INFO TEKNIK
Volume 24 No. 1 Juli 2023 (129-136)

VARIASI OPTIMUM BIOGAS DARI LIMBAH CAIR KELAPA SAWIT

Budi Nining Widarti[1], Ditha Dwijayanti,[2] Edhi Sarwono[3]
[1,2,3]*prodi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Mulawarman*
E-mail : niningbudi28@gmail.com

ABSTRACT

Biogas is one of the renewable energy sources produced from the process of methanogenesis. This research was conducted to determine the optimal composition of palm oil liquid waste (POME) and cow rumen fluid to produce biogas and to determine the effect of the composition of the mixture on the volatile solid value, pH, temperature, biogas production, and flame testing. This study used 3 trial batch type digesters with a capacity of 40 L and the raw material was a mixture of palm oil mill effluent (POME) and cow rumen fluid with a composition of 3 : 1 (R1), 1 : 1 (R2) and 4 : 1 (R3). During the treatment, pH, temperature, VS and biogas were tested. This research was conducted for 49 days. The research was conducted for 49 days and it was found that the composition of the mixture of palm oil mill effluent (POME) with cow rumen fluid which was optimal for producing biogas was found in R1 with a mixture composition of POME: cow rumen fluid as 3:1. R1 produces a volume of biogas of 1.86 L, from the flame test it can ignite from the third to the seventh week. The composition of the different mixed ingredients for each digester has an influence on the value of VS, pH, temperature, biogas production, and flame tests. The effect was on the difference in VS values, pH, biogas production, and flame test results for each digester, but for the temperature parameter the effect was not too visible because the temperature ranges for the three digesters were both in the mesophilic temperature range, ranging from 27°C - 32°C.

Keywords: methanogenesis, flame test, composition

1. PENDAHULUAN

Proses tahapan dalam pengolahan minyak sawit dari tandan buah segar kelapa sawit (TBS) yang melalui tahapan ektraksi minyak, pencucian dan pembersihan di pabrik akan menghasilkan yang disebut *palm oil effluent* (POME). POME yang dihasilkan dari limbah pabrik kelapa sawit POME sebesar 0,7 – 1 m^3 perton TBS, dengan temperature 60°C - 80°C, pH sekitar 3,3-4,6, kental warna kecoklatan, COD dan BOD yang tinggi (1).

POME hasil samping dari proses pengolahan minyak kelapa sawit menyebabkan penumpukan bahan organik yang dapat mencemari lingkungan seperti mematikan vegetasi dan mengkontaminasi tanah apabila tidak diolah terlebih dahulu sebelum dilairkan ke badan air. POME mengandung bahan organik yang tinggi, nitrogen, fosfat, kalium, magnesium, kalsium, lemak dan protein dapat dimanfaatkan sebagai energi

alternatif terbarui.

Biogas adalah sumber energi yang dapat diperbaharui yang dihasilkan dari proses methanogenesis. Proses methanogenesis dari rumen sapi mampu menghasilkan biogas sebanyak 21,57 ml pada kisaran suhu 29-30^{o}C dan kadar keasaman kondisi netral (2)

Potensi biogas sebagai sumber energi terbarukan kandungan CH_4 nilai kalor 50 MJ/kg. Penggunaan CH_4 lebih ramah lingkungan karena menghasilkan CO_2 yang lebih sedikit (3).

Semua bahan organik yang dapat terdegradasi secara biologis akan menghasilkan biogas, oleh karena itu keberadaan POME yang melimpah dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan biogas (1).

Penelitian ini dilakukan untuk menentukan variasi campuran POME dan cairan rumen sapi yang optimal untuk menghasilkan biogas dan untuk mengetahui pengaruh komposisi bahan campuran terhadap nilai volatile solid, pH, suhu, produksi biogas dan uji nyala api.

2. TINJAUAN PUSTAKA

POME dari proses pengolahan memiliki suhu 70°C - 80°C, pH sekitar 4,56 - 4,98, COD berkisar 57.000 - 60.400 mg/L dan TSS berkisar 0,23 - 5,44 g/L (4). POME dari hasil pengolahan memiliki suhu 60°C - 80°C, pH dengan kisaran 3,3-4,6, berwarna coklat, kental, minyak, lemak, COD dan BOD yang tinggi (1).

Biogas hasil fermentasi bahan organic oleh mikroorganisme dalam kondisi anaerob. Digester atau biodigester adalah reaktor sebagai tempat tumbuh mikroorganisme yang mencerna bahan organik. Biogas dalam jumlah dan kualitas tertentu dapat dihasilkan bila mikrognaisme berkembang dengan baik oleh karena itu harus diatur suhu, kelembaban dan pH. Dalam biogas terdapat CH_4, CO_2 dan gas lainnya (3).

Proses pembentukan biogas dimulai dari hidrolisis yang memanfaatkan enzim mikroorganisme untuk memecah polimer rantai panjang yang tidak terlarut seperti lemak, protein dan karbohidrat menjadi polimer pendek. Mikroorganisme asidogenik akan mengubah asam lemak, asam amino dan gula menjadi CO_2, H_2, NH_3, dan asam organik. Mikroorganisme asetogenik selanjutnya mengubah asam organic menjadi asam

asetat. Asam asetat oleh mikroorganisme metanogenik akan diubah menjadi metana (1).

3. CARA PENELITIAN

Proses perlakuan dalam penelitian ini dengan menggunakan 3 buah digester kapasitas 40 L percobaan dengan tipe batch dengan bahan berupa campuran POME dengan cairan rumen sapi dengan komposisi 3 : 1 (R1), 1 : 1 (R2) dan 4 : 1 (R3). Selama perlakuan dilakukan uji pH, suhu, VS dan biogas. Penelitian ini dilakukan selama 49 hari.

4. HASIL PENELITIAN

Hasil penelitian ini, pada minggu pertama pH dalam kondisi asam di tiga digester, hal ini pada minggu pertama dalam tahap hidrolisis dan asidogenesis. Pada minggu kedua hingga minggu sampai minggu ke enam nilai pH pada ketiga digester dalam kondisi netral. pH netral sesuai untuk perkembangan mikroorganisme methanogenesis, peningkatan pada rentang nilai pH 7 – 7,6, fluktuasi pH ini disebabkan oleh proses fermentasi bahan organik dalam digester yang menghasilkan senyawa yang bersifat asam dan basa. Nilai pH yang meningkat selama proses merupakan hasil dari proses asetogenesis dikonversi menjadi H_2, CO_2, H_2O, dan CH_4, serta pemecahan protein menjadi NH^{4+} kemudian membentuk senyawa yang bersifat basa (5). pH netral yang sesuai untuk perkembangan mikroorganisme methanogenesis maka pada uji nyala pada minggu kedua belum menunjukan nyala api, namun pada minggu ketiga sampai minggu ketujuh uji nyala dapat menunjukkan nyala api. Pada minggu ketujuh pH tiap digester mengalami penurunan menuju pH 5. Kondisi asam pada digester tidak sesuai untuk perkembangan bakteri metanogenesis.

Selama proses anaerob suhu R1 kisaran suhu 27°C - 32°C. R2 kisaran suhu 28°C - 31°C. R3 kisaran suhu 27°C -31°C. Suhu ketiga digester berada pada rentang 27°C – 32°C, atau pada suhu mesofilik. Pada suhu mesofilik ini sesuai untuk perkembangan bakteri methanogenik bekerja optimal (6). Temperatur optimal berkisar 30°C - 35°C, pada kisaran tersebut merupakan kondisi terbaik untuk pertumbuhan bakteri dalam menghasilkn metana (7).

Proses anaerobic selama 49 hari dihasilkan biogas pada R1 sebanyak 1,86 L, R2 sebanyak 1,285L dan R3 sebanyak 1,035 L. Pada R1 mengalami peningkatan yang fluktuatif sejak awal penelitian sampai hari ke-29 yang merupakan hari paling optimum produksi biogas, kemudian hari selanjutnya sampai hari terakhir penelitian mengalami perununan yang fluktuatif. Hal ini disebabkan jumlah bahan organik yang di degradasi oleh mikroorganisme berkurang sehingga produksi biogas menjadi lambat dan rendah. R1 memiliki kecepatan produksi biogas yang tinggi dan memiliki masa optimum yang lebih lama dibandingkan dengan R2 dan R3. Variasi campuran R1 merupakan perbandingan campuran yang paling optimal dalam pembentukan biogas. Substrat yang tersedia akan mempengaruhi biogas yang dihasilkan, semakin banyak substrat yang tersedia maka biogas yang dihasilkan juga akan semakin banyak yang dihasilkan (8).

R1 dan R2 mengalami peningkatan volume dari awal proses sampai minggu ke lima kemudian menurun sampai minggu ke tujuh. R3 mengalami peningkatan volume biogas dari minggu pertama sampai minggu ke empat dan menurun sampai minggu ke tujuh. Pada awal proses anaerob tersedia bahan organic yang cukup didekomposisi oleh mikroorganisme dan dihasilkan biogas, dekomposisi bahan organic semakin lama semakin berkurang, sehingga biogas yang dihasilkan semakin berkurang. Biogas yang dihasilkan diawal proses sampai akhir proses akan semakin menurun, karena pada tahap awal mikroba di dalam fermentasi substrat masih tersedia dalam jumlah yang cukup semakin lama karena fermentasi jumlah substrat semakin berkurang sehingga biogas yang dihasilkan juga semakin sedikit (9).

R1 dengan VS pada hari ke-0 sebesar 91,27% dengan produksi biogas 0 mL, kemudian pada minggu ke-1 mengalami kenaikan VS yaitu sebesar 96,14% diikuti dengan kenaikan produksi biogas yaitu sebesar 141,54 mL. Pada minggu ke-2 nilai VS menjadi sebesar 89,26%, tetapi produksi biogas mengalami kenaikan yaitu sebesar 181,96 mL dan hal ini terus berlangsung sampai minggu ke-5. Minggu ke-6 dan ke-7 nilai VS sebesar 56,36% dan 48,10% diikuti dengan penurunan produksi biogas yaitu sebesar 318,12 mL dan 213,09 mL.

R2 memiliki nilai VS pada hari minggu ke-0 sebesar 94,95% dengan produksi biogas 0 mL, kemudian pada minggu ke-1 mengalami kenaikan VS yaitu sebesar

97,09% diikuti dengan kenaikan produksi biogas yaitu sebesar 67,2 mL. Pada minggu ke-2 nilai VS sebesar 90,91%, tetapi produksi biogas mengalami kenaikan yaitu sebesar 106,76 mL dan hal ini terus berlangsung sampai minggu ke-5. Pada minggu ke-6 nilai VS sebesar 54,35% dengan biogas yaitu sebesar 175,06 mL. Minggu ke-7 nilai VS sebesar 55,07% dan produksi biogas sebesar 142,91 mL.

R3 memiliki nilai VS pada hari minggu ke-0 sebesar 89,29% dengan produksi biogas 0 mL, kemudian pada minggu ke-1 mengalami kenaikan VS yaitu sebesar 90,61% diikuti dengan kenaikan produksi biogas yaitu sebesar 46,47 mL. Pada minggu ke-2 nilai VS turun menjadi sebesar 87,3%, tetapi produksi biogas mengalami kenaikan yaitu sebesar 130,23 mL dan hal ini terus berlangsung hingga minggu ke-4. Pada minggu ke-5 - ke-7 nilai VS tetap mengalami penurunan yaitu sebesar 64,18%, 53,62%, dan 46,97% diikuti dengan penurunan produksi biogas yaitu sebesar 185,57 mL, 134,55 mL, dan 46,97 mL.

Ketiga digester mengalami penurunan persentasi volatile solid (VS). Nilai % VS akan semakin menurun seiring waktu pembentukan biogas, penurunan %VS akan diimbangi dengan kenaikkan produksi biogas, hingga akhirnya tidak terbentuk lagi. TS dan VS yang semakin menurun diikuti oleh peningkatan produk biogas dan kadar gas metana yang ada dalam biogas.

Ketiga digester pada minggu pertama dan minggu kedua gas dari uji nyala tidak dapat terbakar saat dilakukan uji nyala, hal ini karena minggu ke -1 dan ke-2 gas yang dihasilkan lebih banyak mengandung karbondioksida atau belum menghasilkan gas metana dan gas yang dihasilkan dari proses anaerob ini dapat terbakar maka biogas tersebut mengandung 45% gas metana (Sarwanto et al., 2018). Proses fermentasi anaerob pada minggu ke-1 masih termasuk dalam fase hidrolisis dan pengasaman.

Pengujian uji bakar biogas menunjukkan pada minggu ke-1 sampai ke-2 tidak ada nyala api, namun minggu ketiga sampai ketujuh ada nyala api dengan warna biru kemerahan.

5. KESIMPULAN

1. Berdasarkan penelitian selama 49 hari dapat diketahui bahwa komposisi POME dengan cairan rumen sapi yang optimal menghasilkan biogas yaitu terdapat pada R1 dengan komposisi campuran POME: cairan rumen sapi 3:1. R1 menghasilkan volume biogas sebesar 1,86 L, dari uji nyala dapat menyala pada minggu ketiga sampai ketujuh.
2. Komposisi bahan campuran yang berbeda tiap digester memiliki pengaruh terhadap nilai volatile solid VS, pH, suhu, biogas yang dihasilkan dan uji nyala api. Pengaruhnya terdapat pada perbedaan nilai VS, pH, biogas yang dihasilkan dan uji nyala api hasil masing-masing digester, tetapi untuk parameter suhu tidak terlalu terlihat pengaruh yang terjadi karena rentang suhu ketiga digester sama-sama berada pada rentang suhu mesofilik berkisar antara 27°C - 32°C.

DAFTAR PUSTAKA

1. Rahayu AS, Karsiwulan D, Yuwono H, Trisnawati I, Mulyasari S, Rahardjo S, et al. Buku Panduan Konversi POME Menjadi Biogas Pengembangan Proyek di Indonesia. Winrock Int [Internet]. 2015;100. Available from: https://www.winrock.org/wp-content/uploads/2016/05/CIRCLE-Handbook-INDO-compressed.pdf
2. Ramli H. Produksi Biogas Limbah Isi Rumen Sapi Asal Rumah Pemotongan Hewan (RPH). Bionature. 2015;16(2):122–6.
3. Suyitno, Nizam M, Darmanto. Teknologi Biogas. Teknol Biogas. 2009;118.
4. Shintawati, Hasanudin U, Haryanto A. Karakteristik Pengolahan Limbah Cair Pabrik Minyak Kelapa Sawit Dalam Bioreaktor Cigar Semi Kontinu. Tek Pertan Lampung. 2017;6(2):81–8.
5. Sarwanto E, Subekti F, Widiarta BN. Pengaruh Variasi Campuran Eceng Gondok (Eichhornia Crassipes) dan Isi Rumen Sapi Terhadap Produksi Biogas. Tek Lingkung. 2018;2(2012):1–10.
6. Nursanti. Karakteristik Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit Pada Proses Pengolahan Anaerob Dan Aerob. J Ilm Univ Batanghari Jambi. 2013;13(4):67–73.
7. Safrizal. Small Renewable Energy Biogas Limbah Cair (Pome) Pabrik Kelapa Sawit Menggunakan Tipe Covered Lagoon Solusi Alternatif Defisit Listrik

Provinsi Riau. J DISPROTEK. 2015;6(1):26–35.

8. Arnold Yonathan ARPBP, Yonathan A, Prasetya AR, Pramudono B. PRODUKSI BIOGAS DARI ECENG GONDOK (EICCHORNIA CRASSIPES) : KAJIAN KONSISTENSI DAN pH TERHADAP BIOGAS DIHASILKAN. J Teknol Kim dan Ind. 2012;1(1):412–6.
9. Ihsan A, Bahri S. Limbah Cair Tempe. Online J Nat Sci. 2013;2(2):27–35.
10. Sanjaya D, Haryanto A. Biogas Production From a Mixture of Cow Manure With Chicken Manure. Tek Pertan Lampung. 2015;4:127–36.

Halaman ini sengaja di kosongkan