

# Studi Experimental Pembuatan Karbon Aktif Dengan Variasi Laju Alir Massa Air Terhadap Massa Penyimpanan Biogas

I Nengah Mardika, Hendra Wijaksana, dan Made Sucipta  
Program Studi Teknik Mesin Universitas Udayana, Bukit, Jimbaran Bali

---

## Abstrak

Sistem Pertanian Terintegrasi merupakan sebuah program Pemerintah Provinsi Bali yang mengintegrasikan kegiatan peternakan dan pertanian untuk perkembangan masyarakat di desa. Kegiatan simantri bertujuan untuk meningkatkan jumlah populasi ternak, luas pertanian, dan kualitas hasil dari produk yang dihasilkan, Biogas yang dihasilkan dari limbah kotoran sapi dari simantri dapat dimanfaatkan dalam keperluan lingkungan rumah tangga dan masyarakat. Penggunaan biogas untuk masyarakat luas belum optimal karena keterbatasan pengolahan biogas. Pada penelitian ini diharapkan dapat mengetahui potensi pemanfaatan bambu menjadi adsorben sebagai media penyimpanan biogas dengan sistem ANG (Adsorbed Natural Gas). Metode yang dilakukan yaitu adsorpsi biogas pada tekanan penyimpanan 100 psi dengan berat karbon aktif bambu 70gram sebagai adsorbennya, karbon aktif dengan ukuran mesh 35-45 pada temperatur karbonisasi dan steam aktivasi 625°C dengan variasi laju alir massa air 0,025 kg/s, 0,075 kg/s dan 0,1 kg/s. Hasil penelitian dalam penyimpanan biogas didapatkan penyerapan massa biogas tertinggi terjadi pada variasi laju alir massa air 0,1 kg/s yang mampu menyimpan 38,2gram biogas pada tekanan 100 Psi.

**Kata kunci:** bambu, biogas, ANG, karbon aktif, laju alir massa air

## Abstract

The Integrated Agricultural System is a program of the Bali Provincial Government that integrates livestock and agricultural activities for community development in the village. Simantri activities aim to increase the number of livestock populations, agricultural area, and the quality of the products produced. Biogas produced from cow dung waste from Simantri can be used for household and community purposes. The use of biogas for the wider community has not been optimal due to the limitations of biogas processing. In this study, it is expected to find out the potential for using bamboo as an adsorbent as a biogas storage medium with the ANG (Adsorption Natural Gas) system. The method used is the adsorption of biogas at a storage pressure of 100 psi with a weight of 70gram bamboo activated carbon as the adsorbent, activated carbon with a mesh size of 35-45 at carbonization and with steam activation temperature of 625°C with variations in the water mass flow rate of 0.025 kg/s, 0.075 kg/s and 0, 1 kg/s. The results of the research in biogas storage showed that the highest mass absorption occurred at 0.1 kg/s water mass flow rate variation which was able to store 38.2 grams of biogas at a pressure of 100 Psi.

**Keywords:** bamboo, biogas, ANG, Carbon Active, water mass flow rate

---

## 1 Pendahuluan

Simantri atau Sistem Pertanian Terintegrasi merupakan sebuah program Pemerintah Provinsi Bali yang mengintegrasikan kegiatan peternakan dan pertanian yang jauh dari rumah penduduk. Pengelolaan limbah padat dilakukan pada peternakan sapi yakni pengolahan biogas. Pada saat ini masih dilakukan pengklasifikasian berdasarkan peternakan yang pengolahan biogasnya masih beroperasi. Simantri memiliki tujuan untuk membantu meningkatkan ekonomi pedesaan, dan mensejahterakan masyarakat terutama peternak serta membantu meningkatkan sektor pertanian yang ada di Bali agar semakin meningkat. Dalam menjalankan program simantri maka perlu adanya komponen penting yaitu sapi bali, dimana dengan adanya kotoran sapi maka akan bisa dibentuk biogas yang

dapat digunakan oleh masyarakat. Dalam kegiatan sehari-hari biogas dapat digunakan dalam keperluan lingkungan rumah tangga dan masyarakat. Oleh karena dilakukannya penelitian itu bertujuan untuk mengetahui potensi pemanfaatan bambu serta mengetahui karakteristik massa penyimpanan biogas yang dapat diberikan oleh biopori karbon aktif bambu menggunakan sistem ANG. Dalam penelitian ini ada beberapa yang harus dikaji yaitu bagaimana karakteristik penyimpanan biogas menggunakan karbon aktif bambu dengan variasi laju alir massa air karbon aktif.

Beberapa batasan masalah yang di terapkan pada penelitian ini yaitu: Penelitian ini berfokus selama pengujian pada saat pembuatan karbon aktif dan

berfokus pada komposisi biogas yang digunakan diasumsi sama.

## 2 Dasar Teori

### 2.1 Biogas

Biogas merupakan salah satu energi alternatif yang banyak digunakan oleh masyarakat. Biogas yang dihasilkan dari limbah kotoran sapi dari simantri dapat dimanfaatkan dalam keperluan lingkungan rumah tangga dan masyarakat terutama di daerah pedesaan. Penggunaan biogas untuk masyarakat luas belum optimal karena keterbatasan pengolahan biogas dari Simantri. Pengolahan biogas dari kotoran ternak dikembangkan dengan cara fermentasi anaerob yaitu proses penguraian atau dekomposisi komponen penyusun bahan organik [1].

### 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 [2].

Aktivasi adalah menambah atau mengembangkan volume pori dan memperbesar diameter pori yang telah terbentuk pada proses karbonisasi serta untuk membuat beberapa pori baru sehingga luas permukaan akan bertambah besar dan berpengaruh terhadap daya serap/adsorpsi [3].

### 2.3 Bambu

Bambu merupakan bahan dasar dari pembuatan karbon aktif yang dapat dihasilkan dari biomassa, setelah dilakukan proses karbonisasi menjadi bahan karbon aktif yaitu arang bambu. Biomassa merupakan bahan yang dapat diperoleh dari tanaman baik secara langsung maupun tidak langsung dan dimanfaatkan sebagai energi atau bahan dalam jumlah yang besar. Tujuan memilih bahan dasar bambu karena banyak penduduk sekitar yang membudidayakan dan pertumbuhannya sangat cepat [4].

## 3 Metode Penelitian

### 3.1 Variabel Penelitian

Variabel bebas pada penelitian ini yaitu variasi laju alir massa air  $0,025\text{ kg/s}$ ,  $0,075\text{ kg/s}$ ,  $0,1\text{ kg/s}$  dan variabel terikatnya adalah massa penyimpanan biogas.

### 3.2 Alat dan Bahan

#### Alat

1. Alat *Steam Activator*
2. Tabung penyimpanan biogas
3. Timbangan digital
4. *Plastic bag*
5. Manifold
6. Kompresor

7. Pompa vakum

#### Bahan

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

### 3.3 Pembuatan Karbon Aktif

Proses karbonisasi dilakukan dengan alat *Steam Activator*. Bambu akan dipanaskan dengan proses karbonisasi dan *steam* aktivasi. Dimana bambu akan dimasukkan ke dalam reaktor berbahan pipa *black steel* dengan ketinggian reaktor 50 cm dan diameter 3inch. Reaktor kemudian dipanaskan dengan menggunakan *heater*. Setelah mencapai temperatur  $625^{\circ}\text{C}$  maka dilakukan *holding time* selama 2jam. 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 dengan ukuran *mesh* 35-45 akan dimasukkan ke dalam reaktor kemudian dipanaskan sampai pada temperatur  $625^{\circ}\text{C}$  dengan variasi laju alir massa air  $0,025\text{ kg/s}$ ,  $0,075\text{ kg/s}$  dan  $0,1\text{ kg/s}$  kemudian dilakukan *holding time* selama 2jam. Dari awal pemanasan berlangsung sampai dengan proses *holding time* berakhir, bahan dialiri uap/*steam* dan gas nitrogen. Adapun hasil dari proses *steam* aktivasi berupa karbon aktif.

### 3.4 Pengujian massa penyimpanan biogas

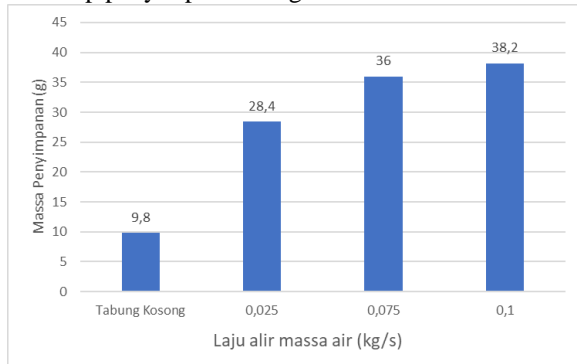
Pada penelitian ini tabung biogas diisi dengan karbon aktif seberat 70 gram, kemudian di letakkan diatas timbangan. Selanjutnya dipasang peralatan yang digunakan untuk memasukkan dan mengeluarkan biogas. Selanjutnya dilakukan pemakuman sampai tekanannya mencapai -30 Psi. Posisi penunjuk massa pada timbangan diatur menjadi 0. Hidupkan kompresor untuk memasukkan biogas hingga mencapai tekanan sebesar 100 Psi. Tutup katup kompresor kemudian catat massa biogas yang tersimpan pada tabung penyimpanan biogas. Selanjutnya buka katup pengeluaran biogas hingga tekanan kembali menunjukkan 0 Psi. Catat sisa massa biogas yang tertinggal dalam tabung penyimpanan biogas. Selanjutnya keluarkan karbon aktif yang ada dalam tabung dan bagian dalam tabung dibersihkan kembali sehingga tidak ada karbon aktif yang tersisa. Pengujian variasi karbon aktif lainnya dilakukan 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* karbon aktif dengan variasi laju alir massa air terhadap penyimpanan biogas.



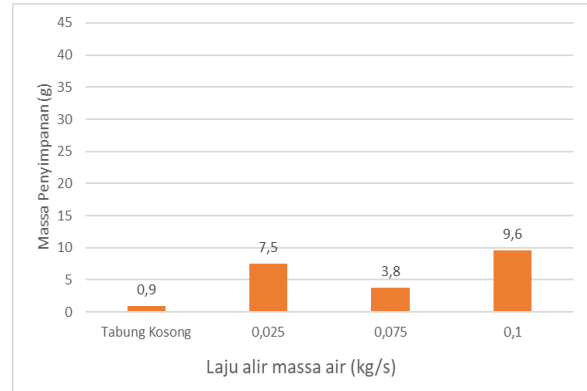
**Gambar 1** Massa penyimpanan biogas pada tekanan 100 Psi

Berdasarkan grafik pada Gambar 1 terlihat peningkatan jumlah massa biogas berbanding lurus dengan nilai karbon aktif bambu dengan variasi laju alir massa air. Tabung kosong tanpa menggunakan adsorber berupa karbon aktif bambu hingga tekanan 100 psi mampu menyimpan biogas seberat 9,8 gram. Pada variasi penyimpanan biogas dengan variasi laju alir massa air 0,025  $kg/s$  hingga 100 Psi mampu menyimpan biogas seberat 28,4 gram. Penyimpanan biogas dengan variasi laju alir massa air 0,075  $kg/s$  hingga tekanan 100 psi mampu menyimpan biogas seberat 36,0 gram. Penyimpanan biogas dengan variasi laju alir massa air 0,1  $kg/s$  mampu menyimpan biogas sebanyak 38,2 gram.

Pengaruh laju alir massa air terhadap penyimpanan biogas berpengaruh pada proses *steam* aktivasi. Perlakuan laju alir massa air pada proses *steam* aktivasi karbon menyebabkan semakin banyak laju alir massa air akan semakin banyak membuka pori pada karbon aktif [5].

#### 4.2 Sisa Biogas di Tabung

Massa sisa diperoleh dengan cara 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. Sisa biogas tertinggi terjadi pada variasi laju alir massa air 0,1  $kg/s$  dengan sisa yang dihasilkan yaitu 9,6 gram. Sisa dalam tabung ini disebabkan oleh biogas yang tidak sepenuhnya keluar dari tabung penyimpanan biogas.



**Gambar 2** Massa sisa penyimpanan biogas

## 5 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan didapatkan data dan analisa penelitian karbon aktif bambu dengan tiga variasi laju alir massa air. Dengan demikian dapat ditarik kesimpulan yaitu:

- Penyimpanan biogas menggunakan karbon aktif bambu sebagai adsorben mampu menyimpan lebih banyak biogas dibanding dengan penyimpanan tanpa karbon aktif atau tabung kosong.
- Massa penyimpanan biogas bertambah seiring dengan bertambahnya laju alir massa air.

## Daftar Pustaka

- [1] Mustikawati, I. (2019), Manfaat Biogas Sebagai Bahan Bakar Alternatif Bagi Rumah Tangga. *Majalah Ilmiah Pelita Ilmu* 2 (2), pp. 27–34.
- [2] 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.
- [3] Pandia, S. Sitorus, R. (2017), Penentuan Bilangan Iodin Adsorben Kulit Jengkol Dan Aplikasinya Dalam Penyerapan Logam Pb (II) Pada Limbah Cair Industri Pelapisan Logam. *Jurnal Teknik Kimia* 5 (4), pp. 8–14.
- [4] Sucipta, M. Negara, D.N.K.P. Nindhia, T.G.T. Surata, I.W. (2017), Characteristics of Ampel Bamboo As a Biomass Energy Source Potencial in Bali. *IOP Conference Series Materials Science and Engineering* 201, pp. 012032.
- [5] Tumimomor, F. Maddu, A. Pari, G. (2017), Pemanfaatan Karbon Aktif Dari Bambu Sebagai Elektroda Superkapasitor. *Jurnal Ilmiah Sains* 17 (1), 73-79.



I Nengah Mardika telah menyelesaikan Pendidikan S1 Teknik Mesin di Universitas Udayana dari tahun 2018 hingga 2022