

Pengaruh Variasi Suhu Aktivasi Pada Proses *Steam Activation* Pembuatan Karbon Aktif Terhadap Massa Penyimpanan Biogas

I Kadek Sepi Suriantara, Hendra Wijaksana, dan Made Sucipta*

Program Studi Teknik Mesin Universitas Udayana, Bukit, Jimbaran Bali

Abstrak

Sistem Pertanian Terintegrasi atau lebih dikenal dengan Simantri adalah sistem pertanian yang menghasilkan biogas dan selama ini hanya digunakan pada lokasi digester atau tempat produksinya itu sendiri karena jarak simantri yang jauh dari masyarakat. Biogas bisa dimanfaatkan oleh penduduk untuk memasak tetapi dengan penyimpanan kantong plastik yang kapasitasnya hanya sedikit dan terbatas maka ada teknologi ANG (*Adsorbed Natural Gas*) yang dapat menyimpan kapasitas biogas lebih banyak. Metode yang dilakukan yaitu adsorpsi biogas pada tekanan penyimpanan 100 psi dengan 70 gram karbon aktif bambu petung sebagai adsorbennya yang di karbonisasi dengan suhu 625°C, dan karbon aktif di variasikan dengan suhu aktivasi 525°C, 575°C dan 675°C dengan menggunakan *steam* aktivasi dan menggunakan laju alir massa air 0,050 kg/s dan menggunakan ukuran mesh 34-45. Hasil penelitian dalam penyimpanan biogas didapatkan penyerapan massa tertinggi terjadi pada variasi suhu aktivasi 675°C yang mampu menyimpan 35,9 gram biogas. Kemudian untuk pengujian kadar biogas menunjukkan kadar metana tertinggi dan karbon dioksida terendah terjadi pada variasi suhu 525°C dengan berat yang mampu menyimpan 28,9 gram.

Kata kunci: bambu petung, biogas, ANG, karbon aktif, suhu aktivasi

Abstract

The Integrated Agricultural System or better known as Simantri is an agricultural system that produces biogas and so far it has only been used at the digester location or the production site itself because the simantri are far from the community. Biogas can be used by residents for cooking, but with the storage of plastic bags with only a small capacity and limited capacity, there is ANG (*Adsorbed Natural Gas*) technology that can store more biogas capacity. The method used is the adsorption of biogas at a storage pressure of 100 psi with 70 grams of bamboo petung activated carbon as the adsorbent, which is carbonization at a temperature of 625°C, and the activated carbon was varied with the activation at 525°C, 575°C and 675°C using *steam* activation and using a mass flow rate of 0.050 kg(s) of water and using a mesh size of 34-45. The results of the research in biogas storage showed that the highest mass absorption occurred at the activation temperature variation of 675°C which was able to store 35.9 grams of biogas. Then for testing biogas levels, the highest levels of methane and the lowest carbon dioxide occurred at a temperature variation of 525°C with a weight capable of storing 28.9 grams.

Keywords: petung bamboo, biogas, ANG, activated carbon, activation temperature

1. Pendahuluan

Sistem Pertanian Terintegrasi atau lebih dikenal dengan Simantri adalah sistem pertanian yang menghasilkan biogas dan selama ini hanya digunakan pada lokasi digester atau tempat produksinya itu sendiri karena jarak simantri yang jauh dari masyarakat walaupun sebagian dari biogas bisa dimanfaatkan oleh penduduk untuk memasak tetapi dengan penyimpanan kantong plastik yang kapasitasnya hanya sedikit dan terbatas maka ada teknologi ANG (*Adsorbed Natural Gas*) yang dapat menyimpan kapasitas biogas lebih banyak. Teknologi ini adalah tempat atau wadah untuk menyimpan biogas yang dapat diisi material berongga dengan luas permukaan yang besar dibandingkan volumenya yaitu salah satunya adalah karbon aktif yang dapat digunakan sebagai pengikat gas untuk penyimpanan lebih banyak.

Pembuatan karbon aktif dengan aktivasi ada dua cara yaitu kimia dan fisika. Aktivasi Kimia merupakan proses organik menggunakan pemakaian bahan-bahan kimia. Bahan-bahan kimia yang digunakan seperti hidroksida logam alkali, garam-garam karbonat, klorida. Sedangkan dengan Aktivasi Fisika, biasanya arang dipanaskan didalam furnace pada temperatur tertentu. Dan juga bisa menggunakan sistem *steam*. Bila suhu air naik sampai 300°C, hingga mengeluarkan uap air atau *steam* merupakan wujud air atau gas. Sifat molekul uap air dalam berbeda sifat molekul air dalam wujud cair. Jarak antar molekul uap menjadi lebih jauh dan kecepatan gerak molekul menjadi lebih besar dari pada molekul air pada proses *steam* aktivasi ini memiliki dua proses yaitu proses karbonisasi dan aktivasi. Pada proses aktivasi pengaruh suhu akan memiliki karakteristik yang berbeda pula.

Beberapa batasan masalah yang di terapkan pada penelitian ini yaitu Pada penelitian ini komposisi biogas yang digunakan diasumsi sama dan kondisi lingkungan selama pengujian diasumsikan sama.

2. Dasar Teori

2.1 Biogas

Pengembangan teknologi untuk menghasilkan biogas dari bahan organik, diperlukan suatu alat yang disebut digester biogas/biodigester yang berfungsi berdasarkan prinsip membuat reservoir bahan organik dalam kondisi anaerobik. Dengan asumsi bahwa biogas ini adalah gas ideal dengan menggunakan persamaan yang ada, salah satu cairan gas yang berubah bentuk atau berubah bentuk ketika biogas mengalami tegangan geser, dapat difermentasi menjadi biogas oleh bakteri penghasil metana. Data yang diketahui berupa tekanan, suhu, dan volume dapat digunakan untuk menghitung massa yang tersimpan dalam tabung gas cair.

2.2 Steam dan Aktivasi

Steam merupakan suatu molekul air bergerak secara menetes, jarak antar karbon agak jauh, sering terjadi tumbukan nitrogen dengan uap air. Bila suhu air naik mencapai $\pm 300^{\circ}\text{C}$, dan tekanan nitrogen dijaga dengan tetap, maka air akan mendidih dan mengeluarkan uap dan diteruskan oleh nitrogen.

Aktivasi adalah perlakuan terhadap arang yang bertujuan untuk memper banyak pori yaitu dengan cara memecahkan ikatan hidrokarbon atau mengoksidasi molekul-molekul permukaan sehingga arang mengalami perubahan sifat, baik fisika maupun kimia, yaitu akan memperluas permukaan akan bertambah besar dan berpengaruh terhadap daya serap/adsorpsi [1].

2.3 Teknologi Adsorbed Natural Gas (ANG)

Penyimpanan gas alam terdiri dari tiga metode penyimpanan, adsorbed natural gas (ANG)

ANG dapat di jadikan alternatif sebagai penyimpanan gas alam yang aman dan relatif murah. Pada metode ANG, gas alam disimpan pada bahan karbon berpori, metode ANG gas alam di simpan pada kondisi tekanan yang rendah. Adsorben yang baik untuk penyimpanan gas alam adalah memiliki mikropori yang tinggi dan *packing* densitas yang tinggi. [2].

2.4 Bambu

Bambu dipilih karena potensi bambu di Indonesia masih cukup melimpah, bambu berumpun lebih renggang bewarna hijau kekuning kuningan, ukurannya lebih besar dan lebih tinggi dari jenis bambu lainnya.

Bambu merupakan bahan dasar dari pembuatan karbon aktif yang dapat dihasilkan adalah biomassa, setelah dilakukan proses karbonisasi menjadi bahan karbon aktif yaitu arang bambu. [3].

3. Metode Penelitian

3.1 Variabel Penelitian

Variabel bebas yang di gunakan yaitu temperatur aktivasi dengan variasi suhu 525°C , 575° , 675°C Dengan variabel terikatnya yaitu massa penyimpanan biogas.

3.2 Alat dan Bahan

Alat

1. Alat *steam* aktivasi.
2. Tabung penyimpanan biogas.
3. Timbangan.
4. *Plastic bag*.
5. Manifold.
6. Kompresor.
7. Pompa vakum.

Bahan

1. Bambu petung.
2. Biogas.
3. Air.
4. Nitrogen.

3.3 Pembuatan Karbon Aktif

Proses karbonisasi dilakukan dengan alat *steam* aktivasi. Bambu petung akan diterapkan proses karbonisasi dan aktivasi. Bambu petung di potong dengan ukuran $1 \times 1 \text{ cm}$ persegi dan dimasukkan ke dalam *reaktor* berbahan *black steel* dengan ketinggian *reaktor* 50 cm dan diameter 3 inch. *reaktor* kemudian dipanaskan dengan menggunakan *heater*. Setelah mencapai temperatur 675°C maka dilakukan *holding time* selama 2 jam. Adapun hasil dari karbonisasi ini adalah berupa arang.

Setelah menjadi arang, material akan melalui proses *steam* aktivasi. Pada proses *steam* aktivasi arang yang sudah diayak menjadi ukuran *mesh* 35-45 akan dimasukkan ke dalam *reaktor* kemudian dipanaskan sampai pada suhu 525°C , 575°C dan 675°C kemudian dilakukan *holding time* selama 2 jam. Dari awal pemanasan berlangsung sampai dengan proses *holding time* berakhir bahan di *inject* gas nitrogen dan di aliri uap/*steam* dengan laju alir massa air 0,050 kg/s. Adapun hasil dari proses *steam* aktivasi berupa karbon aktif.

3.4 Pengujian penyimpanan biogas

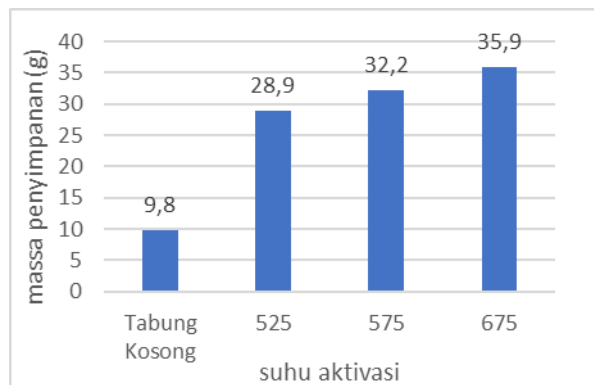
Pada penelitian ini tabung biogas di isi dengan karbon aktif 70 gram, kemudian di letakan di atas timbangan dan selanjutnya di pasang peralatan yang di gunakan untuk memasukan dan mengeluarkan biogas. Selanjutnya di lakukan pemakuman tabung penyimpanan biogas sampai mencapai -30 Psi. Posisi penunjuk massa pada timbangan di atur menjadi 0. Lalu hidupkan kompresor untuk memasukan biogas hingga mencapai tekanan 100 Psi. Tutup katup kompresor kemudian catat massa biogas yang tersimpan pada tabung penyimpanan biogas. Selanjutnya buka katup untuk mengeluarkan biogas hingga tekanan kembali menunjukkan 0 psi. Catat sisa

biogas yang tertinggal dalam tabung biogas. Selanjutnya keluarkan karbon aktif yang ada dalam tabung biogas dan bersihkan karbon aktif hingga tidak ada karbon aktif yang tersisa dalam tabung biogas. Pengujian selanjutnya dengan variasi karbon aktif lainnya di lakukan dengan cara yang sama.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Massa Penyimpanan Biogas

Massa penyimpanan biogas diperoleh dengan memasukkan biogas ke dalam tabung penyimpanan biogas dengan panjang tabung 14,6 cm dan diameter 5,4 cm. biogas akan dimasukkan ke dalam tabung penyimpanan biogas sampai pada tekanan 100 Psi. Gambar 1 merupakan grafik yang menunjukkan *trend* suhu aktivasi karbon aktif terhadap penyimpanan biogas.



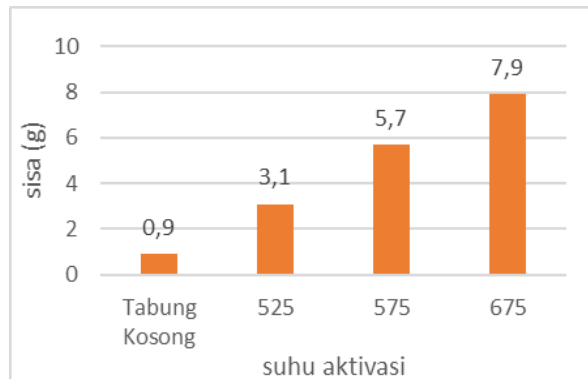
Gambar 1 Massa penyimpanan biogas pada tekanan 100 psi

Berdasarkan grafik pada Gambar 1 terlihat peningkatan jumlah massa biogas berbanding lurus dengan nilai suhu aktivasi karbon aktif bambu petung. Tabung kosong tanpa menggunakan adsorben berupa karbon aktif bambu petung mampu menyimpan biogas seberat 9,8 gram. Pada variasi penyimpanan biogas dengan variasi suhu aktivasi 525°C mampu menyimpan biogas seberat 28,9 gram. Penyimpanan biogas dengan suhu aktivasi 575°C mampu menyimpan biogas seberat 32,2 gram. Penyimpanan biogas dengan variasi suhu aktivasi 675°C mampu menyimpan biogas sebanyak 35,9 gram.

Pengaruh suhu aktivasi pada karbon aktif semakin tinggi suhu aktivasi maka daya serap adsorben juga semakin meningkat. Pada suhu 525°C, 575°C dan 675°C bilangan iodin cenderung meningkat seiring dengan bertambahnya lama aktivasi. maka pori-pori adsorben semakin banyak terbuka sehingga meningkatkan daya serap adsorben dan Semakin meningkatnya suhu, kototan-kotoran yang menutup pori akan ikut terlepas sehingga memperluas permukaan adsorben [4].

4.2 Sisa Biogas di Tabung

Massa sisa diperoleh dengan dengan mengukur massa akhir tabung pada saat mengeluarkan biogas dari tabung penyimpanan biogas sampai pada tekanan 0 Psi. Gambar 2 merupakan grafik yang menunjukkan *trend* saat biogas dikeluarkan hingga tekanan 0 Psi.



Gambar 2 Massa sisa penyimpanan biogas

Sisa biogas pada tabung kosong tanpa karbon aktif bambu petung 0,9gram dan pada variasi suhu aktivasi 525°C dengan sisa biogas yaitu 3,1 gram. Sisa pada suhu aktivasi 575°C dengan sisa biogas 5,7gram dan pada suhu aktivasi 675°C dengan sisa biogas 7,9gram. Sisa dalam tabung ini disebabkan oleh biogas yang tidak sepenuhnya keluar dari tabung penyimpanan biogas.

5. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan didapatkan data dan analisa penelitian dengan tiga variasi suhu aktivasi karbon bambu petung. Dengan demikian dapat ditarik kesimpulan yaitu:

- Penyimpanan biogas menggunakan karbon aktif bambu petung sebagai adsorben mampu menyimpan lebih banyak biogas dibanding dengan penyimpanan tanpa karbon aktif.
- Massa penyimpanan biogas bertambah seiring dengan bertambahnya suhu aktivasi karbon aktif

Daftar Pustaka

- [1] Wang, X. Li, D. Yang B. Li, W. (2012), Textural Characteristics of Coconut Shell-Based Activated Carbons With Steam Activation, *Advanced Materials Research* 608-609, pp. 366-373.
- [2] Negara, D.N.K.P., Nindhia, T. G. T, Surata, I.W., Hidayat, F., Sucipta, M., (2020), Textural Characteristics of Activated Carbons Derived from Tabah Bamboo Manufactured by Using H₃PO₄ Chemical Activatio, *Materials Today: Proceedings* 22, pp. 148-155.

- [3] Sucipta, M., Negara, D.N.K.P., Nindhia, T.G.T, dan Surata, I.W., (2017), Characteristics of Ampel bamboo as a biomass energy source potential in Bali, *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, Vol. 201, pp. 012032.
- [4] Pandia, S. Sitorus. R, (2016), Penentuan Bilangan Iodin Adsorben Kulit Jengkol Dan Aplikasinya Dalam Penyerapan Logam Pb (II) Pada Limbah Cair Industri Pelapisan Logam, *Jurnal Teknik Kimia*, Vol. 5, No. 4, pp. 8–14.



I Kadek Sepi Suriantara telah menyelesaikan Pendidikan S1 Teknik Mesin di Universitas Udayana dari tahun 2018 hingga 2022.