

## Potensi Campuran Kotoran Sapi dan Limbah Cair Rumah Pematongan Ayam Sebagai Sumber Energi Penghasil Biogas

Ganggan Nur Widodo<sup>1</sup>, Ucik Ika Fenti Styana<sup>2\*</sup>, Muhammad Sigit Cahyono<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup> Program Studi Teknik Sistem Energi, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Yogyakarta

<sup>3</sup> Program Studi Teknik Perminyakan, Fakultas Teknik, Universitas Proklamasi 45

\*Corresponding author email [ucik\\_energi@ity.ac.id](mailto:ucik_energi@ity.ac.id)

### Abstrak

Ketersediaan energi alternative merupakan tantangan yang harus dihadapi sebagai solusi adanya krisis energi Sumber energi alternatif yang mudah untuk dikembangkan di masyarakat salah satunya adalah biogas, sebagai hasil dekomposisi bahan organik dengan proses fermentasi anaerob. Pada penelitian ini biogas dibuat dari kombinasi antara kotoran sapi dan limbah cair rumah pematongan ayam sebagai substrat bahan biogas. Biogas yang dihasilkan dapat diketahui komposisi yang optimal, volume biogas terbanyak, dan uji nyala api yang dihasilkan. Penelitian dilaksanakan di Jetis Prenggan, Sidokarto, Godean, Sleman, Yogyakarta. Metode penelitian adalah analisa deskriptif dengan tahapan persiapan digester, pembuatan substrat, proses fermentasi anaerob, analisa pH, analisa suhu, analisa tekanan biogas, analisa volume biogas, dan uji nyala biogas. Variasi yang digunakan adalah campuran kotoran sapi dan limbah cair rumah pematongan ayam yaitu digeter A (5 liter : 2 liter), digeter B (3,5 liter : 3,5 liter), digester C ( 2 liter : 5 liter) dilakukan pengulangan dengan kapasitas digester 25 liter dan lama waktu fermentasi 30 hari. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa digester B merupakan komposisi yang optimal dan menghasilkan volume biogas tercepat pada hari ke-4 dengan volume tertinggi sebesar 11,32 liter dengan hasil uji nyala api yang berwarna biru.

Kata Kunci: Kotoran sapi, limbah cair rumah pematongan ayam, biogas

### Abstrack

*The energy crisis is a challenge to develop alternative energy sources to support the availability of existing energy sources. One of the energy sources that is easy to develop in the community is biogas. It is the result of decomposition of organic matter through anaerobic fermentation process which produces bio gas in the form of combustible methane gas. This study used cow dung and a mixture of liquid chicken slaughterhouse waste as a substrate for biogas with the aim of knowing the optimal composition, the largest volume of biogas, and the resulting flame test. The research was located in Jetis Prenggan, Sidokarto, Godean, Sleman, Yogyakarta. This is a descriptive analysis with research stages including preparation of anaerobic fermentation digester, manufacture of substrate, fermentation process in the digester, pH analysis, temperature analysis, biogas pressure analysis, biogas volume analysis, and biogas flame test. This study used 3 variations of a mixture of cow dung and liquid waste of a chicken slaughterhouse, namely digeter A (5 liters: 2 liters), digeter B (3.5 liters: 3.5 liters), digester C (2 liters: 5 liters) and repeated. with a digester capacity of 25 liters and a long fermentation time of 30 days. The results obtained show that digester B is the optimal composition and produces the fastest volume of biogas on day 4 with the highest volume of 11.32 liters with a blue flame test result.*

Keywords: Cow manure, chicken slaughterhouse liquid waste, biogas

### I. Pendahuluan

Bertambahnya jumlah penduduk disuatu wilayah menyebabkan kebutuhan energi pun juga bertambah. Energi merupakan kebutuhan pokok yang sudah melekat dan selalu dibutuhkan manusia dalam memenuhi kebutuhan sehari-hari. Krisis energi menjadi tantangan besar dalam mengembangkan energi alternatif untuk menopang ketersediaan energi yang ada saat ini.

Sumber energi alternatif baru dan dapat diperbarui sudah banyak dikembangkan dengan berbagai sumber energi seperti contohnya energi

angin, air, matahari, biomasa, panas bumi, dan masih banyak sekali sumber-sumber alternatif lainnya yang tersedia dialam dan melimpah. Sumber energi alternatif yang dikembangkan saat ini belum bisa dimanfaatkan secara optimal oleh masyarakat jika dibandingkan dengan sumber energi fosil. Sumber energi alternatif lain yang mudah untuk dikembangkan di masyarakat salah satunya adalah biogas, dimana biogas ini dari bahan organik yang berupa limbah (bahan organik sisa) yang sudah tidak dimanfaatkan, jumlahnya melimpah, dan tidak perlu beli.

## **Potensi Campuran Kotoran Sapi dan Limbah Cair Rumah Pemotongan Ayam Sebagai Sumber Energi Penghasil Biogas**

Biogas adalah hasil dari dekomposisi bahan organik yang sudah melalui proses fermentasi tanpa adanya oksigen atau disebut dengan anaerob. Adapun gas tersebut berupa gas dengan kandungan metana ( $\text{CH}_4$ ) yang dapat dibakar. Proses Fermentasi biogas merupakan fermentasi dari bahan organik oleh bakteri anaerob, yang sebagian besar berupa gas metana ( $\text{CH}_4$ ), karbondioksida ( $\text{CO}_2$ ), dan beberapa gas lain yang jumlahnya kecil. Sumber bahan baku untuk produksi biogas adalah bahan organik berupa limbah sayur, buah, limbah rumah tangga, kotoran ternak dan limbah organik lainnya yang sifatnya biodegradable. Hasil dari biogas tersebut dapat digunakan untuk pemenuhan kebutuhan energi alternatif yang antara lain adalah; untuk kebutuhan memasak dan juga untuk kebutuhan listrik dalam hal ini penerangan. Untuk kebutuhan memasak, dapat diartikan biogas sebagai alternatif pengganti gas LPG sehingga mampu meningkatkan perekonomian masyarakat. Hasil samping berupa sludge yang dapat dimanfaatkan untuk pupuk oleh para petani.

Penelitian ini menggunakan campuran kotoran sapi dan limbah cair rumah pemotongan ayam sebagai substrat bahan biogas. Kotoran sapi mempunyai potensi yang luar biasa untuk dimanfaatkan sebagai bahan baku biogas, dimana satu ekor sapi dewasa mampu menghasilkan 23,59 kg kotoran setiap harinya (Rahayu dkk.,2009). Kotoran sapi dipilih karena dapat menjadi starter yang baik dengan rasio C/N yang ideal untuk produksi biogas, yaitu 26,5 (Fairuz, 2015).

Limbah cair rumah pemotongan ayam merupakan bahan organik yang berperan sebagai media pertumbuhan dan perkembangan dari mikroba-mikroba, sehingga bahan organik yang berupa limbah cair pemotongan ayam tersebut mudah mengalami drgradasi/pembusukan. Limbah yang dihasilkan dari rumah pemotongan ayam berupa limbah padat yaitu bulu, isi rumen dan kotoran hewan, serta limbah cair bekas pencucian ayam yang bercampur dengan darah dan lemak (Al Kholif, 2015). Air limbah dari rumah potong ayam umumnya mempunyai kandungan protein, lemak, larutan darah, dan padatan tersuspensi, sehingga menyebabkan tingginya bahan organik (Aini et al., 2017).

Limbah cair bekas pencucian ayam didalamnya merupakan campuran dari beberapa

bahan-bahan organik antara lain; darah, lemak, isi rumen dan kotoran disuatu tempat area, dimana limbah tersebut belum ada pengelolaannya. Imbas dari belum adanya pengelolaan tersebut akan menimbulkan proses pencemaran lingkungan. Teknologi biodigester merupakan teknologi yang mampu mengubah biomassa seperti limbah peternakan sapi, kambing, ayam, sampah organik, limbah pertanian maupun bahan biodegradable lainnya menjadi biogas sebagai alternatif energi.

## **II. Metode**

### **Lokasi penelitian**

Penelitian ini dilakukan di Jetis Prenggan, Sidokarto, Godean, Sleman, Yogyakarta. Obyek penelitian ini adalah campuran kotoran sapi dengan limbah cair rumah pemotongan ayam sebagai sumber energi penghasil biogas.

### **Alat dan Bahan Penelitian**

Dalam penelitian ini dibutuhkan beberapa alat dan bahan yang dapat mendukung jalannya percobaan. Adapun alat dan bahan yang digunakan sebagai berikut:

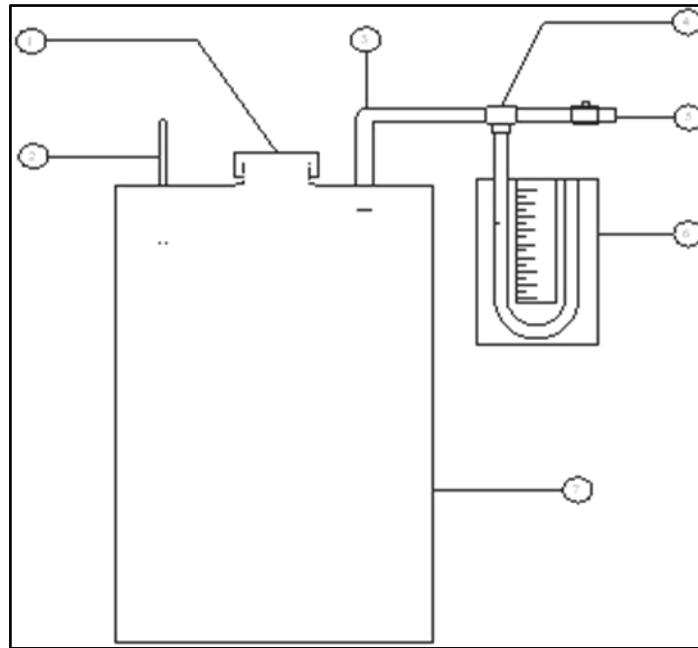
#### **Alat :**

1. Jerigen dengan kapasitas 25 liter
2. Ember
3. Selang transparan
4. Penggaris
5. Sambungan Y
6. Kran gas
7. Timbangan
8. Gayung
9. Kertas pH
10. Termometer
11. Lem
12. Gergaji
13. Pipa PVC  $\frac{3}{4}$
14. Busa hati
15. Klem

#### **Bahan :**

1. Kotoran sapi
2. Limbah cair rumah pemotongan ayam
3. Air

3. Air



Gambar 1. Peralatan Digester Biogas

Keterangan Gambar Peralatan Digester Biogas:

1. Inlet Biogas
2. Thermometer
3. Saluran output gas
4. Pipa sambung letter T
5. Kran gas
6. Manometer U
7. Digester kapasitas 25 liter

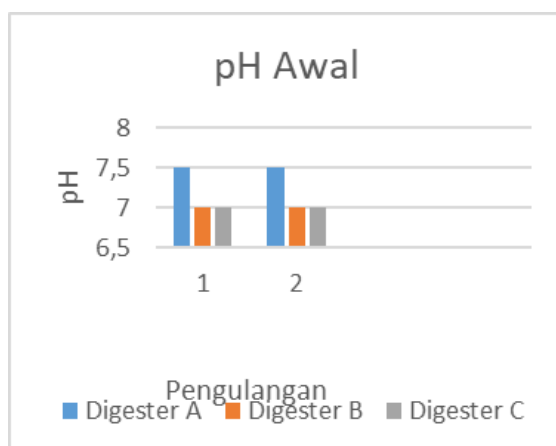
### III. Hasil Dan Pembahasan

#### Data Hasil Pengukuran pH Awal dan pH Akhir

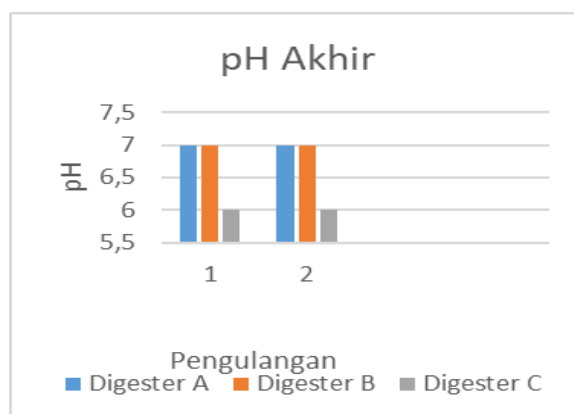
Berdasarkan Gambar 3, menunjukkan pH awal substrat masing-masing digester. Setiap digester memiliki pH rata-rata hampir sama yaitu digester A (7,5), digester B (7), dan digester C (7). Hal ini menunjukkan pH awal mendekati netral dan merupakan kondisi yang baik untuk kehidupan bakteri. Pada umumnya Faktor pH sangat berperan dalam dekomposisi anaerob karena pada rentan pH yang tidak sesuai, bakteri tidak dapat tumbuh

dengan maksimal dan bahkan dapat menyebabkan kematian, sehingga dapat mempengaruhi produksi gas metan. Hal ini diperkuat dengan penelitian Yonathan, dkk (2013) yang menyatakan bahwa pH netral dapat memacu perkembangan bakteri metana (metanogen) sehingga pada pH tersebut bakteri perombak asam asetat dapat tumbuh dan berkembang biak secara optimal, hal ini akan berdampak pada produksi gas yang dihasilkan.

## Potensi Campuran Kotoran Sapi dan Limbah Cair Rumah Pemotongan Ayam Sebagai Sumber Energi Penghasil Biogas



Gambar 3. Grafik pH Awal



Gambar 4. Grafik pH Akhir

Pada gambar 4, dapat dilihat pH akhir dari poses anaerobik yang terjadi digester pada masing-masing perlakuan berada pada kondisi yang tidak jauh yakni digester A dengan nilai pH (7), digester B(7), digester C (6). Secara keseluruhan pH awal dan pH akhir mendekati netral, pada umumnya produksi yang baik pada pH 7 (netral). Budiyo dkk (2013) menyatakan bahwa metode terbaik untuk memproduksi biogas pada komposisi rentang pH 6-8 dan produksi biogas tertinggi pada pH 7.

### Data Hasil Pengamatan Suhu

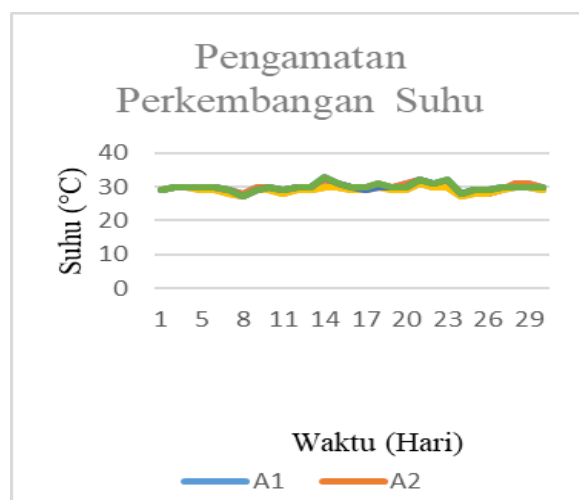
#### 1. Pengukuran suhu awal

Proses pengukuran suhu awal yang dilakukan terhadap penelitian ini tidak ada perbedaan dan menunjukkan ukuran yang sama untuk di setiap

digester yaitu digester A1 29°C, A2 29°C, B1 29°C, B2 29°C, C1 29°C, C2 29°C.

#### 2. Hasil Pengamatan Perkembangan suhu

Perubahan temperatur/Suhu (°C) dalam digester biogas dari hari pertama hingga hari ke 30 pada proses fermentasi, suhu dalam digester biogas tidak konstan dan setiap hari mengalami perbedaan. Perkembangan suhu untuk setiap digester dipantau melalui termometer pada setiap digester dan dapat dilihat pada gambar 4.1 Data yang diperoleh dari ke 6 digester dengan melakukan pengamatan setiap hari, baik digester A1, A2, B1, B2, C1, dan C2 tidak terjadi peningkatan yang signifikan yaitu dari 27°C sampai 33°C.



Gambar 5. Grafik hasil pengukuran perkembangan suhu

Berdasarkan gambar 5. dalam penelitian ini , semua digester bekerja pada kisaran suhu mesofilik antara 20 - 40 °C. Pada digester A melalui pengamatan setiap hari, baik digester A1 maupun A2 suhu berkisar antara 28°C sampai 32°C. Suhu tertinggi terjadi pada hari ke 13 dan 20 dengan suhu 32°C dan suhu terendah terjadi pada hari ke 7 dan 23 dengan suhu 28°C. Pada digester B, baik digester B1 dan B2 suhu berkisar antara 27°C sampai 32°C. Suhu tertinggi pada hari ke 20 dengan suhu 32°C dan suhu terendah terjadi pada hari ke 7 dan 23 dengan suhu 27°C. Pada digester C1 maupun C2 suhu berkisar antara 27°C sampai 33°C. Suhu tertinggi pada hari ke 13 dengan suhu 33°C dan suhu terendah terjadi pada hari ke 7 dengan suhu 27°C.

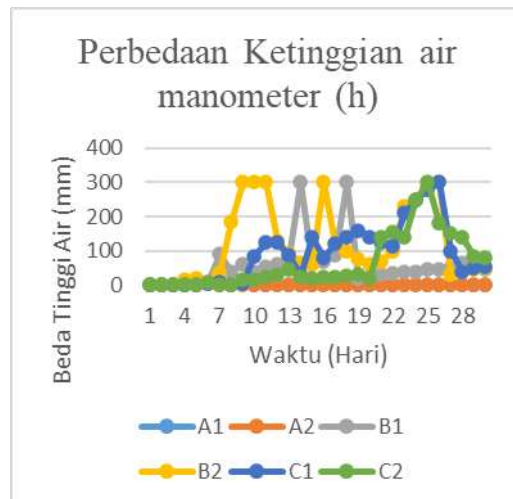
Suhu sangat berpengaruh terhadap aktivitas mikroorganisme yang akan mengurai bahan organik. Dalam penelitian ini menunjukan suhu selama 30 hari pengamatan terjadinya kenaikan suhu disebabkan proses dekomposisi bahan organik bersifat eksogenik. Peningkatan suhu menunjukkan

terjadinya proses dekomposisi bahan organik, yang akan menghasilkan gas metana, karbondioksida, sejumlah gas lainnya, dan panas Simamora et al.(2006). Penurunan suhu disebabkan pada hari tersebut terjadi hujan sehingga suhu udara menjadi dingin. Suhu digester tidak jauh berbeda dengan suhu udara lingkungan (ambient), baik pagi maupun sore hari. Menurut Junaidi (2018) rata-rata suhu digester tidak jauh berbeda karena digester diletakan didalam ruangan sehingga tidak terpapar langsung oleh cahaya matahari.

#### **Data Hasil Perbedaan Ketinggian Air Manometer**

Perbedaan ketinggian air manometer menunjukan laju produksi biogas harian pada digester. Beda tinggi air manometer (h) dapat dicari dengan cara menghitung selisih ketinggian permukaan air pada selang manometer. Pencatatan perbedaan ketinggian air manometer dilakukan setiap hari selama 30 hari seperti pada gambar 6. Grafik perbedaan air manometer.

**Potensi Campuran Kotoran Sapi dan Limbah Cair Rumah Pemotongan Ayam  
Sebagai Sumber Energi Penghasil Biogas**

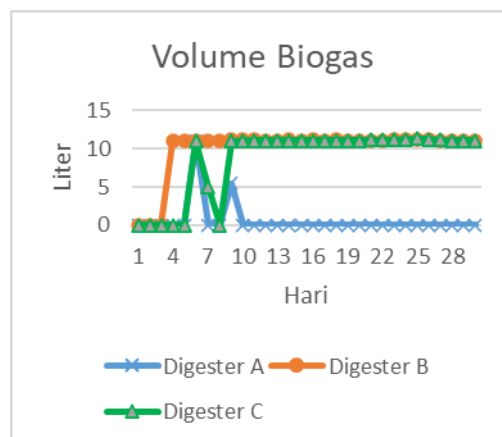


Gambar 6. Grafik perbedaan air manometer

Berdasarkan pada gambar 6, tekanan awal biogas terjadi pada hari ke 4 untuk digester B1 dan B2, sedangkan digester A1, A2, C1 dan C2 mulai menghasilkan tekanan pada hari ke 6. Pada hari ke 8 pada digester A1, A2, C1 dan C2 mengalami penurunan tekanan, hal ini disebabkan campuran kotoran sapi pada digester A lebih banyak dan pada digester C terlalu banyak campuran limbah cair rumah pemotongan ayam. Meningkatnya komponen makro molekul yang kompleks pada campuran sehingga sulit untuk didegradasi secara langsung oleh mikroorganismenya. Pada hari selanjutnya pada digester A1 dan A2 tidak ada kenaikan tekanan hingga hari ke 30. Sedangkan pada digester B1, B2, C1 dan C2 peningkatan dan penurunan tekanan terus berlangsung hingga hari ke 30 produksi biogas.

Digester B1 mengalami puncak tekanan pada hari ke 14, hari ke 18 dan pada hari selanjutnya mengalami penurunan tekanan. Digester B2 mengalami puncak tekanan sebanyak tiga kali pada hari ke 9 sampai 11, hari ke 16 dan 26 lalu terjadi penurunan tekanan dihari – hari setelah kenaikan tekanan tersebut. Digester C1 dan C2 mengalami puncak tekanan pada hari ke 26 dan 25, pada hari selanjutnya mengalami penurunan tekanan.

Penurunan tekanan yang signifikan pada penelitian ini, disebabkan oleh beberapa kali kebocoran gas pada sambungan antar alat biogas dan meluapnya air pada manometer sehingga terjadi semburan gas pada digester B1, B2, C1 dan C2.



Gambar 7. Grafik Volume Biogas



## Potensi Campuran Kotoran Sapi dan Limbah Cair Rumah Pematongan Ayam Sebagai Sumber Energi Penghasil Biogas

### Data Hasil Volume Biogas

Pada Gambar 7, terlihat bahwa biogas yang dihasilkan terus meningkat. Proses anaerobik berlangsung melalui tahap proses hidrolisis, tahap pengasaman (Asidifikasi) dan tahap pembentukan gas metan. Sehingga menghasilkan biogas dan terus bertambah setiap hari selama bakteri pengurai terus bertumbuh dan beraktivitas. Pada grafik diatas terlihat bahwa biogas yang dihasilkan tiap komposisi memiliki volume yang berbeda-beda. Produksi awal biogas terjadi pada hari ke 4 untuk variasi campuran digester B, sedangkan untuk variasi campuran digester A dan C mulai menghasilkan biogas pada hari ke 6. Menurut padang (2011) Perbedaan produksi biogas disebabkan karena ketersediaan nutrisi (sumber energi) bagi bakteri anaerob yang berbeda-beda dari masing-masing komposisi, sehingga berdampak pada perbedaan laju fermentasi dari setiap komposisi.

Pada hari selanjutnya, Pada digester A mengalami penurunan produksi biogas hingga hari ke 30, hal ini terjadi dikarenakan banyak kandungan bahan kering dalam digester A, sehingga akan lebih lama diuraikan oleh bakteri. Campuran B mengalami puncak produksi pada hari ke 9 campuran bahan yang sebanding atau sama besar antara kotoran sapi dengan limbah cair rumah pematongan ayam menghasilkan produksi yang paling cepat dan baik. Sejalan dengan penelitian sebelumnya oleh Wibowo dkk (2013) didapatkan hasil yang optimum dengan komposisi 50 : 50 sebesar 1,69 liter. Pada campuran C mengalami puncak produksi pada hari 26 dan 25, hal ini

menunjukkan bahwa tingginya pengenceran berpengaruh terhadap peningkatan trend produksi gas kumulatif. Menurut Mohammad (2016), faktor pengenceran dua kali dapat meningkatkan produksi biogas lebih banyak dibandingkan pada reaktor dengan pengenceran susbtrat yang lebih rendah.

### Hasil Uji Nyala Biogas

Uji nyala terhadap gas yang dihasilkan melalui proses fermentasi anaerob merupakan salah satu cara untuk mengetahui terdapat atau tidaknya metana ( $CH_4$ ) dalam gas tersebut. Gas hasil produksi yang mengandung metana akan ikut terbakar apabila didekatkan pada sumber api. Perlakuan pada digester A1, A2, B1, B2, C1 dan C2 setelah 30 hari dilakukan uji nyala dan mengasilkan api disemua digester.

Perlakuan digester A1 dan A2 setelah dilakukan uji nyala gas hasil produksi hanya dapat menyala selama 15 detik dan 10 detik dengan ketinggian api 2 cm dan 3 cm menghasilkan api berwarna biru kuning. Hal ini menunjukkan bahwa kandungan metana didalam digester A1 dan A2 sangat sedikit. Kadar  $CO_2$  berpengaruh terhadap pembakaran  $CH_4$ . Pembakaran bahan bakar tanpa  $CO_2$  akan mengasilkan api berwarna biru sedangkan api berwarna kuning kemerahan akibat adanya  $CO_2$  (Uwar dkk, 2012). Hasil uji nyala perlakuan A1 dan A2 dapat dilihat pada Gambar 8.



a) Digester A1    b) Digester A2

Gambar 8 Hasil uji nyala digester A1 dan A2



Perlakuan digester B1 dan B2 setelah dilakukan uji nyala dan menghasilkan api berwarna biru selama 3 menit dan 2 menit dengan tinggi api 18 cm dan 20 cm. Hasil uji nyala perlakuan

digester B1 dan B2 dapat dilihat pada gambar 9.



a) Digester B1    b) Digester B2

Gambar 9. Hasil uji nyala digester B1 dan B2

Uji nyala perlakuan digester C1 dan C2 menghasilkan api berwarna biru selama 3,45 menit dan 1,47 menit dengan tinggi api 15 cm dan 10 cm. Hal ini menandakan bahwa terdapat unsur metana didalam gas hasil produksi digester B1 dan B2. Metana yang terkandung

didalam gas dapat terbakar maka diperkirakan kandungan metana daalam gas sekitar 45% (Ihsan, 2013). Hasil Uji nyala perlakuan C1 dan C2 dapat dilihat pada gambar 10.



a) Digester C1    b) Digester C2

Gambar 4.7 Hasil uji nyala digester C1 dan C2

Hasil Pengukuran dari 3 parameter yang menunjukkan kemampuan suatu gas dapat terbakar dengan baik. Pada parameter lama nyala dan ketinggian api perbedaan waktu yang lama menyala dan tinggi api dipengaruhi dari jumlah volume gas yang tertampung. Untuk warna api adalah parameter yang menyatakan kualitas gas yang dihasilkan, dalam hal ini terlihat bila warna api biru maka suhu apinya lebih tinggi dari pada warna api yang berwarna kuning kemerahan.

Faktor utama yang mempengaruhi perbedaan hasil uji nyala biogas yang dihasilkan adalah sifat fisik dari bahan isian

yang disebabkan oleh kandungan air dan keasaman media (kadar pH) pada masing-masing komposisi. Perbandingan antara kotoran dan air mengakibatkan kondisi campuran pada masing-masing mempunyai sifat yang berbeda ( Maria dan Ida, 2011). Melihat perbedaan sifat fisik dari masing-masing komposisi serta perbedaan hasil produksi biogas yang dihasilkan menunjukkan bahwa komposisi sangat mempengaruhi kemampuan terbakarnya biogas

#### IV. Kesimpulan

Komposisi paling optimal ada pada digester B yaitu perbandingan antara kotoran

## Potensi Campuran Kotoran Sapi dan Limbah Cair Rumah Pemotongan Ayam Sebagai Sumber Energi Penghasil Biogas

sapi dan limbah cair rumah pemotongan ayam sebesar 3,5 liter : 3,5 liter dikarenakan komposisi substrat berpengaruh terhadap produksi dan kualitas biogas..Volume biogas terbanyak pada digester B dan dapat menghasilkan produksi gas tercepat di hari ke 4 dengan volume tertinggi sebesar 11,32 liter. Hasil uji nyala api untuk komposisi digester A dapat menyala selama 15 detik dengan ketinggian api 3 cm menghasilkan api berwarna biru kuning, Digester B menghasilkan api berwarna biru selama 3 menit dengan tinggi api 20 cm, dan untuk komposisi digester C menghasilkan api berwarna biru selama 3,45 menit dengan tinggi api 15 cm. Hasil uji nyala biogas terbaik terdapat pada digester C yang ditandai tingginya kadar CH<sub>4</sub> dalam biogas sehingga menghasilkan nyala api berwarna biru.

### V. Daftar Pustaka

- Afriani, C., Agus, H., Udin, H., Rumput Gajah (Pennisetum Purpureum). Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.
- Aini, A, M. Sriasih, dan D. Kisworo. 2017. Studi pendahuluan cemaran air limbah rumah pemotongan hewan di kota mataram. Jurnal Ilmu Lingkungan 15(1):41.
- Aini, M. 2017. Prosedur Kerja Pembuatan Biogas. <http://mychemistrytun.blogspot.com/2017/03/prosedur-kerja-pembuatan-biogas.html>. 15 Desember 2020 (22: 30 WIB)
- Budiyono., Pratiwi, M, E., Sinar Y, I, N., 2007. Pengaruh metode fermentasi, Komposisi Umpan, pH awal, dan Variasi Pengencer terhadap produktivitas Biogas dari Vinasse.
- Fachry, R., Rinenda, dan Gustiawan. 2004. Penentuan nilai kalorifik yang dihasilkan dari proses pembentukan biogas. Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik Unsri, Jl.Raya Prabumulih KM. 32 Inderalaya 30662.
- Fairuz, A. 2015. Pengaruh Penambahan Ampas Kelapa dan Kulit Pisang Terhadap Produksi Biogas dari Kotoran Sapi. Jurnal Teknik Pertanian Lampung. 4.2 91 – 98.
- Haryanto, A., Okfrianas, R., dan Rahmawati, W., Pengaruh Komposisi Substrat dari Campuran Kotoran Sapi dan Rumput Gajah (Pennisetum purpureum) terhadap Produksi Biogas pada Digester Semu Kontinu. Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung, Jl Soemantri Brojonegoro No. 1 Kampus Gedong Meneng 35145, Bandar Lampung.
- Ihsan, A., S. Bahri, dan Musafira. 2013. Produksi Biogas Menggunakan Cairan Isi Rumen Sapi dengan Limbah Cair Tempe. Online Jurnal of Natural Science. 2.2.27-35.
- Junaidi, A 2018. Pengaruh Frekuensi Pengumpanan Terhadap Produksi dan Kualitas biogas dari Campuran Kotoran Sapi dan Rumput Gajah (Pennisetum purpureum) pada Digester Semi Kontinyu. Jurusan teknik Pertanian, fakultas Pertanian, Universitas Lampung, Bandar Lampung.
- Mara, I Made dan Ida Bagus Alit. 2011. Analisa Kualitas dan Kuantitas Biogas dari Kotoran Ternak. Jurusan teknik Mesin, Universitas Mataram. Mataram.
- Maryani, S., 2016. Potensi Campuran Sayuran dan Kotoran Sapi sebagai Penghasil Biogas. Jurusan Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Negeri Maulana Malik Ibrahim., Malang.
- Mohammad, R., F. Soeroso, S. Pradana, Akbar, Sudarno, dan I.W. Wardhana. 2016. Pengaruh Pengenceran dan pengadukan Terhadap Produksi Biogas Pada Anaerobic Digestion dengan Menggunakan Ekstrak Rumen Sapi Sebagai Stater dan Limbah Dapur Sebagai Substrat. Jurnal PRESIPITASI. Vol 13(12) : 88-93.
- Padang, Y.A., Nurchayati, dan Suhandi. 2011. Meningkatkan Kualitas Biogas dengan Penambahan Gula. Jurnal Teknik Rekayasa. 12(1):53-62.
- Sarjono, Ridlo, M. 2013 Studi Eksperimental Penggunaan Kotoran Sapi Sebagai Bahan Bakar Alternatif. Majalah Ilmiah STTR Cebu. ISSN 1693 – 7066. Nomor : 16, Tahun 11, Januari – Juni 2013.
- Sembiring. 2004. Pengaruh Berat Tinja Ternak dan Waktu terhadap Hasil Biogas. Laporan Penelitian. Jakarta.

- Septiana, S. Pengaruh Variasi Beban dalam Mengolah Air Limbah Rumah Pematangan Ayam Menggunakan GAS-SBR. Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Arsitektur Lanskap dan Teknologi Lingkungan, Universitas Trisakti, Jakarta, Indonesia.
- Simamora, S., Salundik, Sri Wahyuni Dan Sarajudin. 2006. Membuat Biogas Pengganti Bahan bakar minyak dan Gas dari Kotoran Ternak. Argomedia Pustaka. Jakarta.
- Soeprijanto, dkk. Pembuatan Biogas dari Kotoran Sapi Menggunakan Biodigester di Desa Jumput Kabupaten Bojonegoro. Jurnal Pengabdian Masyarakat – LPPM ITS
- Uwar, N.A., I. Wardana.dan D. Widhiyanuriawan. 2012 Karakteristik Pembakaran CH<sub>4</sub> dengan Penambahan CO<sub>2</sub> pada model Helle-Shaw Cell pada Penyalaan Bawah. Jurnal Rekayasa Mesin. 3.1.249-257.
- Wahyuni, S. 2015. Panduan Praktis Biogas. Penebar Swadaya. Jakarta Timur. 116 hlm.
- Wibowo, T.S, A, Dharma, dan Refilda. 2013. Fermentasi Anaerob dari Campuran Kotoran Ayam dan Kotoran Sapi dalam Proses Pembuatan Biogas. Jurnal Kimia Unand. 1(1):113-118.
- Wiratmana, P.A., Sukadana, I,G.K., Tenaya, I.G.N.P. 2012. Studi Eksperimental Pengaruh variasi bahan kering terhadap produksi dan nilai kalor biogas koyoran sapi. Teknik Mesin, Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran 80362. Bali.
- Yahya, Y.,Tamrin.,Triyono,S.,2017. Produksi Niogas Campuran Kotoran Ayam, Kotoran Sapi, dan Rumput Gajah Mini (Pennisetum Purpureum cv. Mott) Dengan Sistem Batch. Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.