

# Analisis potensi pemanfaatan kotoran ternak ruminansia sebagai sumber energi biogas di Provinsi Lampung

Harmiansyah<sup>1\*</sup>, Ella Trilia Oviana<sup>2</sup>, Ikrar Bilhaq<sup>3</sup>, Rafi Fadhilah<sup>4</sup>, M Zul Akbar<sup>5</sup>, Meidaliyantisyah<sup>6</sup>, Nandari Dyah Suretno<sup>7</sup>, Rustam Efendi<sup>8</sup>

<sup>1,2,3,4</sup>Program Studi Teknik Biosistem, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sumatera

<sup>5</sup>Program Studi Teknik Sistem Energi, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sumatera  
Jalan Terusan Ryacudu, Lampung Selatan, Lampung, Indonesia, 35365

<sup>6,7</sup>Pusat Riset Sistem Produksi Berkelanjutan dan Penilaian Daur Hidup, Badan Riset dan Inovasi Nasional  
Jl. Raya Jakarta-Bogor, KM 46, Cibinong, Bogor, 16915 dan  
Jl. Raya Puspipetek-Serpong, Tangerang Selatan, Banten, 15343

<sup>8</sup>Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sulawesi Tenggara  
Jl. Kapten Piere Tendean No. 109 A, Baruga, Kendari, Sulawesi Tenggara, Indonesia, 93563  
Email korespondensi: harmibm@gmail.com

---

## Abstrak

Energi sebagai dasar kebutuhan manusia memiliki manfaat yang dapat digunakan pada aspek industri, transportasi, dan kehidupan rumah tangga. Kajian mengenai energi biogas yang bersumber dari kotoran ternak ruminansia dapat dianalisis untuk kemudian memenuhi kebutuhan energi yang terdapat di provinsi Lampung. Data yang digunakan bersumber pada data sekunder yang dari BPS provinsi Lampung tahun 2021. Variabel penelitian ini mencakup populasi ternak ruminansia, potensi produksi limbah, potensi produksi biogas, kapasitas potensial energi dari biogas limbah ternak ruminansia, dan potensi ekuivalensi energi biogas terhadap gas LPG. Analisa data berdasarkan akumulasi biogas yang dihasilkan dari limbah ternak dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti pemberian makan, jenis hewan, berat badan, proporsi padatan total, dan ketersediaan limbah. Hasil kajian menunjukkan potensi produksi biogas limbah ternak ruminansia tahun 2021 yaitu 262.402.501,1 m<sup>3</sup>/tahun. Potensi produksi biogas limbah ternak sapi 235.969.215 m<sup>3</sup>/tahun, ternak 11.498.047,5 m<sup>3</sup>/tahun, dan ternak kambing 14.935.238,63 m<sup>3</sup>/tahun. Rekomendasi tipe digester biogas yang dapat diimplementasikan yaitu digester biogas tipe floating tank, tipe plastic tubular, dan tipe fixed dome. Berdasarkan hasil kajian dapat disimpulkan potensi kotoran ternak ruminansia untuk energi biogas di Provinsi Lampung sangat besar.

**Kata kunci:** biogas, energi terbarukan, lampung, limbah, ruminansia

## Abstract

Energy, as the foundation of human needs, has benefits that can be utilized in various aspects such as industry, transportation, and household life. The study on biogas energy derived from the excrement of ruminant animals can be analyzed to meet the energy needs in the Lampung province. The data used is sourced from secondary data from the Lampung provincial BPS (Central Statistics Agency) in the year 2021. The variables in this research include the population of ruminant animals, potential waste production, potential biogas production, the potential energy capacity of biogas from ruminant animal waste, and the potential energy equivalence of biogas to LPG gas. Data analysis based on the accumulation of biogas produced from animal waste is influenced by various factors such as feeding, animal type, weight, total solid proportion, and waste availability. The study results indicate that the potential production of ruminant animal waste biogas in 2021 is 262.402.501,1 m<sup>3</sup>/year. The potential production of biogas from cattle waste is 235.969.215 m<sup>3</sup>/year, from buffalo waste is 11.498.047,5 m<sup>3</sup>/year, and from goat waste is 14.935.238,63 m<sup>3</sup>/year. The recommended types of biogas digesters that can be implemented are the floating tank type, plastic tubular type, and fixed dome type. Based on the study results, it can be concluded that the potential of ruminant animal waste for biogas energy in the Lampung province is very significant.

**Keywords:** biogas, livestock waste, lampung, renewable energy, ruminants

---

## 1. Pendahuluan

Energi merupakan kebutuhan dasar dalam kehidupan manusia. Energi digunakan dalam berbagai segi aspek kehidupan seperti transportasi, industri, pabrik, kegiatan rumah tangga, dan kegiatan hidup sehari-hari [1, 2]. Konsumsi energi rumah tangga sangat dipengaruhi oleh tingkat pendapatan rumah tangga

tersebut, semakin tinggi pendapatan rumah tangga maka akan menggeser konsumsi energi ke arah energi yang lebih modern seperti penggunaan *liquefied petroleum gasses* (LPG), minyak tanah, gas alam, listrik, dan energi matahari. Energi dengan sumberdaya fosil merupakan energi yang paling banyak digunakan saat ini untuk menunjang kebutuhan hidup manusia. Energi fosil sendiri

merupakan energi yang terbentuk dari proses yang memakan waktu jutaan tahun, penggunaan energi fosil secara terus menerus dalam jangka waktu yang lama akan menyebabkan energi tersebut habis [3]. Untuk itu di Indonesia mengembangkan sumber energi selain energi fosil seperti energi listrik yang berasal dari pembangkit listrik tenaga air (PLTA), pembangkit listrik tenaga surya (PLTS), dan energi panas bumi. Kebutuhan energi yang tinggi dan ketergantungan atas bahan bakar berbasis fosil menimbulkan kerentanan akan ketahanan energi domestik [4].

Ternak ruminansia merupakan salah satu sumber pangan yang penting bagi manusia, peningkatan permintaan daging ternak ruminansia mendorong berkembangnya usaha peternakan sapi, kambing, dan kerbau. Menurut data BPS tahun 2022 populasi ternak ruminansia di Provinsi Lampung rata-rata mengalami peningkatan dari tahun 2016 sampai 2021 sebesar 1,04% [5]. Meskipun ternak ruminansia mengalami peningkatan, upaya dalam penanganan limbah yang dihasilkan oleh hewan ternak tetap perlu diperhatikan. Berdasarkan penelitian terdahulu, produksi limbah ternak ruminansia yaitu ternak sapi menghasilkan feses antara 10-30 kg/ekor/hari, sedangkan kambing menghasilkan feses antara 0,5-4 kg/ekor/hari [6].

Limbah ternak hewan ruminansia merupakan salah satu penyebab pencemaran lingkungan terbesar dunia yaitu mencapai 6% total emisi gas rumah kaca antropogenik [7]. Meskipun dapat menyebabkan tercemarnya lingkungan, limbah ternak masih memiliki potensi untuk diolah dan menghasilkan nilai ekonomi. Salah satunya dengan pengolahan limbah ternak ruminansia menjadi biogas [8]. Biogas merupakan campuran gas mudah terbakar yang dihasilkan dari proses degradasi senyawa organik oleh bakteri secara anaerobik [9]. Dihasilkan dari proses fermentasi bahan organik dalam sebuah reactor (*biogas digester*) dalam kondisi anaerob atau tanpa udara [10]. Gas-gas yang terbentuk merupakan produk buangan dari respirasi mikroorganisme pengurai dan komposisi gas tersebut tergantung pada zat yang diurai seperti mengandung gas metana ( $CH_4$ ) 35-75%, karbon dioksida ( $CO_2$ ) 25-65%, hidrogen ( $H_2$ ) 1-5%, dan hidrogen sulfida ( $H_2S$ ) 0-3% [6]. Gas metana pada biogas merupakan gas yang tidak berbau dan tidak berwarna yang apabila dibakar akan menghasilkan nyala api biru cerah seperti gas LPG [11]. Nilai dari kalor gas metana sebesar 20 MJ/m<sup>3</sup> dengan efisiensi pembakaran 60% pada kompor biogas konvensional [12]. Beberapa penelitian di dunia mengenai potensi pemanfaatan kotoran ternak ruminansia sebagai sumber energi biogas juga telah dilakukan [13-22]. Maka peluang untuk melakukan penelitian di Indonesia juga sangat besar, mengingat potensi peternakan yang sangat besar. Kajian ini difokuskan di Provinsi Lampung.

Limbah ternak ruminansia di Provinsi Lampung menunjukkan potensi sebagai bahan baku biogas yang tinggi seiring dengan tingginya populasi ternak. Limbah tersebut sangat potensial untuk dimanfaatkan sebagai bahan baku biogas, namun untuk pengembangan energi terbarukan biogas belum ada informasi potensi produksi biogas dan nilai energi yang dapat dihasilkan dari limbah ternak di Provinsi Lampung. Oleh karena itu perlu dilakukan kajian potensi energi terbarukan dari biogas limbah ternak ruminansia sebagai sumber energi alternatif di Provinsi Lampung. Dengan kajian ini akan memberi informasi potensi pemanfaatan kotoran ternak ruminansia sebagai sumber energi biogas di Provinsi Lampung.

## 2. Metode

### Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder yang diperoleh dari BPS Provinsi Lampung 2021. Data tersebut mencakup informasi mengenai populasi ternak ruminansia. Variabel yang diamati dalam penelitian ini mencakup populasi ternak ruminansia, potensi produksi limbah dari ternak ruminansia, potensi produksi biogas dari limbah ternak ruminansia, kapasitas potensial energi dari biogas limbah ternak ruminansia, dan potensi ekuivalensi energi biogas terhadap gas LPG.

### Analisis Data

Berdasarkan data sekunder yang diperoleh, analisa data dilakukan berdasarkan akumulasi biogas yang dihasilkan dari limbah ternak dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti pemberian makan, jenis hewan, berat badan, proporsi padatan total, dan ketersediaan limbah [6]. Total padatan dari limbah merupakan faktor penting untuk produksi biogas dari limbah ternak. Tabel 1 menunjukkan rentang rasio padatan total dalam limbah ternak ruminansia [23]. Persamaan-persamaan yang digunakan untuk menghitung variabel yang diamati sebagai berikut.

$$PLTR = PT \times PLTH \quad (1)$$

$$PBLTR = PLTR \times TS \times AC \times EB_{TS} \quad (2)$$

$$EBLTR = PBLTR \times PM \times E-CH_4 \quad (3)$$

$$EqBLTR = PBLTR \times Eq-LPG \quad (4)$$

Dimana:

$$PLTR = \text{Potensi limbah ternak ruminansia (kg/tahun)}$$

$$PT = \text{Populasi ternak}$$

$$PLTH = \text{Produksi Limbah Ternak Harian (kg/ekor/hari)}$$

$$PBLTR = \text{Produksi biogas limbah ternak ruminansia (m}^3\text{/tahun)}$$

- TS = Total Solids (%)
- AC = Availability Coefficient (%)
- EBTS = Perkiraan kuantitas biogas yang dihasilkan per kg total padatan (m<sup>3</sup>/kg TS)
- EBLTR = Energi Biogas Limbah Ternak Ruminansia (kWh/thn)
- PM = Persentase Gas Methan Dalam Biogas (%)
- E-CH4 = Energi gas methan (36 MJ/m<sup>3</sup>)
- EqBLTR = Ekuivalensi Biogas Limbah Ternak Ruminansia (kg/tahun)
- Eq-LPG = Perbandingan Energi Biogas terhadap energi LPG (0,46 kg/m<sup>3</sup>)

ekor ternak sapi, 21.001 ekor terak kerbau, dan ekor 1.573.787 ternak kambing. Populasi ternak sapi terbesar berada di Kabupaten Lampung Tengah, ternak kerbau terbesar berada di Kabupaten Tulang Bawang, dan populasi ternak kambing terbesar berada di Kabupaten Lampung Selatan. Potensi biomassa dari limbah segar ternak ruminansia di setiap Kabupaten di Provinsi Lampung terdapat pada Tabel 2. Potensi biomassa kotoran ternak sapi, kerbau, dan kambing masing-masing sebesar 3.146.256.200 kg/tahun, 153.307.300 kg/tahun, dan 1.148.864.510 kg/tahun. Potensi biomassa limbah ternak sapi terbesar berada di Kabupaten Lampung Tengah dan Lampung Timur yaitu sebesar 1.342.075.800 dan 601.249.900 kg/tahun. Potensi biomassa limbah ternak kerbau yang terbesar berada di Kabupaten Tulang Bawang dan Lampung Selatan sebesar 34.193.200 dan 23.900.200 kg/tahun. Potensi biomassa limbah ternak kambing terbesar berada di Kabupaten Lampung Selatan dan Kabupaten Lampung Tengah 264.602.370 dan 212.643.890 kg/tahun.

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### Potensi Produksi Limbah Ternak Ruminansia

Tabel 1 menunjukkan bahwa populasi ternak ruminansia di Provinsi Lampung terdiri atas 861988

**Tabel 1.** Populasi dan potensi biomasa limbah ternak ruminansia di Provinsi Lampung tahun 2021 [23-25] diolah

Kabupaten	Populasi Ternak Ruminansia (ekor)			Potensi Biomassa Limbah Ternak (kg/tahun bahan segar)		
	Sapi	Kerbau	Kambing	Sapi	Kerbau	Kambing
Lampung Barat	7.510	380	80.600	27.411.500	2.774.000	58.838.000
Tanggamus	6.475	2.021	184.859	23.633.750	14.753.300	134.947.070
Lampung Selatan	124.089	3.274	362.469	452.924.850	23.900.200	264.602.370
Lampung Timur	164.726	1.600	174.380	601.249.900	11.680.000	127.297.400
Lampung Tengah	367.692	2.181	291.293	1.342.075.800	15.921.300	212.643.890
Lampung Utara	32.502	1.968	71.852	118.632.300	14.366.400	52.451.960
Way Kanan	38.352	1.028	52.789	139.984.800	7.504.400	38.535.970
Tulang Bawang	27.219	4.684	115.537	99.349.350	34.193.200	84.342.010
Pesawaran	21.625	958	54.205	78.931.250	6.993.400	39.569.650
Pringsewu	16.000	1.050	43.023	58.400.000	7.665.000	31.406.790
Mesuji	9.525	27	43.769	34.766.250	197.100	31.951.370
Tulang Bawang Barat	23.315	860	74.964	85.099.750	6.278.000	54.723.720
Pesisir Barat	9.956	702	7.705	36.339.400	5.124.600	5.624.650
Bandar Lampung	1.080	25	3.000	3.942.000	182.500	2.190.000
Metro	11.922	243	13.342	43.515.300	1.773.900	9.739.660
<b>Provinsi Lampung</b>	<b>861.988</b>	<b>21.001</b>	<b>1.573.787</b>	<b>3.146.256.200</b>	<b>15.3307.300</b>	<b>1.148.864.510</b>

Populasi ternak ruminansia di provinsi Lampung pada tahun 2021 meningkat dibanding dengan tahun 2020, yaitu sebesar 2.456.776 ekor, ternak sapi 861.988 ekor, ternak kerbau 21.001 ekor dan ternak kambing sebanyak 1.573.787 ekor [23-25]. Peningkatan jumlah populasi yang ada di provinsi Lampung akan

meningkatkan jumlah produksi biogas di setiap kabupaten yang ada. Sesuai dengan teori AkyÜRek [26] yaitu produksi biomassa limbah ternak merupakan hasil kali produksi limbah ternak dan populasi ternak [26]. Dengan hal tersebut jika populasi ternak meningkat maka akan mengakibatkan

produksi limbah ternak pada suatu wilayah juga akan meningkat. Sehingga diharapkan dapat mengurangi ketergantungan terhadap bahan bakar minyak dan gas fosil dan akan mengurangi pencemaran lingkungan serta membuat peluang usaha bagi para peternak yang ada di provinsi Lampung [27].

### Potensi Produksi Biogas

Menurut Sahara [28] Biogas memiliki potensi sebagai sumber energi alternatif untuk rumah tangga di pedesaan. Energi yang dihasilkan ramah lingkungan; *slurry* biogas digunakan sebagai pupuk organik, mengurangi emisi karbon, mengatasi krisis bahan bakar fosil, dan mengurangi pencemaran lingkungan. Potensi produksi biogas limbah ternak ruminansia di Provinsi Lampung tahun 2021 terdapat pada Tabel 2 yaitu sebesar 262.402.501,1 m<sup>3</sup>/tahun. Potensi

produksi biogas tersebut diperoleh dari potensi produksi biogas limbah ternak sapi 235.969.215 m<sup>3</sup>/tahun, ternak kerbau 11.498.047,5 m<sup>3</sup>/tahun, dan ternak kambing 14.935.238,63 m<sup>3</sup>/tahun. Potensi biogas limbah ternak tertinggi berada di Kabupaten Lampung Tengah sebesar 100.655.685 m<sup>3</sup>/tahun, dan Kabupaten Lampung Timur sebesar 45.093.742,5 m<sup>3</sup>/tahun. Potensi biogas limbah ternak kerbau tertinggi berada di Kabupaten Tulang Bawang sebesar 2.564.490 m<sup>3</sup>/tahun, dan Kabupaten Lampung Selatan sebesar 1.792.515 m<sup>3</sup>/tahun. Potensi biogas limbah ternak kambing tertinggi berada di Kabupaten Lampung Selatan sebesar 3.439.830,81 m<sup>3</sup>/tahun, dan Kabupaten Lampung Tengah sebesar 2.764.370,57 m<sup>3</sup>/tahun. Potensi biogas total terbesar berada di Kabupaten Lampung Tengah, dan Kabupaten Lampung Timur yaitu masing-masing 104.614.153,1 dan 4.762.460,7 m<sup>3</sup>/tahun.

**Tabel 2.** Potensi produksi biogas limbah ternak ruminansia di Provinsi Lampung tahun 2021

Kabupaten	Potensi Produksi Biogas (m <sup>3</sup> /thn)			Jumlah
	Sapi	Kerbau	Kambing	
Lampung Barat	2.055.862,5	208.050	764.894	3.028.806,5
Tanggamus	1.772.531,5	1.106.497,5	1.754.311,91	4.633.340,66
Lampung Selatan	33.969.363,75	1.792.515	3.439.830,81	39.201.709,56
Lampung Timur	45.093.742,5	876.000	1.654.866,2	47.624.608,7
Lampung Tengah	100.655.685	1.194.097,5	2.764.370,57	104.614.153,1
Lampung Utara	8.897.422,5	1.077.480	681.875,48	10.656.777,98
Way Kanan	10.498.860	562.830	500.967,61	11.562.657,61
Tulang Bawang	7.451.201,25	2.564.490	1.096.446,13	11.112.137,38
Pesawaran	5.919.843,75	524.505	514.405,45	6.958.754,2
Pringsewu	4.380.000	574.875	408.288,27	5.363.163,27
Mesuji	2.607.468,75	14.782,5	415.367,81	3.037.619,06
Tulang Bawang Barat	6.382.481,25	470.850	711.408,36	7.564.739,61
Pesisir Barat	2.725.455	384.345	73.120,45	3.182.920,45
Bandar Lampung	295.650	13.687,5	2.8470	337.807,5
Metro	3.263.647,5	133.042,5	126.615,58	3.523.305,58
<b>Provinsi Lampung</b>	<b>235.969.215</b>	<b>11.498.047,5</b>	<b>14.935.238,63</b>	<b>262.402.501,1</b>

Potensi produksi biogas dari kotoran ternak ruminansia antar Kabupaten yang ada di provinsi Lampung sangat bervariasi. Variasi potensi produksi biogas dikarenakan adanya perbedaan jumlah dan jenis ternak. Daerah yang memiliki populasi ternak sapi dan kerbau yang tinggi berpotensi menghasilkan biogas yang lebih besar [29]. Hal ini sesuai dengan teori yang diajukan oleh AkyÜRek [26], yang menyatakan bahwa perhitungan potensi produksi biogas suatu daerah bergantung pada produksi limbah, persentase total padatan, persentase volatil total padatan, dan persentase hasil biogas. Ternak sapi dan kerbau menghasilkan limbah lebih banyak dibandingkan dengan ternak kambing. Lebih lanjut,

persentase hasil biogas dari limbah ternak sapi dan kerbau 50-250% lebih tinggi dibandingkan dengan ternak kambing. Meskipun persentase total padatan dari ternak kambing 5-15% lebih tinggi dibandingkan dengan ternak sapi dan kerbau, namun potensi produksi biogas dari limbah ternak sapi dan kerbau tetap lebih tinggi dibandingkan dengan ternak kambing [30].

### Potensi Produksi Energi dan Ekuivalensi Terhadap LPG

Tabel 3 menunjukkan potensi kapasitas energi penggerak biogas limbah ternak ruminansia di Provinsi Lampung sebesar 1.312.012,506 kWh/thn.

Potensi kapasitas energi penggerak biogas limbah ternak di Provinsi Lampung tersebar di seluruh wilayah kabupaten dengan potensi terbesar berada di Kabupaten Lampung tengah sebesar 523.070.7654 kWh/thn. Sedangkan total ekuivalen biogas terhadap

LPG di provinsi lampung sebesar 120.705.150,5 kg/thn, dengan nilai terbesar yang dihasilkan diperoleh dari daerah lampung tengah sebesar 48.122.510,41kg/thn.

**Tabel 3.** Potensi kapasitas energi penggerak dan ekuivalensi potensi biogas terhadap LPG di Provinsi Lampung tahun 2021

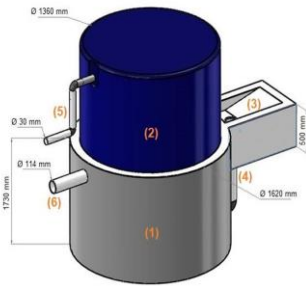
Kabupaten	Kapasitas Energi Penggerak (kWh/thn)	Ekuivalen LPG (kg/thn)
Lampung Barat	15.144,0325	1.393.250,99
Tanggamus	23,166,7033	2.131.336,704
Lampung Selatan	196.008,5478	18.032.786,4
Lampung Timur	238.123,0435	21.907.320
Lampung Tengah	523,070,7654	48.122.510,41
Lampung Utara	53.283,8899	4.902.117,871
Way Kanan	57.813,28805	5.318.822,501
Tulang Bawang	55.560,6869	5.111.583,195
Pesawaran	34.793,771	3.201.026,932
Pringsewu	26.815,81635	2.467.055,104
Mesuji	15.188,0953	1.397.304,768
Tulang Bawang Barat	37.823,69805	3.479.780,221
Pesisir Barat	15.914,60225	1.464.143,407
Bandar Lampung	1.689,0375	155.391,45
Metro	17.616,5279	1.620.720,567
<b>Provinsi Lampung</b>	<b>1.312.012,506</b>	<b>120.705.150,5</b>

Kapasitas energi penggerak serta nilai ekuivalensi biogas dengan LPG di provinsi Lampung bervariasi, karena perbedaan potensi produksi biogas antar kabupaten. Kabupaten yang mempunyai potensi produksi biogas yang besar memiliki kapasitas penggerak serta ekuivalensi biogas tinggi [30]. Biogas mempunyai kelebihan dibandingkan dengan bahan bakar yang lain, suhu pembakaran sebesar 650 °C – 750 °C dan biogas tidak memiliki bau serta jika dibakar akan mendapatkan nyala api seperti LPG yaitu biru cerah, dan efisiensi pada pembakaran menggunakan kompor biogas konvensional mencapai 60% [31, 32]. Dengan melihat jumlah potensi dan populasi ternak ruminansia yang ada di provinsi Lampung yang sangat berpotensi untuk memproduksi biogas dalam jumlah besar agar bisa dimanfaatkan oleh masyarakat luas.

#### **Rekomendasi Jenis Digester Biogas**

Digester tipe *floating tank* (Gambar 1) merupakan jenis digester biogas yang menggunakan tangki terapung sebagai tempat fermentasi. Biasanya, tangki terapung ini terbuat dari bahan ringan seperti plastik atau *fiberglass* dan ditempatkan di atas permukaan air. Dalam digester ini, bahan organik seperti kotoran sapi dicampur dengan air dan dimasukkan ke dalam tangki

terapung, kemudian bakteri memecah bahan organik tersebut dan menghasilkan gas metana yang dapat digunakan sebagai sumber energi alternatif [33]. Kelebihan utama dari digester biogas ini adalah desain yang simpel dan ekonomis, namun tetap andal karena tangki plastiknya memiliki masa pakai yang panjang. Hasil penelitian Haryanto, Irawan [33] menunjukkan bahwa digester biogas tipe *floating tank* beroperasi secara efisien dengan tingkat dekomposisi bahan organik mencapai 56,39%, menghasilkan biogas sebanyak 1300 liter per hari. Biogas tersebut memiliki kandungan metana sebesar 50,28% dan menghasilkan nyala api berwarna biru. Penggunaan biogas memberikan keuntungan ekonomi sekitar 875–2441 Rupiah per hari atau sekitar 319.375–890.965 Rupiah per tahun. Lumpur digestat yang dihasilkan sebagai produk samping dari digester memiliki potensi sebagai bahan pupuk organik dengan kandungan hara N, P, K berturut-turut sebesar 4,55%; 2,16%; dan 3,89%.



Gambar 1. Desain digester biogas tipe *floating tank* (Keterangan: (1) Digester (sebagian terpendam), (2) *Gas holder (floating tank)*, (3) Bak inlet, (4) Pipa inlet, (5) Pipa gas (sampai kompor), dan (6) Pipa outlet) [22]

Digester biogas tipe plastik tubuler (Gambar 2) menggunakan plastik PE (*polyethylene tubular*) dengan *gas holder* terpisah. Untuk tujuan keamanan, disarankan menggunakan dua lapisan bahan plastik dengan ketebalan masing-masing 300 mikron. Pada kedua ujungnya, plastik diikat mengelilingi pipa PVC berdiameter 6 inci dan diikat dengan tali karet. Salah satu ujung dari pipa PVC 6 inci difungsikan sebagai pintu masuk (*inlet*), sementara ujung lainnya sebagai pintu keluar (*outlet*). Di dalam digester, akan terbentuk keseimbangan hidraulik antara jumlah substrat yang ditambahkan dan digestat yang dikeluarkan. Karena sifat plastik PE yang sangat fleksibel dan rentan terhadap kerusakan, digester perlu mendapatkan perlindungan tambahan. Digester dapat ditempatkan baik dalam parit (lubang galian) maupun bak berbentuk memanjang. Perlindungan sinar UV matahari diperlukan untuk melindungi plastik. Dari aspek teknis dan biaya, digester plastik tubuler dianggap sebagai opsi paling sederhana dan ekonomis [34]. Kelebihan digester adalah standar biaya yang rendah sebelum pemasangan, cocok untuk wilayah dengan tingkat air permukaan yang rendah karena dapat diinstal dengan dangkal, proses transportasi yang mudah, konstruksinya tidak memerlukan keahlian khusus, suhu digester cenderung tinggi di daerah beriklim hangat, proses pembersihan relatif sederhana, digester dapat beroperasi efektif dengan substrat yang sulit, pengurasan dan perawatan mudah dilakukan [35].

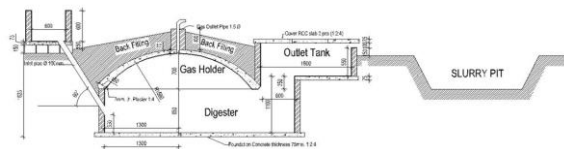


Gambar 2. Digester biogas tipe plastik tubuler [25]

Digester *fixed dome* terdiri dari dua komponen utama, yakni bagian silinder di bagian bawah dan struktur kubah di bagian atas yang berfungsi sebagai *gas-holder*. Saat proses produksi gas dimulai, campuran substrat yang memiliki konsistensi mirip bubur akan

dipindahkan ke kolam kompensasi. Tekanan gas akan terus meningkat seiring dengan bertambahnya jumlah gas yang terakumulasi, sejalan dengan perbedaan tinggi antara permukaan *slurry* di dalam digester dan di dalam kolam kompensasi. Apabila jumlah biogas dalam *gas-holder* kurang, tekanan gas yang terbaca pada manometer air akan menjadi rendah. Sistem ini dilengkapi dengan bak pembuangan *slurry* berbentuk kotak untuk sementara menampung lumpur dan meningkatkan tekanan gas di dalam digester. Kapasitas digester ini bervariasi, mencakup rentang antara 4 m<sup>3</sup> hingga 12 m<sup>3</sup> [36]. Penyebaran digester tipe *fixed-dome* di Indonesia mendapat dukungan dari HIVOS melalui Program Biogas Rumah (BIRU). Gambar 3 dan 4 menunjukkan rancangan serta implementasi lapangan dari biogas tipe *fixed dome*.

Digester dengan tipe *fixed dome* memiliki beberapa kelebihan yaitu pada dasarnya pembuatan mudah karena tidak melibatkan komponen yang bergerak. Digester ini dipasang di dalam tanah, sehingga terhindar dari risiko kerusakan fisik dan memanfaatkan ruang dengan efisien. Perubahan suhu antara siang dan malam tidak memengaruhi proses mikrobiologis. Namun, proses konstruksi digester *fixed-dome* membutuhkan keahlian teknis dari para pekerja bangunan berpengalaman. Penggunaan pekerja yang kurang berpengalaman dapat menghasilkan digester yang tidak optimal, mungkin tidak kedap atau rentan terhadap retak [35].



Gambar 3. Desain digester biogas tipe *fixed dome* [26]



Gambar 4. Implementasi digester biogas *fixed dome* [36]

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan, dapat disimpulkan bahwa potensi biogas limbah ternak ruminansia di Provinsi Lampung mencapai 262.402.501,1 m<sup>3</sup>/tahun, potensi energi penggerak biogas limbah ternak di Provinsi Lampung mencapai 1.312.012,506 kWh/tahun, dan potensi energi biogas di dalam satu tahun Provinsi Lampung ekuivalen dengan LPG 120.705.150,5 kg/tahun. Rekomendasi tipe digester biogas yang dapat diimplementasikan yaitu digester biogas tipe *floating tank*, tipe *plastic tubular*, dan tipe *fixed dome*.

## Daftar Pustaka

- [1]. Zalizar L, Relawati R, Ariadi BY. Potensi produksi dan ekonomi biogas serta implikasinya pada kesehatan manusia, ternak dan lingkungan. *Jurnal Ilmu-Ilmu Peternakan*. 2013;23(3):32-40.
- [2]. Nazer M, Handra H. Analisis konsumsi energi rumah tangga perkotaan di Indonesia: Periode Tahun 2008 dan 2011. *Jurnal Ekonomi dan Pembangunan Indonesia*. 2016;16(2):4.
- [3]. Sukmana RW, Muljatiningrum A. Biogas dari limbah ternak: Nuansa Cendekia; 2023.
- [4]. Azirudin T. Potensi tenaga angin di atas bangunan bertingkat di Pangkalan Kerinci, Kabupaten Pelalawan Provinsi Riau. *Ketenagalistrikan Dan Energi Terbarukan*. 2019;18(1):23-8.
- [5]. BPS. Provinsi Lampung Dalam Angka 2022. In: Statistik BP, editor.: BPS Provinsi Lampung; 2022. p. 796.
- [6]. Avcioglu AO, Türker U. Status and potential of biogas energy from animal wastes in Turkey. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2012;16(3):1557-61.
- [7]. Afazeli H, Jafari A, Rafiee S, Nosrati M. An investigation of biogas production potential from livestock and slaughterhouse wastes. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2014;34:380-6.
- [8]. Pujiati P, Dewi NK, Setiawan D. *Produksi Biogas Berbasis Biomassa*. UNIPMA Press; 2020.
- [9]. Atiqa OI, Mayang RA, Naryono E. Pemanfaatan Limbah Organik dari Rumah PKD Tlogomas Dengan Kotoran Sapi dan EM 4 Sebagai Biogas. *DISTILAT: Jurnal Teknologi Separasi*. 2019;5(2):35-40.
- [10]. Rahayu FM. *Biogas dan Pemanfaatannya*: Bumi Aksara; 2023.
- [11]. Soehartanto T, Sarwono S, Noryati RD, editors. *Pengembangan Teknologi Purifikasi Biogas (Kandungan Gas H<sub>2</sub>S Dan CO<sub>2</sub>) dengan Mempergunakan Kombinasi Wet Scrubber-Batu Gamping*. IPTEK Journal of Proceedings Series; 2018.
- [12]. Wahyuni S. *Panduan praktis biogas*: Penebar Swadaya Grup; 2013.
- [13]. Adeoti O, Ayelegun TA, Osho SO. Nigeria biogas potential from livestock manure and its estimated climate value. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2014;37:243-8.
- [14]. Agar DA, Athanassiadis D, Pavelka BJ. The CO<sub>2</sub> cutting cost of biogas from humanure and livestock manure. *Sustainable Energy Technologies and Assessments*. 2022;53:102381.
- [15]. Bumharther C, Bolonio D, Amez I, García Martínez MJ, Ortega MF. New opportunities for the European Biogas industry: A review on current installation development, production potentials and yield improvements for manure and agricultural waste mixtures. *Journal of Cleaner Production*. 2023;388:135867.
- [16]. Hossain MS, Masuk NI, Das BK, Das A, Kibria MG, Chowdhury MM, et al. Theoretical estimation of energy potential and environmental emissions mitigation for major livestock manure in Bangladesh. *Renewable Energy*. 2023;217:119354.
- [17]. Nehra M, Jain S. Estimation of renewable biogas energy potential from livestock manure: A case study of India. *Bioresource Technology Reports*. 2023;22:101432.
- [18]. Nguyen TH, Doan Q-V, Khan A, Derdouri A, Anand P, Niyogi D. The potential of agricultural and livestock wastes as a source of biogas in Vietnam: Energetic, economic and environmental evaluation. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2024;199:114440.
- [19]. Noorollahi Y, Kheirrouz M, Asl HF, Yousefi H, Hajinezhad A. Biogas production potential from livestock manure in Iran. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2015;50:748-54.
- [20]. Sliz-Szkliniarz B, Vogt J. A GIS-based approach for evaluating the potential of biogas production from livestock manure and crops at a regional scale: A case study for the Kujawsko-Pomorskie Voivodeship. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2012;16(1):752-63.
- [21]. Wang Y, Zhang Y, Li J, Lin J-G, Zhang N, Cao W. Biogas energy generated from livestock manure in China: Current situation and future trends. *Journal of Environmental Management*. 2021;297:113324.
- [22]. Zareei S. Evaluation of biogas potential from livestock manures and rural wastes using GIS in Iran. *Renewable Energy*. 2018;118:351-6.
- [23]. BPS. *Populasi Ternak (Sapi) 2019-2021*. In: Statistik BP, editor. 2021.
- [24]. BPS. *Populasi Ternak (Kerbau) 2019-2021*. In: Statistik BP, editor. 2021.
- [25]. BPS. *Populasi Ternak (Kambing) 2019-2021*. In: Statistik BP, editor. 2021.
- [26]. Akyürek Z. Energy recovery from animal manure: biogas potential of Burdur, Turkey. *Eskişehir Technical University Journal of Science and Technology A - Applied Sciences and Engineering*. 2019;20(2):161-70.
- [27]. Sugiono S, Wargo W, Marwendi RO. *Pemanfaatan Limbah Ternak Sapi Sebagai Biogas*. *Renewable Energy. Zabags International Journal Of Engagement*. 2023;1(1):1-7.
- [28]. Sahara D, editor *Livestock waste as alternative energy for rural households: A review*. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2nd International Conference on Animal Research for Eco-Friendly Livestock

- Industry; 2024 2024/01/01; Surakarta, Indonesia: IOP Publishing.
- [29]. Santoso MC, Giriantari I, Ariastina W. Studi Pemanfaatan Kotoran Ternak Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Biogas Di Bali. *Jurnal Spektrum*. 2019;6(4).
- [30]. Purnomo N, Yusriadi Y. Potensi Energi Terbarukan dari Biogas Limbah Ternak Ruminansia Di Kabupaten Sidrap. *Jurnal Sains dan Teknologi Industri Peternakan*. 2023;3(1):1-7.
- [31]. Nusantoro S, Awaludin A, editors. Pemanfaatan Limbah Ternak Sebagai Sumber Energi Terbarukan (Renewable Energy) Dalam Upaya Menuju Masyarakat Mandiri Energi. *NaCosVi: Polije Proceedings Series*; 2020.
- [32]. Maluegha BL, Ulaan TV, Umboh MK. Perancangan Digester untuk Menghasilkan Biogas dari Kotoran Ternak Babi di Desa Rumoong Bawah Kabupaten Minahasa Selatan. *Jurnal Tekno Mesin*. 2021;4(2).
- [33]. Haryanto A, Irawan DS, Suharyatun S, Rahmawati W, Telaumbanua M, Wisnu FK, et al. Rancang bangun dan uji kinerja digester biogas rumah tangga tipe floating tank dengan substrat kotoran sapi. *Jurnal Ilmiah Rekayasa Pertanian dan Biosistem*. 2021;9(2):130-42.
- [34]. Aisah IU, Herdiansyah H. Strategi pemberdayaan masyarakat dalam pelaksanaan program Desa Mandiri Energi. *Share: Social Work Journal*. 2019;9(2):130-41.
- [35]. Werner U, Stöhr U, Hees N. Biogas plants in animal husbandry: A Publication of the Deutsches Zentrum für Entwicklungstechnologien GATE , a Division of the Deutsche Gesellschaft für Technische; 1989.
- [36]. Haryanto A, Triyono S, Telaumbanua M, Cahyani D. Pengembangan listrik tenaga biogas skala rumah tangga untuk daerah terpencil di Indonesia. *Jurnal Ilmiah Rekayasa Pertanian dan Biosistem*. 2020;8(2):168-83.