



PRODUKSI BIOGAS MENGGUNAKAN CAIRAN ISI RUMEN SAPI DENGAN LIMBAH CAIR TEMPE

Arsul Ihsan¹⁾, Syaiful Bahri²⁾, Musafira²⁾

¹⁾ Lab Kimia Analitik, Fakultas MIPA, Universitas Tadulako

²⁾ Lab Kimia Organik, Fakultas MIPA, Universitas Tadulako

ABSTRACT

This study aimed to determine the effect of ratio of liquid cow contents with tempeh wastewater and fermentation time on biogas production. The research was conducted using a completely randomized design (CRD) with 7 point ratio variation cows rumen fluid contents with liquid wastewater tempe (0:100, 5:95, 10:90, 15:85, 20:80, 25:75 and 100:) and fermentation time consisted of 12, 24, 36, 48, 60, 72, 84 and 96 hours. Each treatment was repeated twice. From the results obtained it turns out the highest content of biogas at a ratio of biogas yield of 2894,35 mg/L. Which produces biogas fermentation time the highest yield for 84 hours. Positive test the presence of methane in the biogas shown with the blue flame in the flame test.

Keywords: *Cow rumen fluid contents, tempeh wastewater, biogas*

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh rasio dan waktu fermentasi cairan isi rumen sapi dan limbah cair tempe terhadap produksi biogas. Penelitian dilakukan dengan metode rancangan acak lengkap (RAL) dengan 7 variasi rasio cairan isi rumen sapi terhadap limbah cair tempe (0:100, 5:95, 10:90, 15:85, 20:80, 25:75, 100:0) dan waktu fermentasi terdiri dari ; 12, 24, 36, 48, 60, 72, 84 dan 96 jam. Setiap perlakuan diulang sebanyak dua kali. Dari hasil yang diperoleh, kandungan biogas tertinggi diperoleh pada rasio 15:75 dengan massa biogas 2894,35 mg/L dan jumlah rendemen biogas 718,74 mg/L fermentasi selama 84 jam. Hasil Uji nyala yang berwarna biru menunjukkan terbentuknya gas metana.

Kata kunci : *Cairan isi rumen sapi, limbah cair tempe, biogas*

I. PENDAHULUAN

Rumah Potong Hewan (RPH) selain menghasilkan daging, juga menghasilkan produk samping yang dapat dimanfaatkan dalam menghasilkan biogas. Bahan yang

dapat digunakan dalam menghasilkan biogas tersebut adalah cairan isi rumen dan kotoran sapi. Cairan isi rumen dan kotoran sapi masih mengandung bahan organik yang tinggi (Manendar, 2010). Rumah Potongan Hewan (RPH) di kota Palu

melakukan pemotongan hewan setiap harinya berjumlah 20-25 ekor sapi (Dinas Peternakan Kota Palu, 2012). Limbah hasil pemotongan hewan tersebut belum dimanfaatkan dan hanya dibuang ke perairan yang dapat mencemari lingkungan sekitar.

Pengolahan limbah cairan isi rumen dan kotoran sapi dapat dilakukan dengan cara fermentasi anaerob (tanpa kehadiran oksigen), merupakan salah satu alternatif untuk mengurangi pencemaran lingkungan. Pada proses tersebut bahan organik akan didegradasi oleh mikroba dan dapat menghasilkan biogas. Menurut Presto dan Leng dalam Priyatno (2009), di dalam rumen sapi dan kerbau, hidup beberapa jenis mikroba seperti bakteri, fungi, yeast dan protozoa. Kelompok bakteri merupakan jenis mikroba yang jumlahnya paling banyak terdapat di dalam rumen. Salah satu dari jenis bakteri yang hidup dalam rumen tersebut adalah bakteri metanogenik, yang merombak zat organik menjadi gas metana.

Proses pembuatan tempe dapat menghasilkan produk samping, yaitu berupa limbah cair tempe. Di Kota Palu terdapat beberapa industri pengolahan tempe. Menurut data UKM (2009), bahwa di Kota palu terdapat 7 industri tempe. Potensi limbah cair hasil pengolahan tempe juga

bisa menjadi salah sumber pencemar lingkungan, apabila tidak dikelola dengan baik. Padahal kandungan bahan organik dalam limbah cair tempe masih cukup tinggi. Senyawa-senyawa organik dalam limbah cair tempe tersebut berupa protein, karbohidrat dan lemak (Wahjono dan Said, 2010).

Pengolahan kedua limbah tersebut dapat dilakukan secara bersamaan untuk menghasilkan produk yang bernilai ekonomi yaitu biogas. Sampai saat ini belum ada penelitian mengenai efektivitas penggunaan cairan isi rumen sapi dengan penambahan limbah cair tempe untuk produksi biogas, maka dilakukan penelitian, sehingga dapat mengurangi pencemaran lingkungan dan menghasilkan biogas yang maksimal.

II. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Waktu Dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret sampai bulan April 2013 di laboratorium Kimia Analitik, Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Tadulako.

2.2 Alat dan Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah cairan isi rumen sapi diperoleh dari Rumah Potong Hewan (RPH) Kota Palu, limbah cair tempe di peroleh dari

pabrik tempe jalan Nangka, Palu Barat, NaOH 30% dan aquadest. Sedangkan peralatan yang digunakan terdiri atas, balon plastik, fermentor (galon kapasitas 19 L), kain saring, kertas indikator universal, gelas ukur, labu ukur, Neraca Digital serta peralatan gelas yang umum digunakan dalam laboratorium.

2.3 Rancangan Penelitian

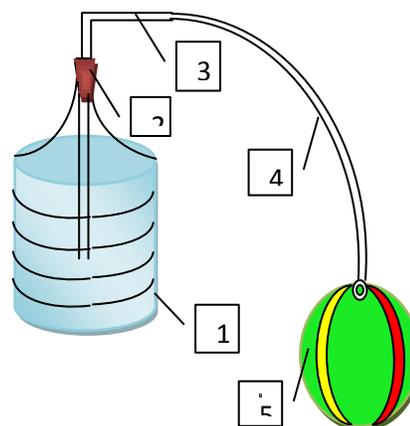
Penelitian ini dirancang menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Perlakuan yang diterapkan terdiri atas rasio cairan isi rumen sapi terhadap limbah cair tempe yang terdiri atas 7 taraf. Setiap perlakuan diulang 2 kali.

2.4 Prosedur Penelitian (Mujahidah, 2013)

Penelitian ini dilakukan secara bertahap yaitu persiapan fermentor dan penerapan perlakuan.

a. Tahap persiapan fermentor

Pada tahap ini disiapkan galon air kapasitas 19 liter sebanyak 14 buah sesuai dengan jumlah perlakuan, kemudian permukaan galon disumbat dengan prop karet yang dipasangkan pipa kaca. Selanjutnya disambungkan dengan selang dan diujung selang dipasang balon plastik untuk menampung gas yang keluar dari galon seperti yang terlihat pada gambar 3.1,



Gambar 2.1 Rangkaian Alat Fermentasi (fermentor)

b. Tahap Perlakuan

Pada tahapan ini isi rumen sapi disaring sehingga diperoleh cairan isi rumen sapi. Selanjutnya cairan isi rumen sapi dicampurkan dengan limbah cair pengolahan tempe (volume cairan isi rumen sapi + limbah cair tempe 16 liter), yang terdiri atas tujuh tingkatan rasio masing-masing, 0 : 100 ,(0 L Cairan Isi Rumen Sapi :16 L Limbah Cair Tempe), 5 : 95 (0,8 L Cairan Isi Rumen Sapi : 15,2 L Limbah Cair Tempe), 10 : 90 (1,6 L Cairan Isi Rumen Sapi : 14,4 L Limbah Cair Tempe), 15 : 85 (2,4 L Cairan Isi Rumen Sapi : 13,6 L Limbah Cair Tempe), 20 : 80 (3,2 L Cairan Isi Rumen Sapi : 12,8 L Limbah Cair Tempe), 25 :75 (4 L Cairan Isi Rumen Sapi : 12 L Limbah Cair Tempe) dan 100 : 0 (16 L Cairan Isi Rumen Sapi : 0 L Limbah Cair Tempe). Setiap perlakuan diulang dua kali

sehingga terdapat 14 unit percobaan. Campuran cairan isi rumen sapi dan limbah cair tempe (yang ditelaah diatur pHnya ± 7 dengan penambahan NaOH) dimasukkan ke dalam fermentor dan di inkubasi pada suhu ruang. Pengamatan terhadap jumlah biogas yang dihasilkan dilakukan setiap 12 jam selama 4 hari.

2.5 Uji Nyala

Gas yang telah ditampung dalam balon disulutkan pada sumber api. Uji positif ditandai dengan nyala semakin besar dan tidak padam, spesifikasi gas metana akan memperlihatkan nyala api biru.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

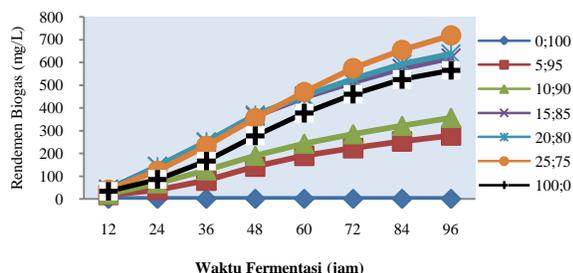
3.1 Pengaruh Waktu Fermentasi Terhadap Rendemen Biogas.

Hasil analisis rendemen biogas yang dihasilkan pada fermentasi 12 jam hingga 96 jam terlihat dalam Gambar 4.1 dan Lampiran 4. Hasil menunjukkan bahwa rendemen biogas yang terbentuk pada semua perlakuan mengalami peningkatan dengan bertambahnya jumlah cairan isi rumen. Pada perlakuan kontrol rasio 0:100 (cairan isi rumen sapi : limbah cair tempe) belum terbentuk adanya biogas hingga fermentasi ke-96 jam. Keadaan tersebut menunjukkan bahwa pada limbah cair tempe proses pembentukan biogas berjalan sangat lambat,

hal tersebut dikarenakan jumlah bakteri limbah cair tempe pada fermentasi 96 jam belum mencapai proses pertumbuhan yang maksimal sehingga proses fermentasi oleh bakteri terhadap nutrisi yang ada tidak berlangsung maksimal. Hal tersebut telah dibuktikan oleh Hartanto (2009), menyatakan bahwa limbah cair tempe tanpa penambahan starter dapat menghasilkan biogas. Dengan menggunakan fermentor kapasitas 60 liter biogas limbah cair tempe menghasilkan biogas setelah fermentasi 44 hari.

Hasil pengamatan fermentasi selama 96 jam (gambar 4.1), menunjukkan jumlah biogas yang terbentuk pada awal proses fermentasi meningkat seiring dengan bertambahnya waktu fermentasi dan selanjutnya pertumbuhannya mulai berkurang (konstan). Hal ini disebabkan karena pada awal fermentasi jumlah bahan organik yang tersedia cukup, oleh bakteri akan didegradasi menjadi biogas. Seiring dengan bertambahnya waktu maka jumlah bahan organik tersebut akan berkurang sehingga bahan organik yang akan dikonversi menjadi biogas akan semakin berkurang pula. Palupi (1994) dalam Yulistiawati (2008), mengemukakan bahwa peningkatan produksi biogas pada awal proses fermentasi dikarenakan pada tahap

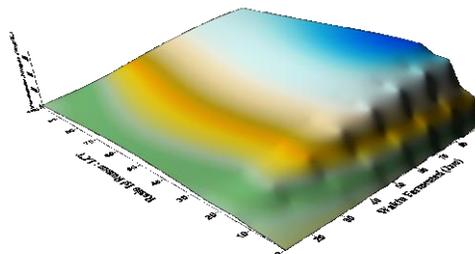
awal mikroba di dalam fermentor masih dalam keadaan segar sebagaimana keadaan dalam rumen, sedangkan pada waktu berikutnya zat nutrisi yang tersedia jumlahnya semakin berkurang.



Gambar 3.1 Rendemen biogas kumulatif pada berbagai rasio Cairan isi rumen sapi dengan limbah cair tempe dari waktu fermentasi 12 sampai 96 jam.

Pada gambar 4.1 menunjukkan waktu fermentasi 12 jam produksi biogas mulai terbentuk dan meningkat dengan bertambahnya rasio cairan isi rumen sapi dan limbah cair tempe, mulai dari rasio 5:95, 10:90, 15:85, 20:80 dan rasio 25:75. Selanjutnya pada kontrol positif (rasio 100:0) yang digunakan untuk mengetahui pengaruh penambahan limbah cair tempe menunjukkan produksi biogas mengalami penurunan. Hal tersebut disebabkan pada rasio 100:0 kebutuhan nutrisi yang tersedia untuk produksi biogas tidak berimbang, karena pada rasio tersebut hanya terdapat cairan isi rumen sapi. Komponen utama yang terdapat pada cairan isi rumen sapi

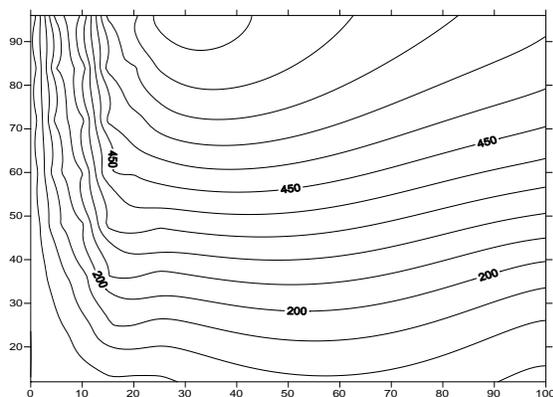
adalah nitrogen kandungan karbonnya sangat rendah, sehingga kondisi tersebut kurang ideal bagi perkembangan mikroba dalam menghasilkan biogas.



Gambar 3.2 Grafik 3D Hubungan Waktu Fermentasi, Rasio cairan Isi Rumen Sapi dan Limbah Cair Tempe Terhadap Rendemen Biogas.

Sedangkan pada waktu fermentasi 24 sampai 96 jam (Gambar 4.1) konsentrasi biogas yang terbentuk terus mengalami peningkatan. Hal tersebut berkaitan dengan jumlah bakteri dan kandungan nutrisi yang tersedia masih cukup seimbang. Peningkatan produksi biogas dengan meningkatnya jumlah konsentrasi sesuai dengan penelitian Wibisono dan Sabari (2011) yang menggunakan campuran kotoran sapi dengan lindi (limbah cair sampah) menerapkan 3 konsentrasi yaitu 0%, 20%, dan 30% memperoleh konsentrasi terbaik 30% (v/v) dengan jumlah biogas 1,869 liter/hari dengan kadar gas metana 69,57%. Pada gambar 4.2 dan 4.3 terlihat lebih jelas hubungan antara waktu fermentasi dan rasio cairan isi rumen sapi dengan limbah

cair tempe terhadap produksi biogas yang dihasilkan.



Gambar 3.3 Grafik Countur Hubungan Waktu Fermentasi, Rasio Cairan Isi Rumen Sapi, dan Limbah cair tempe Terhadap Rendemen Biogas.

Meningkatnya produksi biogas dengan bertambahnya waktu fermentasi, kemungkinan disebabkan karena setelah mengalami fase adaptasi selanjutnya bakteri akan mengalami proses pertumbuhan (log phase). Pada tahap pertumbuhan ini bakteri membutuhkan nutrisi yang banyak yang selanjutnya akan dikonversi menjadi biogas. Di samping itu limbah cair tempe mudah mengalami biodegradasi. Menurut Vegantara (2009), bahwa bahan yang berkadar air rendah akan terdegradasi lebih lama dibandingkan bahan yang berkadar air tinggi. Untuk mempercepat pendegradasian bahan, maka bahan berkadar air rendah perlu ditambahkan air atau bahan berkadar air tinggi tidak perlu ditambahkan air.

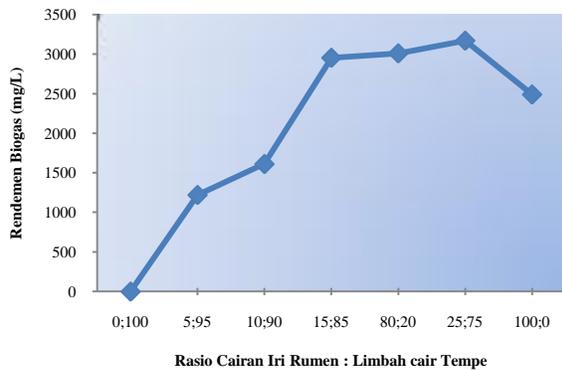
Selanjutnya pada waktu fermentasi 72, 84 dan 96 jam (gambar 4.1 lampiran, 5), penambahan produksi biogas sudah mulai mendekati keadaan konstan, hal tersebut disebabkan oleh kandungan nutrisi dalam fermentor telah berkurang. Menurut Widhiyanuriawan dkk (2012), bahwa

penurunan produksi biogas terjadi disebabkan adanya proses penguraian bahan (substrat) mulai habis atau berkurang dan diubah menjadi produk lainnya oleh enzim yang dihasilkan oleh bakteri metanogenik dan bakteri lainnya.

Dari uji lanjut Duncan dan uji BNJ (Beda Nyata Jujur) taraf 1 % yang terdapat pada Lampiran 5, menunjukkan bahwa perbedaan tiap kelompok dapat dilihat dari nilai *harmonic mean* yang dihasilkan tiap kelompok berada dalam kolom subset yang sama atau berbeda. Pada hasil uji menunjukkan bahwa fermentasi selama 12, 24, 36, 48, 60 dan 72 jam berbeda nyata dengan waktu fermentasi 84 dan 96 jam, sedang waktu fermentasi 84 dan 96 jam tidak memberikan perbedaan yang signifikan.

3.2 Pengaruh Rasio Cairan Isi Rumen Sapi Dan Limbah Cair Tempe Terhadap Rendemen Biogas

Perlakuan yang menghasilkan biogas dengan rendemen tertinggi adalah perhitungan total produksi biogas. Hasil yang diperoleh (Gambar 4.2 Tabel lampiran 5) menunjukkan rendemen produksi biogas tertinggi 3169,02 mg/liter) terdapat pada penggunaan rasio 25:75 (cairan isi rumen:limbah cair tempe). Hal tersebut didukung hasil penelitian Susilowati (2009), yang menyatakan bahwa jumlah biogas yang dihasilkan semakin meningkat dengan bertambahnya konsentrasi cairan rumen.



Gambar 3.4 Kurva Hasil Pengukuran Rendemen Total Biogas Pada Berbagai Konsentrasi Cairan Isi Rumen Sapi.

Produksi biogas ini dipengaruhi oleh pertumbuhan bakteri metanogenik yang mengubah asam volatil menjadi metan dan CO_2 dan produk lain, sehingga laju pembentukan biogas seiring dengan laju pertumbuhan bakteri metanogenik (Pertiwiningrum, Dkk. 2010).

Uji lanjut Duncan dan uji BNJ (Beda Nyata Jujur) taraf 1 % yang tersaji pada Lampiran 7, menunjukkan perbedaan tiap kelompok dapat dilihat dari nilai *harmonic mean* yang dihasilkan tiap kelompok berada dalam kolom subset yang sama atau berbeda. Pada hasil uji menunjukkan rasio (cairan isi rumen sapi:limbah cair tempe) 5;95 dan 10;90 berbeda nyata dengan rasio 15;85, 20;25, 25;75 dan 100;0 sedangkan rasio 15;85, 20;25, 25;75 dan 100;0 tidak berbeda nyata.

3.3 Hasil Uji Nyala

Uji nyala dilakukan untuk mengetahui biogas yang dihasilkan dalam proses fermentasi apakah mengandung gas metana atau tidak sehingga dapat digunakan sebagai bahan bakar pengganti minyak tanah dan Elpiji. Hasil yang diperoleh menunjukkan gas yang dihasilkan mengandung gas metana atau dapat dijadikan sebagai bahan bakar, karena ketika disulut dengan nyala api menimbulkan nyala berwarna biru. Hal tersebut juga sesuai dengan penelitian Harahap (2007), menyatakan bahwa ada gas metana ditandai dengan warna biru dalam nyala api. Gas metana (CH_4) adalah komponen penting dan utama karena memiliki kadar kalor yang cukup tinggi, dan jika gas yang dihasilkan dari proses anaerob ini dapat terbakar, kemungkinan mengandung 45% gas metana.

IV. DAFTAR PUSTAKA

- Dinas Perkebunan dan Peternakan Kota. 2012. *Rumah Pemotongan Hewan Kota Palu*. Sulawesi Tengah. Palu.
- Harahap. M. F. 2009. *Pra Rancangan Pabrik Pembuatan Biogas Dari Limbah Cair Kelapa Sawit Sebagai Sumber Energi Listrik Dengan Kapasitas 237.600 MWh/Tahun*.

- Skripsi. Fakultas Teknik. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Harahap. V. I. 2007. *Uji Beda Komposisi Campuran Kotoran Sapi Dengan Beberapa Jenis Limbah Pertanian Terhadap Biogas Yang Dihasilkan*. Skripsi. Fakultas Pertanian. Universitas Sumatra Utara. Medan.
- Juliyani. M. 2013. *Kajian Teknologi Produksi Biogas Dari Sampah Pasar Sayuran Dan Buah*. Skripsi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Tadulako. Palu.
- Manendar. R. 2010. *Pengolahan Limbah Cair Rumah Pematangan Hewan (RPH) Dengan Metode Fotokatalitik TiO_2 : Pengaruh Waktu Kontak Terhadap Kualitas BOD_5 , COD, dan pH Efluen*. Tesis. Program Studi Kesehatan Masyarakat Veteriner Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Mujahidah. 2013. *Kajian Produksi biogas dari sampah basah rumah tangga*. Skripsi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Tadulako. Palu.
- Priyatno. A. 1996. *Manipulasi Aktivitas Selulolitik Mikroba Rumen Kerbau dan Sapi*. Skripsi. Fakultas Peternakan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Susilowati. E. 2009. *Uji potensi pemanfaatan cairan rumen sapi Untuk meningkatkan kecepatan produksi Biogas dan konsentrasi gas metan dalam Biogas*. Tesis. Program Studi Teknik Mesin. Institut Teknologi Bandung. Bandung.
- Wahjono. D. H dan N. I. Said. 2010. *Teknologi Pengolahan Air Limbah Tahu-Tempe Dengan Proses Biofilter Anaerob Dan Aerob*. Badan Pengkajian Dan Penerapan Teknologi. Jakarta Pusat.
- Vegantara. A. D. 2009. *Pengolahan Limbah Cair Tapioka Menggunakan Kotoran Sapi Perah Dengan Sistem Anaerobik*. Skripsi. Jurusan Ilmu Produksi dan Teknologi Peternakan Fakultas Peternakan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Wibisono. L dan Sabari I. 2010. *Pemanfaatan lindi (limbah cair sampah) untuk Produksi biogas sebagai upaya menanggulangi dampak Pencemaran sampah*. Institut Teknologi Sepuluh November. Surabaya.
- Widhiyanuriawan. D. Dkk. 2012. *Pengaruh Kondisi Temperatur Mesophili (35°C) Dan Thermophilic (55°C) Anaerob Digester Kotoran Kuda Terhadap Produksi Biogas*. Jurnal Rekayasa Mesin Vol.3, No. 2: 317-326.
- Widyastuti. Y. Dkk. 2011. *Karakteristik Endapan Cairan Rumen Sapi asal Rumah Potong Hewan sebagai Feed Supplement*. Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Peternakan. Vol. XIV. No.1.
- Windyasmara. L. Pertiwiningrum. A. dan Yusiati. M. L. 2012. *Pengaruh Jenis Kotoran Ternak Sebagai Substrat Dengan Penambahan Serasah Daun Jati (Tektona grandis) Terhadap Karakteristik Biogas Pada Proses Fermentasi*. Buletin Peternakan Vol 36 (1) : 40 - 4.

Yadvika S. Dkk. 2004. *Enhancement of Biogas Production From Solid Substrat Using Different Techniques- A Review*. *J Bioresource Technol* 95:1-10.

Yulistiawati. E. 2008. *Pengaruh Suhu dan C/N Rasio Terhadap Produksi Biogas Berbahan Baku Sampah Organik Sayuran*. Skripsi. Program Strata I Institut Pertanian Bogor. Bogor.