

Kombinasi Proses Aerobik dengan Plasma *Dielectric Barrier Discharge* (DBD) Untuk Pengolahan Limbah Cair Industri Kelapa Sawit

Muhammad Adios¹, Nola Tri Utami², Prof.Dr.Eng.Reni Desmiarti S.T, M.T³
Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Bung Hatta
Jl.Gajah MadaNo. 19 Gunung Pangilun, Padang
Muhammadyose123@gmail.com

ABSTRACT

Biogas is one of the renewable energies, biogas can be produced from various types of biomass, one of which is palm oil effluent (POME). POME is a by-product of processing oil palm fresh fruit bunches into crude palm oil. There are various methods for producing biogas and the method used in this research is a combination of plasma and aerobic Dielectric Barrier Discharge (DBD) methods. The biogas production process using a combination of the Dielectric Barrier Discharge (DBD) Plasma system method is carried out by varying the voltage (15 kV, 20 kV and 25 kV) using 800 ml POME samples, 2 hours time and figaro TGS 821 H2 sensors, figaro TGS 816 CH₄, Figaro CDM 7160 CO₂ and Figaro CDM 7160 CO and are equipped with an aerator. The results of the study using a voltage of 25 kV and a time of 120 minutes H₂, CO₂, CH₄, and CO gases produced respectively were 7.211 mg/L, 514 mg/L, 11,318 mg/L and 123.19 mg/L. And the COD value of the sample decreased by 55–65% after being given a voltage of 15 kV, 20 kV and 25 kV.

Keywords :Biogas from POME, Biogas production with a combination of DBD plasma and aerator methods, Dielectric Barrier Discharge (DBD).

1. Introduction

Negara yang paling besar menghasilkan minyak kelapa sawit adalah Indonesia. Menurut Gabungan Asosiasi Pengusaha Sawit Indonesia (GAPKI) pada tahun 2020 Indonesia memproduksi minyak kelapa sawit atau *Crude Palm Oil* (CPO) sebanyak 34,54 juta ton, sekaligus menjadikan Indonesia penghasil minyak kelapa sawit terbesar di dunia..

Limbah yang menjadi perhatian di Pabrik Kelapa Sawit adalah limbah cair atau dikenal dengan *Palm Oil Mill Effluent* (POME). POME merupakan air buangan yang berasal dari unit pengolahan minyak sawit yang berbeda yaitu 60 persen dari total POME berasal dari stasiun klarifikasi, 36 persen dari stasiun rebusan, dan 4 persen dari stasiun inti. POME di aliran air sangat mengganggu, karena mengandung COD dan BOD, berbau tidak sedap, dan mengandung total padatan tersuspensi (TSS) yang melebihi batas normal (Permpool N dkk, 2015).

Beberapa penelitian mengenai pengolahan limbah POME telah dilakukan, dimana cara pengolahan yang digunakan beraneka ragam. Alternatif untuk penanganan POME ini dapat dilakukan dengan menggunakan metode teknologi plasma *Dielectric Barrier Discharge* (DBD). Dengan memanfaatkan teknologi plasma DBD mampu mengurangi kandungan kontaminan organik yang terdapat pada POME sebelum dibuang ke lingkungan (Hazmi A dkk.,2017). Penelitian ini menggunakan teknologi plasma DBD bertegangan tinggi untuk mengurangi kadar pencemaran dari POME.

Teknologi plasma *Dielectric Barrier Discharge* (DBD) dapat digunakan untuk pengolahan limbah cair, padat dan gas (Hazmi A dkk.,2017). Teknologi plasma DBD mampu menurunkan warna, *Chemical Oxygen Demand* (COD) dan *Total Suspended Solid* (TSS) pada limbah cair tekstil sebesar 47.7%, 76.50% dan 70.72% (Neryus Striugasdkk.,2020). Teknologi plasma DBD dapat mendegradasi kontaminan senyawa berbahaya yang terdapat

pada limbah tersebut. Proses ini lebih efektif dikarenakan pengolahannya mengurangi lahan yang diperlukan, memperpendek waktu pengolahan dan mengurangi bau.

Pada saat penerapan plasma DBD pada POME maka akan menghasilkan spesies aktif seperti OH^- (hidroksida), H^+ (hidrogen), O_3 (ozon) dan H_2O_2 (hidrogen peroksida), (Xianhui Zhao dkk., 2020). Gas-gas yang dihasilkan dari proses plasma DBD pada POME ini menghasilkan biogas yang terdiri dari gas hidrogen, gas metana karbon monoksida dan karbondioksida.

Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya, maka perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan menggunakan menggunakan sensor figaro TGS 816 untuk mendeteksi gas methane (CH_4), Figaro CDM 7160 untuk mendeteksi gas karbon monoksida (CO), sensor TGS 821 untuk mendeteksi gas hidrogen (H_2) dan Figaro CDM 7160 untuk mendeteksi gas karbon dioksida (CO_2). Kelebihan dari sensor ini ialah memiliki sensitifitas yang tinggi serta dapat langsung membaca hasil kedalam bentuk mg/L sehingga tak perlu lagi dikonversi dan menghasilkan kenaikan tegangan keluaran yang besar sehingga hasil gas yang dianalisa lebih efisien dan untuk memaksimalkan produksi biogas, perlu dilakukan modifikasi proses pengolahan POME menjadi biogas.. Hasil penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa jumlah biogas yang dihasilkan terhadap jumlah POME masih rendah.. Sehingga berdasarkan hasil penelitian sebelumnya peningkatan jumlah biogas perlu di lakukan dengan mengkombinasikan metode DBD plasma dengan proses biologis (aerobik).

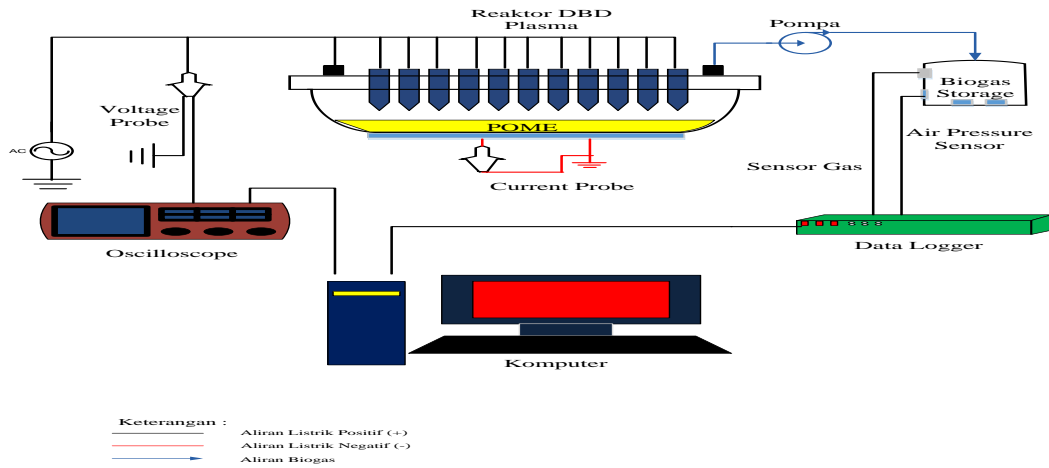
2. Materials and methods

2.1 Limbah Cair Kelapa Sawit (POME)

Limbah yang menjadi perhatian di Pabrik Kelapa Sawit adalah limbah cair atau dikenal dengan *Palm Oil Mill Effluent* (POME). POME merupakan air buangan yang berasal dari unit pengolahan minyak sawit yang berbeda yaitu 60 persen dari total POME berasal dari stasiun klarifikasi, 36 persen dari stasiun rebusan, dan 4 persen dari stasiun inti. POME di aliran air sangat mengganggu, karena mengandung COD dan BOD, berbau tidak sedap, dan mengandung total padatan tersuspensi (TSS) yang melebihi batas normal (Permpool N dkk, 2015). Limbah cair yang dihasilkan oleh pabrik minyak kelapa sawit berkisar antara 550-670 kg/ton tandan buah segar. Selama ini, pengolahan POME yang ada di Indonesia masih secara konvensional.

2.2 Skematik Pengukuran Metode DBD Plasma

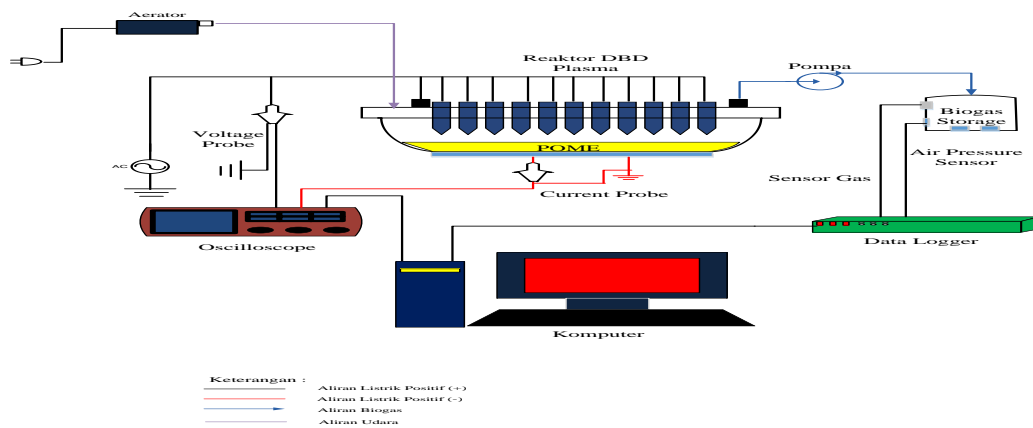
Metode pengukuran yang digunakan yakni memberikan variasi tegangan, dan waktu konstan yaitu 2 jam. Tegangan yang diberikan mulai dari 15 kV, 20 kV, dan 25 kV selama 2 jam.



Gambar 2.1 Skematik pengukuran metode DBD Plasma

2.3 Skematik Pengukuran Metode DBD Plasma + Aerobik

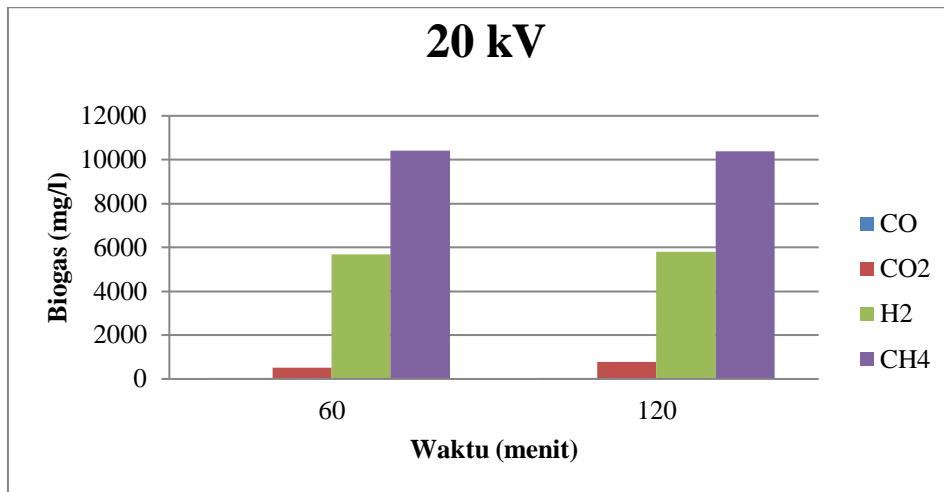
Metode pengukuran yang digunakan yakni memberikan variasi tegangan, proses aerobik, dan waktu konstan yaitu 2 jam. Tegangan yang diberikan mulai dari 15 kV, 20 kV, dan 25 kV selama 2 jam, dan ditambahkan penggunaan aerator ke dalam reaktor.



Gambar 2.2 Skematik pengukuran metode DBD plasma dengan proses biologis (aerobik)

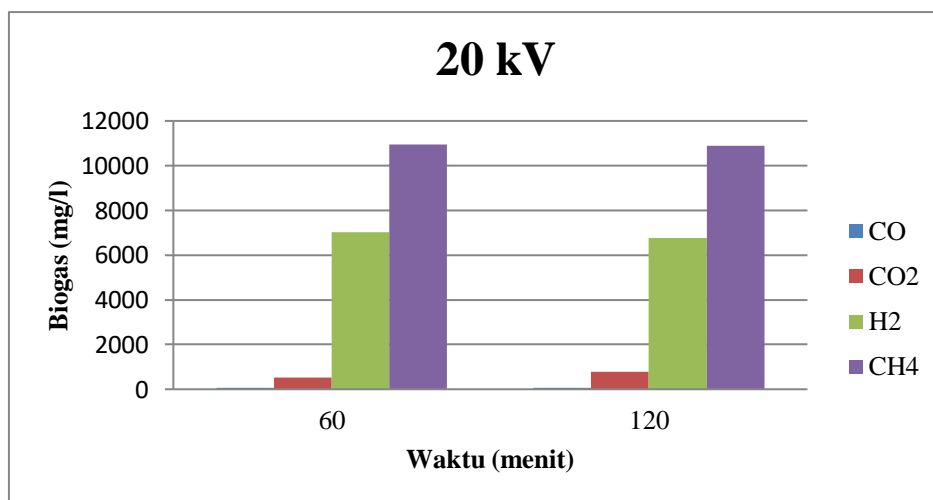
3. Results and discussion

3.1 Profil Pembentukan Biogas Secara Keseluruhan Metode DBD Plasma



Gambar 3.1. Profil biogas keseluruhan DBD plasma pada tegangan 20 kV

3.2 Profil Pembentukan Biogas Secara Keseluruhan Metode DBD Plasma + Aerobik



Gambar 3.2. Profil biogas keseluruhan DBD plasma + Aerobik pada tegangan 20 kV

Hasil biogas secara keseluruhan dengan menggunakan metode DBD plasma serta memvariasikan waktu dan tegangan, semakin lama waktu reaksi dan tinggi tegangan yang diberikan hasil biogas semakin meningkat. Hal ini didukung dengan penelitian (Hazmi A dkk., 2017) .

3.3 Perbandingan Hasil Biogas yang Diperoleh Secara Keseluruhan dengan Penelitian Lainnya

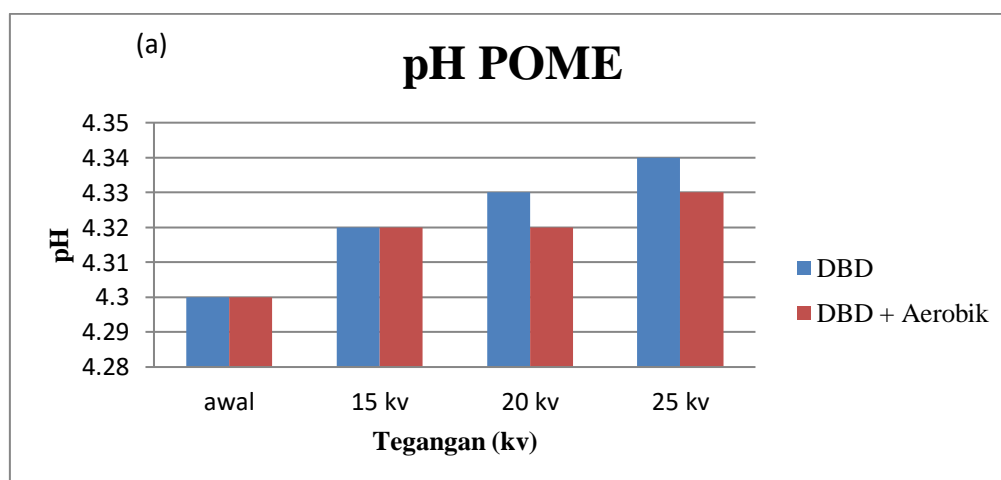
Perbandingan perolehan biogas yang didapatkan dengan penelitian yang telah dilakukan dapat dilihat pada **Tabel 3.1** berikut:

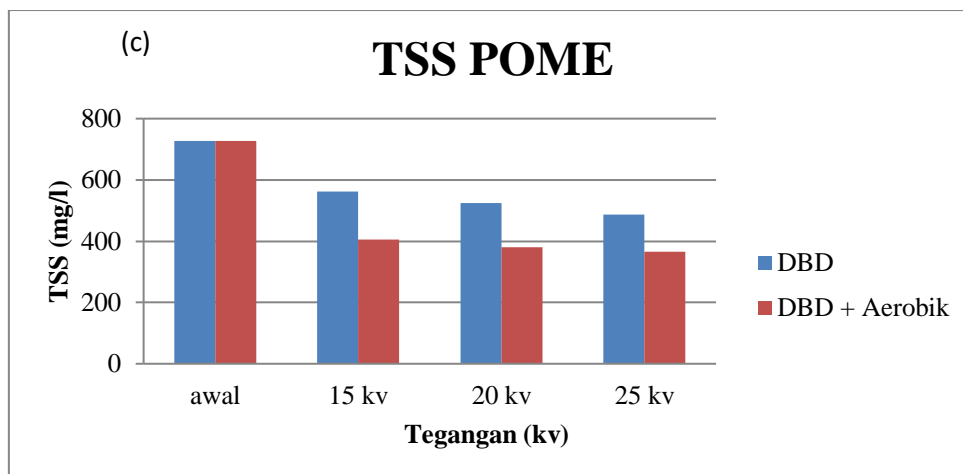
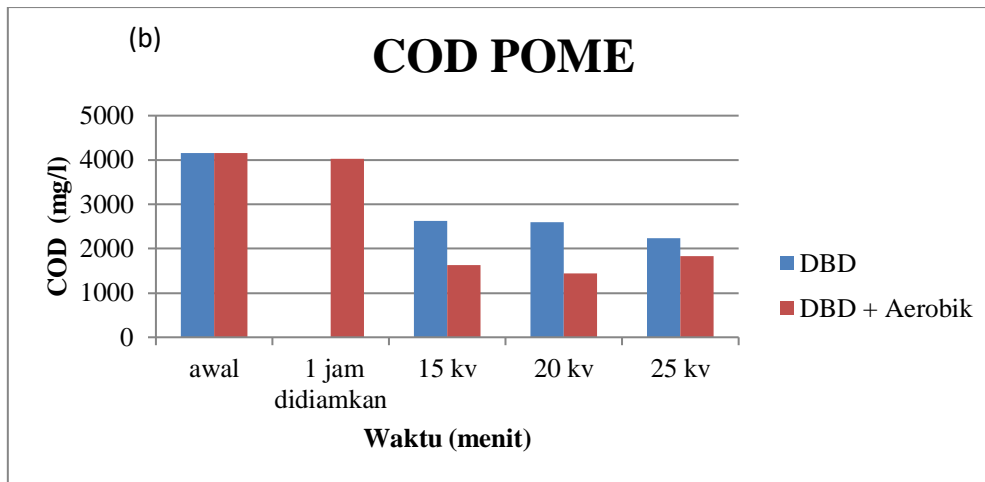
Tabel 3.1Perbandingan perolehan biogas

Metode	Substrat	Parameter (kV)	Waktu (menit)	Biogas (mg/l)				Referensi
				H ₂	CO ₂	CH ₄	CO	
DBD	POME	15	120	3.856	514	3.121	49,76	Hasil Penelitian, (2021)
		20	120	5.790	770	10.379	52,64	
		25	120	6.100	514	6.468	67,60	
DBD + Aerobic	POME	15	120	5.189	514	3.944	51,96	Hasil Penelitian, (2021)
		20	120	6.757	770	10.418	78,98	
		25	120	7.211	514	11.318	132,19	
DBD	POME	15	180	6.251	514	400	49,94	Bima dan Raka, (2020)
		20	180	6.816	514	400	53,68	
		25	180	6.512	514	400	56,95	
DBD	POME	15	60	380	-	77	24	Irsanti dan Dian(2019)
		20	60	420	-	180	25	
		25	60	550	-	900	35	
DBD	POME	15	60	0,12	-	0,01	-	Hazmi dkk, (2017)
		20	60	0,69	-	0,06	-	
		25	60	0,83	-	0,21	-	

3.4 Analisa pH, COD, dan TSS pada POME

Pengaruh perolehan Ph, COD, dan TSS terhadap variasi tegangan dapat dilihat pada **gambar 3.3** berikut:





Gambar 3.1.Analisa POME (a) pH (b) COD (c) TSS

4. Conclusion

1. Dengan semakin tinggi tegangan yang diberikan produksi biogas yang dihasilkan lebih banyak pada kombinasi plasma aerobik DBD dibandingkan dengan menggunakan metode DBD plasma.
2. Dengan semakin tinggi tegangan yang diberikan efisiensi penurunan COD, TSS menggunakan kombinasi plasma aerobik DBD lebih tinggi dibandingkan dengan menggunakan plasma DBD plasma. Sedangkan pada pH tidak ada pengaruh yang signifikan.

References

- [1] Yulastri, Hazmi, A., & Desmiarti, R. 2013 Aplikasi Plasma Teknik Elektro, 2(2), 46–50.
- [2] Yonas, R., Irzandi, U., & Satriadi, H. 2012 Pengolahan Limbah Pome 1(1), 7–13
- [3] Hazmi, A., Desmiarti, R., Emeraldi, P., Hamid, M. I., Edwardo, & Waldi, E. P. (2017).
- [4] Istiqomah, m.nur, fajar arianto. (2017). *sistem reaktor plasma penghalang.pdf*.
- [5] Klein, D., Humpenöder, F., Bauer, N., Dietrich, J. P., Popp, A., Leon Bodirsky, B., Bonsch,
- [6] Xiaoping Wang. 2020. Micro hollow cathode excited dielectric barrier discharge (DBD) plasma
- [7] Hussain S N, Trzcinski A P, Asghar H M A, Sattar H, Brown N W and Roberts E P L 2016 *J. Indust. & Eng. Chemist.* **44** 216-225
- [8] Nur, Muhammad, dkk. (2017). Dielectric Barrier Discharge Plasma Analysis and Application.
- [9] Sukhwai maa. (2019). Plasma-assisted advanced oxidation process dielectric barrier discharge