



JURNAL RONA TEKNIK PERTANIAN
ISSN: 2085-2614; e ISSN : 2528-2654
Journal homepage: <https://jurnal.usk.ac.id/RTP>



Analisis Kandungan Karbondioksida dan Gas Metana Pada Pembuatan Biogas Berbahan Limbah Organik

Muanah^{1*)}, Suhairin¹⁾, Nur Annisa Istiqamah¹⁾, Basirun²⁾

¹Program Studi Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Muhammadiyah Mataram, Kota Mataram, Indonesia

²Program Studi Statistika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hamzanwadi, Lombok Timur Indonesia

*E-mail: muanahp@gmail.com

Abstrak

Limbah organik dengan sumber tidak terbatas serta volume tinggi dapat menimbulkan pencemaran lingkungan, sehingga dibutuhkan pengolahan secara optimal. Pengolahan yang dianggap mampu menampung pengolahan skala besar dan outputnya bernilai ekonomi tinggi yaitu biogas. Proses pembuatan dengan metode fermentasi secara anaerob dengan teknologi yang disebut digester. Penelitian bertujuan untuk melihat pengaruh jenis limbah organik berbeda terhadap kandungan karbondioksida dan gas metana. Rancangan penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) terdiri dari empat perlakuan 3 kali ulangan. Perlakuan yang dimaksud yaitu P1 dengan limbah ampas tahu dengan air, P2 kotoran sapi ditambah air, P3 limbah pasar ditambah air, dan P4 dengan campuran limbah ampas tahu, kotoran sapi dan limbah pasar sebanyak dengan air. Data hasil penelitian dianalisis menggunakan ANOVA pada taraf nyata 0,05 (5%) dengan bantuan SPSS. Apabila ditemukan data yang signifikan dilakukan uji BNJ taraf nyata 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kandungan Karbon dioksida (CO_2) tertinggi limbah tahu dengan 4801,72 ppm dan terendah pada kotoran sapi sebesar 2177,42 ppm sedangkan pada pembentukan Gas metana (CH_4) tertinggi pada limbah kotoran sapi yaitu 6742,12 mol dan terendah pada limbah ampas tahu sebesar 352,65 mol. Sehingga dapat disimpulkan bahwa kandungan biogas terbaik ditemukan pada limbah organik kotoran sapi dengan kandungan CH_4 tertinggi sebesar 6742,12 mol.

Kata Kunci: biogas, gas metana, karbondioksida, limbah organik

Analysis of Carbon Dioxide and Methane Gas Content in Making Biogas From Organic Waste

Muanah^{1*)}, Suhairin¹⁾, Nur Annisa Istiqamah¹⁾, Basirun²⁾

¹Program Studi Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Muhammadiyah Mataram, Kota Mataram, Indonesia

²Program Studi Statistika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hamzanwadi, Lombok Timur Indonesia

*E-mail: muanahp@gmail.com

Abstract

Organic waste with unlimited sources and high volumes can cause environmental pollution, so optimal processing is needed. Processing that is considered capable of accommodating large-scale processing and whose output has high economic value is biogas. The manufacturing process uses an anaerobic fermentation method using a technology called a digester. The research aims to see the effect of different types of organic waste on the content of carbon dioxide and methane gas. The research design used a Completely Randomized Design (CRD) consisting of four treatments with 3 replications. The treatment in question is T1 with tofu dregs waste with water, T2 with cow dung plus water, T3 with market waste plus water, and T4 with a mixture of tofu dregs, cow dung and market waste with water. The research data were analyzed using ANOVA at a significance level of 0.05 (5%) with the help of SPSS. If significant data is found, a BNJ test with a real level of 5% is carried out. The results of the research showed that the highest carbon dioxide (CO₂) content in tofu waste was 4801.72 ppm and the lowest was in cow dung at 2177.42 ppm, while the formation of methane gas (CH₄) was highest in cow dung waste, namely 6742.12 mol and the lowest in waste. tofu dregs amounted to 352.65 mol. So it can be concluded that the best biogas content is found in cow dung organic waste with the highest CH₄ content of 6742.12 mol

Keywords : biogas, carbon dioxide, methane gas organic waste

PENDAHULUAN

Sumber energi terbarukan merupakan jenis sumber energi yang memiliki sifat ramah dan tidak mencemari lingkungan ataupun menyebabkan perubahan iklim dan pemanasan global. Semakin berkembangnya teknologi dan kemajuan industri menyebabkan energi semakin berkurang serta dengan bertambahnya jumlah penduduk dan gaya hidup yang semakin modern. Lamanya proses penguraian bahan fosil menjadi energi yang tidak sebanding dengan kebutuhan energi tentu menjadi sebab langka dan mahalnya energi terutama energi listrik. Melihat permasalahan tersebut sangat dibutuhkan energi alternatif yang dapat mengurangi ketergantungan masyarakat melalui pengolahan limbah organik menjadi biogas. Biogas dapat dijadikan sebagai energi pengganti energi yang bersumber dari fosil karena dapat dikonversi menjadi listrik selain dapat digunakan langsung untuk kebutuhan memasak dan lampu penerang.

Biogas merupakan suatu proses penguraian bahan organik secara anaerob (tanpa udara) sehingga menghasilkan gas yang sebagian besar berupa gas CH₄ dan gas CO₂ (Wahyuni, 2013). Gas CH₄ mudah terbakar dan memiliki nilai kalor yang cukup tinggi.

Tingginya nilai kalor dari gas CH_4 tersebut membuat biogas dapat dimanfaatkan untuk penerangan, memasak, menggerakkan mesin dan sebagainya (Alkusma *et al.*, 2016). Menurut Kasdin (2015) pemanfaatan biogas juga dapat mengurangi penggunaan bahan bakar LPG, menghemat biaya dan turut membantu dalam meminimalisir pencemaran lingkungan.

Salah satu potensi energi terbarukan adalah dengan pemanfaatan limbah pertanian dan peternakan seperti kotoran sapi untuk menjadi biogas. Bahan-bahan organik yang terkandung didalam kotoran sapi dan bahan organik lainnya didegradasi oleh bakteri *acetogenik* dan *metanogenik* di dalam biodigester secara anaerobik. *Anaerobic digestion* (AD) merupakan teknologi alternatif yang memiliki sifat efisien, karena kombinasi antara produksi biofuel dan juga pengelolaan limbah yang berkelanjutan (Achinas, & Euverink, 2019). Kandungan biogas dalam persen volume sekitar 50–70% CH_4 25–50%, CO_2 0,3–3%, N_2 1–5%, H_2 dan H_2S yang sangat rendah (Karagöz *et al.*, 2018). Berdasarkan gambaran persentase kandungan biogas tersebut, metana (CH_4) merupakan hidrokarbon ringan yang memberikan kontribusi positif terhadap nilai kalor biogas.

Kajian pada limbah industri tahu dan kotoran sapi dalam pembuatan biogas sebelumnya diteliti oleh Sutisna dan Praptiw (2021) bahwa limbah yang dikonversi menjadi biogas tersebut terbukti mampu menurunkan pencemaran lingkungan. Gas metana yang dihasilkan sebesar 0,399%. Kajian dengan fermentasi dalam 80 hari menghasilkan gas metana sebanyak 78% pada limbah ternak sapi, 33% karbondioksida. Menurut Busro (2016) juga menganalisa tentang warna nyala api pada biogas dengan persentase warna biru 71% setelah dimurnikan dan nyala api biogas sebelum dimurnikan dengan warna nyaa api biru pada gas metana 60%. Penelitian lain juga dilakukan oleh Mago *et al.*, (2022) pada campuran limbah tahu dan kotoran sapi dengan lama fermentasi 56 hari menghasilkan dengan melakukan uji nyala sejak minggu ke-2 hingga minggu ke-8 mendominasi warna api biru.

Nusa Tenggara Barat pada fokus lokasi Lombok Barat dengan sektor peternakan yang cukup besar. Dinas peternakan tahun 2010 populasi ternak daerah tersebut mengalami peningkatan 9,39% dari sebelumnya. Sehingga dari uraian tersebut penting untuk menganalisa kandungan utama dalam biogas yaitu karbondioksida dan gas metana pada berbagai limbah organik serta kombinasi dari limbah tersebut.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental dengan Rancangan Acak Lengkap). Berikut adalah perlakuan yang ditetapkan.

P1 = Ampas mpas tahu dan air

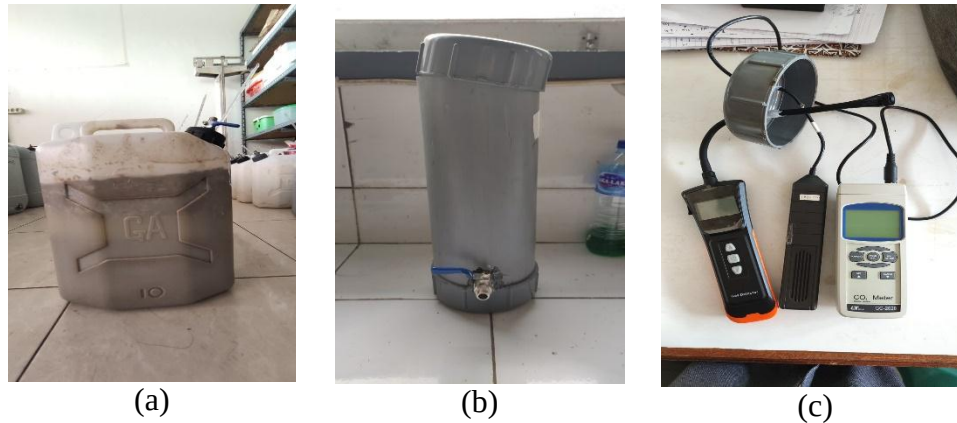
P2 = Kotoran ternak sapi dan air

P3 = Sampah organik dan air

P4 = Kotoran ternak sapi + ampas tahu + sampah organik + air

Setiap percobaan diulang tiga kali untuk memperoleh total 12 unit percobaan. Hasil penelitian yang sudah dicatat kemudian diuji statistika menggunakan ANOVA dengan bantuan SPSS. Berikut adalah alat dan bahan yang dibutuhkan pada penelitian ini adalah alat ukur karbondioksida, alat ukur gas metana, saluran gas, alat campuran bahan, satu set digester mini yang dimodifikasi dan alat untuk menghomogenkan bahan dengan air sedangkan bahan yang digunakan ampas tahu hasil produksi Kekalik Jaya, kotoran ternak dari Desa Gunungsari, sampah organik dari limbah rumah tangga maupun dari pasar tradisional di Kabupaten Lombok Barat. Asetelah bahan dicampur

dilakukan proses fermentasi dalam reaktor selama 5 minggu dengan pengamatan setiap minggu. Berikut merupakan alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini.



Gambar 1. Modifikasi digester penelitian. (a) modifikasi digester, (b) penampung gas, (c) Tutup penampung gas yang sudah dimodifikasi dengan penambahan alat ukur.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses fermentasi selama lima minggu dalam reaktor bahan organik yang bersumber dari industri, limbah ternak sapi pada pengukuran suhu, karbondioksida, dan gas metana. Hasil pengamatan yang sudah dilakukan untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan dilakukan uji statistika menggunakan ANOVA dengan bantuan SPSS. Hasil uji yang didapatkan diasjikan pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Hasil uji statistika bahan organik terhadap pengukuran suhu, karbon dioksida dan Gas Metana

Parameter	F-Hitung	F-Tabel	Keterangan
Suhu	2,24	4,07	NS
Karbon Dioksida (ppm)	2,42	4,07	NS
Gas Metana (mol)	78,88	4,07	S

Keterangan: S = berpengaruh nyata, NS = tidak berpengaruh nyata

Tabel 1 menunjukkan bahwa bahan organik terhadap hasil pengukuran suhu dan karbondioksida menampilkan data yang non signifikan. Pernyataan ini dapat dilihat dari perbandingan nilai F Hitung dengan F Tabel. Pada kajian ini nilai F Hitung lebih kecil dari nilai F Tabel. Sedangkan pada pengukuran Gas Metana terlihat bahwa hasil berbanding terbalik dengan dua parameter di atas yaitu signifikan antar perlakuan dengan perbandingan nilai anatar F Hitung yang lebih besar dari F Tabel. Sehingga satu parameter ini dilakukan uji BNJ taraf nyata 5%. Berikut adalah hasil uji uji lanjut pada gas metana diasjikan pada tabel 2.

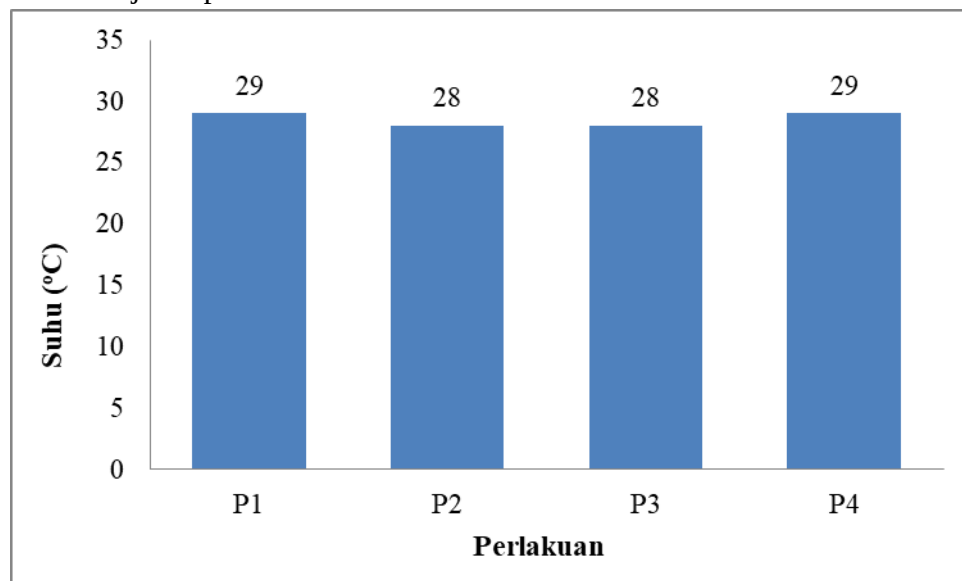
Tabel 2. Hasil uji BNJ taraf nyat 5% kandungan gas metana

Perlakuan	Notasi
P1	340,25 ^a
P2	6442,00 ^b
P3	861,67 ^a
P4	579,92 ^a

Uji lanjut kandungan gas metan (CH_4) dengan BNJ pada taraf 5% didapatkan bahwa pada P1 yaitu perlakuan untuk bahan baku limbah ampas tahu tidak berpengaruh secara nyata pada perlakuan ke-3 dan perlakuan ke-4 tetapi berbeda nyata dengan perlakuan ke-2. Sedangkan untuk P2 yaitu perlakuan dengan bahan baku kotoran sapi berpengaruh nyata terhadap P1 P3 dan P4. Untuk P3 menggunakan variasi sampah pasar menunjukkan hasil yang tidak berpengaruh secara nyata terhadap P1 dan P4 tetapi berbeda nyata dengan P2, begitu pula dengan P4 kombinasi semua bahan baku dari ampas tahu, kotoran ternak sapi dan sampah pasar menunjukkan hasil bahwa perlakuan yang digunakan tidak berpengaruh secara nyata terhadap P1 dan P3 tetapi berpengaruh secara nyata terhadap P2.

Suhu ($^{\circ}\text{C}$)

Pengukuran suhu selama proses fermentasi dilakukan satu kali dalam 1 satu minggu tepat dihari terakhir setelah bahan dimasukkan dalam reaktor, turun naiknya suhu masih berada pada rentang normal yaitu 28°C hingga 29°C . berikut hasil pengamatan disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Rerata nilai suhu pada biogas selama 5 minggu

Keterangan: P1(Ampas tahu dan Air), P2 (Kotoran ternak sapi dan Air), P3(sampah organik pasar dan Air), P4 (Kombinasi ampas tahu + kotoran sapi + sampah organik pasar dan air)

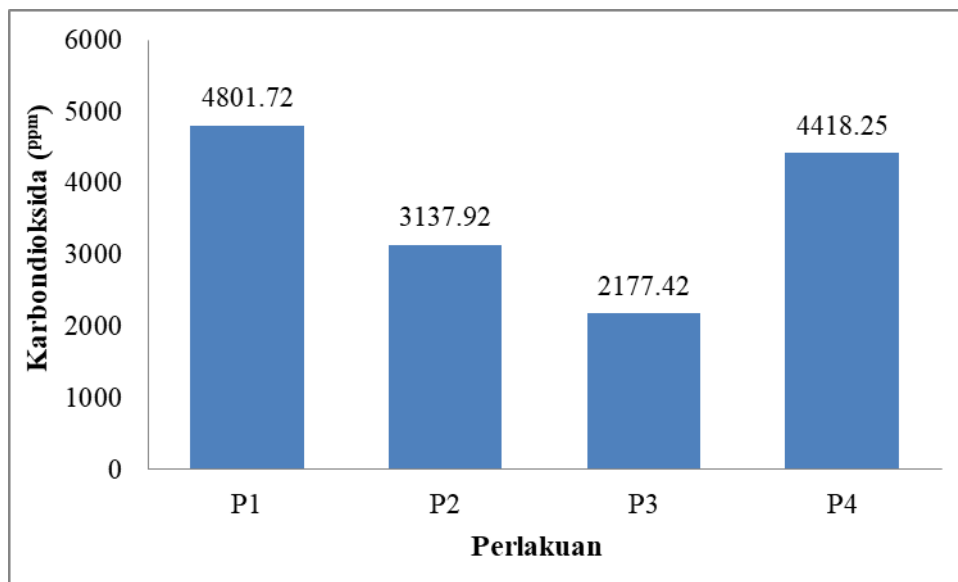
Suhu selama 5 minggu pengukuran pada Gambar 1 menunjukkan bahwa suhu bahan pada P1 hingga P4 rata rata sebesar 29°C sedangkan untuk P2 dan P3 mempunyai rata rata suhu sebesar lebih kecil yaitu 28°C . Suhu selama proses pembentukan biogas baik dari P1, P2, P3 dan P4 adalah masih berkisar antara 28°C - 29°C . Dalam proses pembentukan biogas menunjukkan bahwa suhu bahan yang terukur dalam reaktor dapat dikatakan berada pada rentang suhu optimal.

Menurut Archinas (2019) bahwa suhu tinggi dapat memberikan hasil yang baik pada pembentukan biogas akan tetapi suhu tidak boleh melebihi suhu kamar yaitu sekitar pada rentang suhu 20°C - 40°C . Berdasarkan penelitian yang sepadan juga dilakukan oleh Saragih (2010) bahwa umumnya untuk digester anaerob yang mempunyai kapasitas skala kecil umumnya bekerja pada suhu bakteri *Mesophilic*

dikisaran antara 25°C sampai 37°C. Penelitian lain yang dilakukan oleh Dwivannie *et al.*, (2019) juga dikatakan bahwa rentang suhu 28°C -29,7°C biogas masih dapat diproduksi. Oleh karena itu suhu rata rata yang didapatkan dalam setiap perlakuan menunjukkan bahwa masih tergolong sebagai suhu yang normal untuk dapat menghasilkan biogas.

Karbon Dioksida (CO₂)

Karbon dioksida pada biogas menurut Delvis *et al.*, (2017) memiliki jumlah dengan kandungan 25-45 %, kandungan karbon dioksida pada biogas dapat menyebabkan menurunnya kualitas biogas. Kandungan karbon dioksida (CO₂) pada biogas diukur setiap satu minggu sekali. Nilai rerata parameter penelitian selama 5 minggu disajikan sebagai berikut.



Gambar 2. Grafik rerata nilai karbon dioksida (CO₂) pada biogas selama 4 minggu

Keterangan: P1(Ampas tahu dan Air), P2(kotoran ternak sapi dan Air), P3sampah organik pasar dan Air), P4 (Kombinasi ampas tahu + kotoran ternak sapi + sampah organik pasar dan air).

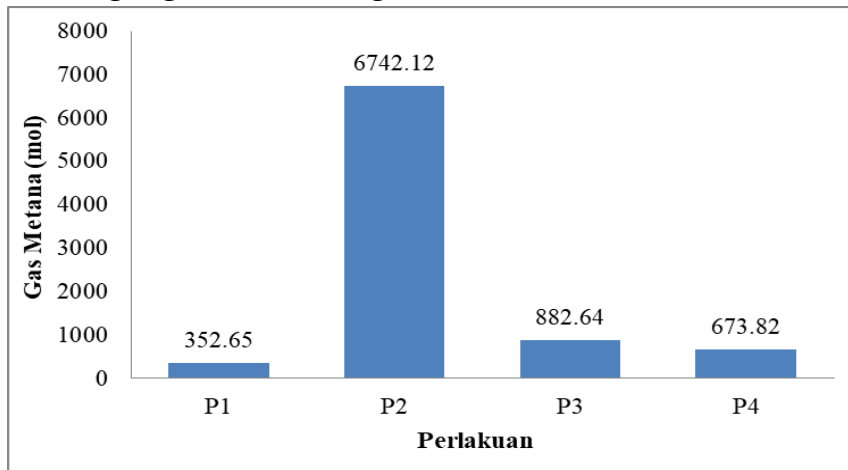
Kandungan karbon dioksida (CO₂) pada biogas yang dihasilkan selama 5 minggu pengukuran berdasarkan Gambar 2 menunjukkan bahwa rerata untuk P1 sebesar 4801,72 ppm sedangkan P2 sebesar 3137,92 ppm untuk P3 sebesar 2177,42 ppm dan sebesar 4418,25 ppm untuk P4. Kandungan rerata karbon dioksida tertinggi terukur pada P1 (4801,72 ppm) pada bahan organik dari ampas tahu sedangkan kandungan karbon dioksida terendah didapatkan pada perlakuan ke-3 dengan kotoran ternak sapi dengan nilai 2177,42 ppm.

Kandungan karbon dioksida pada biogas adalah yang pertama kali terbentuk pada perlakuan ampas tahu dengan pembentukan sejak minggu kedua sedangkan untuk kotoran ternak sapi karbon dioksida mulai terbentuk pada analisa minggu pertama. Bambang (2017) pada kajian yang dilakukan bahwa tingginya nilai karbondioksida dapat mempengaruhi kualitas nyala api apa yaitu semakin tinggi maka kualitas semakin rendah. Penelitian serupa dilakukan oleh Huertas *et al.*, (2011) bahwa kandungan karbon dioksida dapat mengurangi kepadatan dan nilai kandungan gas metana pada

biogas. Oleh karena itu dari hasil pengukuran karbon dioksida tertinggi diperoleh pada P1 yaitu dengan hasil pengukuran 4801,72 ppm sehingga dapat dikatakan bahwa kualitas biogas pada P1 rendah dari pada perlakuan yang lain.

Gas Metan (CH_4)

Gas metan yang terkandung dalam biogas menurut Delvis *et al.*, (2017) sebesar 50-70%, semakin tinggi kandungan gas metan dalam biogas maka kualitas dari biogas itu sendiri akan semakin bagus. Pengukuran kandungan gas metan (CH_4) yang ada pada pembuatan biogas untuk masing-masing perlakuan diukur selama satu minggu sekali, nilai rerata kandungan gas metana sebagai berikut.



Gambar 3. Rerata nilai gas metana (CH_4) pada biogas selama 5 minggu

Keterangan: P1(Ampas tahu dan Air), P2(kotoran ternak sapi dan Air), P3sampah organik pasar dan Air), P4 (Kombinasi ampas tahu + kotoran ternak sapi + sampah organik pasar dan air).

Kandungan rerata nilai gas metan selama fermentasi 5 minggu berdasarkan Gambar 3 menunjukkan bahwa nilai tertinggi untuk kandungan gas metana pada P2 sebesar 6442,12 mol sedangkan kandungan gas metana terendah terukur pada P1dengan nilai 352,65 mol.

Karaman (2022) menyebutkan bahwa biogas mulai terbentuk pada saat 4-5 hari sesudah bahan dimasukkan ke dalam biodigester dan akan mencapai puncak pada saat hari ke 20-25. Dalam penelitian lain oleh Mulyanto *et al.*, (2018) menyebutkan bahwa biogas dari limbah pasar pada hari ke 12 kandungan gas metan sudah mulai terbentuk dan pada hari ke 22 sudah mulai mengalami penurunan. Karaman *et al.*, (2022) dalam penelitiannya menyebutkan bahwa metana dari kotoran ternak sapi mulai terbentuk pada minggu pertama. Sesuai dengan penelitian dari Coniwanti *et al.*, (2009) menyebutkan bahwa biogas dari limbah ampas tahu pada hari ke 7 atau minggu pertama sudah mulai terbentuk.

Kandungan gas metana dari hasil penelitian yang dilakukan pada bahan baku kotoran ternak sapi lebih baik dibandingkan dengan limbah ampas tahu dan sampah pasar hal tersebut sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Praptiwi (2021) menyebutkan bahwa biogas yang menggunakan kotoran hewan menghasilkan kandungan gas metan yang lebih baik dibandingkan dengan limbah pasar, hal tersebut dikarenakan adanya kandungan nutrisi yang digunakan oleh mikroorganisme selama proses fermentasi. Hal ini sesuai dengan hasil pengukuran biogas dengan bahan baku

kotoran sapi (P2) dan limbah pasar (P3) dimana gas metan yang terbentuk lebih tinggi ada pada kotoran sapi yaitu sebesar 6742,12 mol sedangkan limbah pasar sebesar 882,64 mol.

Menurut Nisrina (2018) menyebutkan bahwa kandungan gas metana kotoran ternak sapi 65,7% dan apabila dicampurkan dengan bahan organik lain maka kandungan gas metananya berkisar antara 55-70%. Dalam penelitian Gantina (2012) disebutkan bahwa pembuatan biogas dengan bahan limbah ampas tahu dan campuran kotoran sapi memiliki kandungan gas metan maksimum sebesar 16,89 % yang tergolong masih rendah dan memiliki kandungan karbon dioksida yang cukup tinggi. Hal tersebut sesuai dengan hasil penelitian dimana untuk P1 yang berbahan ampas tahu memiliki kandungan gas metana terendah yaitu 340,25 mol setara dengan 3,4%. kemudian untuk P4 pada kombinasi bahan dari ampas tahu, kotoran ternak sapi dan sampah organik pasar menghasilkan kandungan gas metana terendah kedua dengan nilai sebesar 673,82 setara dengan 5,87% hal tersebut menunjukkan bahwa P4 memiliki kandungan gas metana yang rendah.

Kandungan gas metan yang rendah pada biogas dengan bahan baku limbah ampas tahu menyebabkan nilai kandungan karbon dioksida yang terkandung tinggi. Hal tersebut sesuai dengan pendapat dari Bambang (2017) yang menyebutkan bahwa kandungan CO₂ yang tinggi pada biogas dapat menyebabkan turunnya kandungan dari gas metan pada biogas yang dihasilkan.

KESIMPULAN

Kesimpulan dari hasil penelitian ini yaitu:

1. Limbah organik selama pembuatan biogas berada pada rentang suhu rata-rata 28°C -29°C sehingga proses pembentukan biogas optimal.
2. Kandungan karbon dioksida dengan fermentasi selama 5 minggu pada berbagai limbah organik tertinggi ditemukan pada perlakuan pertama dan ketiga.
3. Kandungan Gas metana (CH₄) tertinggi ditemukan pada P3 dan terendah P1.
4. Hasil Uji Anova menunjukkan bahwa parameter suhu dan karbondioksida tidak signifikan sedangkan gas metana ditemukan adanya perbedaan yang nyata atau signifikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Alkusma, Y.M, Hermawan dan Hadiyanto. (2016). Pengembangan Potensi Energi Alternatif Dengan Pemanfaatan Limbah Cair Kelapa Sawit Sebagai Sumber Energi Baru Terbarukan di Kabupaten Kotawaringin Timur. *Journal of Renewable and Sustainable Energy Review*. 2747-2761.
- Assnakew Abebe, M. (2017). Characterisation Peel of Fruit and Leaf of Vegetable Waste with Cow Dung for Maximizing the Biogas Yield. *International Journal of Energy and Power Engineering*, 6(2), 13.
- Archinas, S., Horjus, J., Archinas, V., & Euverink, G. J. (2019) Pestle Analysis Of Biofuels Energy Industry In Europe. *Sustainability*, 11(5981), 2-24
- Bambang, S., Dewi, S. R., Djoyowasito, G., Simanjuntak, N., 2017, Rancang Bangun Sistem Pemurnian Biogas Menggunakan Metode Biofiksasi-Adsorpsi oleh Mikroalga *Chlorella Vulgaris* dan Karbon Aktif.

- Busro, A. (2016). Analisis Warna dan Temperatur Api Biogas Limbah Rumah Tangga Sebelum dan Sesudah Purifikasi Dengan Absorber KOH 1 Molar. Repository Universitas Jember. Jember
- Coniwanti, Pamilia. Herlanto, Anthon dan Anggraini Y, inneke. (2009). Pembuatan Biogas Dari Ampas Tahu. Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya. Jurnal Teknik Kimia, No. 1, Vol. 16, Januari 2009.
- Delvis, Agusman, Rifky, dan Buono, Ario Kilat. 2017. Pengaruh Starter Ragi dalam Proses Pembentukan Biogas Limbah Buah. Seminar nasional TEKNOKA. Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Prof. DR. HAMKA, Jakarta. Vol.2
- Dwivannie, Viola. Sasmita, Aryo dan Pratiwi, Ety. (2019). Karakteristik pH dan Suhu dalam Proses Pembuatan Biogas dari Substrat Limbah Rumah Makan, Limbah Cair Tahu dan Kotoran Sapi. *JOM FTEKNIK*. Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Riau. Kampus Bina Widya Jl. HR. Soebrantas Km. 12,5 Simpang Baru, Panam, Pekanbaru 28293. Volume 6 Edisi 2 Juli s/d Desember 2019
- Gantina, Tina mulya. Dan Pratama, Hendri. (2011). Potensi Biogas Limbah Tahu Menggunakan Digester Tipe Batch Strkulasi Liqaid Pada Suhu 35 °C - 40 °C. Jurusan Teknik Konversi Energi . Politeknik Negeri Bandung. *Jurnal Teknik Energi*, vol.2, No.1, April 2011. ISSN 20E9 - 2527
- Kasdin, Kasno. 2015. Evaluasi Pengelolaan Limbah Peternakan Menjadi Biogas di Kelurahan Ngadirgo, Kecamatan Mijen, Kota Semarang. Prosiding Seminar Nasional *Innovation in Environmental Management* 2015. Diponegoro University and Queensland University.
- Karagöz, M., Sarıdemir, S., Deniz, E., & Çiftçi, B. (2018). *The Effect Of The CO₂ Ratio In Biogas On The Vibration And Performance Of A Spark Ignited Engine*. Fuel, 634-639
- Karaman, Novel. Edahwati, Luluk. Adyono, Sari, Tria puspa. Issafira, Radissa dzaky. Faizin, Ahmad khairul dan Saputro, wiliandi. (2022). Energi Alternatif (Biogas) Pengganti Bahan Bakar Minyak Pada Masyarakat Pedesaan di Kabupaten Pamekasan Jawa Timur. Teknik Mesin, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur, Surabaya, Indonesia. Jurnal Pengabdian Masyarakat Teknik Mesin (Abdi-Mesin). e-ISSN 2776-1975, p-ISSN 2829-4408. Vol 2, No.2, Oktober 2022, pp 82-88.
- Mago, O. Y.T., Misa, A., Bare, Y. (2022). Pengaruh Campuran Limbah Tahu dan Kotoran Sapi Terhadap Produksi Biogas. Jurnal Biologi Pendidikan Dan Terapan. *Biopendix*. Program Studi Pendidikan Biologi. Universitas nusa Nipa Indonesia. Volume 9, Nomor 1, Oktober 2022, 10-18.
- Mulyanto, Subur. Zulkifli. dan Milaningrum, Elizabeth. (2018). Perbandingan Sampah Organik Rumah Tangga Dengan Sampah Organik Pasar Terhadap Prosentase Kandungan Gas Metana Pada Biogas. Jurusan Teknik Mesin - Politeknik Negeri Balikpapan. *Jurnal Polimesin*. Volume 16, Nomor 2, Agustus 2018.
- Nisrina, H., & Andarani, P. (2018). Pemanfaatan Limbah Tahu Skala Rumah Tangga Menjadi Biogas Sebagai Upaya Teknologi Bersih Di Laboratorium Pusat Teknologi Lingkungan – Bppt. Jurnal Presipitasi: Media Komunikasi dan Pengembangan Teknik Lingkungan, 15(2), 139.
- Pratiwi, Ratna dewi. Mirwan, Mohammad. (2021). Pemanfaatan Sampah Organik Pasar Tradisional Dengan Penambahan Kotoran Sapi Dan Kotoran Ayam Sebagai Bahan Energi Alternatif Biogas. Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur. Jurnal Envirous Vol 1 No 2 (2021)