

Received: Agustus 2022

Accepted: September 2022

Published: Oktober 2022

Variasi Campuran Limbah Sayur Kol dan *Feses* Sapi Untuk Meningkatkan Produktifitas *Biogas*: Studi Eksperimental

Ahmad Yani^{1*}

^{1*}Sekolah Tinggi Teknologi Industri Bontang

*E-mail: yanibima@gmail.com

Abstract

Biogas is a type of gaseous fuel obtained through the anaerobic fermentation process of organic matter into methane gas, one of the ingredients for making biogas is cow dung vegetable waste. The purpose of this study was to determine the variation of the mixture of vegetable kol waste with cow feces on the efficiency and calorific value of biogas. The research method used is an experimental method on a scale of 20 liters of biogas digester volume. The results of the five variations of mixed vegetable kol waste with cow feces showed that the highest biogas efficiency occurred in a mixture of 70% vegetable kol waste with 30% cow feces with a value of 0.037%. While the lowest efficiency occurred in a mixture of 0% kol vegetable waste with 100% cow feces with a value of 0.029%. The highest calorific value of biogas occurs in a mixture of 70% vegetable kol waste with 30% cow feces with a value of 35,758.51 cal/ltr. While the lowest calorific value of biogas occurs in a mixture of 0% vegetable kol waste with 100% cow feces with a value of 19,887.07 cal/ltr.

Keywords: Cow feces, Waste cabbage, Efficiency, Calorific value, Biogas.

Abstrak

Biogas merupakan suatu jenis bahan bakar gas yang diperoleh melalui proses fermentasi anaerobik bahan organik menjadi gas metana, salah satu bahan pembuatan biogas tersebut adalah limbah sayur kol dan feses Sapi. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui variasi campuran limbah sayur kol dengan feses sapi terhadap efisiensi dan nilai kalor biogas. Metode penelitian yang digunakan yaitu metode eksperimental skala 20 liter volume digester biogas. Hasil penelitian dari lima variasi campuran limbah sayur kol dengan feses sapi menunjukkan bahwa efisiensi biogas tertinggi terjadi pada campuran 70% limbah sayur kol dengan 30% feses sapi dengan nilai sebesar 0,037%. Sedangkan efisiensi terendah terjadi pada campuran 0% limbah sayur kol dengan 100% feses sapi dengan nilai sebesar 0,029%. Nilai kalor biogas tertinggi terjadi campuran 70% limbah sayur kol dengan 30% feses sapi dengan nilai sebesar 35.758,51 kal/ltr. Sedangkan nilai kalor biogas terendah terjadi pada campuran 0% limbah sayur kol dengan 100% feses sapi dengan nilai sebesar 19.887,07 kal/ltr.

Kata Kunci: Feses sapi, Limbah sayur kol, Efisiensi, Nilai kalor, Biogas

1. Pendahuluan

Bertambahnya jumlah penduduk dari tahun ke tahun disuatu daerah akan mengakibatkan kebutuhan energi semakin bertambah [1],[2]. Persediaan energi sangatlah penting untuk mencukupi kebutuhan manusia. Pemanfaatan limbah sebagai sumber energi alternatif belum dimanfaatkan dengan baik, terutama limbah yang bersumber dari kegiatan peternakan dengan kapasitas yang besar [3],[4]. *Biogas* merupakan energi alternatif yang dapat dikembangkan untuk menjadi salah satu solusi krisis energi [5], karena *biogas* merupakan suatu jenis bahan bakar gas yang diperoleh melalui proses fermentasi anaerobik bahan organik menjadi gas metana [6], [7], [8].

Kotoran sapi memiliki kandungan bahan organik yang cukup tinggi, penggunaan substrat campuran sampah sayur dan kotoran sapi diharapkan akan meningkatkan produksi *biogas* dari sampah sayur maupun produksi *biogas* dari kotoran sapi [9], [10].

Sampah organik bisa dikatakan sebagai sampah ramah lingkungan karena dapat diolah kembali menjadi suatu yang bermanfaat apabila dikelola dengan tepat. Namun, jika tidak dikelola atau dibiarkan begitu saja, akan menimbulkan bau busuk dan menjadi sumber sarang penyakit yang dapat mengganggu warga disekitarnya. Salah satu sampah organik yang memiliki banyak manfaat ini dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan energi bahan bakar gas melalui system *biogas* yaitu limbah sayur kol [11], [12].

Penelitian penulis ini masih jarang sekali dilakukan oleh peneliti lainnya, mengingat penelitian sebelumnya lebih banyak meneliti proses pembuatan biogas dari berbagai jenis bahan baku tanpa memperhatikan variasi persentase bahan baku biogas yang diteliti. Untuk itu tujuan penelitian ini untuk mengetahui variasi campuran limbah sayur kol dengan *feses* sapi terhadap efisiensi dan nilai kalor *biogas*.

2. Metoda Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode fermentasi untuk mendapatkan data tekanan

gas yang dihasilkan, waktu fermentasi dan hasil *biogas* yang diperoleh dilakukan uji nyala api untuk mengetahui suhu air yang dipanaskan dari masing-masing variasi campuran bahan baku.

Pada penelitian ini bahan yang digunakan yaitu limbah sayur kol dan *feses* sapi dimana sayur kol yang sudah dipotong kecil - kecil kedalam wadah ember yang sudah terisi *feses* sapi dan air untuk mendapatkan campuran yang rata, agar mempermudah proses pencernaan dalam fermentasi pembentukan *biogas*. Setelah itu dimasukan ke dalam digester yang terbuat dari jerigen 20 liter. Selanjutnya bahan baku sayur kol, *feses* sapi, dan air difermentasikan selama 25 hari sampai tekanan *biogas* statis. *Biogas* terbentuk karena proses fermentasi secara *anaerobic* (tanpa udara) oleh bakteri metan atau disebut juga bakteri *anaerobic* dan bakteri *biogas* yang mengurai limbah sayur koll dan *feses* sapi yang banyak mengandung bahan organik sehingga terbentuk gas metan (CH₄) atau *biogas* yang apabila dibakar akan menghasilkan energi panas.

Perhitungan efisiensi *biogas* menggunakan persamaan 1 [2], [8].

$$\eta = \frac{\text{Berat Gas (kg)}}{\text{Berat Bahan Baku (kg)}} \times 100\% \quad (1)$$

Perhitungan nilai kalor *biogas* menggunakan persamaan 2 [2], [8].

$$Q = \frac{m \cdot c \cdot \Delta T}{Vb} \quad (2)$$

Alat dan Bahan

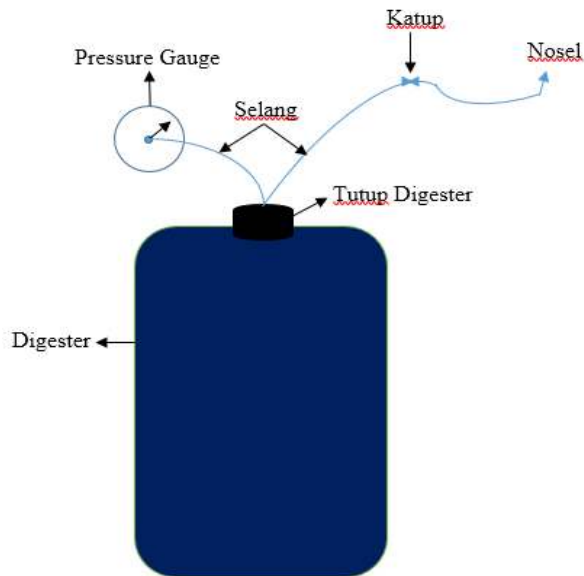
1. Bahan

Bahan yang digunakan yaitu limbah sayur kol, *feses* sapi, dan air.

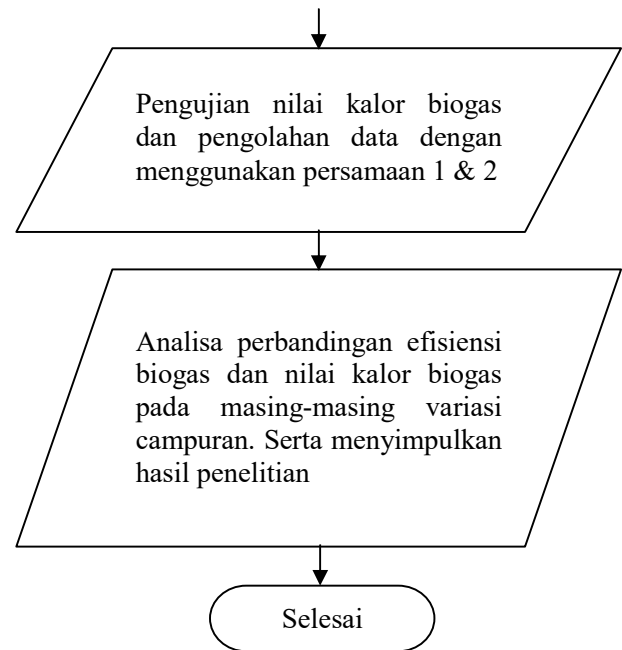
2. Alat

Alat utama yang digunakan pada penelitian ini adalah reaktor *biodigester* yang telah dirancang menggunakan jerigen yang ukuran 20 liter. Alat bantu terdiri dari bak pencampur, pipa corong pemasukan bahan, alat pengaduk / pencampur, alat penusuk, timbangan,

pisau. Bentuk instalasi peralatan penelitian seperti ditunjukkan pada gambar 1.



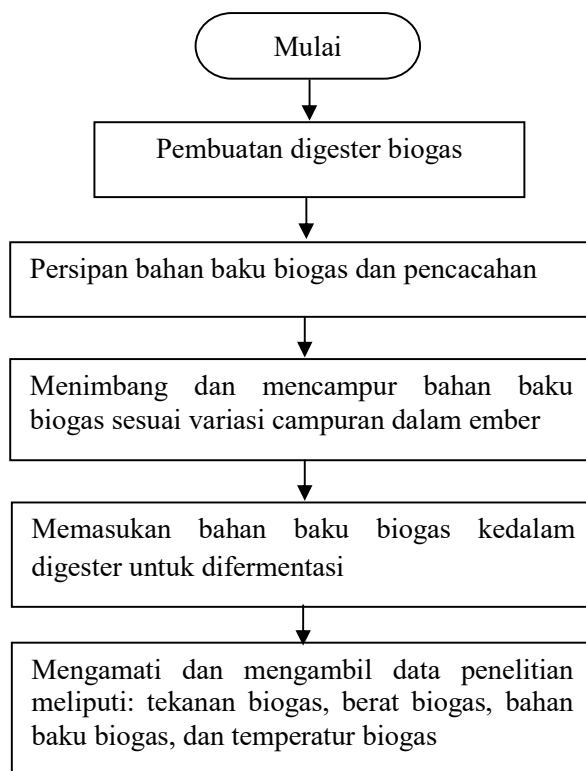
Gambar 1. Instalasi peralatan penelitian



Gambar 2. Flow Chart Penelitian

Flow Chart Penelitian

Secara singkat diagram alir penelitian seperti ditunjukkan pada gambar 2 dan untuk melihat detail langkah-langkah penelitian ini dapat dilihat pada bagian penjelasan *flow chart* penetitini ini.



Berdasarkan *flow chart* penelitian pada gambar 2 tersebut, maka prosedur penelitian untuk variasi perbandingan bahan baku limbah sayur kol dan *feses* sapi sebagai berikut:

1. Melakukan pembuatan digester biogas sebagai alat penelitian dan merakit digester seperti pada gambar 1, serta melakukan pengujian percobaan terlebih dahulu sebelum melakukan pengujian yang sebenarnya dengan tujuan untuk memastikan digester biogas beserta alat pendukungnya tidak terjadi kebocoran.
2. Mengambil *feses* sapi dan mengambil limbah sayur kol yang telah dipersiapkan lalu dibersihkan terlebih dahulu kemudian dicacah dengan ukuran $\pm 1 - 2$ cm.
3. Menimbang masing-masing jumlah limbah sayur kol dan *feses* sapi tersebut sesuai dengan variasi perbandingan sebanyak 50%:50%; 70%:30%; 30%:70%; 0%:100%; dan 100%:0%.
4. Mencampurkan limbah sayur kol dan *feses* sapi yang telah ditimbang sebanyak 100% selanjutnya diencerkan dengan air

50% yang dilakukan dalam wadah ember terlebih dahulu.

5. Kemudian memasukkan limbah sayur kol yang sudah dipotong kecil - kecil kedalam wadah ember yang sudah terisi *feces* sapi dan air untuk mendapatkan campuran yang rata dan agar mempermudah proses pencernaan dalam fermentasi pembentukan *biogas*. Setelah itu dimasukan ke dalam tabung digester, dimana bentuk digester seperti ditunjukkan pada gambar 1.
6. Selanjutnya fermentasi dilakukan sampai tidak ada kenaikan tekanan *biogas* yang tertera pada alat ukur tekanan.
7. Mengamati dan mencatat tekanan *biogas* pada alat ukur pressure gauge disetiap jenis perbandingan campuran limbah sayur kol dan *feces* sapi, mengukur berat *biogas* dan temperatur *biogas* dalam digester.
8. Melakukan pengujian nilai kalor *biogas* dengan metode memanaskan air sebanyak 0,33 liter menggunakan api *biogas*, kemudian dilakukan pengukuran suhu air sampai nyala api *biogas* padam. Hasil pengukuran suhu air yang dipanaskan menggunakan api *biogas* seperti ditunjukkan pada tabel 3.
9. Data yang diperoleh dari hasil penelitian kemudian dianalisis menggunakan persamaan 1 dan persamaan 2 untuk mengetahui nilai efisiensi *biogas* dan nilai kalor *biogas*.

Pencampuran bahan dilakukan dalam wadah ember terlebih dahulu untuk mendapatkan campuran yang rata, kemudian dimasukkan kedalam tabung *digester*. Dari total volume digester 20 liter seperti ditunjukkan gambar pada 1, diisi bahan baku yaitu limbah sayur kol dengan *feces* sapi sebesar 9 kg dan air sebanyak 9 liter, sehingga volume untuk *biogas* sebesar 4 liter. Data variasi campuran bahan baku *biogas* yang diteliti seperti ditunjukkan pada tabel 1.

Tabel 1. Data campuran bahan baku *biogas* yang diteliti

Variasi bahan baku <i>biogas</i>	Limbah sayur kol (kg)	<i>feces</i> sapi (kg)	Air (liter)
50 %:50%	4,5	4,5	9
70%:30%	6,5	2,7	9
30%:70%	2,7	6,5	9
0%:100%	0	9	9
100%:0%	9	0	9

Tabel 2. Data campuran persentasi campuran bahan baku *biogas* yang diteliti

Kode Variasi bahan baku <i>biogas</i>	Limbah sayur kol (%)	<i>feces</i> sapi (%)	Air (%)
C1	50	50	50
C2	70	30	50
C3	30	70	50
C4	0	100	50
C5	100	0	50

3. Hasil Penelitian

Hasil pengamatan dilapangan dari kelima variasi campuran bahan baku *biogas* yaitu 50%:50%; 70%:30%; 30%:70%; 0%:100%; dan 100%:0% yang dilakukan dengan waktu fermentasi 25 hari didapatkan data tekanan *biogas* dengan mengamati alat ukur pressure gauge khusus penggunaan pada *biogas* seperti ditunjukkan pada gambar 3 dan hasil pengujian lainnya dapat dilihat pada tabel 3.

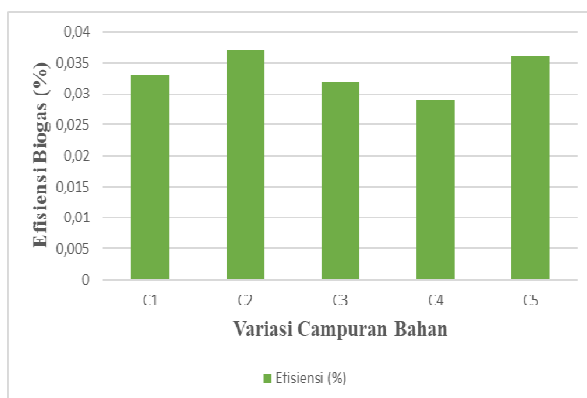


Gambar 3. Nilai tekanan *biogas* pada alat ukur pressure gauge

Tabel 3. Data penelitian pada masing-masing variasi campuran bahan baku *biogas*

Variasi bahan <i>feses</i> dan limbah sayur kol	Berat bahan baku <i>biogas</i> (kg)	Tekanan gas (Bar)	Berat <i>biogas</i> (Kg)	T _o (°C)	T ₁ (°K)
50 %:50%	18	0,070	0,6	28	50,8
70%:30%	18	0,078	0,68	28	53,3
30%:70%	18	0,065	0,57	28	47,7
0%:100%	18	0,060	0,52	28	46,4
100%:0%	18	0,075	0,65	28	51,5

Dari data hasil pengujian pada tabel 3, kemudian dilakukan perhitungan untuk mendapatkan nilai efisiensi *biogas* dengan metode perhitungan berdasarkan persamaan 1. Gambar grafik efisiensi *biogas* seperti ditunjukkan pada gambar 4.

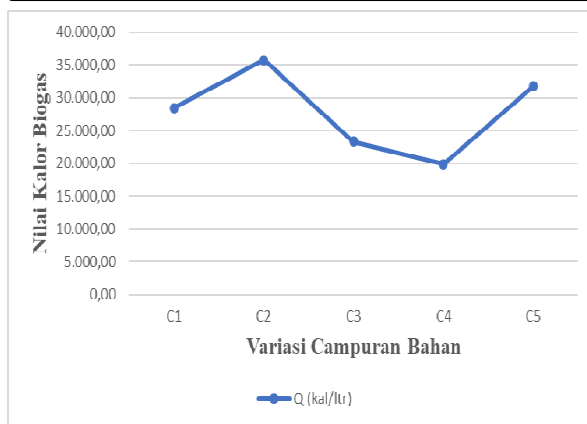
Gambar 4. Grafik efisiensi *biogas*

Berdasarkan gambar 4 tersebut bahwa efisiensi *biogas* tertinggi terjadi pada campuran C2 dengan nilai sebesar 0,037%, efisiensi tertinggi kedua pada campuran C5 dengan nilai sebesar 0,036%, efisiensi tertinggi ketiga pada campuran C1 dengan nilai sebesar 0,033%, efisiensi tertinggi keempat pada campuran C3 dengan nilai sebesar 0,033%, dan efisiensi terendah terdapat pada campuran C4 dengan nilai sebesar 0,029%. Dari gambar 4 tersebut menunjukkan bahwa efisiensi *biogas* tertinggi terjadi pada C2, hal ini dapat terjadi karena pada komposisi C2 memiliki jumlah sayur kol lebih banyak jika dibandingkan C1, C3, C4, dan C5, sehingga hal ini terjadi sangat

memungkinkan adanya banyak nutrisi bersumber dari limbah sayur kol yang dapat dicerna oleh bakteri untuk memproduksi *biogas* karena limbah nabati dan limbah sayur kol merupakan bahan organik yang mengandung selulosa yang berpotensi diolah menjadi *biogas* dengan proses fermentasi *anaerobic*[13].

Hasil penelitian yang penulis lakukan ini didukung oleh hasil penelitian Sri Maryani [14], yang menyatakan bahwa potensi campuran sampah sayuran dan kotoran sapi sebagai penghasil *biogas* dapat menghasilkan *biogas* dan campuran sampah sayuran yang menghasilkan gas metana paling tinggi pada campuran 80%:20%. Sedangkan penelitian penulis yang menghasilkan gas metana paling tinggi pada campuran 70%:30%.

Berdasarkan hasil penelitian pada tabel 3 tersebut kemudian dilakukan perhitungan nilai kalor *biogas* dengan menggunakan persamaan 2. Metode perhitungan nilai kalor *biogas* dengan metode memanaskan air sebanyak 0,33 liter menggunakan api *biogas*, kemudian dilakukan pengukuran suhu air sampai nyala api *biogas* padam. Hasil pengukuran suhu air yang dipanaskan menggunakan api *biogas* seperti pada tabel 3, dimana suhu air sebelum dipanaskan memakai api *biogas* sebesar 28°C, volume *biogas* sebesar 4 liter dan konstanta gas sebesar 8314 J·K⁻¹·mol⁻¹. Gambar grafik nilai kalor *biogas* seperti ditunjukkan pada gambar 5.

Gambar 5. Grafik nilai kalor *biogas*

Berdasarkan gambar 5 tersebut bahwa nilai kalor *biogas* tertinggi terjadi pada campuran C2 dengan nilai sebesar 35.758,51 kal/ltr, efisiensi tertinggi kedua pada campuran C5 dengan nilai sebesar 31.749,08 kal/ltr, efisiensi tertinggi ketiga pada campuran C1 dengan nilai sebesar 28.433,88 kal/ltr, efisiensi tertinggi keempat pada campuran C3 dengan nilai sebesar 23.339,47 kal/ltr, dan efisiensi terendah terjadi pada campuran C4 dengan nilai sebesar 19.887,07 kal/ltr. Dari grafik tersebut menunjukkan bahwa nilai kalor *biogas* tertinggi terjadi pada campuran C2 dengan nilai sebesar 35.758,51 kal/ltr dan nilai kalor *biogas* terendah terjadi pada campuran C4 dengan nilai sebesar 19.887,07 kal/ltr. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Sri Maryani terkait potensi campuran sampah sayuran dan kotoran sapi sebagai penghasil *biogas* [14].

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan hasil analisis dari variasi campuran limbah sayur kol dan *feses* sapi dengan perhitungan efisiensi dan nilai kalor *biogas* dari kelima variasi campuran bahan baku *biogas*, maka efisiensi *biogas* tertinggi terjadi pada campuran 70% limbah sayur kol dengan 30% *feses* sapi dengan nilai sebesar 0,037%. Sedangkan efisiensi terendah terjadi pada campuran 0% limbah sayur kol dengan 100% *feses* sapi dengan nilai sebesar 0,029%. Nilai kalor *biogas* tertinggi terjadi pada campuran 70% limbah sayur kol dengan 30% *feses* sapi

dengan nilai sebesar 35.758,51 kal/ltr. Sedangkan nilai kalor *biogas* terendah terjadi pada campuran 0% limbah sayur kol dengan 100% *feses* sapi dengan nilai sebesar 19.887,07 kal/ltr.

5. Daftar Pustaka

- [1] F. Widyastuti, Purwanto, and Hadiyanto, "Potensi *Biogas* Melalui Pemanfaatan Limbah Padat Pada Peternakan Sapi Perah Bangsa Botanical Garden Pangkalpinang," *Metana*, vol. 9, no. 02, pp. 19–26, 2013.
- [2] Y. H. Anoi, "Pengaruh Variasi Jenis *Feses* Terhadap Produktivitas *Biogas*," *J. Tek. Juara Aktif Glob. Optimis*, vol. 2, no. 1, pp. 49–55, 2022.
- [3] D. K. P. Suriman, J. E. M. Soputan, J. A. D. Kalele, and V. R. W. Rawung, "Kombinasi *feses* sapi dan babi sebagai sumber *biogas*," *Zootec*, vol. 41, no. 1, p. 181, 2021, doi: 10.35792/zot.41.1.2021.32560.
- [4] L. H. D. A. H. H. dan Totok Gunawan, "Pemanfaatan *Feses* Ternak Sapi Sebagai Energi Alternatif *Biogas* Bagi Rumah Tangga Dan Dampaknya Terhadap Lingkungan," *J. Teknosains*, vol. 4, no. 1, 2015, doi: 10.22146/teknosains.6048.
- [5] Y. Yahya, Tamrin, and S. Triyono, "*Biogas* Production from a Mixture of Chicken Manure, Cow Dung, and Mini Elephant Grass with Batch System," *J. Tek. Pertan. Lampung (Journal Agric. Eng.)*, vol. 6, no. 3, pp. 151–160, 2018.
- [6] K. Winangun and W. T. Putra, "Pemberdayaan Masyarakat Dalam Pembuatan *Biogas* Dari Kotoran Sapi," *Stud. Kasus Inov. Ekon.*, vol. 2, no. 02, pp. 41–44, 2018, doi: 10.22219/skie.v2i02.6845.
- [7] I. Pratiwi, R. Permatasari, and O. F. Homza, "Pemanfaatan Limbah Kotoran Ternak Sapi dengan Reaktor *Biogas* di Kabupaten Ogan Ilir," *Ikraith-Abdimas*,

- vol. 2, no. 3, pp. 1–10, 2019, [Online]. Available: <https://jurnal.sttw.ac.id/index.php/abma/article/view/132>
- [8] Y. H. Anoi, “Studi Eksperimental Pembuatan *Biogas* dari Cairan Limbah Tahu dan Sawit dengan menggunakan starter *feses sapi*,” *J. Tek. Juara Aktif Glob. Optimis*, vol. 1, no. 2, pp. 22–27, 2021, doi: 10.53620/jtg.v1i2.38.
- [9] A. Hasan and W. Putu, “Pembuatan *Biogas* Dari Sampah Pasar,” *Envirotek J. Ilm. Tek. Lingkung.*, vol. 6, no. 1, pp. 59–64, 2014.
- [10] S. Widyastuti and Y. Suyantara, “Penambahan Sampah Sayuran Pada Fermentasi *Biogas* Dari Kotoran Sapi Dengan Starter *Em4*,” *WAKTU J. Tek. UNIPA*, vol. 15, no. 1, pp. 36–42, 2017, doi: 10.36456/waktu.v15i1.433.
- [11] P. A. B. Tim May, Malcolm Williams, Richard Wiggins, “Produksi dan Karakteristik *Biogas* dari Bahan Baku Kol, Bayam dan Kangkung dalam Biodigester Anaerob,” no. 1996, p. 6, 2021.
- [12] K. F. K. K. A. Aulia Ulfah Farahdiba, Renung Rubiyatadji, Umi Hafilda Salamah, Nadiya Kamilalita, “Pemanfaatan Kotoran Sapi dan Sampah Organik Menjadi *Biogas* Pada IRRC (Integrated Resource Recovery Centers), Kabupaten Malang,” *JATEKK J. Abdimas Tek. Kim. e-ISSN*, vol. 02, no. 2, pp. 34–42, 2021.
- [13] M. Septian, I. Nuhardin, and A. Muliawan, “*Biogas* Fermentation from Vegetable Waste and Horse Rumen Involving Effective Microorganism-4 (EM4),” *INTEK J. Penelit.*, vol. 7, no. 1, pp. 8–12, 2020, doi: 10.31963/intek.v7i1.2086.
- [14] S. Maryani, “Potensi Campuran Sampah Sayur Dan Kotoran Sapi Sebagai Penghasil *Biogas*,” *Univ. Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim*, pp. 8–36, 2016.