

KARAKTERISASI DAN POTENSI PEMANFAATAN *PALM OIL MILL EFFLUENT* (POME) MENJADI BIOETANOL DAN BIOHIDROGEN

Ramida Elisa Kristiani Simanjuntak¹⁾; David Andrio²⁾; Elvi Yenie²⁾

¹⁾Mahasiswa Program Studi Teknik Lingkungan, ²⁾Dosen Teknik Lingkungan
Laboratorium Dasar Proses dan Operasi Pabrik

Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Riau
Kampus Bina Widya Jl. HR. Soebrantas Km 12,5 Simpang Baru, Pekanbaru, 28293

Email: midal7kristiani@gmail.com

ABSTRACT

The need and consumption of the community for fuel oil (BBM) which is increasing from year to year is inversely proportional to its availability. One alternative energy solution to replace fossil energy is bioethanol and biohydrogen. POME has a high content of organic compounds such as carbohydrates, cellulose, sucrose, and starch so that it has the potential as a substrate for fermentation of bioethanol and biohydrogen. Anaerobic POME processing technology can increase the formation of bioethanol and biohydrogen. This research was conducted by analyzing the characteristics of POME through pH, demand for chemical oxygen (COD) and volatile suspended solids (VSS) and their potential in producing bioethanol and biohydrogen. From this study COD obtained a value of 32000 mg / L. Potential energy of bioethanol and biohydrogen formed through the degradation of organic matter in POME obtained respectively 1700 ml H₂ / ml POME / day and 1.35g / L for 8 days

Keywords: *Acidogenesis, anaerobic, bioethanol, biohydrogen, palm oil mill effluent*

1. Pendahuluan

Kebutuhan dan konsumsi masyarakat akan Bahan Bakar Minyak (BBM) yang semakin meningkat dari tahun ke tahun berbanding terbalik dengan ketersediaannya. Menurut Badan Pusat Statistik (BPS) pada bulan Februari 2015 impor migas di

Indonesia mencapai 11,558 miliar dollar AS atau naik 6,34 %. Lebih dari 80% kebutuhan energi tersebut dipenuhi oleh bahan bakar fosil yang berasal dari minyak bumi dan gas alam (Luque, 2008).

Pembakaran menggunakan bahan bakar fosil menimbulkan perubahan

iklim, kerusakan lingkungan, dan ancaman kesehatan masyarakat (Isa dan Kusmiyati, 2013). Oleh sebab itu, diperlukan energi alternatif terbarukan yang ramah lingkungan.

Salah satu solusi energi alternatif untuk menggantikan energi fosil adalah bioetanol dan biohidrogen. Bioetanol dan biohidrogen dapat dibuat dari bahan yang mengandung gula, pati, dan bahan selulosa. Namun bioetanol yang terbuat dari gula dan pati tidak memungkinkan lagi untuk digunakan karena tergolong bahan pangan yang diperlukan oleh manusia sehingga mengakibatkan persaingan antara bahan pangan dan bahan baku produksi bioetanol. Selain itu juga dapat menimbulkan semakin meningkatnya harga bahan pangan manusia. Ketersediaan bahan baku yang seringkali dalam kondisi terbatas tersebut mengakibatkan produksi bioetanol dan biohidrogen belum optimal. Oleh karena itu dicari sumber bahan baku alternatif dan potensial lainnya salah satunya yaitu *palm oil mill effluent* (POME).

Menurut Jenderal Kementerian Perkebunan (2018) mencatat bahwa Indonesia memiliki luas tanaman yang menghasilkan kelapa sawit pada akhir 2018 mencapai 14.327.093 Ha. Total jumlah produksi *crude palm oil* (CPO) sebanyak 40.567.230 juta ton pada tahun 2018 (Direktorat Jendral Perkebunan, 2018). Satu hektar kelapa sawit memproduksi antara 10 dan 35 ton tandan buah segar (TBS) per tahun (Ma dkk, 1988) dengan limbah yang dihasilkan pada pengolahan 1 ton tandan buah segar yakni limbah padat berupa *empty fruit bunch* (tandan kosong kelapa sawit) 230 kg, *fiber* (serabut) 130 kg, *shell* (cangkang) 65 kg, limbah cair atau *palm oil mill effluent* sekitar 600-700 kg (Laccrosse, 2004).

POME rata-rata mengandung (BOD) *Biological Oxygen Demand* berkisar 8.200 – 35.000 mg/L dan (COD) *Chemical Oxygen Demand* berkisar antara 15.103 – 65.100 mg/L yang akan menjadi bahan pencemar apabila dibuang langsung ke lingkungan (DITJEN PPHP Departemen Pertanian, 2006). Setiap

satu ton produksi minyak sawit membutuhkan sekitar 5-7,5 ton air dengan total limbah cair POME yang dihasilkan sebanyak 50 % dari jumlah air yang dibutuhkan (Najafpour dkk, 2006).

POME memiliki kandungan senyawa organik yang tinggi seperti karbohidrat, selulosa, sukrosa, dan pati sehingga berpotensi sebagai substrat untuk fermentasi bioetanol dan biohidrogen yang dapat dimanfaatkan oleh mikroorganisme . Pengolahan yang tepat untuk limbah organik dengan konsentrasi tinggi adalah secara anaerob. Proses anaerob merupakan proses fermentasi bahan organik oleh aktivitas bakteri anaerob pada kondisi tanpa oksigen bebas dan merubahnya dari bentuk tersuspensi menjadi terlarut dan biogas (Siddharth, 2006). Proses anaerob terdiri dari tahap hidrolisis, asidogenesis, asetogenesis dan metanogenesis.

Menurut Adekunle dan Okolie (2015) pada proses asidogenesis terjadinya perubahan senyawa monomer dari tahap hidrolisis menjadi asam-asam organik, bioetanol,

biohidrogen, dan karbon dioksida (CO₂). Teknologi pengolahan POME secara anaerobik mampu meningkatkan pembentukan bioetanol dan biohidrogen.

Selama proses asidogenesis, produk yang dihasilkan dari proses hidrolisis akan dikonversi oleh bakteri asidogenik (fermentasi) menjadi substrat bagi bakteri metanogenik. Gula sederhana, asam amino dan asam lemak terdegradasi menjadi asetat, karbon dioksida dan hidrogen (70%) juga menjadi asam lemak volatil (VFA) dan alkohol (30%) (Seadi dkk, 2008).

Berdasarkan permasalahan limbah POME tersebut, pemanfaatan POME sebagai energi alternatif yakni bioetanol dan biohidrogen diharapkan mampu mencegah dan mengurangi pencemaran lingkungan serta memberikan informasi tentang potensi limbah cair POME sebagai sumber energi alternatif dan terbarukan, yaitu bioetanol dan biohidrogen. Oleh karena itu dilakukan penelitian mengenai karakterisasi dan analisa

potensi POME menjadi bioetanol dan biohidrogen.

2. Metodologi Penelitian

2.1 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan berupa saringan kasar untuk menyisihkan pengotor pada substrat POME, pH meter dan alat laboratorium yang digunakan untuk uji karakteristik.

Sedangkan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah cair POME dan bahan- bahan kimia untuk analisis COD total dan terlarut.

2.2 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian ini dimulai dari persiapan alat dan bahan yang digunakan kemudian dilakukan uji karakteristik awal limbah POME. Selanjutnya dilakukan analisa potensi konversi bahan organik pada pengolahan limbah POME menjadi bioetanol dan biohidrogen.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Uji Karakteristik Substrat

Hasil uji karakteristik POME akan digunakan sebagai substrat pada penelitian dalam pembentukan

bioetanol dan biohidrogen. Hasil uji karakteristik POME dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Uji Karakteristik POME

Parameter	Nilai
pH	4,7
COD Total (mg/L)	32000
COD Terlarut (mg/L)	16000
VSS (mg/L)	8000

Karakteristik POME dengan COD total yakni 32000 mg/L dan COD terlarut sebesar 16000 mg/L, pH yang dihasilkan 4,7. Selain itu POME memiliki karakteristik berwarna kecoklatan, kental dan memiliki kandungan padatan, minyak dan lemak.

3.2 Potensi POME menjadi Bioetanol dan Biohidroge

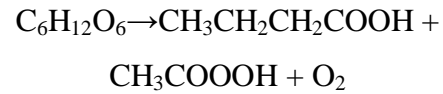
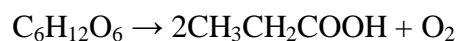
Pengembangan pengolahan anaerobik limbah cair memberikan keuntungan karena kebutuhan energi yang rendah dan ramah lingkungan (Boonsawang dkk., 2014). Pengolahan anaerobik juga mampu mengkonversi POME menjadi bioetanol dan biohidrogen pada waktu yang sama.

Namun potensi POME sebagai substrat penghasil bioetanol dan biohidrogen dapat dilakukan dengan pengolahan secara anaerob.

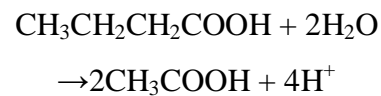
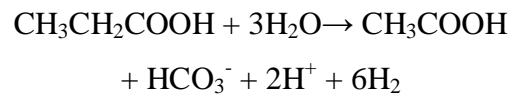
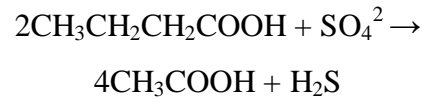
Bahan organik kompleks dalam POME akan difermentasikan membentuk bioetanol dan biohidrogen. Monomer yang diproduksi pada tahap hidrolisis digunakan oleh bakteri fakultatif berbeda dan didegradasi menjadi asam organik rantai pendek seperti asam butirat, asam propionat, asam asetat, alkohol, hidrogen dan karbon dioksida (Adekunle dan Okolie, 2015). Mikroorganisme yang bekerja pada tahap ini disebut bakteri asidogenik atau bakteri fermentatif (Mara dan Horan, 2003). Secara umum, selama tahap ini, gula sederhana, asam lemak dan asam amino dikonversi menjadi asam organik dan alkohol (Gerardi, 2003).

Mekanisme proses fermentasi POME secara anaerob untuk menghasilkan bioetanol dan biohidrogen yaitu (Adekunle dan Okolie, 2015; Christy dkk, 2015):

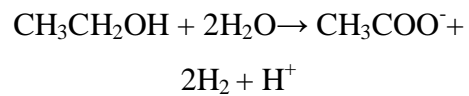
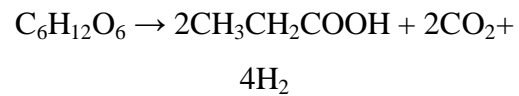
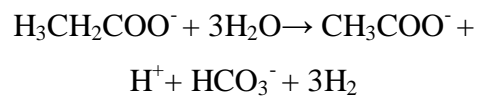
1. Proses Hidrolisis:



2. Proses Asidogenesis

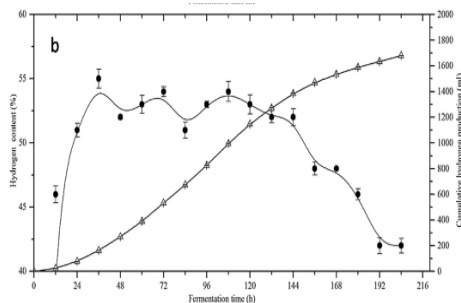


3. Proses Asetogenesis

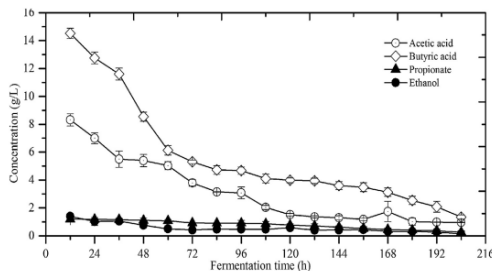


Tingkat penyisihan COD mempengaruhi produksi maksimum bioetanol dan biohidrogen terdegradasi menjadi asetat, karbon dioksida dan hidrogen (70%) juga menjadi asam lemak volatil (VFA) dan alkohol (30%) (Seadi dkk, 2008).

Berdasarkan penelitian Mishra dkk (2016) mampu mengolah POME dalam kondisi anaerobik dengan laju produksi biohidrogen dan bioetanol masing-masing sebesar 1700 ml H₂/ml POME/hari dan 1,35g/L selama 8 hari.



Gambar 1. Grafik Laju Produksi Biohidrogen (Mishra dkk, 2016)



Gambar 2. Grafik Laju Produksi Bioetanol (Mishra dkk, 2016)

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil uji penelitian POME memiliki konsentrasi bahan organik berupa COD Total dan Terlarut yang tinggi yaitu sebesar 16000 dan 32000 mg/L. POME ini berpotensi dalam pembentukan biohidrogen dan bioetanol dengan pengolahan secara anaerobic masing-masing sebesar 1700 ml H₂/ml POME/hari dan 1,35g/L selama 8 hari.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Adekunle, K. F., and Okolie, J. A. 2015. A Review of Biochemical Process of Anaerobic Digestion. *Advances in Bioscience and Biotechnology*. Vol. 6.
- Badan Pusat Statistik (BPS). 2016. *Statistik Ekspor Impor Indonesia 2015*.
- Departemen Pertanian. 2006. Pedoman Pengelolaan Limbah Industri Kelapa Sawit. Subdit Pengelolaan Lingkungan Ditjen PPHP. Jakarta.
- Direktorat Jenderal Perkebunan. 2018. *Statistik Perkebunan Indonesia 2017-2019*.
- Christy, M. P., Gopinath, L. R., and Divya, D. 2014. A Review on Anaerobic Decomposition and Enhancement of Biogas Production through Enzymes and Microorganisms. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. Vol. 34, Hal. 167-173.
- Gerardi, M.H., 2003. *The Microbiology of Anaerobic Digesters*. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- Isa, M. dan Kusmiati. 2013. Competitiveness Model of Bioethanol Industry. *Jurnal Ekonomi Pembangunan* Vol. 14, Nomor 2, Desember 2013, Hal. 214- 222.
- Lacrosse, L. 2004. *Clean and Efficient Biomass Cogeneration Technology in ASEAN*. COGEN 3 Seminar on "Business Prospects In Southeast Asia For European

- Cogeneration Equipment”, 23 November 2004. Krakow, Poland.
- Luque, L., Herrero-Davila, J.M., Campelo, J.H., D. Luna, J.M., Marinas., and A.A, Romero. 2008. Biofuel A Technological Perspective. *Energy Environ Sci.* Vol.1, Hal. 542-564.
- Ma, A. N., and Ong, A. S. H. 1988. Treatment of Palm Oil Steriliser Condensate by an Anaerobic Process. *Biological Wastes.* Vol. 23, Hal. 85–97.
- Mara, D. dan Horan, N. 2003. The Handbook of Water and Wastewater Microbiology. London: *Elsevier.* Hal. 391- 423
- Mishra, P., Sveta, T., Lakhveer, S., Zularisam, A., Mimi, S. 2016. Enhanced hydrogen production from palm oil mill effluent using two stage sequential dark and photo fermentation. *International Journal of Hydrogen Energy.* Vol. 41, Hal. 18431-18440.
- Najafpour, G. D., Zinatizadeh, A. A. L., Mohamed, A. R., Isa, M. H., and Nasrollahzadeh, H. 2006. High-Rate Anaerobic Digestion of Palm Oil Mill Effluent in an Upflow Anaerobic Sludge-Fixed Film Bioreactor. *Process Biochemistry.* Vol. 41, Hal. 370-379.
- Seadi, T., Rutz, D. and Prassl, H. 2008. Biogas Handbook. Denmark :University of Southern Denmark Esb Jang.