



## Produksi Metana dari Tandan Kosong Kelapa Sawit

Wetri Febrina<sup>1\*</sup>, Rudi Faisal<sup>2</sup>

<sup>1,2)</sup> Program Studi Teknik Industri, Institut Teknologi dan Bisnis Riau Pesisir  
Jl. Utama Karya Bukit Batrem II  
Email: [wetri.febrina@mail.com](mailto:wetri.febrina@mail.com)

### ABSTRAK

Biomassa sebagai energi alternatif potensial adalah salah satu solusi untuk menghadapi terbatasnya ketersediaan sumber bahan bakar fosil danantisipasi perubahan iklim yang dikaitkan dengan peningkatan gas rumah kaca. Jika tidak, kelapa sawit mengosongkan tandan buah sebagai biomassa dari limbah industri kelapa sawit perlu diolah menjadi sesuatu yang bermanfaat. Namun, biomassa mengandung lignin yang menghambat enzim dan mikroorganisme lain untuk mencerna selulosa dan hemiselulosa. Untuk memproses selulosa menjadi biogas, lignin harus dihilangkan. Pretreatment pelarut adalah prosedur umum untuk menghilangkan dan menghancurkan lignin, sehingga mikroorganisme dapat mencapai selulosa dan mengubahnya menjadi produk lain seperti biogas (metana). Dalam penelitian ini, tandan buah kosong kelapa sawit direndam dengan pelarut propil amina dengan dua variasi konsentrasi. Produksi metana dari biomassa diukur dengan kromatografi gas untuk menunjukkan kemajuannya.

**Kata kunci:** biogas, metana, selulosa, tandan kosong kelapa sawit

### ABSTRACT

*Biomass as a potential alternative energy is one of the solutions to deal with the limited availability of fossil fuel sources and the anticipation of climate change associated with increased greenhouse gases. Otherwise, oil palm empties fruit bunches as biomass from palm oil industry waste needs to be processed into something useful. However, biomass contains lignin which inhibits enzymes and other microorganisms from digesting cellulose and hemicellulose. To process cellulose into biogas, lignin must be removed. Solvent pretreatment is a common procedure for removing and destroying lignin, so that microorganisms can reach cellulose and convert it into other products such as biogas (methane). In this study, empty fruit bunches of oil palm were soaked with a propyl amine solvent with two concentration variations. Methane production from biomass is measured by gas chromatography to show its progress.*

**Keywords:** biogas, methane, cellulose, empty fruit bunches



## Pendahuluan

Ketersediaan sumber bahan bakar fosil yang terbatas, meningkatnya permintaan energi di seluruh dunia dan antisipasi perubahan iklim yang dikaitkan dengan peningkatan gas rumah kaca merupakan kekuatan pendorong penting untuk menemukan sumber energi terbarukan alternatif seperti biomassa (Rhofita, 2022; Yana et al., 2023). Bahan lignoselulosa dari industri pertanian dan pengelolaan hutan merupakan sumber selulosa dan hemiselulosa terbesar dengan potensi produksi biofuel seperti biogas dan bioetanol. Kemajuan di bidang ini tidak hanya akan memisahkan produksi pangan dan biofuel serta mengurangi emisi karbondioksida, tetapi juga memastikan pasokan energi yang lebih stabil dan terjangkau, terutama di sektor transportasi (Derman et al., 2018; Nadia et al., 2017).

Lignoselulosa yang mengandung bahan baku tersedia secara luas, relatif murah, tidak kompetitif dengan aplikasi makanan, berkelanjutan dalam hal emisi Carbon dioksida dan oleh karena itu berpotensi menarik untuk produksi bioetanol dan biogas skala besar (Hermiati, 2019). Lignoselulosa terdiri dari struktur berserat kompleks gula polimer seperti hemiselulosa yang tertanam dalam matriks lignin polimer aromatik (Kucharska et al., 2018). Lignoselulosa yang terdiri dari selulosa (40–50%), hemiselulosa (25–35%) dan lignin (15–20%) sangat tahan terhadap pencernaan enzimatis. Oleh karena itu, pretreatment diperlukan untuk mengganggu dinding sel tumbuhan (lignin) untuk meningkatkan pencernaan enzimatis (Derman et al., 2018).

Banyak jenis pretreatment, seperti pretreatment pelarut, pretreatment termal dan pretreatment biologis telah berhasil terbukti, meskipun beberapa penelitian dan investigasi masih berlangsung. Pretreatment pelarut adalah pretreatment yang umum, relatif murah daripada pretreatment termal dan mengganggu lignin lebih cepat daripada pretreatment biologis (Choong et al., 2018). Propil amina adalah pelarut organik, ramah lingkungan dibandingkan dengan asam basa dan kuat. Kinerjanya dalam mengganggu lignin pada tandan buah kelapa sawit kosong diselidiki dalam penelitian ini.

## Metode Penelitian

Larutan Propil amina dibuat dalam dua variasi konsentrasi : 3 Molar dan 1 Molar. Bahan direndam dalam larutan selama 24 jam, kemudian dibilas sampai bebas dari Propil amina (pH netral adalah indikator bahwa bahan sudah bebas dari Propil amina).

Jumlah bahan yang digunakan dalam produksi biogas adalah 12 gram *volatile solid* (VS) menggunakan botol kecil (labu) dengan volume reaktor 118 ml. Botol aluminium memiliki tutup kedap udara. Karet pada tutupnya adalah tempat di mana jarum (jarum suntik) dimasukkan untuk mengambil sampel gas.

Volume inokulum (kultur bakteri benih) yang digunakan adalah 20 ml, ditambahkan 5 ml air, sehingga total volume ruang kepala  $\pm$  93 ml. Inokulum yang digunakan adalah mikroorganisme anaerobik termofilik. Tabung disimpan dalam



inkubator (termostat) pada suhu termofilik  $550^{\circ}$  C selama 50 hari, diambil secara berkala dan dianalisis kandungan gas metana menggunakan kromatografi gas (GC).

Untuk memastikan kondisi anaerobik, setiap reaktor dibersihkan dengan campuran gas (blended gas) yang terdiri dari 80% Nitrogen dan 20% Karbon Dioksida selama  $\pm$  3 menit. Seiring dengan reaktor uji, tiga reaktor kosong juga dioperasikan untuk mengukur biogas yang dihasilkan dari inokulum untuk digunakan nanti dalam koreksi biogas yang dihasilkan dari substrat pengujian. Masing-masing reaktor kosong hanya mengandung inokulum dan air.

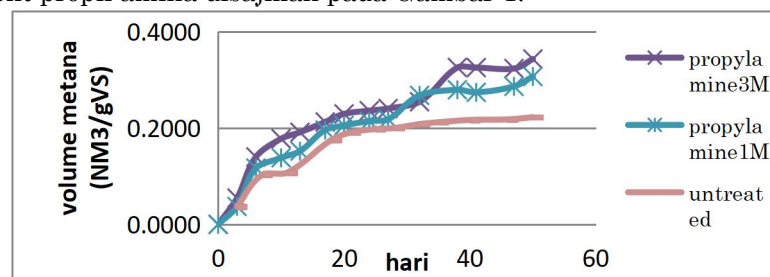
Metana murni digunakan sebagai standar untuk menganalisis metana yang dihasilkan oleh bahan baku. Standar harus diukur sebelum mengukur biogas, setidaknya 2-3 kali sampai pembacaan kandungan metana stabil sebagai indikator bahwa GC stabil dan siap digunakan untuk mengukur volume metana yang dihasilkan oleh bahan baku.

Sampel gas yang dihasilkan oleh bahan baku diambil menggunakan jarum (jarum suntik) volume 250 mL, dan kemudian disuntikkan ke dalam kromatografi gas dan metana area luas dicatat. Jarum suntik dilengkapi dengan kunci tekanan untuk menjaga tekanan di dalam jarum suntik sama dengan tekanan sebenarnya di dalam reaktor. Untuk menghindari terjadinya kebocoran gas akibat peningkatan tekanan pada reaktor, gas yang dilepaskan secara berkala setelah volume pertama dihitung.

Volume metana yang dihasilkan adalah pembacaan metana GC puncak dari reaktor, sedangkan area standar metana adalah area puncak metana murni yang dibaca GC. Itu diambil dengan menggunakan jarum suntik yang sama dengan volume yang sama. GC digunakan untuk mengukur volume dan kadar metana dalam jarum suntik sehingga dapat ditentukan volume metana dalam reaktor.

## Hasil dan Pembahasan

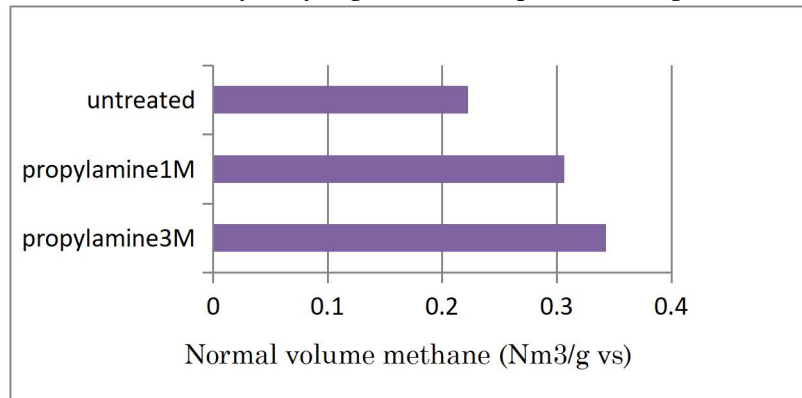
Hasil pengukuran biogas untuk tandan buah kosong kelapa sawit dengan pretreatment propil amina disajikan pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Volume normal metana tandan buah kosong kelapa sawit dengan pretreatment Propil amina.

Gambar 1. menunjukkan bahwa volume produksi biogas oleh bahan yang telah diolah sebelumnya (propil amina) lebih tinggi daripada bahan yang tidak diolah. Pada hari ke-3, volume bahan yang telah diolah sebelumnya telah meningkat dengan peningkatan 20-33% sesuai dengan peningkatan waktu fermentasi. Pada akhir

fermentasi, peningkatan volume bahan yang telah diolah sebelumnya mencapai 54% dibandingkan dengan bahan yang tidak diolah. Bahan dengan pretreatment 3M Propil amina membuat volume tertinggi. Dapat disimpulkan bahwa pretreatment propil amina membuat kemajuan yang baik dalam produksi biogas.



**Gambar 1.** Peningkatan volume metana setelah di-pretreatment

### Simpulan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan awal (pretreatment) menggunakan propil amina memberikan peningkatan yang signifikan terhadap produksi biogas. Dibandingkan dengan bahan tanpa perlakuan awal, penerapan pretreatment propil amina mampu meningkatkan volume biogas hingga sekitar 54%. Di antara variasi konsentrasi yang diuji, penggunaan propil amina dengan konsentrasi 3 M menghasilkan peningkatan produksi biogas tertinggi, sehingga dapat disimpulkan bahwa konsentrasi ini merupakan kondisi pretreatment yang paling efektif dalam mendukung proses pembentukan biogas.

### Daftar Pustaka

- Choong, Y. Y., Chou, K. W., & Norli, I. (2018). Strategies for improving biogas production of palm oil mill effluent (POME) anaerobic digestion: A critical review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 82(January), 2993–3006. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.10.036>
- Derman, E., Abdulla, R., Marbawi, H., & Sabullah, M. K. (2018). Oil palm empty fruit bunches as a promising feedstock for bioethanol production in Malaysia. In *Renewable Energy* (Vol. 129, pp. 285–298). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2018.06.003>
- Hermiati, E. (2019). *Pengembangan Teknologi Konversi Biomassa Menjadi Bioetanol dan Bioproduk Sebagai SUsstitusi Produk Beragain Baku Fosil*.
- Kucharska, K., Hołowacz, I., Konopacka-Łyskawa, D., Rybarczyk, P., & Kamiński, M. (2018). Key issues in modeling and optimization of lignocellulosic biomass fermentative conversion to gaseous biofuels. In *Renewable Energy* (Vol. 129, pp. 384–408). Elsevier Ltd.



<https://doi.org/10.1016/j.renene.2018.06.018>

- Nadia, A., Fauziah, A., & Mayori, E. (2017). Potential of Lignocellulosic Oil Palm Waste in South Kalimantan for Bioethanol and Xylitol Production. *Jurnal Inovasi Pendidikan Sains*, 8(2), 41–51.
- Rhofita, E. I. R. (2022). Optimalisasi Sumber Daya Pertanian Indonesia untuk Mendukung Program Ketahanan Pangan dan Energi Nasional. *Jurnal Ketahanan Nasional*, 28(1), 82. <https://doi.org/10.22146/jkn.71642>
- Yana, S., Nengsih, R., & Rusmina, C. (2023). Peluang Investasi dan Pengembangan Energi Biomassa: Perspektif Pemanfaatan dan Daya Saing Pengembangannya. *Jurnal Serambi Engineering*, VIII(3), 6647–6653.