



Produksi Biogas Dari Sampah Organik Dengan Tambahkan Air Kelapa Tua Menggunakan Bio-Digester Sebagai Energi Alternatif

Muhammad Iqbal*, Novi Sylvia, Rozanna Dewi, Muhammad, Nasrul ZA, Nurmalita

¹Program Studi Teknik Kimia, Universitas Malikussaleh Lhokseumawe, Indonesia

*Corresponding author: Novi.sylvia@unimal.ac.id

Abstrak: Biogas adalah gas yang dihasilkan oleh fermentasi bahan organik dalam kondisi anaerob, yang berarti tanpa oksigen. Proses ini terjadi secara alami di lingkungan seperti rawa-rawa, tetapi dapat direkayasa dalam reaktor biogas. Bahan baku utama untuk produksi biogas meliputi limbah organik seperti kotoran ternak, sisa makanan, dan limbah pertanian. Komponen utama biogas adalah metana (CH_4) dan karbon dioksida (CO_2). Penelitian dilakukan dengan cara mempersiapkan bahan seperti sampah organik pasar, air kelapa tua, serta starter berupa kotoran sapi, dengan perbandingan sampah organik dan kotoran sapi yaitu (40:60, 50:50, dan 60:40). Penelitian dilakukan selama 30 hari dengan melihat hasil maksimalnya. Berdasarkan hasil penelitian kadar gas methane terbesar terdapat pada reaktor 2 sebesar 41,33%. sedangkan kadar gas methane terendah terdapat pada reaktor 1 sebesar 38,84% uji nyala api yang telah dilakukan menunjukkan untuk keseluruhan nyala api berwarna orange. Yang dimana warna tersebut menandakan masi terdapat banyaknya gas pengotor didalamnya.

Kata Kunci: Biogas; Kotoran Sapi; Metana; Sampah Organik; Volume Gas

1. Pendahuluan

Biogas merupakan salah satu bentuk energi dalam bentuk gas yang berasal dari bahan organik. Biogas adalah salah satu bentuk energi terbarukan. Bahan yang digunakan untuk pembuatan biogas adalah bahan berupa rumput, buah-buahan, sampah rumah tangga, sampah restoran dan pakan ternak. Salah satu bahan baru yang digunakan untuk menghasilkan biogas adalah limbah komersial (sayuran dan buah-buahan) yang dicampur dengan air kelapa tua.. Hasil penelitian (Dewilda & Kartika, 2013) menunjukkan volume tersebut Campuran biogas yang dihasilkan oleh uji digester (limbah komersial termasuk kotoran ayam) jumlahnya tidak lebih banyak dibandingkan volume biogas jumlah limbah pencernaan (limbah komersial) yang dihasilkan. Volume rata-rata Total uji biogas yang tercerna adalah 22,67 liter, dimana merupakan volume rata-rata Total kapasitas biogas pada reaktor kontrol adalah 21,20 liter. Dapat disimpulkan bahwa tambahkan pakan unggas dan sayuran dan buah-buahan, tidak berpengaruh signifikan



terhadap volume biogas produk ini sekitar $\pm 3,35\%$ lebih tinggi dibandingkan pengolahan biogas Sayuran dan buah-buahan saja.

Di sisi lain, negara kita sedang menghadapi krisis energi karena permintaan energi masyarakat yang terus meningkat. Hal ini dapat berdampak secara tidak langsung pada tingkat perekonomian negara, terutama di negara berkembang. Salah satu solusi untuk mengatasi masalah ini adalah dengan mengubah sampah organik dari pasar Impres di kota Lhoksemawe menjadi biogas melalui proses anaerobik. Biogas yang dihasilkan, berasal dari limbah bio yang diproses menggunakan digester atau alat kedap udara. Metode ini memungkinkan penghasilan energi yang dapat membantu mengatasi krisis energi, dan biogas yang dihasilkan dari sampah organik memiliki kualitas serupa dengan biogas dari sumber energi lainnya (Mujahidah et al., 2013).

Kebaruan yang terdapat dalam rencana penelitian ini melibatkan penggunaan cara inovatif untuk menambahkan air kelapa dalam tahap produksi biogas dari limbah organik pasar. Pendekatan ini belum banyak dilakukan dalam penelitian sebelumnya, penelitian terdahulu banyak melakukan riset dengan menggunakan bahan sampah organik pasar dan kotoran hewan. Oleh karena itu diharapkan dapat memberikan kontribusi yang penting terhadap peningkatan efisiensi dan keberlanjutan produksi biogas sebagai sumber energi alternatif. Berdasarkan latar belakang diatas perlu dilakukan penelitian tentang judul "Produksi Biogas Dari Sampah Organik Dengan Tambahkan Air Kelapa Tua Menggunakan Bio-Digester Sebagai Energi Alternatif".

2. Metode



Gambar 1. Proses Pembuatan Biogas

Variabel Penelitian

Adapun dalam variabel yang digunakan pada penelitian sebagai berikut:

Variabel Tetap:

1. Jenis sampah organik (sayuran dan buah dari Pasar Impres, 5 kg).

2. Perbandingan sampah organik dengan air kelapa tua (40:60, 50:50, 60:40).

Variabel Bebas:

1. Waktu fermentasi (1, 7, 14, 21 hari, dan 35 hari).
2. Jenis bahan (sayuran, buah-buahan, dan air kelapa tua).

Variabel Terikat:

1. Kandungan gas metana.
2. Kandungan CO₂.
3. Nyala api.
4. Volume biogas.

3. Prosedur Percobaan

1. Persiapan Bahan Baku dan Pengisian Digester: Masukkan sampah organik yang telah disiapkan ke dalam digester berkapasitas 10 liter. Tambahkan starter ke dalam bahan organik tersebut, kemudian aduk hingga tercampur merata.
2. Pemasangan Penutup Digester: Tutup digester menggunakan penutup yang sudah dilengkapi dengan pipa dan botol air sebagai *water trap*. Pastikan penutup tersebut terpasang rapat dengan perekat agar kedap udara.
3. Pengaturan Penampung Gas: Pasang plastik di ujung pipa yang diikat dengan karet ban untuk menampung gas dan menghindari kebocoran. Biarkan keran dalam keadaan terbuka.
4. Proses Fermentasi dan Pemantauan Kebocoran: Biarkan digester selama 14 hari agar proses fermentasi berlangsung. Sambil menunggu, periksa apakah ada kebocoran gas pada digester berkapasitas 5 liter. Jika ada kebocoran, segera tambal dengan cat atau lem perekat.
5. Pemeriksaan dan Pengujian Gas: Setelah proses fermentasi berjalan selama 10-21 hari, periksa komposisi gas untuk memastikan gas yang dihasilkan layak sebagai bahan bakar

3. Hasil dan Pembahasan

Dalam proses pembuat biogas yang telah dilakukan Adapun hasil penelitian biogas dari sampah organik pasar dan limbah peternakan sapi didapatkan hasil tekanan biogas, volume biogas serta uji kandungan gas methana ditunjukkan pada tabel 1, dan 2 berikut ini.

Tabel 1 Hasil Penelitian Penentuan Tekanan Biogas dan Volume Biogas

Tekanan Biogas		Volume Gas Reaktor				
Hari ke-	Reaktor 1	Reaktor 2	Reaktor 3	Reaktor 1	Reaktor 2	Reaktor 3
1	0	0	0	0	0	0
7	101911,634	102009,406	102302,723	0,236	0,236	0,235
14	102302,723	102791,585	102107,178	0,235	0,234	0,236
21	103378,218	103964,852	102791,585	0,233	0,231	0,234
28	102889,357	102498,268	102987,129	0,234	0,235	0,234
35	101813,862	102009,406	101618,317	0,236	0,236	0,237

Tabel 2 Kondisi Percobaan Pengujian Biogas

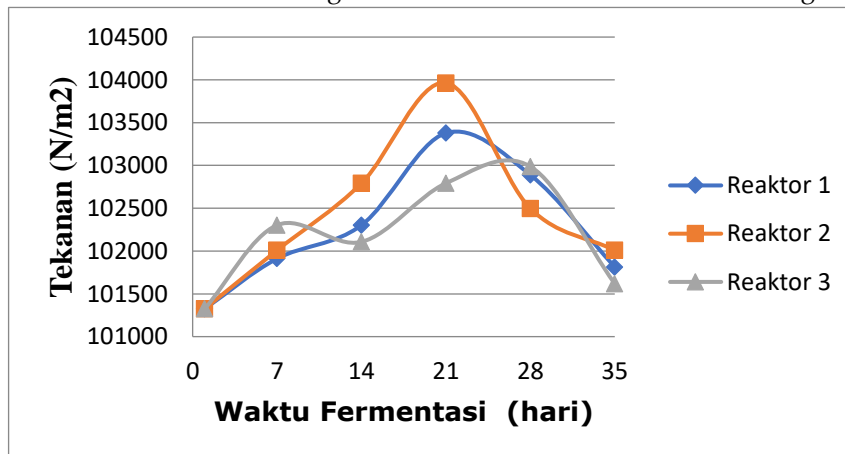
Parameter Uji	Reaktor 1 (40:60)	Reaktor 2 (50:50)	Reaktor 3 (60:40)
Uji kandungan gas metana di hari 25-35	38,84%	41,33 %	40,36%

Pembuatan biogas dalam penelitian ini, digunakan bahan baku sampah organik pasar dan kotoran sapi. Penelitian ini dilakukan selama 2 bulan dengan variabel bahan masukan dengan 1:1 dan penambahan EM-4 (*mikroorganisme*). Pembuatan biogas dari sampah organik pasar dengan bantuan kotoran sapi dilakukan dengan mencampur bahan baku sampah organik pasar di dalam reaktor lalu di aduk, sebelum ditempatkan di unit prosesnya kotoran sapi diencerkan terlebih dahulu dengan perbandingan 1:1, lalu ditunggu dan diendapkan. Setelah bahan baku sudah ditempatkan di unit reaktor dilakukan pengadukan untuk menghomogenkan bahan baku pembuatan biogas. Pengadukan dilakukan sebelum bahan tersebut ke dalam reaktor dan setelah berada di dalam reaktor. Pengadukan juga berfungsi untuk mencegah terjadinya pengendapan di dasar reaktor yang dapat menghambat pembentukan biogas. Pengendapan terjadi jika bahan yang digunakan berasal dari kotoran kering. Setelah ditambahkan air dengan perbandingan 1:1, pengadukan mutlak diperlukan agar kotoran tidak mengendap.

Kemudian memvariasikan perbandingan antara sampah organik pasar dengan kotoran sapi (40:60, 50:50 dan 60:40) dengan menambahkan EM-4 sebagai *mikroorganisme* sebanyak 30 ml. Setelah terjadi proses pembusukan di dalam reaktor, kemudian dihasilkan gas yang dapat diukur volumenya setiap minggunya pada rentang waktu 1 hari, 7 hari, 14 hari, 21 hari, 28 hari, dan 35 hari.

3.1 Pengaruh Hubungan Waktu Fermentasi Terhadap Tekanan Biogas

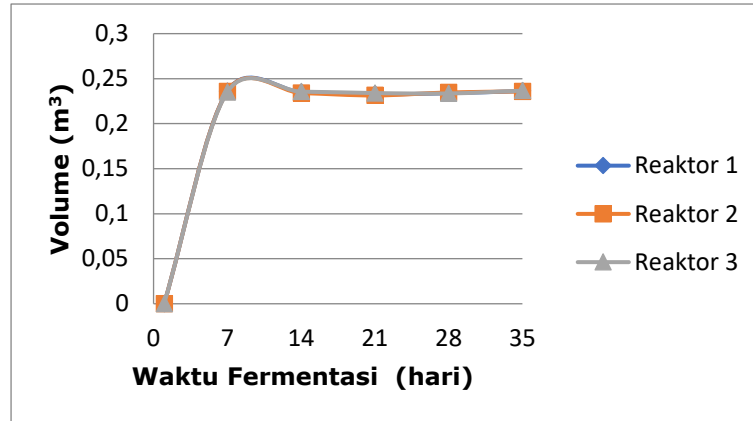
Gambar 1. Grafik Hubungan Waktu Fermentasi dan Tekanan Biogas.



Dapat dilihat pada gambar 1 diatas, pada hari ke-21 adalah nilai tekanan terbesar dibandingkan dengan hari sebelumnya, pada hari ke-28 dan 35 terjadi penurunan tekanan biogas. Tekanan biogas pada reaktor tertinggi R1 (40:60), R2 (50:50) dan R3 (60:40) pada hari ke 21 dengan nilai tekanan biogas sebesar 102889,3568 pa, 102791,5845 pa, dan 102204,9507 pa.

Pada fermentasi melewati hari ke-35 tekanan biogas tidak ada perubahan, dikarenakan maksimalnya proses fermentasi. Hal ini mikroba dalam reaktor mengalami kematian.

3.2 Pengaruh Hubungan Waktu Fermentasi Terhadap Volume Biogas

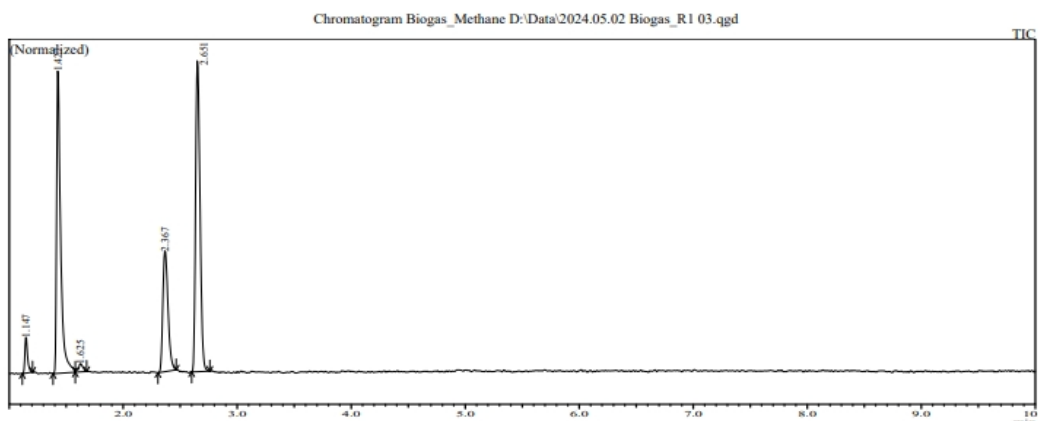


Gambar 2 Hubungan Waktu Fermentasi Terhadap Volume Biogas

Gambar 2 menunjukkan bahwa tahap awal fermentasi dimulai pada hari pertama, di mana mikroorganisme beradaptasi dengan lingkungan baru dan mulai menguraikan bahan organik. Produksi biogas terhambat pada fase adaptasi (*lag phase*) ini. Setelah fase adaptasi, mikroorganisme berkembang biak dengan cepat dan menguraikan bahan organik lebih efisien pada tahap eksponensial, meningkatkan produksi biogas secara signifikan antara hari ke-10 hingga ke-21. Grafik produksi biogas selama fase ini menunjukkan adanya fluktuasi yang dimana terjadi kenaikan dan penurunan, mencerminkan aktivitas mikroorganisme yang tinggi dan ketersediaan substrat yang cukup. Bakteri metanogen bekerja efektif pada hari ke-21. Bahrian, D (2011) menyatakan bahwa pada hari ke-1 hingga ke-7, bakteri metanogen mengalami penyesuaian dan pertumbuhan karena pemanfaatan nutrisi.

Penelitian menunjukkan bahwa selama 35 hari fermentasi, volume biogas tertinggi diperoleh pada perlakuan pertama (R1) dengan 2,113369025 m³, diikuti oleh perlakuan kedua (R2) dengan 1,7482984 m³, dan terendah pada perlakuan ketiga dengan 1,413424372 m³. Pada perlakuan pertama, volume biogas yang besar disebabkan oleh starter alami dalam sampah pasar pada hari ke-7. Pada perlakuan kedua dan ketiga, bakteri dari kotoran sapi menghasilkan gas lain seperti CO₂ selain metana, mengurangi volume gas. Rata-rata total perolehan biogas untuk rasio sampah organik: kotoran sapi (50:50, 60:40, dan 70:30) secara berturut-turut adalah 0,217589215 m³, 0,217581888 m³, dan 0,201433841 m³. Penelitian menunjukkan reaktor 3 dengan perbandingan 60:40 menghasilkan volume biogas terbesar, yaitu 0,236017547 m³.

3.3 Analisa Komposisi Biogas Menggunakan *Gas Chromatography– Mass*

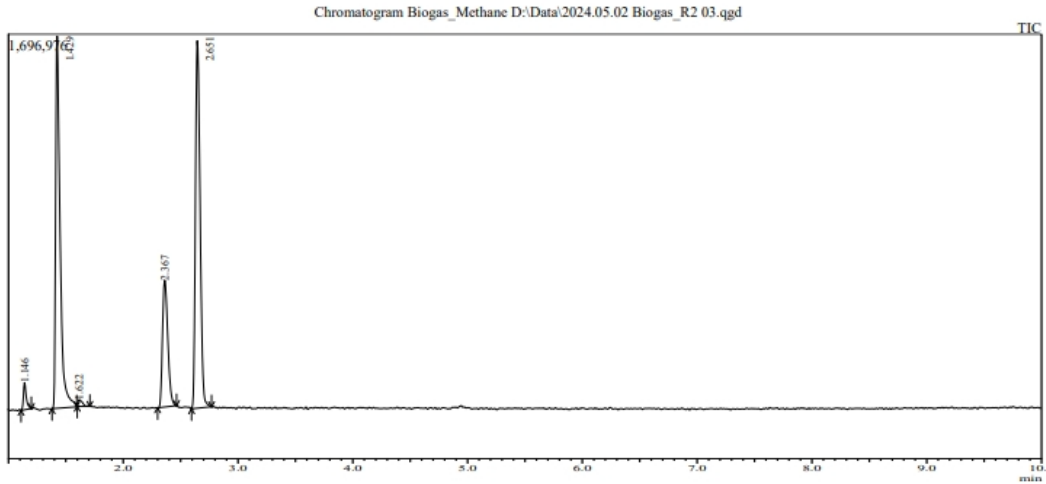


Spectrometry (GC-MS)

Peak Report TIC

Peak#	R.Time	Area	Area%	Height	Height%	A/H	Name
1	1.147	134915	2.83	83092	4.61	1.62	Air
2	1.427	1734695	36.44	700001	38.84	2.48	Methane
3	1.625	52407	1.10	19530	1.08	2.68	Nitrogen
4	2.367	889710	18.69	279434	15.50	3.18	Isobutane
5	2.651	1948142	40.93	720195	39.96	2.71	Carbon Dioxide
		4759869	100.00	1802252	100.00		

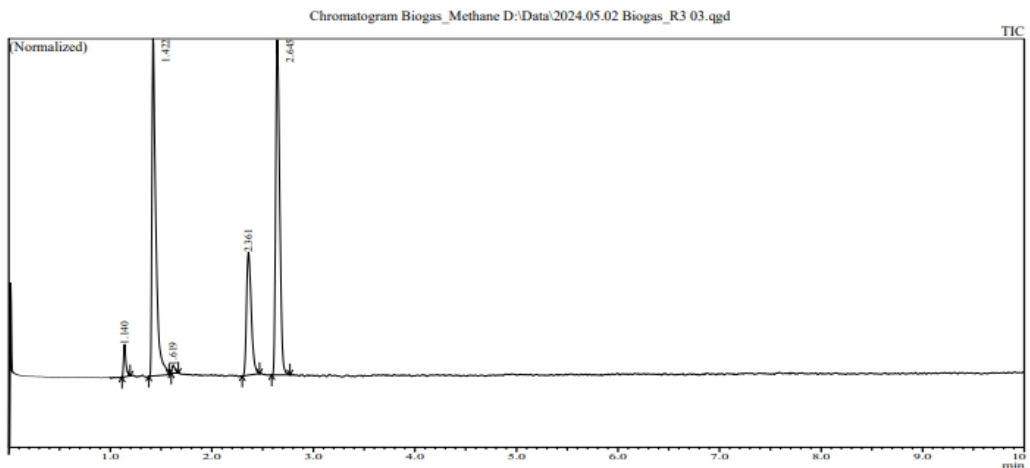
(a)



Peak Report TIC

Peak#	R.Time	Area	Area%	Height	Height%	A/H	Name
1	1.146	109019	1.85	63539	3.01	1.72	Air
2	1.429	2361893	40.01	872822	41.33	2.71	Methane
3	1.622	40635	0.69	15706	0.74	2.59	Nitrogen
4	2.367	961636	16.29	297608	14.09	3.23	Isobutane
5	2.651	2430401	41.17	861964	40.82	2.82	Carbon Dioxide
		5903584	100.00	2111639	100.00		

(b)



Peak Report TIC

Peak#	R.Time	Area	Area%	Height	Height%	A/H	Name
1	1.140	118995	2.20	76440	3.87	1.56	Air
2	1.422	2117697	39.15	796626	40.36	2.66	Methane
3	1.619	38089	0.70	19014	0.96	2.00	Nitrogen
4	2.361	947193	17.51	290015	14.69	3.27	Isobutane
5	2.645	2187472	40.44	791550	40.11	2.76	Carbon Dioxide
		5409446	100.00	1973645	100.00		

(c)

Gambar 3 Hasil Analisis Kandungan Gas Metana pada Reaktor a. Reaktor 1 (40:60), b. Reaktor 2 (50:50), dan c. Reaktor 3 (60:40)

Dari gambar 3 menunjukkan bahwa hasil komposisi biogas menghasilkan 5 macam senyawa diantaranya air, karbon dioksida, nitrogen, hidrogen dan metana. Kandungan gas metana pada reaktor 1 38,84%, pada reaktor 2 41,33 % dan 3 40,36%. Gas metana pada reaktor 3 merupakan reaktor dengan kandungan gas metana tertinggi diantara reaktor lainnya hal ini karena penambahan variasi EM-4 pada reaktor 3 dengan perombakan yang lebih cepat dibandingkan reaktor lainnya. Namun menurut (wahyuni, 2010)), standar kandungan gas metana dalam biogas berkisar 50-60%, yang berarti bila dibandingkan dengan hasil kandungan gas metana pada reaktor 1, 2 dan 3, dapat disimpulkan bahwa reaktor belum bekerja secara optimal dalam menghasilkan gas metana. Penurunan kualitas biogas pada reaktor dipengaruhi oleh pengambilan sampel uji kran yang terbuka menyebabkan isi reaktor terkontaminasi oleh gas CO₂.

3.4 Analisa Karakteristik Nyala Api

Pada penelitian ini waktu retensi dari sampah organik selama 35 hari yang menghasilkan volume biogas rata-rata sebesar R1 (40:60), R2 (50:50) dan R3 (60:40) berturut-turut adalah 0,21789 m³; 0,217581 m³; dan 0,201433 m³.



Gambar 4 Analisa Karakteristik Nyala Api

Menurut (Basri, 2020), nyala api yang lebih besar tanpa padam menunjukkan uji positif. Spesifikasi gas metana akan menunjukkan nyala api berwarna biru dengan cara membuka kran gas lalu memantiknya. Setelah dilakukan pengujian uji nyala api hasil uji menunjukkan biogas yang dihasilkan berwarna biru bercampur oranye. Nyala api berwarna oranye tersebut memperlihatkan bahwa gas metana yang dihasilkan masih terdapat kandungan karbon dioksida, air dan senyawa lain dengan persentase yang lumayan besar.

4. Kesimpulan

Adapun kesimpulan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. bahan baku yang digunakan dalam penelitian dengan memanfaatkan Sampah Organik Dengan Tambah Air Kelapa Tua serta starter berupa kotoran sapi telah dilakukan pengujian kadar gas metana melalui alat GCMS dengan perolehan kadar gas *methane* tertinggi terdapat pada reaktor 2 sebesar 41,33% dan terendah pada reaktor 1 sebesar 38,84%

2. Penambahan air kelapa dan kotoran sapi mamppu mengsilkan gas methane dan terciptanya biogas dengan sangat baik terbukti dengan terdapatnya biogas yang terjadi pada reactor biodigester
3. Hasil analisa uji nyala biogas pada setiap variasi menunjukkan nyala api *orange*.

5. Daftar Pustaka

- Agustina, Fransiska. *Aplikasi Parameter Produk Biogas Dari Limbah Cair Industri Tapioka Dalam Bioreaktor Anaerobik 2 Tahap*, Tesis, Teknik Kimia, Universitas Diponegoro, Semarang, 2011.
- Annur, S., Kusmasari, W., Wulandari, R., & Sumiati, S. (2020). *Pengembangan Biogas Dari Sampah Untuk Energi Listrik Dan Bahan Bakar Kompur Di Tpa Cilowong, Kota Serang, Banten. Kwat: Keuangan Umum Dan Akuntansi Terapan*, 2(1), 48–51.
- Bahrin, D. (2011). *Pengaruh Jenis Sampah, Komposisi Masukan dan Waktu Tinggal terhadap Komposisi Biogas dari Sampah Organik Pasar di kota Palembang*. Prosiding Seminar Nasional. Palembang.
- Basri, K.A. (2020). *Potensi dan Pemanfaatan Rumen Sapi Sebagai Bioaktivator*. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Lampung.
- Damayanti, A. A., Z. N. Fuadina, N. N. Azizah, Y. Karinta, dan D. I. Ketut Mahardika. 2021. *Pemanfaatan sampah organik dalam pembuatan biogas sebagai sumber energi kebutuhan hidup sehari-hari. Eksergi Jurnal Teknik Energi*. 17(3):182–190.
- Dewi, Puspita Rany., 2017, *Studi Potensi Pemanfaatan Sampah Organik TPA Banyuurip Tegalrejo sebagai Salah Satu Sumber Energi*, Vol.06(3), Universitas Tidar, Magelang.
- Depdagri. 2008. *Pemanfaatan Kotoran Ternak untuk Biogas*. Jakarta: Direktorat pembinaan Masyarakat Desa.
- Eswanto, Ilmi, Amrizon Rofenry Siahaan, 2018, *Analisa Reaktor Biogas Campuran Limbah Kotoran Kambing Dengan Jerami dan Em4 Sistem Menetap*, Jurnal Mesin Teknologi (Sintek Jurnal) Volume 12 No. 1 Juni 2018.
- Fadhila M. Cendekia (2019), *Sistem Biogas Sebagai Energi Terbarukan Skala Rumah Tangga Dengan Memanfaatkan Limbah Kotoran Burung Puyuh*, Pekanbaru, Jurnal Renewable Energy & Mechanic (REM), Vol 02, ISSN 2614-8315.
- Harahap, I.V. 2007. *Uji Beda Komposisi Campuran Kotoran Sapi dengan Beberapa Jenis Limbah Pertanian Terhadap Biogas yang Dihasilkan*. Skripsi Tidak Diterbitkan. Sumatera: Program Sarjana Universitas Sumatera Utara.
- Basri. (2020). *Potensi dan Pemanfaatanrumen Sapi Sebagai Bioaktivator*. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Lampung, BIOGAS.
- Dewilda, Y., & Kartika, D. (2013). *Uji Pembentukan Biogas dari Sampah Pasar Dengan Penambahan Kotoran Ayam*. *Prosiding Sntk Topi*, November, 99–106.
- Mujahidah, Mappiratu, & Sikanna, R. (2013). *Kajian Teknologi Produksi Biogas Dari Sampah*

Basah Rumah Tangga. *Journal of Natural Science*, 2(1), 25–34.
wahyuni. (2010). Biogas. *Penebar Swadaya*.