

PENGARUH CAMPURAN LIMBAH TAHU DAN KOTORAN SAPI TERHADAP PRODUKSI BIOGAS

Oktavius Yoseph Tuta Mago^{1*}, Aljeфриdus Misa¹, Yohanes Bare¹,

¹Program Studi Pendidikan Biologi, Universitas Nusa Nipa Indonesia

E-mail: magoyotta@gmail.com

Abstract

Background: The tofu industry is growing rapidly in Indonesia. The agricultural and livestock sectors are relatively high and resource owned by Indonesia. One thing that needs to be confirmed in the supply of biogas energy can be utilized tofu waste and cow dung to meet sustainable need as alternative fuels.

Methods: This research was carried out in May - July 2021. The process of making installation compositions and anaerobic slimming at the Biology Laboratory, Nusa Nipa Indonesia University.

Results: The results of the biogas volume show the potential of tofu waste and cow dung on biogas fires from the second week to the eighth week, the blue and red flames of all treatments showed that the blue flame color was more dominant.

Conclusion: Biogas volume (ml) from a mixture of talcum waste and cow dung produced methane gas which was quite high as see from the results of the biogas flame test.

Keyword: *Anaerobic digester, retention time, renewable energy biogas, biogas fire characteristics*

Abstrak

Latar Belakang: Industri tahu berkembang pesat di Indonesia. Sektor pertanian dan peternakan yang relatif tinggi, merupakan sumber daya yang dimiliki Indonesia. Salah satu hal yang perlu diperhatikan dalam penyediaan energi biogas dapat dimanfaatkan limbah tahu dan kotoran sapi untuk memenuhi kebutuhan secara berkelanjutan sebagai bahan bakar alternatif.

Metode: Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Mei – Juli 2021. Proses pembuatan komposisi, instalasi dan fermentasi secara anaerob berlangsung di Laboratorium Fakultas Keguruan Ilmu Pendidikan Universitas Nusa Nipa Indonesia.

Hasil: Hasil volume biogas menunjukkan potensi limbah tahu dan kotoran sapi terhadap uji nyala api biogas dari minggu kedua hingga minggu kedelapan, warna api biru dan merah dari semua perlakuan terdapat warna api biru lebih dominan.

Kesimpulan: Volume biogas (ml) dari campuran limbah tahu dan kotoran sapi, menghasilkan gas metan yang cukup tinggi dilihat dari hasil uji nyala api biogas.

Kata kunci: *Digester anaerob, Waktu Retensi, Energi Terbarukan, Biogas, Karakteristik Api Biogas*

PENDAHULUAN

Industri tahu berkembang pesat di Indonesia dengan pabrik yang cukup besar di Asia Tenggara, yang tersebar di hampir seluruh wilayah Indonesia. Berkembangnya industri tahu dengan pesat dikarenakan adanya peningkatan jumlah penduduk di Indonesia. Sektor pertanian dan peternakan yang relatif tinggi juga merupakan sumber daya yang dimiliki Indonesia, oleh karena itu sumber daya tersebut diolah sedemikian rupa hingga dapat menghasilkan produk-produk yang lebih berguna (Ahmad et al., 2019; Mago & Bunga, 2020; Subekti, 2011). Selama industri pengolahan tahu beroperasi, limbah padat dan cair terus dihasilkan (Nisrina dan Andarani, 2018). Limbah padat dihasilkan melalui proses filtrasi dan aglomerasi, sebagian besar limbah padat yang terbuang diambil oleh masyarakat sekitar dan dijadikan pakan ternak dan dapat dimanfaatkan sebagai pupuk organik cair yang dapat dimanfaatkan masyarakat (Bhato et al., 2022). Pada saat yang sama proses pencucian, perebusan, pengepresan dan pencetakan tahu menghasilkan banyak limbah cair yang terbuang percuma dan terbuang bebas ke perairan laut (Oktavia & Firmansyah, 2016). Pada kasus degradasi aerobik mengandung zat dengan tingkat pencemaran organik yang dapat menghasilkan toksisitas dan menimbulkan bau yang tidak sedap (Romli, 2009).

Dalam rangka mengatasi masalah pencemaran tersebut dapat dimanfaatkan ampas limbah tahu yang mengandung bahan organik tinggi dengan campuran kotoran sapi yang mengandung bakteri metanogenik dapat digunakan sebagai sumber produksi biogas (Mago et al., 2020). Proses pembuatan biogas dari campuran ampas limbah tahu dan kotoran sapi merupakan inovasi yang relatif murah dan ramah lingkungan. Biogas yang dihasilkan dapat digunakan sebagai bahan bakar energi, dan yang dihasilkan dari

penguraian residu biogas dapat dijadikan sebagai pupuk (Ni'mah, 2014).

Penelitian tentang limbah tahu dan kotoran sapi pernah diteliti oleh Sutisna dan Pratama, (2014), sebagai penghasil biogas dengan mengolah limbah secara anaerob dengan sistem batch untuk mengurangi konsentrasi parameter pencemaran dalam air limbah tahu. Hasil penelitian menunjukkan perlakuan yang optimal dalam menurunkan parameter air limbah dengan memproduksi gas metan 0,399% v/v. Penelitian lain dilakukan oleh (Abebe, 2017) yang meneliti tentang Produksi biogas dan pengayaan metan (CH₄) untuk pencernaan anaerobik limbah buah dan sayur. Digesti selama 80 hari dengan lima perlakuan total dan hasil metana tertinggi sekitar 78,35% diperoleh dari digester kotoran sapi (TI). Gas yang dihasilkan ternyata mengandung 63,89% metana, 33,12% CO₂, dan 3% gas lainnya. Busro, (2016) yang meneliti tentang warna api biogas, menghasilkan warna api dengan persentase warna biru 70.50% setelah dipurifikasi dan api biogas sebelum dipurifikasi memiliki persentase warna api biru 60.16%.

MATERI DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Mei-Juli 2021. Proses pembuatan komposisi, instalasi dan fermentasi biogas secara anaerob berlangsung di Laboratorium Fakultas Keguruan Ilmu Pendidikan Universitas Nusa Nipa Indonesia. Alat-alat yang digunakan adalah reaktor jerigen kapasitas isi 30 liter, binen mobil truk, penggaruk / amplas, pemantik gas, solder, tang jepit, ember, gunting, skop, alat pengaduk, spoit 100 ml, gelas ukur 1000 ml. Sedangkan, bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah tahu kotoran sapi, air, pipa paralon, nepel cabang segitiga selang gas, kawat ikat, aluminium foil, karet gelang, serta alat tulis.

Bahan baku kotoran sapi ditambah air dan limbah tahu dengan komposisi, P0 = 17 liter kotoran sapi, P1 = 13,6 liter kotoran sapi + 3,4 liter limbah tahu, P2 = 10,2 liter kotoran sapi + 6,8 liter limbah tahu, P3 = 6,8 liter kotoran sapi + 10,2 liter limbah tahu, P4 = 3,4 liter kotoran sapi + 13,6 liter limbah tahu, P5 = 17 liter limbah tahu, setiap bahan baku ditambahkan dengan 5 liter air. Kemudian dicampur dan diaduk secara merata didalam wadah. Variable yang diukur dalam penelitian ini adalah volume biogas dan kualitas biogas. Volume biogas dihitung menggunakan *water displacement method* (Ahamed dkk., 2016). Kualitas biogas diukur dari karakteristik warna nyala api biogas, Untuk melihat presentasi warna api biogas menggunakan "*soft color analysis*." Penelitian ini menganalisis volume biogas dan kualitas biogas yang menggunakan rancangan 12 digester terdiri dari, 6 perlakuan dan 2 ulangan dengan metode RAL.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Laju Pertambahan Volume Biogas Pada Tiap Komposisi Substrat

Hasil penelitian pembuatan biogas dari data yang diperoleh dapat dibandingkan hasil biogas setiap minggu pengamatan dengan isian komposisi yang berbeda, potensi produksi biogas pada P0, P1, P2, P3, P4, P5 yang dilakukan dengan lama waktu fermentasi 56 hari, kemudian dianalisis volume biogas dengan *water displacement method*. Hasil penelitian menunjukkan digester kontrol dan campuran kotoran sapi dengan limbah tahu penghasil biogas terbanyak adalah P0 (kontrol negatif). Hasil penelitian menunjukkan bahwa rerata volume biogas yang dihasilkan oleh digester P0 berbeda nyata dengan volume tertinggi 16.438,5 ml, lebih tinggi dari P1 sebesar 14.519,4375 ml, P2 800,5625 ml, P3 2.419,375 ml, P4 2.981,625 ml, P5 1.150,4375 ml. Berikut data hasil analisis rerata volume biogas setiap minggu (Tabel 1).

Tabel 1. Rerata Volume Biogas Yang Dihasilkan Dalam Delapan Minggu Pengamatan

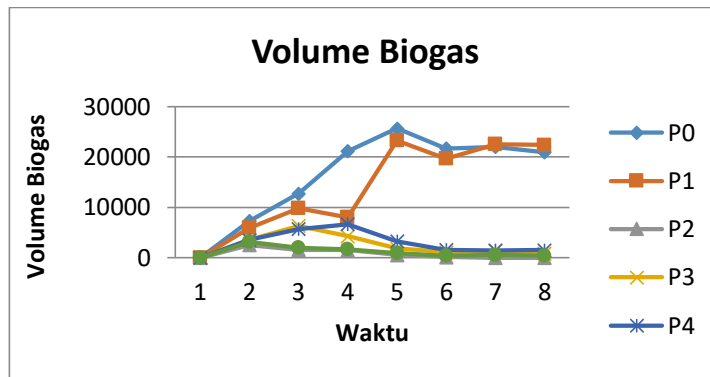
Rerata volume biogas yang dihasilkan dalam 8 minggu pengamatan								
Waktu	P0	P1	P2	P3	P4	P5	Rata-rata	Total
Minggu 1	0	0	0	0	0	0	0 ^a	0
Minggu 2	7302	5900,5	2551	3551,5	3550	3151	4334,333333 ^b	26006
Minggu 3	12751,5	9851	1600,5	6351	5700,5	2001	6375,916667 ^c	38255,5
Minggu 4	21152	8051,5	1501,5	4300,5	6651	1700,5	7226,166667 ^c	43357
Minggu 5	25651,5	23301,5	601	1851	3300,5	950,5	9276 ^d	55656
Minggu 6	21701	19601	150,5	1101	1601	400,5	7425,833333 ^c	44555
Minggu 7	22000	27050	0	1350	1500	600	8750 ^{cd}	52500
Minggu 8	20950	22400	0	850	1550	400	7691,666667 ^{cd}	46150
Total	131508	116155,5	6404,5	19355	1500	9203,5	51079,91667	306479,5
Rata-Rata	16438,5 ^a	14519,4375 ^b	800,5625 ^c	2419,375 ^d	2981,625 ^d	1150,4375 ^c		

Berdasarkan data Tabel 1 hasil analisis statistik volume biogas

menunjukkan nilai signifikan biogas dari minggu pertama hingga minggu

kedelapan, dapat dilihat bahwa volume biogas yang dihasilkan P0 signifikan berbeda nyata ($0,000 < 0,005$) dibandingkan dengan P1, P2, P3, P4, P5. Volume biogas dari P1 signifikan berbeda nyata ($0,000 < 0,005$) dengan P2, P3, P4, P5, sedangkan P2 dan P5

($0,934 > 0,005$) tidak signifikan begitupun dengan P3 dan P4 ($0,659 > 0,005$) tidak berbeda nyata. Hasil ini berdasarkan cara baca hasil uji lanjut program SPSS. Berikut grafik pengamatan volume biogas dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Grafik rerata volume biogas yang dihasilkan dalam delapan minggu pengamatan

Gambar 1. Menunjukkan bahwa pada dua minggu pertama, biogas gas yang dihasilkan belum maksimal. Penelitian Mago et al., (2020a) menyatakan bahwa Pada rentang waktu ini, bakteri berada dalam fase lag dan masih beradaptasi dengan medium pertumbuhannya. Pada minggu keempat, biogas yang dihasilkan oleh digester limbah industri mulai mengalami peningkatan dan mencapai puncak pada minggu kesembilan, dengan lama waktu yang digunakan 63 hari. Sedangkan Basri, (2019) menyatakan bahwa pada hari 1-7 fermentasi yang dihasilkan hanya CO₂ dan sifatnya tidak dapat terbakar, oleh karena itu gas yang dihasilkan pada hari tersebut dibuang dan dilakukan pengujian pada hari ke-8. Hasil fermentasi bahan baku produksi biogas tertinggi adalah pada hari 27-28 dan produksi biogas pada waktu siang dan malam berbeda ini disebabkan karena suhu fermentasi yang berbeda.

Pada minggu ketiga, biogas yang dihasilkan oleh digester kontrol negatif (P0) dan digester (P1) mulai mengalami peningkatan dan mencapai puncak pada

minggu ke 5 dengan rerata produksi biogas (P0) = 1.644E4 ml (P1) = 1.452E4 ml. Angka ini menunjukkan bahwa pada minggu tersebut gas dapat diproduksi secara maksimal. Pada P3 dan P4, rerata volume biogas yang dihasilkan hampir sama di setiap minggu pengamatan. Sedangkan P2 dan P5 paling rendah memproduksi biogas setiap minggunya. Volume biogas yang dihasilkan digester P0 menunjukkan bahwa adanya peningkatan kenaikan yang cukup signifikan pada minggu ke 5. Hal ini menunjukkan bahwa semakin lama proses fermentasi akan semakin banyak jumlah biogas.

Kualitas Biogas Pada Tiap Komposisi Substrat

Hasil penelitian yang suda dilakukan menunjukkan bahwa terdapat potensi limbah tahu dan kotoran sapi terhadap uji nyala api biogas. Karakteristik nyala api sebagai parameter untuk menentukan kualitas biogas. Penelitian dilakukan dengan mengamati warna api nyala biogas pada pembakar spoit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kualitas biogas

dapat diamati dari warna nyala api. Nyala api dari biogas yang berwarna biru, nyala api ini lebih tinggi dari pada warna merah, yang menandakan gas metan masih cukup dominan yang ditunjukkan oleh CO₂ kandungan sekitar 44% dan metana serta kotoran lainnya sekitar 56% (Ilminnafik, dkk (2017)).

Pengujian nyala api dapat digunakan untuk menentukan kualitas bahan bakar. Karbon dioksida (CO₂) dalam bahan bakar bertindak sebagai penghambat nyala api biogas. Dalam penelitian ini, pengujian nyala api digunakan spoit sebagai pembakar. Nyala api yang terbakar pada pembakar spoit direkam dengan kamera. Nyala api yang diperoleh kemudian dipotong dan diambil data sampel di beberapa titik untuk dianalisis persentase karakteristik warna nyala api seperti pada gambar dibawah dengan menggunakan "soft color analysis." Sehingga dihasilkan sebaran warna nyala api yang dapat

dibandingkan antara warna nyala merah dan biru.

Berdasarkan hasil eksperimen pengamatan karakteristik nyala api biogas dari minggu pertama pada semua perlakuan P0-P5 belum ada pembakaran, dikarenakan dari semua digester perlakuan belum menghasilkan biogas. Pada minggu kedua pembakaran dilakukan terhadap perlakuan P0 dan P1, yang terlihat dari hasil pembakaran warna nyala api merah lebih dominan dari warna api biru pada P0. Sedangkan pada P1 warna api biru dan warna api merah hampir sama. Pada minggu kedua hasil pembakaran P2-P5 belum menghasilkan api, kandungan pada hasil produksi biogas yang diproduksi belum mengandung gas metan (CH₄). Hal ini ditunjukkan oleh pembakaran biogas yang tidak mampu menghasilkan api sedikitpun. Berikut data hasil karakteristik nyala api biogas dapat diamati pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil Data Karakteristik Warna Api Biogas Tiap Minggu Pembakaran (Po-P5)

Hasil Data Karakteristik Warna Api Biogas Tiap Minggu Pembakaran (Po-P5)												
Variabel Pengukuran	P0		P1		P2		P3		P4		P5	
Waktu	Warna Api		Warna Api		Warna Api		Warna Api		Warna Api		Warna Api	
	Biru	Merah	Biru	Merah	Biru	Merah	Biru	Merah	Biru	Merah	Biru	Merah
Minggu 1	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Minggu 2	9,08%	90,91%	19,16%	80,84%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Minggu 3	14,38%	85,62%	54,08%	45,92%	99,99%	0,01%	32,72%	67,28%	99,99%	0,01%	0,00%	0,00%
Minggu 4	79,21%	20,79%	33,97%	66,03%	0,00%	0,00%	99,79%	0,21%	33,69%	66,31%	0,00%	0,00%
Minggu 5	89,96%	10,04%	81,50%	18,50%	27,97%	72,03%	38,00%	60,00%	24,63%	75,37%	39,07%	60,93%
Minggu 6	70,37%	38,84%	83,82%	16,18%	0,00%	0,00%	87,22%	12,78%	81,70%	18,26%	0,00%	0,00%
Minggu 7	79,37%	20,63%	62,78%	37,22%	0,00%	0,00%	80,75%	19,25%	80,08%	19,94%	43,02%	56,98%
Minggu 8	97,48%	2,52%	84,49%	15,51%	0,00%	0,00%	66,18%	33,82%	27,90%	72,10%	68,40%	31,60%

Pembakaran biogas P0 dan P1 dari minggu kedua sampai minggu ketiga menunjukkan bahwa gas metan mulai dihasilkan, namun konsentrasinya sedikit dari total biogas dikarenakan masih banyak gas pengotor lainnya. Hal ini ditunjukkan oleh belum stabilnya nyala api yang muncul dari pembakaran biogas. Setelah minggu kedua pembakaran dilanjutkan ke minggu ketiga hingga minggu kedelapan bahwa persentase komposisi perminggu, warna api biru lebih dominan dari warna api merah. Biogas yang dihasilkan dari minggu empat telah memiliki konsentrasi metan, hal ini dilihat dari kualitas api biru yang dihasilkan dan kestabilan nyala api dari proses pembakaran biogas.

Pembakaran P2 dan P3 terlihat pada grafik, warna api biru lebih meningkat, sedangkan warna api merah lebih sedikit. Dari hasil penelitian, P2 terlihat pembakaran dilakukan pada minggu ketiga dan minggu kelima, hal ini dibuktikan dengan biogas yang dihasilkan dari minggu kedua, keempat, keenam, ketujuh, dan minggu kedelapan tidak mengandung gas metan sedikitpun. Sesuai dengan penelitian (Ilminnafik, dkk (2017) yang mengungkapkan adanya CO₂ akan mengurangi dan menghambat laju reaksi pembakaran. Sedangkan pembakaran P3 dilakukan pada minggu ketiga hingga minggu kedelapan. Dari grafik pengamatan karakteristik warna api menunjukkan biogas yang dihasilkan mengandung gas metan yang cukup tinggi, terlihat dari komposisi warna api biru lebih dominan dari warna api merah.

Pembakaran P4 terlihat pada grafik, warna api biru lebih dominan meningkat, sedangkan warna api merah lebih sedikit. Dari hasil penelitian, P4 terlihat pembakaran dilakukan pada minggu ketiga hingga minggu kedelapan. Sedangkan P5 pembakaran

dari minggu kedua, minggu ketiga, minggu keempat dan minggu keenam tidak menghasilkan api. Hal ini dibuktikan dengan biogas yang dihasilkan tidak mengandung gas metan sedikitpun. Pembakaran yang dilakukan pada minggu kelima, minggu ketujuh dan minggu kedelapan, sudah mengandung gas metan terlihat gas yang dibakar sudah menghasilkan nyala api dengan karakteristik warna api biru hampir sama dengan warna api merah. (Iriani dkk., 2017) menyatakan bahwa produksi biogas didalam digesti anaerob sampai hari ke-28 masih didominasi gas CO₂, sedangkan konsentrasi CH₄ mulai meningkat setelah hari ke-28. Peningkatan kandungan CH₄ dalam biogas disertai dengan penurunan produksi gas CO₂. Sedangkan biogas dengan kandungan metana yang rendah memiliki kualitas nyala api yang rendah pula (Mago et al., 2020).

Waktu retensi atau waktu tinggal bahan baku di dalam digester merupakan faktor lain yang menentukan jumlah biogas yang dihasilkan. Lama waktu retensi yang dianjurkan adalah 60 sampai 80 hari (Assnakew Abebe, 2017). Dalam penelitian ini, waktu digesti anaerob yang digunakan adalah sampai minggu ke-8 (56 hari). Produksi biogas yang optimum untuk digester P0 dan P1 adalah minggu ke-5. Hasil produksi biogas menunjukkan bahwa di minggu ke-5 berbeda nyata dengan minggu yang lain, dapat dilihat pada lampiran tiga uji SPSS. Pada minggu ini, rerata volume biogas yang dihasilkan oleh keenam digester dengan perbedaan sebesar 55.656 ml. Penelitian (Assnakew Abebe, 2017) menggunakan waktu retensi hingga 80 hari dan memperoleh konsentrasi CH₄ tertinggi terdapat pada hari ke 80 sekitar 78,35% diperoleh dari digester kotoran sapi (TI). Berikut hasil pembakaran biogas dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Uji pembakaran biogas

SIMPULAN

Berdasarkan hasil pengamatan volume biogas (ml) selama 56 hari menunjukkan digester kontrol dan campuran kotoran sapi dengan limbah tahu penghasil biogas terbanyak adalah P0 (kontrol negatif). Rerata volume biogas yang dihasilkan oleh digester P0 berbeda nyata dengan volume tertinggi 13.371,4 ml, lebih besar dari P1 sebesar 9.420,9 ml, P2 1.250,4 ml, P3 3.210,8 ml, P4 3.840,4 ml, P5 1.560,6 ml. Uji pembakaran nyala api biogas setiap minggu pengamatan. Karakteristik biogas yang dihasilkan dari semua perlakuan menghasilkan gas metan yang cukup tinggi dilihat dari hasil sebaran nyala api biru lebih dominan dari pada nyala api merah.

DAFTAR PUSTAKA

Ahamed, J. U., Raiyan, M. F., Department of Mechanical Engineering, Chittagong University of Engineering and Technology, Chittagong-4349, Bangladesh, Hossain, Md. S., Department of Mechanical Engineering, Chittagong University of Engineering and Technology, Chittagong-4349, Bangladesh, Rahman, M. M., Faculty of Mechanical Engineering, Universiti Malaysia Pahang, 26600 Pekan, Pahang,

Malaysia, Salam, B., & Department of Mechanical Engineering, Chittagong University of Engineering and Technology, Chittagong-4349, Bangladesh. (2016). Production of biogas from anaerobic digestion of poultry droppings and domestic waste using catalytic effect of silica gel. *International Journal of Automotive and Mechanical Engineering*, 13(2), 3503–3517.

<https://doi.org/10.15282/ijame.13.2.2016.17.0289>

Ahmad, N. I., Bunga, Y. N., & Bare, Y. (2019). Etnobotani Tanaman Cabai Merah Keriting (*Capsicum Annum L.*) Di Desa Waiwuring, Kecamatan Witihama Kabupaten Flores Timur. *Spizaetus: Jurnal Biologi dan Pendidikan Biologi*, 2(2), 10.

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. <https://doi.org/10.11648/j.ijepe.20170602.12>

Basri, A. K. (2019). RANCANG BANGUN REAKTOR BIOGAS SKALA RUMAH TANGGA DESIGN THE

- BIOGAS REACTOR HOUSEHOLD SCALE*. 5, 6.
- Bhato, K., Bare, Y., & Mago, O. Y. T. (2022). Effect of Organic Fertilizer on Growth and Productivity of Ipomoea reptans Poir. *Jurnal Biologi Tropis*, 22(1), 8. <http://dx.doi.org/10.29303/jbt.v22i1.3232>
- Busro, A. (2016). *Analisis Warna dan Temperatur Api Biogas Limbah Rumah Tangga Sebelum dan Sesudah Purifikasi Dengan Absorber KOH 1 Molar*. Repository Universitas Jember.
- Ilminnafik, N. (n.d.). *Thermal Characteristic of Flame As Quality Parameter of Biogas of Market Waste*. 8.
- Iriani, P., Suprianti, Y., & Yulistiani, F. (2017). Fermentasi Anaerobik Biogas Dua Tahap Dengan Aklimatisasi dan Pengkondisian pH Fermentasi. *Jurnal Teknik Kimia dan Lingkungan*, 1(1), 1. <https://doi.org/10.33795/jtkl.v1i1.16>
- Mago, O. Y. T., & Bunga, Y. N. (2020). Effect of Cow Dung as Organic Manure on the Productivity of Cajanus cajan (L.) Millsp (Pigeon pea). *Mangifera Edu*, 5(1), 8–17. <https://doi.org/10.31943/mangiferaedu.v5i1.91>
- Mago, O. Y. T., Nirmalasari, M. A. Y., Kuki, A. D., Bunga, Y. N., & Misa, A. (2020). Pengaruh Jenis Limbah Organik dan Waktu Retensi terhadap Produksi Biogas dari Kotoran Sapi Effect of the Type of Organic Waste and Retention Time on Biogas Production from Cow Dung. *Biota: Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Hayati*, 5(3), 8. <https://doi.org/10.24002/biota.v5i3.3682>
- Ni'mah, L. (2014). BIOGAS FROM SOLID WASTE OF TOFU PRODUCTION AND COW MANURE MIXTURE: COMPOSITION EFFECT. *CHEMICA: Jurnal Teknik Kimia*, 1(1), 1. <https://doi.org/10.26555/chemica.v1i1.500>
- 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. <https://doi.org/10.14710/presipitasi.v15i2.139-140>
- Oktavia, I., & Firmansyah, A. (n.d.). *Pemanfaatan Teknologi Biogas sebagai Sumber Bahan Bakar Alternatif di Sekitar Wilayah Operasional PT. Pertamina EP Asset 2 Prabumulih Field*. 1, 5.
- Oktavia, I., & Firmansyah, A. (2016). Pemanfaatan Teknologi Biogas sebagai Sumber Bahan Bakar Alternatif di Sekitar Wilayah Operasional PT. Pertamina EP Asset 2 Prabumulih Field. *Jurnal Resolusi Konflik, CSR dan Pemberdayaan (CARE)*, 1(1), 5.
- Romli, M. (2009). BEBAN PENCEMARAN LIMBAH CAIR INDUSTRI TAHU DAN ANALISIS ALTERNATIF STRATEGI PENGELOLAANNYA. *Jurnal Purifikasi*, 10, 14. <https://doi.org/10.12962/j25983806.v10.i2.174>
- Subekti, S. (2011). PENGOLAHAN LIMBAH CAIR TAHU MENJADI BIOGAS SEBAGAI BAHAN BAKAR ALTERNATIF. *PROSIDING SEMINAR NASIONAL SAINS DAN TEKNOLOGI SNST*, 1(1), 6.
- Sutisna, M., & Pratama, Y. (2014). Pengolahan Limbah Cair Tahu secara Anaerob menggunakan Sistem Batch. *Reka Lingkungan*,

10.
<https://doi.org/10.26760/rekalingkungan.v2i1.%25p>