

ANALISIS CAMPURAN SUBSTRAT KOTORAN SAPI DAN LIMBAH ORGANIK PASAR TERHADAP PRODUKTIVITAS BIOGAS

- 1,3) Tenaga Pengajar Prodi Teknik Mesin, Institut Teknologi Kalimantan, Jl. Soekarno Hatta, Km 15, Karang Joang, Balikpapan Utara, Kota Balikpapan, Kalimantan Timur 76127.
- 2) Tenaga Pengajar Prodi Mesin Otomotif, Politeknik Negeri Tanah Laut, Jl. A Yani Km 6, Ds. Panggung, Palaihari Kalsel, 70815.
- 4) Mahasiswa Prodi Teknik Mesin, Institut Teknologi Kalimantan, Jl. Soekarno Hatta, Km 15, Karang Joang, Balikpapan Utara, Kota Balikpapan, Kalimantan Timur 76127.

Corresponding email ¹⁾ :
faisal86@lecturer.itk.ac.id

Received: 02.04.2022
Accepted: 10.06.2022
Published: 28.06.2022

©2022 Politala Press.
All Rights Reserved.

Faisal Manta ¹⁾, Kurnia Dwi Artika ²⁾, Doddy Suanggana ³⁾,
Putra Dilto Tondok ⁴⁾

Abstrak. Kota Balikpapan menghasilkan sampah 350 ton pada tahun 2020 dengan peningkatan 10% setiap tahunnya, Keberadaan sampah organik berlimpah dan kontinyu sebagai potensi sumber energi biogas. Maka dilakukan penelitian terhadap campuran substrat biogas yaitu limbah peternakan dan limbah pasar. Tiga variasi substrat kotoran sapi terhadap limbah pasar pada digester dA, dB dan dC yaitu dA 40% :30%, dB 30% : 40% dan dC 35%: 35% dengan kandungan air 30%. Parameter penelitian temperatur lingkungan sekitar digester, tekanan didalam digester, massa gas hasil digester dan nyala api. Diketahui bahwa penambahan substrat kotoran sapi menghasilkan tekanan lebih tinggi dengan waktu singkat yaitu pada pengukuran pukul 10:00 pagi yaitu tekanan digester dA 0.062 bar di hari ke-3 dan massa 0.6 gr di hari pertama. Pada digester dB nilai tertinggi 0.052 bar dan 0.5 gr di hari ke-4, serta 0.061 bar dan 0.5 gr di hari ke-4 untuk digester dC, nyala api dominan biru setiap digester.

Kata Kunci: Biogas, digester, kotoran sapi, sampah organik

Abstract. Balikpapan produces for about 350 ton of waste in 2020 with approximately 10% increase every year. The abundance of Organic Waste is the opportunity for a potential Biogas Energy Source. Then a research was conducted with Biogas Substrate Compound, which is Farming Waste and Market Waste on da digester, db and dc, with each ratio: dA with 40%:30%, dB with 30%:40% and dC with 35%:35%, also with each additional of 30% water. Research parameters are immediate surroundings of digester, inside pressure, output gas mass and fire ignition. It is known that the addition of Cow dung waste generates higher pressure and shorter measurement time on 10:00 AM, which are dA pressure at 0.062 bar on the third day with the mass of 0.6 gr on the first day. Meanwhile dB digester produces 0.052 bar pressure and 0.5 gr mass on the fourth day, and lastly dC digester produces 0.061 bar pressure and 0.5 gr mass respectively on fourth day with blue flame used in each digester.

Keywords: Biogas, digester, cow dung, organic waste

To cite this article: <https://doi.org/10.34128/je.v9i1.192>

1. Pendahuluan

Permasalahan global yang selalu dihadapi oleh negara berkembang tidak terkecuali Indonesia adalah sampah. Pemindahan Ibu Kota Negara (IKN) Indonesia ke Kalimantan Timur juga merupakan tantangan bagi daerah-daerah sekitarnya untuk dapat menjawab permasalahan sampah tersebut. Balikpapan sebagai kota penyangga IKN memiliki pengaruh yang sangat besar, berdasarkan data diketahui bahwa sampah yang masuk ke tempat pembuangan akhir (TPA) Manggar rata-rata per hari mencapai 350 ton di tahun 2020 dengan peningkatan sekitar 10% di setiap tahunnya[1].Pengolahan sampah berbahaya dan beracun membutuhkan penanganan khusus, namun untuk sampah organik dapat dilakukan oleh setiap kelompok masyarakat. Pengolahan sampah organik yang dapat diterapkan di Indonesia adalah dekomposting untuk menghasilkan biogas [2]. Limbah cair sampah dapat digunakan sebagai sumber biogas [3]. Kandungan bahan organik yang

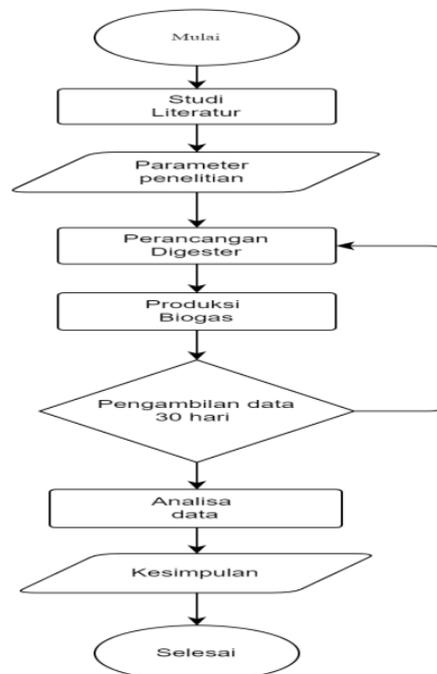
tinggi pada limbah cair akan mencemari kehidupan organisme air jika dibuang tanpa pengolahan. Tingginya bahan organik sebagai indikasi dapat dimanfaatkan sebagai biogas melalui proses anaerobik[4].

Biogas merupakan salah bentuk energi biomassa karena memiliki sumber energi dari pengolahan bahan organik seperti limbah peternakan, pertanian, perkumhungan, industri dan sampah rumah tangga. Biogas memiliki kelebihan yaitu keberadaan sampah organik yang berlimpah dan kuantitinya, serta aman bagi lingkungan sekitarnya. Maka hal tersebut menjadi faktor utama mengapa biogas dipertimbangkan sebagai sumber energi masa depan[5]. Proses degradasi anaerobik merupakan metode pembentukan biogas sebagai sumber energi masa depan[6]. Hidrolisis, asidogenesis and metanogenesis merupakan tahapan dalam proses degradasi anaerobik. Molekul yang lebih kecil terbentuk dari pemecahan molekul yang lebih besar dan kompleks terjadi pada hidrolisis. Pembentukan karbon organik hydrogen dan kabondioksida melalui proses fermentasi dan oksida anaerobik pada tahap asidogenesis. Rantai asam lemak dan asam asetat merupakan sisa proses fermentasi asidogenesis. Metana dan karbondioksida merupakan hasil proses fermentasi metanogenesis dari asam asetat, sehingga keberadaan asam asetat menjadi sangat penting dalam pemetukan biogas[7].

Potensi limbah kotoran sapi yaitu seekor sapi dewasa dapat menghasilkan 24 kg kotoran setiap harinya. Kotoran sapi merupakan starter yang baik dan banyak digunakan sebagai bahan baku untuk produksi biogas serta kotoran sapi memiliki rasio C/N ideal untuk produksi biogas[8]. Kandunga unsur hara pada kotoran sapi berbeda untuks setiap daerah sangat dipengaruhi cara pemeliharaan dan makanannya [9] Komposisi yang optimum untuk kotoran sapi dan limbah organik adalah 50:50 dalam produksi biogas, perlakuan penghalusan secara mekanik terhadap material organik mampu meningkatkan produksi biogas[2]. Peningkatan produksi biogas juga dapat dilakukan dengan melakukan proses pengadukan dalam digester[10]. Penurunan persentasi campuran kotoran sapi kurang dari 60% menyebabkan api tidak bisa menyala dalam pengujian nyala api [8]. Kandungan metana (CH₄) yang tinggi sebagai indikator keberhasilan proses fermentasi pada biogas. Biogas berkualitas baik memiliki kandungan metana sekitar 55-70%, serta dapat dilihat dengan cara membakar biogas dan mengamati nyala api yang dihasilkan[11]. Setiap hari bahan baku biogas perlu ditambahkan ke digester sesuai kapasitas untuk menjaga keberlangsungan produksi gas metana[12].

2. Metodologi

Penelitian menggunakan studi eksperiman yang dilakasanan selama 5 bulan yaitu pada Oktober 2020 hingga Maret 2021. Penelitan berlokasi di Labortorium Institut Teknologi Kalimantan dan menggunakan diagram alir seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir

Penelitian dimulai dengan mengumpulkan referensi dan jurnal terkait biogas yaitu jenis bahan, komposisi dan kombinasi. Bahan lokal digunakan pada penelitian ini, limbah organik berupa kulit buah dan sayur diperoleh dari pasar lokal dan kotoran sapi diperoleh dari kelompok tani ternak yang berada di sekitar kampus Intitut Teknologi Kalimantan (ITK). Tahap berikutnya adalah perancangan prototipe digester yang mampu menampung

hingga 20 liter substrat. Derigen dengan kapasitas 25 liter digunakan sebagai digester dan alat ukur manometer, thermometer dan timbangan. Ban dalam digunakan sebagai media untuk menyimpan hasil produksi biogas, sebelum di timbang dan di uji nyala api. Perancangan dan pembuatan digester pada penelitian ini seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. Prototipe digester

Pada Gambar 2 ditunjukkan (1) jerigen sebagai digester tempat penyimpanan substrat dan terjadi proses anaerob, (2) manometer air sebagai alat ukur tekanan di dalam digester, (3) katup sebagai saluran untuk menghubungkan biogas dari digester ke ban dalam, (4) ban dalam sebagai tempat penyimpana biogas saat dilakukan pengukuran massa biogas dan uji nyala api. Pengukuran temperature digester dan temperatur lingkungan menggunakan thermometer *gun*.

Pengujian digester dilakukan dengan cara memberikan udara bertekanan hingga mencapai nilai tertentu kemudian ditutup selama 3 x 24 jam. Pengamatan terhadap barometer digester dilakukan selama 3 x 24, indikasi terjadi kebocoran adalah jika tekanan pada barometer digester menunjukkan penurunan nilai. Tekanan digester ditemukan tetap dan stabil dalam waktu 3x24 jam, maka dapat dinyatakan bahwa digester dapat digunakan untuk penelitian.

Persiapan substrak yaitu kotoran sapi dan limbah pasar. Kotoran sapi diperoleh dari kelompok tani lokal dengan tujuan bahwa kondisi kotoran sapi adalah baru, artinya tidak lebih dari 24 jam sejak kotoran sapi di buang oleh hewan ternak. Limbah organik berupa sayur dan kulit buah diperoleh dari pasar lokal dalam kondisi segar dan dilakukan pemotongan kasar untuk memudahkan memasukkan kedalam digester. Pencampuran substrat dilakukan di luar digester dengan melakukan pengadukan dengan komposisi campuran seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi campuran pada digester

No	Kode digester	Komposisi (%)		
		Kotoran sapi	Limbah organik	Air
1	Digester A (dA)	40	30	30
2	Digester B (dB)	30	40	30
3	Digester C (dC)	35	35	30

Penelitian menggunakan tiga komposisi campuran yaitu digester A (dA), digester B (dB) dan digester C (dC). Digester dA memiliki campuran kotoran sapi, limbah organik dan air secara berurutan adalah 40%:30%:30%. Digester dB memiliki campuran kotoran sapi, limbah organik dan air secara berurutan adalah 30%:40%:30%. Digester dC memiliki campuran kotoran sapi, limbah organik dan air secara berurutan adalah 35%:35%:30%. Pencampuran masing komposisi substrat dilakukan di luar digester dengan proses pengadukan secara konvensional selama 1 menit, kemudian di masukkan ke dalam masing-masing digester sepeti pada Gambar 3.



Gambar 3. Proses pencampuran dan pemasukkan substrat ke dalam digester

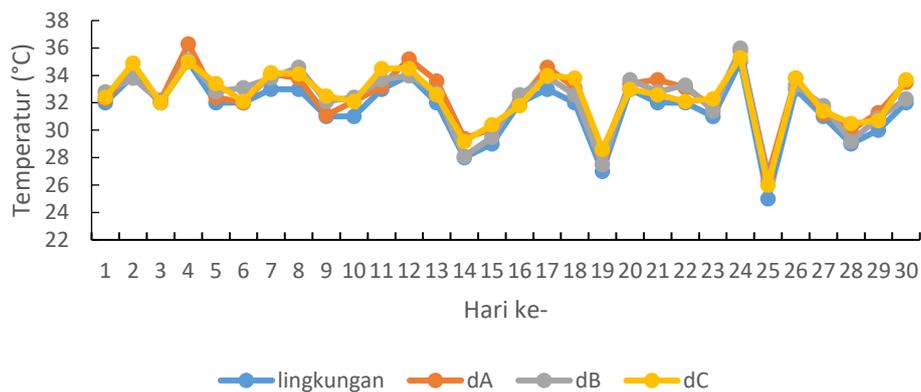
Pengambilan data berupa temperatur digester, temperatur lingkungan, tekanan digester, massa biogas dan nyala api dilakukan secara berlanjut selama 30 hari dan menggunakan 2 waktu pengambilan data yaitu pukul 10:00 dan 17:00 seperti pada Tabel 2. Pengambilan data selama 30 hari berlanjut bertujuan untuk menemukan waktu puncak produksi dan kecepatan produksi biogas. Waktu pengambilan dengan 2 waktu bertujuan untuk mengetahui pengaruh temperatur lingkungan yaitu saat siang dan malam hari, terhadap produksi biogas pada digester.

Tabel 2. Tabel pengambilan data

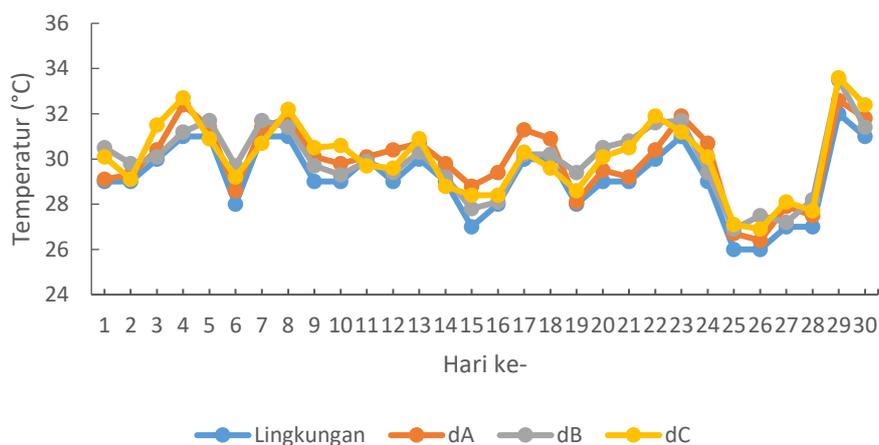
Hari ke	Waktu	Temperatur (°C)			Massa biogas (gr)			Tekanan (bar)			Nyala api			
		Lingkungan	dA	dB	dC	dA	dB	dC	dA	dB	dC	dA	dB	dC
1	10:00													
	17:00													
....														
30	10:00													
	17:00													

3. Hasil dan Pembahasan

Pengukuran temperatur lingkungan dan temperatur digester dA, dB dan dC selama 30 hari di plot dalam grafik perubahan temperatur terhadap hari seperti pada Gambar 4 dan Gambar 5. Gambar 4 merupakan hasil pengukuran di waktu 10:00 dan Gambar 5 pengukuran di waktu 17:00.



Gambar 4. Pengukuran temperatur lingkungan dan digester pada pukul 10:00



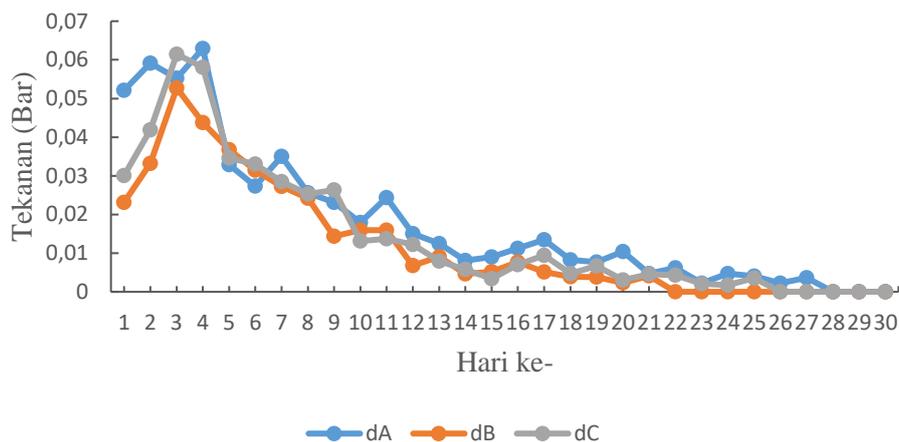
Gambar 5. Pengukuran temperatur lingkungan dan digester pada pukul 17:00

Pada Gambar 4 terlihat bahwa temperature pada 10 hari pertama memiliki trend yang cukup stabil yaitu antara 32-36°C, setelah hari ke-10 terlihat grafik mulai mengalami penurunan secara perlahan. Pada 10 hari pertama digester dA dan dC memiliki rata-rata temperatur harian tertinggi secara bergantian yaitu 33.27 °C dan 33.33 °C, kemudian diikuti oleh digester dB yaitu 33.0°C. tinggi temperature tersebut diduga dikarenakan

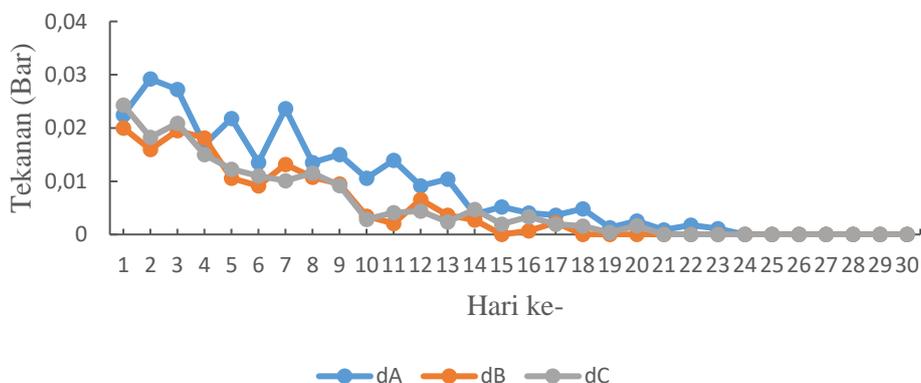
komposisi kotoran sapi yang lebih banyak pada digester dA dan dC, sehingga reaksi anaerob lebih cepat terjadi dan meningkatkan temperatur lebih tinggi. Pada 10 hari kedua telah terjadi penurunan rata-rata temperatur pada digester dA dan dC yaitu 32.3 °C dan 32.24 °C. Hal ini diduga karena semakin berkurangnya substrat organik yang merupakan sumber makanan bakteri pengurai anaerob. Pada 10 hari ketiga penurunan yang terjadi pada digester dA dan dC semakin jauh yaitu hingga mencapai 31.8 dan 31.73, namun pada digester dB bertahan pada temperature 32.8. Temperatur pada digester dB lebih lama bertahan diduga karena kadar substrat organik yang dimiliki lebih banyak, sehingga bakteri memiliki cukup sumber makanan untuk tetap melakukan reaksi anaerob.

Pada Gambar 5 pengambilan data dilakukan pada pukul 17:00, sehingga digester terpapar oleh cuaca panas siang hingga sore hari. Pada grafik menunjukkan pola yang serupa yaitu memiliki temperatur tertinggi 10 hari pertama dan kemudian perlahan menurun. Pada 10 hari pertama temperatur digester dA, dB dan dC berturut adalah 30.51, 30.01 dan 30.7, tampak bahwa digester dB memiliki rata-rata temperatur terendah. Nilai ini diduga karena persentasi kotoran sapi yang lebih kecil dibandingkan yang lain, sehingga membutuhkan waktu lebih panjang untuk dapat melakukan reaksi anaerobik. Hal tersebut tampak pada terperatur 10 hari kedua tercatat rata-rata nilai digester dA, dB dan dC berturut-turut adalah 29.4, 29.9 dan 29.5. Pada nilai 10 hari kedua digester dB baru memulai reaksi anaerob diduga bakteri telah berkembang dengan jumlah yang cukup, dimana pada digester dA dan dC bahan organik sebagai sumber makanan bakteri telah berkurang sehingga menghambat kecepatan reaksi anaerob. Pada 10 hari ketiga nilai berturut-turut adalah 29.1, 29.85 dan 29.4 untuk digester dA, dB dan dC, terlihat bahwa temperatur semakin berkurang di semua digester diduga penurunan kecepatan reaksi di semua digester, namun pada digester dB masih memiliki cukup substrat organik. Pada Gambar 4 dan Gambar 5 pengaruh temperatur lingkungan siang dan malam tidak memberikan nilai yang significant, masih didominasi oleh persentasi campuran substrat pada setiap digester.

Pengukuran tekanan biogas pada digester dA, dB dan dC selama 30 hari di plot dalam grafik tekanan terhadap hari seperti pada Gambar 6 dan Gambar 7



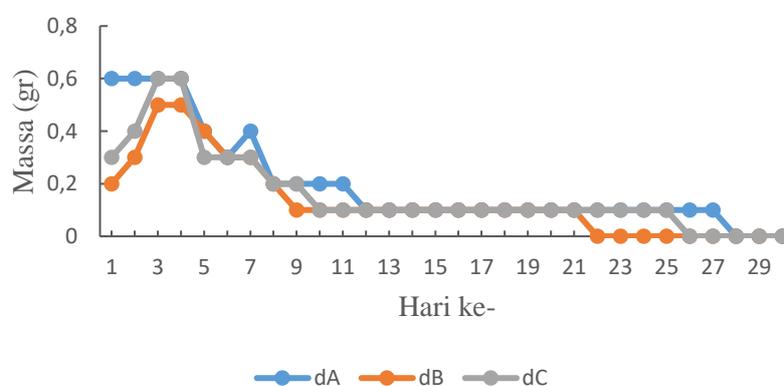
Gambar 6. Pengukuran tekanan digester pada pukul 10:00



Gambar 7. Pengukuran tekanan digester pada pukul 17:00

Pada Gambar 6 tekanan adalah gas terukur pada waktu 10:00, memiliki pola umum menurun dan di setiap nilai masih tampak berfluktuasi. Pola yang menurun terjadi di 10 hari pertama pengambilan data, setelahnya terlihat stabil di nilai yang relative sama. Penurunan tersebut diduga produksi biogas pada digester terus berkurang dari hari-kehari dengan nilai tertinggi terjadi di hari ke 3-4 untuk setiap digester. Pada 10 hari pertama diketahui bahwa digester dA memiliki tekanan tertinggi di hari ke-4 yaitu 0.062 bar dengan tekanan rata-rata mencapai 0.39 bar, digester dC memiliki tekanan tertinggi di hari ke-3 yaitu 0.061 bar dengan tekanan rata-rata menapai 0.035 bar dan digester dB tekanan tertinggi di hari ke-3 yaitu 0.052 bar dengan tekanan rata 0.030 bar. Perbedaan nilai dari setiap digester ini menunjukkan adanya pengaruh komposisi substrat terhadap jumlah dan kecepatan produksi biogas. Terlihat bahwa dengan campuran kotoran sapi yang lebih banyak mendorong produksi biogas lebih banyak, tampak pada tekanan digester yang lebih tinggi dan nilai tertinggi tersebut tercapai pada waktu yang relatif singkat. Namun rata-rata nilai tekanan yang dimilikisetiap digestes pada 10 hari pertama relatif sama. Fenomena tersebut diduga karena jumlah bakteri yang dicampur ke dalam setiap digester berbeda, kotoran sapi sebagai sumber bakteri sehingga dengan komposisi kotoran sapi yang tinggi maka bakteri yang tersedia pada awal proses juga memiliki jumlah yang lebih banyak. Jumlah bakteri yang cukup banyak tersebut meningkatkan kecepatan dan produksi biogas terutama pada digester dA dan dC. Pada 10 hari kedua pengambilan data ditemukan bahwa tekanan tertinggi terdapat pada digester dB yaitu 0.024 bar, sedangkan pada digester dA dan dC masing-masing bernilai 0.015 bar dan 0.013 bar. Nilai tersebut menunjukkan bahwa jumlah substrat limbah organik yang tinggi akan mendorong keberlanjutan produksi biogas, mampu menahan kecepatan penurunan produksi biogas. Pada 10 hari ketiga terlihat bahwa digester dA, dB dan dC telah tidak memproduksi biogas karena tekanan pada setiap digester telah mencapai nilai 0 dibeberapa hari terakhir pengambilan data.

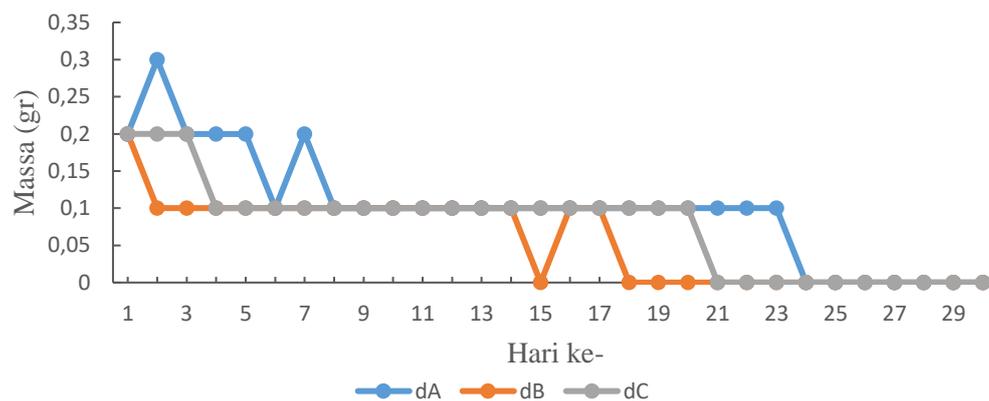
Pada Gambar 7 tekanan digester yang diukur pada pukul 17:00, memiliki pola yang menurun secara perlahan pada 10 hari awal pengambilan data dan mencapai nilai 0 di akhir pengambilan data pada 10 hari kedua kemudian terus berlanjut hingga akhir pengambilan data yaitu 10 hari ketiga. Terjadi perbedaan nilai yang jelas pada 10 hari pertama pada setiap digester diduga karena pengaruh temperatur lingkungan yang berdampak terhadap produksi biogas. Pada 10 hari pertama, jelas terlihat terjadi fluktuasi yang cukup besar, terutama pada digester dengan kandungan kotoran sapi yang tinggi yaitu dA. Nilai tekanan tertinggi pada setiap digester di 10 hari pertama adalah 0.029, 0.019 dan 0.024 untuk dA, dB dan dC, semua pada hari pengambilan ke-1, kecuali nilai dA dihari ke-2. Nilai rata-rata tekanan pada 10 hari pertama untuk setiap digester adalah 0.019, 0.013 dan 0.013, secara berurutan untuk dA, dB dan dC, terlihat bahwa produksi biogas pada digester dA lebih banyak terukur pada tekanan rata-rata digester. Nilai ini diduga pengaruh terhadap kadar campuran kotoran sapi yang lebih banyak sehingga mendorong reaksi anaerob terjadi lebih cepat untuk menghasilkan biogas. Pada 10 hari kedua tekanan tertinggi pada setiap digester adalah 0.013, 0.006, 0.004 dan diperoleh pada hari ke-1, ke-2 dan ke-4 secara berurutan untuk digester dA, dB dan dC. Tekanan rata-rata untuk 10 hari kedua pada setiap digester adalah 0.005, 0.001, 0.002. Pada 10 hari kedua diketahui bahwa nilai tekanan tertinggi dan tekanan rata-rata ditemukan pada digester dA di hari ke-1 hal tersebut menandakan bahwa frekuensi reaksi anaerob pada digester dA telah berkurang dengan berjalannya waktu. Tekanan pada digester dB dan dC tidak menunjukkan peningkatan dengan berjalannya waktu, indikasi bahwa tidak ada peningkatan reaksi anaerob, walaupun telah diberikan jumlah substrat sampah organik yang lebih banyak. Populasi bakteri yang tidak berkembang biak disebabkan oleh kurangnya unsur gula sebagai sumber pakan bakteri atau pencemaran substrat oleh zat yang mampu menghambat pertumbuhan bakteri seperti kaporit dan sejenisnya. Pada 10 hari terakhir tampak bahwa tekanan di setiap digester telah mencapai nilai nol, tidak ada aktifitas reaksi anaerob lagi. Maka diketahui bahwa kadar subsrat yang dimasukkan kedalam digester hanya mampu bereaksi selama 20 hari untuk setiap varaisi, karena populasi bakteri telah jauh berkurang pada hari ke-20 sehingga dibutuhkan penambahan bahan substrat.



Gambar 8. Pengukuran massa biogas dari digester pada pukul 10:00

Pada Gambar 8 merupakan pengukuran massa biogas pada pukul 10:00 diperoleh bahwa nilai yang cukup tinggi di awal pengambilan data kemudian turun secara perlahan hingga mencapai nilai cenderung statis, kemudian mencapai nilai terendah di akhir waktu pengambilan data. Nilai digester dA secara umum masih tertinggi diantara digester lainnya. Pada 10 hari pertama pengukuran massa biogas tercatat nilai tertinggi untuk setiap digester adalah 0.6, 0.5, 0.5 secara berurutan untuk digester dA, dB dan dC. Nilai tertinggi pada digester dA tercatat sejak hari ke-1 hingga hari ke-4 pengukuran, sedangkan digester dB dan dC tercatat hanya di hari ke-4 kemudian turun secara perlahan hingga mencapai hari ke-10 yaitu 0.2 untuk setiap digester. Nilai rata-rata pada 10 hari pertama adalah 0.41, 0.29 dan 0.33. Pada 10 hari kedua tercatat nilai tertinggi 0.2, 0.1 dan 0.1 untuk digester dA, dB dan dC, dengan nilai rata-rata adalah 0.1 untuk setiap digester. Pada 10 hari berikutnya nilai tertinggi setiap digester adalah 0.1 dan disini nilai 0 tercatat mulai hari ke-5.

Pada Gambar 8 tercatat pada 10 hari pertama merupakan nilai tertinggi sebagai indikasi bahwa kecepatan reaksi dan jumlah populasi bakteri anaerob cukup banyak, sehingga berpengaruh terhadap jumlah biogas yang dihasilkan. Pada digester dA nilai tertinggi tercatat mulai dari hari ke-1 hingga hari ke-4, merupakan pengaruh kadar kotoran sapi mampu meningkatkan kapasitas produksi biogas. Pada variasi dB dan dC mampu mencapai nilai yang sama, namun membutuhkan waktu yang lebih panjang dan durasi yang lebih singkat, sesuai data bahwa hanya pada hari ke-4 diperoleh nilai yang sama pada dB dan dC. Hal tersebut menunjukkan bahwa butuh waktu bagi bakteri untuk dapat berkembang sehingga mencapai jumlah yang mampu meningkatkan produksi biogas. Pada 10 hari ke dua dan ketiga penurunan terjadi hingga mencapai nilai nol di hari ke-25 karena diduga jumlah bakteri dan gula sebagai makanan bakteri telah berkurang, sehingga produksi biogas menurun.



Gambar 9. Pengukuran massa biogas dari digester pada pukul 17:00

Pada Gambar 9 merupakan pengukuran massa biogas pada pukul 17:00, diperoleh bahwa nilai pada digester dA menunjukkan peningkatan terutama di awal pengambilan data. Digester dB dan dC memperlihatkan fenomena yang sama dengan nilai yang lebih kecil. Pada pengambilan data di periode berikutnya semua digester menunjukkan penurunan secara berkala, dimana nilai terendah di capai pada waktu yang berbeda untuk setiap digester. Pada 10 hari pertama tercatat massa tertinggi 0.3, 0.2, 0.2 secara berurutan untuk digester dA, dB dan dC, pada hari ke-2 untuk digester dA dan hari ke-1 untuk digester dB dan dC dengan lama waktu setiap digester adalah 1 hari. Massa rata-rata tercatat 0.17, 0.11 dan 0.13 untuk digester dA, dB dan dC. Pada 10 hari berikutnya terlihat bahwa nilai massa maksimum berkurang hingga mencapai 0.1 untuk setiap digester dan nilai massa rata-rata tercatat sekitar 0.1 untuk setiap digester. Pada 10 hari ke tiga tekana maksimum dan tekanan rata-rata setiap digester telah mencapai nol, pada digester dA di hari ke-3 dan digester dB dan dC sejak hari ke-1.

Pada 10 hari pertama tercatat nilai massa pada digester dA adalah tertinggi dihari ke-2 yaitu 0.3 dimana nilai digester lainnya sejak hari ke-1 yaitu 0.2. Peningkatan nilai ini dikarenakan kandungan kotoran sapi yang lebih tinggi pada digester dA dan pengaruh temperatur lingkungan. Pada digester dB dan dC massa gas yang dihasilkan lebih sedikit terlihat dari nilai rata-rata gas yang tercatat, karena kadar substrat mampu meningkatkan kecepatan reaksi anaerob tapi juga kapasitas produksi gas, semakin tinggi kadar kotoran sapi akan semakin tinggi nilai massa dan waktu produksi biogas. Nilai massa gas terus menurun karena produksi biogas melambat dikarenakan populasi bakteri yang berkurang menyebabkan penurunan kecepatan reaksi anaerob, hal ini juga

dikarenakan unsur gula telah habis di perionde awal dan diduga terdapat unsur menghambat perkebangbiakan bakteri seperti kaporit dan pestisida didalam digester.



digester dA

digester dB

digester dC

Gambar 10. Pengujian nyala api

Pada Gambar 10 merupakan pengujian nyala api untuk memprediksi kandungan biogas yang dihasilkan oleh digester dA, dB dan dC. Pengujian dilakukan dengan mengalirkan gas dari dalam digester menuju sumber api yaitu kompor gas. Maka diperoleh nyala api sesuai Gambar 10 yaitu nyala api untuk digester dA, dB dan dC memiliki warna biru yang dominan ini sebagai indikasi bahwa kandungan metana (CH_4) lebih dari 60% karena tingkat warna biru pada nyala api sebagai indikasi kemurnian kandungan metana pada gas.

4. Kesimpulan

Pada penelitian disimpulkan bahwa produksi biogas dipengaruhi oleh kandungan substrat, semakin tinggi kadar kotoran sapi sebagai sumber bakteri pengurai, maka akan semakin tinggi kecepatan reaksi anaerob dan pada temperatur kerja optimum yaitu diatas $30^{\circ}C$, sehingga mampu meningkatkan produksi biogas. Tercatat pengukuran pukul 10:00 pagi nilai tekanan dan massa pada digester dA yaitu 0.062 bar dihari ke-3 dan 0.6 gr di hari pertama. Pada digester dB dan dC reaksi berlangsung lebih lambat sehingga tekanan dan massa yang terukur dalam digester lebih kecil yaitu nilai tertinggi tercatat 0.052 bar dan 0.5 gr di hari ke-4 untuk digester dB, serta 0.061 bar dan 0.5 gr di hari ke-4 untuk digester dC. Pengujian nyala api pada gas hasil digester dA, dB dan dC menunjukkan mampu terbakar dengan warna api dominan biru.

Daftar Pustaka

- [1] S. Pendahuluan, "Outline Business Case untuk Pengelolaan Sampah Manggar KPBU dalam Sektor Pengelolaan Sampah."
- [2] M. A. Fitri and T. K. Dhaniswara, "Pemanfaatan Kotoran Sapi Dan Sampah Sayur Pada Pembuatan Biogas Dengan Fermentasi Sampah Sayuran," *Journal of Research and Technology*, 2018. <https://journal.unusida.ac.id/index.php/jrt/article/view/233/186> (accessed Oct. 13, 2021).
- [3] N. Kamal, "Kajian Pengaruh Media Penambat pada Reator Biogas Fluidized Bed," *J. Teknol.*, vol. 1, no. 33, pp. 12–33, 2019.
- [4] E. Novita, S. Wahyuningsih, and H. A. Pradana, "Variasi Komposisi Input Proses Anaerobik Untuk Produksi Biogas Pada Penanganan Limbah Cair Kopi," *J. Agroteknologi*, vol. 12, no. 01, p. 43, 2018, doi: 10.19184/j-agt.v12i1.7887.
- [5] M. F. Fitrah, B. Wiryono, G. M. DP, and A. Asmawati, "ANALISIS PERSENTASE PENAMBAHAN PUPUK KANDANG (Kotoran Sapi) DAN LIMBAH TAHU DALAM PEMBUATAN BIOGAS," *J. Agrotek Ummat*, vol. 5, no. 1, pp. 61–67, Mar. 2018, doi: 10.31764/AGROTEK.V5I1.247.
- [6] J. E. Siswanto and A. Susanto, "Analisa Biogas Berbahan Baku Enceng Gondok dan Kotoran Sapi," *Chempublish J.*, vol. 3, no. 1, pp. 11–20, 2018, doi: 10.22437/chp.v3i1.4806.
- [7] R. Sjafruddin and A. Azis, "Pemanfaatan Limbah Cair Industri Gula Rafinasi sebagai Bahan Baku Pembuatan Energi Terbarukan (Biogas)," *Pros. Semin. Has. Penelit.*, vol. 2017, pp. 55–60, 2017.

- [8] Y. Yahya, T. Tamrin, and S. Triyono, "Produksi Biogas Dari Campuran Kotoran Ayam, Kotoran Sapi, Dan Rumput Gajah Mini (*Pennisetum Purpureum* Cv. Mott) Dengan Sistem Batch," *J. Tek. Pertan. Lampung (Journal Agric. Eng.*, vol. 6, no. 3, p. 151, 2018, doi: 10.23960/jtep-1.v6i3.151-160.
- [9] L. Melsasail and Y. E. B. Kamagi, "Analisis Kandungan Unsur Hara Pada Kotoran Sapi Di Daerah Dataran Tinggi Dan Dataran Rendah," *Cocos*, vol. 2, no. 6, 2019.
- [10] R. Indrawati, "Penurunan Bod Pada Biogas Kotoran Sapi Campuran Limbah Cair Industri Penyamakan Kulit dengan Variasi Kecepatan dan Lama Pengadukan," *J. Res. Technol.*, vol. 3, no. 2, 2017.
- [11] A. Haryanto, R. Okfrianas, and W. Rahmawati, "Pengaruh Komposisi Subtrat dari Campuran Kotoran Sapi dan Rumput Gajah (*Pennisetum purpureum*) terhadap Produktivitas Biogas pada Digester Semi Kontinu," *J. Rekayasa Proses*, vol. 13, no. 1, pp. 47–56, 2019, [Online]. Available: <http://repository.lppm.unila.ac.id/id/eprint/20071>.
- [12] H. Soebagia, D. Notosudjono, and K. Baehaki, "ANALISIS PENINGKATAN GAS METANA (CH₄) PADA DIGESTER PORTABEL DENGAN KOTORAN SAPI SEBAGAI SUMBER ENERGI BIOGAS BERBASIS INTERNET OF THINGS (IoT)," *J. Tek. / Maj. Ilm. Fak. Tek. UNPAK*, vol. 22, no. 1, Jun. 2021, doi: 10.13140/RG.2.2.17010.71360.