

## ANALISIS NILAI KALOR BERBAHAN BAKAR BIOGAS DENGAN MEMANFAATKAN KOTORAN SAPI KALOR BERBASIS ETNOSAINS

### The Analysis of Calorific Value based on Biogas Fuel using The Cow Dung Based Ethnoscience

Siti Maria Ulva, Puardmi Damayanti, Muh. Syarif S. Abd. Syukur

Fisika, MIPA, Universitas Kaltara, Tanjung Selor, Indonesia

e-mail : Mariaulva338@gmail.com

#### Kata Kunci

Nilai Kalor  
Biogas  
Etnosains

#### Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan nilai kalor biogas yang dihasilkan dari kotoran sapi dan mengetahui cara aplikasi pemanfaatan kotoran sapi sebagai bahan bakar biogas berbasis etnosains di Desa Gunung Putih. Jenis penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan cara menyiapkan bahan utama yaitu kotoran sapi untuk diproses dalam pembuatan biogas berbasis etnosains. Pada tahap pengumpulan data menggunakan alat ukur manometer dan metode Asas Black. Proses analisis data yang dilakukan ada 3 langkah, yaitu menghitung: (1) tekanan gas yang dihasilkan dengan menggunakan manometer U, (2) nilai perubahan suhu ( $\Delta T$ ) pada air maka diperoleh besarnya kalor yang dibutuhkan, (3) melaporkan hasil pengukuran suatu besaran fisis dapat menyebutkan  $X = (x_0 \pm \Delta x)$ . Hasil penelitian menunjukkan bahwa hasil pengukuran yang diperoleh adalah  $X = (282,98 \pm 35,60) \text{ J/kg}$ . Untuk mengetahui bagaimana cara pemanfaatan biogas di Desa Gunung Putih, maka peternak di desa tersebut mengolah kotoran sapi tersebut ke dalam sebuah reaktor dengan tipe fixed domed plant. Pada proses pembuatan biogas, banyaknya kotoran sapi dan air yang digunakan yaitu dengan perbandingan 1 : 1,5. Produk dari penelitian ini dapat dijadikan bahan ajar pada mata kuliah fisika terapan.

#### Keywords

Heat Value  
Biogas  
Ethnoscience

#### Abstract

Abstract This study aims to obtain the calorific value of biogas produced from cow dung and know how to use the application of cow dung as biogas fuel in the village of Gunung Putih based on ethnoscience. This type of research uses experimental method by preparing the main ingredients of cow dung for processing in the manufacture of biogas based on ethnoscience. At the data gathering stage using the manometer gauge and the Black Principle method. The process of data analysis performed there are 3 steps, that is calculate: (1) gas pressure produced by using U manometer, (2) value of temperature change ( $\Delta T$ ) in water hence obtained amount of heat needed, (3) report result of measurement Physical quantities can name  $X = (x_0 \pm \Delta x)$ . The results showed that the measured results were  $X = (282,98 \pm 35,60) \text{ J / kg}$ . To find out how to use biogas in Gunung Putih Village, the farmers in the village cow manure process into a reactor with fixed domed plant type. In the process of making biogas, the amount of cow dung and water used is with a ratio of 1: 1.5. The product of this research can be used as teaching material in applied physics courses.

©2022 The Author  
p-ISSN 2338-3240  
e-ISSN 2580-5924

Received 20 March 2022; Accepted 01 April 2022; Available 22 April 2022

\*Corresponding Author: Mariaulva338@gmail.com

## PENDAHULUAN

Besarnya populasi penduduk di Indonesia membawa konsekuensi akan besarnya kebutuhan dasar salah satunya adalah kebutuhan energi [1]. Makin tingginya harga bahan bakar, terutama gas dan bahan bakar minyak untuk kebutuhan rumah tangga makin meresahkan masyarakat. Selain mahal, bahan bakar tersebut juga makin langka di pasaran. Dalam situasi seperti ini pencarian, pengembangan, dan penyebaran teknologi energi non BBM yang ramah lingkungan

menjadi penting, terutama ditujukan pada keluarga miskin sebagai golongan yang banyak terkena dampak kenaikan BBM. Salah satu teknologi energi yang dapat diterapkan berdasarkan hal tersebut adalah teknologi teknologi biogas [2].

Teknologi biogas sebenarnya bukan merupakan sesuatu hal yang baru. Teknologi ini sudah dikembangkan oleh masyarakat pedesaan. Hal ini dikarenakan sangat bermanfaat dalam meminimalkan pencemaran lingkungan [3]. Indonesia sebagai negara agraris yang beriklim tropis memiliki sumber

daya pertanian dan peternakan yang cukup besar. Sumber daya tersebut, selain digunakan untuk kebutuhan pangan juga dapat berpotensi sebagai sumber energi dengan cara pemanfaatan kotoran ternak menjadi biogas. Oleh karena itu, pemanfaatan limbah peternakan (kotoran ternak) merupakan salah satu alternatif yang sangat tepat untuk mengatasi naiknya harga pupuk dan kelangkaan bahan bakar minyak.

Selain itu, pemanfaatan biomassa kotoran hewan dan kotoran sapi memiliki keuntungan ganda. Keuntungan pertama karena dapat memperoleh energi dalam bentuk gas dan kedua sisanya sebagai pupuk organik. Siklus pembuatan, pemanfaatan biogas dan produksi pupuk berlangsung paling tidak selama tiga bulan untuk dua ekor sapi. Pola pemanfaatan dalam siklus tiga bulan untuk dua ekor sapi merupakan pilihan realistik. Realistik karena kenyataan jumlah sapi yang dimiliki petani dan siklus pemanfaatan gas serta produksi pupuk dari pembuatan biogas [4].

Terkait dengan hal tersebut, ternyata pengembangan biogas di Kecamatan Tanjung Palas, tepatnya di Desa Panca Agung ditetapkan menjadi desa percontohan produksi energi alternatif, yakni biogas. Menurut Ibrahim, Kepala Dinas Peternakan Kaltim [5] mengatakan bahwa alasan dipilihnya Desa Panca Agung karena sebagian besar warganya merupakan peternak sapi dan pekebun sehingga kotoran hewan segar selalu, tersedia kapan saja dan berapapun yang dibutuhkan. Lebih lanjutnya [6] menyatakan bahwa ternyata tiga ekor sapi dapat menghasilkan 1,2 liter gas atau setara dengan minyak tanah. Oleh karena itu, keberadaan limbah kotoran sapi yang melimpah tersebut tentunya merupakan potensi energi yang sangat bermanfaat bagi masyarakat di Desa Panca Agung. Untuk itu, perlu diketahui jumlah energi yang dihasilkan dari biogas yang dihasilkan dari kotoran sapi tersebut. Dengan diketahuinya jumlah energi yang dihasilkan, maka akan diketahui berapa jumlah keluarga yang dapat memanfaatkan biogas yang dihasilkan dari kotoran sapi.

Menurut [2] mengemukakan bahwa setiap 2 ekor ternak sapi/kerbau atau 30 kg kotoran padat dapat menghasilkan  $\pm 1\text{m}^3$  biogas. Berdasarkan perolehan tersebut, maka rata-rata 525 kg/hari kotoran sapi memiliki potensi energi yang dihasilkan bisa mencapai  $17,5\text{ m}^3$  per hari. Kesetaraan  $1\text{m}^3$  biogas sama dengan 0,46 kg elpiji, 3,50 kg kayu bakar, 0,62 liter minyak tanah maka jika potensi energi di Desa Panca Agung untuk satu kelompok tani sama dengan 8 kg elpiji, 61 kg kayu bakar dan 11

liter minyak tanah atau cukup untuk digunakan 8-10 rumah tangga per hari.

Sumber lain, [7] biogas dalam skala rumah tangga dengan jumlah ternak 2 – 4 ekor atau suplai kotoran sebanyak kurang lebih 25 kg/hari cukup menggunakan tabung reaktor berkapasitas 2500 – 5000 liter yang dapat menghasilkan biogas setara dengan 2 liter minyak tanah/hari dan mampu memenuhi kebutuhan energi memasak satu rumah tangga pedesaan dengan 6 orang anggota keluarga.

Berdasarkan uraian di atas, terdapat perbedaan jumlah potensi energi yang dihasilkan dari tiap-tiap sumber sehingga peneliti perlu mengkaji lebih lanjut mengenai energi yang dimaksud. Terkait kebutuhan energi untuk memasak, perlu adanya pemahaman hubungan antara panas dan energi yang dihasilkan oleh kotoran ternak. Dimana interaksi tersebut menyebabkan perubahan suhu yang pada dasarnya adalah perpindahan energi dari satu bahan ke bahan lainnya. Perpindahan energi yang hanya terjadi karena perbedaan suhu disebut aliran panas atau perpindahan panas, dan energi yang dipindahkan itu disebut panas. Karena panas adalah energi yang berpindah, maka harus ada hubungan pasti antara satuan kuantitas panas  $Q$  dan satuan energi mekanik, misalnya  $1\text{ kal} = 4,186\text{ J}$ .

Selanjutnya, dalam rangka mengetahui bagaimana cara pemanfaatan kotoran ternak seperti di Desa Panca Agung juga, yang sebagaimana telah diketahui bahwa desa tersebut merupakan desa percontohan produksi energi alternatif, yakni biogas. Adapun salah satu desa yang mengikuti jejak Desa Panca Agung dalam pemanfaatan biogas adalah Desa Gunung Putih Kecamatan Tanjung Palas, dimana masyarakatnya sudah menggunakan biogas sejak tahun 2012. Dalam hal ini peneliti akan menterkaitkan dua hal tersebut.

## METODOLOGI PENELITIAN

Prosedur dalam penelitian yang dilakukan, menggunakan metode eksperimen yang dilakukan di salah satu rumah peternak sapi dari warga Desa Gunung Putih Kecamatan Tanjung Palas berbasis etnosains. Adapun alat yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut: reaktor biogas 1 unit tipe fixed domed plant, kompor biogas 1 unit, tabung kalorimeter 1 unit, termometer digital 1 unit, manometer U 1 unit, neraca digital 1 unit, stopwatch digital 1 unit, dan gelas ukur 1 unit 0 – 100 ml.

Pada penelitian ini bahan utama yang digunakan berupa kotoran ternak yaitu kotoran dan air seni sapi, dimana mayoritas peternak

Desa Gunung Putih adalah peternak sapi. Adapun bahan tambahan lainnya adalah air dan EM4. Fungsi EM untuk mengaktifkan bakteri pelarut, meningkatkan kandungan humus tanah *lactobonillus* sehingga mampu memfermentasikan bahan organik menjadi asam amino.

Dalam proses pembentukan biogas dibutuhkan suatu reaktor yang mampu menampung kotoran ternak pada kondisi anaerob (bebas oksigen) sehingga bahan organik tersebut dapat difermentasi oleh bakteri metanogen untuk menghasilkan biogas. Tipe reaktor biogas dengan volume digester yang dibutuhkan merupakan salah satu faktor yang harus diperhatikan, dimana hal tersebut dapat mempengaruhi hasil produksi biogas menurut sumber model instalasi biogas Indonesia, panduan kontruksi Hivos [2].

Adapun cara untuk mempersingkat waktu fermentasi dalam pembentukan biogas tersebut, diperlukan penambahan bahan lain selain air seni hewan ke dalam reaktor, yaitu EM4. EM4 merupakan suatu cairan berwarna kecoklatan dan beraroma manis asam (segar) yang didalamnya berisi campuran beberapa mikroorganisme hidup yang menguntungkan bagi proses penyerapan/persediaan unsur hara dalam tanah. Fungsi EM, yaitu untuk mengaktifkan bakteri pelarut, meningkatkan kandungan humus tanah *lactobonillus* sehingga mampu memfermentasikan bahan organik menjadi asam amino. Sesuai dengan namanya, EM4 ini terdiri dari 95% *lactobacillus* yang berfungsi menguraikan bahan organik tanpa menimbulkan panas tinggi karena mikroorganisme anaerob bekerja dengan kekuatan enzim.

Setelah melakukan eksperimen pembuatan biogas, diobservasi dan dicatat kenaikan volume dan tekanannya pada setiap hari sampai tidak menghasilkan biogas lagi. Selanjutnya diuji coba dengan memanfaatkan gas tersebut untuk keperluan kompor gas dan lampu penerangan sederhana. Dengan memperhatikan nyala api yang dihasilkan dari eksperimen tersebut, kemudian diukur nilai kalor/panas yang dihasilkan.

Dalam teknik pengumpulan data eksperimen nilai kalor biogas ini dilakukan dengan 5 kali percobaan berulang dengan menggunakan kompor biogas. Adapun langkah-langkahnya seperti uraian dibawah ini.

1. Memastikan penampung (*reservoir*) biogas dalam keadaan penuh.
2. Menyiapkan Stopwatch.
3. Memasang kompor biogas dengan menyambungkannya pada *reservoir* biogas tersebut.

4. Menimbang air sesuai ukuran yang sudah ditentukan dan dimasukkan ke dalam panci.
5. Mengukur suhu awal air ( $T_1$ ).
6. Mengukur pemakaian awal bahan bakar pada manometer U.
7. Menghidupkan kompor.
8. Pengambilan data untuk suhu dan pemakaian bahan bakar dilakukan dalam interval waktu 1 menit sampai air mendidih ( $T_2$ ).

Setelah melakukan eksperimen biogas tersebut secara pengukuran berulang, maka langkah terakhir dari penelitian ini yaitu dilakukannya analisis data nilai kalor yang dihasilkan dari biogas tersebut. Menghitung tekanan gas yang dihasilkan dengan dilakukannya pengukuran menggunakan manometer U terbuka yang menggunakan fluida air. Dalam menentukan tekanan biogas yang dihasilkan selama proses berlangsung menggunakan satuan atm. Bila manometer diberi tekanan gas dalam salah satu kolom, maka air di kolom lainnya akan naik hingga mencapai tekanan tertentu. Perbedaan ketinggian dari kedua kolom ini disebut dengan nilai  $\Delta h$ .

Selanjutnya, dalam menentukan volume biogas atau massa biogas diperlukan besar nilai luas penampang manometer U. Dilanjutkan untuk menentukan nilai perubahan suhu ( $\Delta T$ ) pada air maka dapat ditentukan besarnya kalor yang dibutuhkan. Hal ini dilakukan untuk mencari besar nilai kalor air ketika dipanaskan hingga mendidih. Dengan demikian, dapat diketahui nilai kalor yang dibutuhkan dengan besar nilai kalor yang ada pada bahan bakar biogas, yang dapat dihitung dengan perumusan:

$$K = \frac{Q_{air}}{m_{bahan\ bakar\ biogas}}$$

(1)

Keterangan :

$K$  = jumlah panas/kalor suatu jenis zat (J/kg)

Analisis Terakhir, di dalam kegiatan pengukuran sering terjadi kesalahan pengukuran dan berupaya untuk mengatasi atau menguranginya. Akan tetapi, hal tersebut tidak mungkin sama sekali meniadakan ketidakpastian atau dengan kata lain tidak mungkin mendapatkan nilai benar. Untuk melaporkan hasil pengukuran suatu besaran fisis dapat menyebutkan  $X = (x_0 \pm \Delta x)$ , dimana  $x$  adalah nilai pendekatan terhadap nilai yang sebenarnya  $x_0$  dan  $\Delta x$  adalah nilai ketidakpastian suatu pengukurannya. Berdasarkan metode eksperimen yang dilakukan di dalam penelitian ini yaitu dengan

cara pengukuran berulang. Jika pengukuran berulang dilakukan sebanyak 5 kali dengan hasil  $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$  dan seterusnya, maka hasil yang dilaporkan adalah sebagai berikut:

$$X = (\bar{x} \pm \Delta x) \tag{2}$$

dimana,  $\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n}$  cara mendapatkan nilai dengan nilai ketidakpastian

pengukuran yaitu:

$$\Delta x = \frac{1}{N} \sqrt{\frac{N(\sum x_n^2) - (\sum x_n)^2}{N-1}} \tag{3}$$

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil Penelitian

Dalam proses pembuatan biogas berbasis etnosains dalam penelitian ini menggunakan kotoran sapi sebanyak 75 kg dengan campuran air sebanyak 0,8 kg. Banyaknya kotoran sapi dan air yang digunakan yaitu dengan perbandingan 1 : 1,5. Untuk mempercepat proses fermentasinya, maka dicampurkan bahan lain yaitu Em4 (*Effective Mikroorganisme*) sebanyak 10 kali dari tutup botolnya dimana 1 tutup botol tersebut memiliki ukuran 1 ml. Pada proses fermentasi berlangsung memakan waktu selama 7 hari. Fermentasi yang dilakukan pada proses pembentukan biogas yaitu fermentasi aneorob. Oleh karena itu, digester harus diamati dan diawasi keadaannya agar tidak terjadi kebocoran karena jika terjadi kebocoran maka isian digester akan terkontak langsung dengan udara luar yang mengakibatkan fermentasi tidak akan berlangsung. Setelah 7 hari fermentasi dilakukan pembuangan gas yang ada pada tangki pengumpul dengan tujuan agar gas yang masih banyak mengandung CO<sub>2</sub> terbang dan kemudian dapat dilakukan pengukuran dan pengamatan pada proses kegiatan ujicoba instrumen penelitian.

Setelah melalui tahap kegiatan pembuatan biogas dari kotoran ternak, dilanjutkan dengan melakukan ujicoba awal nyala api pada kompor dengan melihat warna nyala api yang dihasilkan yaitu berwarna biru dengan terdapat api warna merah diujungnya yang berarti pembakaran biogas yang terjadi lebih banyak mengandung unsur gas methana (CH<sub>4</sub>). Jika hal tersebut berhasil, maka langkah selanjutnya melakukan pengumpulan data pada kalorimeter air yang dipanaskan dengan pengukuran berulang sebanyak 5 kali. Adapun hasil penelitian terlihat pada tabel berikut.

Tabel 1. Tekanan Gas Pada Kotoran Sapi

Perc. ke	Perubahan Tinggi Fluida ( $\Delta h$ )	Tekanan Gas (P)
1	0,52 m	5096 N/m <sup>2</sup>
2	0,51 m	4998 N/m <sup>2</sup>
3	0,51 m	4998 N/m <sup>2</sup>
4	0,50 m	4900 N/m <sup>2</sup>
5	0,49 m	4802 N/m <sup>2</sup>

Dalam menentukan tekanan biogas yang dihasilkan selama proses berlangsung menggunakan satuan atm. Perhitungan tekanan gas tersebut dihitung dengan menggunakan Hukum Boyle. langkah selanjutnya, dalam menentukan massa biogas dengan besar nilai luas penampang manometer U sebesar 0,217 m<sup>2</sup>. Nilai massa biogas yang diperoleh terlihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Massa biogas pada Kotoran Sapi

Perc. ke	Tekanan Gas (P)	Massa Biogas (m)
1	5096 N/m <sup>2</sup>	113,15 kg
2	4998 N/m <sup>2</sup>	110,97 kg
3	4998 N/m <sup>2</sup>	110,97 kg
4	4900 N/m <sup>2</sup>	108,80 kg
5	4802 N/m <sup>2</sup>	106,62 kg

Massa biogas yang dilakukan ujicoba terhadap nilai kalor yang dihasilkan oleh air yang dimasak hingga mendidih pada kompor biogas, dengan diketahui massa airnya sebesar 0,8 kg. Selanjutnya, dalam menentukan nilai perubahan suhu ( $\Delta T$ ) pada air maka akan dapat ditentukan besarnya kalor yang dibutuhkan terlihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Nilai Kalor Air

Perc. ke	Perubahan suhu ( $\Delta T$ )	Kalor Air (Q)
1	13,6 K	45587,2 J
2	8,5 K	28492 J
3	6,8 K	22793,6 J
4	10,4 K	34860,8 J
5	7,3 K	24469,6 J

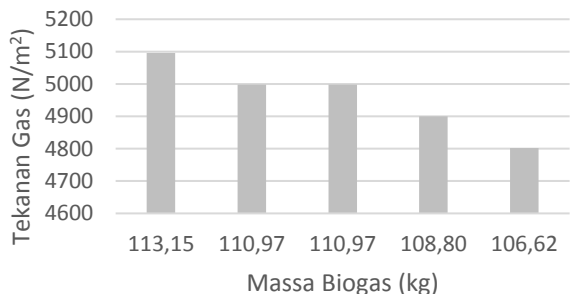
Dengan demikian, dapat diketahui nilai kalor yang dibutuhkan dengan besar nilai kalor yang ada pada bahan bakar biogas. Berdasarkan dari hasil analisis nilai kalor Q air pada tabel di atas tersebut, maka dapat ditentukan nilai kalor biogas yang terlampir pada Tabel 4 berikut.

Tabel 4. Nilai Kalor Biogas

Perc. ke	Kalor Biogas (K)
1	402,88 J/kg
2	256,74 J/kg
3	205,39 J/kg
4	320,41 J/kg
5	229,49 J/kg

**Pembahasan**

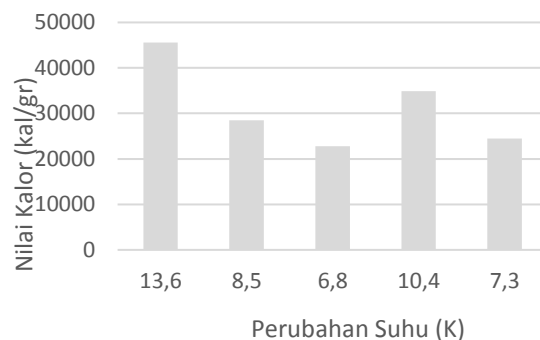
Berdasarkan dari hasil eksperimen tersebut, didapatkan beberapa data hasil tekanan biogas yang dihasilkan selama proses berlangsung. Dengan diperolehnya beberapa nilai tekanan biogas tersebut, maka perlu diketahui massa biogas yang terukur oleh manometer U, seperti yang diperlihatkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Hubungan Massa Benda Terhadap Tekanan Biogas

Pada gambar diatas, memperlihatkan bahwa pada percobaan ke 1 menghasilkan massa biogas yang tinggi sebesar 113,15 kg dibandingkan dengan percobaan ke 5 sebesar 106,62 kg sehingga terlihat pada gambar tersebut menunjukkan bahwa semakin rendah tekanan biogas yang dihasilkan dari sedikitnya massa biogas yang terpakai ketika proses pembakaran, begitupun sebaliknya. Hal ini berarti jumlah massa biogas yang digunakan ketika proses pembakaran dapat mempengaruhi besarnya tekanan biogas yang dihasilkan dari kotoran sapi. Dari hasil percobaan ke 2 dan 3 memiliki massa biogas yang sama yaitu sebesar 110,97 kg, sementara percobaan ke 4 menghasilkan massa biogas sebesar 108,80 kg.

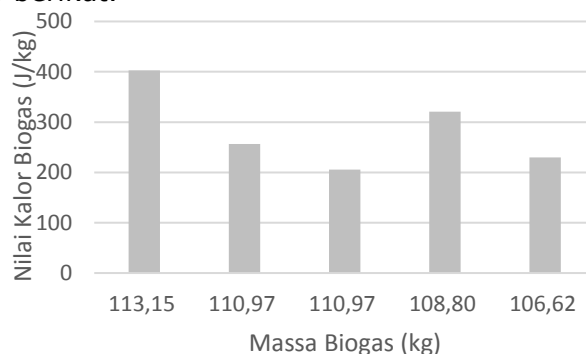
Setelah mendapatkan berapa besar massa biogas yang dihasilkan, maka dilakukan ujicoba terhadap nilai kalor yang dihasilkan oleh air yang dimasak hingga mendidih pada kompor biogas, dengan diketahui massa airnya sebesar 0,8 kg. Selanjutnya, dalam menentukan nilai perubahan suhu ( $\Delta T$ ) pada air maka akan dapat ditentukan besarnya kalor yang dibutuhkan. Nilai kalor yang dihasilkan oleh air yang dimasak hingga mendidih pada kompor biogas menunjukkan adanya hubungan antara perubahan suhu terhadap nilai kalor air pada kotoran sapi yang dapat terlihat pada Gambar 2 berikut.



Gambar 2. Hubungan Nilai Kalor dengan Perubahan Suhu

Pada gambar tersebut memperlihatkan bahwa percobaan ke 1 menghasilkan nilai kalor air yang tinggi sebesar 45587,2 J dibandingkan dengan percobaan ke 3 yang menghasilkan nilai kalor air terendah yaitu sebesar 22793,6 J. Hal tersebut menunjukkan bahwa hasil nilai kalor yang diperoleh dipengaruhi oleh perubahan suhu yang terjadi dari setiap percobaan.

Berdasarkan hasil perolehan nilai kalor air tersebut, maka hal ini memudahkan langkah terakhir yaitu dalam memperoleh nilai kalor biogas yang dibakar. Terlihat bahwa nilai kalor biogas tertinggi pada percobaan ke 1 dengan nilai sebesar 402,88 J/kg, sementara nilai kalor biogas terendah dihasilkan pada percobaan ke 3 yang diperoleh sebesar 205,39 J/kg. Hal ini dapat terlihat keterkaitan hubungan massa biogas terhadap nilai kalor biogas pada Gambar 3 berikut.



Gambar 3. Hubungan Massa Biogas dengan Nilai Kalor Biogas

Terlihat pada gambar tersebut bahwa percobaan ke 1 dan 3 memiliki perbedaan nilai kalor biogas yang cukup berbeda dengan nilai interval sekitar  $\pm 200$  J/kg. Hal ini membuktikan bahwa massa biogas yang digunakan tidak sebanding dengan nilai kalor biogas yang didapatkan meskipun massa biogas yang digunakan memiliki jumlah yang hampir sama dari masing-masing percobaan. Terkait pada sumber United Nation [8], pada kotoran sapi dapat menghasilkan produksi biogas 0,023 – 0,40 m<sup>3</sup> per hari yang berarti pada penelitian

ini hasil produksinya memiliki jumlah yang cukup besar yaitu sekitar kg atau  $0,704 \text{ m}^3$ . Hal ini dikarenakan reaktor yang digunakan yaitu reaktor tipe fixed dome plant memiliki kapasitas volume yang cukup besar yaitu sekitar  $\pm 6 \text{ m}^3$  dengan kapasitas produksi gas per hari sebesar  $1,6 - 2,4 \text{ m}^3$  dengan banyaknya kotoran sapi dan air yang digunakan yaitu dengan perbandingan  $1 : 1,5$  dimana kotoran ternak yang dibutuhkan  $75 \text{ kg}$  dan campuran air sebanyak  $0,8 \text{ kg}$ .

Berdasarkan hasil akhir perhitungan analisis nilai kalor biogas diperoleh nilai sebesar  $282,98 \text{ J/kg}$ . Terkait pada besar nilai kalor dari substansi formasi nilai kalor yang dihasilkan [9] maka diperoleh data bahwa rerata nilai kalor sebesar  $8,12 \text{ MJ/kg}$ . Pada penelitian ini diperoleh rerata nilai kalor biogas sebesar  $282,98 \text{ J/kg}$ , jika dikonversikan ke dalam satuan  $\text{MJ/kg}$  maka hasilnya menjadi  $283 \times 10^{-4} \text{ MJ/kg}$ . Hal ini berarti bahwa substansi formasi nilai kalor yang diperoleh pada penelitian ini dinyatakan memiliki nilai kalor yang cukup.

Untuk memastikan bahwa penelitian ini bernilai valid, maka perlu dilakukan perhitungan ketidakpastian pengukuran yang dilakukan selama proses penelitian tersebut. Hasil pengukuran yang diperoleh adalah  $X = (282,98 \pm 35,60) \text{ J/kg}$ . Hal ini membuktikan bahwa rerata nilai kalor biogas yang diperoleh dari penelitian ini sebesar  $282,98 \text{ J/kg}$  dengan besarnya nilai ketidakpastian pengukuran yang didapatkan sebesar  $35,60 \text{ J/kg}$

## KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil analisis data penelitian mengenai analisis Nilai Kalor Berbahan Bakar Biogas Dengan Memanfaatkan Kotoran Ternak, diperoleh kesimpulan bahwa (1) untuk memperoleh nilai kalor biogas yang dihasilkan oleh kotoran ternak yaitu kotoran sapi. Hasil pengukuran yang diperoleh adalah  $X = (282,98 \pm 35,60) \text{ J/kg}$ . Hal ini membuktikan bahwa rerata nilai kalor biogas yang diperoleh dari penelitian ini sebesar  **$282,98 \text{ J/kg}$**  dengan besarnya nilai ketidakpastian pengukuran yang didapatkan sebesar  **$35,60 \text{ J/kg}$** . (2) Cara pemanfaatan biogas di Desa Gunung Putih, maka peternak di

desa tersebut mengolah kotoran sapi tersebut ke dalam sebuah reaktor dengan tipe *fixed domed plant*. Pada proses pembuatan biogas, banyaknya kotoran sapi dan air yang digunakan yaitu dengan perbandingan  $1 : 1,5$  atau sebanyak  $75 \text{ kg}$  kotoran sapi dan  $0,8 \text{ kg}$  air. Untuk mempercepat proses fermentasinya, maka dicampurkan bahan lain yaitu Em4 (*Effective Mikroorganisme*). Pada proses fermentasi berlangsung memakan waktu selama 7 hari. Ketika gas telah terkumpul, maka peternak tersebut dapat memanfaatkannya dalam kebutuhan sehari-hari, seperti memasak dan sisa kotoran sapi yang keluar dari reaktor (*slurry*) dapat dimanfaatkan sebagai pupuk tanaman. (3) Seluruh rangkaian proses pembuatan bahan bakar biogas dengan memanfaatkan kotoran ternak ini dapat dijadikan referensi untuk pembuatan bahan ajar berbasis etnosains.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kementrian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM), "Panduan pengguna untuk sektor rumah tangga," Jakarta: Kementrian Energi dan Sumber Daya Mineral, Retrived from [http://papua2050.wwf.id/assets/mini\\_paper/energy/id/PanduanPenggunauntuk\\_Sektor\\_Rumah\\_Tangga.pdf](http://papua2050.wwf.id/assets/mini_paper/energy/id/PanduanPenggunauntuk_Sektor_Rumah_Tangga.pdf), (2015).
- [2] Sunaryo, "Rancang Bangun Reaktor Biogas untuk Pemanfaatan Limbah Kotoran Ternak Sapi di DDesa Limbangan Kabupaten Banjarnegara," *Jurnal PPKM UNSIQ*, vol.1, no.1, pp.21-30, 2014.
- [3] F.H. Elly. dkk, "Teknologi Biogas dengan Bahan Baku Bersumber dari Limbah Sapi," *SNITT- Politeknik Negeri Balikpapan*, Vol. 4 No. 1. (2020): 455-459.
- [4] Suryadarma, "Efektivitas Transformasi Energi Dalam Pembuatan Biogas," *Prosiding Seminar Nasional Penelitian Pendidikan dan Penerapan MIPA*. Yogyakarta, Juni, pp.1-5, 2012.
- [5] Zulkarnaen. Iskandar, "Bulungan Ditetapkan jadi Percontohan Energi Biogas," *Kaltim.antarnews.com*, 8 Juni, 2010.
- [6] Mujayatno. Arief, "Petani Bulungan Kembangkan Biogas Dari Kotoran Hewan," *Kaltim.antarnews.com*, 13 juli (2012).
- [7] Kaharudin & F. Sukmawati, "Petunjuk praktis manajemen umum limbah ternak untuk Kompas dan Biogas," *Balai Pengkajian Teknologi Pertanian*, (2010).
- [8] W.W. Teguh. & A. Asori. "Balai Besar Pengembangan Makanisasi Pertanian," Serpong:. Departemen Pertanian (2009)
- [9] Wiratmana, Sukanda, & Tenaya, "Studi Eksperimental Pengaruh Variasi Bahan Kering Terhadap Produksi dan Nilai Kalor Biogas Kotoran Sapi," *Jurnal Energi dan Manufaktur*, vol. 5, no.1, pp.22-32, 2012