



Pengaruh Produksi Gas Metan dari Kotoran Sapi dan Kotoran Kambing dengan Jerami Jagung dan Efektifitas Mikroorganisme-4 (EM4)

The Effect of Methane Gas Production from Cow Manure with Corn Straw and Effectiveness of Microorganism-4 (EM4)

Amelia Novinda Sari^{1,a)}, Nely Ana Mufarida¹, Kosjoko¹

¹ Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember

^{a)}Corresponding author: novindaamelia@gmail.com

Abstrak

Era industrialisasi memaksa manusia melakukan eksploitasi secara besar-besaran terhadap pemenuhan bahan bakar. Eksploitasi yang dilakukan berlebihan mengakibatkan menipisnya jumlah bahan bakar. Kondisi tersebut menyebabkan beberapa negara maju memanfaatkan potensi dari sumber bahan bakar alternatif. Biogas merupakan bahan bakar alternatif dan salah satu jawaban untuk mengatasi keterbatasan bahan bakar serta ramah lingkungan. Limbah kotoran sapi, kambing dan jerami jagung sangat melimpah. Penelitian ini melakukan pengujian terhadap biogas yang dihasilkan yaitu; kandungan rasio C/N, nilai PH, suhu, volume gas, O₂, H₂S, CO₂, CH₄ untuk pembuatan variasi komposisi *starter* kotoran sapi, kotoran kambing dengan campuran jerami dan Em4. Penelitian ini menunjukkan bahwa variasi komposisi campuran *starter* S2 yang paling baik, yang mengandung rasio C/N sebesar 34,768 % mengalami peningkatan kualitas biogas ditandai dengan meningkatnya kandungan CH₄ sebesar 890 LEL, suhu sebesar 26,6 °C, volume sebesar 11953.98 cm³ dan menurunnya kandungan H₂S sebesar 0 ppm, CO sebesar 100 ppm, O₂ sebesar 0 %.

Kata Kunci: biogas; bahan bakar alternatif; kotoran hewan; limbah jagung; Em4

Abstract

The industrial age forces human exploitation of fuel production. Overexploitation resulted in a reduction in the fuel supply of these conditions, causing some industrialized nations to tap into the potential of alternative fuels. Biogas is an alternative fuel and one of the answers to fuel constraints and environmentally friendly ones. The sewage from which all the cows, goats, and maize straw are plentiful. This research is doing research on the biogas that was generated; C/n content ratio, ph value, temperature, volume of gas, O₂, H₂S, CO₂, CH₄ for variations in the composition of the cow dung, goat dung with a mixture of straw and em.4. The study shows that a variety of master's mixed composite of the best, with a C/N ratio of 34,768 % to increase in biogas quality by 890 LEL, a temperature of 26.6 °C, a volume of 11953,98 cm³ and a drop in H₂S requirement of 0 ppm, 100 ppm, O₂ of 0 %

Keywords: biogas; alternative fuel; animal feces; corn waste; Em4

PENDAHULUAN

Keberadaan sumber bahan bakar yang tidak dapat diperbarui sangat terbatas persediaannya di alam. Hal itu disebabkan karena proses pembentukannya membutuhkan waktu yang sangat lama bahkan mencapai jutaan tahun. Era industrialisasi dewasa ini, Oleh karena itu, pemerintah harus mampu hadir untuk mengatasi masalah krisis energi dengan melakukan pengawasan, pengendalian proses penyediaan secara adil dan merata

atau mencoba berinovasi dalam pemanfaatan sumber energi terbarukan untuk memenuhi kebutuhan energi masyarakat hal ini menuntut semua pihak untuk berupaya mengembangkan dan memanfaatkan sumber energi terbarukan [1].

Eksploitasi yang dilakukan secara besar-besaran oleh manusia untuk memenuhi kebutuhan bahan bakar sehari-hari, tanpa disadari menyebabkan persediaan energi tidak dapat diperbarui sudah semakin menipis. Di zaman yang sudah semakin maju dan modern, sudah

banyak negara maju yang memanfaatkan potensi dari sumber energi alternatif yang ada di bumi. Negara-negara ini juga memanfaatkan energi alternatif yang lebih ramah lingkungan sehingga tidak menimbulkan efek samping bagi bumi di kemudian hari. Energi terbarukan merupakan salah satu pilihan untuk memberi asupan pada kebutuhan energi [2].

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi pembentukan biogas diantaranya adalah kondisi lingkungan, jenis bakteri, derajat keasaman (pH), temperature, HRT (*hydraulic Retention Time*).

Biogas secara umum mengandung CH₄ (45 - 70 %) dan CO (3 - 45 %) H₂, (H₂O), amonia (NH₃), dan hidrogen sulfida (H₂S) Hasil akhir dari aktivitas anaerobik yang berasal dari bahan-bahan organik diantaranya kotoran manusia dan hewan, limbah buah dan sayur, limbah rumah tangga, atau limbah organik yang sudah dalam kondisi anaerobik yaitu berupa biogas. Kandungan utama dalam biogas adalah metana dan karbon dioksida. Kandungan metana yang ada pada biogas apabila terbakar relatif akan lebih bersih dibandingkan dengan batu bara, dan dengan emisi karbon dioksida yang lebih sedikit, maka akan menghasilkan energi yang lebih besar. Diambil dari atmosfer oleh fotosintesis tanaman, sehingga apabila dilepaskan kembali ke atmosfer maka tidak akan menambah jumlah karbon di atmosfer jika dibandingkan dengan pembakaran bahan bakar fosil [3].

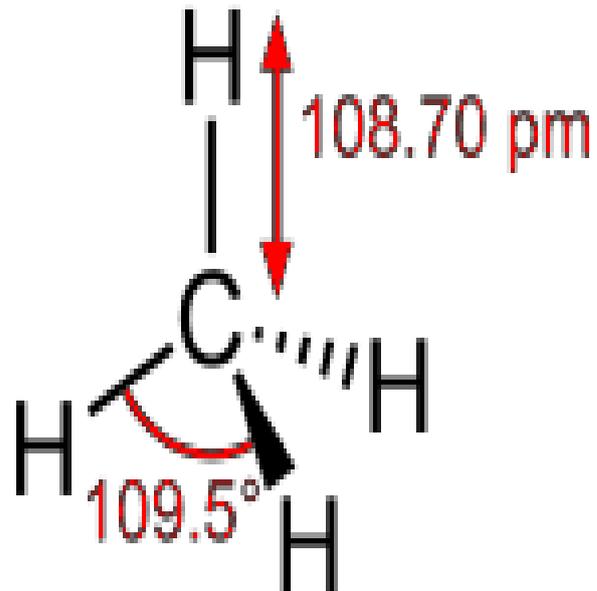
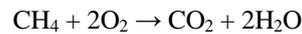
Produksi biogas bisa mengurangi polusi yang terkait dengan timbunan limbah bahan untuk pembuat biogas, contoh pembuatan biogas dari kotoran sapi dan kambing dapat mengurangi bau, serangga dan patogen yang disebabkan penumpukan limbah kotoran tersebut. Bahan bakar biogas juga ramah lingkungan karena proses pembuatannya tidak menggunakan cairan kimia yang membahayakan makhluk hidup.

Biogas yang didominasi oleh gas metana, merupakan gas yang dapat dibakar. secara luas diproduksi di permukaan bumi oleh bakteri pembusuk dengan cara menguraikan bahan organik. Bakteri metanogenesis berperan dalam pembusukan. Bakteri ini terdapat di rawa-rawa, lumpur sungai, sumber air panas (hot spring), dan perut hewan herbivor seperti sapi dan domba. Hewan-hewan ini tidak dapat memproses rumput yang mereka makan, bila tidak ada bakteri anaerobik yang memecah selulosa di dalam rumput menjadi molekul-molekul yang dapat diserap oleh perut mereka. Gas yang diproduksi oleh bakteri ini adalah gas metana.

Gas metana (CH₄) dan karbon dioksida (CO₂) adalah komponen utama dari energi biogas dengan sedikit hidrogen sulfida (H₂S) komponen lain yang ditemukan dalam biogas antaranya senyawa sulfur organik, senyawa

hidrokarbon terhalogenasi, gas hidrogen (H₂), gas nitrogen (N₂), gas karbon monoksida (CO), dan gas oksigen (O₂).

Metana adalah hidrokarbon paling sederhana yang memiliki bentuk gas dengan rumus kimia CH₄. Metana murni tidak berbau, tapi jika dipergunakan kepada kepentingan komersial, biasanya ditambahkan sedikit bau belerang kepada mendeteksi kebocoran yang mungkin terjadi. Sebagai komponen utama gas dunia, metana adalah sumber bahan bakar utama. Pembakaran satu molekul metana (**Gambar 1**) dengan oksigen akan memerdekakan satu molekul CO₂ (karbon dioksida) dan dua molekul H₂O (cairan):



Gambar 1. Gas Metana (CH₄) [2]

EM4 (Effective Microorganism) merupakan suatu cairan berwarna kecokelatan dan beraroma manis asam (segar) yang di dalamnya berisi campuran beberapa mikroorganisme hidup yang menguntungkan bagi proses penyerapan atau persediaan unsur hara dalam tanah. Mikroorganisme atau kuman yang berwatak "baik" itu terdiri dari bakteri fotosintetik, bakteri asam laktat, ragi, aktinomydetes dan jamur peragian. EM4 (Effective microorganism) yang dipakai untuk mempercepat degradasi merupakan inokulan dari jenis EM4. Inokulan mikroorganisme yang terdiri dari 90 % Lactobacillus Sp ini memproduksi asam laktat yang dapat mempercepat perombakan bahan organik seperti lignin dan selulosa.

Penelitian mengenai biogas sudah dilakukan oleh peneliti sebelumnya, [4] melakukan penelitian dengan judul Analisa reactor biogas campuran limbah kotoran kambing dengan jerami dan EM4 sistem menetap hasil penelitaian menunjukkan bahwa besar tekanan gas yang dihasilkan pada perbandingan 1:1 adalah 19,1 N/m² dan

kapasitas gas yang dihasilkan sebesar 0,1675 m³/s. Dan volume tabung gas yaitu ¼ dari volume Reaktor yaitu 0,05725 m³ dan volume gas yang dihasilkan 0,00436 m³ sedangkan temperatur sebesar 33 °C dan temperatur gas yang dihasilkan sebesar 32 °C pada saat temperatur lingkungan 34 °C, di sisi lain massa gas yang dihasilkan semakin besar seiring dengan waktu lamanya fermentasi.

Dengan judul pemanfaatan sensor gas mq-4 untuk mendeteksi gas metana pada limbah ternak sapi, kerbau dan kuda dengan hasil Kadar gas metana yang paling tinggi diperoleh dari limbah kotoran sapi pada hari ke-15 yaitu 161 ppm, kerbau hari ke-15 yaitu 162 ppm, sedangkan kuda hari ke-15 yaitu 171 ppm. Kadar gas metana yang paling rendah dihasilkan oleh sapi pada hari ke-20 yaitu 16 ppm, kerbau pada hari ke-20 yaitu 15 ppm dan untuk kuda hari ke-20 yaitu 21 ppm. Untuk pH optimum masing-masing pada kotoran sapi 8,27; kuda 7,38 pada temperatur 30 °C [5].

Hasil dalam *Software* SPSS adalah nilai probabilitas mendapatkan 0,986. Jadi, dengan tingkat signifikansi 5% didapatkan kesimpulan H₀ ditolak, Sehingga rata-rata nilai massa = 0,0171 kg atau ada persamaan rata-rata jumlah biogas per hari dalam realnya. Unsur hara dalam kotoran yang penting untuk tanaman adalah unsur nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K). Dari hasil pemeriksaan kotoran sapi secara teknis di laboratorium diperoleh data-data beberapa kandungan unsur hara dari kotoran sapi di lokasi pengamatan, seperti C-Organik, unsur nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K) [6]

Uraian di atas yang kemudian di jadikan dasar oleh peneliti melakukan penelitian dengan judul “Pengaruh Produksi Gas Metan dari Kotoran Sapi dan Kotoran Kambing dengan Jerami Jagung dan Efektifitas Mikroorganisme-4 (EM4)”

METODE PENELITIAN

Metode yang di gunakan untuk pengumpulan data adalah eksperimen laboratorium, dimana pengumpulan data dilakukan dengan menggunakan seluruh alat yang ada atau bisa juga diartikan mengadakan percobaan secara langsung di laboratorium.

Bahan dan Alat Penelitian

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut ;

1. Kotoran Sapi
2. Kotoran Kambing
3. Jerami Jagung
4. EM4
5. Air

Alat penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut;

1. Gas analyzer HT-1805
2. Kertas pH indicator universal
3. Ember Besar
4. Corong
5. Gelas Ukur 2 Liter
6. Timbangan Elektronik
7. Sekop
8. Galon digester
9. Termometer *Infrared* tipe GM320
10. Besi Pengaduk
11. Kantong Plastik

Desain Alat Biogas

Berikut ini adalah **Gambar 2** dari desain alat yang digunakan dalam penelitian ini ;



Gambar 2. Digester tipe *batch*

Keterangan ;

1. Plastik sebagai penyimpanan biogas

2. Selang untuk mengalirkan gas menuju plastik penampung gas
3. Kawat penyangga guna menyangga plastik yang menampung hasil gas
4. Kran kecil sebagai pembuka dan penutup aliran gas
5. Digester galon kapasitas 19 Liter sebagai tempat fermentasi limbah

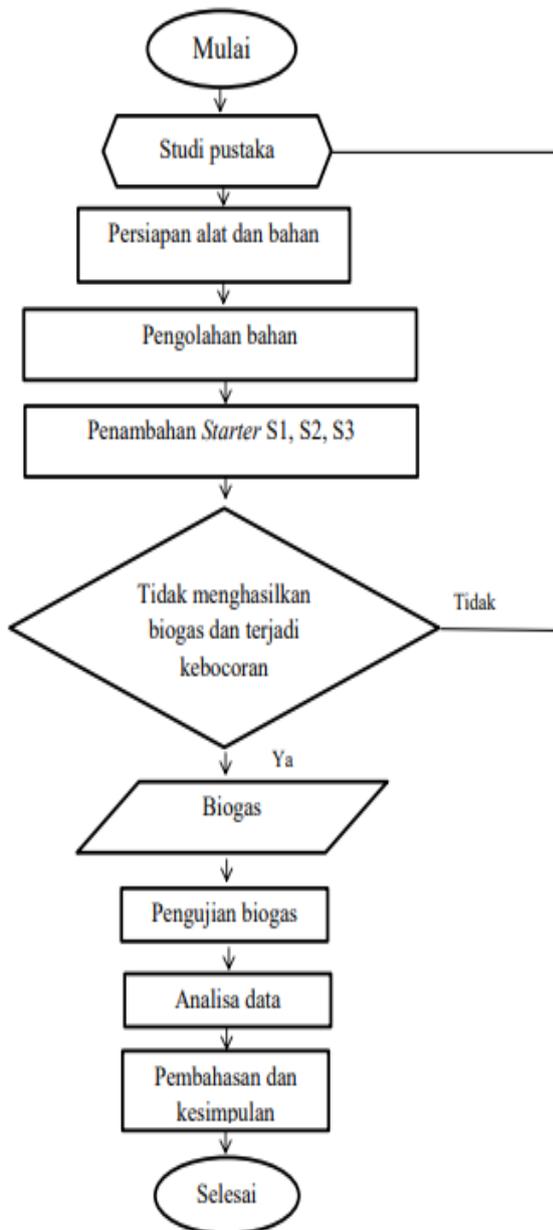
Variabel terikat : Variabel terikat dalam penelitian ini adalah komposisi kualitas kotoran sapi, kotoran kambing, jerami jagung dan EM4 atau gas CH₄ yang dihasilkan.

Variabel kontrol : Variabel kontrol dalam penelitian ini adalah komposisi yang dibutuhkan kotoran sapi sebesar 18 kg , kotoran kambing sebesar 18 kg, jerami jagung sebesar 4,5 kg, dan EM4 sebesar 1,5 liter

Variabel bebas : Variabel bebas dalam penelitian ini adalah variasi komposisi *starter* pada variabel kotoran sapi, kotoran kambing, dan campuran jerami jagung yang dihasilkan berupa kualitas biogas terbaik pada salah satu komposisi.

Diagram Alur Pemikiran

Diagram Alir Penelitian ini dapat di lihat pada Gambar 3 di bawah ini.



Gambar 3. Diagram Alur Penelitian

Variabel Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Penelitian ini telah dilakukan pembuatan variasi komposisi *starter* kotoran sapi, kotoran kambing dan campuran jerami jagung. Meliputi rasio C/N (hasil penelitian, nilai pH campuran , suhu (°C), volume biogas (ml) dan kandungan gas metana (%). Hasil pengujian yang dilakukan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

Rasio C/N

Tabel 1. Hasil Penelitian Rasio C/N

parameters	Satuan Unit (mg)	Hasil Uji Test Result			Rata - rata
		S1	S2	S3	
N- Total	136 186	0,177	0,159	0,144	0,16
C- Organik	189 145	5,334	5,525	5,265	5,374
C/N Rasio	206 185	30,227	34,768	36,816	33,937

Berdasarkan Tabel 1 di atas, rasio C/N dari sampel S1 yaitu 0,16 Sampel S2 yaitu 5,374 dan sampel S3 yaitu 33,937 Rasio C/N dari ketiga sampel tersebut cukup besar, Sehingga waktu yang dibutuhkan untuk fermentasi mencapai lebih dari 30 hari.

Hubungan antara jumlah karbon (C) dan nitrogen (N) yang terdapat dalam bahan dinyatakan dalam terminologi rasio Karbon Nitrogen (C/N). Rasio yang seimbang antara makro *nutrien* dan mikro *nutrien* diperlukan untuk memastikan manajemen proses yang stabil. Karbon dan Nitrogen adalah nutrisi yang paling dibutuhkan, hal ini diperlukan untuk pembentukan enzim yang melakukan

metabolisme. Oleh karena itu rasio C/N dari substrat itu sangat penting. [7]

Nilai pH

Tabel 2. Hasil Penelitian Nilai pH starter

Berdasarkan **Tabel 2** di atas, Kondisi pH yang dimiliki oleh starter S1 dengan campuran Kotoran sapi, jerami jagung dan Em4 mendapatkan pH 6 sedikit asam sedangkan untuk S2 dengan campuran Kotoran kambing, jerami jagung dan Em4 mendapatkan Ph 7 sedangkan untuk nilai pH S3 sama dengan S2 yaitu 7 dengan campuran Kotoran sapi, kotoran kambing, jerami jagung dan Em4 keduanya pH S2 dan S3 menunjukan netral. Terdapat beberapa faktor penting yang mempengaruhi proses produksi biogas di antaranya: pH, suhu, waktu fermentasi dan ukuran bahan baku.[8].

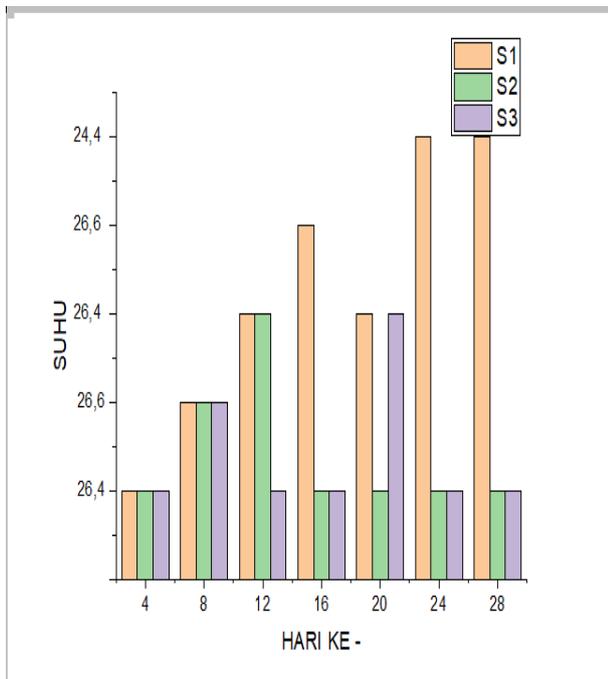
kemudian hari ke 24 suhu paling rendah yaitu pada starter S1 yaitu 26,4 °C dan suhu masih stabil pada starter S2 dan S3. Suhu terukur yang bekerja pada reaktor menunjukkan pada angka 26,6 °C. Pada suhu ini, bakteri atau mikroba akan tumbuh sehingga dapat

Starter	Nilai pH setelah proses mixing
S1	6
S2	7
S3	7

memproduksi biogas. Hal ini diperkuat dengan pernyataan [9] pada rentang 28°C – 29,7 °C temperatur ini biogas masih dapat dikembangkan.

Perubahan suhu biogas yang terjadi pada hari ke 9 sampai hari ke 29 terlihat fluktuatif yang tidak terlalu jauh, baik naik maupun turun. Hal ini terjadi karena suhu di sekitar digester atau suhu ruang sangat berpengaruh terhadap suhu di dalam digester. Nilai suhu yang digunakan pada penelitian ini mengalami fluktuasi mengikuti perubahan suhu lingkungan [10]

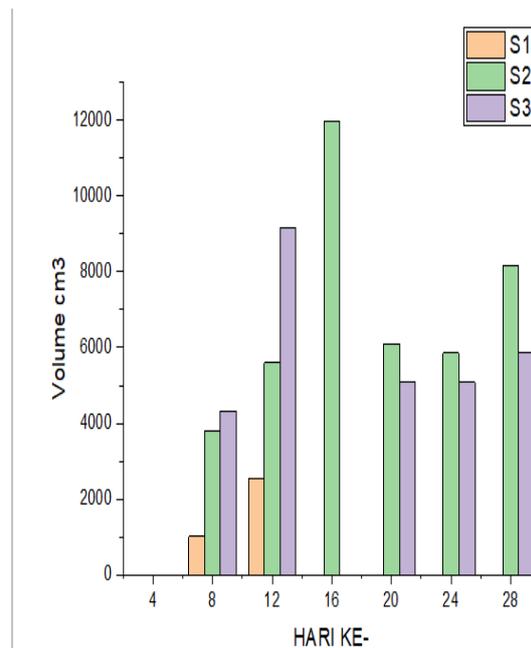
Suhu Biogas



Gambar 4. Penelitian Suhu Biogas

Berdasarkan **Gambar 4** dapat diketahui, bahwa suhu pada hari ke 8 dari starter S1, S2, S3 suhu paling rendah yaitu S1 26,6 °C dibandingkan S2 yaitu 26,9 °C dan suhu paling tinggi yaitu dari starter S3 yaitu 27,0 °C, selanjutnya pada hari ke 8 suhu paling rendah yaitu pada starter S1 dan S2 26,4 °C, starter tertinggi yaitu 26,6 °C pada S3. Selanjutnya hari ke 12 suhu stabil pada angka 26,6 °C. pada hari ke 16 suhu rendah pada starter 26,4 °C dan suhu tertinggi pada starter S3 yaitu 27,0 °C, kemudian pada hari ke 20 suhu paling rendah pada starter S1 yaitu 26,4 °C, dibandingkan S2 yaitu 26,6 °C dan suhu tertinggi yaitu pada starter S3 26,6 °C.

Volume Biogas

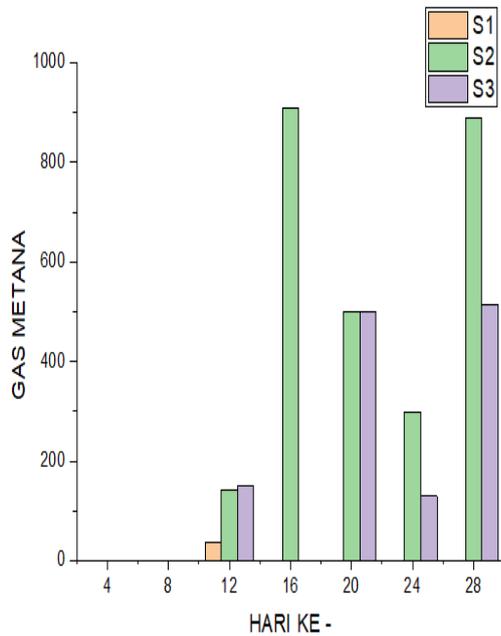


Gambar 5. Penelitian Volume Biogas

Pada **Gambar 5** di atas untuk mencari volume diperlukan menggunakan rumus tabung $\pi \times r^2 \times t$ setelah di lakukan perhitungan dapat dihasilkan volume yang S1 dengan rata- rata 1780,38 cm³ sedangkan untuk S2 dengan rata-rata 6909,57 cm³ dan terakhir untuk S3 rata rata volume yang di dihasilkan sebesar 5900,68 cm³.

Hal ini menunjukkan bahwa waktu fermentasi yang makin lama dapat meningkatkan produksi biogas atau volume biogas. Hasil ini dikuatkan oleh Peningkatan Tinggi volume gas di pengaruhi oleh volume gas yang terbentuk, semakin tinggi metana terbentuk maka semakin besar volume yang di hasilakan [11].

Kandungan Gas Metana (CH₄)

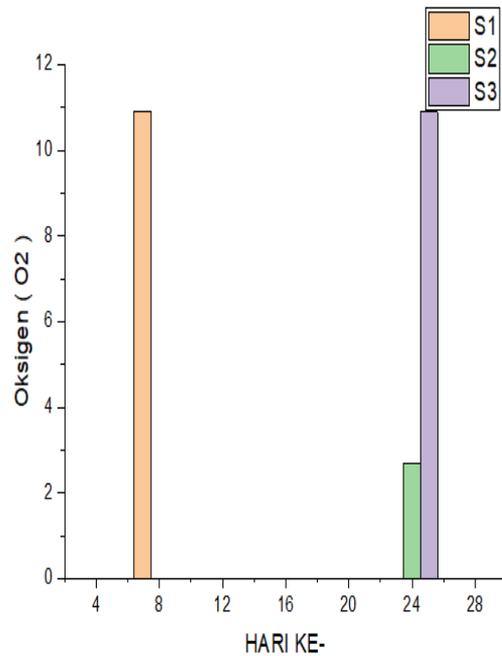


Gambar 6. Penelitian kandungan gas Metana (CH₄)

Berdasarkan Gambar 6 dapat diketahui hari ke- 4 dan hari ke - 8 pada starter S1,S2,dan S3 CH₄ masih terbilang rendah yaitu 0 , Kemudian pada hari ke - 12 kandungan CH₄ paling rendah pada starter S1 yaitu 37, sedangkan kandungan CH₄ tertinggi pada starter S2 dan S3 yaitu 142, dan 150. Kemudian pada hari ke- 16 terjadi penurunan kandungan CH₄ pada starter S1 yaitu 0, dan mengalami peningkatan pada starter S2 mencapai angka LEL 910, sedangkan pada starter S3 sama halnya dengan starter S1, mengalami penurunan angka LEL dari 150 menjadi 0. Ketiga starter tersebut memiliki perubahan drastis dalam setiap harinya. Kemudian pada hari ke- 20 kandungan CH₄ mengalami peningkatan yang cukup signifikan pada starter S2, dan S3 yaitu sebesar 500 dan 499. Sedangkan pada starter S1 hasil LELnya masih kosong. Kemudian pada hari ke-24 terjadi penurunan kandungan CH₄ pada starter S2 dan S3 yaitu menjadi 298 dan 130, untuk starter S1 tetap kosong. Kemudian pada hari ke-28 terjadi peningkatan CH₄ yang cukup signifikan pada starter S2 yaitu 890 dan untuk S3 menjadi 514, hasil kosong tetap pada starter S1.

Berdasarkan grafik kandungan CH₄ di atas, starter S2 pada hari ke-17 mengandung CH₄ sebesar 910. Pada saat dilakukan uji nyala api, starter S2 menyala dengan warna api biru. Produksi biogas didasarkan pada perombakan anaerob kotoran hewan dan bahan buangan organik lainnya [11]. . Selama perombakan anaerob akan menghasilkan gas metana 54-70 %, karbon dioksida 25-45 %, hidrogen, nitrogen, dan hidrogen sulfida dalam jumlah yang sedikit. CH₄ sebesar 55%, 50% dan 47%. Pada saat dilakukan uji nyala api, starter D1 menyala dengan warna api biru. [12].

Kandungan Gas Oksigen (O₂)



Gambar 7. Penelitian kandungan gas Oksigen (O₂)

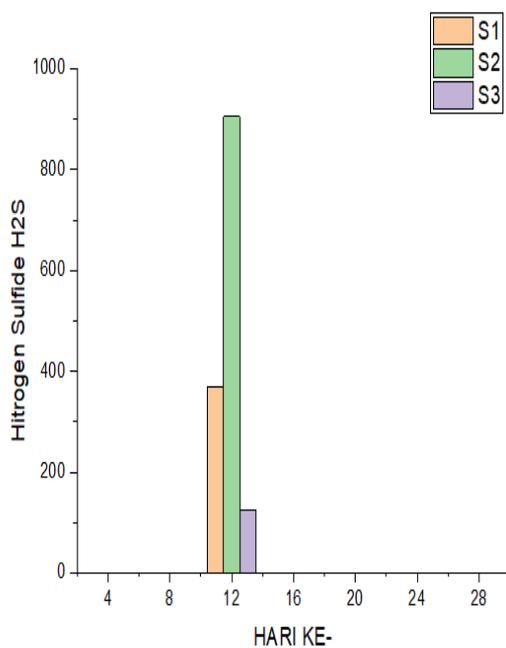
Berdasarkan Gambar 7 dapat diketahui bahwa kandungan O₂ pada hari ke-8 kandungan O₂ mengalami peningkatan pada starter S1 yaitu 10,4, sedangkan pada starter S2 dan S3 tidak menghasilkan gas yang di inginkan. Selanjutnya pada hari ke-12, ke 16, dan ke 20 tidak terkandung O₂ pada penelitian tersebut. Kemudian pada hari ke-24 terjadi reaksi peningkatan pada starter S2 dan S3 yaitu memperoleh angka 2,7 dan 10,9. Selanjutnya terjadi kerusakan produksi biogas pada hari ke 29.

Berdasarkan grafik kandungan O₂ di atas, penelitian mulai dari hari ke-5 sampai hari ke-29 kandungan O₂ tidak stabil. Hal ini mengakibatkan produksi biogas menjadi tidak maksimal. Padahal untuk memproduksi biogas dibutuhkan proses fermentasi anaerob yang dilakukan tanpa oksigen (O₂). Penyebab tingginya kandungan oksigen adalah terjadi kebocoran pada digester dan ada oksigen yang masuk pada saat

pengambilan data. Bahwa produksi biogas akan lebih optimum jika fermentasi anaerobik yang dilakukan benar-benar pada kondisi tanpa oksigen (O_2). menyatakan bahwa jika kadar CO_2 yang tinggi maka akan mengakibatkan nilai kalor biogas tersebut rendah. [13]

menambahkan kondisi yang memungkinkan masuknya oksigen pada reaktor adalah ketika dilakukannya pengambilan sampel bahan dari dalam reaktor. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, ketiga *starter* memiliki kandungan oksigen paling banyak terjadi pada hari ke-9 pada *starter* S1 yaitu 10,9 dan pada hari ke 25 *starter* S2 2,7 dan S3 10,9.

Kandungan Gas Hidrogen Sulfida (H_2S)



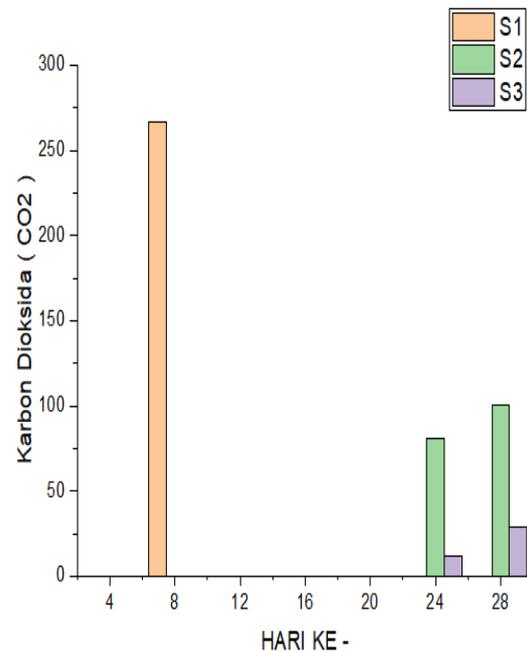
Gambar 8. Penelitian kandungan gas Hidrogen (H_2S).

Berdasarkan **Gambar 8** dapat diketahui bahwa kandungan H_2S pada hari ke-8 kandungan H_2S dari *starter* S1, S2 dan S3 tidak ada H_2S . Pada hari ke-12 kandungan H_2S mengalami peningkatan yang tidak terlalu signifikan pada *starter* S1, S2 dan S3 yaitu 370, 905 dan 125. Kemudian pada hari ke-16, ke-20, ke-24 dan ke-29 terjadi kerusakan pada produksi tersebut, yang mengakibatkan kandungan H_2S tidak berproduksi kembali.

Berdasarkan grafik kandungan H_2S , mulai dari hari ke-4 sampai hari ke-29 mengalami penurunan yang cukup signifikan. Semakin sedikit kandungan H_2S yang terkandung di dalam *starter*, maka kandungan gas CH_4 akan meningkat. Hal ini terjadi karena gas H_2S akan terurai, sehingga menghasilkan gas CO_2 . Hal ini diperkuat dengan pernyataan Hidrogen sulfida (H_2S)

merupakan gas pengotor yang terdapat dalam gas-gas komersial. Hidrogen sulfida merupakan gas yang berbau dan mematikan serta sangat korosif bagi berbagai jenis logam [14].

Kandungan Gas Karbon Monoksida (CO_2)



Gambar 9 Penelitian kandungan gas Karbon Monoksida (CO_2)

Berdasarkan **Gambar 9** dapat diketahui bahwa kandungan CO_2 pada hari ke-9 terjadi peningkatan yang cukup signifikan pada kandungan CO_2 dari *starter* S1 yaitu 267 sedangkan dari *starter* S2 dan S3 tetap tidak terjadi produksi pada kandungan CO_2 . Pada hari ke-13, ke-17, ke-21 kandungan CO_2 tidak terjadi peningkatan dari *starter* S1, S2 dan S3. Kemudian pada hari ke-25 dan hari ke-29 terjadi kerusakan produksi dari *starter* S1 sehingga tidak terjadi peningkatan pada kandungan CO_2 , akan tetapi terjadi peningkatan dari *starter* S2 dan S3 yaitu 81 dan 12 pada hari ke-25. Kemudian pada hari ke-29 terjadi peningkatan pada *starter* S2 dan S3 yaitu 100 dan 29.

Berdasarkan grafik kandungan CO_2 , dapat dilihat bahwa pada hari ke-9 kandungan gas karbon monoksida (CO_2) mengalami kenaikan yang cukup signifikan dibandingkan pada hari ke-5 tetapi yang hanya memiliki kandungan CO_2 paling tinggi yaitu pada *starter* S1 saja. Setelah itu semua *starter* mengalami penurunan pada hari ke-13 sampai hari ke-21, kandungan gas CO_2 mengalami penurunan secara terus menerus dan jika penelitian diteruskan, maka kandungan CO_2 akan terus mengalami penurunan dan sampai pada akhirnya habis. Semakin kecil nilai gas CO_2 dalam suatu digester, maka

semakin efisien dalam membentuk gas CO₂ sehingga polusi udara yang disebabkan oleh digester semakin kecil. Hal tersebut diperkuat dengan pernyataan Kandungan CO₂ pada biogas masih cukup besar. Hal ini menyebabkan efisiensi panas yang dihasilkan masih rendah sehingga kualitas nyala api biogas masih belum optimal[15]

PENUTUP

Simpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilaksanakan dapat disimpulkan bahwa:

Berdasarkan penelitian yang telah dilaksanakan dapat disimpulkan bahwa Pengaruh variasi komposisi campuran *starter* pada kotoran sapi 8 kg + 8 liter air + 1,5 liter jerami jagung dan 0,5 liter EM4 yang mengandung rasio C/N sebesar 30,227 % mengalami penurunan kualitas bahan bakar biogas ditandai dengan kerusakan kandungan CH₄ dalam proses penelitian, suhu sebesar 24,5 °C, volume sebesar 2543.4 cm³ dan rusaknya kandungan H₂S, CO, dan O₂.

Pengaruh variasi komposisi campuran *starter* pada 8 kg kotoran kambing + 8 liter air + 1,5 liter jerami jagung dan 0,5 liter EM yang mengandung rasio C/N sebesar 34,768% mengalami peningkatan kualitas bahan bakar biogas ditandai dengan meningkatnya kandungan CH₄ sebesar 890, suhu sebesar 26,6 °C, volume sebesar 11953.98 cm³ dan menurunnya kandungan H₂S sebesar 0 ppm, CO sebesar 100 ppm, O₂ sebesar 0 %.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh, maka untuk penelitian berikutnya disusun saran sebagai berikut:

Membuat campuran *stater* hanya setengah dari kapasitas digester. Memberikan cairan EM4 sebanyak 1 liter atau lebih. Melakukan pengecekan rasio C/N di akhir penelitian

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Reza and O. Marwendi, "Pemanfaatan Limbah Ternak Sapi Sebagai Biogas ' Renewable Energy,'" pp. 1–7, 2023.
- [2] "MEDIA ARANG AKTIF SEBAGAI FILTER Oleh : HARFIAN MAULANA MUHAMMAD," 2020.
- [3] S. Pambudi *et al.*, "THE INFLUENCE OF ACIDITY LEVEL (pH) TO PRODUCTION OF BIOGAS BY USING MIXED ANIMAL WASTE AND SUBSTRATE OF ROTTEN POTATOES IN THE ANAEROB REACTOR," *e-Proceeding Eng.*, vol. 5, no. 3, pp. 5770–5776, 2018.
- [4] Eswanto, Ilmi, and A. R. Siahaan, "Analisa Reaktor Biogas Campuran Limbah Kotoran Kambing Dengan Jerami Dan Em4 Sistem Menetap," *SINTEK J. J. Ilm. Tek. Mesin*, vol. 12, no. 1, pp. 40–46, 2018, [Online]. Available: <https://jurnal.umj.ac.id/index.php/sintek/article/view/2626>
- [5] Iin Novianty, A. Saleh, and R. Sarni Yulianti, "Pemanfaatan Sensor Gas MQ-4 Untuk Mendeteksi Gas Metana," *J. Ilmu Fis. Teor. dan Apl.*, vol. 2, no. 2, pp. 35–44, 2020, [Online]. Available: <https://ejournals.umma.ac.id/index.php/jifta>
- [6] L. Melsasail, V. R. C. Warouw, and Y. E. B. Kamagi, "Analisis kandungan unsur hara pada kotoran sapi di daerah dataran tinggi dan dataran rendah," *Cocos*, vol. 2, no. 6, pp. 1–14, 2019.
- [7] I. R. Zulkarnaen, H. S. Tira, and Y. A. Padang, "Pengaruh Rasio Karbon Dan Nitrogen (C/Nratio) Pada Kotoran Sapi Terhadap Produksibiogas Dari Proses Anaerob," *Din. Tek. Mesin*, pp. 1–16, 2018.
- [8] E. T. Anugrah, Nurhasanah, and M. Nuranisa, "Pengaruh pH dalam Produksi Biogas dari Limbah Kecambah Kacang Hijau," *Prism. Fis.*, vol. 5, no. 2, pp. 72–76, 2017.
- [9] L. R. Makan, L. Cair, and K. Sapi, "Karakteristik pH dan Suhu dalam Proses Pembuatan Biogas dari Substrat," no. May, 2020.
- [10] Ramdiana, "Pengaruh Variasi Komposisi Pada Campuran Limbah Cair Aren dan Kotoran Sapi Terhadap Produksi Biogas The Influence of Composition Variation on The Mixture of Aren (Arenga Pinata Merr) Liquid Waste and Cow Dung on Gas Production," vol. 14, no. 2, pp. 12–17, 2017.
- [11] P. Iriani, Y. Suprianti, and F. Yulistiani, "Fermentasi Anaerobik Biogas Dua Tahap Dengan Aklimatisasi dan Pengkondisian pH Fermentasi," *J. Tek. Kim. dan Lingkung.*, vol. 1, no. 1, pp. 1–10, 2017, doi: 10.33795/jtkl.v1i1.16.
- [12] M. R. A. Putra, N. A. Mufarida, and Nurhalim, "J-Proteksion: Jurnal Kajian Ilmiah dan Teknologi Teknik Mesin Effect of Composition Variation *Starter* of Cow Dung , Chicken Dung and Mix Banana Peel On," vol. 4, no. 2, pp. 6–11, 2020.
- [13] N. Hamidi, I. N. G. Wardana, and D. Widhiyanuriyawan, "Peningkatan Kualitas Bahan Bakar Biogas Melalui Proses Pemurnian Dengan Zeolit Alam," *Rekayasa Mesin*, vol. 2, no. 3, pp. 227–231, 2011.
- [14] K. Metty *et al.*, "Pemurnian Biogas Dari Gas

Pengotor Hidrogen Sulfida (H₂S) Dengan Memanfaatkan Limbah Geram Besi Proses Pembubutan,” *J. Energi Dan Manufaktur*, vol. 5, no. 1, pp. 33–41, 2013.

- [15] G. E. Prayugi *et al.*, “Pemurnian Biogas dengan Sistem Pengembunan dan Penyaringan Menggunakan Beberapa Bahan Media The Biogas Purification by Condensation and Filtering System using Several Materials,” *J. Keteknikan Pertan. Trop. dan Biosist.*, vol. 3, no. 1, pp. 7–14, 2015.