



## Pemanfaatan Limbah Buah–Buahan menjadi Biogas dengan Starter Kotoran Sapi, Kotoran Kambing dan Burung Puyuh

### *Utilization of Fruit Waste to Become Biogas with Cow Manure, Goat Manure and Quail Starter*

M Irham Andrean<sup>1,a)</sup>, Nely Ana Mufarida<sup>1</sup>, Kosjoko<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember

<sup>a)</sup>Corresponding author: andreanirham87@gmail.com

#### Abstrak

Saat ini keberadaan bahan bakar yang berasal dari minyak bumi, batu bara dan lainnya sudah mulai semakin langka dan mahal. Jumlah populasi manusia semakin meningkat serta kemajuan teknologi dan perkembangan industri yang menguras berbagai sumber energi merupakan sebagian dari penyebab kelangkaan tersebut, karena itu dibutuhkan suatu pemikiran untuk menciptakan energi alternatif yang murah dan efisien untuk kebutuhan masyarakat luas. Pengembangan energi alternatif terbarukan perlu dilakukan untuk meminimalisir terjadinya kelangkaan. Energi alternatif sebagai pengganti bahan bakar minyak dapat berasal dari limbah peternakan dan perkebunan. Pemanfaatan limbah hewan ternak dan buah-buahan hasil tani yang mulai membusuk dapat memberikan pengaruh positif bagi lingkungan setempat serta dapat menghasilkan berbagai keuntungan untuk memperoleh bahan bakar yang berkualitas. Penelitian ini melakukan pengujian terhadap biogas yang dihasilkan yaitu; kandungan rasio C/N, nilai pH, suhu, volume gas, oksigen (O<sub>2</sub>), hidrogen sulfida, karbon dioksida (CO<sub>2</sub>), gas metana (CH<sub>4</sub>) dengan campuran komposisi starter: G1 Kotoran sapi Em4, G2 Kotoran kambing dan Em4, G3 Kotoran burung puyuh dan Em4, G4 limbah buah-buahan dan Em4. Dalam penelitian ini variasi starter terbaik adalah limbah buah setelah penambahan EM4 yaitu di starter G4 mendapatkan pH 7 dan mengandung rasio C/N sebesar 7,065 dengan waktu penelitian 30 hari, pada hari ke-13 mengalami peningkatan kualitas bahan bakar biogas ditandai dengan meningkatnya suhu sebesar 29,7°C, volume sebesar 48,5 mL, CH<sub>4</sub> sebesar 960 LEL, menurunnya kandungan O<sub>2</sub> sebesar 0 %, kandungan H<sub>2</sub>S sebesar 0 ppm, kandungan CO sebesar 0 ppm.

**Kata Kunci:** starter; biogas; gas metana; kotoran hewan; limbah buah-buahan; Em4

#### Abstract

Currently, the existence of fuel derived from petroleum, coal and others has started to become increasingly rare and expensive. The number of human population is increasing as well as technological advances and industrial developments that drain various energy sources are some of the causes of this scarcity, therefore a thought is needed to create alternative energy that is cheap and efficient for the needs of the wider community. Development of alternative renewable energy needs to be done to minimize scarcity. Alternative energy as a substitute for fuel oil can come from livestock and plantation waste. Utilization of livestock waste and agricultural fruit that is starting to rot can have a positive impact on the local environment and can generate various benefits for obtaining quality fuel. This study conducted tests on the biogas produced, namely; C/N ratio, pH value, temperature, gas volume, oxygen (O<sub>2</sub>), hydrogen sulfide, carbon dioxide (CO<sub>2</sub>), methane gas (CH<sub>4</sub>) with a mixture of starter compositions: G1 Cow manure Em4, G2 Goat manure and Em4, G3 Quail droppings and Em4, fruit waste G4 and Em4. In this study the best starter variation was fruit waste after the addition of EM4, namely starter G4 obtained a pH of 7 and contained a C/N ratio of 7.065 with a research time of 30 days, on the 13th day there was an increase in the quality of biogas fuel marked by an increase in temperature of 29,7 °C, volume of 48.5 mL, CH<sub>4</sub> of 960 LEL, decreased O<sub>2</sub> content of 0%, H<sub>2</sub>S content of 0 ppm, CO content of 0 ppm.

**Keywords:** starter; biogas; methane; animal waste; fruit waste; Em4

## PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara yang memiliki kendala dalam laju pertumbuhan ekonomi. Hal ini dipengaruhi oleh kelangkaan sumber daya karena tidak seimbangnya antara kebutuhan manusia dengan keberadaan komoditasnya. Upaya pengembangan energi alternatif terbarukan perlu dilakukan untuk meminimalisir terjadinya kelangkaan, terdapat tiga alternatif yang dapat dikembangkan di Indonesia yaitu panas bumi, energi surya dan biogas. Salah satu pengolahan limbah peternakan dan buah hasil tani yang mulai membusuk menjadi energi alternatif sebagai pengganti bahan bakar minyak (BBM) yakni biogas [1].

Biogas merupakan gas yang dihasilkan oleh aktivitas anaerobik yang mendegradasi bahan-bahan organik, Contohnya kotoran, limbah domestik atau setiap limbah organik yang dapat diurai oleh makhluk hidup dalam kondisi anaerobik. Kandungan utama dalam biogas adalah metana dan karbon dioksida. Energi dari biogas dapat digunakan sebagai bahan bakar kendaraan maupun untuk menghasilkan listrik. Sehingga biogas dapat dijadikan sebagai salah satu jawaban untuk mengatasi kelangkaan sumber energi baik di industri maupun kebutuhan rumah tangga [2]. Untuk mendapatkan manfaat dan keuntungan dari keberadaan limbah ternak dan limbah buah hasil tani yang mulai membusuk dapat dilakukan dengan pengolahannya menjadi energi alternatif biogas yang ramah lingkungan. Kotoran hewan dan hasil tani berupa buah yang membusuk mengandung biomassa dengan kadar air yang tinggi, sehingga cocok digunakan untuk campuran bahan baku pembuatan biogas [3].

Proses pembentukan biogas dapat dilakukan secara tertutup melalui aktivitas anaerobik oleh bakteri metana. Melalui proses ini, biogas mampu menghasilkan beberapa gas mulai dari  $\text{CH}_4$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{H}_2\text{S}$  dan  $\text{NH}_3$ . Kandungan nilai kalor yang tinggi dari gas metana ( $\text{CH}_4$ ) inilah yang dapat digunakan sebagai bahan bakar alternatif [4]. Gas yang dapat dijadikan sebagai sumber bahan bakar berasal dari biogas yang mengandung gas metana ( $\text{CH}_4$ ). Metana dapat diproduksi oleh bakteri pembusuk dari penguraian bahan organik. Dalam hal ini, bakteri metanogenesis sangat berperan dalam proses pembusukan. Bakteri yang dapat menghasilkan gas metana ini dapat dijumpai di rawa – rawa, lumpur sungai, sumber air panas dan perut hewan herbivor seperti sapi dan domba. Untuk komposisi senyawa biogas dapat di lihat pada [Tabel 1](#).

**Tabel 1.** Komposisi Senyawa Biogas [5]

Jenis Gas	Jumlah (%)
Metana ( $\text{CH}_4$ )	54 - 74
Karbon Dioksida ( $\text{CO}_2$ )	27 - 45
Nitrogen ( $\text{N}_2$ )	3 – 5
Hidrogen ( $\text{H}_2$ )	0 – 1
Karbon Monoksida (CO)	0,1
Oksigen ( $\text{O}_2$ )	0,1
Hidrogen Sulfida ( $\text{H}_2\text{S}$ )	Sedikit

Dalam kotoran ternak terdapat metana yang dapat diolah menjadi gas yang disebut biogas. Dengan mengubah kotoran menjadi biogas, nilai ekonomi dari limbah ternak ini menjadi meningkat dan biaya kebutuhan bahan bakar dapat berkurang.

Kotoran sapi merupakan limbah hasil peternakan yang diperlukan dalam pembuatan biogas sebagai sumber C dan N. Rasio C/N yang dihasilkan dari kotoran sapi sebesar 22,12. Rasio tersebut tercatat optimum karena untuk pembentukan biogas, rasio C/N yang diperlukan adalah kisaran 25 – 30. Seperti pada [Tabel 2](#).

**Tabel 2.** Karakteristik Kotoran Sapi [6]

Komponen	Massa (%)
Total Padatan	3 – 6
Total padatan <i>volatile</i> (mudah menguap)	80 – 90
Total nitrogen	2 – 4
Selulosa	15 – 20
Lignin	5 – 10
Hemiselulosa	20 – 25

Kotoran kambing mempunyai rasio C/N 24. Dan setiap satu ekor kambing pada umumnya akan menghasilkan kurang lebih 4 kg kotoran per harinya. Kotoran kambing merupakan media organik yang cocok untuk sumber penghasil biogas karena mengandung bakteri penghasil gas metana yang terdapat pada dalam perut kambing [7].

Bahan yang diperoleh dari kotoran unggas berupa gas bio, pupuk padat, pupuk cair dan sisa pupuk cair. Pemanfaatan lain yang bisa dilakukan adalah dengan memprosesnya sebagai sumber energi yang potensial dalam bentuk biogas [8] .

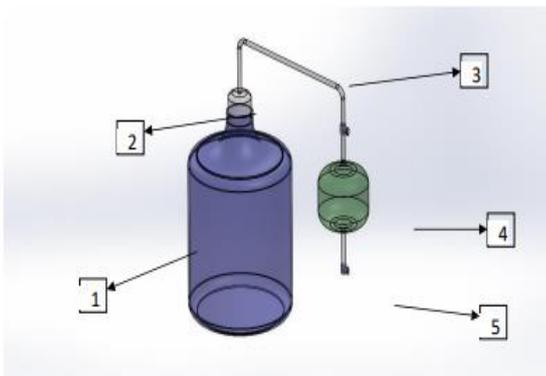
Kotoran burung puyuh memiliki kandungan protein yang cukup tinggi yaitu sebesar 21%, selain itu pupuk kotoran puyuh mengandung nitrogen sebesar 0,061%, P sebesar 0,209 %,  $\text{K}_2\text{O}$  sebesar 3,133 % [9].

Sampah buah bisa dicampur dengan kotoran ternak seperti sapi kemungkinan akan menghasilkan gas metana, campuran tersebut akan mempercepat fermentasi dan menghasilkan gas. Cara ini mampu mengurangi sampah yang semakin hari semakin meningkat [10].

## METODE PENELITIAN

Metode penelitian mengumpulkan data yang di gunakan adalah eksperimen laboratorium, pengumpulan data dilakukan dengan menggunakan semua alat yang ada atau bisa juga di sebut mengadakan percobaan secara langsung di laboratorium. Bahan utama yang digunakan adalah imbah buah-buahan, kotoran sapi, kotoran kambing, kotoran puyuh, dan EM-4. Alat utama yang digunakan adalah gas *analyser* tipe HT-1805, kertas pH indikator universal, timbangan elektronik, termometer *infrared* tipe GM320, dan gelas ukur.

### Desain Alat Limbah Biogas



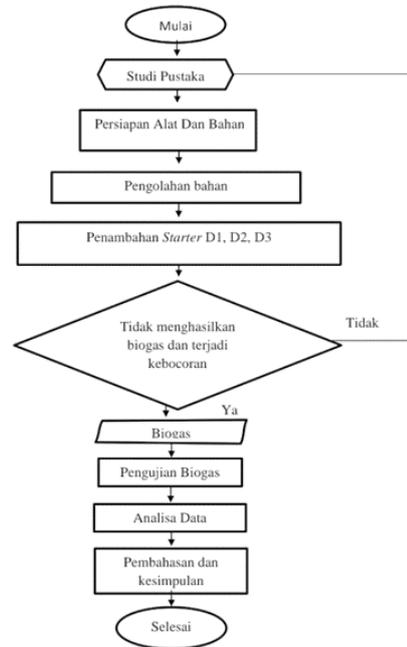
**Gambar 1.** *Digester tipe batch* [11]

Keterangan **Gambar 1**:

1. Digester sebagai tempat fermentasi
2. Karet ban sebagai penutup digester
3. Selang untuk saluran gas yang menuju ke penampung gas berupa balon
4. Balon untuk penambang gas
5. Kran untuk pembuka dan penutup aliran gas

### Diagram Alir Penelitian

Diagram air penelitian ini lebih jelasnya dapat dilihat pada **Gambar 2.** dengan variabel terikat yaitu komposisi kualitas kotoran sapi, kambing, puyuh, limbah buah dan EM-4 yang menghasilkan gas metana serta variabel bebasnya adalah berapa hari gas metana akan terbentuk dalam digester dan gas metana tersebut mengandung apa saja di dalamnya.



**Gambar 2.** Diagram Alir Penelitian

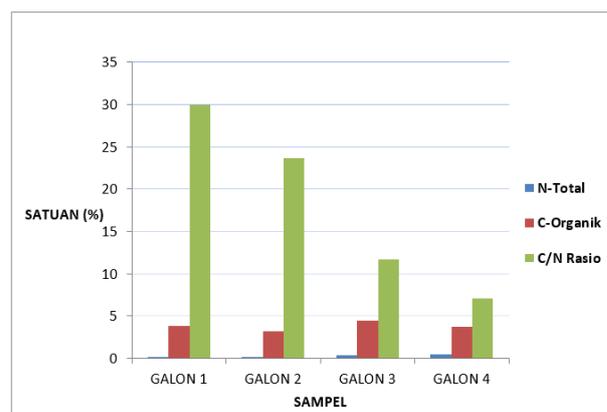
## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pembahasan

Penelitian ini telah dilakukan pembuatan variasi komposisi *starter* kotoran sapi, kotoran kambing, limbah cair tahu dan campuran Em4. Meliputi rasio C/N hasil penelitian, nilai pH, suhu ( $^{\circ}\text{C}$ ), volume biogas ( $\text{m}^3$ ), Kandungan Oksigen ( $\text{O}_2$ ), Hitrogen *sulfide* ( $\text{H}_2\text{S}$ ), Karbon monoksida ( $\text{CO}$ ) dan kandungan Gas Metana ( $\text{CH}_4$ ). Adapun penelitian ini meliputi sebagai berikut :

### Rasio C/N hasil penelitian.

C/N Rasio hasil penelitian, Pengukuran rasio C/N dilakukan pengujian di laboratorium Biosains Politeknik Negeri Jember dengan spesifikasi metode *Walkley And Black* (SNI 19-7030-2004 ). Hasil pengujian dapat dilihat pada gambar grafik di bawah ini:

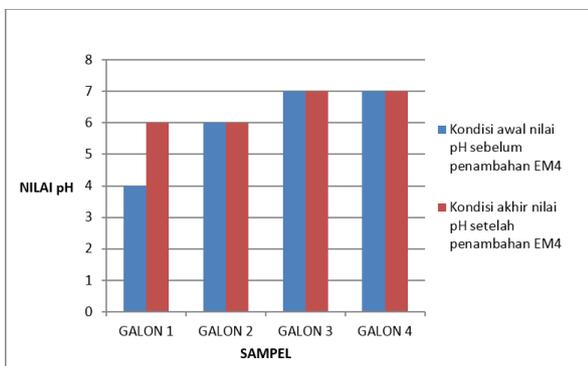


**Gambar 3.** Rasio C/N hasil penelitian

Dapat dilihat pada **Gambar 3** grafik hasil penelitian Rasio C/N di atas, untuk hasil N-total tertinggi didapatkan pada sampel G4 dengan nilai 0,526 %. Selanjutnya untuk hasil C-Organik tertinggi didapatkan pada sampel G3 dengan nilai 4,465 % . Kemudian untuk hasil penelitian C/N Rasio tertinggi didapatkan pada sampel G1 dengan nilai 29,982 %. Persen dalam rasio C/N yang dapat menjadi bahan biogas harus dalam 10 % sampai 30 % [12].

**Nilai pH.**

Dapat dilihat pada **Gambar 4** grafik hasil penelitian nilai pH di atas, kondisi awal nilai pH sebelum penambahan EM4 pada sampel G1 = 4, G2 = 6, G3 = 7 dan G4 = 7. Kemudian kondisi akhir nilai pH setelah penambahan EM4 adalah G1 = 6, G2 = 6, G3 = 7 dan G4 = 7. Terjadi perubahan nilai pH pada sampel G1 dan untuk sampel G2, G3 dan G4 nilai pHnya tetap sama pada saat kondisi awal nilai pH sebelum penambahan EM4 dan Kondisi akhir nilai pH setelah penambahan EM4.



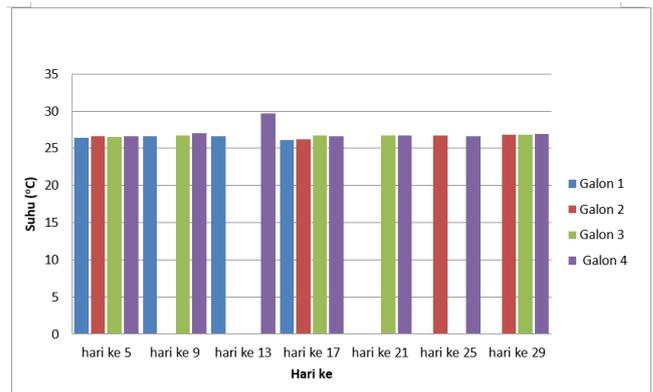
**Gambar 4.** Hasil penelitian nilai pH.

Derajat keasaman (pH) harus dijaga pada kondisi optimum yaitu antara 6,8 - 7,2. Apabila pH substrat turun, maka akan menyebabkan proses pengubah substrat menjadi biogas terhambat, sehingga mengakibatkan penurunan kuantitas biogas. Nilai pH yang terlalu tinggi juga harus dihindari, karena akan menyebabkan produk akhir yang dihasilkan adalah CO<sub>2</sub> sebagai produk utama [13].

**Suhu (°C)**

Berdasarkan **Gambar 5**, dapat diketahui, bahwa suhu pada hari ke 5 dari *starter* G1 suhu lebih rendah yaitu 26,4 °C dibandingkan suhu dari *starter* G2, G3 dan G4 yaitu 26,6 °C. Selanjutnya pada hari ke 9, suhu dari *starter* G2 mengalami penurunan yang signifikan dengan suhu 0 °C, sementara *starter* G1, G3 dan G4 tidak berbeda jauh nilainya, yaitu 26,6 °C, 26,7 °C, 27,0 °C. Kemudian hari ke 13 suhu pada *starter* G1, G2 nilainya masih sama yaitu 26,7 °C dan 0 °C, sedangkan untuk *starter* G3 mengalami penurunan yang signifikan dengan suhu 0 °C dan G4

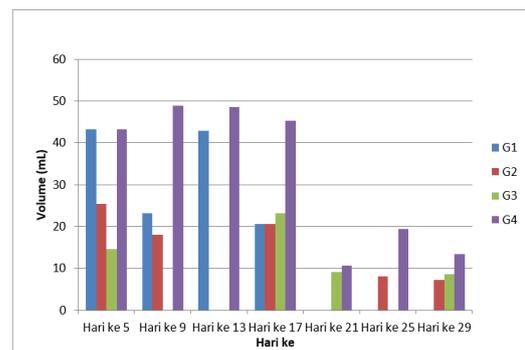
mengalami kenaikan sebesar yaitu 29,7 °C. Pada hari ke 17 *starter* G1 mengalami sedikit penurunan suhu dengan nilai 26,6 °C, sedangkan *starter* G2 dan G3 terjadi kenaikan suhu sebesar 26,2 °C, 26,7 °C, untuk *starter* G4 suhu sedikit turun menjadi 26,7 °C. Memasuki hari ke 21 terjadi penurunan suhu yang signifikan dari *starter* G1 dan G2 menjadi 0 °C, 0 °C, sedangkan *starter* G3 dan G4 suhunya 26,7 °C dan 26,7 °C. Kemudian pada hari ke 25 *starter* G1 masih tetap sama 0 °C, tetapi *starter* G2 naik menjadi 26,7 °C dan pada G3 mengalami penurunan 0 °C, sedangkan G4 suhunya tidak jauh berbeda dari hari ke 21 yaitu 26,7 °C. Hari ke 29 tepat pada selesainya hari penelitian, *starter* G1 masih tetap 0 °C, G2 ada sedikit perubahan menjadi 26,8 °C, sedangkan G3 suhunya naik pesat dengan nilai 26,8 °C dan G4 tidak jauh berbeda dari hari ke 25 yaitu dengan suhu 26,9 °C.



**Gambar 5.** Hasil penelitian nilai suhu (°C).

Suhu terukur yang bekerja pada reaktor menunjukkan pada angka 26,6 °C. Pada suhu ini, bakteri atau mikroba akan tumbuh sehingga dapat memproduksi biogas. Hal ini diperkuat dengan pernyataan [14] yang menyatakan bahwa temperatur yang paling baik untuk pertumbuhan mikroba mesofilik adalah 30 °C atau lebih tinggi sedikit. Jika dilihat dari grafik suhu biogas, pada hari ke 5 sampai ke 17 berada pada rentang 26,6 °C – 27,0 °C, maka pada suhu ini pertumbuhan mikroba meningkat.

**Volume biogas (m<sup>3</sup>).**



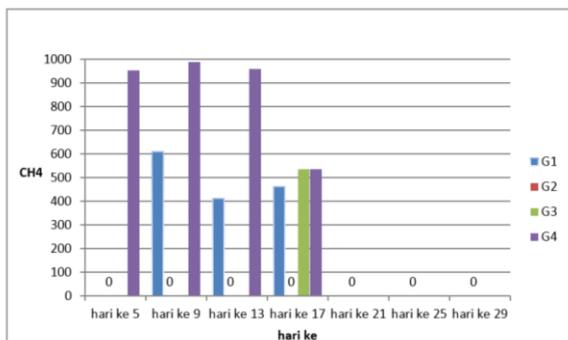
**Gambar 6.** Hasil penelitian volume biogas (m<sup>3</sup>).

Berdasarkan Gambar 6, dapat diketahui bahwa volume pada hari ke-5 dari semua starter G1, G2, G3 dan G4 yaitu 43,17 mL, 25,43 mL, 14,51 mL, 43,17 mL. Kemudian hari ke 9 terjadi penurunan volume pada starter G1, G2, G3 menjadi 23,08 mL, 17,95 mL, 0 mL dan pada starter G4 naik volumenya yaitu 48,83 mL. Hari ke 13 starter G1 naik volumenya menjadi 42,91 mL, sedangkan starter G2 mengalami penurunan sampai dengan 0 mL, starter G3 volume masih sama yaitu 0 mL dan pada G4 volumenya tidak jauh berbeda dari hari sebelumnya dengan nilai 48,55 mL. Hari ke-17 produksi biogas starter G1 mengalami penurunan menjadi 20,66 mL, sedangkan peningkatan terjadi pada starter G2, G3 menjadi 20,66 mL dan 23,22 mL, untuk starter G4 volumenya turun menjadi 45,21 mL. Pada hari ke 21 terjadi penurunan produksi biogas yang cukup signifikan pada semua starter dari G1, G2, G3 dan G4 dengan volume 0 mL, 0 mL, 9,07 mL, 10,57 mL. Selanjutnya hari ke-25 produksi biogas mengalami peningkatan pada starter G2 dan G4 yaitu 8,1 mL, 19,32 mL, tetapi starter G3 volumenya turun menjadi 0 mL. Kemudian pada hari ke-29 untuk starter G1 volumenya masih kosong, G2 dan G4 terjadi penurunan produksi biogas menjadi 7,25 mL, 13,46 mL, sedangkan peningkatan produksi biogas yang terjadi pada starter G3 yaitu sebesar 8,65 mL.

Peningkatan Tinggi volume gas dipengaruhi oleh volume gas yang terbentuk, semakin tinggi metana terbentuk maka semakin besar volume yang di hasilkan [15].

#### Gas Metana (CH<sub>4</sub>).

Pada penelitian ini, untuk mengetahui kandungan CH<sub>4</sub> menggunakan nilai LEL karena dapat mendeteksi semua gas yang mudah terbakar. LEL (*Lower Explosive Limit*) merupakan ambang ledakan bawah yang dimiliki oleh sebuah gas khususnya yang mudah terbakar. Nilai dari LEL dari penelitian ini memiliki kandungan gas CH<sub>4</sub> paling banyak dibanding gas-gas mudah terbakar lainnya. Data kandungan gas metana pada tiap perlakuan variasi starter kotoran sapi, kotoran kambing, kotoran burung puyuh dan limbah buah disajikan dalam gambar berikut ini:

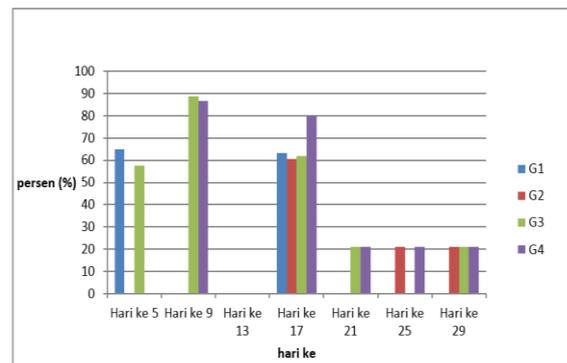


Gambar 7. Hasil penelitian gas metana (CH<sub>4</sub>).

Berdasarkan Gambar 7 dapat diketahui bahwa pada hari ke-5 yang mengeluarkan kandungan CH<sub>4</sub> adalah starter G4 dengan nilai 954 LEL. Pada hari ke-9 yang mengeluarkan kandungan CH<sub>4</sub> adalah starter G1 dengan nilai 610 LEL dan G4 nilainya 989 LEL. Kemudian pada hari ke 13 kandungan CH<sub>4</sub> mengalami sedikit penurunan dari starter G1 dengan nilai sebesar 414 LEL dan G4 dengan nilai 960 LEL. Pada hari ke-17 terjadi peningkatan kandungan CH<sub>4</sub> pada starter G1 yaitu 463 LEL dan G3 sebesar 535 LEL, kemudian pada starter G4 mengalami penurunan dengan nilai 535 LEL. Kemudian di hari ke-21 sampai dengan hari ke-29 terjadi penurunan kandungan CH<sub>4</sub> sampai dengan kosong nilainya pada starter G1, G2, G3 dan G4. Starter G4 pada hari ke-9 mengandung CH<sub>4</sub> sebesar 989 LEL yang artinya mendapatkan nilai kandungan gas metana yang paling tinggi diantara starter yang lainnya.

Biogas umumnya dapat dihasilkan oleh proses pembusukan yang terdiri dari : metana sebesar 60 – 70 %, oksigen 1 - 4 %, karbon dioksida sebesar 20 - 30 karbon monoksida 1 % dan hidrogen sulfida 1 %. Biogas dapat terbakar jika gas metana lebih dari 50 %, jika gas dibakar akan berwarna biru dan menghasilkan panas [16].

#### Kandungan Oksigen (O<sub>2</sub>).

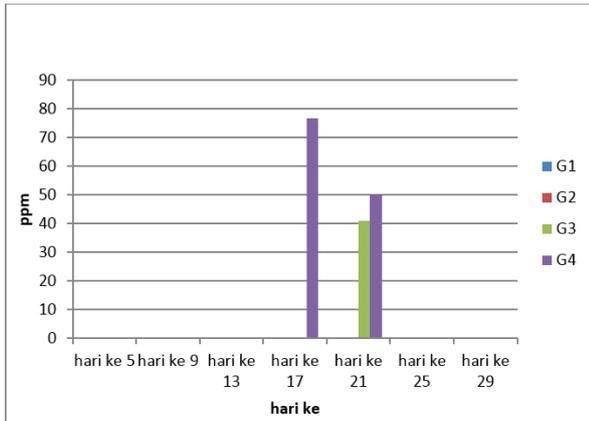


Gambar 8. Hasil penelitian kandungan oksigen (O<sub>2</sub>).

Berdasarkan Gambar 8, pada hari ke-5 dapat diketahui bahwa kandungan O<sub>2</sub> dari starter G1 sebesar 65 %, G2 0 %, G3 sebesar 57,7 % dan G4 0 %. Kemudian pada hari ke-9 kandungan O<sub>2</sub> mengalami penurunan pada starter G1 menjadi 0 %, Starter G2 masih tetap 0%, pada starter G3 dan G4 mengalami peningkatan kandungan O<sub>2</sub> dengan nilai 88,8 %, 86,7 %. Selanjutnya pada hari ke 13 semua starter mengalami penurunan kandungan O<sub>2</sub> sampai dengan nilai 0 %. Pada hari ke 17 semua starter yaitu G1, G2, G3, G4 naik kandungan oksigennya menjadi 63,2 %, 60,5 %, 61,9 %, 80,1 %. Kemudian pada hari ke-21 terjadi penurunan kandungan O<sub>2</sub> pada semua starter dari G1, G2, G3, G4 menjadi 0 %, 0 %, 20,9 %, 20,9 %. Hari ke-25 kandungan O<sub>2</sub> di starter G1, G4 masih tetap sama dengan nilai 0 % dan 20,9 % Kemudian starter G2 mengalami peningkatan menjadi 20,9 %, sedangkan pada starter G3

turun sampai dengan 0 %. Sampai pada hari ke-29 di mana nilai *starter* G1, G2, G4 masih tetap sama yaitu 0 %, 20,9 %, 20,9 % dan *starter* G3 kandungan O<sub>2</sub> naik menjadi 20,9 %. Untuk memproduksi biogas dibutuhkan proses fermentasi anaerob yang dilakukan tanpa oksigen (O<sub>2</sub>). Penyebab tingginya kandungan oksigen adalah terjadi kebocoran pada digester dan ada oksigen yang masuk pada saat pengambilan data [17].

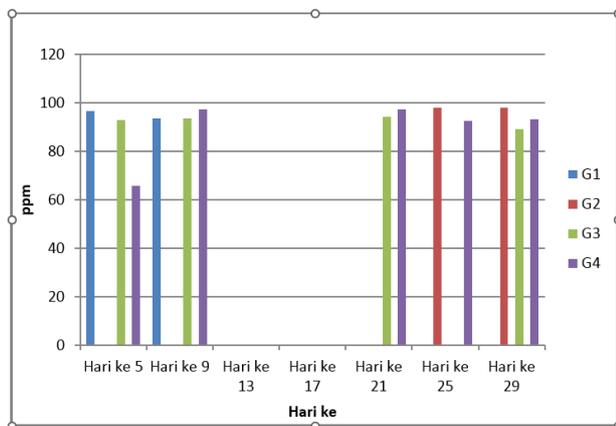
**Hidrogen sulfida ( H<sub>2</sub>S).**



**Gambar 9.** Hasil penelitian kandungan hidrogen sulfida ( H<sub>2</sub>S).

Berdasarkan **Gambar 9.** dapat diketahui bahwa kandungan H<sub>2</sub>S pada hari ke- 5 sampai hari ke-13 dari semua *starter* tidak mengeluarkan kandungan H<sub>2</sub>S. Kemudian pada hari ke-17 terjadi kenaikan kandungan H<sub>2</sub>S hanya pada *starter* G4 sebesar 76,7 ppm. Pada hari ke-21 kandungan H<sub>2</sub>S di *starter* G3 juga naik dengan nilai 41 ppm tetapi *starter* G4 turun nilainya menjadi 50 ppm. Hari ke-21 sampai dengan hari ke-29 semua *starter* dari G1, G2, G3, G4 kandungan H<sub>2</sub>S turun menjadi 0 ppm.

**Karbon monoksida (CO).**



**Gambar 10.** Grafik hasil penelitian kandungan karbon monoksida (CO).

Berdasarkan **Gambar 10** dapat diketahui bahwa kandungan CO pada hari ke- 5 dari *starter* G1, G2, G3, G4 berturut-turut adalah 96,5 ppm, 0 ppm, 93 ppm, 65,8 ppm. Kemudian hari ke- 9 terjadi penurunan di *starter* G1 menjadi 93,7 ppm, untuk G2 masih tetap 0 ppm sedangkan G3, G4 mengalami kenaikan kandungan CO yaitu 93,7 ppm dan 97,3 ppm. Pada hari ke-13 sampai dengan hari ke-17 kandungan CO mengalami penurunan pada semua *starter* menjadi 0 ppm. Kemudian pada hari ke-21 kandungan CO mengalami kenaikan kembali dari *starter* G3, G4 yaitu sebesar 94,4 ppm, 97,2 ppm. Hari ke-25 kandungan CO *starter* G1 masih tetap 0 ppm, pada G2 terjadi kenaikan dari 0 ppm menjadi 97,8 ppm, G3 menurun drastis sampai dengan 0 ppm dan G4 nilainya tidak beda jauh dari hari ke 21 yaitu 92,5 ppm. Selanjutnya pada hari ke-29 *starter* G1, G2 masih tetap 0 ppm dan 97,8 ppm, sementara pada G3, G4 mengalami kenaikan sebesar 89,3 ppm dan 93,3 ppm. Semakin kecil nilai gas CO dalam suatu digester, maka semakin efisien dalam membentuk gas CO<sub>2</sub> sehingga polusi udara yang disebabkan oleh digester semakin kecil[18].

**PENUTUP**

**Simpulan**

Berdasarkan gambar grafik hasil variasi komposisi *starter* kotoran sapi, kotoran kambing, kotoran burung puyuh dan limbah buah, pada *starter* G4 hari ke-13 memiliki suhu sebesar 29,7°C, volume sebesar 48,5 mL, kandungan CH<sub>4</sub> sebesar 960 LEL, kandungan O<sub>2</sub> sebesar 0 %, kandungan H<sub>2</sub>S sebesar 0 ppm, kandungan CO sebesar 0 ppm, nilai pH sebesar 7, dan rasio C/N sebesar 7,065.

Kualitas biogas yang baik dapat dilihat pada suhu yang mendekati angka 30 °C, volume yang semakin meningkat, kandungan CH<sub>4</sub> yang meningkat, sedikit kandungan O<sub>2</sub>, kandungan H<sub>2</sub>S yang sedikit, kandungan CO yang sedikit, nilai pH antara 6-8 dan rasio C/N antara 25 – 30. Bahwa kualitas biogas yang bagus adalah *starter* G4 dengan suhu sebesar 29,7°C, volume sebesar 48,5 mL, kandungan CH<sub>4</sub> sebesar 960 LEL, kandungan O<sub>2</sub> sebesar 0%, kandungan H<sub>2</sub>S sebesar 0 ppm, kandungan CO sebesar 0 ppm, nilai pH sebesar 7, dan rasio C/N sebesar 7,065.

Pengaruh komposisi limbah buah setelah penambahan EM4 yaitu di *starter* G4 mendapatkan pH 7 dan mengandung rasio C/N sebesar 7,065 dengan waktu penelitian 30 hari, pada hari ke-13 mengalami peningkatan kualitas bahan bakar biogas ditandai dengan meningkatnya suhu sebesar 29,7 °C, volume sebesar 48,5 mL, CH<sub>4</sub> sebesar 960 LEL, menurunnya kandungan O<sub>2</sub> sebesar 0 %, kandungan H<sub>2</sub>S sebesar 0 ppm, kandungan CO sebesar 0 ppm.

Pengaruh komposisi kotoran burung puyuh setelah penambahan EM4 yaitu di starter G3 mendapatkan pH 7 dan mengandung rasio C/N sebesar 11,750 dengan waktu penelitian 30 hari, pada hari ke- 21 mengalami penurunan kualitas bahan bakar biogas ditandai dengan menurunnya suhu sebesar 26,7 °C, volume sebesar 9,07 mL, CH<sub>4</sub> sebesar 0 LEL, meningkatnya kandungan O<sub>2</sub> sebesar 20,9 %, kandungan H<sub>2</sub>S sebesar 41 ppm,

### Saran

Melakukan pengecekan pada tiap digester untuk meminimalisir terjadinya kebocoran yang mempengaruhi pembentukan biogas. Melakukan pengukuran suhu pada ruang pengujian karena suhu lingkungan sangat mempengaruhi suhu yang ada di dalam digester. Melakukan penelitian dengan tipe digester yang berbeda agar mengetahui perbandingan hasil biogas pada tiap-tiap tipe digester. Menambahkan penelitian tentang pengukuran nilai kalor pada tiap-tiap starter

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Mulyana, E & I, A. Energi alternatif Untuk Indonesia di Masa Depan. Penelitian Masalah Lingkungan Di Indonesia. 2013.
- [2] Nurhilal, M, Purwiyanto, & Aji, G, M. Pengaruh Komposisi Dan Waktu Fermentasi Campuran Limbah Industri Tahu dan Kotoran Sapi Terhadap Kandungan Gas Methane Pada Pembangkit Biogas. 2020.
- [3] Febriyanita, W. Pengembangan Biogas Dalam Rangka Pemanfaatan Energi Terbarukan di Desa Jetak Kecamatan Getasan Kabupaten Semarang. 2015.
- [4] Huertas j.l, e, a. *Removal of H<sub>2</sub>S and CO<sub>2</sub> From Biogas By Amine Absorption Mass Transfer In Chemical Engineering*. 2011.
- [5] Arianingsih, E. Kualitas Biogas Berbahan Feses Sapi dan Jerami Jagung (*Zea Mays L.*) Pada C/N Rasio dan Lama Fermentasi yang Berbeda. 2020.
- [6] Irawan, D. & Suwanto, E. Pengaruh EM4 (*Effective Microorganism*) Terhadap Produksi Biogas Menggunakan Bahan Baku Kotoran Sapi. 2016.
- [7] Eswanto, Ilmi, & Siahaan, A. R. Analisa Reaktor Biogas Campuran Limbah Kotoran Kambing Dengan Jerami dan EM4 Sistem Menetap. 2018.
- [8] Ahmad Shobib, Mega, K. & Tri, S, A, R. Pembuatan Biogas Dari Limbah Burung Puyuh Secara Anaerob. 2022.
- [9] Agustin, S., R., Pinandoyo, dan Herawati, V., E. Pengaruh waktu fermentasi limbah bahan organik (kotoran burung puyuh, roti afkir dan ampas tahu) sebagai pupuk untuk pertumbuhan dan kandungan lemak *Daphnia sp.*, e-Jurnal Rekayasa dan Teknologi Budidaya Perairan, Vol. 6, pp. 653-668. 2017.
- [10] Nur, M. Analisis Potensi Limbah Buah-buahan Sebagai Pupuk Organik Cair. Prosiding Seminar Nasional Teknik Industri. 2019.
- [11] 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.
- [12] S. Nafis and O. Hendriyanto, “Dan Limbah Ikan Dalam Biodigester Anaerob,” *EnviroUS*, vol. 2, no. 1, pp. 1–8, 2021.
- [13] L. R. Makan, L. Cair, and K. Sapi, “Karakteristik pH dan Suhu dalam Proses Pembuatan Biogas dari Substrat,” no. May, 2020.
- [14] Eswanto, Ilmi, & Siahaan, A. R. Analisa Reaktor Biogas Campuran Limbah Kotoran Kambing Dengan Jerami dan EM4 Sistem Menetap. 2018.
- [15] 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, p. 1, 2017, doi: 10.33795/jtkl.v1i1.16.
- [16] G. A. S. M. Ch, U. Hasanudin, J. K. Fmipa, and U. Hasanudin, “REAKTOR BIOGAS SAMPAH ORGANIK UNTUK MENGHASILKAN,” vol. 16, no. 2, pp. 99–104, 2010.
- [17] Gita Khaerunnisa and Ika Rahmawati. PENGARUH pH DAN RASIO COD TERHADAP PRODUKSI BIOGASDENGAN BAHAN BAKU LIMBAH INDUSTRI ALKOHOL (VINASSE). Jurnal Teknologi Kimia dan Industri, Vol. 2, No. 3,2013.
- [18] Prastya, Rendhi; Susilo, Bambang; Lutfi, Musthofa. Pengaruh Penggunaan Bahan Bakar Biogas terhadap Emisi Gas Buang Mesin Generator Set. Malang. 2013.