permeabilitas tiap komponen yang akan melewati membran. Untuk mendapatkan kemurnian biogas yang tinggi, dibutuhkan selektifitas dan permeabilitas yang tinggi dari komponen terhadap membrane. Membran padat dapat disusun dari polimer selulosa asetat yang mempunyai permeabilitas untuk CO_2 dan H_2S mencapai 20 dan 60 kali berturut-turut lebih tinggi dibanding permeabilitas CH_4 . Tekanan yang dibutuhkan pada proses pemisahan dengan membran ini mencapai 25-40 bar. Metode konversi CO_2 seperti hidrogenasi katalitik guna menghasilkan alkohol telah banyak dikembangkan. CO_2 biasanya diubah menjadi senyawa yang bermanfaat seperti olefin ringan atau hidrokarbon cair, metanol, dan senyawa alkohol lainnya, dimetil eter, LPG, etilen, dan propilen. Konversi CO_2 ini memerlukan bantuan dari katalis. Katalis yang digunakan harus memiliki kereaktifan dan kestabilan terhadap reaksi reversibel (*Reverse Water-Gas Shift*, RWGS) dan reaksi Fischer-Tropsch. Kedua reaksi tersebut berjalan secara bergantian.

Metana

Metana merupakan senyawa kimia dengan rumus kimia CH_4 . Termasuk ke dalam senyawa hidrokarbon yang paling sederhana yang berfase gas dalam keadaan standar. Metana adalah salah satu senyawa alkana dan merupakan komponen utama yang ada pada gas alam. Metana apabila berada pada suhu ruangan akan lebih ringan jika dibandingkan dengan udara. Keberadaan metana di alam cukup berlimpah sehingga metana sangat berpotensi untuk dijadikan bahan bakar alternatif. Akan tetapi, metana pada suhu dan tekanan normal berfase gas sehingga sulit untuk diambil dari sumbernya. Oleh karena itu, biasanya metana diambil dalam jumlah yang besar dengan menggunakan pipa dalam bentuk gas alam, atau juga dapat dibuat dalam bentuk CNG. Pada suhu ruangan dan tekanan standar, metana merupakan gas yang tidak berbau dan juga tidak berwarna. Metana apabila dalam bentuk gas, hanya akan terbakar apabila konsentrasinya di udara mencapai sekitar 5-15%. Metana merupakan salah satu bahan bakar yang penting dalam rangka pembangkitan listrik, dimana metana akan dibakar di dalam gas turbin atau pada pemanas uap. Gas karbondioksida yang dihasilkan dari pembakaran metana ini lebih sedikit jika dibandingkan dengan pembakaran bahan bakar fosil lainnya. Dalam bentuk gas yang terkompresi, metana biasanya digunakan untuk bahan bakar kendaraan. Penggunaan metana sebagai bahan bakar lebih ramah lingkungan jika dibandingkan dengan bahan bakar fosil

seperti bensin dan solar. Metanogenesis merupakan cara terbentuknya metana di alam. Metanogenesis merupakan suatu proses yang memiliki beberapa tahapan proses, dimana proses tersebut membutuhkan beberapa jenis mikroorganisme yang dibutuhkan sebagai sumber energi. Pada tahapan akhir proses metanogenesis, dibutuhkan katalis berupa enzim, yaitu enzim metil-koenzim M reduktase. Metanogenesis juga merupakan respirasi anaerob yang digunakan oleh organisme yang biasanya berada pada tempat pembuangan akhir, hewan pemamah biak, dan juga rayap. Dalam perindustrian, biasanya metana diproduksi melalui proses dehidrogenasi karbon dioksida dalam proses yang disebut dengan proses *sabatier*. Dalam proses *Fischer-Tropsch* metana juga merupakan produk samping hidrogenasi karbon monoksida. Teknologi ini biasanya digunakan untuk memproduksi molekul yang memiliki rantai yang lebih panjang dibandingkan dengan metana. Metana juga dapat didapatkan dari biogas yang dihasilkan melalui proses fermentasi substansi organik, misalnya saja dari limbah cair, pupuk kandang, tempat pembuangan sampah, dimana terjadi pada keadaan anaerob (tanpa oksigen).

Karbondioksida

Karbon dioksida atau biasa juga disebut dengan zat asam arang merupakan sejenis senyawa kimia yang memiliki dua atom oksigen yang terikat secara kovalen dengan sebuah atom karbon. Karbon dioksida adalah senyawa yang mengandung dua ikatan rangkap berbentuk linier dengan sifat tidak berwarna dan berbau. Karbon dioksida ini akan berbentuk gas dalam keadaan temperatur dan tekanan standar. Konsentrasi rata-rata karbon dioksida di bumi sekitar 387 ppm per volume. Karbon dioksida ini merupakan salah satu gas rumah kaca yang mampu menyerap gelombang infra merah dengan kuat.

Karbon dioksida memiliki kelarutan di dalam banyak bahan polimer. CO_2 yang larut dalam serat polimer akan memberikan efek pengembangan pada serat. Pengembangan tersebut mengakibatkan rantai-rantai molekul di dalam struktur polimer saling menjauh satu sama lain, terutama di bagian amorf, sehingga mobilitasnya pun meningkat dan memungkinkan untuk tersusun kembali dalam suatu susunan yang lebih teratur dan rapat.

Pengembangan atau efek plastisasi ini disebabkan oleh adanya interaksi antara pusat-pusat reaksi dalam struktur polimer. Polimer biasanya memiliki gugus fungsional yang aktif sehingga ketika gugus tersebut bertemu dengan

suatu senyawa atau molekul masih dapat untuk berinteraksi. Karbondioksida merupakan senyawa yang agresif sehingga mudah untuk berinteraksi dengan polimer. Kelarutan yang dimiliki oleh karbondioksida terhadap polimer memungkinkan molekul agresif karbondioksida berinteraksi dengan polimer untuk meningkatkan pergerakan beberapa bagian rantai polimer yang menyebabkan perubahan dalam volume bebas (*free volume*) dan distribusi gas, sehingga terjadi fenomena plastisasi. Karbondioksida bereaksi dengan natrium hidroksida membentuk natrium karbonat (Vogel, 1985). Karbondioksida merupakan zat yang tak berwarna, tak berbau, tak berasa, sedikit larut dalam air, dan mudah diserap oleh larutan basa kuat. Dua ikatan rangkap pada molekul karbondioksida memiliki bentuk linear. Ia tidak bersifat dipol. Senyawa ini tidak begitu reaktif dan tidak mudah terbakar.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Bahan yang digunakan adalah Kotoran sapi, air, kain nilon, pipa PVC diameter 3/4 inci. Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah digester volume 2000 liter, selang diameter 0,5 inci, *housing filter*, *gas valve*, *venoject* 5 ml, *sprit* 12 ml, kompresor, flow meter, manometer.

Pembuatan Biogas

Masukkan bahan baku berupa kotoran sapi dan air ke dalam fermentor dengan perbandingan antara kotoran sapi dan air adalah 1:1. Setelah itu, aduk hingga tercampur secara merata, hindari kotoran-kotoran yang masih menggumpal. Lalu, fermentasikan bahan baku selama kurang lebih 4 minggu hingga terbentuk biogas.

Proses Purifikasi Biogas

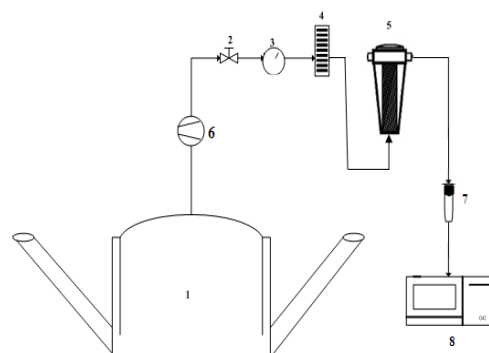
Ambil sampel awal, *outlet* biogas keluaran dari digester dan masukkan ke dalam tempat penyimpanan sampel biogas, dalam hal ini digunakan *venoject* 5 ml. Kemudian tampung biogas yang sudah jadi dalam ban penampung untuk dialirkan ke rangkaian alat purifikasi biogas menggunakan kain nilon. Kemudian, atur laju alir biogas menuju nilon yang telah diletakkan dalam *housing*. Alirkan biogas selama 5 menit. Ambil *sample outlet* biogas yang telah melalui kain nilon mesh 200, 300 dan 500 dengan laju alir 1 L/menit dan masukkan ke dalam tempat penyimpanan sampel biogas. Ulangi prosedur di atas untuk laju alir 2 L/menit dan 3 L/menit pada masing-masing ukuran mesh yang telah disediakan.

Analisa Sampel

Ukur kadar metana dan karbondioksida dari masing-masing *sample*, sampel biogas awal dan sampel biogas sesudah dilakukan purifikasi menggunakan *Gas Chromatography* (GC). Analisa komposisi biogas akan dilakukan di Balai Penelitian Lingkungan Pertanian, Pati, Jawa Tengah menggunakan alat *Gas Chromatography* (GC) sehingga diketahui komposisi biogas yaitu komposisi gas CH₄ dan gas CO₂. Prosedur analisa sebagai berikut:

- 1) Sampel biogas dimasukkan ke dalam *sampling bulb*
- 2) *Sampling bulb* dihubungkan dengan selang *injector* dan kemudian *gas injector* dihidupkan
- 3) Tombol *carrier* ditekan untuk memulai proses pemisahan gas
- 4) *Decoder* dihidupkan dan tunggu beberapa saat, maka data hasil analisa sampel biogas akan dicetak oleh *decoder*.

Secara skematis rangkaian alat purifikasi biogas adalah sebagai berikut:



Gambar 1. Skema Rangkaian Alat Purifikasi Biogas

Keterangan :

1. Digester biogas
2. Gas valve
3. Manometer
4. Flowmeter
5. Housing + Gulungan kain nilon
6. Kompresor
7. Venoject
8. Gas Chromatography

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penggunaan bahan bakar yang berasal dari biomassa sudah banyak dilirik pada zaman sekarang ini. Salah satunya yang mudah untuk diproduksi ialah biogas yang mengandung gas metana. Akan tetapi penggunaan biogas masih sangat minim dan biogas yang diproduksi juga masih mengandung banyak sekali pengotor yang dapat menghambat proses pembakaran sehingga nilai kalornya berkurang. Untuk itu, peneliti melakukan penelitian untuk

meningkatkan persentase metana yang ada dalam biogas dengan cara purifikasi biogas menggunakan kain nilon.

Kain nilon memiliki ukuran penyaring (mesh) yang berbeda-beda. Dalam penelitian kali ini, peneliti menggunakan kain nilon dengan mesh 200, 300, dan 500. Variasi mesh kain nilon ini bertujuan untuk mengetahui ukuran penyaring yang paling baik dalam peningkatan persentase metana biogas. Penggunaan kain nilon ini berfungsi sebagai lapisan serat yang akan memfilter antara CH₄ dan pengotornya dalam hal ini karbondioksida (CO₂) berdasarkan ukuran molekul, kepolaran, kelarutan, dan difusivitas dari masing-masing senyawa.

Selain variasi dari ukuran penyaring kain nilon, laju alir biogas pun divariasikan yaitu 1 L/menit, 2 L/menit, dan 3 L/menit. Variasi laju alir ini akan memberikan pengaruh terhadap peningkatan rasio CH₄/CO₂ pada biogas. Laju alir akan berpengaruh terhadap waktu kontak antara *feed gas* dengan kain nilon yang dipasang di dalam *housing*. Sampel-sampel hasil dari penelitian ini dianalisa menggunakan *Gas Chromatography* yang dilakukan di Balai Penelitian Lingkungan Pertanian, Pati, Jawa Tengah. Data hasil analisa yang didapatkan rasio CH₄/CO₂ sebesar 0,55.

Tabel 2. Hasil Pengujian Kandungan Biogas Sesudah Purifikasi

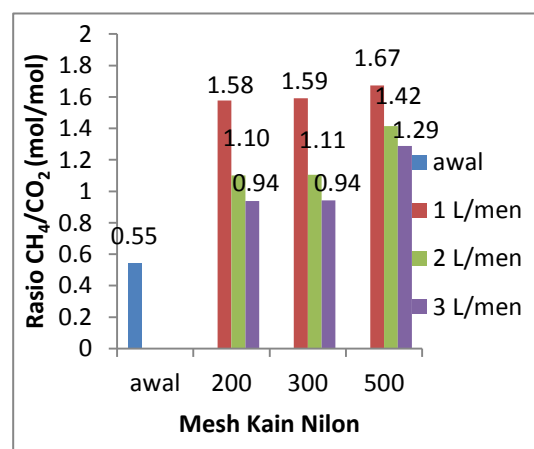
Laju Alir (L/menit)	Rasio CH ₄ /CO ₂ (mol/mol)		
	Ukuran Penyaring (Mesh)		
	200	300	500
1	1,58	1,59	1,67
2	1,10	1,11	1,42
3	0,94	0,94	1,29

Hasil analisa yang didapatkan berupa rasio CH₄/CO₂. CH₄ dan CO₂ tersebut merupakan penyusun utama dalam biogas, sedangkan penyusun lain seperti gas N₂, H₂, CO dan H₂S hanya sedikit. Sehingga, tidak dilakukan pengujian pada gas-gas tersebut yang terdapat

dalam biogas. Pada penelitian ini, yang menjadi fokus dari peneliti adalah penurunan kadar CO₂ dalam biogas. CO₂ dapat menjadi penghambat laju pembakaran sehingga menurunkan nilai kalor dari biogas.

1.1. Pengaruh Ukuran Penyaring (Mesh) Kain Nilon terhadap Rasio CH₄/ CO₂ dalam Biogas

Ukuran penyaring (Mesh) kain nilon memberikan pengaruh terhadap proses purifikasi. Dengan mesh yang berbeda, aliran biogas yang melewati kain nilon akan menghasilkan persentase kemurnian yang berbeda. Pada proses pemisahannya, kain nilon yang memiliki mesh yang lebih kecil akan lebih mudah dilewati oleh gas disebabkan jarak antar pori yang lebih besar. Ukuran molekul CO₂ yang lebih besar akan tertahan pada permukaan kain nilon, sedangkan CH₄ yang memiliki ukuran molekul yang lebih kecil akan menembus nilon. Untuk mengkaji pengaruh mesh kain nilon terhadap rasio CH₄/CO₂, peneliti melakukan proses purifikasi dengan memvariasikan mesh kain nilon dan laju alir biogas. Pengaruh dari mesh kain nilon ini terhadap rasio CH₄/CO₂ yang dihasilkan setelah proses purifikasi ditunjukkan pada grafik 4.1.



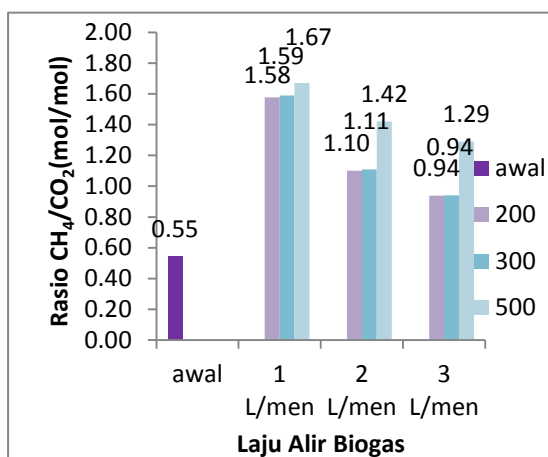
Gambar 2. Pengaruh Mesh Kain Nilon terhadap Rasio CH₄ / CO₂ dalam Biogas

Dari data dan Grafik 4.1. yang didapatkan, terlihat bahwa persentase gas CH₄ mengalami kenaikan seiring dengan semakin besarnya ukuran mesh kain nilon yang digunakan. Pada penelitian ini didapatkan rasio CH₄/CO₂ yang paling tinggi dihasilkan pada penggunaan mesh kain nilon 500 mesh dengan laju alir 1 L/menit yakni sebesar 1,67. Dengan semakin besarnya ukuran penyaring mesh kain nilon, maka semakin kecil pori yang akan dilewati oleh gas-

gas tersebut. Gas CH₄ memiliki ukuran molekul yang lebih kecil, sehingga ketika dilewatkan melalui kain nilon, gas CH₄ akan bebas melewati pori dari kain nilon. Sedangkan gas CO₂ yang memiliki ukuran molekul yang lebih besar terhadap kain nilon akan tertahan pada kain nilon. Terjebaknya gas CO₂ karena berdifusi dan memiliki kelarutan terhadap polimer menyebabkan menurunnya kadar gas CO₂ pada aliran *output* biogas pada proses purifikasi.

1.2. Pengaruh Laju Alir Biogas terhadap Rasio CH₄/CO₂ dalam Biogas

Laju alir biogas berhubungan dengan waktu kontak yang terjadi antara aliran *feed* biogas dengan kain nilon sebagai filter pada proses purifikasi. Digunakan 3 variasi untuk variabel laju alir ini yaitu, 1 L/menit, 2 L/menit, dan 3 L/menit. Untuk mengetahui pengaruh dari masing-masing laju alir, maka dilakukan penelitian dengan hasil yang diperoleh dapat dilihat pada grafik 4.2.



Gambar 3. Pengaruh Laju Alir Biogas terhadap Rasio CH₄/CO₂

Dapat dilihat dari grafik 4.2. bahwa laju alir biogas memberikan pengaruh terhadap rasio CH₄/CO₂ yang terkandung dalam biogas. Berdasarkan grafik pada laju alir 1 L/menit, didapatkan rasio CH₄/CO₂ yang paling besar yaitu 1,67. Dari data tersebut dapat dikatakan bahwa laju alir yang semakin besar akan menghasilkan rasio CH₄/CO₂ semakin kecil. Dengan laju alir 1 L/menit menghasilkan rasio CH₄/CO₂ yang paling tinggi yaitu sebesar 1,67. Hal ini membuktikan bahwa laju alir mempengaruhi proses purifikasi pada penelitian ini.

Laju alir biogas yang semakin besar akan mengakibatkan waktu kontak yang semakin

sedikit. Sehingga gas CH₄ yang melewati kain nilon semakin sedikit pula. Dengan sedikitnya gas CH₄ yang melewati kain nilon, maka kemurnian biogas yang diperoleh akan semakin kecil. Akibat kontak yang terjadi semakin sedikit, CO₂ yang tertahan pada kain nilon semakin sedikit.

Dari hasil penelitian ini dapat ditarik kesimpulan secara keseluruhan bahwa filter nilon dapat digunakan untuk mempurifikasi biogas. Hal ini ditandai dengan rasio CH₄/CO₂ setelah purifikasi lebih besar dari rasio CH₄/CO₂ sebelum purifikasi. Rasio CH₄/CO₂ yang paling besar didapat dengan menggunakan kain nilon 500 mesh dengan laju alir 1 L/menit sebesar 1,67.

4. KESIMPULAN

- 1) Kain nilon dapat digunakan sebagai filter untuk meningkatkan rasio CH₄/CO₂ dalam biogas.
- 2) Mesh kain nilon yang memberikan efisiensi paling besar pada peningkatan rasio CH₄/CO₂ ialah kain nilon ukuran 500 mesh.
- 3) Semakin besar laju alir biogas, maka semakin sedikit peningkatan rasio CH₄/CO₂.
- 4) Rasio CH₄/CO₂ tertinggi pada penelitian ini diperoleh pada proses purifikasi menggunakan kain nilon dengan ukuran 500 mesh dan laju alir 1 L/menit sebesar 1,67.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, S. 2013. "Manfaat Biogas". 4 Mei 2016. Online: <https://www.scribd.com/user/10966693/Sugeng-Abdullah>.
- Chmielewski, et al. 2013. Membrane Enrichment of Biogas from Two-Stage Pilot Plant Using Agricultural Waste as A Substrate. *Biomass and Bioenergy* 2013; 58: 219-228.
- Hakim, M. 2012. "Biogas". 4 Mei 2016. Online: <http://manoelhakim.wordpress.com/2012>
- Hambali, E, S. Mujdalipah, A. H. Tambunan, A. W. Pattiwiri dan R. Hendroko. 2007. *Teknologi Bioenergi*, Agro Media Pustaka, pp. 53.
- Kapdi, S.S, V.K. Vijay, S.K. Rajesh and R.Prasad, *Biogas Scrubbing, Compression and Storage: Perspective and Prospectus in Indian Context*, Renewable Energy, 2005, vol. 30, pp. 1196 – 1199.
- Lastella, G., C. Testa, G. Cornacchia, M. Notornicole, F. Voltasio and V. K. Sharma, *Anaerobic Digestion of Semi-*

- Solid Organic Waste: biogas production and its purification Energy Conversion and management, Vol 43, Issue I, 2002, pp. 63 – 75.
- Lin, Wen-Hui, T. T. Chung, Gas Permeability, Diffusivity, Solubility, and Aging Characteristics of 6FDA-Durene Polyimide Membranes, *Journal of Membrane Science*, 2001, vol. 183, pp. 183 – 193.
- Muryanto, J. Pramono, dkk. 2006. *Biogas, Energi Alternatif Ramah Lingkungan*. Cetakan 1. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Jawa Tengah, Ungaran.
- Noverri, Prayudi. 2007. *Aplikasi Membran Kontaktor untuk Pemisahan CO₂*.
- Perry, R. H. 1997. *Perry's Chemical Engineers' Handbook*, 7th Edition, Mc Graw Hill Companies Inc., New York, 1997, pp. table 2-1 & 2-2.
- Price, E.C and Cheremisinoff, P.N.1981. *Biogas Production and Utilization*. Ann Arbor Science Publishers, Inc .United States of America.
- Wahono, S.K., H. Julendra, A. Febrisiantoso. 2009. Peningkatan Performa Biogas Melalui Teknologi Pemurnian Metana di Upt Kapitan Meo, Kabupaten Belu – Nusa Tenggara Timur. Prosiding Semnas 2009 "Pengembangan Teknologi Berbasis Bahan Baku Lokal". UPT BPPTK – LIPI, Yogyakarta.
- Yamliha, A., B. D. Argo, W. A. Nugroho. 2013. Pengaruh Ukuran Zeolite terhadap Penyerapan Karbondioksida (CO₂) pada Aliran Biogas. *Jurnal Bioproses Komoditas Tropis*, Vol. 1, No. 2. Jurusan Keteknikan Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Brawijaya, Malang.