

# Analisis Kinerja Digester Biogas Sampah Organik

Fatimah Azzarah <sup>1</sup>, Kahar <sup>2</sup>, Hasni Kasim <sup>2</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Program Studi Teknik Pertanian, Sekolah Tinggi Pertanian Kutai Timur  
Jln. Soekarno Hatta Sangatta Kutai Timur, Kalimantan Timur Kode Pos 75387

<sup>2</sup> Program Studi Teknik Pertanian, Sekolah Tinggi Pertanian Kutai Timur  
Jln. Soekarno Hatta Sangatta Kutai Timur, Kalimantan Timur Kode Pos 75387

## ABSTRACT

*Sangatta population growth increasing from year to year, causing increased fuel requirements. Utilization of locally available materials can be used one of them to make biogas from a mixture of household waste and cow waste. There need for the utilization of biogas as an alternative material for making biogas simple tool. Biogas digester made using materials and tools that are around. This research was conducted in the village of Kabo Jaya, North Sengata. The purpose of the study to investigate the performance of HDPE plastic biogas digester using a mixture of organic waste, cow waste, and water with a ratio of 2 : 1 : 3 (40 kg : 20 kg : 60 kg) were fermented within 30 days. As well as to determine the efficiency of the digester to see a comparison of the production of digester gas produced in the previous study. The research method used in this study is a research method engineering. This study resulted in the digester efficiency was 4,2 %, this was due because the digester coated by layer black so conditions in the digester was not dark, so it does not lead to the ability of bacteria to digest the material is reduced. Place to set the digester also affect the stability of the success of the fermentation process. The average of temperature was 29,9°C. The resulted has not reached optimum temperature. Daily average pressure obtained was 193 Pa. Biogas produced a mixture was 0,46 kg.*

**Keywords :** Performance of biogas, biogas, organic waste, cow waste

## ABSTRAK

Perkembangan penduduk Sangatta yang semakin meningkat dari tahun ke tahun menyebabkan kebutuhan bahan bakar meningkat. Pemanfaatan bahan yang tersedia disekitar dapat digunakan salah satunya dengan membuat biogas dari campuran sampah rumah tangga dan kotoran sapi. Perlu adanya pemanfaatan biogas sebagai bahan alternatif untuk membuat alat biogas sederhana. Digester biogas dibuat dengan menggunakan bahan dan alat yang terdapat di sekitar. Penelitian ini dilakukan di desa Kabo Jaya, Sangatta Utara. Tujuan dilakukannya penelitian untuk mengetahui kinerja digester biogas berbahan plastik HDPE menggunakan bahan campuran sampah organik, kotoran sapi, dan air dengan perbandingan 2 : 1 : 3 (40 kg : 20 kg : 60 kg) yang difermentasi dalam waktu 30 hari, serta untuk mengetahui efisiensi digester dengan melihat perbandingan produksi gas yang dihasilkan pada digester dengan penelitian sebelumnya. Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode penelitian rekayasa. Penelitian ini menghasilkan efisiensi digester sebesar 4,2 %, hal ini disebabkan karena digester tidak dilapisi lapisan hitam sehingga kondisi dalam digester tidak gelap menyebabkan kemampuan bakteri untuk mencerna bahan berkurang. Peletakan digester juga mempengaruhi kestabilan keberhasilan proses fermentasi. Suhu rata-rata yang dihasilkan 29,9°C menunjukkan suhu yang dicapai belum optimal. Tekanan rata-rata perhari yang diperoleh adalah 193 Pa. Biogas campuran yang dihasilkan sebesar 0,46 kg.

**Kata kunci :** Kinerja biogas, biogas, sampah organik, kotoran sapi

## **1 Pendahuluan**

### **1.1 Latar Belakang**

Perkembangan penduduk Sangatta yang semakin meningkat dari tahun ke tahun menyebabkan kebutuhan bahan bakar terutama minyak tanah dan gas elpiji meningkat. Biogas salah satu energi alternatif dapat digunakan sebagai pengganti bahan bakar tersebut. Pemanfaatan bahan yang tersedia disekitar dapat digunakan salah satunya dengan membuat biogas dari campuran sampah rumah tangga dan kotoran sapi.

Bahan penelitian ini menggunakan sampah organik yang dicampur dengan kotoran sapi karena mengandung gas metan yang cukup tinggi. Bahan yang semula dibuang dapat dimanfaatkan langsung. Penanganan limbah yang baik sangat penting karena dapat memperkecil dampak negatif terhadap lingkungan tergantung pada beberapa faktor, seperti kebijakan pemerintah dan ketersediaan teknologi pengolahan limbah.

Pada umumnya peternak menangani limbah secara sederhana, seperti membuat kotoran ternak menjadi kompos maupun menyebarkan secara langsung di lahan pertanian. Perlu adanya pemanfaatan biogas sebagai bahan alternatif untuk membuat alat biogas sederhana. Digester biogas dibuat dengan menggunakan bahan dan alat yang terdapat disekitar, sehingga penulis mengambil judul analisis kinerja digester biogas sampah organik. Diharapkan dengan adanya digester biogas tersebut dapat menjadi salah satu solusi sehingga dapat memenuhi kebutuhan bahan bakar rumah tangga.

### **1.2 Rumusan Masalah**

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui campuran bahan sampah organik dan kotoran sapi dapat menghasilkan gas metan dengan digester biogas
2. Mengetahui banyaknya gas yang dihasilkan dari digester tersebut

### **1.3 Batasan Masalah**

Batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Menguji digester biogas dengan mengamati suhu digester dan tekanan gas
2. Mengamati banyaknya gas yang dihasilkan untuk mengetahui efisiensi digester

### **1.4 Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui kinerja digester biogas
2. Mengetahui banyaknya biogas yang dihasilkan dari digester.

## 1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah dengan adanya uji kinerja digester dapat diketahui produksi biogas yang dihasilkan dengan bahan sampah organik dan kotoran sapi berdasarkan parameter yaitu suhu, tekanan gas, banyaknya biogas yang dihasilkan dan efisiensi digester.

## 2 Metode

### 2.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan selama satu bulan yakni bulan Oktober-November 2013 di desa Kabo Jaya, Sangatta. Menggunakan digester biogas tipe batch kapasitas 200 kg dengan campuran bahan sampah organik 40 kg, kotoran sapi 20 kg dan air 60 kg. Total berat bahan 120 kg dengan perbandingan campuran bahan 2 : 1 : 3 (sampah organik : kotoran sapi : air).

Adapun parameter yang diamati pada penelitian ini antara lain :

#### 1. Suhu digester

Pengukuran suhu digester pada thermometer melalui kabel termokopel yang telah dipasang pada digester. Pengamatan perubahan suhu yang terjadi dalam digester dilakukan setiap hari pukul 08.00 WITA selama 30 hari. Suhu digester terdiri atas suhu dalam bagian atas (gas) dan suhu dalam bagian bawah (bahan isian digester).

#### 2. Tekanan gas

Pengukuran tekanan biogas yang dihasilkan dengan melihat tekanan gas yang terdapat pada manometer. Menggunakan rumus tekanan sebagai berikut (Putu, 2012) :

$$P_{gas} = \rho \cdot g \cdot \Delta h$$

Dimana :

$P_{gas}$  = tekanan gas ( Pa)

$\rho_{air}$  = massa jenis air ( $\text{kg/m}^3$ )

$g$  = gaya gravitasi ( $\text{m/s}^2$ )

$\Delta h$  = beda ketinggian air manometer (m)

#### 3. Produksi Biogas

Untuk mencari produksi biogas dapat menggunakan rumus (Putu, 2012) :

$$m = \frac{P \cdot A}{g}$$

Dimana :

$m$  = massa gas (kg)

$P$  = tekanan gas biogas (Pa)

$A$  = luas penampang selang manometer ( $\text{m}^2$ )

$g$  = gaya gravitasi ( $\text{m/s}^2$ )

#### 4. Efisiensi

Efisiensi merupakan ukuran keberhasilan yang dinilai dari segi besarnya sumber / biaya untuk mencapai hasil dari kegiatan yang dijalankan. Efisiensi hanya dapat dievaluasi dengan penilaian-penilaian relatif, membandingkan antara masukan dan keluaran yang diterima.

$$\mu = \frac{\text{gas actual (Pa)}}{\text{gas teoritis (Pa)}} \times 100 \%$$

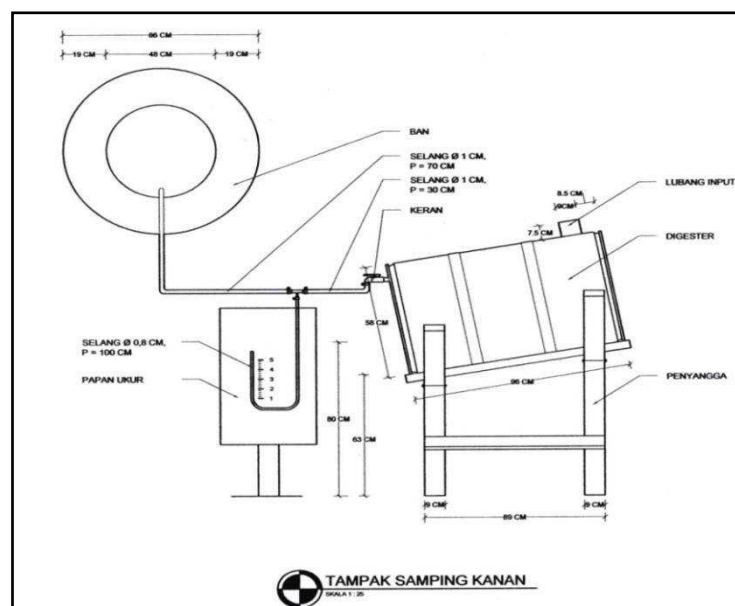
### 2.2 Langkah Penelitian

1. Persiapan
2. Perakitan digester biogas

### 2.3 Proses Penelitian

1. Penyiapan bahan sesuai dengan takaran yang telah ditentukan.
2. Pencampuran semua bahan.
3. Pengadukan.
4. Pemantauan proses fermentasi dilakukan setiap hari.
5. Pengambilan gas.
6. Melakukan uji coba pada kompor.

### 2.4 Gambar Digester



Gambar 1. Digester biogas sampah organik

### 2.5 Tahapan Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode penelitian rekayasa, (Herwanto, 2000) yaitu kegiatan penelitian perancangan yang tidak rutin sehingga di dalamnya terdapat kontribusi baru, baik dalam bentuk proses maupun produk.

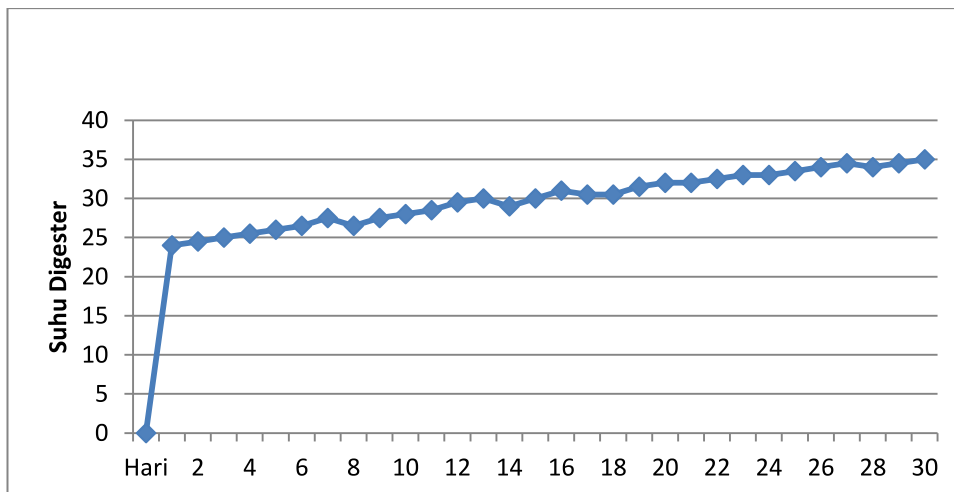
### 3 Hasil dan Pembahasan

#### 3.1 Digester Biogas

Digester biogas ini terbuat dari drum plastik ukuran 200 liter dengan posisi horisontal dan terdapat penyangga di bawahnya. Alat ini terdiri dari tangki pencerna (digester) dan penampung gas. Digester ini bekerja dengan cara memasukkan bahan melalui lubang pemasukan dengan perbandingan 2:1:3 (sampah organik, kotoran sapi dan air). Campuran bahan terlebih dahulu diaduk merata agar memudahkan proses pemasukan dan fermentasi. Kondisi anaerob dalam digester dilakukan dengan menutup lubang masuk dan keluar bahan.

#### 3.2 Suhu

Selama proses pengamatan suhu yang dihasilkan pada penelitian ini mengalami perubahan yang berbeda-beda. Suhu tertinggi dalam digester terjadi pada hari ke 30 yaitu 35°C, sedangkan terendah terjadi hari pertama yaitu 24°C.



Gambar 2. Temperatur digester

Pengamatan yang dilakukan selama masa fermentasi, suhu rata-rata dalam digester sebesar 29,9<sup>0</sup> C. Suhu rendah terjadi karena perubahan cuaca yang tak menentu. Temperatur pada hari pertama cenderung rendah, karena pada saat pengamatan terjadi perubahan cuaca yang mempengaruhi suhu digester. Kemudian temperatur mengalami kenaikan dengan diikuti gas yang dihasilkan pada digester.

Dari hasil pengamatan temperatur yang bekerja rata-rata sebesar 29,9<sup>0</sup>C. Hal ini sesuai dengan pernyataan Amaru (2004) pada temperatur 35<sup>0</sup>C bahan dapat dicerna selama 20 – 30 hari. Karena temperatur yang bekerja dibawah temperatur optimal maka dapat dipastikan kemampuan bakteri untuk mencerna bahan berkurang. Dengan mengetahui variabel ini kita dapat melihat kemampuan digester ini mencerna bahan. Suhu yang rendah juga mempengaruhi perkembangan bakteri methanogenik, Garcelon (2007)

menyatakan bahwa bakteri methanogenik membutuhkan kondisi digester yang benar-benar kedap udara dan gelap.

Aktivitas bakteri penghasil biogas juga sangat dipengaruhi oleh suhu di dalam digester. Perubahan suhu yang mendadak dalam digester biogas dapat mengakibatkan penurunan produksi biogas secara cepat. Biasanya, suhu optimum untuk produksi biogas adalah 32-37°C (Sri Wahyuni, 2011).

### 3.3 Tekanan

Tekanan ditunjukkan pada manometer, tekanan yang dihasilkan berbanding lurus dengan temperatur. Manometer berfungsi untuk mengetahui besarnya tekanan gas metan yang terdapat di dalam digester. Pengamatan pada hari pertama sampai hari ke 7 tekanan yang ada dalam digester cenderung mengalami peningkatan meski sangat sedikit hal ini ditandai dengan bertambahnya volume gas yang dihasilkan. Pada hari ke 7, gas yang ada dibuang dengan cara membuka kran yang ada pada digester karena gas masih tercampur dengan oksigen yang cukup banyak sehingga gas metan belum bisa digunakan. Pengukuran tekanan biogas yang dihasilkan dengan melihat tekanan gas yang terdapat pada manometer. Menggunakan rumus tekanan sebagai berikut :

$$P_{gas} = \rho \cdot g \cdot \Delta h$$

Dimana :

$P_{gas}$  = tekanan gas ( Pa)

$\rho_{air}$  = massa jenis air (kg/m<sup>3</sup>)

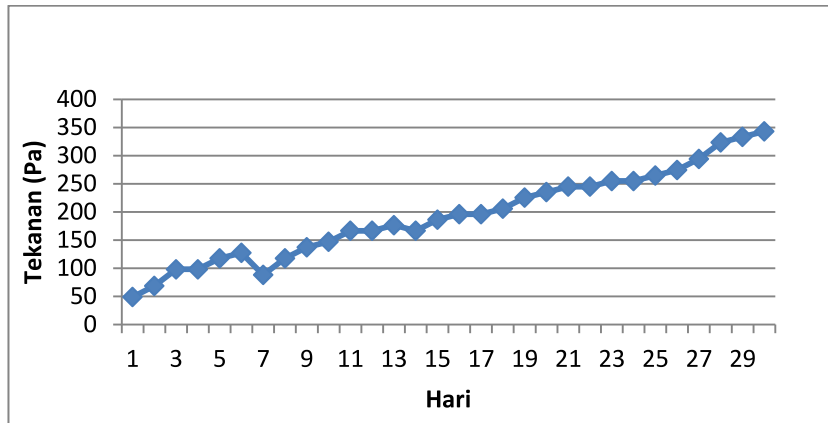
$g$  = gaya gravitasi (m/s<sup>2</sup>)

$\Delta h$  = beda ketinggian air manometer (m)

$$\begin{aligned} P_{gas} &= \rho \cdot g \cdot \Delta h \\ &= 1000 \text{ kg/m}^3 \cdot 9.8 \text{ m/s}^2 \cdot 0.005 \text{ m} \\ &= 49 \text{ Pa} \end{aligned}$$

Penelitian ini menghasilkan tekanan rendah terjadi pada hari pertama yaitu 49 Pa. Tekanan paling tinggi sebesar 343 Pa pada hari ke 30. Sedangkan tekanan rata-rata perhari 193 Pa, jika dibandingkan dengan penelitian Indra (2008) dengan kapasitas digester model terapung 200 liter, volume digester 176 liter menghasilkan tekanan rata-rata perhari 780 Pa, maka tekanan yang dihasilkan pada penelitian ini belum optimal. Penelitian ini memerlukan suhu yang stabil agar dapat menghasilkan tekanan yang maksimal. Suhu stabil tersebut biasanya terjadi pada saat suaca yang tidak berubah-ubah sehingga bakteri dapat berkembang biak dengan baik.

Digester dengan bahan plastik HDPE diketahui mempunyai tekanan maksimal sebesar Mpa  $\geq 21$  atau  $21 \times 10^6$  Pa dengan ketahanan suhu - 40 ° C sampai 110 ° C.



**Gambar 3.** Tekanan digester

Tekanan yang rendah juga dipengaruhi aktivitas bakteri yang kurang optimal. Hal ini ditandai sedikitnya gas yang dihasilkan dari digester tersebut, tidak adanya pengadukan selama proses fermentasi mempengaruhi proses penguraian bahan menjadi lambat, menurut Sri Wahyuni (2007) pengadukan sangat diperlukan selama proses fermentasi sebab jika tidak ada pengadukan bahan yang sulit dicerna akan membentuk lapisan kerak maka gas yang dihasilkan sedikit. Sedangkan syarat terbentuknya biogas yakni adanya sistem pengadukan selama proses fermentasi.

### 3.4 Produksi Biogas

Penelitian yang dilakukan menghasilkan gas yang terdapat dalam penampung gas. Biogas yang dihasilkan dari penelitian ini adalah sebesar 0,46 kg dengan menggunakan rumus :

$$m = \frac{P \cdot A}{g}$$

Dimana :

m = massa gas (kg)

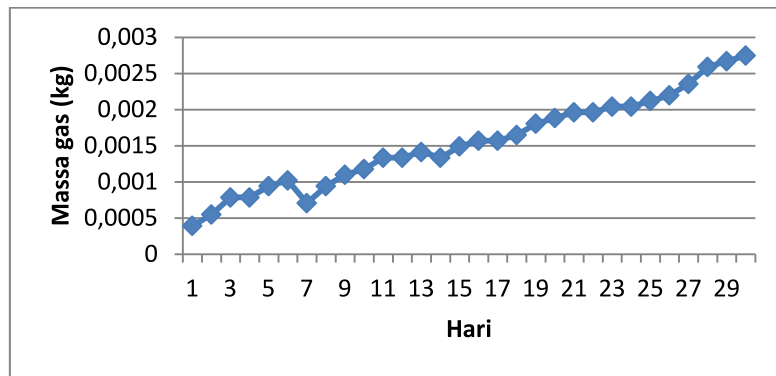
P = tekanan gas biogas (Pa)

A = luas penampang selang manometer (m<sup>2</sup>)

g = gaya gravitasi (m/s<sup>2</sup>)

$$\begin{aligned}
 m &= \frac{P \cdot A}{g} \\
 &= \frac{49 \text{ kg/m}^2 \cdot 0,785 \times 10^{-4} \text{ m}^2}{9,8 \text{ m/s}^2} = 0,39 \times 10^{-3} \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Produksi biogas yang dihasilkan sangat sedikit sebab suhu digester selama proses fermentasi rendah sehingga mempengaruhi penguraian bahan organik dan aktivitas bakteri. Gas metan yang dihasilkan yakni 60% dari gas campuran.



**Gambar 4.** Gas yang dihasilkan

Pada penelitian ini digester diletakkan di luar karena tipe digester adalah tipe batch dimana seluruh digester ditempatkan diluar. Penempatan digester di tempat terbuka dimana suhu dan cuaca sering berubah secara mendadak dapat menjadi pemicu minimnya gas yang dihasilkan. Digester yang diletakkan di luar cenderung mengalami perubahan suhu digester mengikuti perubahan suhu lingkungan. Udiharto (1981) menyatakan bahwa bakteri metan sangat peka terhadap perubahan suhu yang mendadak. Untuk mencegah perubahan mendadak, umumnya dilakukan dengan menempatkan pencerna dibawah permukaan.

Derajat keasaman yang didapat pada bahan isian digester ketika dilakukan pengukuran yakni sebesar 6 (Lampiran 2). Tingkat pH yang rendah kurang dari 6,6-7,6 menyebabkan kondisi bahan menjadi asam. Oleh karena itu, proses pembuatan biogas tidak berjalan maksimal dikarenakan tidak seimbangnya populasi bakteri metan terhadap bakteri asam yang menyebabkan lingkungan menjadi sangat asam (pH kurang dari 7) yang selanjutnya menghambat kelangsungan hidup bakteri metan. Menurut Wahyuni (2010) dan Haryati (2006), bakteri yang terlibat dalam proses anaerobik membutuhkan beberapa elemen sesuai dengan kebutuhan organisme hidup seperti sumber makanan dan kondisi lingkungan yang optimum.

### 3.5 Efisiensi

Efisiensi merupakan suatu ukuran keberhasilan yang dinilai dari segi besarnya sumber / biaya untuk mencapai hasil dari kegiatan yang dijalankan. Efisiensi yang dihitung pada penelitian ini adalah menghitung keluaran gas yang dihasilkan dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\mu = \frac{\text{gas aktual}}{\text{gas teoritis}} \times 100 \% = \left( \frac{0,46 \text{ kg}}{10,94 \text{ kg}} = \frac{4,5 \text{ Pa}}{107,2 \text{ Pa}} \right) \times 100 \% = 4,2 \%$$

Hasil yang didapatkan nilai efisiensi dari digester sebesar 4,2 %. Faktor-faktor yang mempengaruhi pembuatan biogas antara lain : keadaan di dalam digester, pH, nutrien, temperatur, rasio C/N, starter.



Kondisi digester selama penelitian harus dijaga agar anaerob, namun selama pengamatan yang dilakukan terdapat sedikit kebocoran dan segera dilakukan perbaikan. Keadaan di dalam digester harus anaerob dan dijaga dalam kesetimbangan dinamis. Jika kondisi anaerob sulit dijaga maka gas yang dihasilkan tidak maksimal. Derajat keasaman yang diperoleh selama pengamatan sebesar 6. Hal ini menunjukkan pH dalam digester kurang optimal, sebab pH yang diharapkan kisaran 6,6-7,6 karena bakteri metanogenik hanya bisa bekerja dalam range pH tersebut. Hasil pengamatan pH digester selama 30 hari pengujian pembentukan biogas menunjukkan kondisi yang asam. Kondisi ini menunjukkan ketidakmampuan bakteri metanogenik yang ada pada digester untuk mengonversi semua asam organik dikarenakan laju reaksinya yang lebih lambat dibandingkan laju reaksi bakteri asam (Siregar, 2011). Selain pH, temperatur yang optimal juga menjadi salah satu syarat agar proses anaerobik dapat terjadi dengan cepat dan produksi biogas yang dihasilkan optimal.

Berdasarkan hasil pengamatan temperatur yang didapat 29,9°C. Deublein & Steinhauser (2008) menyatakan bahwa temperatur ideal untuk proses pembentukan biogas berkisar 32- 42°C. Namun temperatur yang diperoleh di bawah temperatur optimal. Temperatur yang optimum yang dibutuhkan mikroorganisme untuk merombak bahan adalah 30-38°C untuk mesofilik, dan 49-57°C untuk termofilik. Akan tetapi, pengaturan temperatur digester relatif sulit dilaksanakan (Damanhuri, 2008). Oleh karena itu, penggunaan temperatur lokal dinilai sudah relatif baik.

Kadar nutrisi yang cukup seperti nitrogen dan fosfor harus terkandung dalam sistem untuk menjamin ketersediaan nutrisi bagi pertumbuhan bakteri. Perbandingan C/N yang optimum untuk proses pembuatan biogas adalah berkisar antara 25-30. Bakteri yang ada selama proses fermentasi telah menggunakan unsur karbon (C) sebagai energinya dan nitrogen (N) untuk membangun struktur sel tubuhnya (Siallagan, 2010). Hal inilah yang menyebabkan penurunan rasio C/N. Penurunan nilai rasio C/N dapat menyebabkan produksi biogas berhenti karena nilai rasio C/N tersebut tidak lagi dapat membantu bakteri untuk memproduksi biogas (Siallagan, 2010).

## **4 Penutup**

### **4.1 Kesimpulan**

1. Kinerja digester masih belum maksimal karena efisiensi alat yang didapat sebesar 4,2 %.
2. Setelah dilakukan pengujian digester biogas dengan bahan sampah organik 40 kg, kotoran sapi 20 kg dan air sebanyak 60 kg dengan perbandingan 2:1:3 menghasilkan gas campuran sebesar 0,46 kg.

3. Suhu rata-rata yang diperoleh yaitu 29,9°C, karena suhu digester kurang optimal sehingga kemampuan bakteri untuk mencerna bahan berkurang dan mempengaruhi tekanan serta biogas yang dihasilkan.

#### 4.2 Saran

1. Sebaiknya digester biogas ditutup lapisan hitam untuk membuat kondisi dalam digester menjadi gelap agar bakteri dapat berkembang dan proses fermentasi berjalan dengan baik.
2. Perlu dilakukan perbaikan digester agar dapat menghasilkan gas maksimal.

#### Daftar Pustaka

- Amaru, Kharistya. 2004. Rancang Bangun dan Uji Kinerja Biodigester Plastik Polyethylene Skala Kecil ( Studi Kasus Ds. Cidatar Kec. Cisurupan Kab. Garut ). *Skripsi*. Program Studi Teknik Pertanian. Jurusan Teknologi Pertanian. Fakultas Pertanian. Universitas Padjadjaran. Bandung
- Erliza Hambali, dkk. 2007. Teknologi Bioenergi, AgroMedia Pustaka. Jakarta Selatan.
- Hamni, Arinal. 2008. Rancang Bangun dan Analisa Tekno Ekonomi Alat Biogas dari Kotoran Ternak Skala Rumah Tangga. *Skripsi*. Jurusan Teknik Mesin. Universitas Lampung. Lampung.
- Hapsari, Tri. 2007. Mempelajari Produksi Biogas pada Fermentasi Sampah Organik Pasar. *Skripsi*. Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Lazuardy, Indra. 2008. Rancang Bangun Alat Penghasil Biogas Model Terapung. *Skripsi*. Jurusan Teknologi Pertanian. Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara. Sumatera Utara.
- Wahyuni, Sri. 2009. Biogas, Penebar Swadaya, Cimanggis. Depok
- Wahyuni, Sri. 2011. Menghasilkan Biogas dari Aneka Limbah, AgroMedia Pustaka. Jakarta Selatan
- Yulistiawati, Endang. 2008. Pengaruh Suhu dan C/N Rasio terhadap Produksi Biogas Berbahan Baku Sampah Organik Sayuran. *Skripsi*. Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor, Bogor.