



PENGURANGAN KANDUNGAN CO₂ DAN H₂S DALAM BIOGAS MENGGUNAKAN KARBON AKTIF SEKAM PADI

Effect of CO₂ and H₂S content in biogas using activated rice husk charcoal

L.M. Basri, H.S. Tira, Y.A. Padang

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Mataram, Jl. Majapahit no. 62, Mataram, NTB, 83125, Indonesia. HP. 085237796031

*E-mail: lalumuslimanbasri@gmail.com

ARTICLE INFO

Article History:

Received

Accepted

Available online

Keywords:

Biogas

Purification

Renewable Energy

Rice husk charcoal



ABSTRACT

Energy is a necessity that is needed by humans for their survival. Energy sources that are widely used at this time are fossil fuels, where their availability is dwindling. Therefore, the use of alternative energy sources that are renewable and environmentally friendly is an option. One alternative energy source that can be used is biogas. Biogas quality needs to be improved through biogas purification using the adsorption method. Biogas purification using rice husk activated charcoal adsorption method is very easy and cheap to do. This study focused on the ability of rice husk charcoal without activation and activation as an adsorbent in biogas purification. The rice husk charcoal used was activated chemically using Ca(OH)₂ and physics at temperatures of 200, 400 and 600°C. The rice husk charcoal which had the best adsorption ability was activated rice husk charcoal at 600°C with a value of 81.84%. Then rice husk charcoal was activated at 200°C which had the lowest adsorption capacity with an absorption capacity of 53.72%.

Dinamika Teknik Mesin, Vol. 6, No. 2 Januari 2023, p. ISSN: 2088-088X, e. ISSN: 2502-1729

1. PENDAHULUAN

Energi merupakan kebutuhan yang sangat dibutuhkan oleh manusia untuk keberlangsungan hidupnya. Sumber energi yang banyak digunakan pada saat ini ialah sumber energi yang berbahan bakar Fosil. Dilihat dari tahun ke tahun perkembangan sumber energi dari bahan bakar fosil ini semakin menipis dikarenakan bahan bakar fosil tidak dapat diperbaharui. Adapun ketersediaan sumber energi utama dunia atau bahan bakar minyak dalam 10 tahun lagi bisa diperkirakan akan kehabisan stok dan dalam 30 tahun salah satu pilihan pemerintah dengan menyediakan sumber energi gas untuk menanggulangi masalah krisis energi melalui program konversi minyak tanah ke gas juga diperkirakan akan habis. Oleh karena itu, pemanfaatan sumber-sumber energi alternatif yang terbarukan dan ramah lingkungan menjadi pilihan (Prayugi dkk., 2015).

Pemurnian biogas dilakukan dengan berbagai metode. Metode yang dikembangkan dalam praktik industri pemisahan CO₂ yaitu penyerapan (fisik - purisol, selexol, rectisol, penggosok air; bahan kimia - pelarut MEA, DEA, MDEA), adsorpsi (adsorpsi swing pressure, TSA), permeasi (tekanan tinggi dan membran tekanan rendah) dan lainnya (pendekatan kriogenika dan biologis) (Niesner dkk., 2013). Pemurnian biogas menggunakan metode

adsorpsi arang aktif sangat mudah dan murah untuk dilakukan sehingga masyarakat awam mudah untuk melakukannya.

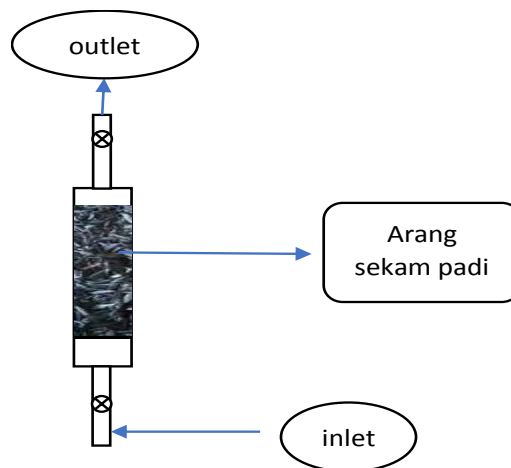
Sekam padi merupakan limbah pertanian yang banyak dibuang oleh masyarakat. Untuk pemanfaatan limbah sekam padi dapat dilakukan dengan cara mengubah sekam padi menjadi arang aktif. Sekam padi yang telah diubah menjadi arang aktif dapat dimanfaatkan untuk berbagai keperluan salah satunya adalah sebagai adsorben untuk pemurnian biogas.

Suhu aktivasi merupakan suatu faktor yang dapat berpengaruh terhadap kemampuan adsorben dalam menyerap kandungan tertentu dalam adsorbat. Belum adanya yang meneliti tentang pengaruh suhu aktivasi arang sekam padi khususnya dalam penggunaan pemurnian biogas membuat penulis tertarik untuk melakukan penelitian tentang pengurangan kandungan CO₂ dan H₂S dalam biogas menggunakan arang aktif sekam padi.

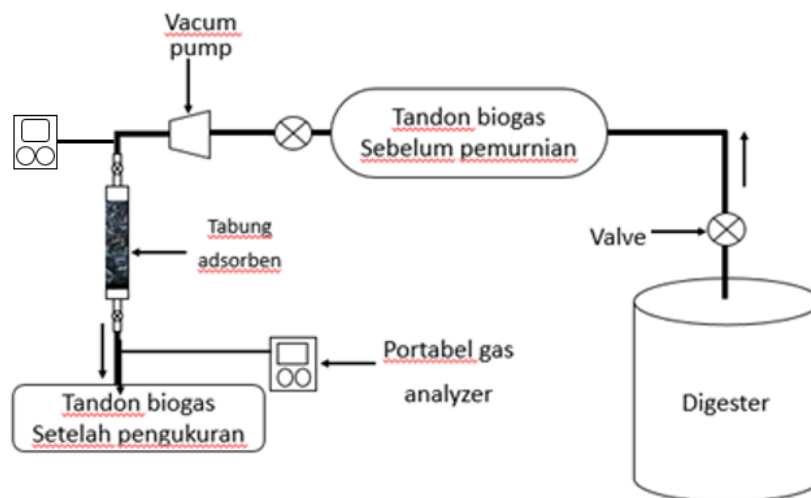
2. METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di Laboratorium Energi Baru dan Terbarukan Fakultas Teknik Universitas Mataram. Dalam penelitian ini digunakan dua metode, yaitu studi eksperimen dengan melakukan pengujian dan penelitian secara langsung dilapangan untuk mendapatkan data-data pada objek penelitian

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah digester biogas, tabung reaksi, katup, selang, *Biogas Analyzer*, gas holder penampung keluaran biogas, flow meter biogas, oven, stopwatch, alat uji SEM-EDX, FTIR, uji L-PSA.



Gambar 1. Rangkaian Tabung adsorben



Gambar 2. Rangkaian alat pengujian pemurnian biogas

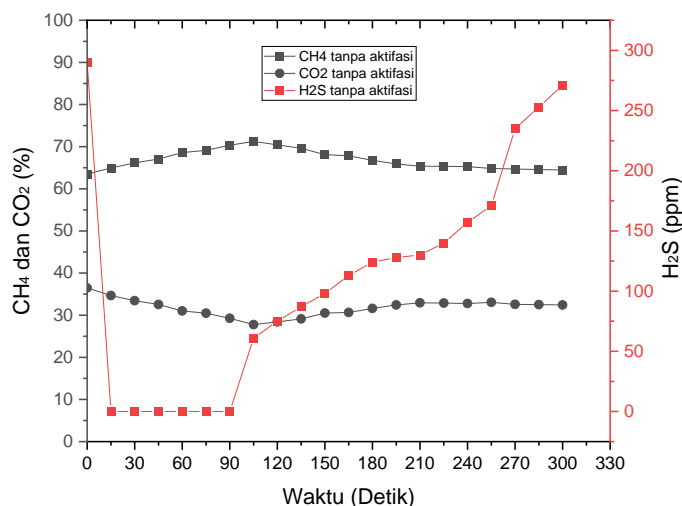
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan sesuai dengan metodologi yang ditentukan didapatkan hasil yaitu persentase kandungan CH₄, CO₂, dan H₂S dalam biogas. Selain data kandungan biogas didapatkan pula hasil pengujian SEM dan EDX, FTIR dan PSA pada karbon aktif arang sekam padi. Selanjutnya data hasil pengujian tersebut disajikan baik dalam grafik yang kemudian akan dilakukan analisis data dan pembahasan sehingga bisa ditarik kesimpulan sesuai dengan rumusan masalah yang telah ditetapkan.

Pengujian	CH ₄ (%)	CO ₂ (%)	H ₂ S (ppm)
1	63,48	36,49	287
2	63,46	36,51	290
3	63,60	36,37	293
Rata-rata	63,51	36,46	290

Tabel 1. Data awal biogas

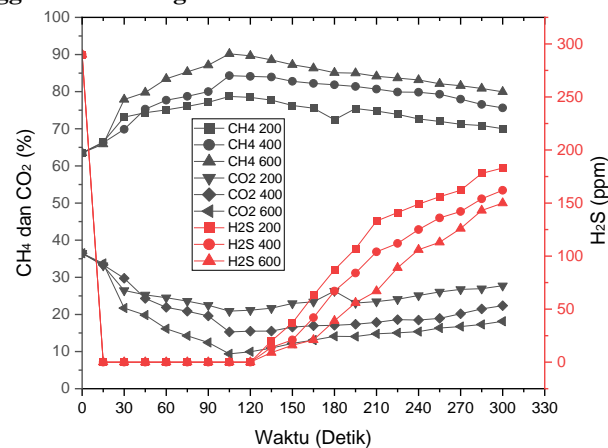
3.1 Pemurnian Biogas Menggunakan Arang Sekam Padi Tanpa Aktivasi



Gambar 3. Hasil pemurnian biogas menggunakan arang sekam padi tanpa aktivasi

Pada gambar 4.1 terlihat bahwa arang sekam padi tanpa aktivasi memiliki kemampuan untuk menyerap kadar CO₂ dan H₂S dalam biogas. Pada detik awal menunjukkan persentase CH₄ sebesar 63,51 % dan pada detik ke 105 menunjukkan nilai tertinggi persentase CH₄ yakni 71,24 % kemudian perlahan menurun sampai 64,45 %, sedangkan untuk CO₂ pada detik awal menurun sampai detik ke 105 sebesar 27,75 % kemudian perlahan naik dan pada detik akhir konsentrasi yang didapatkan sebesar 32,44 %. Sedangkan kandungan H₂S dapat ditahan pada kondisi 0 ppm hingga detik ke 90 kemudian perlahan naik sampai 271 ppm. Peningkatan kualitas biogas menggunakan arang sekam padi tanpa aktivasi hanya dapat menaikkan persentase CH₄ sampai persentase 71,24 %, hasil tersebut belum maksimal dikarenakan pada pori-pori arang sekam padi masih terdapat zat-zat pengotor akibat proses pengarangan sehingga menyebabkan kemampuan untuk menyerap CO₂ kurang maksimal. Sebagaimana Ambarwati, dkk (2019) menyatakan "arang terbentuk melalui proses pemanasan pada suhu tinggi untuk menghilangkan kadar air sehingga menghasilkan 85%-95% karbon, akan tetapi masih terdapat senyawa organik lain yang menutupi sebagian pori-pori pada permukaan arang". Selain itu Mody lempang (2014) menyatakan "arang memiliki keaktifan yang rendah dikarenakan keberadaan zat zat pengotor pada permukaan arang yang masih menutupi pori-porinya, sedangkan pada permukaan arang aktif pori-porinya telah terbuka dan permukaannya semakin luas sehingga memiliki daya serap tinggi, maka untuk meningkatkan daya serap arang dilakukan proses aktivasi untuk mengubah arang menjadi arang aktif".

3.2 Pemurnian Biogas Menggunakan Arang Sekam Padi Diaktivasi Fisika



Gambar 4. Hasil pemurnian biogas menggunakan arang sekam padi diaktivasi fisika 200, 400, dan 600 °C

Pada gambar 4.2 dapat dilihat bahwa persentase CH₄ dalam biogas mengalami peningkatan. Pada pemurnian menggunakan arang sekam padi diaktivasi suhu 200°C mendapatkan persentase CH₄ maksimal sebesar 78,70% kemudian mengalami penurunan sampai 70,04%. Pada pemurnian menggunakan arang sekam padi diaktivasi suhu 400°C mendapatkan persentase CH₄ maksimal sebesar 84,30% kemudian mengalami penurunan sampai 75,63%. Pada pemurnian menggunakan arang sekam padi diaktivasi suhu 600°C mendapatkan persentase CH₄ maksimal sebesar 90,20% kemudian mengalami penurunan sampai 79,96%. Dari gambar 4.2 diperoleh bahwa persentase CH₄ akan semakin meningkat seiring menurunnya kadar CO₂ dan H₂S. Peningkatan kandungan gas CH₄ disebabkan oleh terserapnya gas CO₂ dan H₂S yang terkandung dalam biogas, ini dapat dilihat dari diameter pori-pori arang aktif menjadi lebih kecil setelah dilakukan proses adsorpsi. Pada saat proses adsorpsi terjadi gas H₂S akan terurai menjadi 2 atom H dan satu atom S. Timbulnya kandungan H₂ yang diperoleh dari proses penguraian H₂S akan menyebabkan terjadinya reaksi kimia dengan atom CO₂ sehingga menghasilkan gas CH₄. Proses ini disebut dengan reaksi metanogen hidrogenotrofik yaitu proses untuk menghasilkan gas CH₄ melalui reaksi kimia antara gas CO₂ sebagai sumber karbon dengan gas H₂ sebagai reduktor (Dienullah, 2017). Hasil dari reaksi tersebut mengakibatkan nilai kalor biogas menjadi lebih tinggi yang dapat dilihat dari semakin besar persentase CH₄ yang didapatkan.

Peningkatan kemampuan adsorpsi arang sekam padi disebabkan oleh aktivasi secara fisika dan kimia. Aktivasi secara fisika dilakukan untuk menghilangkan kadar air dan meningkatkan luas pori-pori arang sekam padi yang dilakukan dengan pemanasan pada suhu 200, 400, dan 600°C selama 4 jam. Seiring dengan peningkatan suhu, pengotor - pengotor yang semula terdapat pada bagian pori dan menutupi pori, ikut terlepas atau teruapkan sehingga memperluas permukaan karbon aktif. Semakin besar luas permukaan karbon aktif maka semakin besar kemampuan adsorpsi karbon aktif (Laos dkk., 2016). Sedangkan aktivasi kimia dilakukan dengan perendaman pada larutan Ca(OH)₂ selama 24 jam. Arang aktif memiliki struktur amorphous atau mikrokristalin yang dengan perlakuan khusus dapat memiliki luas permukaan dalam yang sangat besar antara 300-2000 m²/gram. Sifat adsorpsinya yang selektif, tergantung pada besar atau volume pori-pori dan luas permukaan. Daya serap arang aktif sangat besar, yaitu 25-100% terhadap berat arang aktif (Verlina, 2014).

4. KESIMPULAN

Larutan Ca(OH)₂ sebagai aktivator arang sekam padi terbukti mempengaruhi proses pemurnian biogas dibuktikan dengan berkurangnya kadar H₂S dan CO₂ dalam kandungan biogas. Arang sekam padi yang memiliki kemampuan adsorpsi paling baik adalah arang sekam padi yang teraktivasi 600°C yang nilainya mencapai 81,84 %. Kemudian arang sekam padi diaktivasi 200°C yang memiliki kemampuan adsorpsi paling rendah dengan kemampuan penyerapan sebesar 53,72 %. Hasil pengujian FTIR (*Fourier Transform Infra-Red*) menunjukkan bahwa pada arang sekam terbentuk gugus fungsi gugus O-H, C=C aromatic, C=O dan C-O. Hasil pengujian L-PSA (*Laser Particle Size Analyzer*) menunjukkan bahwa ukuran diameter rata-rata arang sekam padi diaktivasi 600°C lebih kecil dari arang sekam padi tanpa perlakuan namun jumlah pori-pori arang sekam padi diaktivasi 600°C lebih banyak dari arang sekam padi tanpa aktivasi.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis pada kesempatan ini mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu baik berupa materi maupun pikiran sehingga penelitian dan paper ini dapat terselesaikan. Yang kedua penulis

mengucapkan terimakasih kepada Jurusan Teknik Mesin Universitas Mataram atas fasilitas yang diberikan untuk digunakan sehingga penelitian dan paper ini dapat diselesaikan.

DAFTAR NOTASI

°C	: Derajat celcius
CH ₄	: Metana
CO ₂	: Karbondioksida
H ₂ S	: Asam sulfida (m ²)
L	: liter
NaOH	: Natrium hidroksida
ppm	: part per million

DAFTAR PUSTAKA

- Ambarwati, Y., Nella P. Syarifah, L.Urip Widodo, 2019. Pemanfaatan Limbah Batang Ubi Kayu Sebagai Arang Aktif Serta Pengaruh Aktivator Hcl Dan Waktu Aktivasi Terhadap Mutu Arang Aktif, *Journal of Industrial Engineering and Management*. Vol. 14, No. 02.
- Dienullah, M., Tira, H.S., dan Padang, Y.A., 2017, *Pemurnian Biogas Dengan Sistem Berlapis Menggunakan Fe₂O₃, Zeolit Sintetik dan Zeolit Alam*, Jurusan Teknik Mesin Universitas Mataram: Mataram.
- Laos, L.E., Masturi., Yulianti, I., 2016, Pengaruh Suhu Aktivasi Terhadap Daya Serap Karbon Aktif Kulit Kemiri, *E-Journal Prosiding Seminar Nasional Fisika* Vol.5.
- Lemgang, M., 2014, Pembuatan dan Kegunaan Arang Aktif, *Info Teknis EBONI*, Vol. 11 No. 2 Hal. 65-70.
- Niesner, J., Jecha, D., Stehl, P., 2013. *Biogas Upgrading Technologies : State of Art Review in European Region*, in: *Chemical Engineering Transactions*. pp. 517–522.
- Prayugi, G.E., Sumarlan, S.H., Yulianingsih, R., 2015, *Pemurnian Biogas Dengan Sistem Pengembunan Dan Penyaringan Menggunakan Beberapa Bahan Media*, *Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis Dan Biosstem* Vol. 3 No. 1, Hal. 7-14.
- Verlina, W., O., V., 2014, Potensi Arang Aktif Tempurung Kelapa Sebagai Adsorben Emisi Gas CO, NO dan NO_x Pada Kendaraan Bermotor, Jurusan Kimia Universitas Hasanuddin, Makassar.