

## PEMANFAATAN LIMBAH CANGKAN TIRAM UNTUK MEMURNIKAN BIOGAS DARI PENGOTOR KARBON DIOKSIDA

T.G.T. Nindhia<sup>1</sup>, I.W. Surata<sup>2</sup>, dan R. Antara<sup>3</sup>

### ABSTRAK

Untuk alasan kesehatan dan lingkungan, banyak limbah peternakan sekarang ini sudah diproses melalui digester anaerobic. Namun demikian biogas yang dihasilkan perlu untuk dimurnikan lebih lanjut. Salah satu pengotor yang banyak ditemukan dalam biogas adalah gas karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) yang cukup rumit untuk dipisahkan dari biogas. Beberapa cara dan produk komersial yang ada sekarang ini cukup rumit dan memakan biaya yang besar. Untuk itu perlu dikembangkan cara yang sederhana untuk memurnikannya dengan biaya yang terjangkau sehingga dapat berupa teknologi tepat guna di masyarakat. Limbah kulit tiram dari Restoran makanan laut (*seafood restaurant*) di sekitar Jimbaran, Bali dikumpulkan untuk selanjutnya dibakar sampai membara dan dijadikan kapur padam dan selanjutnya dibentuk menjadi pelet butiran kecil dan dikeraskan dengan cara dijemur sampai setengah kering dalam plastik transparan untuk mencegah reaksi dengan CO<sub>2</sub> dari udara dan selanjutnya digunakan untuk memurnikan biogas dari pengotor Gas CO<sub>2</sub> dalam biogas. Teknik yang dikembangkan di sini dapat berfungsi dengan baik untuk memurnikan biogas dari kandungan pengotor sampai pada level maksimum yaitu tidak mengandung karbon dioksida.

**Kata kunci :** biogas, karbon dioksida, pengotor, limbah tiram

### ABSTRACT

For the reason of health, many of livestock activity in Bali already have the anaerobic digester unit for processing waste of livestock and produce fertilizer and biogas. One of the main impurity in the biogas is Carbon dioxide (CO<sub>2</sub>). that quite difficult to eliminate from the biogas. Some commercial product that available in the market recently are quite complicated and consume high cost in practical. For this reason it is needed to develop simple method to purify biogas from CO<sub>2</sub> impurity so that can be applied as appropriate technology for addressed community. In this community service was develop method of carbon dioxide removal (CDR) to purify biogas from CO<sub>2</sub> impurity. A waste of clam shell from seafood restaurant around jimbaran , Bali,Indonesia was collected for this purpose and then burn to become quicklime and after that react with water to obtain slaked lime. The slaked lime then was extruded to become half dry pellet by extrusion continued with drying in a isolated chamber to avoid reaction with CO<sub>2</sub> from the air. This technique able to reduce CO<sub>2</sub> from biogas to a optimum level so that the biogas is free from CO<sub>2</sub> impurities

**Keywords :** Biogas, Carbon dioxide, impurities, clam waste

## 1. PENDAHULUAN

---

<sup>1</sup> Staf Pengajar Jurusan Teknik Mesin Univ Udayana e-mail:nindhia@yahoo.com/tirta.nindhia@me.unud.ac.id

<sup>2</sup> Staf Pengajar Jurusan Teknik Mesin Univ Udayana e-mail:iwasura@gmail.com

<sup>3</sup> Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin Univ. Udayana

Usaha Peternakan harus memperhatikan limbah peternakan. Limbah yang berasal dari kotoran ternak harus ditangani dengan baik agar tidak menimbulkan masalah kesehatan dan lingkungan. Di Negara-negara maju limbah peternakan sudah ditangani dengan baik karena sudah diatur dalam undang-undang Negara yang bersangkutan. Di Indonesia, peraturan yang mengatur limbah peternakan belum ketat seperti apa yang telah diterapkan di negara-negara maju. Limbah ternak terkadang masih kita temui dibuang atau ditumpuk di sembarang tempat tanpa mengolah yang baik.

Salah satu cara pengolahan limbah kotoran ternak adalah dengan menggunakan teknik *anaerobic digestion*, yaitu proses untuk memecah limbah organik dengan menggunakan mikroorganisme tanpa oksigen. Proses ini menghasilkan biogas dan juga pupuk.

Biogas yang dihasilkan dari proses *anaerobic digestion* mengandung sebagian besar methane ( $\text{CH}_4$ ) sekitar 40-75%, karbon dioksida sekitar 15-60%, dan hydrogen sulfide ( $\text{H}_2\text{S}$ ) sekitar 0-0.02%. Khusus mengenai kandungan pengotor  $\text{CO}_2$  dalam biogas, pengotor ini menurunkan nilai kalor dari biogas (Ryckebosch, dkk, 2011).

Selama ini kandungan  $\text{CO}_2$  dalam biogas dihilangkan dengan beberapa cara, misalnya dengan menggunakan air sebagai absorben. Gas  $\text{CO}_2$  dipisahkan dari biogas dengan mencuci dengan air pada tekanan yang tinggi. Biogas dialirkan dari bagian bawah kolom, sedangkan air dialirkan dari bagian atas kolom agar diperoleh aliran gas dan cairan yang saling berlawanan (*gas-liquid counter flow*) (Tynell, 2005; Persson, 2003)

Metode lain untuk menghilangkan pengotor  $\text{CO}_2$  dari dalam biogas adalah dengan absorpsi secara kimia dengan menggunakan *alcohol amines*. Gas  $\text{CO}_2$  diabsorpsi dalam larutan dan bereaksi pada tekanan *quasi* atmosfer dengan bahan kimia berada dalam kolom absorpsi. Alcohol amines dapat diregenerasi dengan menggunakan uap air panas (Hagen, 2001).

Carbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ) dalam biogas juga dapat dihilangkan dengan teknik *Pressure swing adsorption* (PSA), Metode PSA menggunakan pipa kolom yang diisi dengan saringan molekul misalnya karbon aktif, silica gel, atau Zeolit. Metode ini dapat memisahkan  $\text{CO}_2$ , dan  $\text{H}_2\text{O}$  secara bersamaan dan hanya melewati  $\text{CH}_4$  dari dalam biogas. Metode ini merupakan metode berulang dimana proses adsorpsi terjadi pada tekanan tinggi dan proses desorpsi pada tekanan rendah (Andrews, 2005; Gomes dan Hassan, 2001)

Teknik Pemurnian Biogas dari pengotor  $\text{CO}_2$  seperti tersebut di atas cukup sulit untuk diterapkan bagi peternakan skala kecil di Negara berkembang seperti Indonesia. Untuk itu perlu dikembangkan teknik yang sederhana dengan biaya terjangkau sehingga merupakan teknologi tepat guna untuk bisa diterapkan di Negara berkembang. Untuk itu dalam tulisan ini diperkenalkan teknik untuk memurnikan biogas dari pengotor  $\text{CO}_2$  dengan memanfaatkan limbah cangkang tiram (*clam*) dari restoran makanan laut di sekitar pantai Jimbaran, Bali

## 2. EXPERIMENTAL

Cangkang tiram merupakan salah satu jenis dari cangkang laut (*sea shell*) yang kaya akan kandungan kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ). Limbah cangkang tiram (Gambar 1) dicuci dan dikeringkan terlebih dahulu. Cangkang tiram ini selanjutnya dibakar pada suhu di atas  $800^\circ\text{C}$ . Hasil pembakaran ini menghasilkan kapur tohor ( $\text{CaO}$ ). Kapur tohor selanjutnya disiram dengan air untuk menghasilkan kapur padam ( $\text{CaOH}$ ). Kapur padam dalam keadaan seperti bubuk selanjutnya diekstrusi menjadi pelet seperti tampak pada Gambar 2.



Gambar 1. Limbah cangkang tiram



Gambar 2. Pelet Kapur padam  $\text{Ca(OH)}_2$

Pele kapur padam yang dihasilkan selanjutnya dikeringkan sebagian (*half dry*) dalam ruang kedap udara agar tidak bereaksi dengan  $\text{CO}_2$  dari udara. Serelah setengah kering, pellet sebanyak sekitar 100 gram dimasukkan ke dalam tabung PVC dengan diameter 6 mm dan panjang sekitar 30 cm untuk diuji performansinya untuk menangkap gas  $\text{CO}_2$  dari dalam biogas. Ke dalam selanjutnya dialiri biogas dan kandungan  $\text{CO}_2$  sekitar 36% vol. biogas silarkan dengan laju 3 liter/menit. Kandungan biogas sebelum dan setelah melewati alat penyaring diukur setiap 5 liter. Selanjutnya performansi alat pemurni ini disajikan dalam bentuk grafik.

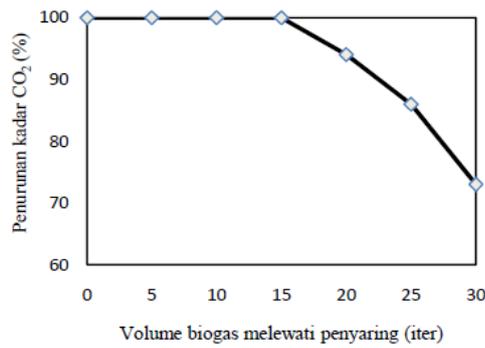
Biogas yang sudah dimurnikan selanjutnya dicoba digunakan sebagai bahan bakar dari generator listrik berbahan bakar biogas yang disiapkan khusus untuk penelitian ini

### 3. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian seperti tersaji pada Gambar 3. Alat pemurni sebanyak 100 gram dilairkan biogas dengan laju aliran 3 Liter/menit. Performansinya sangat baik sampai liter ke 15 dengan performansi mencapai 100%. Selanjutnya alat pemurni ini performansinya menurun menjadi sekitar 90% pada liter ke 20 dan demikian seterusnya menurun menjadi sekitar 80% pada liter ke 25 dan mencapai penurunan sekitar 70% pada liter ke 30

Hasil pengujian ini selanjutnya dapat digunakan sebagai perbandingan, yaitu tinggal menambah jumlah massa pelet penyaring disesuaikan dengan volume biogas yang akan disaring.

Saat cangkang tiram dibakar maka reaksi yang terjadi adalah seperti persamaan 1, dan ketika setelah dibakar disiram dengan air maka reaksi yang terjadi adalah seperti pada persamaan 2



**Gambar 3.** Hasil uji performansi alat pemurni biogas dari pengotor CO<sub>2</sub>



Reaksi antara kapur pada dan CO<sub>2</sub> dalam biogas adalah seperti persamaan 3.



Dengan demikian metode pemurnian biogas yang dikemukakan dalam penelitian ini juga memiliki kemampuan sama dengan metode pengujian lainnya baik dengan yang menggunakan metode mencuci dengan air pada tekanan yang tinggi. (Tynell, 2005; Persson,2003 ), ataupun metode absorpsi secara kimia dengan menggunakan *alcanol amines*. (Hagen, 2001), dan metode PSA (Andrews,2005; Gomes dan Hassan, 2001).

Biogas yang dihasilkan dan sudah murni dari pengotor CO<sub>2</sub> selanjutnya dicoba sebagai bahan bakar mesin generator listrik yang khusus disiapkan untuk penelitian ini (Gambar 4). Mesin dapat hidup dengan baik dan menghasilkan energi listrik.



**Gambar 4.** Genset berbahan bakar biogas

#### 4. SIMPULAN

Limbah cangkang tiram dapat digunakan sebagai bahan untuk memurnikan biogas dari pengotor gas CO<sub>2</sub>. Alat pemurni ini dapat berfungsi optimum yaitu menghilangkan secara keseluruhan pengotor CO<sub>2</sub> yang terkandung dalam biogas. Biogas yang dihasilkan sangat baik untuk bahan bakar genset listrik berbahan bakar biogas

**UCAPAN TERIMAKASIH**

Kegiatan ini dibiaya dari hibah pengabdian Iptek Bagi Masyarakat (Ibm) tahun 2016 dari Kementrian Ristek dan pendidikan Tinggi Republik Indonesia

**DAFTAR PUSTAKA**

- Andrews K. (2005) *Biomethane from Dairy Waste - A Sourcebook for the Production and Use of Renewable Natural Gas in California*, Rutledge B. California
- Hagen M, Polman E, Jensen J, Myken A, Jonsson O, Dahl A., (2001), *Adding gas from biomass to the gas grid*. 144. Swedish Gas Center; Sweden.
- Persson M. (2003), *Utvardering av uppgraderingstekniker for biogas*. Malmo , Svenskt Gastekniskt Center, Sweden.
- Ryckebosch, E., Drouillon, M., Vervaeren, H., (2011), *Techniques for transformation of biogas to biomethane* , *Biomass and bioenergy*, vol.35, pp.1633-1645
- Tynell A. (2005), *Microbial growth on pall-rings - A problem when upgrading biogas with the technique absorption with water wash*, Svenska Biogasforeningen and Swedish Gas Center, Stockholm, Sweden.