



## PRELIMINARY STUDY ON PH OPTIMIZATION OF BIOGAS PRODUCTION USING POME, PALM OIL MILL EFFLUENT

### STUDI AWAL OPTIMASI PH PADA PRODUKSI BIOGAS DENGAN PEMANFAATAN POME, LIMBAH PABRIK KELAPA SAWIT

Joni Prasetyo

Pusat Teknologi Sumberdaya Energi dan Industri Kimia, BPPT.  
Teknik Kimia, Universitas Pamulang  
\*Email: [joni.prasetyo@bppt.go.id](mailto:joni.prasetyo@bppt.go.id)

*Received : 21 Oktober 2020; Accepted : 18 Januari 2021; Publish : Januari 2021*

#### ABSTRACT

Organic waste that is not utilized will cause stinky odor. The Organic waste, especially liquid one, has high COD. This kind Wastes with high COD are usually left not easily decomposed and those that live in the environment are anaerobic microbes which normally produce gas in metabolism. The gas usually consists of H<sub>2</sub>S and NH<sub>3</sub> which give off an unpleasant odor. Handling of this organic waste by using a microbial source from cow dung can direct the waste conversion process to produce the main product in the form of methane (CH<sub>4</sub>). Preliminary study of liquid waste management from palm oil mill effluent (POME) in its handling. The initial conditioning was carried out by incubating cow manure and adding POME gradually by maintaining the pH of the media around 6.5. Uncontrolled treatment with a pH that did not change much from the initial pH of POME, which was between 4 - 5.5. The resulting biogas pH can reach 5.5 - 6.5 with CH<sub>4</sub> when it is around 50%. Meanwhile, pH 6.5 - 7.5 gave the best biogas yield, namely 60%, even in the best conditions the CH<sub>4</sub> concentration could reach 62.34% at pH 7.6.

**Kata kunci: Biogas, POME, pH optimization, cow manure, anaerobic digestion**

#### Abstrak

Limbah organik yang tidak termanfaatkan akan menimbulkan bau yang tidak sedap. Limbah organik, khususnya yang cair ini, pada umumnya mempunyai COD yang tinggi. Limbah dengan COD yang tinggi biasanya kalau dibiarkan tidak mudah terurai dan yang hidup di lingkungan itu merupakan mikroba anaerob dimana dalam metabolisme biasanya menghasilkan gas. Gas tersebut biasanya terdiri dari H<sub>2</sub>S dan NH<sub>3</sub> yang menimbulkan bau yang tidak enak. Penanganan pemanfaatan limbah organik ini dengan menggunakan sumber mikroba dari kotoran sapi bisa mengarahkan proses konversi limbah cair tersebut untuk menghasilkan produk utama berupa metana (CH<sub>4</sub>). Studi awal ini mempelajari pemanfaatan limbah cair dari pabrik kelapa sawit (POME) dalam penanganannya. Pengkondisian awal dilakukan dengan inkubasi kotoran sapi dan dilanjutkan dengan penambahan POME secara bertahap dengan menjaga pH media sekitar 6,5. Penanganan yang tidak terkontrol ditandai dengan pH yang tidak banyak berubah dari pH POME pada awalnya yaitu antara 4 – 5,5. Biogas bisa dihasilkan Ketika pH bisa mencapai 5,5 – 6,5 dengan konsentrasi CH<sub>4</sub> berkisar 50%. Sedangkan pH 6,5 – 7,5 memberikan hasil biogas yang paling bagus yaitu 60%, bahkan pada kondisi terbaik konsentrasi CH<sub>4</sub> bisa mencapai 62.34%.

**Kata kunci: biogas, POME, optimasi pH, kotoran sapi, proses anaerobic**



## PENDAHULUAN

Krisis energi di Indonesia pada prinsipnya merupakan krisis bahan bakardimana penggunaan bahan bakar fosil seperti BBM saat ini sangat besar dan kurang efisien (*high cost*) seperti pada kendaraan umum di Indonesia yang kurang terawat yang bisa dilihat dari emisinya yang berwarna hitam. Industri besar seperti batubara untuk PLTU saat ini masih sulit untuk dipenuhi dengan kualitas yang sesuai karena sebagian batubara kualitas bagus dialokasikan untuk ekspor. Dampak negative terhadap lingkungan dengan penggunaan bahan bakar dari fosil yang saat ini sudah sangat bisa dirasakan adalah efek rumah kaca yang mengakibatkan pemanasan global. Oleh karena itu, pemakaian BBM atau batubara perlu dikendalikan, bahkan diupayakan untuk bisa digantikan dengan sumber bahan bakar yang terbarukan. Langkah saat ini mulai banyak dilakukan inovasi dan pengembangan sumber energi alternatif yang bersifat terbarukan. Manfaat lain dari sumber energi terbarukan adalah berkaitan dengan lingkungan hidup, untuk mengurangi pemanasan global dengan siklus CO<sub>2</sub> [1,2]. Energi alternatif sudah seharusnya mulai menjadi pilihan untuk mengurangi beban penyediaan BBM fosil. Untuk itu, upaya pemerintah dalam meningkatkan pemanfaatan energi alternatif untuk substitusi BBM perlu

didukung oleh semua pihak dan dipercepat realisasinya dengan memanfaatkan segala potensi sumberdaya melalui tahapan kegiatan riset dan inovasi teknologi.

Indonesia merupakan produsen *Crude Palm Oil* (CPO) dunia tertinggi di dunia yang juga menghasilkan limbah POME yang sangat besar sehingga sebaiknya dimanfaatkan untuk menghasilkan biogas dengan kandungan utama CH<sub>4</sub>. Biogas dengan CH<sub>4</sub> sebagai komponen utamanya dapat dikumpulkan dan dimanfaatkan sebagai bahan bakar pembangkit listrik atau bio-CNG. POME dari Pabrik Kelapa Sawit di propinsi Riau mempunyai kandungan COD yang sangat tinggi dengan rata-rata 90.000 ppm.

Pemanfaatan POME dapat diolah untuk menghasilkan biogas memiliki prospek yang bagus sebagai energi terbarukan di pasar energi masa depan. Penggunaan Bio CH<sub>4</sub> untuk bahan bakar terbarukan saat ini diperhitungkan dalam target 20% pangsa energi terbarukan dari konsumsi energi final sumber terbarukan pada tahun 2020. Selain itu, penggunaan bio-metana dalam transportasi juga dapat berkontribusi untuk memenuhi tujuan pengurangan rata-rata GRK emisi [3].

Studi awal ini mengkaji pengaruh perlakuan terhadap POME dengan dan tanpa perlakuan yang terkendali dengan menggunakan kotoran sapi sebagai sumber



mikroba untuk menghasilkan biogas dengan kandungan utama  $\text{CH}_4$ . Dimana pengamatan terhadap pH dan komposisi biogas yang dihasilkan dipelajari untuk mendapatkan kinerja terbaik biogas yang diharapkan.

## BAHAN DAN METODE

### Bahan

Bahan baku yang digunakan disini adalah POME yang didapatkan dari Pabrik Kelapa Sawit Sei Pagar yang merupakan milik PTPN V, Pekanbaru. Kualitas bahan baku POME dianalisa berdasarkan kandungan COD yang mencapai 90.000 ppm dan pH yang berkisar antara 4,2 dan 4,6.

Digunakan pupuk Urea dan tsp sebagai nutrisi yang memperkaya unsur N.

Untuk mendapatkan pH sesuai dengan yang diinginkan, maka digunakan NaOH teknis yang dilarutkan dalam air dulu sebelum dituangkan ke reactor untuk produksi biogas.

### Metode

Produksi biogas dari POME dilakukan di bio-reaktor sederhana dengan volume kerja 1 L. Beberapa perlakuan dibandingkan terhadap control yang tidak ditambahkan nutrisi apapun. pH dan konsentrasi  $\text{CH}_4$  di cek setelah hari ke 3 dan 7, yang dilanjutkan dengan pengecekan setiap minggunya. Pada awalnya pengembangan

media untuk menghasilkan biogas digunakan kotoran sapi sebagai sumber mikroba. Pengkondisian untuk menghasilkan biogas dilakukan dengan dengan menambahkan nutrient berupa pupuk. Selanjutnya produksi biogas dibiarkan secara alamim dan Sebagian percobaan dijaga pH nya 6 dan 7 (atau diatasnya).

### Analisa

Analisis COD menggunakan Lovibond MD 100 COD kit dengan vial COD / CSB 0-15.000 ppm yang mengandung kalium dikromat,  $\text{HgSO}_4$  dan asam sulfat 61%. Umumnya, POME segar memiliki kisaran antara 15.000 dan 100.000 ppm [4]. Oleh karena itu, sampel harus diencerkan menggunakan aquadest, sesuai prediksi COD.

Analisa pH menggunakan pH meter portable merk Hanna tipe HI98107. pH meter ini setiap hari dilakukan kalibrasi dengan larutan standard pH 4.01 dan pH 6.86.

Analisa komposisi biogas menggunakan *biogas analyzer* Geotech, biogas 5000 portable gas monitoring, untuk Analisa  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ , dan  $\text{CH}_4$ .

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembuatan start up untuk produksi biogas



POME yang dipergunakan sebagai bahan baku dan akan dikonversi menjadi biogas adalah pabrik kelapa sawit Sei Pagar yang merupakan salah satu bagian di pada PTPN V Pekanbaru. Sumber POME ini dialirkan dari kalam fat pit untuk dikutip sisa minyak CPO dan dialirkan ke kolam qualizer yang selanjutnya ditampung di di buffer tank. Beberapa parameter yang dianalisa untuk memperkirakan kualitas bahan baku POME yang meliputi COD, suhu, pH [5]. Sebelum digunakan sebagai substrat dalam produksi biohidrogen, POME dikarakterisasi terlebih dahulu untuk mengetahui karakteristik awal POME.

**Tabel 1.** Karakterisasi POME di buffer tank

Parameter	Nilai	Satuan
COD	82.456	Ppm
pH	4.4	-
Suhu	34.4	°C
Warna	Kuning kecokelatan	-

Sumber mikroba untuk produksi biogas yang digunakan berupa kotoran sapi. Pengkondisian awal dilakukan dengan menambahkan air tanah dan nutrisi yang disupli dari pupuk urea dan tsp. penggunaan kotoran sapi sudah umum digunakan sebagai sumber mikroba dengan beberapa spesies seperti *Caldoanaerobacter subterraneus*, *Caloramator fervidus*, *Clostridium thermocellum*(Girija et al.,

2013), *Methanospirillum hungatei* dimana consorsium mikroba tersebut efektif menghasilkan biogas dengan target gas CH<sub>4</sub> [6-8]. Aktivitas dari mikroba-mikroba tersebut yang menyebabkan kotoran sapi dapat memproduksi biogas.

**Produksi biogas**

Dari beberapa percobaan yang telah dilakukan, maka secara kualitatif ditunjukkan pada table 2 berikut ini:

**Tabel 2.** Pengamatan produksi biogas secara kualitatif.

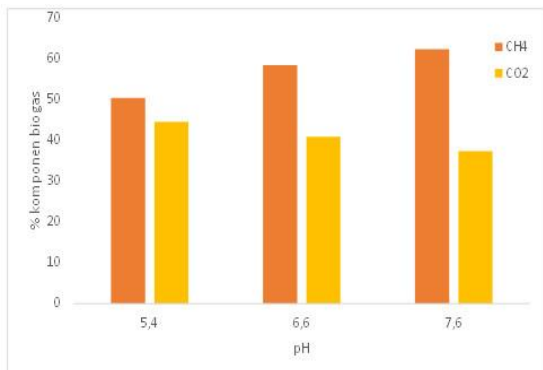
Media	Hari ke 3	Hari ke 7
POME (control -)	-	-
Kotoran sapi + Nutrien + POME pH 5	-	+
Kotoran sapi + Nutrien + POME pH 6	++	++
Kotoran sapi + Nutrien + POME pH 7	++	++

Sebagai control negatif, POME segar yang diinkubasi sampai 7 hari, pembentukan biogas tidak terjadi baik pada pengamatan hari ke 3 dan 7. POME pada dasarnya tidak mengandung mikroba penghasil biogas. Sedangkan penggunaan kotoran sapi menjadikan terjadinya proses biologi yang menghasilkan biogas. Produksi biogas yang terbanyak terjadi ketika pH media fermentasi sekitar 6 -7.

Optimasi pH untuk pembentukan biogas. Percobaan dilanjutkan dengan melanjutkan proses mikroba dengan bahan baku POME tersebut. Selama proses pembentukan biogas ini, kondisi pH media POME tersebut naik. Kondisi pH ini



mempengaruhi kualitas biogas dari POME yang ditunjukkan dengan besarnya konsentrasi CH<sub>4</sub>.



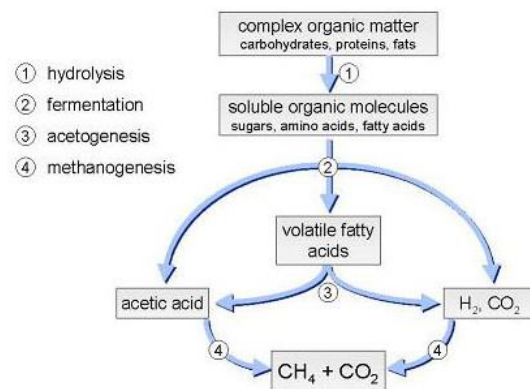
**Gambar 1.** Kualitas Biogas dipengaruhi pH media. Produk utama biogas dari proses biologis ini adalah CH<sub>4</sub> dan CO<sub>2</sub> dan lumpur. Biogas dengan CH<sub>4</sub> terbesar dipengaruhi oleh pH. Untuk mendapatkan CH<sub>4</sub> yang tinggi disarankan untuk menjaga pH media limbah organic minimal pada level 7.

**KESIMPULAN**

Limbah organic dengan kandungan lipid / lemak nabati, buangan dari pabrik kelapa sawit, POME (Palm Oil Mill Effluent), bisa dimanfaatkan untuk memproduksi biogas dengan kandungan utama CH<sub>4</sub>. Oleh karena itu, biogas ini bisa digunakan sebagai bahan bakar.

POME ini yang dicerna secara anaerobik oleh sejumlah mikroba alami, dalam suatu konsorsium, dengan kondisi optimal pada pH diatas 7 agar menghasilkan CH<sub>4</sub> yang tinggi. Dimana spesies-spesies mikroba yang terlibat dalam konsorsium tersebut bersinergi melalui tahapan memecah lipid,

organik kompleks, hidrolisis menjadi materi yang terlarut seperti asam amino dan asam lemak. Organik terlarut tersebut kemudian melalui jalur asidogenesis membentuk asam asetat dan jalur hidrogenesis menghasilkan H<sub>2</sub> dan CO<sub>2</sub>. Akhirnya melalui metanogenesis terbentuk CH<sub>4</sub> dan CO<sub>2</sub>.



**Gambar 2.** Skema proses pembentukan biogas dari limbah organik [9].

**REFERENSI**

[1] Gerber, P. J., H. Steinfeld, B. Henderson, A. Mottet, C. Opio, J. Dijkman, A. Falcucci, and G. Tempio, 2013, *Tackling climate change through livestock: a global assessment of emissions and mitigation opportunities*, Rome: FAO.

[2] Reijnders, L., Huijbregts, M.A.J., 2008, *Palm oil and the emission of carbon-based greenhouse gases*, Journal of Cleaner Production, vol. 16, iss. 4, (2008), pp. 477-482. DOI: 10.1016/j.jclepro.2006.07.054.



- [3] M. Prussi, M. Padella, M. Conton, E.D. Postma, L. Lonza., 2019, *Review of technologies for biomethane production and assessment of Eu transport share in 2030*, *Journal of Cleaner Production* 222: 565-572.
- [4] Madaki Y.S., and Seng L., *Intern. Jour. Sci., Env. and Tech.*, 2 (6), 1138 – 55, (2013) .
- [5] Ismail, I., M. A. Hassan, N. A. A. Rahman, C. S. Soon. 2010. Thermophilic Biohydrogen Production from Palm Oil Mill Effluent (POME) Using Suspended Mixed Culture. *Journal of Biomass and Bioenergy*. Vol 34 hal: 42–47.
- [6] Yokoyama, H., N. Moriya, H. Ohmori, M. Waki, A. Ogino and Y. Tanaka. 2007. Community analysis of hydrogen-producing extreme thermophilic anaerobic microflora enriched from cow manure with five substrates. *Applied Microbiology Biotechnology*. Vol 77. page: 213–222.
- [7] Girija, D., K. Deepa, F. Xavier, I. Antony and P. R. Shidhi. 2013. Analysis of Cow Dung Microbiota-A Metagenomic Approach. *Indian Journal of Biotechnology*. Vol 12: 373-378.
- [8] Sundarassu, S. P. and J. M. S. Benila. 2017. Biogas Production from Cow Dung Using Methanogen Bacteria. *International Journal of Research*. Vol. 4 (7): 1-10.
- [9] EPA science, Organics: Anaerobic Digestion, Pacific Southwest, Region 9, US-EPA. Download <https://archive.epa.gov/region9/organics/web/html/science.html>, pada 3 juli 2020