

ANALISIS PRODUKSI BIOGAS SEBAGAI ENERGI ALTERNATIF PADA KOMPOR BIOGAS MENGGUNAKAN CAMPURAN KOTORAN SAPI DAN AMPAS TAHU

Paulus Vilino Hasahatan Sinaga¹, Doddy Suanggana², Hadhimas Dwi Haryono³

^{1,2,3} Program Studi Teknik Mesin, Institut Teknologi Kalimantan, Indonesia

Email : ¹03161054@student.itk.ac.id, ²doddy.suanggana@lecturer.itk.ac.id, ³hadhimas@lecturer.itk.ac.id

Abstrak

Biogas merupakan penguraian dari limbah organik dengan bakteri melalui proses fermentasi anaerob yang menghasilkan gas metan yang dapat dikelola. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui temperatur, tekanan, massa dan lama nyala api biogas yang dihasilkan dari campuran kotoran sapi dan limbah cair ampas tahu dengan menggunakan digester tipe *batch*. Digester menggunakan kapasitas volume 30 liter dengan volume bahan baku isian sebanyak $\frac{3}{4}$ dari volume digester. Penelitian ini menggunakan 3 variasi perbandingan volume campuran kotoran sapi dan limbah cair ampas tahu, yaitu S1 (50%: 50%), S2 (70%: 30%), dan S3 (90%: 10%) dengan penambahan air sebanyak 2,5 liter setiap variasi. Pengambilan data dilakukan selama 30 hari pada pukul 11.00 WITA dan 17.00 WITA. Berdasarkan hasil penelitian, diketahui bahwa variasi campuran 50%: 50% merupakan variasi terbaik dibandingkan pada variasi 70%: 30%, dan 90%: 10%. Hasil rata-rata harian temperatur lingkungan variasi campuran S1 sebesar 30,19°C, dan rata-rata temperatur substrat adalah 27,06°C. Hasil rata-rata harian tekanan biogas sebesar 0,03 bar dengan total massa biogas adalah 57,8 gram. Berdasarkan hasil pengukuran perbandingan lama nyala api biogas dengan *LPG* pada total massa biogas variasi campuran S1 didapat lama nyala api biogas adalah 4,38 menit sedangkan pembakaran pada gas *LPG* dengan total massa yang sama adalah 49 detik.

Kata Kunci: Biogas, *Digester*, Kotoran Sapi, Limbah Cair Tahu

Abstract

Biogas decomposes organic waste by bacteria through an anaerobic fermentation process that produces manageable methane gas. The purpose of this study was to determine the temperature, pressure, mass and flame duration of biogas produced from a mixture of cow dung and tofu waste liquid waste using a batch type digester. The digester uses a volume capacity of 30 liters with a volume of stuffing raw material as much as of the volume of the digester. This study uses three variations of the volume ratio of the mixture of cow dung and tofu waste liquid waste, namely S1 (50%: 50%), S2 (70%: 30%), and S3 (90%: 10%) with the addition of 2.5 liters of water for each variation. Data collection was carried out for 30 days at 11.00 WITA and 17.00 WITA. Based on the results of the study, it is known that the mixed variation of 50%: 50% is the best variation compared to the variations of 70%: 30%, and 90%: 10%. The results of the daily average environmental temperature variation of the S1 mixture are 30.19°C, and the average substrate temperature are 27.06°C. The average daily yield of biogas pressure are 0.039 bar with a total mass of biogas are 57.8 grams. Based on the measurement results of biogas flame duration comparison with LPG on the total mass of biogas with the variation of the S1 mixture, it is obtained that biogas flame duration are 4.38 minutes while the combustion of LPG gas with the same total mass are 49 seconds.

Keywords: Biogas, Digestion, Cow Dung, Tofu Waste

I. PENDAHULUAN

Kebutuhan akan energi bagi kehidupan sehari-hari semakin hari semakin meningkat, khususnya untuk keperluan rumah tangga seperti memasak dan penerangan sehingga cadangan energi fosil akan

semakin berkurang. Hal ini mendorong pemerintah untuk meminta masyarakat bersama-sama dalam memecahkan masalah mengatasi minimnya sumber energi. Kandungan energi biogas adalah 1 m³ biogas, yang setara dengan 0,6 liter sampai 0,8 liter minyak tanah (Indriani et al., 2019).

Biogas adalah campuran gas yang terbentuk dari penguraian berbahan organik dengan bantuan bakteri melalui proses fermentasi anaerob (kedap udara) sehingga menghasilkan gas bio berupa gas metana (CH_4) yang dapat dikelola. Yang harus diperhatikan pada saat proses produksi biogas adalah sumber bahan baku atau limbah yang digunakan karena kualitas dan kuantitas biogas yang dihasilkan akan sangat berpengaruh (Yahya et al., 2018).

Salah satu sumber bahan baku biogas seperti limbah tahu dan kotoran sapi. Limbah industri tahu rumah tangga merupakan limbah yang dihasilkan selama proses produksi tahu dan pembersihan kedelai. Hal ini merupakan suatu perhatian dikarenakan 50% dari air limbah tahu juga mengandung metana (CH_4), yang mungkin merupakan energi biogas (Nisrina & Andarani, 2018). Limbah cair ampas tahu juga berpotensi mencemari lingkungan apabila penggunaannya tidak tepat seperti pembuangan limbah cair ke sungai yang mengganggu ekosistem air, dapat menimbulkan bau tidak sedap dan sumber penyakit. Limbah ampas tahu memiliki kandungan air sebesar 82,69%, lemak 0,62%; protein 2,42%, karbohidrat 13,71%, dan rasio C/N 12% (Nurhilal et al., 2020). Dalam hal ini, limbah cair ampas tahu memiliki kandungan nutrisi yang dapat dikelola secara baik. Salah satunya adalah dengan meningkatkan rasio C/N sebagai pengisi biogas dan dapat meningkatkan kadar gas metana. Limbah air tahu ini juga memiliki komposisi gas metana 56,4%, karbon dioksida 42,7%, sehingga memungkinkan untuk digunakan sebagai bahan baku biogas (Adisasmitho et al., 2018).

Tabel 1. Komposisi Gas Kotoran Sapi

Jenis Gas	%
Metana (CH_4)	65,7
Karbondioksida (CO_2)	27,0
Nitrogen (N_2)	2,3
Karbon Monoksida (CO)	0
Oksigen (O_2)	0,1
Propena (C_3H_8)	0,7
Hydrogen Sulfida (H_2S)	0

(Wulandari dan Labiba, 2017)

Kotoran sapi merupakan salah satu sumber bahan baku pembuatan biogas. Kandungan gas metana (CH_4) pada kotoran sapi sebesar 65,7% (Wulandari & Labiba, 2017). Tingginya kandungan gas ini, maka kotoran sapi dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan biogas (Wulandari dan Labiba, 2017). Komposisi

gas yang dihasilkan dari kotoran sapi seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1.

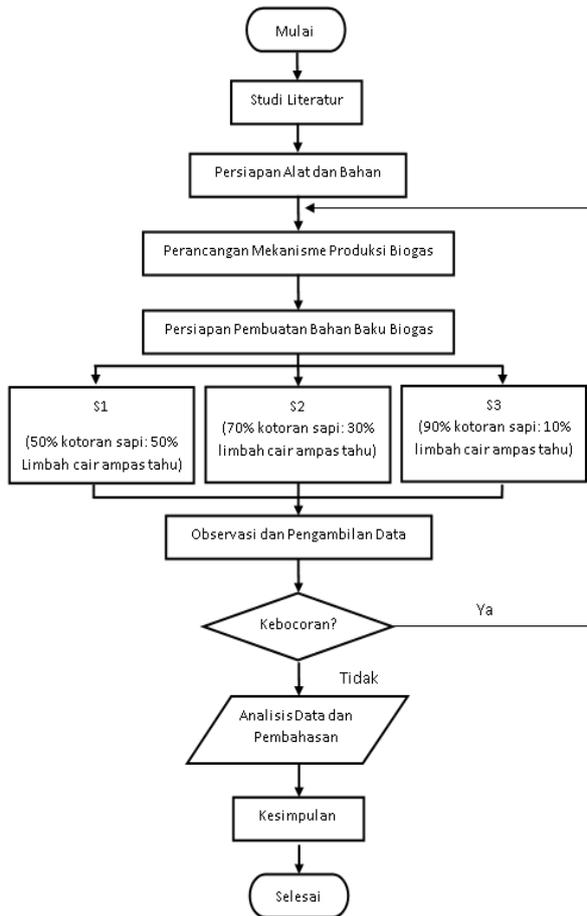
Gas metana memiliki nilai kalor yang sangat tinggi yaitu 4800 kkal/ m^3 hingga 6700 kkal/ m^3 , sedangkan gas metana murni memiliki energi 8900 kkal/ m^3 , sehingga biogas dapat digunakan untuk penerangan, memasak, menggerakkan mesin. Kesetaraan antara biogas dan sumber energi lainnya yaitu, untuk setiap 1 m^3 biogas setara dengan *liquefied petroleum gas* (LPG) 0,46 kg, diesel 0,62 liter, bensin 0,52 liter, minyak tanah 0,80 liter, kayu bakar 3,5 kg (Irawan & Ridhuan, 2017).

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui temperatur, tekanan, massa dan lama nyala api biogas yang dihasilkan dari campuran kotoran sapi dan limbah cair ampas tahu dengan menggunakan digester tipe *batch*. Digester tipe *batch* ini diletakkan di bawah permukaan tanah menjadi model paling populer di Indonesia. Digester yang diletakkan di bawah permukaan tanah dapat menjaga suhu tetap stabil dan mendukung pertumbuhan bakteri penghasil metana sehingga dapat meningkatkan jumlah gas metana (Rathod et al., 2018).

II. METODE PENELITIAN

Pelaksanaan penelitian berlokasi di Jalan Batu Ratna Gang Puncak km.11 Karang Joang, Balikpapan Utara, Kota Balikpapan, Provinsi Kalimantan Timur. Adapun diagram alir penelitian yang tertera pada Gambar 1 di bawah ini.

Berdasarkan Gambar 1 ditunjukkan pencarian referensi berupa jurnal, buku, atau yang dijadikan sebagai acuan dan dapat dipertanggungjawabkan sehingga digunakan sebagai tinjauan pustaka pada penelitian yang sedang dilaksanakan. Kemudian, persiapan alat dan bahan untuk menunjang produksi biogas, meliputi desain rancangan alat pada biogas, serta perencanaan persiapan alat dan bahan yang diperlukan adalah jerigen 30 liter sebagai digester, pipa pvc, *valve*, *elbow*, manometer air tabung U yang digunakan untuk mengukur tekanan biogas, termometer digunakan untuk mengukur temperatur substrat pada digester dan temperatur lingkungan, selang, ban dalam motor digunakan untuk tempat penyimpanan hasil gas biogas, kotoran sapi, ampas tahu, air. Perancangan mekanisme produksi biogas terdiri dari pembuatan digester, rangkaian pipa saluran biogas serta tempat penampungan biogas yang telah disediakan. Perancangan alat ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian



(a)



(b)

(c)



(d)

Gambar 2. Rancangan Mekanisme Produksi Biogas (a) Digester 30 liter, (b) Manometer air Tabung U, (c) Rangkaian Pipa Biogas, (d) Instalasi Alat

Keterangan Gambar 2(d) :

1. Tanah
2. Manometer air tabung U
3. Pipa pvc
4. Valve
5. Selang
6. Ban dalam motor

Setelah perancangan mekanisme yang ditunjukkan pada Gambar. 2 selesai, maka dilakukan pencampuran bahan baku pembuatan biogas. Komposisi bahan baku biogas yang dibutuhkan untuk volume limbah padat dan cair sebanyak $\frac{3}{4}$ dari volume digester yaitu 22,5 liter, adapun variasi campuran substrat yang digunakan pada penelitian ini ditunjukkan pada tabel 2.

Tabel 2. Variasi Campuran Substrat

Variasi	Komposisi Bahan Baku Biogas		
	Kotoran Sapi (%)	Ampas Tahu (%)	Air (L)
S1	50	50	2,5
S2	70	30	2,5
S3	90	10	2,5

Hasil pencampuran bahan baku biogas yang sudah sesuai dengan variasi campuran lalu diaduk secara merata agar hasil dari proses fermentasi anaerob dapat optimal. Setelah bahan baku diaduk, maka bahan baku biogas dimasukkan ke dalam digester. Pada penelitian metode yang digunakan menggunakan tipe *batch* dimana digester dimasukkan ke dalam tanah. Selama proses fermentasi biogas berlangsung dilakukan pengumpulan data berupa pengukuran temperatur

substrat, temperatur lingkungan, tekanan dan massa biogas yang diukur setiap hari pada pukul 11.00 dan 17.00 WITA selama 30 hari. Setelah proses fermentasi selama 30 hari lalu hasil gas biogas akan diuji lama nyala dan tinggi nyala api, dimana tinggi nyala api diukur dengan menggunakan mistar dan kamera kecepatan 1/30 detik serta tiga kali pengambilan gambar untuk menghitung panjang nyala rata - ratanya. Adapun data-data yang diambil untuk analisis dalam penelitian ini ditunjukkan pada Tabel 3.

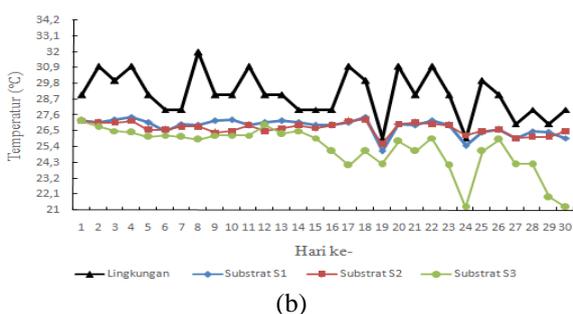
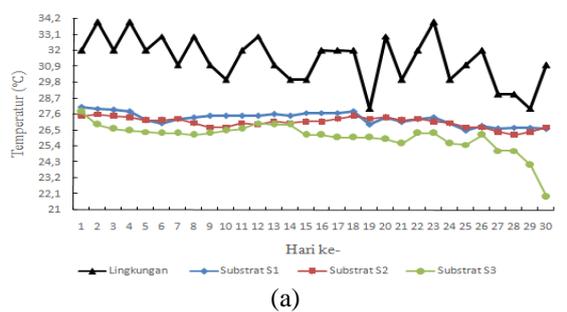
Tabel 3. Variabel Data

Variabel	Satuan	Variasi Nilai
Temperatur lingkungan	°C	30 hari
Temperatur substrat pada digester	°C	
Tekanan digester	Bar	
Massa biogas	Gram	
Lama nyala api	Menit	

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengukuran Temperatur Lingkungan dan Temperatur Substrat

Hasil pengukuran temperatur lingkungan dan substrat yang dilakukan selama 30 hari ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh temperatur lingkungan terhadap temperatur substrat dan kondisi temperatur dari masing – masing variasi seperti yang di tunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 1. Grafik Temperatur, (a) Pukul 11.00 WITA dan (b) Pukul 17.00 WITA

Berlandaskan Gambar 3(a), dan Gambar. 3(b) menyatakan kondisi temperatur lingkungan dan temperatur substrat. Temperatur lingkungan menunjukkan keadaan temperatur sekitar digester dan temperatur substrat menyatakan pengukuran temperatur bahan baku substrat pada pembentukan biogas. Proses perkembangan bakteri yang optimum dalam pembentukan biogas dengan kondisi mesofilik antara temperatur 26°C sampai dengan 31°C (Suanggana et al., 2020). Dari kedua gambar diatas, didapatkan rata-rata temperatur lingkungan pada pukul 11.00 WITA dan 17.00 WITA sebesar 31,36°C dan 29,03°C. Pada variasi campuran S1 didapatkan rata-rata temperatur substrat harian pada pukul 11.00 WITA dan 17.00 WITA adalah 27,32°C dan 26,81°C. Pada variasi campuran S2 rata-rata temperatur substrat harian pada pukul 11.00 WITA dan 17.00 WITA adalah 27,05°C dan 26,7°C. Pada variasi campuran S3 rata-rata temperatur substrat harian pada pukul 11.00 WITA dan 17.00 WITA adalah 26,04°C dan 25,29°C. Dari data temperatur lingkungan dan temperatur substrat harian yang telah didapatkan pada Gambar. 3(a) dan Gambar. 3(b) menyatakan kondisi bakteri mikroorganisme telah berkembang biak pada kondisi mesofilik. walaupun temperatur lingkungan pada kedua gambar mengalami fluktuasi akan tetapi bakteri mikroorganisme berkembang biak dengan cara menguraikan bahan organik menjadi panas, sehingga temperatur substrat akan meningkat dikarenakan aktivitas bakteri pada proses pembentukan biogas. Kondisi temperatur substrat yang lebih stabil juga di pengaruhi oleh peletakan digester biogas yang berada di dalam tanah sehingga temperatur lingkungan kurang mempengaruhi temperatur substrat (Nasution, 2020).

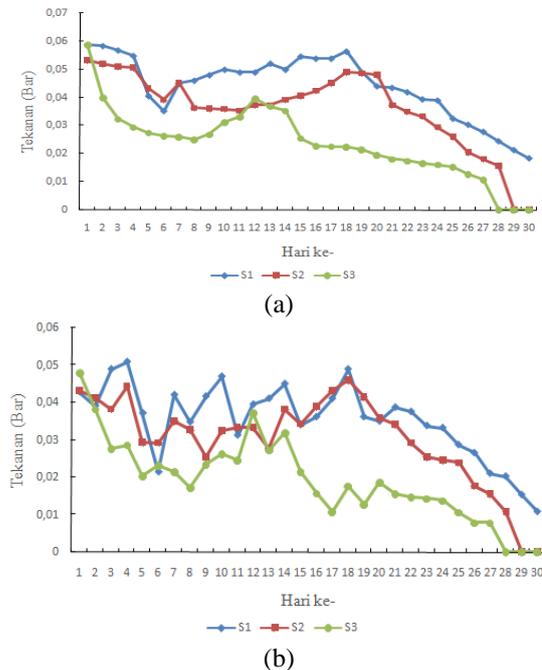
Pengukuran Tekanan Biogas

Hasil pengukuran untuk tekanan yang dihasilkan oleh masing – masing variasi selama proses fermentasi dari dapat dilihat pada Gambar 4.

Pada Gambar 4(a), menyatakan kondisi hasil pengukuran tekanan biogas pada pukul 11.00 WITA. Pada grafik menjelaskan kondisi titik tekanan biogas tertinggi variasi S1 pada hari ke-1 sebesar 0,05 bar, titik terendah pada hari ke-30 sebesar 0,01 bar. Kemudian data tekanan biogas variasi S2 didapat hasil titik tertinggi pada hari ke-1 sebesar 0,05 bar, sedangkan titik terendah tekanan biogas pada hari ke-29 dan hari ke-30 sebesar 0 bar. Data tekanan biogas variasi S3 didapat nilai titik tertinggi pada hari ke-1 sebesar 0,05 bar, sedangkan nilai titik terendah pada hari ke-28, sampai dengan hari ke-30 sebesar 0 bar. Variasi campuran S1, variasi campuran S2, dan variasi campuran S3,

tekanan mengalami kenaikan pada hari ke-1 sampai dengan hari ke-6 dikarenakan pengambilan data pukul 11.00 WITA memberikan *range time* terhadap proses reaksi biogas terakumulasi sangat lama. Kemudian, pada ke-7 sampai dengan hari ke-19 tekanan masing-masing variasi mengalami peningkatan, hal ini menandakan bakteri telah bereaksi dengan membentuk gas. Setelah tekanan mengalami peningkatan, pada hari ke-20 sampai dengan hari ke-30 tekanan mengalami penurunan disebabkan oleh kualitas campuran bahan baku yang mulai tidak menghasilkan biogas sejalan dengan waktu yang diperoleh selama 30 hari. Berdasarkan Gambar. 4(b), ditunjukkan kondisi hasil pengukuran tekanan biogas pada pukul 17.00 WITA. Pada grafik, variasi S1 menunjukkan titik tertinggi tekanan pada hari ke-4 sebesar 0,051 bar, titik terendah pada hari ke-30 sebesar 0,01 bar. Kemudian data tekanan variasi S2 didapat hasil titik tertinggi pada hari ke-18 sebesar 0,04 bar, sedangkan titik terendah tekanan biogas pada hari ke-29 dan hari ke-30 sebesar 0 bar. Data tekanan variasi S3 didapat nilai titik tertinggi pada hari ke-1 sebesar 0,04 bar, sedangkan nilai titik terendah pada hari ke-28, sampai dengan hari ke-30 sebesar 0 bar. Pada hari ke-1 sampai dengan hari ke-30, menjelaskan kondisi tekanan biogas selama proses fermentasi 30 hari yang mengalami fluktuasi. Hal ini disebabkan oleh aktivitas pertumbuhan bakteri pembentukan biogas sangat dipengaruhi oleh temperatur, dimana temperatur yang ditunjukkan sebelumnya mengalami fluktuasi dapat menghambat proses pertumbuhan bakteri. Dari hasil penelitian gambar 4(a), ditunjukkan grafik tekanan lebih tinggi pukul 11.00 WITA, dibandingkan pukul 17.00 WITA. Variasi campuran dengan tekanan rata-rata relatif tinggi adalah pada variasi campuran S1 dengan kotoran sapi 50% dan limbah cair ampas tahu 50%, air 2,5 liter dengan rata-rata tekanan harian yang didapat sebesar 0,03 bar. Variasi S1 memiliki tekanan tinggi disebabkan oleh aktifitas reaksi bakteri dalam pembentukan produksi biogas yang seimbang. Maragkaki, A., E. et al., (2017) menjelaskan bahwa limbah cair ampas tahu memiliki kandungan gas metana lebih dari 50% dan protein yang tinggi, maka semakin seimbang penambahan volume limbah cair ampas tahu yang dicampurkan pada kotoran sapi dapat menghasilkan produksi biogas semakin banyak. Menurut Nurhilal et al., (2020) dalam jurnalnya menyatakan kandungan gas metana yang paling tinggi di dari campuran kotoran sapi dengan limbah cair air tahu pada campuran 50 : 50. Hal ini juga sejalan dengan Fitrah, M. et al., (2018); menyatakan bahwa semakin banyak campuran bahan baku kotoran sapi

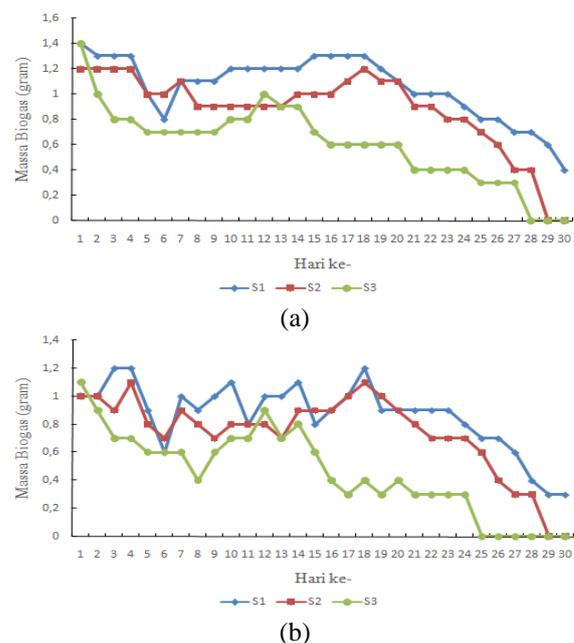
yang padat dibandingkan ampas tahu dan air membuat proses fermentasi akan lebih lambat dan produksi biogas akan berkurang, sehingga dengan penambahan campuran ampas tahu yang seimbang memiliki tingkat produksi biogas yang terbentuk semakin tinggi.



Gambar 4. Grafik Tekanan, (a) Pukul 11.00 WITA dan (b) Pukul 17.00 WITA

Massa Biogas

Hasil pengukuran massa yang dilakukan pada pukul 11.00 dan 17.00 WITA dari masing – masing variasi selama proses fermentasi dapat dilihat pada Gambar. 5



Gambar 5. Grafik Massa Biogas, (a) Pukul 11.00 WITA dan (b) Pukul 17.00 WITA

Berdasarkan Gambar. 5(a), adalah kondisi hasil pengukuran massa biogas pada pukul 11.00 WITA. Variasi S1 pada grafik menunjukkan titik massa biogas tertinggi pada hari ke-1 sebesar 1,4 gram, titik terendah pada hari ke-30 sebesar 0,4 gram, dan total massa biogas yang didapat dari variasi S1 adalah 31,8 gram. Kemudian data massa biogas variasi S2 didapat hasil titik tertinggi pada hari ke-1, sampai dengan hari ke-4, dan hari ke-18 sebesar 1,2 gram, sedangkan titik terendah temperatur substrat pada hari ke-29 dan hari ke-30 sebesar 0 gram, dan total massa biogas yang didapat dari variasi S2 adalah 26,3 gram. Data massa biogas variasi S3 didapat nilai titik tertinggi pada hari ke-1 sebesar 1,4 gram, sedangkan nilai titik terendah pada hari ke-28, hari ke-29 dan hari ke-30 sebesar 0 gram, dan total massa biogas yang didapat dari variasi S3 adalah 18,1 gram. Berdasarkan Gambar. 5(b), ditunjukkan kondisi hasil pengukuran massa biogas pada pukul 17.00 WITA. Variasi S1 menunjukkan titik tertinggi massa biogas pada hari ke-3, hari ke-4, dan hari ke-18 sebesar 1,2 gram, titik terendah pada hari ke-29, dan hari ke-30 sebesar 0,3 gram, dan total massa biogas yang didapat dari variasi S1 adalah 26 gram. Kemudian data massa biogas variasi S2 didapat hasil titik tertinggi pada hari ke-4, dan hari ke-18 sebesar 1,1 gram, sedangkan titik terendah massa biogas pada hari ke-29 dan hari ke-30 sebesar 0 gram, dan total massa biogas yang didapat dari variasi S2 adalah 22,2 gram. Data massa biogas variasi S3 didapat nilai titik tertinggi pada hari ke-1 sebesar 1,1 gram, sedangkan nilai titik terendah pada hari ke-25, sampai dengan hari ke-30 sebesar 0 gram, dan total massa biogas yang didapat dari variasi S3 adalah 13,6 gram. Sehingga total keseluruhan massa biogas setiap variasi pada kedua gambar adalah variasi S1 dengan total massa biogas sebesar 57,8 gram, variasi S2 dengan total massa biogas sebesar 48,5 gram, dan variasi S3 dengan total massa biogas sebesar 31,7 gram. Tekanan yang telah didapatkan berbanding lurus dengan besarnya massa biogas diperoleh selama proses fermentasi berlangsung (Megawati & Aji, 2014). Berlandaskan Gambar. 5(a), dan Gambar. 5(b), ditunjukkan total massa biogas keseluruhan paling tinggi dari ketiga variasi campuran adalah variasi campuran S1 sebesar 57,8 gram dengan bahan baku kotoran sapi 50% dan limbah cair ampas tahu 50%. Menurut Fitrah, M. et al., (2018), bahwa semakin banyak campuran bahan baku kotoran sapi yang padat dibandingkan ampas tahu dan air membuat proses fermentasi akan lebih lambat dan produksi biogas akan berkurang, sehingga dengan penambahan campuran ampas tahu

yang seimbang memiliki tingkat produksi biogas yang sangat tinggi.

Lama Nyala Api Biogas

Pada penelitian ini dilakukan pengukuran lama nyala api biogas dari masing-masing variasi yang telah dikumpulkan selama 30 hari pada ban dalam sebagai tempat penyimpanan biogas, kemudian melakukan uji coba nyala api ke kompor biogas. Massa total keseluruhan biogas pada masing-masing variasi selanjutnya akan dibandingkan pada gas *LPG* untuk melihat nilai perbandingan lama nyala api antara biogas dan gas *LPG*. Sebagai berikut perbandingan proses pengukuran lama nyala api biogas pada kompor biogas dengan gas pada *LPG*:



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)



(f)

Gambar 6. Lama Nyala Api Biogas, (a) Variasi Campuran S1, (b) Variasi Campuran S2, (c) Variasi Campuran S3, (d) Perbandingan Lama Nyala Api LPG pada Biogas Variasi S1, (e) Perbandingan Lama Nyala Api LPG pada Biogas Variasi S2, (f) Perbandingan Lama Nyala Api LPG pada Biogas Variasi S3

Berlandaskan Gambar 6(a), 6(b), dan 6(c) menyatakan suatu kondisi pengukuran lama api biogas pada kompor biogas dengan masing-masing variasi, seperti ditunjukkan Gambar. 6(a), variasi campuran S1 dengan total massa biogas yang didapat selama 30 hari sebesar 57,8 gram dengan lama nyala api biogas adalah 4,38 menit, kemudian berdasarkan Gambar. 6(b), variasi campuran S2 dengan total massa biogas yang didapat selama 30 hari sebesar 48,5 gram dengan lama nyala api biogas adalah 4 menit, dan berdasarkan gambar 6(c), variasi campuran S3 yang didapat selama 30 hari dengan total massa biogas sebesar 31,7 gram dengan lama nyala api biogas adalah 11 detik. Sementara ditunjukkan Gambar. 6(d), (e) dan (f) merupakan kondisi perbandingan lama nyala api gas LPG. Jika dibandingkan antara LPG dengan variasi S1 untuk kondisi pemakaian berat gas yang sama, maka didapatkan lama nyala LPG selama 49 detik. Sedangkan perbandingan antara LPG dengan variasi S2 selama 30 detik, dan LPG dengan variasi S3 selama 21 detik. Pada pengujian lama nyala api biogas terlihat variasi S1 lebih lama jika dibandingkan dengan variasi S2 dan S3 karena variasi S1 memiliki tekanan serta massa biogas yang relatif tinggi dibandingkan variasi S2 dan S3 yang telah diproduksi selama 30 hari. Dikarenakan semakin banyak campuran bahan baku kotoran sapi yang padat dibandingkan ampas tahu dan air membuat proses fermentasi akan lebih lambat dan produksi biogas akan berkurang, sehingga dengan penambahan campuran ampas tahu yang seimbang memiliki tingkat produksi biogas yang sangat tinggi (Fitrah et al., 2018). Sedangkan perbedaan antara

lama nyala api biogas variasi S1, variasi S2 lebih lama dibandingkan pada lama nyala api gas LPG, ini disebabkan oleh tekanan pada gas LPG lebih besar dibandingkan dengan tekanan biogas.



(a)



(b)



(c)



(d)

Gambar 7. Tinggi Nyala Api Biogas, (a) Variasi Campuran S1, (b) Variasi Campuran S2, (c) Variasi Campuran S3, (d) LPG

Pada Gambar 7 juga dapat dilihat perbandingan tinggi dari masing – masing variasi campuran bahan biogas. Gambar. 7 menunjukkan semakin tinggi tekanan yang dihasilkan dari masing – masing variasi maka semakin tinggi nyala api yang dihasilkan. Dimana pada variasi S1 memiliki tinggi nyala api 43,2 mm, variasi S2 36,4 mm dan variasi S3 12,7 mm. Jadi variasi S1 memiliki nyala api tertinggi dibandingkan dengan pada variasi S2 dan S3. Hal ini disebabkan oleh tekanan yang dimiliki oleh variasi S1 lebih tinggi jika dibandingkan dengan variasi S2 dan S3. Tinggi nyala api LPG memiliki tinggi 75,3 mm, sehingga tinggi nyala LPG tertinggi jika dibandingkan dengan ketiga variasi campuran. Ini disebabkan tekanan dari LPG lebih besar dibandingkan masing-masing variasi. Semakin lama nyala api dan tinggi api dari masing – masing variasi mengindikasikan bahwa kandungan gas metana dan nilai kalor dari biogas juga semakin banyak (Luthfianto & Nuryanti, 2019). Hal ini yang menyebabkan variasi S1 lebih lama menyala dan memiliki tinggi nyala tertinggi dibandingkan dengan variasi S2 dan S3. Hal ini serupa dengan penelitian Suanggana, D., Djafar, A., dan Gunawan, G., (2020), menyatakan bahwa

produksi biogas yang ideal pada temperatur 26°C sampai 31°C sehingga tekanan dan kandungan gas metana yang dihasilkan dapat lebih banyak.

IV. PENUTUP

Kesimpulan

Dari hasil menganalisa variasi campuran yang ditunjukkan kualitas terbaik terlihat pada variasi campuran S1 dengan bahan baku kotoran sapi 50% dan limbah cair ampas tahu 50%, air 2,5 liter menyatakan bahwa jumlah campuran variasi yang seimbang pada kotoran sapi, limbah cair ampas tahu, dan air berpengaruh terhadap waktu proses fermentasi pembentukan biogas yang semakin cepat, dan jumlah biogas yang dihasilkan akan lebih banyak dengan diikuti nilai tekanan yang semakin tinggi. Produksi biogas yang sangat baik, ketika dalam kondisi mesofilik antara temperatur 25°C sampai dengan 30°C. Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, didapat rata-rata harian temperatur lingkungan adalah 30,19°C, dan rata-rata harian yang didapat dari temperatur substrat pada variasi campuran S1 sebesar 27,06°C. Tekanan dan massa biogas paling tinggi selama 30 hari dari ketiga variasi campuran adalah variasi campuran S1 sebesar 0,0397975 bar dan 57,8 gram. Berdasarkan hasil pengukuran perbandingan lama nyala api biogas dengan LPG pada variasi campuran S1 dengan total masing-masing variasi sebesar 57,8 gram dengan lama pembakaran 4,38 menit, sedangkan pembakaran pada gas LPG dengan massa yang sama adalah 49 detik.

Saran

Setelah melakukan penelitian ini terdapat beberapa kekurangan yang dialami oleh peneliti adalah variasi yang digunakan masih sedikit sehingga masih bisa di tambahkan beberapa variasi yang lain sebagai pembandingan. Waktu pengambilan data yang hanya dua kali, sehingga di penelitian berikutnya bisa menggunakan data logger untuk perekaman data harian produksi biogas yang lebih baik.

V. DAFTAR PUSTAKA

- Adisasmito, S., Rasrendra, C. B., Chandra, H., & Gunartono, M. A. (2018). Anaerobic reactor for Indonesian tofu wastewater treatment. *International Journal of Engineering and Technology(UAE)*, 7(3), 30–32. <https://doi.org/10.14419/ijet.v7i3.26.17456>
- Fitrah, M., Wiryono, B., DP, G. M., & Asmawati. (2018). Analisis Peresentase Penambahan Pupuk Kandang (Kotoran Sapi) Dan Limbah Tahu Dalam Pembuatan Biogas. *Jurnal Agrotek UMMat*, 5(1), 61. <https://doi.org/10.31764/agrotek.v5i1.247>
- Indriani, Y. N., Maulina, S. S., Ikhsan, A. N., & Ni'mah, L. (2019). Peningkatan Kualitas Biogas Limbah Pabrik Tahu Kelurahan Mentaos Dengan Metode Absorpsi Menggunakan Ba (Oh) 2. *Jurnal Konversi*, 8(2), 25–30.
- Irawan, D., & Ridhuan, K. (2017). Pengaruh Temperatur Mesofilik Terhadap Laju Aliran Biogas Dan Uji Nyala Api Menggunakan Bahan Baku Limbah Kolam Ikan Gurame. *Turbo : Jurnal Program Studi Teknik Mesin*, 5(2), 76–81. <https://doi.org/10.24127/trb.v5i2.238>
- Luthfianto, D., & Nuryanti, I. (2019). Desain Biodigester Portable untuk Produksi Biogas Skala Rumah Tangga dengan Sistem Curah. *Proceeding of The 10th University Research Colloquium 2019: Bidang MIPA Dan Kesehatan*, 939–943.
- Megawati, & Aji, K. W. (2014). Pengaruh Penambahan EM4 (Effective Microorganism-4) Pada Pembuatan Biogas Dari Eceng Gondok Dan Rumen Sapi. *Jurnal Bahan Alam Terbarukan*, 3(2), 42–49. <https://doi.org/10.15294/jbat.v3i2.3696>
- Nasution, M. (2020). Smart-Design Instalasi Digester Biogas Skala Komunal Pesantren High Temperature. *Jurnal Agregat*, 5(2), 475–480.
- Nisrina, H., & Andarani, P. (2018). Pemanfaatan Limbah Tahu Skala Rumah Tangga Menjadu 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>
- Nurhilal, M., Aji, G. M., Mesin, J. T., Cilacap, P. N., Elektronika, J. T., & Cilacap, P. N. (2020). Pengaruh Komposisi Dan Waktu Fermentasi Campuran Limbah Industri Tahu Dan Kotoran Sapi Terhadap Kandungan Gas Methane Pada Pembangkit Biogas. *Jurnal Teknologi Terapan*, 6(1), 47–54.
- Rathod, V. P., Bhale, P. V., Mehta, R. S., Harmani, K., Bilimoria, S., Mahida, A., & Champaneri, H. (2018). Biogas Production from Water Hyacinth in the Batch type Anaerobic Digester. *Materials Today: Proceedings*, 5(11),

- Part 2), 23346–23350.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.matpr.2018.11.072>
- Suanggana, D., Djafar, A., & Gunawan, G. (2020). Analisis Pemanfaatan Energi Biogas Dari Campuran Limbah Kotoran Sapi Dan Kulit Durian Sebagai Energi Alternatif. *Jurnal Teknologi Terpadu*, 2(Oktober), 119–125.
- Wulandari, C., & Labiba, Q. (2017). *Pembuatan Biogas dari Campuran Kulit Pisang dan Kotoran Sapi Menggunakan Bioreaktor Anaerobik*. <http://repository.its.ac.id/46279/>
- Yahya, Y., Tamrin, T., & Triyono, S. (2018). Produksi Biogas Dari Campuran Kotoran Ayam, Kotoran Sapi, Dan Rumpuk Gajah Mini (Pennisetum Purpureum cv. Mott) Dengan Sistem Batch. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung (Journal of Agricultural Engineering)*, 6(3), 151.
<https://doi.org/10.23960/jtep-l.v6i3.151-160>