

ANALISIS PERBANDINGAN PRODUKSI BIOGAS CAMPURAN KOTORAN AYAM DAN KOTORAN SAPI DENGAN STARTER RUMEN SAPI

Doddy Suanggana^{1*}, Faisal Manta¹, dan Reza Naufal Hanifudin¹

¹Program Studi Teknik Mesin, Jurusan Teknologi Industri dan Proses, Institut Teknologi Kalimantan, Jl. Soekarno Hatta Km. 15, Karang Joang, Kec. Balikpapan Utara, Kota Balikpapan, Kalimantan Timur

*Email: doddy.suanggana@lecturer.itk.ac.id

ABSTRACT

Biogas is a combustible gas produced by anaerobic activity or the fermentation of organic matter by microorganisms. This study produces biogas made from chicken manure and cow manure with a ratio of mass composition D1 (25%: 75%), mass composition D2 (50%: 50%), and mass composition D3 (75%: 25%) with a combined mixture that is 75% of the digester capacity and the addition of beef rumen by 1 kg in all variations as a starter. The purpose of this study was to examine the effect of composition on pressure, mass, temperature, and flame quality of the biogas production of chicken manure and cow manure with a mixture of cow rumen. Data were collected every 06.00 WITA and 18.00 WITA and temperature measurements were every 6 hours for 20 consecutive days. The results showed that the temperature at 18.00 WITA was better than at 06.00 WITA with the highest temperature occurring in the D2 variation of 29.85°C. The results of the measurement of biogas mass and pressure showed that the highest value was in the D3 variation at 18.00 WITA on the day to -9 with values of 68.32 grams and 0.054 bar, respectively, with the total mass and pressure of biogas in the D3 variation of 401.14 grams and 0.391 bar.

Keywords: Biogas, Chicken Manure, Cow Manure, Cow Rumen.

PENDAHULUAN

Pada zaman modern ini, penggunaan bahan bakar fosil meningkat secara pesat yang dapat mengakibatkan efek rumah kaca dan pemanasan global. Oleh sebab itu, diperlukan alternatif energi terbarukan ramah lingkungan sebagai bahan bakar yaitu salah satunya biogas. Biogas merupakan gas yang dihasilkan oleh aktivitas anaerob (tanpa oksigen) bahan organik oleh mikroorganisme. Sangat banyak dan mudah untuk menemukan sumber biogas di sekitar lingkungan masyarakat. Salah satu sumber yang banyak ditemukan yaitu limbah kotoran ternak.

Balikpapan merupakan salah satu kota yang memiliki usaha peternakan terbanyak, terutama peternakan unggas dan sapi. Dari data Dinas Ketahanan Pangan, Pertanian dan Perikanan (DKP3) Kota Balikpapan tahun 2020 diketahui bahwa jenis unggas ayam petelur dan ayam ras pedaging yang banyak diternakkan. Jumlah ayam petelur dan ayam ras pedaging pada tahun 2020 masing-masing sebanyak 104.000 ekor dan 130.000 ekor, sedangkan jumlah sapi yang diternakkan sebanyak 1278 ekor [1]. Dengan banyaknya peternakan ayam dan sapi tersebut, limbah kotoran ternak yang dihasilkan juga akan sangat banyak. Biasanya limbah kotoran ternak sering menimbulkan permasalahan lingkungan yang bisa mengganggu kenyamanan hidup masyarakat disekitar peternakan. Gangguan yang biasa terjadi berupa bau tidak sedap yang disebabkan gas yang berasal dari kotoran ternak, khususnya gas amonia (NH₃) dan gas hidrogen sulfida (H₂S). Pencegahan yang dapat dilakukan untuk mengurangi pencemaran

lingkungan yaitu dengan cara pengolahan limbah kotoran ternak. Limbah kotoran ayam dan sapi umumnya hanya dimanfaatkan langsung sebagai pupuk atau kompos oleh peternak. Padahal pemanfaatannya juga dapat digunakan untuk mengubahnya menjadi sumber energi potensial terbarukan dalam bentuk biogas [2].

Limbah kotoran ayam adalah salah satu limbah yang memiliki potensi yang besar sebagai sumber untuk membuat biogas. Namun, kotoran ayam memiliki waktu yang lama dalam proses menjadi biogas karena memiliki rasio karbon terhadap nitrogen atau C/N yang rendah. Kotoran ayam dapat diubah menjadi biogas selama rasio C/N dan faktor pendukung dapat terpenuhi. Kandungan C/N yang terbaik buat pencernaan anaerob berkisar antara 20-30, sedangkan kandungan C/N dalam kotoran ayam berkisar 5-7,1. Kandungan C/N yang rendah akan mengakibatkan nitrogen (N) dilepaskan dan dikumpulkan menjadi wujud amonia (NH₃). Untuk mencapai hasil produksi biogas yang tinggi, maka diperlukan penambahan unsur karbon (C) atau unsur nitrogen (N) yang terdapat dalam bahan organik lain untuk meningkatkan kandungan C/N pada kotoran ayam sehingga hasil produksi biogas dapat meningkat [2].

Kotoran sapi adalah substrat yang paling cocok sebagai sumber produksi biogas, karena substratnya sudah mengandung bakteri penghasil metana. Selain kotorannya, isi rumen sapi juga dapat dimanfaatkan sebagai biogas. Rumen sapi sangat penting sebagai ruang pra-pencernaan bagi

mikroorganisme hidup yang bersimbiosis dan memiliki fungsi membantu melunakkan dan pemecahan dengan cepat pada makanan yang dimakan. Isi rumen sapi terbagi menjadi 2, yaitu zat padat dan zat cair. Rumen sapi padat adalah bagian dari rumput yang belum sepenuhnya dicerna oleh sapi didalam perut, sedangkan rumen sapi cair adalah saringan rumen yang telah dibuang pada saat pemotongan. Cairan rumen sapi memiliki banyak kandungan enzim diantaranya enzim selulase, amilase, protease, xilanase, serta enzim lainnya. Cairan rumen sapi mengandung bahan organik yang tinggi sehingga berpotensi besar untuk dimanfaatkan sebagai kompos atau biogas. Cairan rumen yang dimasukkan ke dalam biodigester berpengaruh nyata terhadap produksi biogas kumulatif dan laju produksi biogas. Inokulum cairan rumen menyebabkan laju dan efisiensi produksi biogas meningkat dua sampai tiga kali lipat dibandingkan dengan substrat pupuk kandang tanpa cairan rumen [3].

Menurut Renilaili (2019), semakin besar volume rumen yang digunakan sebagai starter dan semakin lama waktu fermentasi, maka semakin banyak metana yang terbentuk [4]. Berdasarkan penelitian sebelumnya tentang biogas kotoran ayam dan penambahan rumen sapi pada kotoran sapi maka peneliti ingin melihat bagaimana pengaruh penambahan starter rumen sapi terhadap produksi biogas campuran kotoran ayam dan kotoran sapi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis temperatur dan tekanan, massa, dan kualitas nyala api dari hasil produksi biogas berbahan campuran kotoran ayam dan kotoran sapi dengan penambahan rumen sapi sebagai starter.

METODOLOGI PENELITIAN

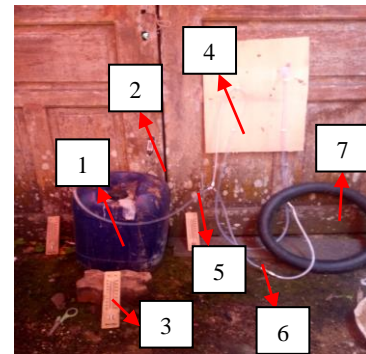
1. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Kelurahan Karang Joang, Kecamatan Balikpapan Utara, Kota Balikpapan dengan periode waktu bulan Januari-Juni tahun 2022. Kotoran ayam diambil dari peternakan ayam yang bertempat di Km. 18 Karang Joang, Balikpapan Utara, Kotoran sapi diambil dari seorang peternak bernama bapak Setia yang bertempat di Kampung Banyumas Km. 15 Kelurahan Karang Joang, Kecamatan Balikpapan Utara, dan rumen sapi diambil dari Rumah Potong Hewan (RPH) yang bertempat di Kelurahan Kariangau, Kecamatan Balikpapan Barat.

2. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan yaitu jerigen 25 liter, termometer, manometer-U, selang 1/4 inch, timbangan, karet ban, dan kran. Adapun bahan yang digunakan yaitu kotoran ayam, kotoran sapi, dan rumen sapi. Adapun rancangan digester biogas dapat dilihat pada Gambar 1, dimana 1) jerigen 25L sebagai tempat terjadinya proses fermentasi biogas, 2) termometer digital berfungsi untuk mengukur temperatur di dalam digester, 3) termometer kayu berfungsi untuk mengukur temperatur lingkungan, 4) manometer-U berfungsi untuk mengukur tekanan di dalam digester, 5) selang 1/4 inch sebagai media saluran biogas untuk keluar dari digester, 6) kran

berfungsi untuk menutup dan membuka jalur saluran biogas ke dalam ban, dan 7) karet ban berfungsi sebagai wadah biogas pada saat dilakukan pengukuran massa.



Gambar 1. Digester biogas

3. Rancangan Penelitian

Penelitian ini memiliki 3 variasi substrat campuran kotoran ayam dan kotoran sapi dengan total 75% dari kapasitas digester dan penambahan rumen sapi sebanyak 1 kg. Komposisi pencampuran substrat dapat di lihat pada Tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1. Komposisi campuran substrat

Substrat	Kotoran ayam(%)	Kotoran sapi(%)	Rumen sapi(%)
D1	25	75	10
D2	50	50	10
D3	75	25	10

4. Prosedur Pembuatan Biogas

Prosedur dalam pembuatan biogas berbahan campuran kotoran ayam dan kotoran sapi dengan penambahan rumen sapi sebagai starter, yaitu alat dan bahan yang ingin digunakan disiapkan untuk membuat biogas. Rumen sapi sebanyak 1 kg diencerkan menggunakan air dengan perbandingan 1:1. Rumen sapi yang telah diencerkan disaring menggunakan kain kemudian air rumen sapi yang telah disaring didiamkan di dalam wadah tertutup selama 3 hari. Selanjutnya, kotoran ayam dan kotoran sapi dicampurkan sesuai dengan variasi, yaitu (25% : 75%), (50% : 50%), dan (75% : 25%). Campuran kotoran ayam dan kotoran sapi diencerkan menggunakan air dengan perbandingan 1:2 kemudian starter rumen sapi dimasukkan ke dalam campuran dan diaduk hingga tercampur. Setelah tercampur dengan rata, substrat dimasukkan ke dalam digester dan ditutup dengan rapat sehingga tidak ada kebocoran. Proses fermentasi terjadi di dalam digester dan dapat dilakukan pengambilan data hasil produksi biogas.

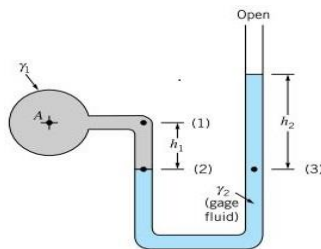
5. Prosedur Pengambilan Data

Pengambilan data dilakukan setelah substrat telah dimasukkan ke dalam digester dan dilakukan selama 20 hari. Adapun langkah-langkah dalam pengambilan data, yaitu temperatur digester dan temperatur lingkungan diukur menggunakan termometer digital dan termometer air raksa yang ditempatkan di dalam

dan di luar digester. Temperatur lingkungan diukur pada 3 titik, yaitu samping kiri digester, samping kanan digester, dan depan digester untuk setiap variasi kemudian hasilnya dirata-ratakan. Kemudian tekanan biogas diukur menggunakan manometer-U seperti pada Gambar 2 dengan melihat beda ketinggian fluida dan dihitung menggunakan Persamaan 1.

$$P_{\text{gas}} = \gamma_2 \cdot h_2 \quad (1)$$

Dimana, P_{gas} = Tekanan gas (Bar), γ_2 = Berat, spesifik fluida (kN/m^3), dan h_2 = Beda ketinggian fluida (m).



Gambar 2. Manometer tabung-U

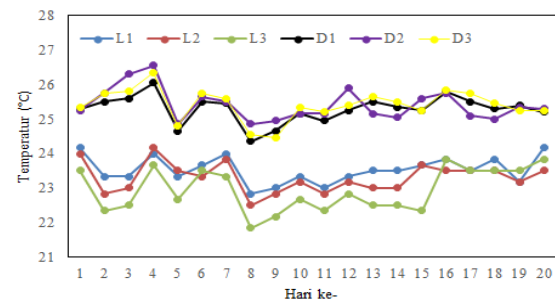
Massa biogas diukur dengan cara memasukkan gas ke dalam ban karet kemudian ditimbang menggunakan timbangan digital dan massa yang didapat dikurangi dengan massa ban karet dalam keadaan kosong sehingga didapatkan massa biogas. Kualitas nyala api dilihat dengan cara gas yang ada di dalam ban karet dialirkan untuk menghidupkan api dari lilin sehingga dapat dianalisis kualitas warna nyala apinya. Pengukuran data dilakukan 2 kali pada jam 06.00 WITA dan jam 18.00 WITA dalam sehari selama 20 hari. Untuk pengukuran temperatur dilakukan setiap 6 jam selama 20 hari.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Temperatur

Pada saat proses penelitian dimulai, maka temperatur lingkungan maupun temperatur digester mulai diukur dan dicatat setiap 6 jam selama 20 hari. Pengambilan data temperatur bertujuan untuk menganalisis pengaruh temperatur lingkungan dan temperatur digester terhadap produksi biogas. Hasil pengamatan temperatur dapat dilihat pada Gambar 3 dan Gambar 4. Temperatur lingkungan ditunjukkan pada 3 variasi, yaitu L1 adalah temperatur lingkungan pada digester variasi D1 ditunjukkan pada grafik berwarna biru, L2 adalah temperatur lingkungan pada digester variasi D2 ditunjukkan pada grafik berwarna merah, dan L3 adalah temperatur lingkungan pada digester variasi D3 ditunjukkan pada grafik berwarna hijau. Temperatur digester ditunjukkan pada 3 variasi, yaitu D1 adalah variasi komposisi massa 25% kotoran ayam dan 75% kotoran sapi ditunjukkan pada grafik berwarna hitam, D2 adalah variasi komposisi massa 50% kotoran ayam dan 50% kotoran sapi ditunjukkan pada grafik berwarna ungu, dan D3 adalah variasi komposisi

massa 75% kotoran ayam dan 25% kotoran sapi ditunjukkan pada grafik berwarna kuning.



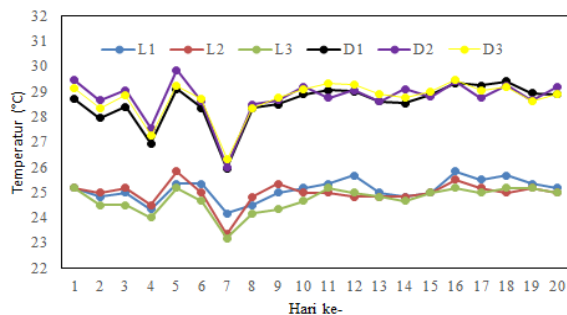
Gambar 3. Grafik temperatur pada pukul 06.00 WITA

Pada Gambar 3 dapat dilihat bahwa temperatur mengalami fluktuasi yang disebabkan perubahan kondisi cuaca yang berubah-ubah setiap hari. Cuaca hujan sangat mempengaruhi kondisi temperatur dimana hujan terjadi pada hari ke-2, ke-4, ke-7, ke-8, ke-12, ke-13, ke-14, ke-15, dan ke-19. Untuk temperatur lingkungan, pada hari ke-1 hingga ke-4 semua digester cenderung mengalami peningkatan temperatur di sekitarnya. Pada hari ke-5 temperatur mengalami penurunan pada setiap digester, akan tetapi di hari selanjutnya temperatur kembali mengalami kenaikan. Pada hari ke-11 hingga hari ke-20, temperatur lingkungan variasi D1 dan D2 cenderung stabil pada kisaran 23°C – 24°C . Untuk temperatur lingkungan variasi D3 cenderung stabil pada kisaran 22°C – 23°C pada hari ke-11 hingga hari ke-15 dan mengalami kenaikan pada hari ke-16, kemudian temperatur lingkungan cenderung stabil hingga hari ke-20.

Temperatur digester terlihat cukup tidak stabil dikarenakan adanya proses anaerob yang terjadi. Pada hari ke-5 temperatur mengalami penurunan pada setiap digester, akan tetapi di hari selanjutnya temperatur kembali mengalami kenaikan. Hal ini membuktikan bahwa temperatur digester dipengaruhi oleh kondisi temperatur lingkungan disekitarnya[5]. Pada hari ke-11 hingga hari ke-20, temperatur digester cenderung stabil pada kisaran 25°C – 26°C . Temperatur digester terbesar terjadi pada variasi D2 dihari ke-4 dengan nilai sebesar $26,55^{\circ}\text{C}$ dan temperatur digester terkecil terjadi pada variasi D1 di hari ke-8 dengan nilai sebesar $24,35^{\circ}\text{C}$. Proses anaerob yang terjadi di dalam digester umumnya terjadi pada dua kondisi, yaitu kondisi mesofilik dan kondisi termofilik. Kondisi mesofilik terjadi apabila temperatur di dalam digester berkisar 25°C – 40°C , sedangkan kondisi termofilik terjadi apabila temperatur di dalam digester mencapai lebih dari 40°C [6].

Pada Gambar 4 terlihat bahwa temperatur digester lebih tinggi dibandingkan dengan temperatur lingkungan. Pada hari ke-7 temperatur lingkungan mengalami penurunan yang sangat rendah. Hal ini disebabkan perubahan cuaca berupa hujan yang cukup lama sehingga temperatur menurun jauh dibandingkan dengan kondisi cuaca cerah. Pada hari ke-8 temperatur lingkungan kembali meningkat dan

pada hari ke-9 hingga hari ke-20 untuk temperatur lingkungan pada variasi D2 dan D3 cenderung stabil berkisar 24°C – 25°C. Untuk temperatur lingkungan pada variasi D1 pada hari ke-17 hingga hari ke-20 temperatur lingkungan cenderung stabil.



Gambar 4. Grafik temperatur pada pukul 18.00 WITA

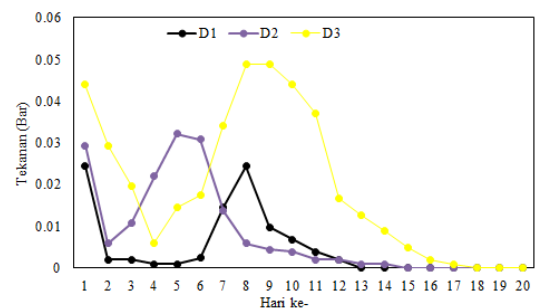
Untuk temperatur digester, pada hari ke-2 temperatur digester mengalami penurunan akan tetapi di hari ke-3 mengalami peningkatan temperatur. Pada hari ke-4 dan ke-7 temperatur mengalami penurunan yang sangat signifikan. Hal ini disebabkan oleh perubahan cuaca berupa hujan yang cukup lama sehingga temperatur menurun jauh dibandingkan dengan kondisi cuaca normal. Temperatur digester meningkat secara signifikan terjadi pada hari ke-5. Hal ini disebabkan kondisi cuaca yang panas dan material yang digunakan dalam membuat digester yaitu jerigen tidak baik dalam menahan panas sehingga temperatur di dalam digester cenderung lebih tinggi pada siang hari. Pada hari ke-8 hingga ke-20, temperatur digester cenderung stabil pada kisaran nilai sebesar 28,5°C – 29,5°C. Temperatur digester terbesar terjadi pada variasi D2 di hari ke-5 dengan nilai sebesar 29,85°C dan temperatur digester terkecil terjadi pada variasi D1 dengan nilai sebesar 25,95°C. Kenaikan pada temperatur akan membuat mikroorganisme aktif dan berkembang sehingga dapat menguraikan bahan organik lebih cepat dibandingkan dengan keadaan temperatur ruang [7].

2. Tekanan Biogas

Pengukuran tekanan bertujuan untuk menganalisis tekanan dari produksi biogas yang dihasilkan di dalam digester terhadap variasi campuran substrat. Hasil penelitian selama 20 hari, didapatkan data tekanan pada pukul 06.00 WITA dan pukul 18.00 WITA yang ditampilkan dalam bentuk grafik pada Gambar 5 dan Gambar 6.

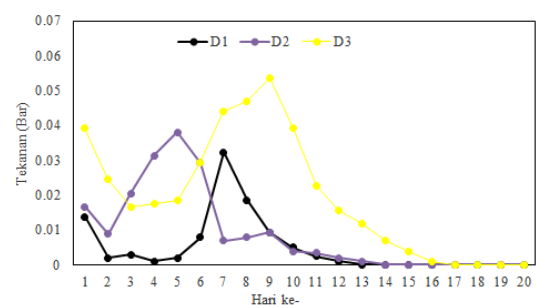
Pada Gambar 5 menunjukkan bahwa tekanan yang terjadi di dalam digester mengalami fluktuasi disebabkan oleh mikroorganisme yang selalu berkembang dan aktif setiap harinya. Di hari ke-1, tekanan yang dihasilkan pada semua variasi langsung tinggi disebabkan dari campuran starter yang diberikan. Penambahan starter rumen sapi umumnya dapat meningkatkan volume gas yang dihasilkan[8]. Pada variasi D1, Pada hari ke-7 tekanan yang dihasilkan meningkat dan mencapai tekanan puncak

pada hari ke-8 dengan nilai sebesar 0,027 bar. Pada hari ke-9 tekanan yang dihasilkan cenderung menurun hingga tekanan habis pada hari ke-13. Hal ini disebabkan karena mikroorganisme mulai kehabisan nutrisi yang terkandung dalam substrat sehingga tekanan yang dihasilkan selalu berkurang setiap harinya hingga habis. Pada variasi D2, di hari ke-2 tekanan yang dihasilkan menurun jauh, akan tetapi dihari ke-3 tekanan yang dihasilkan berangsur meningkat hingga mencapai puncaknya pada hari ke-5 dengan nilai sebesar 0,032 bar. Pada hari ke-6 tekanan yang dihasilkan berangsur menurun hingga tekanan habis pada hari ke-15. Pada variasi D3, Pada hari ke-5 tekanan berangsur meningkat dan mencapai tekanan puncak pada hari ke-9 dengan nilai sebesar 0,049 bar. Pada hari ke-10 tekanan yang dihasilkan berangsur menurun hingga tekanan habis pada hari ke-18. Jika tekanan di dalam digester telah habis itu artinya sudah tidak ada gas yang dihasilkan lagi.



Gambar 5. Grafik tekanan biogas pukul 06.00 WITA

Pada Gambar 6 tekanan yang dihasilkan pada variasi D1 cenderung stabil hingga hari ke-5. Pada hari ke-6 tekanan yang dihasilkan mulai meningkat dan mencapai tekanan puncak pada hari ke-7 dengan nilai sebesar 0,032 bar. Pada hari ke-8 tekanan berangsur menurun hingga tekanan habis pada hari ke-13 yang artinya sudah tidak ada lagi gas yang dihasilkan.



Gambar 6. Grafik tekanan biogas pukul 18.00 WITA

Pada variasi D2, pada hari ke-3 tekanan yang dihasilkan mulai meningkat dan mencapai tekanan puncak pada hari ke-5 dengan nilai sebesar 0,038 bar. Pada hari ke-7 hingga hari ke-9 tekanan cenderung stabil disebabkan kondisi cuaca sedang panas yang mengakibatkan temperatur di dalam digester tinggi sehingga mikroorganisme meningkat dalam menguraikan bahan organik. Pada hari selanjutnya tekanan berangsur menurun hingga tekanan habis

pada hari ke-14. Pada variasi D3, dihari ke-1 tekanan yang dihasilkan cukup tinggi disebabkan substrat bereaksi terhadap starter yang dicampurkan sehingga gas yang dihasilkan tinggi. Pada hari ke-6 tekanan yang dihasilkan cukup tinggi dan mencapai tekanan puncak pada hari ke-9 dengan nilai sebesar 0,054 bar. Pada hari ke-10 tekanan berangsur menurun hingga tekanan habis pada hari ke-17 yang menandakan sudah tidak ada gas yang dihasilkan. Jika biogas digunakan untuk kebutuhan rumah tangga, maka perlu adanya penambahan substrat pada saat tekanan mulai cenderung menurun. Permukaan batas antara substrat dengan gas yang lebih luas dapat menghasilkan tekanan biogas yang lebih tinggi dan fermentasi awal yang lebih cepat, untuk luas permukaan yang lebih kecil antara substrat dan gas akan membuat lebih sedikit tekanan dan fermentasi awal lebih lama [9].

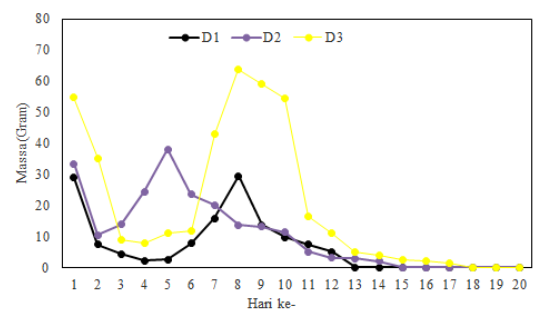
Data di atas menunjukkan bahwa tekanan yang dihasilkan pada pukul 18.00 WITA lebih tinggi dibandingkan tekanan yang dihasilkan pada pukul 06.00 WITA. Total tekanan pada pukul 18.00 WITA untuk variasi D1 sebesar 0,098 bar, variasi D2 sebesar 0,179 bar, dan variasi D3 sebesar 0,391 bar, sedangkan total tekanan pada pukul 06.00 WITA untuk variasi D1 sebesar 0,094 bar, variasi D2 sebesar 0,165 bar, dan variasi D3 sebesar 0,389 bar. Hal ini dikarenakan temperatur pada siang hari cukup tinggi dibandingkan pada malam hari sehingga aktivitas anaerob yang terjadi di dalam digester lebih meningkat dan produksi biogas yang dihasilkan lebih tinggi. Komposisi campuran juga mempengaruhi tekanan yang dihasilkan. Pada variasi D3 memiliki tekanan yang lebih tinggi dibandingkan dengan variasi lainnya. Hal ini disebabkan karena variasi D3 memiliki campuran kotoran ayam yang lebih banyak dibandingkan variasi lainnya. Kotoran ayam memiliki kandungan protein tinggi yang merupakan sumber energi sehingga mikroba yang ada dalam substrat memiliki nutrisi yang cukup melimpah mengakibatkan produksi biogas yang dihasilkan meningkat[10].

3. Massa Biogas

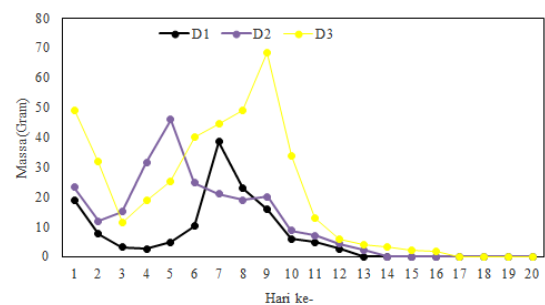
Pengukuran massa biogas menggunakan ban karet sebagai wadah dari biogas yang dihasilkan. Pengukuran massa biogas bertujuan untuk menganalisis produksi biogas yang dihasilkan terhadap variasi campuran substrat. Grafik massa biogas yang diambil pada pukul 06.00 WITA dan 18.00 WITA selama 20 hari yang ditunjukkan pada Gambar 7 dan Gambar 8.

Pada Gambar 7 menunjukkan bahwa massa biogas mengalami fluktuasi dikarenakan gas yang dihasilkan setiap harinya berbeda-beda. Pada hari ke-1 setiap variasi menghasilkan gas yang tinggi disebabkan pengaruh dari starter yang diberikan. Gas yang terbentuk pada hari ke-1 lebih banyak mengandung karbon dioksida (CO_2) dibandingkan dengan gas metana (CH_4). Hal ini disebabkan adanya proses respirasi aerob di dalam digester akibat dari penambahan starter sehingga pembentukan CO_2 yang tinggi[11]. Pada hari selanjutnya, gas yang dihasilkan

pada setiap variasi menurun. Pada variasi D1, produksi gas mulai meningkat pada hari ke-6 disebabkan mikroorganisme membutuhkan waktu dalam mengurai substrat untuk menghasilkan gas metana. Variasi D1 mengalami puncak produksi gas pada hari ke-8 dengan nilai sebesar 29,48 gram. Pada hari ke-9, produksi gas mengalami penurunan secara terus-menerus dan pada hari ke-13 produksi gas berhenti dikarenakan sudah tidak ada gas yang dihasilkan. Pada variasi D2, produksi gas meningkat di hari ke-3 dan mengalami puncak produksi gas pada hari ke-5 dengan nilai sebesar 37,99 gram. Pada hari ke-6, produksi gas berangsur menurun hingga pada hari ke-15 sudah tidak ada lagi gas yang dihasilkan. Pada variasi D3, produksi gas mulai meningkat pada hari ke-5. Pada hari ke-7, produksi gas meningkat secara signifikan hingga mengalami puncak produksi pada hari ke-8 dengan nilai sebesar 63,79 gram. Pada hari ke-9, produksi gas berangsur menurun dan sudah tidak menghasilkan gas lagi pada hari ke-18.



Gambar 7. Grafik massa biogas pukul 06.00 WITA



Gambar 8. Grafik massa biogas pukul 18.00 WITA

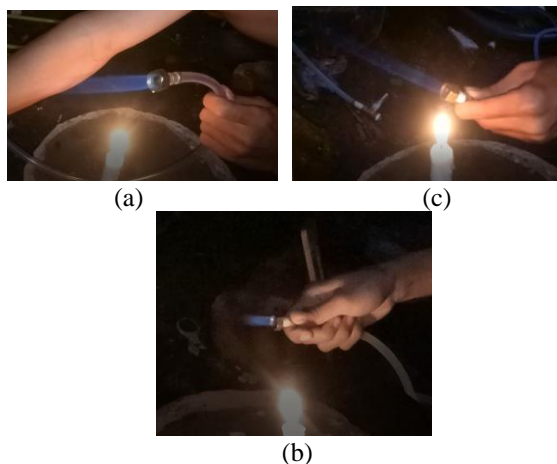
Pada Gambar 8 hari ke-2, gas yang dihasilkan pada setiap variasi menurun. Pada variasi D1, produksi gas mulai meningkat pada hari ke-5 disebabkan mikroorganisme membutuhkan waktu dalam mengurai substrat untuk menghasilkan gas metana. Variasi D1 mengalami puncak produksi gas pada hari ke-7 dengan nilai sebesar 38,56 gram. Pada hari ke-8, produksi gas mengalami penurunan secara terus-menerus dan pada hari ke-13 produksi gas berhenti dikarenakan sudah tidak ada gas yang dihasilkan. Pada variasi D2, produksi gas meningkat di hari ke-3 dan mengalami puncak produksi gas pada hari ke-5 dengan nilai sebesar 45,93 gram. Pada hari ke-6, produksi gas berangsur menurun hingga pada hari ke-14 sudah tidak ada lagi gas yang dihasilkan. Pada variasi D3, produksi gas mulai

meningkat pada hari ke-4. Produksi gas meningkat terus-menerus hingga mengalami puncak produksi pada hari ke-9 dengan nilai sebesar 68,32 gram. Pada hari ke-10, produksi gas berangsur menurun dan sudah tidak menghasilkan gas lagi pada hari ke-17. Penambahan campuran starter yang diberikan juga mempengaruhi hasil produksi biogas. Produk akhir dari proses fermentasi dapat dijadikan pupuk pertanian sehingga substrat menjadi bermanfaat [12].

Berdasarkan data diatas, diketahui bahwa variasi D3 menghasilkan massa biogas tertinggi dibandingkan dengan variasi D1 dan D2. Terlihat bahwa massa biogas tertinggi terjadi pada pukul 18.00 WITA dimana total massa biogas pada variasi D1 sebesar 138,04 gram, variasi D2 sebesar 234,94 gram, dan variasi D3 sebesar 401,14 gram, sedangkan total massa biogas pada pukul 06.00 WITA untuk variasi D1 sebesar 134,08 gram, variasi D2 sebesar 214,87 gram, dan variasi D3 sebesar 393,01 gram. Hal ini disebabkan karena temperatur tinggi yang baik dalam produksi biogas tetapi temperatur tidak melebihi temperatur optimum. Mikroorganisme dapat berkembang dengan baik apabila temperatur disekitarnya berkisar antara 20°C – 40°C dan temperatur optimum pada 28°C – 30°C [13].

4. Uji Nyala Api

Pengujian nyala api dilakukan bertujuan untuk menganalisis kualitas warna nyala api yang dihasilkan dari produksi biogas. Biogas yang dihasilkan ditampung ke dalam ban dan diuji nyala api setelah biogas telah memenuhi ban. Gambar 9 merupakan gambar hasil uji nyala api pada setiap variasi.



Gambar 9. Uji nyala api pada variasi (a) D1, (b) D2, dan (c) D3

Hasil uji nyala api pada Gambar 9 yang dilakukan menunjukkan bahwa setiap variasi mampu menghasilkan nyala api. Biogas yang terbentuk berhasil menyala api pada hari ke-6. Hal ini menunjukkan bahwa setiap variasi menghasilkan gas metan yang tinggi karena api yang dihasilkan berwarna biru. Secara umum, ketika dinyalakan, metana menghasilkan warna biru dan nyala api yang tidak mudah padam [14]. Pada gambar di atas dapat

dilihat bahwa variasi D1 memiliki warna nyala api yang lebih berwarna biru dibandingkan dengan variasi lainnya. Hal ini dikarenakan pada variasi D1, biogas yang dihasilkan mengandung gas metan yang lebih tinggi dibandingkan variasi lainnya. Faktor yang menyebabkan gas metan tinggi karena pada variasi D1 memiliki campuran kotoran ayam paling tinggi. Kotoran sapi mengandung bakteri penghasil metan lebih banyak dibandingkan dengan kotoran ayam.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka didapatkan kesimpulan penelitian ini, yaitu hasil pengukuran temperatur didapatkan bahwa temperatur sangat mempengaruhi hasil produksi biogas dimana temperatur pada pukul 18.00 WITA lebih baik dibandingkan temperatur pada pukul 06.00 WITA. Hal ini dikarenakan temperatur optimum cenderung terjadi pada pukul 18.00 WITA dan temperatur tertinggi terjadi pada variasi D2 dengan nilai 29,85°C. Hasil pengukuran massa dan tekanan biogas didapatkan bahwa nilai tertinggi terdapat dalam variasi D3 pukul 18.00 WITA pada hari ke-9 dengan masing-masing nilai sebesar 68,32 gram dan 0,054 bar dengan total massa dan tekanan biogas pada variasi D3 yaitu 401,14 gram dan 0,391 bar. Hasil pengujian nyala api didapatkan bahwa semua variasi menghasilkan gas metan yang tinggi dibuktikan dengan nyala api berwarna biru dan variasi D1 memiliki kualitas nyala api terbaik karena menghasilkan nyala api lebih berwarna biru.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Badan Pusat Statistik (BPS), 2021, Kota Balikpapan Dalam Angka, Kota Balikpapan.
- [2] Luthfianto, D. dan Mahajoenjo E, 2012, Pengaruh Macam Limbah Organik dan Pengenceran terhadap Produksi Biogas dari Bahan Biomassa Limbah Peternakan Ayam, *Bioteknologi*, Vol. 9 (1) pp. 18–25.
- [3] Budiyo, B., Widiasta, I. N., Johari, S. dan Sunarso, S., 2014, Increasing Biogas Production Rate from Cattle Manure Using Rumen Fluid as Inoculums, *Int. J. Sci. Eng.*, Vol. 6 (1) pp. 31–38.
- [4] Renilaili, 2019, Analisa Hasil Biogas Menggunakan Isi Rumen Sapi Sebagai Starter, *J. Tekno*, vol. 16 (1) pp. 38–46.
- [5] Putra, M. R. A, Mufarida, N. A. dan Nurhalim, N. 2020, Pengaruh Variasi Komposisi Starter Kotoran Sapi, Kotoran Ayam dan Campuran Kulit Pisang terhadap Kualitas Bahan Bakar Biogas Limbah Cair Tahu, *J-Proteksion*, Vol. 4 (2) pp. 6–11.
- [6] Afrian, C., Haryanto, A., Hasanudin, U. dan Zulkarnain, I., 2017, Produksi Biogas dari Campuran Kotoran Sapi dengan Rumput Gajah (*Pennisetum Purpureum*), *J. Tek. Pertanian Lampung*, Vol. 6 (1) pp. 21–32.
- [7] Rezeki, S., Ivontianti, W. D., dan Khairullah, A., 2021, Optimasi Temperatur pada Produksi Biogas dari Limbah Rumah Makan di Kota

- Pontianak, *J. Engine Energi, Manufaktur, dan Mater.*, Vol. 5 (1) pp. 32–38.
- [8] Basri, E. 2016, Potensi dan Pemanfaatan Rumen Sapi Sebagai Bioaktivator, in *Prosiding Seminar Nasional Agroinovasi Spesifik Lokasi Untuk Ketahanan Pangan Pada Era Masyarakat Ekonomi ASEAN*, (1) pp. 1053–1059.
- [9] Sholeh, A., Al-Janan, D. H., dan Sunyoto, 2012, Analisis Komposisi Campuran Air dengan Limbah Kotoran Sapi dan Peletakan Posisi Digester terhadap Tekanan Gas yang Dihasilkan, *J. Mech. Eng. Learn.*, Vol. 1 (1).
- [10] Inpurwanto, 2012, Produksi Biogas dari Limbah Peternakan Ayam dengan Penambahan Beban Organik dan Waktu Tinggal Hidraulik pada Biodigester Anaerob Sistem Kontinyu, Universitas Sebelas Maret.
- [11] Setiawan, W. 2020, Pengaruh Penambahan Molase Terhadap Komposisi Gas yang Dihasilkan dari Proses Digestifikasi Kotoran Sapi, Universitas Mataram.
- [12] Boysan, F., Özer, Ç., Bakkaloğlu, K. dan Börekçi, M. T., 2015, Biogas Production from Animal Manure, *J. Eng. Sci. Technol.*, Vol. 10 (6) pp. 722–729.
- [13] Rahmadi, H. 2021, Pengaruh Perbandingan Campuran 50 % Limbah Sawit dan 50 % Kotoran Sapi terhadap Proses Terjadinya Biogas, *Indones. J. Mech. Eng. Vocat.*, Vol. 1 (1) pp. 35–41.
- [14] Sanjaya, D. dan Haryanto, A. 2015, Biogas Production From a Mixture of Cow Manure With Chicken Manure, *Tek. Pertan. Lampung*, Vol. 4 pp. 127–136.