

# POTENSI BIOGAS MELALUI PEMANFAATAN LIMBAH PADAT PADA PETERNAKAN SAPI PERAH *BANGKA BOTANICAL GARDEN* PANGKALPINANG

Fianda Revina Widyastuti<sup>1</sup>, Purwanto<sup>1</sup>, Hadiyanto<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Program Magister Ilmu Lingkungan Pascasarjana Universitas Diponegoro  
Jl. Imam Bardjo SH No.5 Semarang

<sup>2</sup> Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Diponegoro  
Email: [fiandarevina@gmail.com](mailto:fiandarevina@gmail.com)

## Abstract

*At integrated farming areas Bangka Botanical Garden Pangkalpinang treating some of solid waste mixed with biogas digester will be used as fuel gas stove. Existing conditions in the dairy cattle by using the solid waste with 132 kg / day means at least they still used solid waste of 5 cows, so the biogas produced only 1 m<sup>3</sup> / day. This paper is studying about the energy's need, economic and environments aspect in solid waste treatment to biogas and also about biogas management to provides the electricity need in the BBG Farm. The study is descriptive. The data have been taken from observation, measurement and interview with the farmer as the informan. Biogas produced can be used as lighting 60-100 watts for 50 hours, the driving source of energy 1 PK for 17 hours, producing 39 kWh electric energy and be able to cook 3 dishes for 40-48 servings. To produce 39.48 kWh / day, it can be used as a source of electrical energy BBG farm that has 35 lights with 25 watts of power which is lit for 12 hours / day. Up for lighting requires 10 kWh / day. For milking machine with 0.55 watts power usage requires 1.1 watts 2 times the rest can be used as a motor to move the water pump, lawn mower and activity classification. The BBG Farm need to increase the efficiency of utilization of biogas digester or biodigester everaging 1 unit abandoned and improve lighting installation connection using biogas.*

**Keywords:** *biogas, cattle, energy, potential.*

## 1. PENDAHULUAN

Manusia membutuhkan energi agar dapat beraktivitas begitu pula perekonomian yang dalam menjalankannya memerlukan energi. Kebutuhan energi didapat dari sumber daya alam yang dapat diperbaharui dan sumber daya alam yang tidak dapat diperbaharui atau dapat diperbaharui dalam jangka waktu yang sangat lama. Konsumsi energi Indonesia mengalami peningkatan dari tahun ke tahun. Elinur dkk (2010) menyebutkan bahwa cadangan energi minyak mentah Indonesia hanya dapat diproduksi atau akan habis dalam kurun waktu 23 tahun, gas selama 59 tahun dan batubara selama 82 tahun.

Berdasarkan asumsi dari Pusat Data dan Informasi Energi dan Sumber Daya Mineral Kementerian ESDM (2010) bahwa penggunaan sumber energi fosil yang tidak

bijak selain akan menghabiskan cadangan sumber energi juga akan memberikan dampak lingkungan melalui emisi gas CO<sub>2</sub> dan gas rumah kaca lainnya. Emisi gas CO<sub>2</sub> berdasarkan Skenario Dasar atau *Business as Usual* (BAU) akan meningkat menjadi sekitar 1000 juta ton pada tahun 2020 dan akan terus meningkat menjadi 2129 juta ton pada tahun 2030. Berdasarkan skenario mitigasi emisi gas CO<sub>2</sub> yang dapat ditekan menjadi 706 juta ton di tahun 2020 dan 1219 di tahun 2030. Menurut sumbernya emisi gas CO<sub>2</sub> berasal dari pembakaran batubara (50,1%), gas bumi (26%) dan minyak bumi (23,9%). Sektor industri merupakan penyumbang emisi CO<sub>2</sub> terbesar diikuti oleh sektor rumah tangga, transportasi, komersil dan Pertanian, Konstruksi dan Pertambangan (PKP).

Diversifikasi energi merupakan salah satu kunci mengatasi ancaman kelangkaan energi di negeri ini. Konservasi dapat dilakukan dengan penghematan dan pengembangan sumber energi terbarukan, tentunya harus didukung oleh kebijakan – kebijakan pemerintah yang pro lingkungan. Salah satu sumber energi terbarukan adalah biogas. Biogas dapat dibuat dari kotoran ternak, limbah industri tahu, atau sampah organik rumah tangga atau pasar. Biogas memiliki prospek yang baik sebagai alternatif energi terbarukan yang dapat dikembangkan di Indonesia yang sedang mengalami krisis energi yang ditandai dengan semakin langka dan tingginya harga bahan bakar yang berdampak pada semakin tingginya biaya produksi pembangkit tenaga listrik. Wahyuni (2012) menyatakan bahwa biogas dapat menyalakan bunga api dengan energi 6400 – 6600 kcal/m<sup>3</sup>. Kandungan 1 m<sup>3</sup> biogas setara dengan energi 0,62 liter minyak tanah, 0,46 liter elpiji, kemudian 0,52 liter minyak solar, 0,08 liter bensin dan 3,5 kg kayu bakar. Pada penelitian Hanif (2010) menyatakan bahwa 1 ekor sapi menghasilkan kotoran 25 kg/ekor maka dari 411 ekor sapi dapat menghasilkan 10.275 kg dengan kandungan bahan kering sebesar 2.055 kg. maka akan menghasilkan biogas 82,2 m<sup>3</sup>/hari. Sedangkan setiap 1 m<sup>3</sup> biogas menghasilkan 4,7 kWh. Oleh karena itu dari kotoran dari 441 ekor sapi berpotensi menghasilkan energi listrik sebesar 386,6 kWh/ hari. Menurut Hardianto dkk (2000) ada tiga keunggulan dari pengolahan kotoran ternak melalui biogas yaitu 1) biogas dapat dimanfaatkan sebagai pengganti bahan bakar minyak atau kayu bakar dengan kualitas panas yang lebih baik, 2) *sludge* yang berbentuk cair untuk pupuk tanaman dan 3) *sludge* padat untuk campuran konsentrat pakan ternak. Menurut Arifin dkk (2011) di Pesantren Saung Balong telah dibuat *pilot plant* biogas dengan produksi biogas sekitar 7 m<sup>3</sup>/hari. Biogas ini dimanfaatkan untuk keperluan sehari-hari seperti memasak dan penerangan, dan digunakan sebagai bahan bakar *pure biogas* dengan genset skala 1.000-10.000 watt dan skala 10 kW dengan *system dual fuels* dan

telah dibuat teknologi pengayaan biogas melalui proses absorpsi dan teknologi pengisian biogas kedalam tabung. Listrik yang dihasilkan dari instalasi biogas di pesantren Saung Balong Al Barokah digunakan untuk mengurangi ketergantungan terhadap listrik yang di peroleh dari Perusahaan Listrik Negara (PLN).

Kawasan Usahatani Terpadu Bangka Botanical Garden (KUTBBG) Pangkalpinang mengintegrasikan perkebunan perikanan dan peternakan. Pada konsep awal perencanaan terlihat bahwa KUT BBT menerapkan sistem *zerowaste* dimana limbah dari peternakan dijadikan pupuk untuk menyuburkan tanah perkebunan, sedangkan hasil perkebunan menjadi bahan pakan ternak. Kotoran ternak sebagian diolah menjadi pupuk kompos dan sebagian diolah menjadi biogas yang sehari – hari dapat digunakan sebagai bahan bakar kompor gas. Dengan ketersediaan 2 unit digester dan ketersediaan limbah padat kotoran sapi perah yang ada, maka potensi pemanfaatan kotoran sapi belum maksimal. Kendala yang ada adalah dimana 1 unit instalasi biogas yang ada letaknya jauh dari kandang sapi perah. Jika digester dimanfaatkan dengan baik maka kebutuhan listrik di BBG yang saat ini disupply dari PLN dapat menjadi peluang penghematan listrik dan bahan bakar di BBG.

Peralatan yang menggunakan energi listrik pada peternakan BBG antara lain adalah 35 buah lampu penerangan 25 watt, mesin pemerah 0,55 watt, 1 unit AC, mesin pemotong rumput/coper, mesin pompa air 1800 watt dan alat – alat perbengkelan/pengelasan.

Artikel ini membahas masalah kebutuhan energi, ekonomi dan lingkungan pada pemanfaatan limbah ternak kotoran sapi menjadi biogas dan permasalahan pengelolaan biogas terhadap pemenuhan kebutuhan ketenagalistrikan di peternakan BBG.

## 2. Gambaran Umum BBG

Peternakan *BBG* adalah peternakan yang berada di dalam Kawasan Usahatani

Terpadu yayasan *Bangka Goes Green*. KUT *BBG* ini terletak di pesisir Pantai Pasir Padi Kota Pangkalpinang Provinsi Kepulauan Bangka Belitung. Area KUT *BBG* seluas 312 ha ini berada di tengah – tengah Kawasan Industri Ketapang dan pelabuhan. KUT *BBG* ini termasuk dalam Kecamatan Bukit Intan Kelurahan Temberan.

Dalam kesehariannya Peternakan *BBG* menjalankan aktivitas pemeliharaan sapi menggunakan sumber energi listrik dari PLN. Energi listrik digunakan untuk menjalankan pompa air, mesin pemerah susu, lampu penerangan, kelistrikan (bengkel pengelasan), mesin pemotong rumput. Sedangkan untuk bahan bakar kompor, peternakan *BBG* telah memanfaatkan biogas yang dihasilkan dari kotoran sapi.

Kendala yang sering dihadapi oleh petugas peternakan dalam menjalankan aktivitas mereka adalah seringnya terjadi pemadaman listrik. Pemadaman listrik yang sering terjadi ini sangat berdampak negatif karena mengganggu aktivitas petugas Tabel1. Hasil Pengukuran Berat Badan Sapi

No	LD (cm)	BB (kg)
1	188	441
2	180.5	410.06
3	187.5	438.9
4	164	345.96
5	203	506.25
6	186	432.64
7	175	388.09
8	190	449.44
9	172	376.36
10	181	412.09
11	178	400
12	194	466.56
13	188	441
14	202	501.76
15	197	479.61
16	196	475.24
17	173	380.25
rata - rata (kg)		<b>432.07</b>

peternakan dalam memelihara ternak dan berdampak kerusakan peralatan listrik yang digunakan. Pemadaman listrik juga akan menyebabkan kerusakan pada peralatan sehingga peralatan elektronik tidak bertahan lama.

Peternakan *BBG* memiliki 2 unit instalasi biogas walaupun 1 unit saja yang aktif terpakai karena letak 1 unit lainnya sangat jauh dari kandang. Dari digester tersebut dihasilkan biogas yang digunakan sebagai bahan bakar kompos gas untuk keperluan memasak petugas kandang. Setiap hari petugas biogas hanya memanfaatkan kotoran sapi sebanyak 2 arko atau 132 kg feses sapi perah.

Pengukuran berat badan sapi perah dilakukan dengan sampel yaitu dari 42 ekor keseluruhan sapi perah yang berhasil diukur adalah 17 ekor karena sebagian sapi terlalu agresif. Sedangkan metode pengukuran menggunakan pita lingkar dada karena peternakan belum mempunyai timbangan sapi. Menurut rumus *Schoor, BB sapi (kg) = ((lingkar dada(cm) + 22))^2 : 100*

*Sumber: Hasil Pengukuran data primer,2013*

### 3. METODE PENELITIAN

#### 3.1. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di kompleks peternakan yang merupakan bagian dari Kawasan Usahatani Terpadu Bangka Botanical Garden Pangkalpinang. Populasi penelitian adalah ternak sapi *BBG* berjumlah 223 ekor yang terdiri dari sapi perah, jantan dan pedet. Akan tetapi dalam penelitian ini hanya membahas 42 ekor sapi perah yang menjadi sampel karena dalam 1 kandang dan berdekatan dengan instalasi biogas.

#### 3.2. Metode Pengumpulan Data

3.2.1. Observasi, dilakukan dengan mengamati kegiatan pada setiap tahap pemeliharaan mulai dari awal hingga akhir. Untuk data sekunder didapat dari studi literatur dan

dokumen yang menyangkut tentang peternakan di KUTBBG.

3.2.2. Petugas kandang yang menjadi informan antara lain 4 orang dari kandang perah, 2 dan 6 lainnya kandang jantan dan pedhet ditambah oleh 1 orang nutrisisionis pakan ternak, 2 orang petugas pemotong rumput. Sedangkan petugas pengomposan yang menjadi informan adalah 2 orang dan 1 orang di bagian biogas.

### 3.3. Analisis Data

Analisis potensi biogas dilakukan dengan mengalikan berat kotoran ternak sapi perah dengan dengan kandungan bahan kering yang terkandung didalamnya lalu dikonversikan menjadi volume gas yang dihasilkan ( $m^3$ ) sehingga didapatkan hasil volume biogas perhari dari kotoran 42 ekor sapi perah.

Analisis aspek lingkungan dilakukan dengan perhitungan emisi gas rumah kaca menggunakan rumus yang dikutip dari Kementerian Lingkungan Hidup Republik Indonesia yaitu :

$$\text{Emisi GRK} = A_i \times EFi$$

*Emisi GRK = Emisi suatu gas rumah kaca (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O)*

*A<sub>i</sub> = Konsumsi bahan jenis i atau jumlah produk i*

*EF<sub>i</sub> = Faktor Emisi dari bahan jenis i atau produk i*

Pengolahan 1 ton emisi CO<sub>2</sub>e menurut perhitungan emisi GHG berdasarkan standart Protokol Kyoto memerlukan biaya sebesar 30 Euro. Dengan pemanfaatan kotoran sapi menjadi biogas maka peternakan BBG membantu mereduksi emisi gas rumah kaca.

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Potensi biogas sebagai sumber energi

Balai Besar Pengembangan Mekanisasi Pertanian di Serpong telah mengkaji pemanfaatan energi biogas dari kotoran sapi untuk lampu penerangan dan kompor gas. Ternyata biogas layak secara

teknis dan ekonomis. Biogas juga telah dikaji untuk pembangkit listrik. (Balai Besar Pengembangan Mekanisasi Pertanian Situgadung, 2007)

Jumlah ternak sapi yang dimiliki oleh Peternakan BBG adalah 223 ekor. Terdiri dari sapi perah, jantan dan pedet. Namun karena limbah padat tidak hanya diolah dengan digester menjadi biogas tetapi juga dikomposkan maka yang selama ini berjalan adalah dengan kapasitas digester 4m<sup>3</sup> hanya terisi 2 arko atau 132 kg kotoran dari sapi perah saja yang diolah menjadi biogas. Biogas yang dihasilkan pun hanya untuk memenuhi kebutuhan sebagai bahan bakar kompor gas saja dan tidak dimanfaatkan sebagai sumber energi listrik pada lampu penerangan dan mesin yang menggunakan energi listrik lainnya. Menurut informan petugas biogas yang ada biogas yang dihasilkan pernah diaplikasikan sebagai sumber energi lampu penerangan kandang sebelum mengalami kemacetan dan kerusakan pada digester akibat penyumbatan di dalam digester akibat kandungan feses yang mengandung bungkil kelapa sawit yang masa jenisnya lebih berat sehingga tidak dapat terangkat dan mengendap di tangki. Sampai dengan sekarang belum diaplikasikan kembali biogas sebagai sumber energy lampu penerangan kandang.

Sapi perah yang ada di Peternakan BBG berjumlah 42 ekor dengan berat 450 – 500 kg. Dengan Jumlah ternak yang ada seharusnya berpotensi untuk memanfaatkan biogas sebagai sumber energi untuk kebutuhan kelistrikan dan bahan bakar di bagian peternakan. Kotoran sapi merupakan kotoran yang paling efisien digunakan sebagai penghasil biogas karena setiap 10-20 kg kotoran perhari dapat menghasilkan 2 m<sup>3</sup> biogas. Dimana energi yang terkandung dalam 1 m<sup>3</sup> biogas sebesar 2000-4000 Kkal atau dapat memenuhi kebutuhan memasak bagi satu keluarga (4-5 orang) selama 3 jam (Suriawiria,2005).

Dari hasil pengukuran berat badan maka dapat dikategorikan berat badan sapi perah di BBG berkisar antara 400 – 450 kg. Menurut Riliandi (2010) sapi perah dewasa menghasilkan 25 kg feses perhari. Senada

dengan yang diungkapkan oleh Wiryosoehanto,1985 dan Soedono 1990 dalam Solihat (2001) bahwa sapi laktasi dengan berat 450 kg menghasilkan kurang lebih 25 kg urin dan feses per hari. Dengan demikian bisa diasumsikan bahwa sapi perah di Peternakan BBG menghasilkan 25 kg limbah setiap hari per ekor.

Potensi seekor sapi dengan bobot 450 kg dapat menghasilkan limbah berupa feses dan urin lebih kurang 25 kg per hari. Menurut Balai Besar Pengembangan Mekanisme Pertanian Badan Litbang Pertanian, Departemen Pertanian (2008) yang dikutip oleh Hanif bahwa dalam setiap 25-30 kg feses sapi, kandungan bahan kering (BK) adalah 20% dan biogas yang dihasilkan adalah 0,023 sampai dengan

0,040 m<sup>3</sup>/kgBK. Dengan Jumlah sapi perah yang ada di Peternakan BBG yaitu 42 ekor maka produksi kotoran sapi perhari di BBG adalah **1.050 kg/hari**.

Kandungan bahan kering total untuk kotoran sapi adalah 20% dari jumlah produksi kotoran sapi basah yaitu **210 kgBK**. Berdasarkan keterangan dari United Nations (1984) yang dikutip oleh Widodo (2004) bahwa dalam 1 kg kotoran ternak sapi/kerbau menghasilkan 0,023 – 0,040 m<sup>3</sup> biogas, sehingga nilai maksimal potensi biogas dari kotoran sapi di Peternakan BBG adalah **8,4m<sup>3</sup>/hari** sebagaimana tercantum dalam tabel berikut ini.

Tabel 2. Potensi biogas (m<sup>3</sup>/hari) Dalam Limbah Padat (Feces) Sapi Perah BBG

peternakan sapi perah BBG	
Benchmark produksi gas per kg kotoran ternak (m <sup>3</sup> )	0,023 - 0,04
kandungan bahan kering kotoran sapi*)	20%
Jumlah Limbah Padat Harian (kg/hari)	210
Potensi Biogas Harian (m <sup>3</sup> /hari)	8,4

Sumber: Data primer yang telah diolah (2013)

\*) : United Nations (1984) dalam Widodo (2004)

#### 4.2 Analisa aspek lingkungan

Indonesia diperkirakan menduduki urutan ketiga sebagai penyumbang emisi gas rumah kaca di dunia, setelah Negara Cina dan Amerika Serikat. Pada tahun 2006, Organisasi Pangan dan Pertanian Dunia (FAO) mengeluarkan laporan “*Livestock’s Long Shadow*” dengan kesimpulan bahwa sektor peternakan merupakan salah satu penyebab utama pemanasan global. Sumbangan sektor peternakan terhadap pemanasan global sekitar 18%, lebih besar dari sumbangan sektor transportasi di dunia yang menyumbang sekitar 13,1% (FAO, 2006). Selain itu, sektor peternakan dunia juga menyumbang 37% metan dan 65% dinitrogen oksida (IPCC, 2001).

Faktor emisi gas metan dari fermentasi pencernaan sapi perah adalah 61 kg/ekor, maka dapat diketahui bahwa peternakan BBG menyumbang emisi gas metan sebesar 13.603 kg atau 340.075 kg/tahun emisi gas CO<sub>2</sub>e. Apabila jumlah kotoran dari 42 ekor sapi perah dimanfaatkan secara maksimal menjadi biogas maka penurunan emisi gas metan sebesar 2.562 kg atau membantu menurunkan emisi gas CO<sub>2</sub>e sebesar 64.050 kg/tahun.

Sedangkan untuk pengolahan 1 ton emisi CO<sub>2</sub>e menurut perhitungan emisi GHG berdasarkan standart Protokol Kyoto memerlukan biaya sebesar 30 Euro, dimana 1 Euro = Rp. 12.000 (Juni 2013) sehingga biaya untuk pengolahan 1 ton emisi CO<sub>2</sub> e

adalah sebesar Rp. 360.000,-. Maka jika pemanfaatan kotoran sapi perah menjadi biogas dilakukan secara maksimal akan memperoleh efisiensi penurunan biaya pengolahan emisi gas CO<sub>2</sub>e pada peternakan BBG adalah sebesar Rp. 23.058.000/tahun.

#### 4.3 Manajemen pemanfaatan biogas

Nilai kalor yang terkandung pada biogas mampu dijadikan sumber energi dalam beberapa kegiatan sehari – hari. Mulai dari memasak, pengeringan, penerangan hingga pekerjaan yang membutuhkan pemanasan atau pengelasan. Sebagai bahan bakar menggerakkan motor, biogas harus dibersihkan dari gas H<sub>2</sub>S yang

bersifat korosif. Perlu sedikit modifikasi pada sistem karburator jika akan digunakan sebagai bahan bakar motor. Hasil kerja motor dengan bahan bakar biogas ini dapat digunakan sebagai pembangkit listrik, pompa air dan lain – lain (Sukmana dan Muljatiningrum, 2011)

Menurut Suriwiria (2005) penggunaan energi 1m<sup>3</sup> biogas dapat dimanfaatkan untuk penerangan lampu 60 - 100 Watt selama 6 jam, memasak 3 jenis makanan untuk 5 - 6 orang, bisa juga sebagai tenaga untuk menjalankan motor 1 PK selama 2 jam. Diketahui 1 m<sup>3</sup> dapat dikonversikan untuk memenuhi kebutuhan listrik 4,7 kWh energi listrik (Suhendra,2008,Hanif 2010).

Tabel 3. Konversi Energi Berdasarkan Potensi Limbah Ternak (m<sup>3</sup> Biogas) dalam aktivitas pemeliharaan ternak Sapi perah BBG

	peternakan sapi perah BBG
Potensi Biogas Harian (m <sup>3</sup> /hari)	8,4
Penerangan Kandang (Lampu 60 - 100 watt)(jam)	50
Sumber Energi Penggerak mesin 1 PK (jam)	17
Listrik (kWh/hari)	39
Memasak 3 jenis makanan untuk 5 – 6 orang (porsi)	40 - 48 porsi

*Sumber : Data penelitian yang telah diolah (2013)*

Potensi biogas yang dihasilkan oleh 42 ekor sapi perah di peternakan BBG dapat menggantikan sumber energi listrik untuk penerangan dan sumber bahan bakar kompor gas. Biogas yang dihasilkan dapat digunakan sebagai lampu penerangan kandang 60 – 100 watt selama 50 jam, sebagai sumber penggerak energy 1 PK selama 17 jam, menghasilkan energi listrik 39 kWh dan dapat memasak 3 jenis masakan untuk 40 – 48 porsi. Dengan menghasilkan **39,48 kWh/hari**, maka dapat digunakan sebagai sumber energi listrik peternakan *BBG* yang memiliki 35 buah lampu penerangan dengan daya 25 watt yang dinyalakan selama 12 jam/hari. Sehingga untuk penerangan membutuhkan 10 kWh/hari. Untuk mesin pemerah susu dengan daya 0,55 watt pemakaian 2 kali membutuhkan 1,1 watt selebihnya dapat digunakan sebagai motor untuk menggerakkan pompa air, mesin pemotong rumput dan kegiatan pengelasan.

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

Pemanfaatan kotoran sapi perah menjadi biogas sangat cocok dikembangkan pada peternakan BBG karena selain mengurangi dampak lingkungan juga menambah keuntungan dan penghematan dalam penggunaan bahan bakar atau sumber energi listrik.Potensi biogas yang dihasilkan dari 42 ekor sapi perah adalah 8,4 m<sup>3</sup>/hari. Biogas yang dihasilkan dapat digunakan sebagai lampu penerangan kandang 60 – 100 watt selama 50 jam, sebagai sumber penggerak energi 1 PK selama 17 jam, menghasilkan energy listrik 39 kWh dan dapat memasak 3 jenis masakan untuk 40 – 48 porsi. Kondisi eksisting yang ada pada peternakan sapi saat ini dengan memanfaatkan 132 kg kotoran sapi/hari berarti baru memanfaatkan 5 ekor sapi, sehingga biogas yang dihasilkan hanya 1 m<sup>3</sup>/hari.

Oleh karena itu perlu efisiensi dalam pemanfaatan digester dan biogas dan pengembangan pengadaan digester. Memaksimalkan pengambilan kotoran sapi perah yang berjumlah 42 ekor. Pemasangan kembali instalasi agar biogas dapat digunakan sebagai energi listrik untuk 35 buah lampu penerangan 25 watt yang ada di kompleks peternakan *BBG*. Serta pemanfaatan kembali 1 unit instalasi yang tidak terpakai dengan memindahkan instalasi tersebut didekat kandang jika memungkinkan.

## 6. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis, Fianda Revina Widyastuti mengucapkan terimakasih kepada Pusbindiklatren Bappenas, pemilik dan pengelola Kawasan Usahatani Terpadu *Bangka Botanical Garden* Pangkalpinang serta petugas peternakan yang telah membantu dalam proses penelitian ini.

## 7. DAFTAR PUSTAKA

- Elinur, D.S., Priyarsosno, Tambunan M, Firdaus M. 2010. **Perkembangan Konsumsi dan Penyediaan Energi dalam Perekonomian Indonesia**. *Indonesian Journal of Agricultural Economics*. Vol.2 No.1, Desember 2010. ISSN 2087 – 409X. hal 97 – 119.
- Pusat Data dan Informasi Energi dan Sumber Daya Mineral. 2010. **Indonesia Energy Outlook 2010**. Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. [www.esdm.go.id](http://www.esdm.go.id)
- Hanif, A. 2010. **Studi Pemanfaatan Biogas Sebagai Pembangkit Listrik 10 kw Kelompok Tani Mekarsari Desa Dander Bojonegoro Menuju Desa Mandiri Energi**. Bidang Studi Teknik Sistem Tenaga Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Sepuluh November
- Hardianto, R., Wahyono, D.E., Andri, K.B., Hardini, D., Setyorini, D., Nusantoro, B., Sudarsono, H., Martono, Kasijadi. 2000. **Pengkajian Teknologi Usahatani Terpadu Tanam – Ternak di Lahan Kering**. *Prosiding Seminar dan Ekspose Hasil Penelitian/Pengkajian BPTP Jawa Timur*, ISBN: 979-8094-86.7. hal 244-256.
- Suriawiria, 2005. **Menuai Biogas dari Limbah**. <http://www.PikiranRakyatCyberMedia>.
- Balai Besar Pengembangan Mekanisasi Pertanian Situgadung. 2007. **Biogas untuk Generator Listrik Skala Rumah Tangga**. *Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian*. Vol.29.No.2.2007.
- Riliandi, D.K. 2010. **Studi pemanfaatan kotoran sapi untuk genset Listrik biogas, enerangan dan memasak Menuju desa nongkojajar (kecamatan tutur) Mandiri energi**. <http://digilib.its.ac.id/public/TS-Undergraduate-13491-Presentation.pdf> diakses pada tanggal 2 September 2013.
- Ihat, S. 2001. **Penanganan Limbah Ternak Sapi Perah di Tiga Lokasi di Daerah Bogor**. Jurusan Ilmu Produksi Ternak. Fakultas Peternakan Institut Pertanian Bogor.
- IPCC. 2001. **Climate Change 2001: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change**. Cambridge. University Press, Cambridge, United Kingdom and New York. <http://www.ipcc.ch>.
- Kementerian Negara Lingkungan Hidup Republik Indonesia. 2009. **Emisi Gas Rumah Kaca dalam Angka**. Jakarta

- Arifin.M,Saepudin.A,Santosa.A.2011. **Kajian Biogas Sebagai Sumber Pembangkit Tenaga Listrik di Pesantren Saung Balong Al\_Barokah, Majalengka, Jawa Barat.** ISSN 2088-6985.Vo.02,No 2, PP 73-78.2011.
- Wahyuni. S. 2011. *Menghasilkan Biogas dari Aneka Limbah.* PT Agro Media Pustaka. Jakarta.
- Widodo.T.W,Nurhasanah.A.2004. **Kajian Teknis Teknologi Biogas dan Potensi Pengembangannya di Indonesia.** *Prosiding seminar nasional mekanisasi pertanian.* Hal 189 – 202.
- Widya.S.R, Muljatiningrum.A.2011. **Biogas dari Limbah Ternak.** Nuansa. Bandung.
- Suhendra.F,2008. **The Usage Of biogas Technology To Reduce Livestock Pollutant in Bali on Clean Development Mechanism,** Mulya Tiara Nusa
- Food and Agriculture Organization.2006. **Livestock's Long Shadow.** <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/a0701e/a0701e00.pdf>.