

**PENGARUH PENGGUNAAN BIOGAS PADA PENGELOLAAN
LIMBAH PETERNAKAN SAPI PERAH TERHADAP ASPEK
SOSIAL, EKONOMI DAN MITIGASI GAS RUMAH KACA**

(Studi Kasus Di Kabupaten Pati)

Oleh :

**JATMIKO WAHYUDI
NPM. 2501 2013 0030**

ARTIKEL

**Untuk memenuhi salah satu syarat ujian
guna memperoleh gelar Magister Ilmu Lingkungan
Program Studi Magister Ilmu Lingkungan
Konsentrasi Perencanaan dan Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan Hidup**



**PROGRAM STUDI MAGISTER ILMU LINGKUNGAN
PASCASARJANA UNIVERSITAS PADJADJARAN
BANDUNG
2015**

**PENGARUH PENGGUNAAN BIOGAS PADA PENGELOLAAN LIMBAH
PETERNAKAN SAPI PERAH TERHADAP ASPEK SOSIAL,
EKONOMI DAN MITIGASI GAS RUMAH KACA
(Studi Kasus di Kabupaten Pati)**

ABSTRAK

Usaha pengembangan sapi perah memiliki peran besar dalam upaya menunjang terciptanya ketahanan pangan dan pengentasan kemiskinan di perdesaan. Salah satu kendala dari pengembangan usaha sapi perah adalah munculnya keberadaan limbah. Teknologi biogas merupakan sebuah opsi teknologi yang tidak hanya mampu mengatasi dampak negatif dari keberadaan limbah namun juga mampu memberikan keuntungan secara ekonomi maupun sosial. Keberhasilan penyebaran teknologi biogas di peternakan sapi perah sangat tergantung dari penerimaan para peternak sapi perah sebagai pengguna teknologi tersebut yang dipengaruhi oleh karakteristik para peternak yang sangat kompleks.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh pemanfaatan biogas terhadap aspek sosial ekonomi dan mitigasi gas rumah kaca. Penelitian dilakukan di peternakan sapi perah di Kabupaten Pati Jawa Tengah pada bulan Juni sampai dengan September 2015. Penelitian menggunakan metode kuantitatif dan kualitatif secara bersama-sama dengan dominan pada pendekatan kuantitatif.

Hasil penelitian menunjukkan: 1) pemanfaatan biogas memberikan pengaruh yang positif dan signifikan terhadap aspek sosial dan ekonomi. Pengaruh pemanfaatan biogas terhadap aspek sosial lebih besar dari pengaruh terhadap aspek ekonomi dan terdapat korelasi yang kuat antara variabel ekonomi dan sosial; 2) penggunaan biogas untuk pengolahan limbah ternak dan untuk menggantikan penggunaan bahan bakar lain seperti LPG (*liquified petroleum gas*) dan kayu bakar mampu mengurangi emisi gas rumah kaca sebesar 0,0795 GgCO₂-_{eq}/tahun.

Kata kunci : biogas, sosial, ekonomi, sapi perah

**THE EFFECT OF BIOGAS PRODUCTION IN DAIRY FARMING
TOWARDS THE ASPECTS OF ECONOMIC, SOCIAL AND
GREEN HOUSE GASES MITIGATION
(Case study in Pati regency)**

ABSTRACT

Dairy farming activities plays important role to support food security and poverty alleviation programs, particularly in rural areas. One of obstacles to develop dairy farming is the production of manure causing environmental problems. Biogas technology is not only an option to tackle negative impact of waste due to livestock activities but also give benefits socially and economically. The success of biogas dissemination depends on to what extent dairy farmers accepting the technology as users which are strongly affected by characteristic of the farmers itself.

The objective of this study is to investigate the effect of biogas production towards economic, social and the reduction of green house gases emissions. The study was conducted in dairy farming which is located in Pati regency, Central Java province from June to September 2015. This research use quantitative and qualitative methods (mix method) which quantitative are more dominant than qualitative approach.

The results of study are as follow: 1) the implementation of biogas technology in dairy farming gives significant and positive effect to both economic and social aspects. The effect of biogas implementation towards social aspect is higher than that of towards economic aspect. Moreover, there is strong correlation between economic and social aspects; 2) the utilization of biogas technology for manure management and energy sources substitution reduce green house gases emissions 0,0795 GgCO₂-eq/year.

Keywords: biogas, dairy farming, economic, social

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pemerintah bertekad untuk mencapai swasembada daging sapi pada tahun 2014 dan meningkatkan produksi susu segar nasional. Untuk mencapai tujuan tersebut, pemerintah mengeluarkan berbagai kebijakan yang mendorong peningkatan populasi sapi perah. Menurut data dari Direktorat Jenderal Peternakan dan Kesehatan Hewan (2013), populasi sapi perah di Indonesia selama periode tahun 2008-2012 tumbuh rata-rata sebesar 10,74%.

Dampak positif dari pengembangan usaha peternakan sapi perah di Indonesia antara lain yaitu peningkatan kesejahteraan peternak dan mendukung tercapainya ketahanan pangan. Namun pengembangan usaha peternakan sapi perah berpotensi meningkatkan produksi limbah peternakan yang dapat mencemari lingkungan. Apabila tidak dikelola dengan baik, limbah ternak sapi perah (*manure*) dapat memicu pertumbuhan mikroorganisme yang dapat mengkontaminasi susu (Prasetyo dan Herawati, 2011), menimbulkan bau dan menjadi sumber emisi gas rumah kaca (GRK) (Forster *et al.*, 2007).

Teknologi biogas (*anaerobic digestion*) merupakan salah satu cara mengelola limbah organik sekaligus sebagai strategi mitigasi emisi GRK dan penyediaan energi secara berkelanjutan (Bond and Templeton, 2011). Secara nasional, pemanfaatan teknologi biogas dalam penyediaan energi merupakan bentuk implementasi kebijakan untuk meningkatkan pemanfaatan energi terbarukan sebagaimana tercantum dalam Peraturan Presiden (Perpres) No. 5 Tahun 2006 tentang Kebijakan Energi Nasional (KEN) dan Undang-undang (UU) No. 30 Tahun 2007 tentang Energi. Di tingkat lokal, Pemerintah Kabupaten Pati melalui Instruksi Bupati Pati No 1/ 2008 juga telah mendorong pemanfaatan biogas untuk pengembangan sumber energi alternatif dan sebagai strategiantisipasi dampak pemanasan global dan perubahan iklim.

Menurut Yu *et al.* (2008), teknologi biogas berperan dalam mitigasi emisi GRK dengan cara mengurangi emisi GRK yang ditimbulkan saat pengelolaan limbah ternak (*manure management*) dan mengganti penggunaan bahan bakar yang meningkatkan emisi GRK seperti LPG (*liquified petroleum gas*) dan kayu

bakar dengan biogas (substitusi energi). Selain memiliki dampak terhadap lingkungan (mitigasi emisi GRK), literatur juga mengungkapkan bahwa pemanfaatan teknologi biogas berpengaruh terhadap aspek sosial dan ekonomi masyarakat khususnya bagi para pengguna (adopter).

Penggunaan teknologi biogas berpengaruh pada aspek sosial yaitu memperbaiki sanitasi di lingkungan peternakan (Massé *et al.*, 2011); memperbaiki kesehatan (Chand *et al.*, 2012) dan mendorong kesetaraan gender (Sharma & Nema, 2013). Secara ekonomi, pemanfaatan teknologi biogas berpengaruh pada pembukaan lapangan kerja (Mwakaje, 2008), peningkatan penghasilan (Laramee & Davis, 2013) dan mengurangi beban biaya rumah tangga (Jian, 2009).

1.2. Tujuan penelitian

1. Mengetahui seberapa besar pengaruh penggunaan biogas di peternakan sapi perah terhadap aspek sosial dan ekonomi.
2. Menghitung potensi mitigasi emisi GRK melalui penggunaan biogas di peternakan sapi perah.

II. Kajian Pustaka

Usaha peternakan sapi perah merupakan kegiatan agribisnis untuk mendukung tercapainya ketahanan pangan dan peningkatan kesejahteraan masyarakat terutama di perdesaan. Pengembangan usaha sapi perah mempunyai potensi untuk memberi andil nyata dalam mewujudkan kesejahteraan peternak melalui: 1) penciptaan lapangan kerja, 2) diversifikasi usaha, 3) peningkatan pendapatan keluarga, dan 4) perbaikan kualitas hidup keluarga (Kusmaningsih, Susilowati dan Dwiyanto, 2007). Usaha peternakan sapi perah di Indonesia terus mengalami perkembangan dari tahun ke tahun. Menurut data dari Direktorat Jenderal Peternakan dan Kesehatan Hewan (2013), populasi sapi perah di Indonesia pada tahun 2012 mencapai lebih dari 611 ribu dengan pertumbuhan rata-rata selama 5 (lima) tahun terakhir (2008-2012) sebesar 10,74%. Populasi sapi perah terbanyak berada di Propinsi Jawa Timur (50,45%) disusul Jawa Tengah (25,23%) dan Jawa Barat (22,23%).

Limbah peternakan adalah bahan buangan yang dihasilkan dari sisa semua kegiatan yang dilakukan dalam usaha peternakan. Limbah peternakan sebagian besar terdiri atas sisa metabolisme ternak (feses, urin dsb), sisa pakan, dan sisa segala aktivitas lain (Sudiarto, 2008). Limbah peternakan yang tidak dikelola akan menimbulkan masalah bagi lingkungan. Limbah peternakan dapat menimbulkan pencemaran air apabila dibuang ke sungai, menimbulkan bau, vektor penyakit dan menimbulkan emisi GRK. Beberapa metode pengelolaan limbah peternakan yang dilakukan oleh masyarakat antara lain dengan ditimbun, dikomposkan, dibuat briket dan difermentasikan secara anaerob untuk dimanfaatkan gasnya (biogas).

Biogas adalah campuran gas yang dihasilkan dari dekomposisi bahan-bahan organik melalui proses biologi pada kondisi tanpa udara (*anaerobic*) (El-Mashad & Zhang, 2010). Pada umumnya biogas terdiri atas gas metana (CH_4) 50-70%, gas karbondioksida (CO_2) 30-40%, Hidrogen (H_2) 5-10% dan gas-gas lainnya dalam jumlah yang sedikit. Biogas memiliki berat kira-kira 20% lebih ringan daripada berat udara. Biogas tidak berwarna namun menghasilkan warna biru saat dibakar (seperti elpiji) dengan suhu pembakaran antara 650 – 750°C. Nilai kalor bakar (*caloric value*) biogas sekitar 20 mega joule/m³ (Lam & Heegde, 2010).

III. METODE PENELITIAN

3.1. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di Kabupaten Pati khususnya di 3 Kecamatan yaitu Kecamatan Margorejo, Pati dan Tayu. Penelitian dilaksanakan pada bulan Juni s/d September 2015.

3.2. Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dan kualitatif secara bersama-sama (*mix method*). Model penelitian ini yaitu *dominant-less dominant design*, dominan pada metode kuantitatif dan kurang dominan pada metode kualitatif.

3.3. Unit Analisis

Unit analisis adalah apa atau siapa yang sedang dipelajari atau dikaji pada suatu penelitian. Oleh karena itu unit analisis dapat berupa individu, kelompok maupun interaksi atau fenomena sosial. Unit analisis pada penelitian ini adalah penggunaan biogas di peternakan sapi perah di Kabupaten Pati.

3.4. Populasi dan Sampel

Populasi adalah keseluruhan obyek penelitian. Populasi pada penelitian ini adalah seluruh peternak sapi perah di Kabupaten Pati. Jumlah sampel sama dengan jumlah populasi (sensus) yaitu sebanyak 15 peternak sapi perah yang mengadopsi biogas.

3.5. Jenis dan Sumber Data

Sumber data primer maupun sekunder pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

a. Data Primer

Sumber data primer adalah para responden yaitu para peternak sapi perah di Kabupaten Pati baik sebagai pengguna biogas maupun non pengguna biogas.

b. Data Sekunder

Sumber data sekunder meliputi data statistik dari BPS dan hasil-hasil penelitian dalam bentuk laporan, prosiding maupun jurnal. Selain itu data sekunder diperoleh dari institusi/badan/organisasi nasional maupun internasional misalnya data mengenai nilai-nilai tetapan (*default values*) untuk penghitungan emisi GRK diperoleh dari IPCC.

3.6. Metode Pengumpulan Data

Pada penelitian ini, data primer diperoleh dengan metode kuisioner dan observasi. Data sekunder diperoleh dengan cara penelusuran pustaka secara langsung maupun dengan media internet (*online*).

Pertanyaan/pernyataan dalam kuisioner meliputi hal-hal sebagai berikut:

- Data profil responden (*biographical-classificatory facts*) meliputi nama, umur, tingkat pendidikan, pekerjaan, jumlah anggota keluarga, jumlah kepemilikan ternak, lama menekuni usaha sapi perah.

- Data-data psikologi (*psychological facts*) meliputi pengetahuan, opini, persepsi, sikap, dan sebagainya.

3.7. Teknik Analisis Data

Analisis data yang dilakukan adalah analisis kuantitatif. Hasil jawaban kuisioner yang terkumpul, diolah dan selanjutnya ditampilkan dalam bentuk tabel maupun gambar.

3.7.2 Uji statistik

Untuk menghitung besarnya pengaruh pemanfaatan biogas terhadap aspek sosial dan ekonomi dilakukan uji statistik dengan regresi linier berganda menggunakan program SPSS *Windows 16*. Untuk menguji ada/tidaknya hubungan serta arah hubungan dari dua variabel atau lebih dilakukan uji korelasional dengan uji korelasi *Pearson Product Moment*.

Uji reliabilitas alat ukur pada penelitian ini dilakukan secara internal dengan metode *Alpha Cronbach*. Untuk uji validitas, pada penelitian ini digunakan teknik korelasi *Product Moment Pearson*. Uji reliabilitas dan validitas menggunakan *software SPSS untuk Windows 16*.

3.7.2 Analisis data reduksi emisi GRK

1. Pengurangan emisi GRK dari pengelolaan limbah

Metode untuk memperkirakan pengurangan emisi CH₄ dari pengelolaan limbah (manure) sapi perah dengan biogas mengikuti metode yang dikembangkan oleh IPCC tier 2 (2006).

Pengurangan emisi CH₄ dari pengelolaan limbah dirumuskan sebagai berikut:

$$CH_{4,manure} = EF \times N \times 10^{-6} \dots\dots\dots (Persamaan 3.1)$$

Dimana:

- CH_{4,manure} = jumlah emisi CH₄ dari manure (GgCH₄/tahun)
- EF = faktor emisi untuk sapi perah (kgCH₄/ekor/tahun)
- N = jumlah sapi perah yang kotorannya dimasukkan ke digester.
- 10⁻⁶ adalah faktor konversi dari kgCH₄ ke GgCH₄

2. Pengurangan emisi GRK dari substitusi energi

Penghitungan pengurangan emisi GRK dari substitusi energi mengikuti formula yang dikembangkan oleh Yu *et al.* (2008) sebagai berikut:

$$ERES_{i,j} = FS_j \times EF_{i,j} \dots\dots\dots \text{(Persamaan 3.2)}$$

Dimana:

$ERES_{i,j}$ = Emisi GRK jenis (i) oleh bahan bakar jenis (j) yang digantikan oleh biogas (kg)

FS_j = jumlah bahan bakar jenis (j) yang digantikan oleh biogas (ton).

$EF_{i,j}$ = faktor emisi GRK jenis (i) dari bahan bakar jenis (j) (kg/ton).

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Gambaran Umum Kabupaten Pati

4.1.1 Kondisi fisik

Secara astronomis Kabupaten Pati berada pada posisi $110^{\circ},50'$ – $111^{\circ},15'$ bujur timur dan $6^{\circ},25'$ – $7^{\circ},00'$ lintang selatan. Secara geografis Kabupaten Pati terletak di Propinsi Jawa Tengah bagian timur dan berbatasan dengan wilayah-wilayah sebagai berikut :

1. Sebelah utara berbatasan dengan Kabupaten Jepara dan Laut Jawa
2. Sebelah selatan berbatasan dengan Kabupaten Grobogan dan Kabupaten Blora
3. Sebelah barat Kabupaten Kudus dan Kabupaten Jepara
4. Sebelah timur Kabupaten. Rembang dan Laut Jawa.

Secara administratif, Kabupaten Pati terdiri dari 21 Kecamatan, 401 Desa dan 5 Kelurahan dengan jumlah rukun tetangga (RT) sebanyak 7.518 dan rukun warga (RW) sebanyak 1.478. Luas wilayah Kabupaten Pati adalah 150.368 Ha yang terdiri dari 59.332 Ha lahan sawah, 66.086 Ha lahan bukan sawah dan 24.950 Ha lahan bukan pertanian.

4.1.2 Kondisi sosial ekonomi

Secara demografi, Kabupaten Pati pada tahun 2013 memiliki penduduk berjumlah 1.218.016 jiwa meliputi 590.181 jiwa (48,5%) penduduk laki-laki dan 627.835 jiwa (51,5%) penduduk perempuan dengan pertumbuhan penduduk

sebesar 0,66%. Sebanyak 830.524 jiwa (68,2%) masuk dalam usia produktif, sementara sisanya 387.492 jiwa (31,8%) masuk dalam usia non produktif.

Sektor pertanian termasuk di dalamnya peternakan memberikan kontribusi paling besar dalam perekonomian masyarakat Kabupaten Pati. Kontribusi sektor pertanian dalam Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) sebesar 35% yang merupakan persentase terbesar dibandingkan dengan sektor-sektor yang lain. Distribusi PDRB menunjukkan peranan sektor ekonomi dalam suatu wilayah.

Usaha peternakan sapi perah merupakan salah satu aktivitas peternakan yang berpotensi untuk terus dikembangkan di Kabupaten Pati. Ketersediaan lahan terutama di daerah perdesaan serta potensi pasar yang cukup besar merupakan dua faktor utama untuk mendukung pengembangan usaha sapi perah. Distribusi ternak serta pemilik sapi perah di Kabupaten Pati ditampilkan pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1. Distribusi ternak sapi perah di Kabupaten Pati tahun 2011-2013

Kecamatan	2011		2012		2013	
	Pemilik (keluarga)	Sapi (ekor)	Pemilik (keluarga)	Sapi (ekor)	Pemilik (keluarga)	Sapi (ekor)
Margorejo	43	207	29	166	29	171
Pati	7	42	8	36	8	28
Tayu	3	71	2	59	2	64
Tlogowungu	2	3	-	-	-	-
Jaken	1	3	-	-	-	-
Gembong	2	5	-	-	-	-
Gunungwungkal	1	1	-	-	-	-
Wedarijaksa	-	-	1	5	-	-
Total	46	331	53	332	39	263

Sumber : pengolahan data, 2015

Dari Tabel 4.1 dapat dilihat bahwa selama periode 2011-2013 hanya ada 3 kecamatan yaitu Kecamatan Margorejo, Pati dan Tayu dengan populasi sapi perah relatif stabil. Pada kecamatan-kecamatan yang lain, populasi sapi perah cenderung fluktuatif dan tidak setiap tahun terdapat ternak sapi perah.

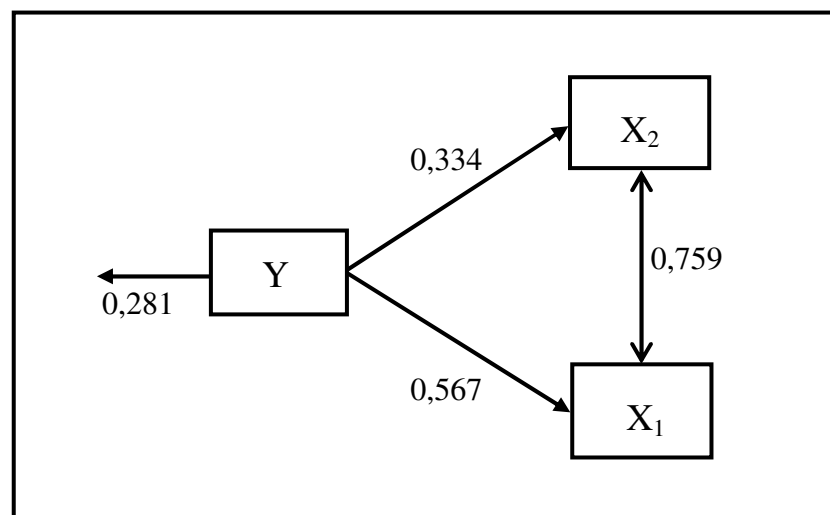
Kegiatan peternakan sapi perah di Kabupaten Pati mulai berlangsung sejak tahun 1960an. Produksi susu segar sekitar 500 liter perhari dengan harga susu segar di tingkat peternak Rp. 6.000 – 10.000 per liter. Sekitar 60% populasi sapi perah di Kabupaten Pati terdapat di Kecamatan Margorejo tepatnya di Dukuh

Jagan, Desa Sukoharjo. Peternakan sapi perah di Desa Sukoharjo mulai berlangsung sejak sekitar tahun 1985. Besarnya jumlah ternak dan pemilik sapi perah di Desa Sukoharjo mendorong terbentuknya Kelompok Tani Ternak (KTT) Sapi Perah pada tahun 2000 yang diberi nama KTT Jagan Baris. Pada Tahun 2008 KTT Jagan Baris dipecah menjadi 3 KTT yaitu KTT Jagan Baris, Sidodadi dan Laktakarya.

Penggunaan teknologi biogas untuk mengolah kotoran ternak sapi perah di Kabupaten Pati mulai dilakukan pada tahun 2008 dan hingga saat ini terdapat 5 unit instalasi biogas yang semuanya terletak di Desa Sukoharjo Kecamatan Margorejo. Instalasi biogas bersifat komunal dengan berbagai ukuran yaitu sebagai berikut: ukuran 25m^3 (1 unit), 18m^3 (2 unit), 6m^3 (1 unit) dan 30m^3 (1 unit). Biogas komunal berarti instalasi biogas yang memanfaatkan kotoran ternak yang berasal lebih dari 1 peternak dan biogas yang dihasilkan dimanfaatkan oleh lebih dari 1 kepala keluarga.

4.2 Pengaruh pemanfaatan biogas terhadap aspek sosial dan ekonomi

Dari hasil uji statistik diperoleh model diagram jalur seperti terlihat pada Gambar 4.1 yang menggambarkan pengaruh variabel pemanfaatan biogas dengan aspek sosial dan ekonomi.



Gambar 4.1 Model diagram jalur

Berdasarkan model diagram jalur dapat diketahui bahwa pengaruh pemanfaatan biogas terhadap aspek sosial (X_2) sebesar 0,567 yang berarti lebih

besar dari pengaruh pemanfaatan biogas terhadap aspek ekonomi (X_1) yang hanya sebesar 0,334. Pengaruh pemanfaatan biogas terhadap variabel ekonomi dan sosial secara bersama-sama adalah 71,9%. Sementara pengaruh pemanfaatan biogas terhadap variabel lain yang tidak diteliti adalah sebesar $100\% - 71,9\% = 28,1\%$. Variabel ekonomi (X_1) mempunyai korelasi sebesar 0,759 dengan variabel sosial (X_2). Korelasi kedua variabel ini berada pada rentang hubungan kuat (0,600 – 0,799).

4.3. Mitigasi emisi GRK

Besarnya jumlah reduksi emisi GRK akibat penggunaan teknologi biogas di peternakan sapi perah di Kabupaten Pati adalah sebagai berikut:

1. Pengurangan emisi GRK dari pengelolaan limbah = $0,00114 \text{ GgCH}_4/\text{tahun} = 0,0285 \text{ GgCO}_{2\text{-eq}}/\text{tahun}$.
2. Pengurangan emisi GRK dari substitusi energi = $0,051 \text{ GgCO}_{2\text{-eq}}/\text{tahun}$ dengan perincian:
 - a. Reduksi emisi CO_2 dari penggunaan kayu bakar = $43500 \text{ KgCO}_{2\text{-eq}}/\text{tahun}$.
 - b. Reduksi emisi CO_2 dari penggunaan LPG = $5584 \text{ KgCO}_{2\text{-eq}}/\text{tahun}$.
 - c. Reduksi emisi CH_4 dari penggunaan kayu bakar = $2025 \text{ KgCO}_{2\text{-eq}}/\text{tahun}$.
 - d. Reduksi emisi CH_4 dari penggunaan LPG = $6,25 \text{ KgCO}_{2\text{-eq}}/\text{tahun}$

Sehingga total pengurangan emisi GRK akibat penggunaan biogas dari aspek pengelolaan limbah dan substitusi energi = $0,0795 \text{ GgCO}_{2\text{-eq}}/\text{tahun}$.

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1. Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian pengaruh pemanfaatan biogas di peternakan sapi perah terhadap aspek sosial, ekonomi dan mitigasi gas rumah kaca di Kabupaten Pati dapat disimpulkan bahwa:

1. Pemanfaatan teknologi biogas memiliki pengaruh yang kuat terhadap aspek sosial dan ekonomi secara bersama-sama. Pemanfaatan biogas memberikan pengaruh lebih dominan pada variabel sosial dibandingkan

pada variabel ekonomi. Variabel sosial juga memiliki korelasi yang kuat dengan variabel ekonomi.

2. Pengurangan emisi GRK akibat penggunaan biogas untuk pengolahan limbah ternak sapi perah dan penggantian bahan bakar sebesar 0,0795 GgCO_{2-eq}/tahun.

5.2. Saran

Berdasarkan simpulan dan temuan hasil penelitian di peternakan sapi perah di Kabupaten Pati, perlu diupayakan hal-hal sebagai berikut:

1. Perlu terus ditambah jumlah digester yang dibangun di peternakan sapi perah dengan pertimbangan masih banyaknya potensi kotoran ternak yang belum dimanfaatkan serta besarnya pengaruh/manfaat dari penggunaan teknologi biogas terhadap aspek sosial, ekonomi dan mitigasi GRK.
2. Digester yang cocok dibangun di peternakan sapi perah di Kabupaten Pati pada masa yang akan datang adalah digester dengan volume 4-8m³ yang bisa beroperasi secara optimal dengan diisi kotoran (*manure*) dari maksimal 6 ekor sapi perah dan produksi gasnya bisa dimanfaatkan oleh 1-3 kepala keluarga.

DAFTAR PUSTAKA

- Bond, T. and Templeton, M.R. 2011. History and Future of Domestic Biogas Plants in the Developing World. *Energy for Sustainable Development* 15 : 347-354
- Chand, M.B. Upadhyay, B.P. and Maskey, R. 2012. Biogas Option for Mitigating and Adaptation of Climate Change. *Rentech Symposium Compendium* 1 : 5-9
- Direktorat Jenderal Peternakan dan Kesehatan Hewan RI. 2013. *Statistik Peternakan dan Kesehatan Hewan 2013*. Jakarta
- El-Mashad, H.M. & Zhang, R. 2010. Biogas Production From Co-Digestion of Dairy Manure and Food Waste. *Bioresource Technology* 101 : 4021–4028
- Forster, P. Ramaswamy, V. Artaxo, P. Bernsten, T. Betts, R. and Fahey, D.W. 2007. *Changes in Atmospheric Constituents and in Radiative Forcing, Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press. United Kingdom and New York.
- IPCC. 2006. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. and Tanabe K. (eds). Published: IGES. Japan.
- Jian, L. 2009. Socioeconomic Barriers to Biogas Development in Rural Southwest China: an Ethnographic Case Study. *Human Organization* 68 : 415-430
- Kusmaningsih, Susilowati, dan Dwiyanto, K. 2007. Prospek dan Pengembangan Usaha Sapi Perah di Jawa Tengah Menyongsong MDG's 2015. *Prosiding Semiloka Nasional Prospek Industri Sapi Perah Menuju Perdagangan Bebas – 2020*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan Bekerjasama dengan Sekolah Tinggi Ilmu Ekonomi Keuangan dan Perbankan Indonesia. Jakarta
- Lam, J. and Heegde, F. 2010. *Domestic Biogas Compact Course Technology and Mass-Dissemination Experiences From Asia*. Postgraduate Programme Renewable Energy. University of Oldenburg. Germany
- Laramee, J., & Davis, J. (2013). Economic and environmental impacts of domestic bio-digesters: Evidence from Arusha, Tanzania. *Energy for Sustainable Development*, 17, 296–304.
- Massé, D.I. Talbot, G. and Gilbert, Y. 2011. On Farm Biogas Production: a Method to Reduce GHG Emissions and Develop More Sustainable Livestock Operations. *Animal Feed Science and Technology* 166– 167 : 436– 445
- Mwakaje, A. G. (2008). Dairy farming and biogas use in Rungwe district, South-west Tanzania: A study of opportunities and constraints. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 12, 2240–2252.

- Prasetyo, Amrih dan Herawati, Heny. 2011. Pengaruh Kualitas Susu Terhadap Keuntungan Agribisnis Sapi Perah Skala Kecil di Jawa Tengah. *Prosiding Semiloka Nasional "Dukungan Agro-Inovasi untuk Pemberdayaan Petani*. Semarang
- Sharma, S & Nema, B. P. 2013. Applicability of Biogas Technology in Rural Development and Green House Gas Mitigation. *International Journal of ChemTech Research* 5 : 747-752
- Sudiarto, B. 2008. Pengelolaan Limbah Peternakan Terpadu dan Agribisnis yang Berwawasan Lingkungan. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner 2008*: 52-60.
- Yu, L. Yaoqiu, K. Ningsheng, H. Zhifeng, W. and Lianzhong, X. 2008. Popularizing household-scale biogas digesters for rural sustainable energy development and greenhouse gas mitigation. *Renewable Energy*, 33: 2027–2035.