

PEMANFAATAN LIMBAH PERTANIAN (JERAMI PADI) DAN FESES SAPI MENJADI BIOGAS

MUHAMMAD BASRI KATJO¹⁾, SUTIKNO²⁾

¹⁾Staf Pengajar Program Studi Teknik Mesin ,

²⁾Mahasiswa Program Studi Teknik Mesin

Fakultas Teknologi Industri dan Kebumihan Universitas Sains dan Teknologi Jayapura

Email: mubaka65@gmail.com

Abstrak

Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui seberapa besar massa biogas yang dapat dihasilkan, serta menganalisis nilai kalor dari pembakaran biogas yang dihasilkan.

Pengujian ini dimulai dengan merancang tabung digester, kemudian melakukan perakitan instalasi tabung digester dengan komponen lainnya. Selanjutnya dilakukan proses pengecekan terhadap semua komponen instalasi sebelum dilakukan pengujian. Kemudian dilakukan proses pengisian bahan baku berupa limbah pertanian (jerami padi). Proses fermentasi dilakukan selama 30 hari.

Hasil pengujian didapatkan massa biogas sebesar 0,0026 kg dari campuran jerami padi dan feses menghasilkan kalor sebesar 245,65 Watt dengan waktu 622,205 detik. Sedangkan dari massa biogas 0,0018 kg dari campuran jerami padi tanpa feses menghasilkan kalor sebesar 223,69 Watt dengan waktu 683,254 detik.

Kata Kunci : *biogas, tabung biodigester, jerami padi, feses sapi.*

1. Pendahuluan

Salah satu limbah pertanian yang memiliki potensi menjadi biogas adalah jerami. Jerami merupakan bagian vegetatif dari tanaman padi (batang, daun, dan tangkai malai). Jumlah produksi jerami padi cukup banyak, bergantung pada luas tanam padi. Perbandingan antara bobot gabah yang dipanen dengan jerami padi (*grain straw ratio*) pada saat panen pada umumnya 2:3. Pada saat produksi gabah nasional 54 juta ton pada tahun 2005, berarti terdapat 81 juta ton jerami yang dihasilkan pada tahun tersebut, pada tahun 2010 diperkirakan produksi jerami padi sampai 84 juta ton (Makarim 2007).

2. Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah secara eksperimen melalui pembuatan biodigester yang berfungsi sebagai tempat fermentasi jerami menjadi biogas. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah jerami padi dari Desa Koya Barat Distrik Muara tami Kota Jayapura.

2.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Desa Koya Barat Distrik Muara tami Kota Jayapura, Waktu pelaksanaan penelitian ini yaitu kurang lebih 5 bulan.

2.2. Alat dan Bahan

Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu :

a. Alat

Corresponding Author : Muhammad Basri Katjo, Staf Pengajar Program Studi Teknik Mesin, Universitas Sains dan Teknologi Jayapura Jln. Raya Sentani Padang Bulan Jayapura – Papua,
Email: mubaka65@gmail.com

Alat yang digunakan yaitu :

1. Pressure gauge

Pressure gauge ini digunakan untuk mengukur tekanan gas digester



Gambar 1. Pressure gauge

Sumber : (google.com)

2. Termometer

Termometer ini digunakan untuk mengukur perubahan suhu pada wadah air yg dipanaskan.



Gambar 2 Termometer

Sumber : (google.com)

3. Timbangan

Timbangan digunakan untuk mengukur bahan isian biodigester



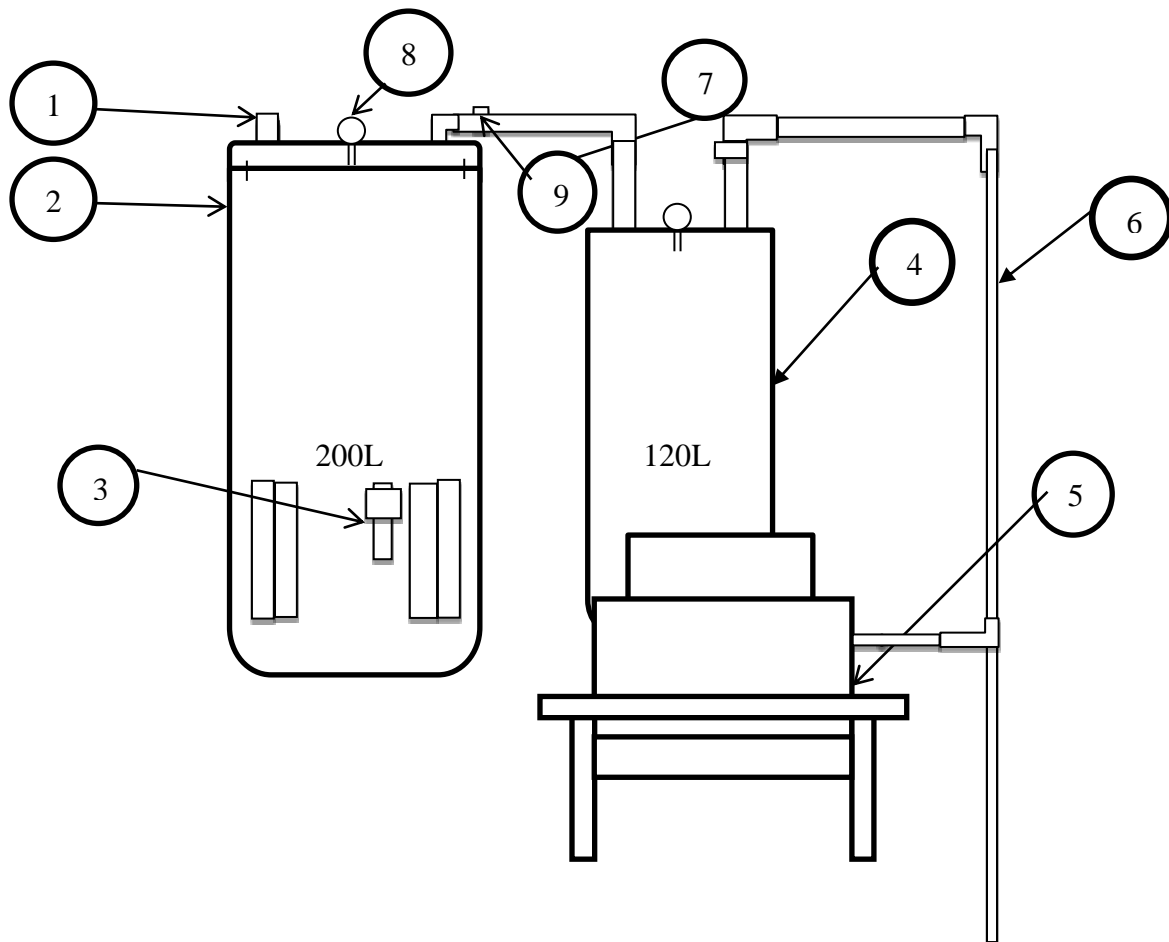
Gambar 3 Timbangan

Sumber : (google.com)

b. Bahan

Bahan yang digunakan yaitu :

1. Jerami padi
2. Air



Gambar 4. Sketsa Instalasi Biodigester

1. Katup inlet

Berfungsi sebagai lubang pemasukan bahan isian.

2. Tabung digester

Berfungsi sebagai tempat fermentasi mikroorganisme yang akan menghasilkan gas

3. Katup outlet

Berfungsi sebagai lubang untuk proses keluarnya bahan isian ketika proses fermentasi sudah selesai.

4. Tabung penyimpan gas

Berfungsi sebagai tempat menyimpan biogas

5. Kompur modifikasi

Kompur gas LPG buatan pabrik yang telah dimodifikasi digunakan sebagai media pembakar gas.

6. Selang penyalur biogas

Berfungsi sebagai penyalur biogas dari penampung biogas ke kompor

7. Selang ukuran 5\8

8. Pressure gauge

Berfungsi untuk mengetahui tekanan fluida dalam tabung tertutup.

9. Katup (kran)

Berfungsi mengatur atau mengontrol aliran dari suatu cairan (gas).

2.4 Tahapan Proses Fermentasi

Reaksi kimia Proses fermentasi biogas (Gas Metana) ada tiga tahap, yaitu :

- Reaksi Hidrolisa atau tahap pelarutan, pada tahap ini bahan yang tidak larut seperti selulosa dan lemak diubah menjadi bahan yang larut dalam air seperti karbohidrat dan asam lemak. Tahap pelarutan berlangsung pada suhu 25°C di digester.
- Reaksi Asidogenik atau tahap pengasaman, pada tahap ini, bakteri asam menghasilkan karbon dioksida, hidrogen dan asam asetat dalam suasana anaerob. Tahap ini berlangsung pada suhu 25°C di digester.
- Reaksi metanogenik atau tahap gasifikasi, pada tahap ini, bakteri metana membentuk gas metana secara perlahan, pada umumnya biogas dapat terbentuk pada 4-5 hari setelah digester di isi, dan produksi biogas yang banyak umumnya terjadi pada hari ke 20-25 dan produksinya akan turun jika biodigesternya tidak diisi kembali.

2.3. Prosedur Penelitian

Prosedur dalam penelitian ini yaitu :

- Periksa kelengkapan alat dan bahan
- Menakar kebutuhan bahan isian reaktor
- Permentasi berlangsung dengan menunggu selama 6 hari.
- Pada saat proses pengujian pembakaran, buka katup penyalur gas nyalakan pembakaran.
- Uji coba kalor antar gas metana, gas LPG dan kompor minyak dengan memanaskan air 0,5 L dari suhu 27°C sampai 100°C .

2.4. Variable Penelitian

Ada tiga variable yang dikaji dalam penelitian ini yaitu :

- Variable bebas (*independent variable*) : Variable yang besarnya di tentukan nilainya oleh peneliti yaitu : lama waktu tinggal bahan baku biogas didalam biodigester 30 hari.
- Variable terikat (*depend ent variable*) : Variable yang besarnya tidak dapat di tentukan oleh peneliti yaitu : nilai molar gas, massa gas dan kalor.
- Variable terkontrol : Variable yang di tentukan oleh peneliti yaitu : jumlah volume biodigester.

3. Hasil dan Pembahasan.

3.1. Pengambilan Data Eksperimen

Persiapan penelitian dimulai dengan menyiapkan bahan baku yaitu jerami padi. Jerami yang digunakan adalah jerami yang seminggu pasca proses panen yang dilakukan oleh petani di Desa Koya Barat. Kemudian bahan baku jerami dipotong-potong dengan panjang kurang lebih 5 cm. Tahap berikut mengumpulkan kotoran/feses sapi yang masih segar, Jerami padi, kotoran sapi, dan air selanjutnya dicampurkan dan dimasukkan kedalam biodigester lalu dilakukan pengadukan. Setelah itu biodigester ditutup rapat sehingga terjadi proses permentasi.



Volume bahan baku dari campuran yang pertama adalah terdiri dari jerami padi 37,4 kg ($0,34 \text{ m}^3$), air 75 L ($0,075 \text{ m}^3$), kotoran sapi 32,5 kg ($0,025 \text{ m}^3$) dan penambahan bakteri pengurai (EM4) 0.5 L ($0,005 \text{ m}^3$) total volume bahan baku = $0,445 \text{ m}^3$.

Volume bahan baku dari campuran yang kedua adalah terdiri dari jerami padi 37,4 kg ($0,34 \text{ m}^3$), air 75 L ($0,075 \text{ m}^3$), dan penambahan bakteri pengurai (EM4) 0.5 L ($0,005 \text{ m}^3$) total volume bahan baku = $0,42 \text{ m}^3$.

Pada penelitian ini, dilakukan pengamatan terhadap alat ukur yaitu pressure gauge, dari hari pertama sampai ke hari ke 30 setelah bahan baku dimasukkan ke biodigester

Pada saat hari ke 30 di lakukan pengujian biogas, dengan cara memanaskan air volume 0,5 L dari suhu 27°C - 100°C kemudian mengambil data rentan waktu menggunakan stopwatch.

Setelah didapatkan data rata-rata biogas kemudian dilakukan pengolahan data untuk mendapatkan nilai kalor biogas pada kedua campuran tersebut.

Tabel 1. Data Tekanan Perhari

Hari	Volume Bahan Baku Jerami dan Feses Sapi (m^3)	Tekanan hasil (psi)	Tekanan hasil (N/m^2)
1	0,445	-	-
2	0,445	-	-
3	0,445	-	-
4	0,	-	-
5	0,445	-	-
6	0,445	-	-
7	0,445	0,1	689,476
8	0,445	0,2	1378,95
9	0,445	0,25	1723,689
10	0,445	0,4	2757,9
11	0,445	0,6	4136,85
12	0,445	0,7	4826,33
13	0,445	0,9	6205,28
14	0,445	1,1	7584,23
15	0,445	1,2	8273,71
16	0,445	1,4	9652,66
17	0,445	1,5	10342,1
18	0,445	1,7	11721,1
19	0,445	1,8	12410,6
20	0,445	1,9	13100
21	0,445	2,1	14179
22	0,445	2,3	15857,9
23	0,445	2,4	16547,4
24	0,445	2,6	17926,4
25	0,445	2,7	18615,8
26	0,445	2,9	19994,8
27	0,445	3,0	20684,3
28	0,445	3,2	22063,2
29	0,445	3,25	22407,96
30	0,445	3,25	22407,96

1 Psi = 6894,76 pascal (N/m^2)



Tabel 2. Data Tekanan Perhari

Hari	Volume Bahan Baku Jerami (m ³)	Tekanan hasil (psi)	Tekanan hasil (N/m ²)
1	0,42	-	-
2	0,42	-	-
3	0,42	-	-
4	0,42	-	-
5	0,42	-	-
6	0,42	-	-
7	0,42	-	-
8	0,42	0,1	689,476
9	0,42	0,15	1034,214
10	0,42	0,2	1378,95
11	0,42	0,3	2068,43
12	0,42	0,35	2413,165
13	0,42	0,4	2757,9
14	0,42	0,45	3102,641
15	0,42	0,5	3447,38
16	0,42	0,54	3723,169
17	0,42	0,6	4136,85
18	0,42	0,65	4481,592
19	0,42	0,7	4826,33
20	0,42	0,8	5515,81
21	0,42	1	6894,76
22	0,42	1,2	8273,71
23	0,42	1,4	9652,66
24	0,42	1,7	11721,1
25	0,42	1,8	12410,6
26	0,42	2	13789,5
27	0,42	2,1	14179
28	0,42	2,3	15857,9
29	0,42	2,3	15857,9
30	0,42	2,3	15857,9

1 Psi = 6894,76 pascal (N/m²)

Tabel 3. Rata-Rata Pengujian Biogas

No	Jenis bahan baku biogas	Volume air (m ³)	Temperatur awal (°C)	Temperatur akhir (°C)	Rentan Waktu (detik)
1	Jerami & feses	0,0005	27	100	622,205
2	Jerami	0,0005	27	100	683,254



3.2 Pengolahan Data

Dari hasil pengambilan data, kemudian dilakukan pengolahan data untuk memperoleh hasil perhitungan untuk massa biogas dan nilai kalor biogas.

A. Perhitungan massa gas

1. Menghitung Volume Penampung Gas

$$V = \pi \times r^2 \times t$$

2. Menghitung Nilai Molar Harian Biogas

Berikut contoh perhitungan molar gas pada hari ke 7

$$PV = n.R^*.T$$

$$n = \frac{PV}{RT}$$

Data molar harian gas selengkapnya ditampilkan pada tabel berikut :

Tabel 4. Data molar biogas harian (jerami dan feses)

Hari	Molar gas (mol)	Hari	Molar gas (mol)
1	-	16	0,71
2	-	17	0,75
3	-	18	0,85
4	-	19	0,91
5	-	20	0,95
6	-	21	1,03
7	0,05	22	1,16
8	0,11	23	1,21
9	0,12	24	1,31
10	0,21	25	1,36
11	0,31	26	1,46
12	0,35	27	1,51
13	0,45	28	1,61
14	0,55	29	1,64
15	0'61	30	1,64

Tabel 5. Data molar biogas harian (jerami)

Hari	Molar gas (mol)	Hari	Molar gas (mol)
1	-	16	0,27
2	-	17	0,31
3	-	18	0,33
4	-	19	0,35
5	-	20	0,41
6	-	21	0,51
7	-	22	0'61
8	0,05	23	0,72
9	0,07	24	0,85
10	0,11	25	0,91
11	0,15	26	1,01
12	0,18	27	1,03
13	0,21	28	1,16
14	0,23	29	1,16
15	0,25	30	1,16



3.3. Menghitung Massa Biogas

Massa biogas dapat dicari dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

Contoh perhitungan molar gas pada hari ke 7

$$m = n.M$$

Data massa harian biogas selengkapnya ditampilkan pada tabel & grafik berikut :

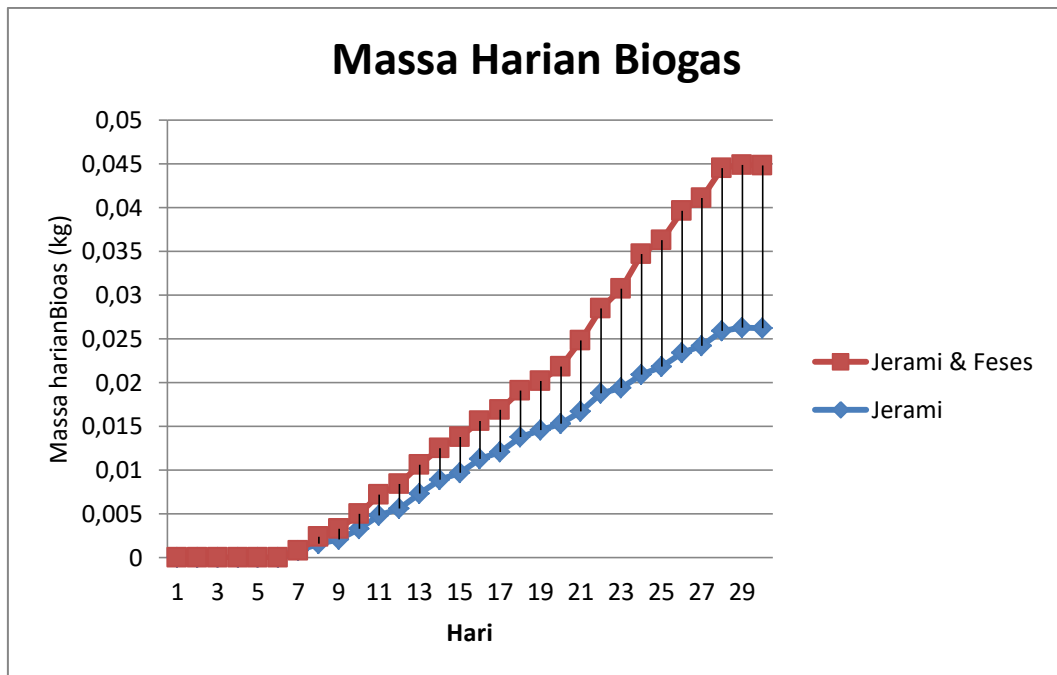
Tabel 6. Data harian massa biogas (jerami dan feses)

Hari	Massa Biogas (kg)	Hari	Massa Biogas (kg)
1	-	16	$1,1 \times 10^{-3}$
2	-	17	$1,2 \times 10^{-3}$
3	-	18	$1,3 \times 10^{-3}$
4	-	19	$1,4 \times 10^{-3}$
5	-	20	$1,5 \times 10^{-3}$
6	-	21	$1,6 \times 10^{-3}$
7	$8,02 \times 10^{-4}$	22	$1,8 \times 10^{-3}$
8	$1,6 \times 10^{-4}$	23	$1,9 \times 10^{-3}$
9	$2,1 \times 10^{-4}$	24	$2,05 \times 10^{-3}$
10	$3,1 \times 10^{-4}$	25	$2,1 \times 10^{-3}$
11	$4,1 \times 10^{-4}$	26	$2,3 \times 10^{-3}$
12	$5,6 \times 10^{-4}$	27	$2,4 \times 10^{-3}$
13	$7,3 \times 10^{-4}$	28	$2,5 \times 10^{-3}$
14	$8,9 \times 10^{-4}$	29	$2,6 \times 10^{-3}$
15	$9,6 \times 10^{-4}$	30	$2,6 \times 10^{-3}$

Tabel 7. Data harian massa biogas (jerami)

Hari	Massa gas (kg)	Hari	Massa gas (kg)
1	-	16	$4,3 \times 10^{-4}$
2	-	17	$4,8 \times 10^{-4}$
3	-	18	$5,2 \times 10^{-4}$
4	-	19	$5,6 \times 10^{-4}$
5	-	20	$6,4 \times 10^{-4}$
6	-	21	$8,07 \times 10^{-4}$
7	-	22	$9,6 \times 10^{-4}$
8	$8,02 \times 10^{-4}$	23	$1,1 \times 10^{-3}$
9	$1,2 \times 10^{-4}$	24	$1,3 \times 10^{-3}$
10	$1,6 \times 10^{-4}$	25	$1,4 \times 10^{-3}$
11	$2,4 \times 10^{-4}$	26	$1,6 \times 10^{-3}$
12	$2,8 \times 10^{-4}$	27	$1,6 \times 10^{-3}$
13	$3,2 \times 10^{-4}$	28	$1,8 \times 10^{-3}$
14	$3,6 \times 10^{-3}$	29	$1,8 \times 10^{-3}$
15	$4,03 \times 10^{-4}$	30	$1,8 \times 10^{-3}$





Gambar 5. Grafik Massa Harian Gas

Produksi awal biogas terjadi pada hari ke 7 untuk campuran yang pertama, sedangkan untuk campuran kedua mulai menghasilkan biogas pada hari ke 8. Terjadinya perbedaan hari awal terbentuknya biogas disebabkan perbedaan campuran dimana campuran kedua tidak menggunakan feses yang mampu mempercepat fermentasi.

Peningkatan produksi biogas terus berlangsung hingga pada puncaknya dihari ke 29 untuk campuran pertama, sedangkan campuran kedua mengalami puncak produksi biogas pada hari ke 28.

Produksi biogas tertinggi terjadi pada campuran yang pertama yaitu 0,0026 kg, sedangkan terendah produksi terendah pada campuran kedua 0,0018 kg. Campuran pertama menghasilkan biogas lebih tinggi karena feses sapi memiliki kandungan metana (CH_4) 68%, sedangkan jerami kandungan metananya 58%.

B. Perhitungan Nilai Kalor

1. Menghitung nilai kalor dari kompor biogas (jerami dan feses)

$$SH = \frac{m.c(T_2 - T_1)}{\Delta t}$$

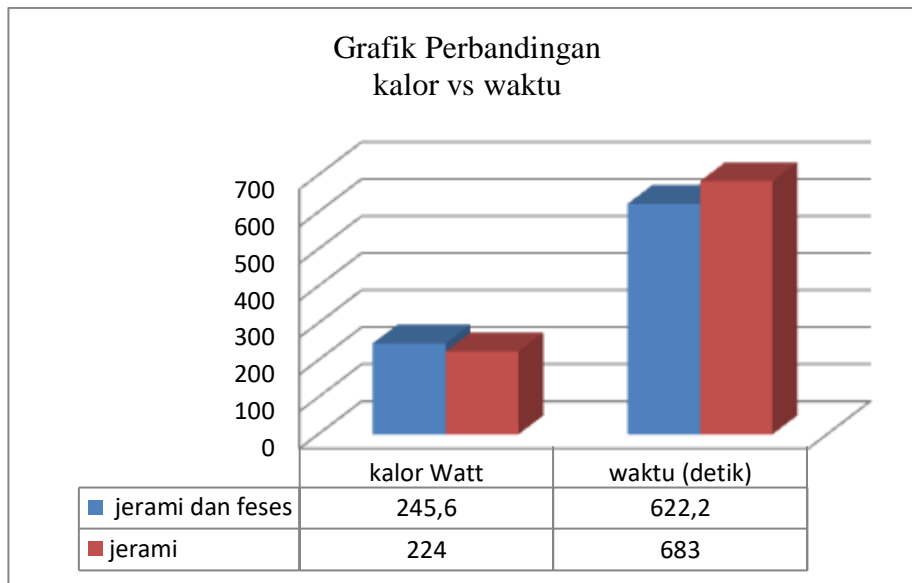
2. Menghitung nilai kalor dari kompor biogas (jerami)

$$SH = \frac{m.c(T_2 - T_1)}{\Delta t}$$

Tabel 8, Kalor vs Waktu

Jerami dan feses	245,65 Watt	622.205 detik
Jerami	223,69 Watt	683,,254 detik





Gambar 6. Grafik Perbandingan Nilai Kalor

Berdasarkan pengujian nilai kalor tertinggi dihasilkan dari biogas campuran pertama dengan nilai kalor sebesar 245,65 Watt. Sedangkan nilai kalor terendah dari campuran kedua sebesar 223,69 Watt. Perbedaan komposisi campuran bahan baku biogas berpengaruh pada nilai kalor. Hal ini disebabkan karena campuran pertama yang menggunakan feses sapi menghasilkan persentase metana yang lebih tinggi.

3. Kesimpulan

Berdasarkan data penelitian yang diperoleh, maka didapatkan hasil bahwa:

1. Massa biogas total yang tertinggi di hasilkan dari campuran jerami dan feses sapi adalah sebesar 0,0026 kg. Sedangkan massa biogas terendah dihasilkan dari campuran jerami tanpa feses sapi adalah sebesar 0,0018 kg.
2. Nilai kalor biogas yang tertinggi adalah dari campuran jerami dan feses sapi yaitu 245,65 Watt. Sedangkan nilai kalor biogas terendah dihasilkan dari campuran jerami tanpa feses sapi adalah sebesar 223,69 Watt.
3. Dari massa biogas sebesar 0.0026 kg dari campuran jerami padi dan feses menghasilkan kalor sebesar 245,65 Watt dengan waktu 622,205 detik. Sedangkan dari massa biogas 0,0018 kg dari campuran jerami padi tanpa feses menghasilkan kalor sebesar 223,69 Watt dengan waktu 683,254 detik.
4. Limbah pertanian (jerami padi) bisa dimanfaatkan menjadi energi alternative, meski biogas yang di hasilkan rendah.

DAFTAR PUSTAKA

- Arifin Wakhid, 2016, *Rancang Bangun Alat Konversi Biogas Limbah Cair Tempe Dan Pengujian Dengan Penambahan Variasi Campuran Sekam Padi*, Universitas Muhammadiyah, Surakarta.
- Destilia Anggraini, 2012, *Pengaruh Jenis Sampah, Komposisi Masukan Dan Waktu Tinggal Terhadap Komposisi Biogas Dari Sampah Organik*, Universitas Sriwijaya, Palembang.
- Diyono I., Dwi H., 2011. *Pengembangan Proses Degradasi Sampah Organik untuk Produksi Biogas dan Pupuk Organik*, Fakultas Teknik, Undip, Semarang.
- Efendy Arif 2011 *THERMODINAMIKA TEKNIK*, Penerbit: MEMBUMI publishing, Makasar.



- I Putu Awing Wiratmana, 2012, *Studi Eksperimental Pengaruh Variasi Bahan Kering Terhadap Produksi dan Nilai Kalor Biogas Kotoran Sapi*, Universitas Uduyana, Bali.
- Karellas *et.al* (2010)
- Kharistya Amaru, 2004, *Rancang Bangun Dan Uji Kinerja Biodigester Plastik Polyethilene Skala Kecil*, Universitas Padjajaran, Bandung
- Nur Zakiyah, 2011 *Pengaruh Penambahan Sludge Pada Konversi Jerami Padi Menjadi Biogas*, Institut Pertanian Bogor, Bogor
- Suyitno, *Teknologi Biogas*, 2010. Penerbit Graha Ilmu, Yogyakarta

