

STUDI TEKNO EKONOMI PEMBUATAN BIOGAS DI PT. SHGW (STICHTING HET GROENE WOUDT) BIO TEA INDONESIA

Oleh : Bindari Rahmadian

Pembimbing : Prof. Dr. Ir. Santosa, MP dan Azrifirwan, S.TP, M. Eng

Abstrak. Bindari Rahmadian.2012. Studi Tekno Ekonomi Pembuatan Biogas di PT. SHGW (Stichting Het Groene Woudt) Bio Tea Indonesia. Penelitian ini dilaksanakan di PT.SHGW (Stichting Het Groene Woudt) Bio Tea Indonesia pada bulan Oktober sampai November 2011. Pengujian dilakukan di Laboratorium Pusat Penelitian Pemanfaatan Iptek Nuklir (P3IN) Fakultas Pertanian dan Laboratorium Nonruminansia Fakultas Peternakan Universitas Andalas. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui teknologi pembuatan biogas di PT.SHGW (Stichting Het Groene Woudt) Bio Tea Indonesia dan melakukan analisa ekonomi pembuatan biogas. Penelitian ini meliputi proses pengolahan kotoran sapi untuk bahan *input* digester yang terdiri dari proses pengadukan kotoran sapi menggunakan *mixer* pengaduk kotoran 1 dan 2, pengamatan terhadap kondisi digester serta uji laboratorium.

Hasil penelitian terhadap komposisi gas yang dihasilkan adalah CH₄ sebesar 58,13%, CO₂ sebesar 41,53%, O₂ sebesar 0,33% dan H₂S sebesar 0,00057%. Nilai gas metan yang dihasilkan masih dibawah komposisi metana yang ideal yaitu sekitar 60% - 70%. Nilai kalor dari kotoran sapi yang digunakan sebagai bahan baku biogas cukup tinggi, nilai kalor kotoran *input* digester sebesar 716,75 cal/g dan kotoran *output* sebesar 795,26 cal/g. Biaya pokok pembuatan biogas cukup murah yaitu sebesar Rp 61,92/kg kotoran *input* digester. Nilai kesetaraan yang dihasilkan oleh biogas jika dibandingkan dengan harga solar industri adalah Rp 260.019/kotoran *input* perhari dan jika dibandingkan dengan harga listrik untuk industri sebesar Rp 61.087,8/kotoran *input* perhari. Nilai kesetaraan ini tidak terlalu tinggi namun nilai yang dihasilkan dari suatu sistem produksi biogas tidak hanya dari nilai kesetaraan yang dihasilkan tetapi dilihat juga dari nilai lain yang diberikan oleh sapi. Selain sebagai sumber penghasil kotoran, dagingnya juga dapat dimanfaatkan serta nilai lain yang diberikan yaitu nilai manfaat dari pemakaian biogas yang memberikan nilai positif bagi lingkungan dan proses pelestarian lingkungan.

Kata Kunci : Biogas kotoran sapi, Energi alternatif

Abstract. Bindari Rahmadian.2012. The study of Techno Economy of Biogas Fabrication in PT. PT.SHGW (Stichting Het Groene Woudt) Tea Bio Indonesia. The research was conducted in PT.SHGW (Stichting Het Groene Woudt) Tea Bio Indonesia in October to November 2011. Laboratory testing was conducted at the Research Center for Utilization of Nuclear Science and Technology / Laboratorium Pusat Penelitian Pemanfaatan Iptek Nuklir (P3IN) Faculty of Agriculture and Nonruminansia Laboratory of Faculty of Animal Husbandry, Andalas University. The objective of this research is to know the technology in making biogas in PT.SHGW (Stichting Het Groene Woudt) Tea Bio Indonesia and economic analysis of making biogas. This study covers the processing of cow manure as digester input materials which consist of the stirring by using manure stirring mixer 1 and 2, the observation of the digester condition, and laboratory testing.

The result of research of the gas composition produced is 58,13% of CH₄, 41,53% of CO₂, 0,33% of O₂, and 0,00057% of H₂S. The value of methane gas generated is still under the ideal composition of methane, namely is about 60% - 70%. The calorific value of cow manure which is used as raw material for biogas is high, the calorific value of input manure digester is 716,75 cal/g and manure output of 795,26 cal/g. The main cost of making biogas is relatively cheap, namely 61,92 / kg of digester input manure. Equity value generated by the biogas if we compare to the price of industrial diesel fuel is Rp 149.548,5/input manure per day and if we compare to electricity prices for industrial, the amount is Rp 56,661/input manure per day. The value of equality is not too high but the resulting value of a biogas production system not only generated from values of equality, but seen also from the other values given by the cow. Beside as a source of manure, the meat can also be utilized and other value given is the benefits value of using biogas which gives a positive value for the environment and environmental preservation processes.

Keywords: Biogas manure, alternative energy

I. PENDAHULUAN

Kenaikan harga bahan bakar turut memberikan efek yang besar dalam bidang industri. Harga solar untuk industri yang mencapai Rp 8.350/liter akan berdampak pada kenaikan harga produksi, untuk itu berbagai sumber bahan bakar baru dicari demi memenuhi kebutuhan bahan bakar dan dapat menekan biaya bahan bakar. Salah satu energi

alternatif yang dapat dimanfaatkan adalah biogas. Energi yang berasal dari biogas dapat diperoleh secara terus – menerus selama bahan baku pembuatan biogas tetap tersedia.

PT.SHGW (Stichting Het Groene Woudt) Bio Tea Indonesia merupakan salah satu perusahaan asing yang bergerak dalam bidang industri pengolahan teh organik. Pada proses pengolahan teh organik perusahaan ini menggunakan sumber energi alternatif yaitu

biogas, dengan menggunakan bahan baku dari kotoran sapi yang berasal dari peternakan sapi milik perusahaan. Peternakan sapi yang dimiliki oleh perusahaan ini selain dapat menghasilkan ternak yang dapat dimanfaatkan dari segi dagingnya, kotoran yang dihasilkan oleh sapi setiap harinya juga dimanfaatkan sebagai bahan baku untuk pembuatan biogas.

PT.SHGW (*Stichting Het Groene Woudt*) Bio Tea Indonesia memiliki digester sebagai tempat berlangsungnya proses fermentasi biogas dengan ukuran panjang 35 m, lebar 35 m dan tinggi 3 m. Digester yang dimiliki oleh perusahaan selain berfungsi sebagai tempat proses fermentasi juga berfungsi sebagai tempat penyimpanan gas hasil fermentasi yang akan digunakan untuk proses pengolahan teh hijau organik.

Proses pengolahan kotoran sapi untuk dijadikan bahan *input* digester di PT.SHGW (*Stichting Het Groene Woudt*) Bio Tea Indonesia yaitu pengadukan dengan menggunakan *mixer* pengaduk kotoran 1 dan 2. *Mixer* pengaduk kotoran 1 dilengkapi dengan pisau pemotong dibagian bawahnya sehingga jerami yang tercampur dengan kotoran dapat dipotong menjadi bagian yang lebih kecil.

Analisa biaya yang dibutuhkan untuk proses pembuatan biogas perlu dilakukan, yang meliputi biaya pengadukan kotoran sapi dengan *mixer* pengaduk kotoran 1 dan 2, serta biaya fermentasi pada digester. Hasil pengadukan dengan *mixer* ini merupakan bahan *input* yang akan difermentasikan pada digester. Namun, pihak perusahaan belum melakukan analisa biaya produksi biogas dan mengkalkulasikan biaya yang dibutuhkan untuk pembuatan biogas per tahapan produksinya. Oleh karena itu penulis melakukan penelitian dengan judul “**Studi Tekno Ekonomi Pembuatan Biogas di PT.SHGW (*Stichting Het Groene Woudt*) Bio Tea Indonesia**”.

II. BAHAN DAN METODE

2.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Oktober sampai November 2011 di PT. SHGW (*Stichting Het Groene Woudt*) Bio

Tea Indonesia Lubuk Selasih Nagari Batang Barus Kecamatan Gunung Talang Kabupaten Solok Sumatera Barat, Laboratorium Pusat Penelitian Pemanfaatan Iptek Nuklir (P3IN) Fakultas Pertanian dan Laboratorium Nonruminansia Fakultas Peternakan Universitas Andalas.

2.2. Bahan dan Alat

Alat – alat yang digunakan pada penelitian ini adalah dua unit mesin pengaduk kotoran sapi (*mixer*), alat pengukur komposisi gas (*portable multi-gas measuring device* SEWERIN SR2-DO), alat pengukur temperatur (*humidity temperature meter* TES 1367), pH meter *the pheep family*, *stopwatch*, timbangan, gerobak serta alat tulis dan alat – alat pendukung lainnya.

Bahan – bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah bahan baku untuk pembuatan biogas yaitu kotoran sapi dan air.

2.3 Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan dalam beberapa tahapan penelitian yaitu sebagai berikut :

1. Analisis Teknologi

Analisis teknologi pada proses pembuatan biogas meliputi teknologi pengadukan kotoran sapi menggunakan *mixer* pengaduk yang dilengkapi pisau pemotong dan satu unit *mixer* pengaduk saja. Pengamatan dilakukan meliputi kapasitas kerja *mixer* pengaduk kotoran sapi.

2. Analisis Komposisi Gas dan Uji Laboratorium

Pengamatan yang dilakukan adalah pengamatan komposisi gas yang dihasilkan, temperatur digester, temperatur lingkungan, pH bahan *input* biogas. Uji laboratorium yang dilakukan meliputi rasio C/N kotoran sapi, kandungan air dari kotoran sapi dan analisis nilai kalor. Analisis nilai kalor dilakukan dengan menggunakan alat bom kalori meter.

3. Analisis Ekonomi

Perhitungan besarnya biaya pokok ini menggunakan menggunakan metode perhitungan Santosa (2010). Analisis ekonomi meliputi perhitungan biaya pokok pembuatan biogas, yang terdiri dari *mixer* pengaduk kotoran 1, *mixer* pengaduk kotoran 2 dan

biaya fermentasi pada digester. Biaya pokok akan dihitung meliputi biaya tetap dan biaya tidak tetap.

2.4 Pelaksanaan

2.4.1 Pembuatan Biogas

Proses pengolahan kotoran sapi untuk menjadi biogas dimulai dari pengumpulan kotoran sapi pada bak penampung 1. Kotoran sapi yang dikumpulkan dari kandang ditimbang sebelum dimasukkan ke dalam bak penampung 1 yang dilengkapi *mixer* pengaduk kotoran 1, jumlah kotoran yang diolah setiap harinya $\pm 1,5$ ton. Kotoran sapi kemudian campur dengan air dengan perbandingan 1 : 2.

Pada *mixer* pengaduk kotoran 1 dilengkapi dengan pisau pemotong pada bagian bawahnya, sehingga jerami sisa pakan yang tercampur bersama kotoran dapat dipotong oleh pisau yang berada di bagian bawahnya, sehingga tidak menyebabkan penyumbatan saat kotoran disalurkan ke dalam digester. Lama pengadukan pada *mixer* pengaduk kotoran 1 ini adalah ± 1 jam.

Hasil pengadukan kotoran sapi pada *mixer* pengaduk kotoran 1 akan dialirkan ke bak penampung 2 yang dilengkapi *mixer* pengaduk kotoran 2. *Mixer* pengaduk 2 hanya berfungsi untuk mengaduk campuran air dan kotoran sapi hingga tercampur rata, lama pengadukan pada *mixer* pengaduk kotoran 2 selama ± 47 menit. Hasil pengadukan pada *mixer* pengaduk 2 akan dialirkan ke dalam digester untuk difermentasikan. Sebelum dimasukkan ke dalam digester pH kotoran sapi diukur dengan menggunakan pH meter.

2.4.2 Pengamatan Kondisi Digester

Temperatur digester dan lingkungan selama proses fermentasi perlu diamati. Selama proses pengamatan akan diukur temperatur lingkungan dengan menggunakan *humidity temperature meter* dan temperatur dalam digester juga diamati. Selain pengukuran temperatur digester dan temperatur lingkungan juga dilakukan pengukuran komposisi gas yang dihasilkan dengan menggunakan alat pengukur kandungan gas yaitu *portable multi-gas measuring device SEWERIN SR2-DO*.

2.5 Pengamatan

2.5.1 Pembuatan Biogas

Pada proses pengolahan kotoran sapi untuk dijadikan bahan baku biogas diolah dengan menggunakan *mixer* pengaduk kotoran 1 dan kemudian dilanjutkan dengan *mixer* pengaduk kotoran 2. Pada proses pengolahan kotoran ini diamati pH dari campuran kotoran dan air yang akan dijadikan bahan *input* digester.

Pengukuran derajat keasaman (pH) bahan baku *input* biogas menggunakan pH meter. Pengukuran ini dilakukan dengan cara mencelupkan pH meter ke dalam campuran kotoran sapi dan air yang telah teraduk rata, pada alat akan tertera berapa nilai derajat keasaman (pH) dari kotoran yang diukur.

2.5.2 Pengamatan Kondisi Digester

Selama proses fermentasi berlangsung, kondisi digester dan lingkungan diamati. Pengamatan meliputi temperatur digester, temperatur lingkungan serta pengukuran komposisi kandungan gas yang dihasilkan oleh biogas. Pengukuran temperatur lingkungan menggunakan *humidity temperature meter* dan pengukuran komposisi gas yang dihasilkan oleh biogas menggunakan alat pengukur komposisi gas yaitu *portable multi-gas measuring device SEWERIN SR2-DO*. Proses pengukuran komposisi gas dengan menggunakan *portable multi-gas measuring device* ini adalah sebagai berikut :

- a. Buka katup pada pipa saluran yang terdapat pada digester
- b. Masukkan selang yang terdapat pada alat pengukur *portable multi-gas measuring device* ke dalam pipa saluran dan tutup dengan telapak tangan agar tidak ada udara luar yang masuk selama pengukuran
- c. Hidupkan alat pengukur dan catat hasil pengukuran.
- d. Setelah selesai tutup katup pipa saluran dan matikan alat.

2.5.3 Pengujian Laboratorium

Pengujian laboratorium meliputi analisis kadar air dari kotoran sapi, analisis rasio C/N kotoran sapi dan analisis nilai kalor dari biogas. Analisis kadar air dan rasio C/N dari kotoran sapi dilakukan di Laboratorium Pusat Penelitian Pemanfaatan Iptek Nuklir (P3IN) Fakultas Pertanian dan analisis nilai

kalor dari biogas dilakukan di Laboratorium Nonruminansia Fakultas Peternakan Universitas Andalas, Padang.

2.5.4 Analisa Ekonomi

Pada penelitian ini biaya pokok dapat ditentukan dengan menghitung biaya tetap dan biaya tidak tetap pada *mixer* pengaduk kotoran sapi 1 dan 2 serta fermentasi pada digester.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pembuatan Biogas

Pembuatan biogas diawali dengan pengumpulan kotoran sapi dari kandang ke bak penampung untuk diolah menggunakan *mixer* pengaduk kotoran 1 kemudian dilanjutkan pengadukan menggunakan *mixer* pengaduk kotoran 2. Pada proses pembuatan biogas tidak ada ditambahkan starter untuk mempercepat proses pembentukan biogas karena secara alami starter itu sudah tersedia dalam kotoran sapi yang dihasilkan dari rumen sapi itu sendiri.

Dari data hasil pengukuran terhadap derajat keasaman (pH) dari bahan *input* digester didapatkan rata – rata pH kotoran sapi yang masuk ke dalam digester yaitu 6,6. pH sangat penting untuk diperhatikan karena pH berpengaruh terhadap pertumbuhan dan aktivitas bakteri metan, pH bahan *input* digester yang bernilai 6,6 berada dalam kisaran pH yang ideal bagi bakteri metana untuk berkembang dengan baik dan melakukan proses pembentukan biogas. Hal ini didukung oleh pendapat Harap (2007), organisme – organisme metana sangat sensitif terhadap perubahan pH dan paling efisien dalam batas – batas pH yang berkisar antara 6,4 – 7,8.

Proses perombakan oleh bakteri metan membutuhkan kondisi-kondisi yang ideal termasuk kisaran nilai pH, nilai pH tidak boleh terlalu rendah atau terlalu tinggi karena akan berpengaruh terhadap aktivitas bakteri pembentuk biogas ini. Hal ini didukung pendapat Seadi, ddk (2008), proses pencernaan akan terhambat apabila nilai pH menurun sampai 6,0 atau meningkat sampai 8,3.

3.2 Pengamatan Kondisi Digester

3.2.1 Komposisi Gas yang Dihasilkan

Pengukuran komposisi gas dilakukan dengan menggunakan alat pengukur kandungan gas yaitu *portable multi-gas measuring device* SEWERIN SR2-DO, dengan menggunakan alat ini dapat diketahui komposisi CH₄, CO₂, O₂ dan H₂S. Persentase rata – rata komposisi biogas dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Persentase rata – rata komposisi gas

| Kandungan gas | Nilai (%) |
|------------------|-----------|
| CH ₄ | 58,13 |
| CO ₂ | 41,53 |
| O ₂ | 0,33 |
| H ₂ S | 0,00057 |

Data hasil pengamatan dan perhitungan terhadap komposisi biogas menunjukkan kandungan gas metana yang dihasilkan berada dibawah kisaran komposisi idealnya yaitu sekitar 60% - 70%. Hal ini karena pengaruh rasio C/N dari kotoran sapi yang digunakan sebagai bahan baku biogas yang tinggi dan menyebabkan produksi gas metan menjadi rendah. Hal ini sesuai dengan pendapat Wahyuni (2010), apabila rasio C/N sangat tinggi, maka nitrogen akan dikonsumsi sangat cepat oleh bakteri metan sebagai akibatnya produksi metana akan menjadi rendah.

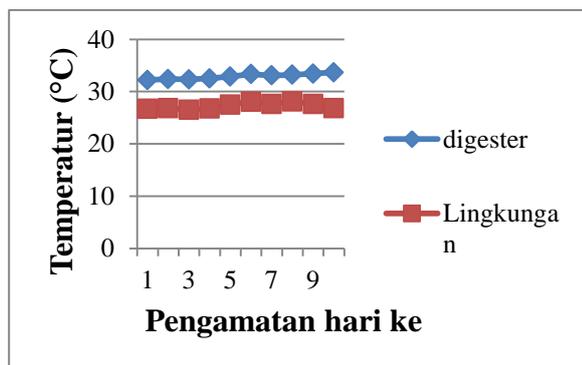
Dalam komposisi biogas, gas metan merupakan komponen utama pembentuk biogas. Gas metan inilah yang diharapkan keberadaannya dalam jumlah yang banyak karena nilai kalornya yang tinggi yang dapat dimanfaatkan untuk berbagai keperluan. Hal ini sesuai dengan pendapat Fauziah (1996) cit Jannah (2010), nilai energi gas metan cukup tinggi sehingga dapat dimanfaatkan untuk berbagai keperluan seperti penerangan, pengeringan, memasak dan keperluan lainnya. Oleh karena itu faktor-faktor yang mempengaruhi jumlah gas metan seperti perbandingan C/N dari bahan baku pembuatan biogas ini perlu diperhatikan.

Gas metana yang secara alami dihasilkan oleh kotoran sapi merupakan salah satu gas penyumbang pada efek rumah kaca, namun dengan pemanfaatan kotoran sapi sebagai bahan baku pembuatan biogas maka pembakaran gas metana pada biogas akan mengubahnya menjadi CO₂ sehingga

mengurangi jumlah gas metana di udara, dan dapat dikatakan merupakan salah satu upaya untuk mengurangi dampak dari efek rumah kaca dan merupakan salah satu upaya penyediaan energi.

3.2.2 Temperatur Digester dan Lingkungan

Temperatur merupakan salah satu faktor yang penting pada proses fermentasi biogas karena temperatur mempengaruhi perkembangan mikroorganisme pembentuk biogas. Mikroorganisme pembentuk biogas membutuhkan temperatur yang ideal agar proses pembentukan biogas berjalan optimal. Hal ini sesuai dengan pendapat Harahap (2007), temperatur selama proses fermentasi berlangsung sangat penting karena hal ini berkaitan dengan kemampuan hidup bakteri pemroses biogas, temperatur lingkungan ideal yaitu sekitar 27°C - 28°C, dengan temperatur itu proses pembuatan biogas akan berjalan sesuai dengan waktunya. Grafik temperatur rata – rata pada digester dan lingkungan dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Grafik rata – rata temperatur digester dan lingkungan

Pada Gambar 1 dapat dilihat bahwa temperatur digester berada dalam kisaran 32°C dan temperatur lingkungan rata – rata berada pada 27°C. Temperatur pada digester bisa dikontrol dengan memberikan perlakuan apabila temperatur digester mengalami perubahan. Apabila temperatur digester turun maka akan dialirkan air panas melalui pipa – pipa yang langsung menuju ke dalam digester, dan apabila temperatur di dalam digester terlalu tinggi maka akan dialirkan air dingin dengan tujuan dapat menurunkan temperatur di dalam digester tersebut sehingga bakteri

perombak tetap pada temperatur yang optimal untuk melakukan perombakan.

Dari temperatur yang telah diamati dapat dilihat bahwa temperatur digester berada pada kisaran 32°C dan termasuk temperatur yang optimal untuk proses pencernaan bagi bakteri pembentuk biogas. Hal ini sesuai dengan pendapat Rouf (2011), bakteri metanogen optimum bekerja pada suhu 35°C, ketika suhu udara turun sampai 10°C produksi gas menjadi berhenti, dan produksi gas sangat bagus yaitu pada kisaran antara 25°C sampai 30°C. Temperatur yang tinggi pada pada tingkat *termophilic* yaitu 43-55°C jarang digunakan karena sebagian besar bahan sudah dicerna dengan baik pada tingkat temperatur *mesophilic*, selain itu pada temperatur *termophilic* bakteri mudah mati karena perubahan temperatur.

3.3 Pengujian Laboratorium

3.3.1 Kadar Air Bahan Baku Biogas

Dari hasil analisis dan perhitungan kadar air dan kandungan bahan kering dari kotoran sapi yang digunakan sebagai bahan baku biogas didapatkan data seperti yang terdapat pada Tabel 2.

Tabel 2. Kadar air dan kandungan bahan kering

| Pengamatan | Hasil Uji |
|------------------------|-----------|
| Kadar air | 79,49% |
| Kandungan bahan kering | 20,51 % |

Dari Tabel 2 dapat dilihat bahwa kandungan kadar air yang terdapat pada kotoran sapi yang digunakan sebagai bahan baku pembuatan biogas sebesar 79,49% dan kandungan bahan kering sebesar 20,51%.

Pada pengolahan kotoran sapi menjadi bahan *input* untuk digester, kotoran sapi diencerkan dengan air dengan perbandingan kotoran sapi : air = 1 : 2. Jumlah air dipakai dua kali lebih banyak dari jumlah kotoran sapi yang diaduk karena kandungan bahan kering yang tinggi yaitu 20,51% dan bakteri metan membutuhkan air dalam jumlah yang banyak untuk proses pembentukan biogas. Hal ini sesuai dengan pendapat Harahap (2007), aktivitas normal dari mikroba metan membutuhkan sekitar 90% air dan 7-10%

bahan kering dari bahan masukan fermentasi. Keadaan ini dapat dicapai dengan menggunakan pengenceran menggunakan air dengan perbandingan 1 : 1 atau 1 : 2. Bila air terlalu sedikit, asam asetat terakumulasi sehingga menghambat proses fermentasi dan juga akan membentuk kerak yang nantinya bisa menghambat gas yang terbentuk ke permukaan (Kim, 2011).

3.3.2 Rasio C/N Kotoran Sapi

Hubungan jumlah karbon dan nitrogen dalam bahan organik dinyatakan dalam rasio C/N. Nilai C/N dari kotoran sapi yang digunakan sebagai bahan baku biogas dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Rasio C/N kotoran sapi

| Pengamatan | Hasil Uji |
|--------------|-----------|
| Karbon (C) | 42,38% |
| Nitrogen (N) | 0,76% |
| C/N | 55,76 |

Pada Tabel 3 dapat dilihat bahwa kandungan karbon (C) kotoran sapi adalah 42,38%, kandungan nitrogen (N) sebesar 0,76% dan perbandingan C/N kotoran sapi sebesar 55,76. Rasio C/N dari kotoran sapi milik PT.SHGW (*Stichting Het Groene Woudt*) Bio Tea Indonesia tergolong tinggi yaitu 55,76, sedangkan rasio C/N kotoran sapi yang ideal bagi mikroorganisme perombak yaitu 25 – 30. Apabila rasio C/N di dalam bahan tinggi akan mengakibatkan proses perombakan akan berjalan lebih lama sebagai akibatnya produksi gas metan akan berkurang. Hal ini sesuai dengan pendapat Jannah (2010), apabila di dalam bahan terdapat unsur C terlalu banyak (C/N tinggi), maka unsur N akan habis terlebih dahulu, sehingga unsur C banyak tersisa, hal ini akan menyebabkan bakteri berhenti bekerja. Keseimbangan karbon (C) dan nitrogen (N) pada bahan organik sangat menentukan kehidupan dan aktivitas mikroorganisme.

Faktor yang mempengaruhi besarnya nilai rasio C/N dari kotoran sapi ini adalah dari pakan yang diberikan. Tingginya nilai rasio C/N disebabkan banyaknya jumlah jerami yang diberikan untuk pakan sapi namun minim akan hijauan, untuk mencapai rasio C/N yang ideal maka perlu ditambahkan

pakan berupa hijauan karena hijau mengandung lebih banyak kandungan protein. Apabila pakan yang diberikan mengandung lebih banyak karbohidrat dibandingkan protein maka nilai rasio C/N dari kotoran yang dihasilkan oleh kotoran sapi akan tinggi hal ini disebabkan unsur karbon tersedia dalam bentuk karbohidrat dan nitrogen dalam bentuk protein. Hal ini sesuai dengan pendapat Jannah (2010), unsur karbon dalam bentuk karbohidrat dan nitrogen dalam bentuk protein, asam nitrat, amonia dan lain-lain merupakan bahan makanan pokok bagi bakteri anaerobik. Unsur karbon (C) digunakan untuk energi dan unsur nitrogen (N) digunakan untuk membangun struktural sel dari pada bakteri.

Dari hasil analisis persentase kandungan karbohidrat dan protein terhadap pakan yang diberikan kepada sapi di PT.SHGW (*Stichting Het Groene Woudt*) Bio Tea Indonesia didapatkan hasil bahwa persentase karbohidrat yang terkandung di dalam pakan lebih besar dibandingkan persentase proteinnya, hal inilah yang menjadikan rasio C/N dari kotoran sapi sebesar 55,76.

3.3.3 Nilai Kalor

Nilai kalor adalah jumlah panas yang dipindahkan ketika produk dari pembakaran bahan bakar yang diinginkan hingga mencapai temperatur awal dari bahan bakar atau udara pembakarnya. Analisis kalor dilakukan dengan menggunakan alat bom kalorimeter. Dari hasil perhitungan nilai kalor dari kotoran sapi yang digunakan sebagai bahan baku pembuatan biogas dengan menggunakan bom kalorimeter diperoleh nilai kalor dari biogas yang dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Nilai kalor

| Pengamatan | Nilai (cal/g) |
|-----------------------|---------------|
| Kotoran <i>input</i> | 716,75 |
| Kotoran <i>output</i> | 795,26 |

Dari Tabel 4 dapat dilihat hasil perhitungan dan analisis nilai kalor dengan menggunakan bom kalorimeter, nilai kalor kotoran *input* yaitu sebesar 716,75 cal/g, lebih

rendah dari nilai kalor kotoran *output* yaitu sebesar 795,26 cal/g. Nilai kalor dari kotoran sapi *output* lebih tinggi dibandingkan nilai kalor kotoran *input*, hal ini dikarenakan pengaruh kadar air, kadar air kotoran *input* lebih tinggi dibandingkan dengan kadar air kotoran sapi *output*. Hal ini sesuai dengan pendapat Nurhayati (1974) dan Masturin (2002), nilai kalor dipengaruhi oleh kadar air dan kadar abu, semakin tinggi kadar air dan kadar abu maka dapat menurunkan nilai kalor yang dihasilkan. Nilai kalor kotoran sapi di PT.SHGW (*Stichting Het Groene Woudt*) Bio Tea Indonesia ini lebih tinggi dibandingkan dengan nilai kalor kotoran sapi yang didapatkan dari hasil penelitian Fairus, dkk (2011) yaitu sebesar 253,78 cal/g. Nilai kalor yang cukup tinggi ini sangat berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai sumber bahan baku pembuatan biogas sehingga dapat digunakan untuk berbagai keperluan seperti memasak maupun menjadi sumber energi listrik.

3.4 Biaya Pokok

3.4.1 Biaya Pokok Pengadukan Kotoran dengan Mixer 1

Biaya pokok pengadukan kotoran dengan *mixer* 1 terdiri dari biaya tetap dan biaya tidak tetap. Biaya tetap merupakan hasil kalkulasi dari biaya penyusutan mesin, biaya bunga modal dengan asumsi tingkat suku bunga bank 12%. Biaya tidak tetap terdiri dari biaya perbaikan dan pemeliharaan mesin, biaya tenaga kerja, biaya pemakain listrik, besarnya biaya pokok untuk proses pengadukan kotoran dengan menggunakan *mixer* 1 dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Biaya pokok pengadukan kotoran dengan *mixer* 1

| Pengamatan | Nilai |
|--------------------------------|--------------------------------|
| Biaya Tetap (BT) | Rp 2.808.000/th |
| Biaya Tidak Tetap (BTT) | Rp 16.668,58/jam 300 jam/th |
| Jam kerja (n) | 4.233,4 kg/jam |
| Kapasitas kerja <i>mixer</i> 1 | |
| Biaya pokok | Rp 6,15/kg |

Dari Tabel 5 dapat dilihat bahwa biaya pokok pengolahan kotoran sapi dengan *mixer* 1 adalah sebesar Rp 6,15/kg. Biaya

pokok pengadukan kotoran dengan menggunakan *mixer* 1 ini dipengaruhi oleh kapasitas pengadukan kotoran dengan menggunakan *mixer* pengaduk kotoran 1, kapasitas dipengaruhi oleh lamanya waktu pengadukan serta keahlian operator dalam mengoperasikan *mixer* pengaduk kotoran ini.

4.4.2 Biaya Pokok Pengadukan Kotoran dengan Mixer 2

Biaya pokok pengaduk kotoran dengan *mixer* 2 terdiri dari biaya tetap dan biaya tidak tetap. Biaya tetap merupakan hasil kalkulasi dari biaya penyusutan mesin, biaya bunga modal dengan asumsi tingkat suku bunga bank 12%. Biaya tidak tetap terdiri dari biaya perbaikan dan pemeliharaan mesin, biaya tenaga kerja, biaya pemakain listrik, besarnya biaya pokok untuk proses pengadukan kotoran 2 dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Biaya pokok pengadukan kotoran dengan *mixer* 2

| Pengamatan | Nilai |
|--------------------------------|--------------------------------|
| Biaya Tetap (BT) | Rp 2.664.000/th |
| Biaya Tidak Tetap (BTT) | Rp 15.727,67/jam 225 jam/th |
| Jam kerja (n) | 7.487,6 kg/jam |
| Kapasitas kerja <i>mixer</i> 2 | |
| Biaya pokok | Rp 3,68/kg |

Dari Tabel 6 dapat dilihat bahwa biaya pokok yang dibutuhkan pada pengolahan kotoran sapi dengan menggunakan *mixer* pengaduk 2 sebesar Rp 3,68/kg kotoran sapi. Biaya pokok pengadukan kotoran sapi dengan menggunakan *mixer* pengaduk 2 ini dipengaruhi oleh kapasitas kerja *mixer* pengaduk kotoran ini, kapasitas kerja dipengaruhi oleh ini lamanya pengadukan kotoran. Pada *mixer* pengaduk kotoran 2 ini waktu pengadukan lebih cepat dibandingkan dengan pengadukan pada *mixer* pengaduk 1.

4.4.3 Biaya Pokok Fermentasi Pada Digester

Biaya pokok fermentasi pada digester terdiri dari biaya tetap dan biaya tidak tetap. Biaya tetap merupakan hasil kalkulasi dari biaya penyusutan mesin, biaya bunga modal dengan asumsi tingkat suku bunga bank 12%. Biaya tidak tetap terdiri dari biaya perbaikan

dan pemeliharaan digester, biaya tenaga kerja, dan besarnya biaya pokok untuk proses fermentasi dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Biaya pokok fermentasi pada digester

| Pengamatan | Nilai |
|-------------------------------------|-----------------------------------|
| Biaya Tetap (BT) | Rp 140.567.080,51/th |
| Biaya Tidak Tetap (BTT) | Rp 161.948,83/jam 2.400 jam/th |
| Jam kerja pengontrolan digester (n) | 4233,4 kg/jam |
| Kapasitas kerja digester | |
| Biaya pokok | Rp 52,09/kg |

Berdasarkan Tabel 7 biaya pokok fermentasi pada digester cukup murah yaitu sebesar Rp 52,09/kg kotoran *input* digester. Biaya pokok fermentasi pada digester dipengaruhi oleh kapasitas kerja digester.

4.4.4 Rekapilasi Biaya Pokok Pembuatan Biogas

Biaya pokok yang dibutuhkan untuk pengolah 1 kg kotoran sapi menjadi biogas yang meliputi proses pengadukan kotoran sapi dengan *mixer* pengaduk kotoran 1 dan 2 serta biaya fermentasi pada digester dapat dilihat pada Tabel 8 berikut:

Tabel 8. Total biaya pembuatan biogas

| Biaya | Nilai (Rp/kg) |
|---|---------------|
| Pengolahan kotoran dengan <i>mixer</i> pengaduk kotoran 1 | 6,15 |
| Pengolahan kotoran dengan <i>mixer</i> pengaduk kotoran 2 | 3,68 |
| Biaya fermentasi pada digester | 52,09 |
| Total biaya pokok | 61,92 |

Berdasarkan Tabel 8 dapat dilihat bahwa total biaya yang dibutuhkan untuk proses pembuatan biogas yang meliputi biaya pengolahan kotoran dengan *mixer* pengaduk kotoran 1 dan 2 serta biaya fermentasi pada digester didapatkan total biaya pokok yaitu sebesar Rp 61,92/kg kotoran sapi yang digunakan sebagai bahan *input* digester. Total biaya pembuatan biogas ini cukup murah untuk mengolah kotoran sapi menjadi bahan

baku pembuatan biogas dan menjadikannya sebagai sumber energi.

4.5 Analisis Produksi Gas

PT.SHGW (*Stichting Het Groene Woudt*) Bio Tea Indonesia dalam menjalankan kegiatan usahanya selain memperhitungkan aspek ekonomi juga memperhatikan aspek kelestarian lingkungan, sehingga dalam menjalankan kegiatan usahanya digunakan biogas sebagai sumber energi untuk mengurangi pemakaian BBM.

Dari data hasil pengamatan terhadap kotoran sapi yang dihasilkan di PT.SHGW (*Stichting Het Groene Woudt*) Bio Tea Indonesia, rata - rata kotoran sapi yang dihasilkan dan diolah untuk dijadikan biogas yaitu sebesar 1.497,4 kg/hari dari 72 ekor sapi. Analisis produksi gas yang dihasilkan dilakukan dengan pendekatan dengan hasil penelitian Rouf (2011). Menurut Rouf (2011), potensi produksi gas metan per kg kotoran sapi sebesar 0,023-0,040 m³. Maka dapat dihitung jumlah gas metan yang dihasilkan setiap harinya di PT.SHGW (*Stichting Het Groene Woudt*) Bio Tea Indonesia yaitu sebesar :

$$0,040 \text{ m}^3/\text{kg} \times 1.497,4 \text{ kg/hari} = 59,89 \text{ m}^3 \text{ gas metan/hari}$$

Gas metan yang dihasilkan setiap harinya sebanyak 59,89 m³ dari *input* kotoran sapi sebanyak 1497,4 kg setiap harinya. Analisis produksi biogas hanya bisa dilakukan dengan pendekatan dari hasil penelitian Rouf (2011) hal ini dikarenakan tidak bisanya dilakukan pengukuran yang pasti terhadap jumlah gas metan yang dihasilkan di PT.SHGW (*Stichting Het Groene Woudt*) Bio Tea Indonesia. Hal ini disebabkan digester yang dimiliki perusahaan selain berfungsi sebagai tempat fermentasi sekaligus berfungsi sebagai tempat penampung biogas yang dihasilkan, selain itu pengisian digester dilakukan secara kontiniu. Oleh karena itu analisis gas yang dihasilkan dilakukan dengan pendekatan terhadap penelitian Rouf (2011).

4.6 Nilai Kesetaraan Biogas yang Dihasilkan

4.6.1 Nilai Kesetaraan dengan Solar Industri

Produksi biogas perharinya di PT.SHGW (*Stichting Het Groene Woudt*) Bio

Tea Indonesia dari 72 ekor sapi sebesar 59,89 m³ gas metana yang dihasilkan dari 1.497,4 kg kotoran sapi. Menurut Wahyuni (2010), 1 m³ biogas setara dengan 0,52 liter solar. Nilai gas metana 34,44 m³ ini jika dibandingkan dengan nilai bahan bakar solar bernilai :

$$59,89 \text{ m}^3 \times 0,52 \text{ liter/m}^3 = 31,14 \text{ liter}$$

Gas yang dihasilkan setiap harinya sebesar 59,89 m³ akan dapat menghemat pemakaian solar sebanyak 31,14 liter. Jika harga solar industri Rp 8.350/liter maka dapat dikalkulasikan bahwa nilai biogas yang dihasilkan setiap harinya setara dengan Rp 260.019/kotoran *input* perhari.

4.6.2 Nilai Kesetaraan dengan Listrik Untuk Industri

Menurut Wahyuni (2010), untuk menghasilkan listrik 1 kWh dibutuhkan 0,62 – 1 m³ biogas. Jadi dapat dihitung dari 59,89 m³ gas metan yang dihasilkan perharinya maka dapat dihasilkan listrik sebesar 59,89 kWh. Nilai listrik yang dihasilkan ini jika dikalikan dengan harga listrik per kWh untuk listrik industri maka nilai yang dihasilkan dapat dihitung:

$$\text{Rp } 1.020/\text{kWh} \times 59,89 \text{ kWh} = \text{Rp } 61.087,8/\text{kotoran } \textit{input} \text{ perhari}$$

Biogas yang dihasilkan dari *input* kotoran sebanyak 1.497,4 kg menghasilkan biogas sebesar 59,89 m³ yang setara dengan 59,89 kWh memiliki nilai kesetaraan sebesar Rp 61.087,8 jika dibandingkan dengan nilai listrik untuk industri.

Nilai kesetaraan yang dihasilkan dari pembuatan biogas di PT.SHGW (*Stichting Het Groene Woudt*) Bio Tea Indonesia jika dibandingkan dengan nilai solar industri dan listrik untuk industri mungkin nilainya tidak terlalu tinggi, namun nilai yang dihasilkan dari sistem produksi biogas tidak hanya dilihat dari nilai kesetaraan ini namun perlu juga dilihat dari nilai lain yang diberikan oleh sapi sebagai penghasil kotoran seperti nilai daging yang dihasilkan serta nilai lain yang diberikan yaitu nilai manfaat yang didapatkan dari pemakaian biogas terhadap lingkungan yang memberikan kontribusi positif terhadap lingkungan dan proses pelestarian lingkungan.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat diperoleh beberapa kesimpulan bahwa :

1. Dari pengukuran komposisi biogas gas metan (CH₄) yang dihasilkan sebesar 58,13%. Nilai CH₄ yang dihasilkan biogas di PT.SHGW (*Stichting Het Groene Woudt*) Bio Tea Indonesia masih berada dibawah komposisi ideal CH₄ yaitu sekitar 60% – 70%
2. Nilai kalor dari kotoran sapi di PT.SHGW (*Stichting Het Groene Woudt*) Bio Tea Indonesia ini cukup tinggi, nilai kalor kotoran *input* sebesar 716,75 cal/g dan kotoran *output* sebesar 795,26 cal/g. Nilai kalor ini cukup tinggi sehingga kotoran sapi di PT.SHGW (*Stichting Het Groene Woudt*) Bio Tea Indonesia sangat potensial untuk dijadikan bahan baku pembuatan biogas
3. Biaya total untuk pembuatan biogas cukup murah yaitu sebesar Rp 61,92/kg kotoran sapi untuk *input* digester.
4. Dari 72 ekor sapi yang dimiliki dihasilkan kotoran sebanyak 1.497,4 kg/hari. Nilai kesetaraan biogas yang dihasilkan perharinya dibandingkan dengan nilai solar industri yaitu sebesar Rp 260.019 dan nilai kesetaraan jika dibandingkan dengan nilai listrik untuk industri yaitu sebesar Rp 61.087,8, nilai kesetaraan ini tidak terlalu tinggi.
5. Nilai kesetaraan yang dihasilkan oleh biogas tidak hanya dilihat dari nilai kesetaraan dengan solar industri maupun listrik untuk industri namun juga ada nilai lain yang diberikan oleh sapi seperti daging dan nilai manfaat yang didapatkan dengan pemakaian biogas terhadap lingkungan.

4.2 Saran

1. Peternak yang memiliki sapi disarankan untuk memanfaatkan kotoran sapi yang dihasilkan untuk bahan baku pembuatan biogas karena nilai kalor yang dihasilkan dari kotoran sapi cukup tinggi yaitu kotoran *input* sebesar 716,78 cal/g dan kotoran *output* sebesar 795,26 cal/g, sehingga sangat berpotensi digunakan sebagai bahan baku pembuatan

- biogas, biogas aman untuk digunakan dan dapat menghemat biaya pengeluaran dibanding pemakaian BBM.
2. Untuk keperluan rumah tangga dapat membuat biogas dari kotoran 3 ekor yang setara dengan 2 liter minyak tanah dan dapat menghemat biaya pemakaian minyak tanah sebesar Rp 7.284,8/hari.
 3. Mengkaji campuran bahan baku pembuatan konsentrat dengan penambahan lebih banyak kandungan protein agar rasio

C/N kotoran sapi yang dihasilkan sesuai dengan rasio C/N yang ideal bagi bakteri pembentuk biogas sehingga dapat meningkatkan kandungan gas metan yang dihasilkan.

4. Menghitung nilai *break event point* dari biaya pembuatan biogas.
5. Menghitung nilai manfaat pemakaian biogas dengan menghitung dampak yang ditimbulkan terhadap lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2008. *Biogas*, <http://indonesiacity.blogspot.com>, acc. (28 Mei 2011).
- Anonim. 2010. *Reaktor Biogas Skala Kecil/Menengah*, <http://www.kamusilmiah.com>, acc. (28 Mei 2011).
- Fairus, Sirin, ddk. 2011. *Pemanfaatan Sampah organik Secara Terpadu Menjadi Alternatif Energi : Biogas dan Precursor Briket*. Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional, Bandung.
- Hakim, Arief Rahkman. 2010. *Biogas di Indonesia*, <http://ago-blog.blogspot.com/2010/02/biogas-di-indonesia.html>, acc. (28 Mei 2011).
- Harahap, Indri Vesalna. 2007. *Uji Beda Komposisi Campuran Kotoran Sapi dengan Beberapa Jenis Limbah Pertanian Terhadap Biogas yang Dihasilkan*. Skripsi S1 Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Herman, B. dkk. 2007. *Pemanfaatan Sampah Organik Sebagai Sumber Biogas Untuk Mengatasi Krisis Energi Dalam Negri*. Karya Tulis Ilmiah Mahasiswa Universitas Lampung, Bandar Lampung.
- Jannah, Uma F. 2010. *Biogas* 3, www.bbrp2b.kkp.go.id, acc (6 Desember 2011).
- Judoamidjojo, R.Muljono, E.Gumbira Sa'id dan Liesbetini Hartoto. 1989. *Biokonversi*. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Kim. 2011. *Biogas*. <http://repository.upi.edu>, acc. (6 Desember 2011).
- Masturin, A. 2002. *Sifat Fisik dan Kimia Briket Arang dari Campuran Arang Limbah Gergajian Kayu*. Skripsi S1. Fakultas Kehutanan. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Rouf, Ari Abdul. 2011. *Pemanfaatan Limbah Kotoran Ternak Sapi Untuk Biogas Skala Rumah Tangga*. BPTP Gorontalo, Gorontalo.
- Santosa. 2010. *Evaluasi Finansial untuk Manager, dengan Software Komputer*. IPB Press, Bogor.
- Seadi, Al teodorita, dkk. 2008. *Biogas Handbook*. University of Southern Denmark Esbjerg, Denmark.
- Setiawan, Ade Iwan. 2009. *Memfaatkan Kotoran Ternak Solusi Masalah Lingkungan dan Pemanfaatan Energi Alternatif*. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Sukmana, Rika Widya dan Anny Muljatiningrum. 2011. *Biogas Dari*

Limbah Ternak. Penerbit NUANSA,
Bandung.

Syarief, Atjeng M. dan Ervan Adi Nugroho.
1989. *Teknik Pengolahan Hasil
Pertanian Pangan*. Institut Pertanian
Bogor, Bogor.

Wahyuni, Sri. 2010. *Biogas*. Penebar
Swadaya, Jakarta.