

ANALISIS POTENSI ENERGI DAN PENGURANGAN EMISI CO₂ DENGAN PENGELOLAAN LIMBAH PETERNAKAN SAPI RAKYAT DI KECAMATAN JATI AGUNG KABUPATEN LAMPUNG SELATAN

Rinda Gusvita¹, Dian Fajarika², Mika Margareta³, Devia Gahana C.A.⁴

^{1,2,3}Program Studi Teknik Industri, Institut Teknologi Sumatera

⁴Program Studi Teknik Mesin, Institut Teknologi Sumatera

Abstract

Management of feedlot manure is becoming a larger responsibility as more regulations are imposed to protect water, both surface and groundwater, from manure contamination. Instead of using the manure for compost, feedlot owners can capture methane from the decomposing manure (and turn that into electricity or heat), or use the waste to produce liquid fuel. Biogas may also be called renewable natural gas because biogas can be used as a fuel source to produce electricity and heat like natural gas. This research converting energy generated from the measurement of total waste theoretically to be convert to electricity generated from the waste. Within the number of 19,398 total cows in Jati Agung Sub District husbandry has the potential to produce electric energy of 149,365.376 kwh per day or 15,836.79 mwh per year. The conversion from waste to electricity will reduce the number of total emission of 64,086.7464 tCO₂ per year.

Keyword: waste, communities husbandry, biogas, potency, energy

1. Pendahuluan

Usaha peternakan sapi rakyat saat ini sangat berkembang di Lampung. Hal ini dibuktikan dengan banyaknya perusahaan baru yang bergerak di bidang penggemukan sapi hingga usaha rakyat dengan kapasitas produksi yang lebih kecil. Usaha penggemukan paling diminati karena hanya memerlukan waktu sekitar 4 bulan untuk sampai pada proses pemanenan sapi siap jual. Ketersediaan lahan dan pakan yang baik di Lampung juga mendorong masyarakat untuk membudidayakan sapi potong atau pedaging.

Peternakan sapi rakyat yang tidak mengimplementasikan sistem manajemen limbah yang baik menghasilkan limbah padat berupa kotoran (feses), limbah cair berupa urine dan limbah semi padat berupa manure. Limbah ini membutuhkan kolam khusus untuk penampungan dan mencegah limbah meluap dimusim hujan.

Sebagai studi kasus untuk mendapatkan suatu model kawasan pembangkit listrik dipilih Kecamatan Jati Agung Kabupaten Lampung Selatan Provinsi Lampung yang memiliki potensi peternakan sapi rakyat dalam jumlah besar mencapai 19.398 ekor [1]. Jumlah tersebut diperkirakan meningkat hingga saat ini namun belum diketahui jumlah yang pasti.

Saat ini peternakan sapi rakyat di Jati Agung belum menerapkan pola pengelolaan limbah yang baik. Kandang hanya dibersihkan dari kotoran sapi yang bercampur antara kotoran padat dan cair setiap hari dengan menggunakan sekop. Kotoran tersebut diangkut menuju ladang dengan menggunakan truk dan dibiarkan begitu saja sampai berbulan-bulan.

Beberapa gas yang dihasilkan dari limbah ternak antara lain ammonium, hydrogen sulfida, CO₂ dan CH₄. Gas-gas tersebut selain merupakan gas efek rumah kaca (*Green House Gas*) juga menimbulkan bau tak

sedap dan mengganggu kesehatan manusia. Pada tanah, limbah ternak dapat melemahkan daya dukung tanah sehingga menyebabkan polusi tanah. Sedangkan pada air, mikroorganisme patogenik (penyebab penyakit) yang berasal dari limbah ternak akan mencemari lingkungan perairan. Salah satu yang sering ditemukan yaitu bakteri *Salmonella* sp (Rachmawati, 2000). Rata-rata seekor sapi yang dipelihara dengan sistem penggembalaan menghasilkan 600 liter gas metana per hari, dan menghasilkan 540 liter gas metana per hari bila dipelihara secara intensif dalam sistem kandang [2].

Sesuai dengan SK Menteri Pertanian No.237 tahun 1991 dan SK Menteri Pertanian No. 752 tahun 1994 menyatakan bahwa usaha peternakan dengan populasi tertentu perlu dilengkapi dengan upaya pengelolaan dan pemantauan lingkungan. Untuk usaha peternakan sapi dengan jumlah ternak lebih dari 20 ekor maka harus melakukan evaluasi terhadap dampak lingkungan.

Penelitian ini dilakukan untuk menghitung potensi limbah peternakan sapi rakyat di Kecamatan Jati Agung jika dikonversi menjadi energi listrik. Beban pencemaran limbah menjadi penting untuk dikaji sehingga didapatkan potensi keuntungan yang dapat dikonversi dari potensi limbah tersebut. Tidak hanya bagi pelaku usaha, manfaat dari penerapan pengelolaan limbah yang baik akan memberikan keuntungan bagi warga sekitar. Dengan demikian dapat terwujud *green industry* yang juga mendukung kemandirian dalam bidang pangan dan energi.

2. Metode

2.1 Waktu dan Tempat

Penelitian dilakukan pada Bulan Juli sampai Agustus 2017 di Kecamatan Jati Agung Kabupaten Lampung Selatan Provinsi Lampung.

2.2 Metode Pengumpulan Data

Penelitian dilakukan dengan studi literatur dan survei lapangan. Penulis juga melakukan wawancara terhadap masyarakat sekitar, karyawan, dan pengelola usaha penggemukan sapi serta Dinas Peternakan dan Kesehatan Hewan Kecamatan Jati Agung, Kabupaten Lampung Selatan, Provinsi Lampung. Data penelitian. Data yang didapatkan di lapangan dihitung untuk mendapatkan gambaran potensi energi listrik dari limbah peternakan sapi rakyat di lokasi penelitian. Berdasarkan analisis terhadap permasalahan yang telah dilakukan, maka selanjutnya adalah memberikan kesimpulan dan saran bermanfaat yang diharapkan dapat diaplikasikan oleh pengusaha peternakan sapi rakyat.

3. Hasil dan analisis / pembahasan

3.1 Gambaran Penanganan Limbah Peternakan Sapi Rakyat

Kecamatan Jati Agung Kabupaten Lampung Selatan Provinsi Lampung memiliki potensi peternakan sapi dalam jumlah besar mencapai 19.398 ekor [3]. Di kecamatan Jati Agung terdapat beberapa peternakan sapi rakyat dengan karakteristik yang tidak jauh berbeda. Mereka mengembangkan usaha peternakan dengan teknologi kandang yang sangat sederhana dan tidak memperhatikan tata kelola kandang dan limbah yang baik.

Sapi yang diternakan di peternakan rakyat di Kecamatan Jati Agung merupakan jenis sapi potong dari jenis peranakan ongole, simetal, dan limosin. Sapi-sapi tersebut dipelihara selama 5-6 bulan dengan berat awal 300-400 kg hingga mencapai 500 kg. Setiap pagi dikeluarkan sekitar 2-3 ton berupa kotoran padat yang bercampur dengan urine dari kandang dengan kapasitas sapi sekitar 100-150 ekor. Limbah tersebut diangkut menuju lokasi pembuangan yang berjarak hanya sekitar 500 m dari lokasi kandang. Limbah tersebut dihamparkan di perkebunan jagung dan dibiarkan mengering tanpa perlakuan.

Peternakan rakyat ini berlokasi di pemukiman padat penduduk yang tidak jauh dari areal pertanian. Untuk mencapai lokasi pembuangan limbah, truk pengangkut harus melewati jalanan umum berupa batu anderlagh di depan rumah-rumah warga sebelum akhirnya sampai ke areal pertanian.

Parameter fisik yang penting dalam karakterisasi limbah peternakan adalah jumlah dan kandungan bahan padat, suhu, warna, bau, dan ukuran partikel [4]. Diketahui bahan pakan yang dikonsumsi oleh ternak di usaha peternakan rakyat ini adalah jagung, kulit singkong dan onggok dengan kandungan karbohidrat yang tinggi. Dari parameter warna, limbah segar berwarna lebih gelap. Sedangkan limbah yang telah berumur satu minggu berwarna cokelat dengan tekstur sedikit kering dan dikerumuni oleh lalat dan hewan lainnya. Limbah yang berumur satu bulan memiliki warna yang lebih cokelat pekat dan kering dengan ukuran partikel kecil. Bau dari limbah segar sangat busuk dan menyengat karena bercampur dengan urine. Sedangkan untuk limbah yang berumur satu minggu dan satu bulan urinanya telah menguap bersama dengan bahan volatil lainnya sehingga baunya busuk karena sudah terdampat aktivitas mikroorganisme pengurai di sana.

Limbah kotoran ternak yang dibuang langsung ke lingkungan dalam jumlah yang banyak akan mengakibatkan tanaman kekurangan unsur hara lain dan bau busuk. Kotoran ternak segar yang langsung diberikan ke tanaman juga dapat mengakibatkan tanaman mati karena kandungan bahan organik dan suhu feses segar masih tinggi [4].

Kotoran sapi harus diolah terlebih dahulu sebelum dibuang ke lingkungan supaya tidak terjadi pencemaran dan dapat memberikan nilai tambah bagi pelaku usaha peternakan rakyat. Salah satunya adalah dengan mengonversinya menjadi biogas. Manfaat lain mengolah kotoran sapi menjadi energi alternatif biogas adalah dihasilkannya pupuk organik untuk tanaman. Limbah biogas, yaitu kotoran ternak yang telah hilang gasnya (*slurry*) merupakan pupuk organik yang sangat kaya akan unsur-unsur yang dibutuhkan oleh tanaman. Bahkan, unsur-unsur tertentu seperti protein, selulose, lignin dan lain-lain tidak dapat digantikan oleh pupuk kimia.

3.2 Analisis Potensi Limbah Peternakan Sapi Rakyat Menjadi Energi Listrik

Hal pertama yang harus diperhitungkan dalam menghitung jumlah energi yang dihasilkan adalah mengetahui jumlah bahan baku yang dihasilkan. Jumlah bahan baku gas ini didapatkan dengan menjumlahkan jumlah feses dan sampah organik yang dihasilkan setiap hari. Jumlah bahan baku ini akan menentukan berapa jumlah energi dan volume alat pembentuk biogas. Sedangkan menurut Kaltwasser (1980), salah satu cara menentukan bahan organik yang sesuai untuk menjadi bahan masukan sistem biogas adalah dengan mengetahui perbandingan karbon (C) dan nitrogen (N) atau disebut rasio C/N [5]. Kandungan nitrogen yang terdapat dalam kotoran sapi adalah 1,7% dan C/N rasio mencapai 16,6-25.

Berdasarkan hasil riset sebelumnya secara sederhana dapat dihitung potensi biogas sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Banyaknya sapi} &: 19.398 \text{ ekor} \\ \text{Banyak tinja (Kg/hari)} &: 19.398 \times 25 = 484.950 \text{ kg} \\ \text{Kandungan bahan kering (BK)}: & 20 \% \times 484.950 = 96.990 \end{aligned}$$

Tabel 1. Hasil uji kinerja instalasi biogas [6]

No	Deskripsi	Referensi	Hasil uji dan analisis
1	Kondisi material		
	Total solid (kg/ekor/hari)	4,8	4,2
	Volatile solid (kg/ekor/hari)	3.9	3.8
	Kelembaban (%)	7-9	13,59
	C/N ratio	1:25 ~ 1:30	1:17
	COD (mg/l)	-	19,800
	BOD/COD	-	0.06
2	Kondisi proses di dalam reactor		
	Temperature (°C)	35	25-27
	pH	7,0-8.0	7-8.6
3	Kandungan kimia dalam biogas		
	CH4 (%)	50-60	77,13
	CO2 (%)	30-40	20,88
	H2S (mg/m3)	< 1%	1.544,46
	NH3 (mg/m3)	-	40,12
4	Kondisi efluen		
	COD	500-2.500	1.960
	BOD/COD	0,5	0,37
5	Nutrient (%)		
	N	1,45	1,82
	P	1,10	0,73
	K	1,10	0,41
6	Uji kinerja		
	Lampu (m ³ /hour)	0,11-0,15 (pencahayaan setara dengan 60 watt mantle lamp ≈ 100 candle power ≈ 620 lumen). Tekanan: 70-85 mmH ₂ O	0,15-0,3 Tekanan = 30-60 mmH ₂ O

	Kompor Gas (m ³ /hour)	0,2-0,45 0,3 m ³ /orang/day Tekanan = 60-85 mmH ₂ O	0,2-0,4 Tekanan: 75-90 mmH ₂ O
--	-----------------------------------	---	--

Tabel 1. Hasil uji kinerja instalasi biogas

Dari data yang ada kita coba menghitung kapasitas biogas yang dihasilkan dari potensi yang ada:

Persentase TS dan VS yang dihasilkan dari sampel kotoran sapi 20 kg/hari adalah

$$\%TS = 4,2 \text{ kg/ekor/hari} : 20 \text{ kg/ekor/hari} = 21\%$$

$$\%VS = 3,8 \text{ kg/ekor/hari} : 20 \text{ kg/ekor/hari} = 19\%$$

Maka untuk di Kecamatan Jati Agung yang menghasilkan 25 kg/kotoran/hari

$$TS = 21\% \times 25 \text{ kg/ekor/hari} \times 19.398 = 101.839,5 \text{ kg/hari}$$

$$VS = 19\% \times 25 \text{ kg/ekor/hari} \times 19.398 = 92.097,75 \text{ kg/hari}$$

Berdasarkan tabel di atas potensi biogas untuk kotoran sapi adalah

$$\text{Potensi volume biogas} = 0,04 \text{ m}^3/\text{kg} \times 484.950 \text{ kg/hari} = 19.398 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Laju produksi gas tiap m³ per hari (K) adalah

$$\text{Volume produksi biogas} = K \times VS$$

$$K = \text{Volume produksi biogas} : VS$$

$$= 19.398 \text{ m}^3/\text{hari} : 92.097,75 \text{ kg/hari}$$

$$= 0,21 \text{ m}^3/\text{kg} \approx 21\%$$

1. Perhitungan Produksi Gas Metan

Produksi energi pada biogas pada biogas sebanding dengan produksi gas metan. Dengan diketahui nilai produksi biogas (VBS) sebesar 19.398 m³/hari dan dengan menggunakan data [7] bahwa komposisi gas metan adalah 65,7% dari kotoran sapi, dapat diketahui produksi gas metan (VGM) adalah

$$VGM = 65,7 \% \times VBS$$

$$= 65,7 \% \times 19.398 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$= 12.744,486 \text{ m}^3/\text{hari}$$

2. Perhitungan potensi energi listrik yang dihasilkan

Dengan diketahui volume gas metan yang dihasilkan, yaitu 12.744,486 m³/hari dan faktor konversi (FK) 1m³ gas metan setara 11,72 kWh [8], sehingga potensi energi listrik yang dihasilkan adalah

$$E = VGM \times FK$$

$$E = 12.744,486 \text{ m}^3/\text{hari} \times 11,72 \text{ kWh}$$

$$E = 149.365,376 \text{ kWh/hari}$$

Data yang dibangkitkan oleh pembangkit listrik biogas adalah energi perhari dibagi dengan 24 jam,

$$P = E : 24$$

$$P = 149.365,376 : 24$$

$$P = 6.223,55733 \text{ kWh} = 6,2236 \text{ MW}$$

Tingkat efisiensi gas engine sebesar minimal 39,8% [9], maka untuk gas engine 100 kW besarnya energi listrik yang dihasilkan adalah:

$$\begin{aligned} EI &= E \times CF \times \eta_{el} \\ &= 149.365,376 \text{ kWh/hari} \times 0,8 \times 39,8\% \\ &= 47.557,9357 \text{ kWh/hari} \end{aligned}$$

Sehingga daya yang dibangkitkan adalah:

$$\begin{aligned} Pel &= EI : 24 \text{ h/hr} = 47.557,9357 \text{ kWh/hari} : 24 \text{ h/hr} \\ &= 1.981,58065 \text{ kW} \end{aligned}$$

3.3 Analisis potensi pengurangan emisi CO₂

Perhitungan pengurangan emisi akibat mengganti bahan bakar fosil dengan pemanfaatan kotoran ternak adalah sebagai berikut :

3.3.1 Menghitung besarnya energi listrik per tahun yang dihasilkan oleh biogas.

Persamaan yang digunakan adalah :

$$\begin{aligned} \text{Energi listrik per tahun (MWh)} &= KPT \times t \\ &= 1.981,58065 \text{ kW} \times 24 \text{ h/hr} \times 333 \text{ hr/th} \\ &= 15.836.792,6 \text{ kWh} \\ &= 15.836,79 \text{ MWh/th} \end{aligned}$$

3.3.2 Menghitung emisi CO₂, persamaan yang digunakan adalah :

Emission factor = x emission factor x kandungan energi

Jika bahan bakar yang digunakan adalah solar.

$$\begin{aligned} \text{Emission factor bahan bakar solar} &= 77,400 \text{ KgCO}_2/\text{TJ} = 77,400 \times 10^{-3} \text{ tCO}_2/\text{TJ} \\ \text{Energi yang dihasilkan} &= 15836,79 \text{ MWh/th} \\ 1 \text{ TJ} &= 277,778 \text{ MWh} \\ \text{Emission factor bahan bakar} &= 0,0002786 \text{ tCO}_2/\text{MWh} \\ \text{Emisi CO}_2 (\text{tCO}_2) &= \text{energi listrik pertahun} \times \text{emission factor Emisi CO}_2 \\ &= 15.836,79 \text{ MWh/th} \times 0,0002786 \text{ tCO}_2/\text{MWh} \\ &= 4,41212969 \text{ tCO}_2/\text{tahun} \end{aligned}$$

Perhitungan pengurangan emisi akibat pembakaran gas metan adalah sebagai berikut :

- Menghitung besarnya gas metan (CH₄) yang dihasilkan dari instalasi biogas.

$$\begin{aligned} \text{Jumlah gas metan (m}^3\text{)} &= \text{Volume gas metan yang dihasilkan} \\ &= 12744,486 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

- Menghitung besarnya gas metan (CH₄) dalam satuan Kg gas.

$$\begin{aligned} \text{Massa jenis gas metan adalah } 0,656 \text{ kg/m}^3, \text{ sehingga} \\ \text{Jumlah gas metan (Kg)} &= \text{Jumlah gas metan (m}^3\text{)} \times P \\ &= 12.744,486 \text{ m}^3/\text{hari} \times 0,656 \text{ kg/m}^3 \\ &= 8.360,38282 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

3. Menghitung gas metan (CH₄) yang dikonversi menjadi CO₂

GWPI (Global Warming Potential Index) CH₄ adalah 21

$$\begin{aligned}\text{Emisi CO}_2 &= \text{Jumlah gas metan} \times \text{GWPI CH}_4 \times \text{Emisi CO}_2 \times 10^{-3} \\ &= 8.360,38282 \text{ kg/hari} \times 21 \times 10^{-3} \\ &= 175,568039 \text{ tCO}_2/\text{hari}\end{aligned}$$

Maka, dalam satu tahun, emisi yang dikurangi adalah :

$$\begin{aligned}\text{Emisi CO}_2 (\text{tCO}_2) &= 365 \times 175,568039 \\ &= 64.082,3343 \text{ tCO}_2\end{aligned}$$

Total pengurangan emisi = pengurangan emisi akibat mengganti bahan bakar fosil + Pengurangan emisi akibat pembakaran gas metan

$$\begin{aligned}&= 4,41212969 \text{ tCO}_2/\text{tahun} + 64082,3343 \text{ tCO}_2 \\ &= 64086,7464 \text{ tCO}_2\end{aligned}$$

Sehingga nilai total pegurangan emisi CO₂ pembangkit listrik tenaga biogas adalah 64.086,7464 tCO₂.

3.4 Rekomendasi Pengelolaan Limbah Peternakan Sapi Rakyat di Kecamatan Jati Agung

Berdasarkan analisis potensi limbah di atas, maka pemanfaatan teknologi biogas akan berdampak terhadap reduksi limbah organik yang menyebabkan pengaruh negatif pada lingkungan dan kesehatan masyarakat jika dibuang tanpa pengaturan pengendalian seperti yang saat ini dilakukan oleh pengelola peternakan sapi rakyat. Aspek ekonomis dari adanya pengelolaan emisi gas rumah kaca sekaligus kegiatan mitigasi antara lain dapat bersifat positif. Hal ini meliputi adanya keuntungan dari pengurangan biaya pembuangan limbah, peningkatan produksi pertanian, adanya substitusi penggunaan bahan bakar fosil dan pupuk buatan.

Dalam pelaksanaannya, diharapkan terjadi sinergi manfaat dari pengembangan aspek ekonomi, dampak sosial dan peningkatan kualitas lingkungan. Adanya pengelolaan limbah ini tidak mencemari lingkungan yang akan mengakibatkan suatu lingkungan bersih dan sehat, kondusif, para pekerja dan penduduk di sekitar Kecamatan Jati Agung akan mendapat manfaat secara langsung dari proses pengelolaan limbah ternak menjadi biogas.

Dengan cara ini akan mengurangi deposit limbah pada tanah sebesar 85-90% [10], sehingga emisi yang mengakibatkan adanya bau, lalat, dan cairan dari deposit limbah dan potensi metana secara drastis akan berkurang atau dihilangkan sama sekali. Keuntungan dari berbagai adanya kegiatan ini berupa reduksi emisi, lapangan pekerjaan baru, ramah lingkungan, biaya rendah manajemen limbah serta yang lebih penting lagi adalah hampir 10 kali lipat kehidupan yang lebih sehat. Terciptanya suatu desa mandiri energi merupakan salah satu indikator capaian Sustainable Development Goals (SDGs) bagi Indonesia. [11]

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa:

1. Limbah dari peternakan sapi rakyat di Kecamatan Jati Agung Kabupaten Lampung Selatan berpotensi untuk menghasilkan energi listrik sebesar 149.365,376 kWh per hari atau setara dengan 15.836,79 mwh per tahun.

2. Mengolah limbah peternakan sapi rakyat menjadi biogas juga mengurangi emisi karbondioksida hingga 64.086,7464 tCO₂ per tahun.

5. Penghargaan

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Institut Teknologi Sumatera (ITERA) atas hibah penelitian mandiri sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian ini.

6. Daftar Pustaka

- [1] Badan Pusat Statistik, "Data Jumlah Hewan Ternak Per Kecamatan," BPS Provinsi Lampung, 2013.
- [2] D. D. Adam, "How Much Brown Cow?," 2000. [Online]. Available: <http://www.nature.com/nsu/000907-6.html>. [Diakses 12 Agustus 2017].
- [3] D. P. d. K. H. K. J. Agung, Interviewee, *Data jumlah sapi peternakan rakyat di Jati Agung*. [Wawancara]. 7 Agustus 2017.
- [4] S. Y. E. N. A. Triatmojo, Penanganan Limbah Industri Peternakan, Yogyakarta: Gadjah Mada University Press., 2016.
- [5] K. B.J., Biogas-Regenerative Energieerzeugung durch anaerobe, 1980.
- [6] T. A. A. A. N. d. E. R. Widodo, "Rekayasa dan Pengujian Reaktor Biogas Skala Kelompok Tani Ternak," *Jurnal Enjiniring Pertanian Litbang Pertanian*, no. Vol. IV, No. 1, April 2006, 2006.
- [7] A. d. G. S. Harahap F M, Teknologi Gasbio, Bandung: Teknologi Pembangunan Institut Teknologi Bandung, 1978.
- [8] B. Sorensen, Renewable Energy Conversion, Transmision, and Storage, Academic Press, 2007.
- [9] D. Waskito, "Analisis Pembangkit Listrik Tenaga Biogas dengan Pemanfaatan Kotoran Sapi di Kawasan Usaha Peternakan Sapi," Universitas Indonesia, Depok, 2011.
- [10] Herawati, "Refleksi Sosial dari Mitigasi Emisi Gas Rumah Kaca pada Sektor Peternakan di Indonesia," *Wartazoa*, vol. Vol. 22 No. 1 Th. 2012, 2012.
- [11] U. UNEP, "Indicators and Data Mapping to Measure Sustainable Development Goals (SDGs) Target Case of Indonesia 2015," 2015.