

Pemurnian Biogas Dari Gas Pengotor CO₂ Menggunakan Campuran Kalium Hidroksida Padat Dengan Sekam Padi

I Made Teguh Suputra, Tjokorda Tirta Nindhia dan Wayan Surata
Jurusan Teknik Mesin Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran Bali

Abstrak

Biogas merupakan salah satu energi terbarukan, biogas dapat dihasilkan dari kotoran ternak yang terbentuk melalui proses fermentasi oleh bakteri metanogenik dalam kondisi tanpa oksigen. Biogas mengandung metana (CH₄) karbondioksida (CO₂) dan hidrogen sulfida (H₂S). Kadar karbondioksida (CO₂) yang tinggi dapat menurunkan nilai kalor dari biogas, sehingga dibutuhkan cara untuk menurunkan kadar karbondioksida (CO₂).

Maka diperlukan pemurnian biogas dari kadar CO₂ menggunakan campuran kalium hidroksida padat dengan sekam padi pada penelitian ini. Sekam padi berfungsi untuk mengikat KOH saat bereaksi dengan CO dan memberikan aliran pada biogas.

Hasil pengujian dan analisis menunjukkan bahwa proses pemurnian dengan aliran 3 liter/menit menggunakan campuran Kalium Hidroksida padat dengan massa 100 gram dan 125 gram dan massa sekam padi 238 gram dapat memurnikan biogas 100% sampai aliran ke 30 liter.

Kata kunci: Biogas, CO₂, Kalium Hidroksida, Sekam Padi

Abstract

Biogas is a renewable energy, that can be generated from the manure that is formed through a process of fermentation by methanogenic bacteria under without oxygen. Biogas containing methane (CH₄) carbon dioxide (CO₂) and hydrogen sulfide (H₂S). Carbon dioxide levels (CO₂) can lower caloric value of biogas, so it take a way to reduce levels of carbon dioxide (CO₂).

Then needed purification of biogas from the carbon dioxide (CO₂) using mixture potassium hydroxide with rice husk in this research. Rice husk is used to bind potassium hydroxide (KOH) when reacting with carbon dioxide (CO₂) and give flow on biogas.

The test result and analysis show that the purification process with a flow of 3 liters/min using a mixture of potassium hydroxide solid with mass 100 grams and 125 grams and 238 grams of rice husk mass can purify biogas flow of 100% up to 30 liter..

Keywords: Biogas, CO₂, Potassium Hydroxide solid, rice husk

1. Pendahuluan

Biogas merupakan energi yang terbarukan proses terbentuknya biogas melalui fermentasi bahan limbah organik, seperti kotoran ternak, sampah organik dan lainnya oleh bakteri metanogenik dalam kondisi tanpa oksigen (*anaerob*)[1]. Semua aktivitas yang dilakukan oleh manusia pasti menggunakan energi, sehingga energi merupakan salah satu faktor penting untuk menunjang kehidupan manusia.

Bali memiliki potensi besar dalam perkembangan biogas terutama sejak Pemerintah Daerah Bali meluncurkan program Simantri (Sistem Pertanian Terintegrasi) untuk mengoptimalkan sistem pertanian. Kegiatan ini berpotensi pada usaha pengolahan limbah pertanian masuknya teknologi biogas pada simantri dihasilkan dari limbah kotoran sapi [2].

Kandungan biogas yaitu metana (CH₄) sebesar 55–75%, karbondioksida (CO₂) sebesar 25–45%, Nitrogen (N₂) sebesar 0–0,3%, Hidrogen (H₂) 1–5%, hidrogen sulfida (H₂S) sebesar 0–3%, oksigen (O₂) 0,1–0,5%,. Biogas memiliki nilai kalor sebesar 4800–6200 kkal/m³ dan gas metana murni memiliki nilai kalor 8900 kkal/m³ [3]. Biogas perlu dilakukan pemurnian terhadap gas pengotor untuk menghasilkan gas metana murni. Bila kadar CH₄ tinggi maka biogas

tersebut akan memiliki nilai kalor yang tinggi, sebaliknya jika kadar CO₂ yang tinggi maka akan mengakibatkan nilai kalor rendah.

Pada Penelitian ini pemurnian dilakukan menggunakan campuran kalium hidroksida dengan sekam padi. Kalium Hidroksida dengan rumus kimia KOH dapat mengurangi kadar CO₂, dengan reaksi kimia : $\text{KOH} + \text{CO}_2 \longrightarrow \text{K}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$

Dalam hal ini maka ada beberapa permasalahan yang akan dikaji, yaitu:

1. Apakah campuran kalium hidroksida padat dengan sekam padi dapat menurunkan kadar karbondioksida (CO₂) pada aliran biogas ?
2. Berapakah massa campuran kalium hidroksida padat dengan sekam padi untuk mengoptimalkan penyerapan karbondioksida (CO₂) pada aliran biogas ?

Beberapa batasan ditetapkan dalam penelitian ini meliputi:

1. Biogas yang digunakan pada penelitian ini berasal dari ternak sapi yang diambil dari satu digester pada waktu dan tempat yang sama.

2. Kecepatan aliran biogas yang digunakan 3 liter/menit.
3. Tabung pipa yang digunakan dalam penelitian ini adalah pipa PVC yang bagian dalam berdiameter 5,08 cm dengan panjang 100 cm dan pipa bagian luar berdiameter 10,16 cm dengan panjang 70 cm.
4. Kalium hidroksida yang digunakan adalah yang sudah berbentuk kristal padat yang massanya sudah di tentukan yaitu 50 gram, 75 gram, 100 gram, 125 gram dengan pencampur sekam padi sebesar 238 gram.

2. Dasar Teori

Biogas adalah gas yang dihasilkan dari limbah organik yang melalui proses fermentasi didalam wadah tanpa oksigen.

Sifat-sifat komponen gas utama tersebut dijelaskan sebagai berikut: [4]

- a. CH₄ gas yang dipertimbangkan sebagai bahan bakar yang berguna. Gas ini tidak beracun, tidak berbau, dan lebih ringan dari udara.
- b. CO₂ gas yang tidak berwarna, tidak berbau dan lebih berat dari udara. CO₂ merupakan gas yang agak beracun. Konsentrasi CO₂ yang lebih tinggi dalam biogas menghasilkan biogas dengan nilai kalor yang rendah.
- c. H₂S gas yang tidak berwarna. Karena lebih berat dari udara H₂S berbahaya pada tempat-tempat rendah. Pada konsentrasi rendah gas ini memiliki bau khusus seperti telur busuk. Pada konsentrasi tinggi, akan lebih berbahaya karena tidak berbau. Selain itu H₂S juga bersifat korosif yang dapat menyebabkan problem dalam proses pembakaran dari biogas.
- d. Uap air, walaupun merupakan hasil tidak berbahaya, akan menjadi korosif jika berkombinasi dengan NH₃, CO₂ dan khususnya H₂S dari biogas. Maksimum kandungan air dalam biogas dikembangkan karena temperatur gas. Bila biogas berair jenuh meninggalkan digester, dengan pendinginan akan menghasilkan kondensasi air.

Gas metana (CH₄) adalah gas yang tidak berwarna dan tidak berbau. Merupakan senyawa hidrokarbon dan dapat terbakar pada kadar 5% sampai dengan 15% [5].

Gas Karbondioksida (CO₂) adalah zat asam arang yang tidak berwarna, tidak berbau, dan lebih berat dari udara. CO₂ merupakan gas yang sedikit beracun. Konsentrasi CO₂ yang lebih tinggi dalam biogas menghasilkan biogas dengan nilai kalor yang rendah [5].

Kalium hidroksida merupakan senyawa basa kuat yang bernomer atom 19 pada tabel periodik. Dalam mempersiapkan kalium hidroksida, logam kalium dapat dikombinasikan dengan air untuk bereaksi hingga menghasilkan kalium hidroksida dan

hidrogen. Kalium hidroksida dihasilkan melalui reaksi kalium (K) dengan hidrogen (H₂) dan Air (H₂O) $2K + 2H_2O \rightarrow 2KOH + H_2$ senyawa ini bisa berbentuk krista padat dan larutan. Penulis di penelitian ini menggunakan jenis KOH (kalium hidroksida) berbentuk kristal padat, apabila KOH kristal padat di lewatkan karbondioksida (CO₂) akan terjadi perubahan bentuk dari padat menjadi cair.

3. Metode Penelitian

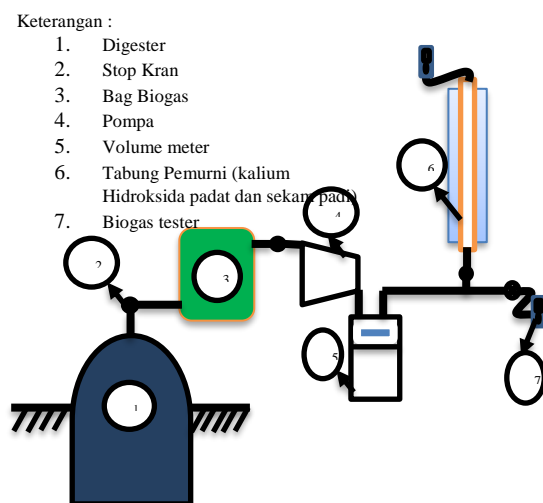
Penelitian dan Pengujian pemurnian biogas dari CO₂ menggunakan kalium hidroksida dan sekam padi.

- a) Biogas (biogas diambil pada waktu dan tempat yang sama)
- b) Kalium hidroksida (untuk menyerap CO₂ pada biogas)
- c) Sekam padi (sebagai pengikat KOH agar memberikan aliran terhadap biogas)
- d) Pipa 4 inci dan 2 inci (wadah pemurnian KOH dengan sekam padi)
- e) Biogas Multi Detector (mengetahui kadar CH₄, CO₂, dan H₂S)
- f) Timbangan Digital (menimbang KOH dan Sekam padi)
- g) Volume meter (menghitung liter gas yang melewati pemurnian)
- h) Pompa Biogas (untuk mengalirkan biogas 3 liter/menit)

Adapun langkah – langkah Pembuatan Pemurnian biogas yaitu :

1. Siapkan KOH (kalium hidroksida) padat.
2. Timbang KOH padat dengan massa 50gram, 75 gram, 100gram, 125gram
3. Timbang sekam padi dengan massa 238gram
4. Campurkan dengan sekam padi yang memang benar – benar kering
5. Setelah sekam padi tercampur masukan kedalam wadah pemurni dan jangan biarkan lama – lama terpapar udara luar

Gambar 1. Instalasi Pemurnian Biogas



Alirkan biogas menggunakan pompa biogas melalui volume meter dan selang yang menuju pemurni kalium hidroksida sesuai dengan aliran volume yang ditentukan. Catat data kandungan CO₂ pada biogas yang melewati pipa pemurni KOH dengan massa KOH 0 gram, 50 gram, 75 gram, 100 gram, dan 125 gram dengan massa sekam padi tetap 238 gram dilakukan 3 kali pengulangan dengan pengecekan di setiap liter ke 5, 10, 15, 20, 25, dan 30. Kemudian pencatatan data dilakukan selama pengujian. Alat yang digunakan untuk mengecek kandungan biogas adalah *Multi Detector Gas*.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1. Hasil Penelitian

Data hasil penelitian di catat pada saat pengukuran kadar CO₂ kemudian dirata-ratakan, dan di sajikan dalam bentuk tabel 1.

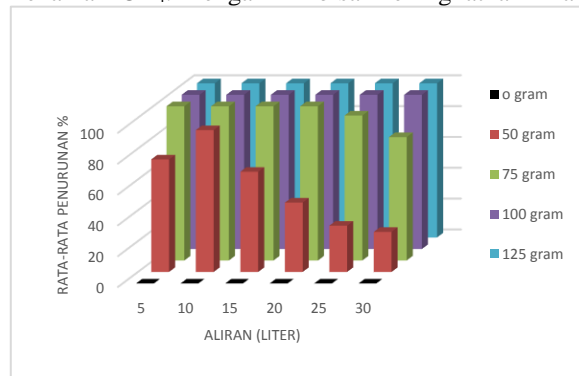
Tabel 1 Hasil Pengukuran Kadar CO₂ dan Rata – rata Persentase penurunan CO₂.

50 gram KOH 238 gram Sekam Padi					75 gram KOH 238 gram Sekam Padi						
Jumlah biogas yang dialirkan (liter)	Percobaan	CO ₂ (vol)		Persentase penurunan %	Rata-rata Penurunan %	Jumlah biogas yang dialirkan (liter)	Percobaan	CO ₂ (vol)		Persentase penurunan %	Rata-rata Penurunan %
		Sebelum	Setelah					Sebelum	Setelah		
5	I	38	16	57	73	5	I	38	0	100	100
	II	42	14	66			II	42	0	100	
	III	39	1	97			III	39	0	100	
10	I	41	1	97	92	10	I	41	0	100	100
	II	42	8	80			II	42	0	100	
	III	40	0	100			III	40	0	100	
15	I	41	14	65	65	15	I	41	0	100	100
	II	42	24	42			II	42	0	100	
	III	39	4	89			III	39	0	100	
20	I	41	22	46	45	20	I	41	0	100	100
	II	42	32	23			II	42	0	100	
	III	39	13	66			III	39	0	100	
25	I	40	31	23	30	25	I	40	7	83	94
	II	42	36	14			II	43	0	100	
	III	39	18	53			III	39	0	100	
30	I	42	27	35	26	30	I	42	12	71	80
	II	41	39	4			II	41	5	87	
	III	39	23	41			III	39	4	89	

0 gram KOH 238 gram Sekam Padi					
Jumlah biogas	Percobaan	CO ₂ (vol)		Persentase	Rata-rata
		Sebelum	Setelah		
5	I	38	38	0	0
	II	42	42	0	
	III	39	39	0	
10	I	41	41	0	0
	II	42	42	0	
	III	40	40	0	
15	I	41	41	0	0
	II	42	42	0	
	III	39	39	0	
20	I	41	41	0	0
	II	42	42	0	
	III	39	39	0	
25	I	40	40	0	0
	II	42	42	0	
	III	39	39	0	
30	I	42	42	0	0
	II	41	41	0	
	III	39	39	0	

4.2 Pembahasan

Pada penelitian ini berdasarkan perbandingan grafik dari setiap proses pemurnian biogas dengan memvariasikan massa, maka didapatkan hasil bahwa proses pemurnian menggunakan campuran kalium hidroksida dengan sekam padi dapat mengurangi kadar CO₂ dalam biogas dengan aliran 3 liter/menit. Campuran Kalium Hidroksida dengan sekam padi yang massanya 50 gram mampu menurunkan kadar CO₂ di aliran biogas ke 30 liter menjadi 26%. Namun berbeda dengan massa Kalium hidroksida 75 gram pada aliran biogas ke 25 liter menurun menjadi 94% sampai 80% diliter ke 30. Kalium hidroksida pada massa 100 gram dan 125 gram pada aliran ke 30 liter dapat mengurangi kadar CO₂ sampai 100% dengan campuran sekam padi 238 gram massa tetap di setiap variasi massa kalium hidroksida. Ini membuktikan pada penelitian yang menggunakan campuran kalium hidroksida dengan sekam padi dapat menurunkan kadar CO₂ pada biogas hingga 100%. Hal ini mengakibatkan kadar metana (CH₄) menjadi lebih tinggi yang ditunjukkan pada grafik 4.7 persentase kenaikan CH₄. Dengan ini bisa meningkatkan nilai

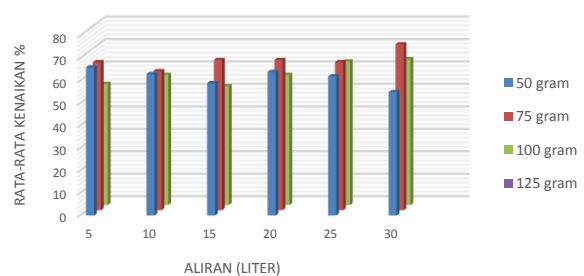


kadar dari biogas tersebut.

Gambar 2. Grafik Persentase Penurunan CO₂
 Gambar 3. Grafik Persentase Kenaikan CH₄

5. Kesimpulan

Berdasarkan persentase diatas maka disimpulkan bahwa kalium hidroksida dengan massa 50 gram mampu menurunkan rata-rata 50% dari 30 liter biogas, sedangkan 75 gram hanya mampu menangkap CO₂ pada aliran ke 20 liter dan pada aliran ke 25 liter menurun menjadi 94% kemudian dialirkan



ke 30 liter menurun menjadi 80%. Kalium hidroksida dengan massa 100 gram dan 125 gram pada aliran ke 30 liter dapat mengurangi kadar CO₂ sampai 100%. Jadi semakin banyak massa dari kalium hidroksida maka semakin banyak volume biogas yang dapat dimurnikan.

Daftar Pustaka

- [1] Wahyuni Sri., (2013), *Biogas Energi Alternatif Pengganti BBM, Gas, dan Listrik*. Jakarta: Agro Media.
- [2] Anugrah S.I., dkk (2014), *Sistem Pertanian Terintegrasi- Simantri : Konsep Pelaksanaan dan Perannya Dalam Pembangunan Pertanian di Provinsi Bali*. Jurnal Agro Ekonomi Volume 32 No. 2. Jurusan Sosial Ekonomi dan Kebijakan Pertanian, Fakultas Ekologi Manusia, Institut Pertanian Bogor.
- [3] Nukholis Hamidi, ING., (2011), *Peningkatan Kualitas Bahan Bakar Biogas Melalui Proses Pemurnian Dengan Zeolit Alam*. Jurnal Rekayasa Mesin Vol.2, No.3. Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang.
- [4] Arslan A., (2008), *Kajian Teknis Energi Alternatif- Upaya Pembersihan Biogas Pengolahan Limbah Dari Gas-gas Ikutan*. Banten: Dinas Pekerjaan Umum, Kabupaten Serang.
- [5] Juriko IG.M.F., (2013), *Studi Pola Penggunaan Tangki Septik dan Emisi Karbondioksida (CO₂) dan Metana (CH₄) dari tangki Septik di Surabaya Bagian Utara*. Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.
- [6] Marin Yoo., Sang-Jun Han., Jung-Ho Wee., (2013) *Carbon dioxide capture capacity of sodium hydroxide aqueous solution*. Department of Environmental Engineering, The Catholic University of Korea. Republic Korea.
- [7] Metty T. N. K., (2012), *Pemurnian Biogas Dari Gas Pengotor Hidrogen Sulfida (H₂S) Dengan Memanfaatkan Limbah Geram Besi Proses Pembubutan*. Jurnal Energi dan Manufaktur Vol.5, No.1. Program Pasca Sarjana Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Udayana. Bali.
- [8] Surata W., (2013), *Simple Conversion Method from Gasoline to Biogas Fueled Small Engine to Powered Electric Generator. Proceeding of International Conference on Alternative Energy in Developing Counties and Emerging Economis (AEDCEE)*. Bangkok.
- [9] Vivian F.A., Jofriet J.C., (2002), *Corrosion Of Concrete In Farm Buildings*. Departement of Land Resource Science, University of Guelph. Onatario. Canada.
- [10] Surono U.B., (2014), *Peningkatan Kualitas Biogas Dengan Metode Absorsi dan Pemakainnya Sebagai Bahan Bakar Mesin Generator Set (Genset)*. Jurnal Rekayasa Mesin Vol. 2 No.3. Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Janabadra. Yogyakarta
- [11] Fadli D., (2013), *Kaji Eksperimental Sistem Penyimpanan Biogas Dengan Metode Pengompresian dan Pendinginan Pada Tabung Gas Sebagai Bahan Bakar Pengganti Gas LPG*. Jurnal FEMA Vol. 1, No.4. Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Lampung. Lampung.