

ANALISIS POTENSI PRODUKSI DAN PERSEPSI MASYARAKAT DALAM PENGEMBANGAN BIOGAS PADA SENTRA USAHA TERNAK SAPI PERAH DI KABUPATEN BOGOR

Alla Asmara¹, M. Parulian Hutagaol¹, dan Salundik²

¹Departemen Ilmu Ekonomi, Fakultas Ekonomi dan Manajemen - Institut Pertanian Bogor

²Departemen Ilmu Produksi dan Teknologi Ternak, Fakultas Peternakan - Institut Pertanian Bogor

ABSTRACT

All this time, the processing dairy manure into biogas energy to be used for cooking and lighting by households around the center of the dairy business have not been done. The purpose of this study was: (1) identify potential resources and public perception in the development of biogas in the dairy business centers, and (2) identify the potential of biogas energy to be derived from cow manure at a dairy business centers. Based on the calculation, the estimated number of biogas that can be produced each day in the dairy business centers amounted to 258.4 m³/day. Meanwhile public perception, farmer and non-farmer, tend to give a positive assessment of the processing of dairy waste into biogas and willing to use biogas as an energy source for cooking.

Keywords: biogas, potential, dairy, perception

PENDAHULUAN

LATAR BELAKANG DAN RUMUSAN MASALAH

Krisis energi yang terjadi di dunia akan berpengaruh signifikan terhadap kondisi ekonomi Indonesia. Kenaikan harga minyak dunia membuat pemerintah menghadapi dilema apakah tetap mempertahankan harga BBM domestik seperti saat ini dengan konsekuensi subsidi BBM akan membengkak dan memberatkan APBN atau menaikkan harga BBM domestik dengan konsekuensi beban masyarakat, terutama masyarakat miskin, akan semakin berat. Pilihan manapun yang akan ditempuh oleh pemerintah merupakan solusi jangka pendek dan bukan merupakan solusi jangka panjang dari masalah krisis energi yang terjadi. Solusi jangka panjang yang perlu diupayakan oleh pemerintah dan seluruh masyarakat adalah dengan mengurangi ketergantungan terhadap sumber energi yang bersifat *non-renewable* tersebut dan mencari alternatif sumber energi yang bersifat *renewable* dan berasal dari sumberdaya lokal.

Kelompok peternak sapi perah merupakan kelompok masyarakat yang memiliki potensi untuk mengembangkan sumber energi yang bersifat *renewable*. Kotoran ternak yang selama ini sering dianggap sebagai limbah dan mengganggu lingkungan dapat dimanfaatkan menjadi sumber bahan baku utama untuk menghasilkan biogas. Dengan demikian pengembangan biogas pada kelompok peternak sapi perah akan memiliki manfaat ganda yaitu mengurangi polusi dari kotoran ternak serta menghasilkan energi alternatif yang bersifat *renewable* dan dapat menggantikan minyak tanah yang selama ini digunakan. Ahn et al (2009) mengungkapkan bahwa produksi biogas dapat digunakan sebagai alternatif sumber energi yang bersifat *renewable*. Proses pencernaan anaerob dalam produksi biogas merupakan metode biologis yang digunakan untuk mengubah limbah organik menjadi produk yang dapat diaplikasikan pada tanah sehingga mengurangi dampak terhadap lingkungan.

TUJUAN PENELITIAN

- Mengidentifikasi potensi sumberdaya dan persepsi masyarakat dalam pengembangan biogas di sentra usaha sapi perah yang menjadi lokasi studi;
- Mengidentifikasi potensi energi biogas yang akan diperoleh dari kotoran sapi di sentra usaha sapi perah yang menjadi lokasi studi;

TINJAUAN PUSTAKA

Biogas adalah campuran beberapa gas hasil perombakan bahan organik oleh mikroorganisme pada kondisi tanpa udara (anaerobik). Pencernaan anaerobik merupakan salah satu cara yang telah banyak digunakan untuk mengolah limbah terutama limbah organik untuk menghasilkan biogas sebagai sumber energi alternatif (Al-Masri, 2001). Pencernaan anaerobik merupakan proses biodegradasi dengan menggunakan konsorsium bakteri untuk mengubah padatan organik yang terdapat dalam limbah menjadi biogas (Dugba dan Zhang, 1999, dan Shih, 1987). Biogas merupakan sumber energi yang dapat diperbaharui yang bersih, efisien dan murah (Itodo dan Awulu, 1999). Perombakan bahan organik oleh mikroorganisme pada kondisi anaerob melalui tiga tahapan (fase) hingga akhirnya terbentuk gas metan atau biogas, yaitu tahap hidrolisis, tahap pengasaman (acetogenik) dan tahap pembentukan metan (metanogenik) (Breure dan van Andel, 1987).

Produksi biogas tergantung pada beberapa faktor fisik dan biologis, salah satu faktor yang sangat penting yang mempengaruhi jumlah gas adalah kandungan total padatan limbah (Itodo dan Awulu, 1999), diperkuat oleh Hansen *et al* (2004) bahwa produksi biogas sangat bervariasi tergantung

kecernaan bahan organik, laju pemasukan bahan, dan kondisi lingkungan di dalam digester. Biogas terdiri atas 60-70% methane, 30-40% karbondioksida dan gas lain termasuk amonia hidrogen sulfida, dan merkaptan (Hansen *et al*, 2004, dan Harada, 1996). Secara umum perombakan bahan organik secara anaerob dapat dilihat pada Gambar 1.

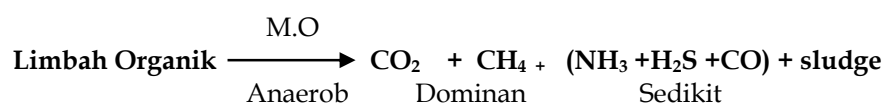
METODE PENELITIAN

LOKASI DAN WAKTU PENELITIAN

Kegiatan penelitian ini dilakukan pada sentra usahaternak sapi perah yang berada di Kabupaten Bogor. Penentuan lokasi ini dilakukan secara *purposive* dengan pertimbangan ketersediaan bahan baku dan *social capital* yang sudah terbentuk serta eksistensi dari usaha ternak yang akan terus berlanjut sehingga relevan dengan tujuan dari kajian yang dilakukan. Berdasarkan hasil survei maka yang dipilih menjadi lokasi studi adalah sentra usahaternak sapi perah yang berada di dua lokasi yaitu: 1) Desa Tajur Halang, Kecamatan Cijeruk dan 2) Desa Cipayung Datar, Kecamatan Megamendung. Pemilihan kedua lokasi tersebut didasarkan atas pertimbangan lokasi usaha ternak yang relatif mengelompok dan berdekatan dengan rumah tangga non-peternak yang akan menjadi calon pengguna biogas disamping rumah tangga peternak itu sendiri. Adapun waktu penelitian selama 8 bulan, yaitu April-November 2008.

METODE PENGUMPULAN DATA

Data yang dihimpun dalam penelitian ini meliputi data primer dan data sekunder. Pengumpulan data primer untuk analisis potensi dan analisis persepsi dilakukan melalui metode survei.



Gambar 1. Proses Fermentasi Bahan Organik Kondisi Anaerob

Melalui survei dengan menggunakan instrumen berupa kuesioner dihimpun data dari berbagai sumber yaitu peternak dan masyarakat sekitar sebagai calon pengguna biogas. Pemilihan responden rumah tangga peternak dan non-peternak dilakukan dengan metode *simple random sampling*. Distribusi responden dalam penelitian seperti disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Distribusi Responden Berdasarkan Lokasi

Uraian	Desa Tajur Halang	Desa Cipayung Datar	Jumlah
Rumah Tangga Peternak	20	20	40
Rumah Tangga Non-Peternak	30	30	60
JUMLAH	50	50	100

ANALISIS DATA

Analisis Deskriptif

Analisis deskriptif kualitatif dan kuantitatif digunakan untuk mendeskripsikan potensi sumberdaya yang dimiliki masyarakat di lokasi penelitian serta perkiraan volume produksi biogas yang dapat dihasilkan. Disamping itu, analisis deskriptif juga akan digunakan dalam menggambarkan persepsi masyarakat terkait pengolahan kotoran ternak menjadi biogas serta kesediaan masyarakat dalam menggunakan biogas sebagai sumber energi untuk memasak.

Analisis Potensi Produksi Biogas

Analisis potensi produksi biogas yang dihasilkan setiap hari dari limbah kotoran ternak dihitung menggunakan koefisien konversi kotoran menjadi biogas berdasarkan formula yang dikembangkan oleh *Food Agricultural Organization* (1996) dengan rumus:

$$\text{Produksi Biogas} = \sum (\text{kotoran/hari}) \times 0,60 \text{ m}^3/\text{kg kotoran}$$

Analisis Kebutuhan Energi Biogas Rumah Tangga Pedesaan

Analisis kebutuhan biogas rumah tangga juga dihitung menggunakan koefisien konversi kesetaraan biogas dengan minyak tanah (FAO, 1996) dengan rumus:

$$\text{Kebutuhan Biogas (m}^3/\text{hari)} = \sum \text{kebutuhan minyak tanah (liter)} \times (1/0,62)$$

PERKIRAAN POTENSI DAN KETERSEDIAAN BIOGAS DARI USAHA TERNAK SAPI PERAH

POPULASI TERNAK SAPI PERAH

Populasi ternak sapi perah di daerah lokasi studi sebesar 256 ekor, dengan komposisi umur ternak 46,5% ternak dewasa, 29,7% ternak remaja, dan 23,8% ternak anak (Tabel 2). Populasi ternak akan menentukan potensi biogas, karena populasi ternak berkorelasi dengan jumlah kotoran yang dihasilkan setiap hari. Semakin tinggi populasi ternak maka kotoran yang dihasilkan semakin banyak dan potensi biogas yang dihasilkan semakin tinggi pula.

Tabel 2. Populasi Ternak Sapi Perah

No.	Kelompok umur	Jumlah	Persentase
1.	Dewasa	119	46,50
2.	Remaja	76	29,70
3.	Anak	61	23,80
	TOTAL	256	100,00

Dari pengelolaan limbah yang dilakukan, terlihat pada Tabel 3 bahwa dari sejumlah 40 orang peternak sapi perah, 52,5 % tidak mengolah kotoran ternaknya, dan 47,5% peternak yang mengolah kotoran ternaknya (kompos 32,5% dan biogas 15%). Kondisi ini menunjukkan bahwa potensi pengembangan teknologi biogas masih dapat dikembangkan di daerah tersebut, karena masih ada 52,5% peternak yang belum mengolah limbah dan di daerah tersebut biogas sudah dikenal.

Tabel 3. Pengolahan Limbah yang Dilakukan

No.	Sistem Pengolahan Limbah	Jumlah Peternak	Persentase
1.	Kompos	13	32,50
2.	Biogas	6	15,00
3.	Dibuang ke sungai	21	52,50
TOTAL		40	100,00

PERKIRAAN POTENSI SUPPLY BIOGAS SAPI PERAH

Berdasarkan populasi ternak sapi perah yang ada di lokasi studi, maka dapat diduga jumlah biogas yang dihasilkan setiap harinya. Dengan menggunakan perhitungan konversi berdasarkan Food and Agriculture Organization/FAO (1996), diperkirakan jumlah biogas yang diproduksi setiap harinya sebesar 258,4 m³/hari (Tabel 4).

PERKIRAAN SUPPLY BIOGAS SAPI PERAH YANG DAPAT DIGUNAKAN

Kebutuhan energi yang dapat disuplai dari biogas berdasarkan hasil perkiraan potensi biogas yang dihasilkan setiap harinya sebesar 258,4 m³/hari adalah setara dengan minyak tanah sebanyak 160,21 liter/hari. Jumlah minyak tanah sebesar 160,21 liter/hari dapat digunakan oleh sebanyak 129 rumah tangga dengan kebutuhan minyak tanah sebesar 1,24 liter/hari.

ANALISIS PERSEPSI MASYARAKAT TERHADAP BIOGAS

PERSEPSI TERHADAP PEMANFAATAN KOTORAN TERNAK MENJADI BIOGAS

Berdasarkan survey yang telah dilakukan diketahui bahwa sebagian besar responden, baik peternak maupun non-peternak, menyatakan setuju bahwa kotoran sapi yang tidak diolah akan memberikan dampak yang

negatif (Tabel 5). Pada tabel tersebut diketahui bahwa lebih dari 95 persen responden setuju bahwa kotoran sapi yang tidak diolah akan menimbulkan bau tidak sedap dan akan menimbulkan penyakit. Sementara itu, terkait dengan pernyataan bahwa kotoran sapi yang tidak diolah akan merusak lingkungan pemukiman dijawab setuju oleh 81 persen responden. Proporsi rumah tangga non-peternak yang menyatakan setuju mencapai lebih dari 95 persen, sedangkan responden peternak hanya sekitar 57 persen.

Konsisten dengan persepsi negative terhadap kotoran ternak yang tidak diolah, seluruh responden sepakat bahwa pengolahan kotoran sapi menjadi biogas akan memberikan dampak positif bagi masyarakat (Tabel 6). Seluruh responden sepakat bahwa pengolahan kotoran sapi menjadi biogas akan mengurangi polusi udara, sumber penyakit dan memperbaiki kualitas lingkungan.

Lebih lanjut, berdasarkan hasil survey juga diketahui bahwa alasan yang cenderung lebih dominan diungkapkan oleh peternak terkait masih relatif terbatasnya pengolahan biogas yang dilakukan adalah ketidakmampuan menyediakan biaya (Tabel 7). Sebanyak 87,5 persen responden peternak menjawab setuju bahwa ketidakmampuan menyediakan biaya sebagai penyebab masih terbatasnya pengolahan biogas yang dilakukan oleh peternak. Adapun terkait dengan ketidaktahuan tentang teknologi biogas dan biogas membutuhkan teknologi canggih sebagai alasan masih terbatasnya pengolahan biogas yang dilakukan hanya disetujui oleh 47,50 persen dan 25,0 persen responden peternak. Temuan ini dapat menjadi indikasi bahwa dukungan finansial (subsidi atau bentuk lainnya) yang ditujukan untuk pengembangan biogas akan dapat mendorong peternak dalam mengadopsi biogas.

Tabel 4. Potensi Biogas Kotoran Sapi Perah

No.	Kelompok umur	Jumlah	Jumlah Kotoran (kg/hari)	Produksi Biogas (m3/hari)
1.	Dewasa	119	2975	178,50
2.	Remaja	76	950	57,00
3.	Anak	61	381,30	22,90
TOTAL				258,40

Tabel 5. Persepsi Terhadap Kotoran Ternak Yang Tidak Diolah

Uraian	Setuju	Tidak Setuju	Ragu-ragu	Tidak Tahu	Total
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
Kotoran sapi yg tdk diolah akan menimbulkan bau tdk sedap					
a) RT Peternak	97,50	2,50	0,00	0,00	100,00
b) RT Non-Peternak	96,67	1,67	0,00	1,67	100,00
TOTAL	97,00	2,00	0,00	1,00	100,00
Kotoran sapi yg tdk diolah akan menjadi sumber penyakit					
a) RT Peternak	100,00	0,00	0,00	0,00	100,00
b) RT Non-Peternak	96,67	1,67	0,00	1,67	100,00
TOTAL	98,00	1,00	0,00	1,00	100,00
Kotoran sapi yg tdk diolah akan merusak lingkungan pemukiman sekitar					
a) RT Peternak	57,50	42,50	0,00	0,00	100,00
b) RT Non-Peternak	96,67	1,67	0,00	1,67	100,00
TOTAL	81,00	18,00	0,00	1,00	100,00

Tabel 6. Persepsi Terhadap Pengolahan Kotoran Ternak Menjadi Biogas

Uraian	Setuju	Tidak Setuju	Ragu-ragu	Tidak Tahu	Total
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
Pengolahan kotoran sapi menjadi biogas memberikan dampak positif bagi masyarakat sekitar dalam hal:					
1) Mengurangi Polusi Udara					
a) RT Peternak	100,00	0,00	0,00	0,00	100,00
b) RT Non-Peternak	100,00	0,00	0,00	0,00	100,00
TOTAL	100,00	0,00	0,00	0,00	100,00
2) Mengurangi sumber penyakit					
a) RT Peternak	100,00	0,00	0,00	0,00	100,00
b) RT Non-Peternak	100,00	0,00	0,00	0,00	100,00
TOTAL	100,00	0,00	0,00	0,00	100,00
3) Memperbaiki kualitas lingkungan					
a) RT Peternak	100,00	0,00	0,00	0,00	100,00
b) RT Non-Peternak	100,00	0,00	0,00	0,00	100,00
TOTAL	100,00	0,00	0,00	0,00	100,00

Tabel 7. Persepsi Terhadap Masih Terbatasnya Pengolahan Biogas

Uraian	Setuju	Tidak Setuju	Ragu-ragu	Tidak Tahu	Total
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
Pengolahan biogas masih jarang dilakukan karena:					
1) ketidaktahuan tentang teknologi biogas					
a) RT Peternak	47,50	10,00	20,00	22,50	100,00
b) RT Non-Peternak	16,67	51,67	1,67	30,00	100,00
TOTAL	29,00	35,00	9,00	27,00	100,00
2) ketidakmampuan menyediakan biaya					
a) RT Peternak	87,50	5,00	2,50	5,00	100,00
b) RT Non-Peternak	3,33	48,33	0,00	48,33	100,00
TOTAL	37,00	31,00	1,00	31,00	100,00
3) Biogas membutuhkan teknologi canggih					
a) RT Peternak	25,00	45,00	17,50	12,50	100,00
b) RT Non-Peternak	75,00	1,67	0,00	23,33	100,00
TOTAL	55,00	19,00	7,00	19,00	100,00
Peternak sebaiknya bekerja sama dengan masyarakat sekitar mengolah kotoran menjadi biogas					
a) RT Peternak	100,00	0,00	0,00	0,00	100,00
b) RT Non-Peternak	98,33	1,67	0,00	0,00	100,00
TOTAL	99,00	1,00	0,00	0,00	100,00
Pemerintah sebaiknya mendukung pengolahan biogas					
a) RT Peternak	100,00	0,00	0,00	0,00	100,00
b) RT Non-Peternak	98,33	0,00	0,00	1,67	100,00
TOTAL	99,00	0,00	0,00	1,00	100,00

Sementara itu, persepsi yang berbeda ditunjukkan oleh responden non-peternak yang sebagian besar cenderung setuju bahwa pengolahan biogas membutuhkan teknologi canggih. Sebanyak 75,0 persen responden non-peternak mengungkapkan hal tersebut. Persepsi berbeda yang ditunjukkan oleh responden non-peternak tersebut tentunya tidak terlepas dari pengetahuan dan pemahaman responden non-peternak yang diduga relatif lebih terbatas dibandingkan responden peternak. Namun demikian,

terkait dengan kerjasama dan dukungan pemerintah dalam pengolahan biogas, distribusi jawaban responden non-peternak relatif sama dengan jawaban responden peternak yang mengungkapkan bahwa sebaiknya peternak bekerja sama dengan masyarakat sekitar dan pemerintah sebaiknya mendukung pengolahan biogas. Hasil ini mengindikasikan bahwa pengembangan biogas dapat dilakukan dengan melibatkan seluruh masyarakat.

KESEDIAAN MENGADOPSI BIOGAS SEBAGAI SUMBER ENERGI MEMASAK

Berdasarkan hasil survey diketahui bahwa untuk seluruh responden peternak menyatakan bersedia menggunakan biogas sebagai sumber energi untuk memasak (Tabel 8). Sementara itu, untuk responden non-peternak diperoleh hasil yang menunjukkan bahwa sebagian besar responden (93,33 persen) menyatakan kesediaannya untuk menggunakan biogas sebagai sumber energi untuk memasak. Hasil ini menunjukkan bahwa tingkat penerimaan masyarakat terhadap biogas relatif sangat tinggi yang berarti bahwa tidak ada resistensi masyarakat dalam mengadopsi biogas sebagai sumber energi untuk memasak. Namun demikian, terdapat 6,67 persen responden yang menyatakan tidak bersedia menggunakan biogas sebagai sumber energi untuk memasak. Alasan yang paling dominan dipilih oleh responden yang tidak bersedia menggunakan biogas tersebut adalah karena adanya kemungkinan terjadi ledakan gas. Hal ini

menunjukkan bahwa perlunya sosialisasi yang lebih baik tentang biogas kepada masyarakat.

Lebih lanjut, berdasarkan Tabel 8 juga diketahui besarnya kesediaan membayar biogas oleh masing-masing responden. Berdasarkan Tabel 8 diketahui bahwa sebagian besar responden peternak (47,50 persen) menyatakan tidak bersedia membayar. Hal tersebut diduga karena produksi biogas yang akan dihasilkan bersumber dari kotoran ternak yang mereka miliki. Namun demikian, sebagian responden peternak lain menyatakan kesediaannya untuk membayar. Sebagian besar responden peternak (37,50 persen) bersedia membayar sebesar Rp 12.000 - Rp 24.000/bulan. Sementara itu, untuk rumah tangga non-peternak yang bersedia menggunakan biogas, hampir seluruhnya menyatakan kesediaannya untuk membayar. Sebagian besar responden (89,92 persen) non-peternak menyatakan bahwa jumlah yang bersedia mereka bayar adalah pada besaran kurang dari atau sama dengan Rp 12.000/bulan.

Tabel 8. Distribusi Responden berdasarkan Kesediaan Menggunakan Biogas

Uraian	RT Peternak		RT Non-Peternak	
	Jumlah	%	Jumlah	%
Kesediaan menggunakan biogas untuk memasak				
a) Bersedia	40	100,00	56	93,33
b) Tidak Bersedia	0	0,00	4	6,67
Total	40	100,00	60	100,00
Alasan tdk bersedia menggunakan biogas				
a) Tidak pantas karena berasal dari kotoran sapi	0	0,00	1	25,00
b) Ada kemungkinan terjadi ledakan gas	0	0,00	4	100,00
c) Alasan Lainnya	0	0,00	0	0,00
Kesedian membayar biogas (Rp/bulan)				
a) tidak bersedia membayar	19	47,50	5	8,93
b) <= 12.000	1	2,50	50	89,29
c) 12.001 - 24.000	15	37,50	1	1,79
d) > 24.000	5	12,50	0	0,00
TOTAL	40	100,00	56	100,00

KESIMPULAN DAN SARAN

KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa potensi supply biogas di daerah studi cukup besar. Berdasarkan populasi ternak sapi perah yang ada diperkirakan bahwa volume biogas yang potensial dapat diproduksi adalah sebesar 258,4 m³ per hari. Produksi biogas sebesar ini setara dengan minyak tanah sebanyak 160,208 liter. Volume minyak tanah sebesar 160,208 liter dapat memenuhi kebutuhan memasak harian sebanyak 129 rumah tangga setempat.

Persepsi dan dukungan masyarakat setempat untuk pengembangan produksi biogas berbasis kotoran ternak juga sangat kondusif. Dalam pandangan mereka, pengolahan kotoran sapi tidak hanya akan menghasilkan biogas yang dapat digunakan oleh masyarakat setempat memasak, juga perlu untuk mengatasi polusi udara dan banyak penyakit yang timbul dari serakan kotoran sapi yang selama ini tidak terolah. Masyarakat setempat juga bersedia menjadi pengguna biogas yang dihasilkan dari kegiatan pengolahan ini. Para peternak juga menyadari perlunya kerjasama antar peternak sapi perah dalam mengembangkan sistem produksi biogas kolektif agar dapat efektif mengatasi masalah lingkungan ini. Mereka juga berkenan untuk melibatkan para tetangganya yang bukan peternak ikut serta menikmati penggunaan biogas yang dihasilkan oleh sistem produksi kolektif tersebut.

SARAN

Merespon kondisi yang kondusif untuk pengembangan produksi biogas dari kotoran ternak sapi tersebut di atas, perlu dilakukan kajian kelayakan finansial mengenai pengembangan produksi dan distribusi biogas di daerah studi. Sehubungan dengan hal ini, maka studi kelayakan finansial ini perlu diarahkan untuk mengkaji empat isu pokok. Isu pertama adalah apakah usaha produksi dan distribusi biogas berbasis kotoran sapi perah menguntungkan secara

finansial untuk dikembangkan pada masing-masing desa studi. Isu kedua adalah berapa kebutuhan dana investasi awal yang diperlukan untuk pengembangan usaha biogas di masing-masing desa studi, dan mampukah masyarakat setempat untuk menyediakan semua dana investasi awal tersebut. Isu ketiga adalah dukungan finansial dan teknis apa yang perlu diberikan oleh pemerintah agar usaha tersebut dapat dilaksanakan. Isu keempat, berapa iuran yang perlu diberikan oleh konsumen lokal setiap bulan agar usaha tersebut dapat berjalan tanpa bantuan finansial pemerintah, dan apakah masyarakat bersedia membayar sebanyak itu.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahn HK, Smith MC, Kondrad SL, and White JW. 2010. *Evaluation of biogas production potential by dry anaerobic digestion of switchgrass animal manure mixtures*. *Appl Biochem Biotechnol*, No. 160: 965
- Al-Masri MR. 2001. *Changes in biogas production due to different ratios of some animal and agricultural wastes*. *Bioresource Technology*, No. 77: 97-100.
- Bruere AM and Van Andel JG. 1987. *Microbiological impact on anaerobic digestion*. Di dalam: Wise DL. *Bioenvironmental Systems*, Vol. 2. Florida: CRC Press Inc.
- Dugba PN and Zhang R. 1999. *Treatment of dairy wastewater with two-stage anaerobic batch reactor system-thermophilic versus mesophilic operations*. *Bioresource Technology*, No. 8: 225-233.
- Harada Y. 1996. *Animal manure recycle systems and its utilization in Japan*. Proceedings. The 8th AAAP Animal Science Congress, Vol. 1. October 13-18. Tokyo, Japan.
- Itodo IN and Awulu JO. 1999. *Effects of total solids concentrations of poultry, cattle and piggery waste slurries on biogas yield*. *Transactions of ASAE*, No. 42 Vol. 6:1833-1855.

- Shih JCH. 1987. *From anaerobic digestion to holistic farming*. In: Wise DL. *Bioenvironmental Systems*, Vol. 2. Florida: CRC Press Inc.
- Hansen TL, Schmidt JE, Angelidaki I, Marca E, Jansen JC, Mosbaek H, Christensen TH. 2004. *Method for determination of methane potentials of solid organic waste*. *Waste Management*, No. 24: 393–400.
- [FAO] Food and Agriculture Organization. 1996. *Biogas technology: A training manual for extension*.

