

Analisis Kondisi Habitat Bakteri Anaerobik Terhadap Produksi Biogas dari POME di *Co-Firing Pilot Plant* PTPN V Sei Pagar.

Mardianto¹, Idral Amri², Amun Amri^{3*}

¹Program Studi Magister Teknik Kimia, Universitas Riau, Pekanbaru, 28293, Indonesia

²Teknik Kimia, Universitas Riau, Pekanbaru, 28293, Indonesia.

³Program Studi S3 Rekayasa Berkelanjutan, Universitas Riau, Pekanbaru, 28293, Indonesia

Alamat email: idal.amri@eng.unri.ac.id

Abstrak

Crude Palm Oil (CPO) merupakan produk utama di Indonesia berasal dari kelapa sawit. Proses pengolahan CPO menghasilkan limbah cair berupa *Palm Oil Mill Effluent* (POME). Pemanfaatan POME menjadi biogas melalui proses fermentasi anaerobik. Habitat hidup bakteri anaerobik perlu dikondisikan secara optimal di dalam reaktor biodigester agar diperoleh produksi biogas optimal. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kondisi habitat bakteri anaerobik berdasarkan parameter keasaman pH, suhu dan *Dissolved Oxygen* (DO) terhadap produksi biogas di *Co-Firing Pilot Plant* PTPN V Sei Pagar. Metode penelitian dilakukan secara eksperimental menggunakan reaktor CSTR (*Continuous Stirred Tank Reactor*) berkapasitas 2000 m³. Sampel POME diambil dari tiga kelompok area unit pengolahan limbah, yaitu *pre-reactor* (*Equalizer Tank* dan *Buffer Tank*), *reactor* (5 titik ketinggian berbeda di CSTR) dan *post-reactor* (*Lamella Clarifier*). Pengukuran parameter fisik sampel dilakukan langsung di lapangan pada waktu yang bersamaan dengan pencatatan komposisi gas metana. Hasil pengukuran menunjukkan kondisi parameter habitat bakteri terkontrol dengan sangat baik. Nilai rata-rata pH pada reaktor berada pada angka 7,11, suhu rata-rata sebesar 33,4°C, dan kadar DO rata-rata sebesar 3,2%. Pengondisian yang optimal ini berhasil memproduksi biogas dengan kandungan metana (CH₄) berkisar antara 59,1% - 66,4% dengan rata-rata 62,8%. Debit *flow* aliran 52,8 m³/hari dan *Hydraulic Retention Time* (HRT) selama 32 hari. Kesimpulan dari penelitian ini menyatakan bahwa seluruh parameter lingkungan biodigester berada dalam kisaran titik optimal dan ambang batas toleransi hidup bakteri anaerobik, sehingga mampu menjamin produktivitas dan kelangsungan proses pembentukan gas metana secara berkelanjutan.

Kata Kunci: POME, Bakteri Anaerobik, Biogas

1. PENDAHULUAN

Komoditas perkebunan yang penting bagi Indonesia adalah kelapa sawit. Indonesia menjadi produsen *Crude Palm Oil* (CPO). Total produksi CPO 51,81 juta ton (Sisnayati dkk., 2022). Pabrik pengolahan kelapa sawit menghasilkan produk samping berupa limbah cair yang lebih dikenal dengan nama POME (*Palm Oil Mill Effluent*). Pemanfaatan POME menjadi biogas adalah sebuah alternatif yang banyak dilakukan (Pangarso dan Kusdianti, 2022). Proses pengolahan POME menjadi biogas merupakan proses fermentasi anaerobik. Proses pengolahan POME dalam reaktor biodigester perlu pengkondisian yang optimum, homogenitas yang baik, dan persiapan pembentukan produk gas (Masfuri dkk., 2020).

Biogas diproduksi di dalam reaktor *Continuous Stirred Tank Reactor* (CSTR) dengan bantuan mikroorganisme. Mikroorganisme yang mengkonversi substrat dari POME adalah jenis Bakteri anaerobik (ketiadaan oksigen), habitat hidup bakteri anaerobik dikontrol pada kondisi tertentu seperti pH, oksigen terlarut, suhu, substrat, waktu kontak agar dapat menjamin kehidupan bakteri anaerobik tersebut. Kondisi pH diatur dalam kisaran 6,8-7,6. Salah satu cara untuk mempertahankan pH adalah dengan cara sirkulasi air limbah ke tangki pencampuran POME dapat menjaga pH tetap netral, hal ini terjadi karena air limbah anaerobik mengandung penyangga alkalinitas dari bikarbonat (HCO₃). (Rahayu dkk., 2015) Rentang suhu yang biasa digunakan dalam digester anaerobik, yaitu suhu mesofilik (25-40°C). Biosintesis enzim (katalis protein yang dihasilkan oleh sel-sel hidup) mempercepat reaksi seluler dari mikroorganisme membutuhkan suhu sekitar 35°C (Rahayu dkk., 2015).

Tabel 1. Karakteristik Limbah Cair POME

Parameter	Satuan	Kisaran
<i>Biological Oxygen Demand</i> (BOD)	mg/L	20.000-30.000
<i>Chemical Oxygen Demand</i> (COD)	mg/L	40.000-60.000
<i>Total Suspended Solid</i> (TSS)	mg/L	15.000-40.000
<i>Total Solid</i> (TS)	mg/L	30.000-70.000
Minyak dan Lemak	mg/L	5.000-7.000
NH ₃ -N	mg/L	30-40
Total N	mg/L	500-800
Suhu	°C	90-140
pH		4-5

Sumber : Amraini, 2024

Tahapan fermentasi anaerobik dapat digolongkan dalam empat tahapan reaksi yaitu : hidrolisis, asidogenesis, asetogenesis dan metanogenesis. Tahap hidrolisis melibatkan reaksi enzimatik mengubah massa molekul tinggi seperti lipid, polisakarida dan protein menjadi molekul asam lemak, monosakarida dan asam amino yang lebih sederhana. Tahap asidogenesis mengubah asam lemak, monosakarida dan asam amino menjadi *volatile fatty acids* (VFA), asam butirat, asam propinat dan alkohol. Tahap asetogenesis mengubah produk asidogenesis dan alkohol menjadi produk asam asetat. Tahap metanogenesis mengubah asam asetat, asam format dan alkohol menjadi metana, karbondioksida dan sejumlah kecil gas lain (Amraini dkk., 2024)

Tabel 2. Komposisi Biogas

Unsur	Rumus	Konsentrasi (% Volume)
Metana	CH ₄	50-70
Karbon dioksida	CO ₂	25-45
Uap air	H ₂ O	2-7
Oksigen	O ₂	<2
Nitrogen	N ₂	<2
Hidrogen Sulfida	H ₂ S	<2
Amonia	NH ₄	<1
Hidrogen	H ₂	<1

Sumber : Rahayu dkk., 2015

2. METODE PENELITIAN

2.1 Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan sampel POME dikumpul dari unit pengolahan limbah PKS PTPN V Sei Pagar. Alat yang digunakan dalam penelitian adalah reaktor CSTR (*ZPHB reactor*) kapasitas 2000 m³ dilengkapi 1 *central agitator* daya 10 HP dan 3 *lateral mixeragitator* daya 7,5 HP. Alat ukur gas metana (*Geotech Biogas 5000*), termometer, pH meter (*Hanna Instrument HI991003*) dan DO meter (*VWR phenomenal OX 4100 H*).

2.2 Prosedur Penelitian

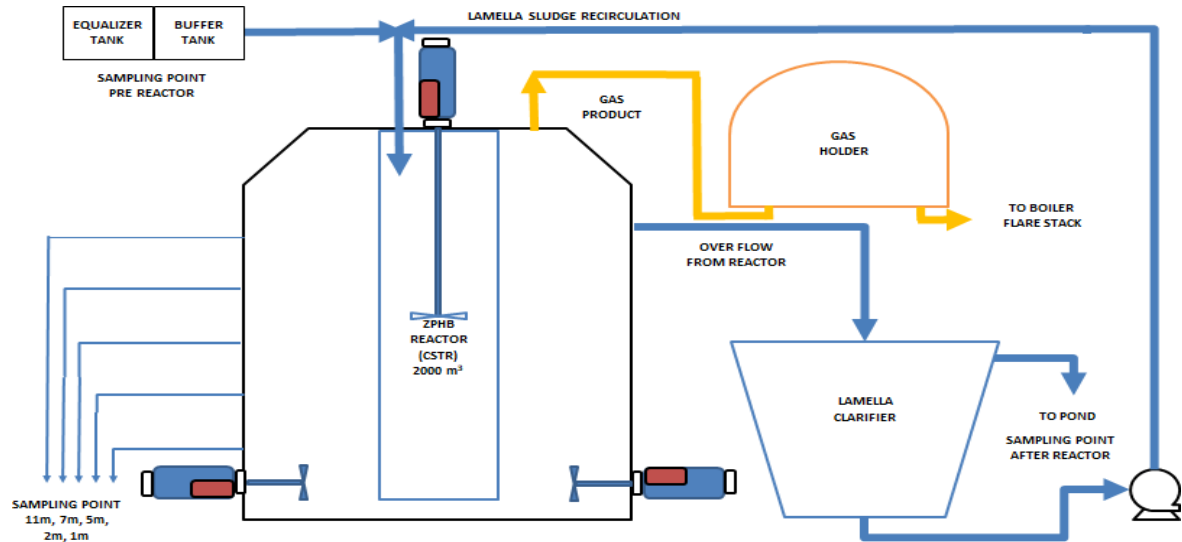
Sampel dikumpul dibagi dalam 3 kelompok yaitu *pre-reactor*, *reactor* dan *post-reactor*. Sampel *pre-reactor* diambil dari *equalizer tank* dan *buffer tank* menggunakan gayung ditampung dalam wadah sampel *whirlpak*, sampel *reactor* terbagi 5 *sampling point* berdasarkan ketinggian CSTR (satu meter, dua meter, lima meter, tujuh meter dan 11 meter) diambil dengan membuka *valve* sampel lalu ditampung dan sampel *post-reactor* diambil dan ditampung dari *outlet over flow lamella clarifier*. Sampel yang diambil segera diukur pH, suhu dan DO agar diperoleh data yang akurat langsung di lapangan. Setiap *sampling* dan pengukuran sampel dilakukan di waktu yang sama sekitar jam 21:00. Data komposisi gas metana dan data *flow* umpan dicatat pada waktu bersamaan pengambilan sampel.

Perhitungan *Hydraulic Retention Time* menggunakan persamaan berikut :

$$HRT(hari) = \frac{\text{volume digester (m}^3\text{)}}{\text{debit POME}(\frac{\text{m}^3}{\text{hari}})}$$

Keterangan : volume digester 2000 m³ aktual 70% volume

Debit POME = *flow* umpan ke *digester* (m³/hari)



Gambar 1 *Sampling Point*
Sumber : Mardianto, 2026

3. HASIL dan Pembahasan

3.1 Hasil Pengukuran pH

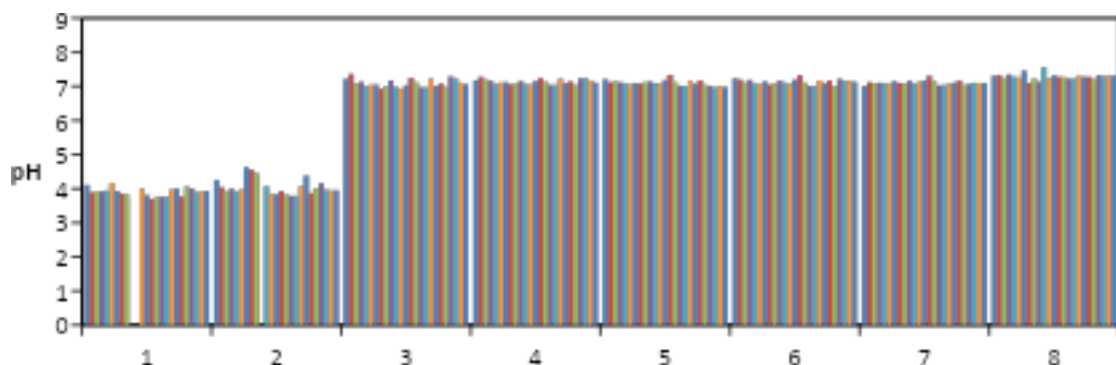
Penelitian ini dilakukan selama satu bulan sejak tanggal 25 Juli-25 Agustus 2025. POME dikondisikan terlebih dahulu sebelum masuk ke CSTR melalui proses *pre-treatment* dengan menggunakan *screen* untuk melakukan penyaringan tahap awal kemudian digunakan pula *equalization tank*, *cooling tower*, serta *buffer tank* untuk menyesuaikan suhu serta pH dari POME sehingga proses dalam *reactor* CSTR menjadi lebih efisien (Valentino dkk., 2018). *Buffer tank* merupakan *tank* penampung setelah terkondisi POME sebelum diumpankan ke *reactor* CSTR dimana pH dinaikan nilainya dengan cara mencampurkan aliran sirkulasi dari *lamella clarifier* dengan perbandingan *flow* BT:LML 1;2,5 dibagian atas reaktor (gambar 1).

Berdasarkan hasil pengukuran pH terlihat pada tabel 3, dimana *pre-reactor* diambil dari *equalizer tank* (EQT) dan *buffer tank* (BT) pH rata-rata 3,91 dan 4,04, dilihat dari nilai pH rata-rata EQT dan BT masih menunjukkan nilai pH sesuai dengan karakteristik pH limbah cair POME berkisar 4 sampai 5 (tabel 1). Pengukuran nilai pH di *reactor* dibagi menjadi 5 *sampling point* dengan rata-rata nilai berturut berdasarkan ketinggian dari dasar *tank* di satu meter 7,09; dua meter 7,13; lima meter 7,09; tujuh meter 7,13; dan 11 m 7,11. Pengukuran pH *post-reactor sampling point* di *lamella clarifier* (LML) menunjukkan nilai rata-rata 7,28. *Reactor* maupun *post reactor* kondisi pH terkontrol dengan baik berada dalam kisaran 6,8-7,6 (Rahayu dkk., 2015).

Tabel 3 Pengukuran pH Sampel

Tanggal	<i>Pre-ractor</i>		<i>Reactor</i>				<i>Post-ractor</i>	
	EQT	BT	1 m	2 m	5 m	7 m	11 m	LML
25/7/2025	4.11	4.26	7.22	7.18	7.21	7.23	7.01	7.31
28/7/2025	3.89	4.04	7.36	7.28	7.12	7.20	7.12	7.33
29/7/2025	3.90	3.90	7.08	7.20	7.14	7.11	7.09	7.26
30/7/2025	3.92	4.00	7.13	7.16	7.12	7.19	7.11	7.35
31/7/2025	3.95	3.91	7.00	7.06	7.09	7.07	7.09	7.27
1/8/2026	4.17	3.97	7.04	7.11	7.05	7.06	7.09	7.27
4/8/2026	3.94	4.62	7.05	7.11	7.10	7.14	7.15	7.46
5/8/2026	3.86	4.55	6.93	7.06	7.08	7.05	7.10	7.10
7/8/2026	3.82	4.45	7.00	7.10	7.12	7.09	7.08	7.22
9/8/2026			7.17	7.15	7.13	7.17	7.16	7.13
11/8/2026		4.07	6.99	7.06	7.10	7.11	7.08	7.56
12/8/2026	3.99	3.84	6.94	7.05	7.08	7.07	7.13	7.24
14/8/2026	3.81	3.84	7.03	7.15	7.19	7.19	7.17	7.31
15/8/2026	3.74	3.82	7.12	7.13	7.12	7.11	7.14	7.27
16/8/2026	3.76	3.79	6.97	7.04	7.01	7.01	7.03	7.22
17/8/2026	3.76	3.79	6.97	7.04	7.01	7.01	7.03	7.22
18/8/2026	3.97	4.07	7.22	7.22	7.15	7.18	7.07	7.30
19/8/2026	3.99	4.38	7.01	7.09	7.07	7.08	7.11	7.28
20/8/2026	3.76	3.87	7.08	7.14	7.18	7.17	7.17	7.27
21/8/2026	4.06	4.02	6.97	7.04	7.04	7.00	7.04	7.21
22/8/2026	4.00	4.15	7.30	7.20	7.01	7.22	7.07	7.32
23/8/2026	3.90	3.97	7.20	7.20	6.97	7.16	7.11	7.30
24/8/2026	3.91	3.95	7.10	7.20	7.01	7.15	7.10	7.31
25/8/2026	3.94	3.96	7.10	7.10	6.98	7.13	7.10	7.31

Gambar 2 memperlihatkan *pre-ractor* EQT dan BT pH dikisaran 3,75-4,62 dan *reactor* nilai pH terlihat merata dan hanya sedikit fluktuasi terlihat ada pengaruh pengadukan (*agitator*) di *reactor* sehingga pH merata, pH dikisaran 6,98-7,32 dengan pH rata-rata *reactor* 7,11 berada dalam kondisi optimal kisaran 6,8-7,6 (Rahayu dkk., 2015). *Post-ractor* LML memperlihatkan pH dikisaran 7,10-7,56 dengan pH rata-rata 7,28. Kondisi optimum memastikan produktivitas biogas dan daya dukung hidup bakteri metanogen.



Gambar 2. pH per Sampling Point

Penelitian yang dilakukan oleh Suryani dkk. (2018) tentang analisis pengaruh pH dan pengadukan terhadap produksi biogas. Suryani dkk. (2018) menyimpulkan bahwa produksi biogas dipengaruhi pH dan pengadukan, dimana pH lebih tinggi dan ditambah pengadukan menghasilkan biogas lebih banyak dibanding biogas pada pH yang sama tanpa pengadukan. Menurut Aznury dkk., (2018) bahwa POME dapat terdistribusi ke seluruh area reaktor melalui proses pengadukan dan fungsi pengadukan dapat mencegah terjadinya penumpukan produk metabolisme berkonsentrasi tinggi yang dapat menghambat pertumbuhan bakteri metanogenik. Apabila kondisi substrat di dalam reaktor lebih homogen, maka proses degradasi oleh bakteri akan berlangsung lebih sempurna

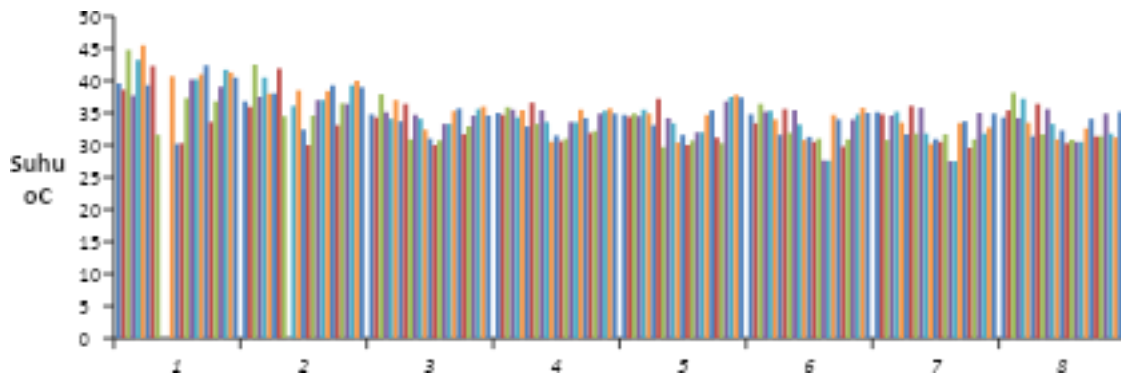
3.2 Hasil Pengukuran Suhu

Hasil pengukuran suhu dapat dilihat di tabel 4. Terlihat suhu di *pre-reactor* EQT dan BT rata-rata 39,0°C dan 37,2°C, suhu rata-rata di *reactor* per *sampling point* sesuai ketinggian CSTR berurut satu meter 34,0°C, dua meter 33,9°C, lima meter 33,8°C, tujuh meter 33°C, 11 meter 32,5°C sehingga suhu rata-rata *reactor* 33,4°C. Jika diamati nilai suhu rata-rata per *sampling point* semakin tinggi *sampling point* di CSTR terjadi penurunan suhu bertahap. Menurut Ecody (2021) mengatakan bahwa proses pembentukan gas metana berlangsung pada suhu 33-37°C, jika dilihat dari suhu rata-rata *reactor* 33,4°C maka suhu *reactor* berada di dalam titik optimal. Suhu rata-rata *post-reactor* di LML 33,2°C. Jika suhu dan pH tidak terkontrol maka pembentukan metana tidak berlangsung optimal dan dapat menyebabkan kematian mikroorganisme anaerobik di dalam bioreaktor.

Tabel 4 Pengukuran Suhu Sampel

Tanggal	<i>Pre-reactor</i>		<i>Reactor</i>				<i>Post-reactor</i>	
	EQT	BT	1 m	2 m	5 m	7 m	11 m	LML
25/7/2025	39.6	36.8	34.8	35.0	34.7	34.8	35.1	34.3
28/7/2025	28.6	36.0	34.3	34.7	34.4	33.1	34.8	35.4
29/7/2025	44.8	41.5	37.9	35.9	34.9	36.4	30.8	28.1
30/7/2025	37.7	37.5	35.1	35.5	34.5	35.1	34.6	34.2
31/7/2025	43.2	40.5	34.1	34.3	35.2	35.2	35.2	36.2
1/8/2026	45.5	38.0	37.0	35.4	34.9	34.0	33.5	33.5
4/8/2026	39.3	38.0	33.7	32.8	33.1	32.6	31.7	31.4
5/8/2026	41.3	41.9	36.4	35.6	37.2	35.4	36.1	36.4
7/8/2026	31.6	34.5	30.9	33.3	29.7	31.9	31.8	31.7
9/8/2026			34.7	35.4	34.2	35.4	35.8	35.6
11/8/2026		36.1	34.1	33.6	33.4	33.2	32.8	33.3
12/8/2026	40.7	38.5	32.4	30.5	30.4	30.8	30.2	30.9
14/8/2026	30.2	31.4	31.0	31.5	31.6	31.3	30.9	32.3
15/8/2026	30.3	30.0	30.7	30.6	30.0	30.5	30.5	30.3
16/8/2026	37.3	34.6	31.2	31.0	30.7	31.0	31.7	30.8
17/8/2026	40.2	37.0	33.3	33.6	32.0	27.6	27.5	30.5
18/8/2026	40.2	37.0	33.3	33.6	32.0	27.6	27.5	30.5
19/8/2026	41.0	38.4	35.3	35.2	34.7	34.7	33.6	32.6
20/8/2026	42.4	39.3	35.7	34.2	35.1	34.0	33.7	34.1
21/8/2026	33.6	33.1	31.7	31.9	31.2	29.8	29.6	31.3
22/8/2026	36.8	36.5	32.5	32.2	30.3	30.9	30.9	31.4
23/8/2026	39.1	36.4	34.6	34.9	36.8	34.0	35.0	34.9
24/8/2026	41.7	39.3	35.6	35.3	37.5	34.8	32.8	31.8
25/8/2026	41.3	40.0	36.0	35.7	37.8	35.8	32.7	31.2

Gambar 3 suhu per *sampling point* terlihat fluktuasi, *pre-reactor* EQT berkisar antara 30,2-45,5°C dan BT berkisar 30,0-42,5°C. Suhu *reactor* berturut-turut per *sampling point* sesuai ketinggian CSTR satu meter kisaran 30,0 – 37,9°C, dua meter kisaran 30,5 – 36,6°C, lima meter kisaran 29,7 – 37,8°C, tujuh meter kisaran 27,6 – 36,4°C dan 11 meter kisaran 27,5 – 36,1°C. Suhu di *post-reactor* LML berkisar 30,3 – 38,1°C.



Gambar 3. Suhu per *Sampling Point*

Kenaikan dan penurunan suhu dikontrol secara operasional. Berdasarkan informasi dari operator suhu ideal dijaga di kisaran 35-40°C. Jika suhu turun operator akan menambah volume POME di EQT dialirkan ke BT lalu diumpankan ke reaktor. Selain kontrol suhu dari umpan sistem juga menghasilkan panas internal di dalam reaktor melalui proses reaksi eksotermis bakteri anaerob. (Amraini, 2024).

3.3 Hasil Pengukuran Dissolved Oxygen (DO)

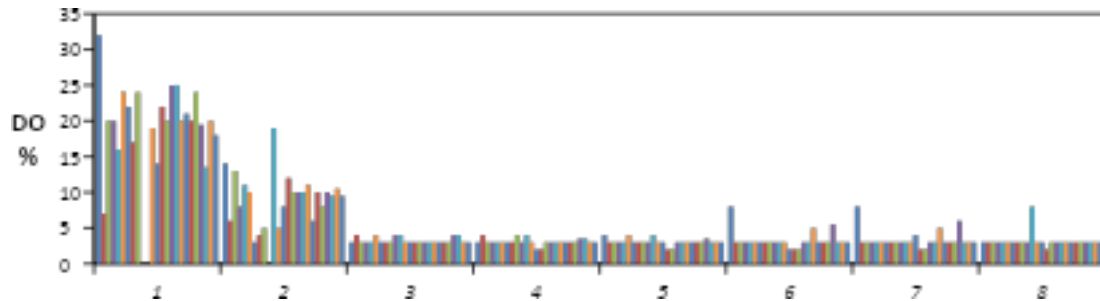
Salah faktor penting dalam mengkonversi substrat menjadi biogas adalah bakteri anaerob. Bakteri anaerob hidup di habitat yang minim oksigen diukur sebagai % *Dissolved Oxygen* (DO).

Tabel 5. Pengukuran DO

Tanggal	<i>Pre-ractor</i>		<i>Reactor</i>					<i>Post-ractor</i>
	EQT	BT	1 m	2 m	5 m	7 m	11 m	LML
25/7/2025	32	14	3	3	4	8	8	3
28/7/2025	7	6	4	4	3	3	3	3
29/7/2025	20	13	3	3	3	3	3	3
30/7/2025	20	8	3	3	3	3	3	3
31/7/2025	16	11	3	3	3	3	3	3
1/8/2026	24	10	4	3	4	3	3	3
4/8/2026	22	3	3	3	3	3	3	3
5/8/2026	17	4	3	3	3	3	3	3
7/8/2026	24	5	3	4	3	3	3	3
9/8/2026			4	3	3	3	3	3
11/8/2026		19	4	4	4	3	3	8
12/8/2026	19	5	3	3	3	3	3	3
13/8/2016	14	8	3	2	3	4	3	3
14/8/2026	22	12	3	2	2	2	4	2
15/8/2026	20	10	3	3	2	2	2	3
16/8/2026	25	10	3	3	3	3	2	3
17/8/2026	25	10	3	3	3	3	3	3
18/8/2026	20	11	3	3	3	5	3	3
19/8/2026	21	6	3	3	3	3	5	3
20/8/2026	20	10	3	3	3	3	3	3
21/8/2026	24	8	3	3	3	3	3	3
22/8/2026	20	10	4	4	4	6	6	3
23/8/2026	14	10	4	4	3	3	3	3
24/8/2026	20	11	3	3	3	3	3	3
25/8/2026	18	10	3	3	3	3	3	3

Hasil pengukuran nilai oksigen terlarut (DO) di *pre-ractor* EQT dan BT rata-rata nilai DO 20,1% dan 9,3%. Nilai rata-rata DO di *reactor* berturut-turut ketinggian satu meter 3,2%, dua meter

3,1%, lima meter 3,1%, Tujuh meter 3,3% dan 11 meter 3,4%. Jika dirata-ratakan nilai DO di *reactor* menjadi 3,2%. *Post-reactor* LML rata-rata nilai DO sebesar 3,19%. Terjadi penurunan di *Equalizer Tank* (EQT) rata-rata DO ke *Buffer Tank* (BT) rata-rata DO sebesar 53,7 %, Nilai DO rata-rata di *Buffer Tank* ke *Reactor* CSTR sebesar 65,5%.



Gambar 4. DO per *Sampling Point*

Berdasarkan gambar 4 terlihat di setiap bagian *sampling point reactor* nilai DO cenderung mendatar dan merata nilai rata-rata DO 3,19 %. Nilai DO di *reactor* masih dalam toleran hidup bakteri anaerob DO 2-8 %, bakteri anaerob akan mati dan terhenti pertumbuhannya jika terpapar kadar DO melebihi 20,95 %. Bagi bakteri anaerob oksigen bersifat toksik. Bakteri anaerob hanya mampu bertahan kurang dari 2 jam jika terpapar DO melebihi 21 %. Paparan oksigen menghentikan pertumbuhan dan menyebabkan dormansi (membunuh bakteri). Bakteri anaerob tidak memiliki enzim pelindung (katalase) yang diperlukan untuk menetralkan produk sampingan oksigen yang reaktif dan merusak seperti O_2 dan H_2O_2 . (Tjampakasari dan Hanifah, 2023).

Tabel 6. Pengukuran Kandungan Biogas

Tanggal	CH ₄ %	Flow m ³ /day	pH	Suhu °C	DO %
25/7/2025	60.57	52	7.17	34.9	5.2
28/7/2025	63.47	43	7.22	34.3	3.4
29/7/2025	60.26	17	7.12	35.2	3.0
30/7/2025	63.54	67	7.14	35.0	3.0
31/7/2025	61.54	79	7.06	34.9	3.0
1/8/2026	61.60	76	7.07	35.0	3.4
4/8/2026	65.60	80	7.11	32.6	3.0
5/8/2026	64.80	79	7.04	36.4	3.0
7/8/2026	65.30	74	7.08	31.5	3.2
9/8/2026	65.60	55	7.16	35.1	3.2
11/8/2026	63.70	31	7.07	33.2	3.6
12/8/2026	61.50	66	7.05	30.9	3.0
13/8/2016	59.70	72	7.15	31.2	2.8
14/8/2026	61.40	34	7.29	30.3	2.2
15/8/2026	62.20	73	7.12	31.0	2.4
16/8/2026	62.20	31	7.01	30.8	3.0
17/8/2026	66.40	14	7.01	30.8	3.0
18/8/2026	64.50	45	7.17	34.7	3.8
19/8/2026	60.20	67	7.07	34.6	3.0
20/8/2026	59.10	68	7.15	30.8	3.0
21/8/2026	60.80	66	7.05	31.4	3.0
22/8/2026	62.10	21	7.20	35.0	4.5
23/8/2026	64.60	63	7.10	35.6	3.3
24/8/2026	63.60	22	7.10	35.0	3.0
25/8/2026	64.80	24	7.10	35.4	3.0

Hasil pengukuran kandungan gas metana dapat dilihat di tabel 6. Kandungan metana (CH_4) dalam kisaran 59,1-66,4 % dengan rata-rata CH_4 62,8% (50-70% Rahayu dkk., 2015) debit *flow* rata-rata 52,8 m^3 /hari dengan HRT 32 hari, nilai pH kisaran 7,01-7,29 dengan rata-rata 7,11 (6,8-7,6 Rahayu dkk., 2015), nilai suhu kisaran 30,3-36,4 °C dengan rata-rata 33,4 °C (33-37 °C Ecody, 2021). Nilai DO berkisar 2,2 – 5,2 % dengan rata-rata 3,2 %, dimana ambang toleransi habitat hidup bakteri anaerob DO < 21 %.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kondisi habitat bakteri anaerobik berdasarkan analisis hasil pengukuran kondisi habitat hidup bakteri anaerob dengan tiga parameter yaitu pH, suhu dan DO. Parameter pH bernilai rata-rata 7,11 berada dalam kisaran rekomendasi pH 6,8-7,6. Parameter suhu rata-rata bernilai 33,4°C berada dalam kisaran mesofilik 25-40°C dan suhu optimal 30-40 °C proses produksi biogas. Produksi biogas hasil bernilai rata-rata 62,8% berada dalam kisaran rekomendasi 50-70%,. Parameter DO bernilai 3,2% berada di bawah ambang batas < 21%. Semua parameter pH, suhu dan oksigen terlarut berada dalam ambang toleransi hidup bakteri anaerob.

DAFTAR PUSTAKA

- Amraini, S.Z., Aidil, M., Senda, S.P., Haref, Y., & Herman, S., (2024). *Biogas dari POME : Pengaruh Lingkungan terhadap Produksi Energi Terbarukan di Industri Kelapa Sawit*. JBChees 5(2): 85-97 P-ISSN 2722-1334 E-ISSN 2721 1894. <https://jbchess.ejournal.unri.ac.id/index.php/jbchess>.
- Aznury, M.I., Purnamasari, S., Angraini, Y., Fatimah, K., & Sriyaya, J. (2018). *Produksi Biogas dari Air Limbah Industri Minyak Kelapa dengan Penambahan Pengadukan Biogas*, Jurnal Kinetika, 9(03), hal. 12-16.
- Ecody, (2021). *Program Training Pekerjaan Pembangunan Biogas Co-firing PKS LDA PTPN V*.
- Mardianto. (2026) *Analisis Produksi Biometan pada Biogas CO-Firing Pilot Plant PTPN V Sei Pagar*. Tesis. Universitas Riau, Riau
- Masfuri, I., Soleh, Pratiwi, A., Muharto, B., Trisaksono B.P., (2020) *Simulasi Homogenitas Pencampuran Air Limbah Pabrik Kelapa Sawit dan Pengaruhnya Terhadap Pengolahan Awal di Kolam Ekualisasi Pilot Plant Biogas Sei Pagar*, Jurnal Teknologi Lingkungan Vol. 21, No 2,183-189, Jul 2020.
- Pangarso, S.S., dan Kusdianti, E., (2022). *Review Potensi Pemanfaatan Biogas dari Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit PTPN 5*, JMEMME, Vol. 6, 01 Juni (2022) p-ISSN: 2549-6220e-ISSN: 2549-6239.
- Rahayu, S.A., Karsiwulan, D., Yuwono, H., Trisnawati, I., Mulyasari, S., Rahardjo, S., Hokernin, S., & Paramita, V., (2015). *Buku Panduan Konversi Pome Menjadi Biogas – Pengembangan Proyek di Indonesia*, Winrock International
- Sisnayati. S., Dewi, D.S., Komala, R., Meiliati, M., & Faizal, M. (2022). *Pengolahan Limbah Palm Oil Mill Effluent (POME) Menggunakan Proses Aerasi dalam Kolom Aerator Plat Berlubang*, Jurnal Teknik Kimia, 28(3) hal. 107-115. Doi : 10.36706/jkt.v28i3.996.
- Suryani, F., Homsah, O.F., Basuki, M., (2018). *Analisis pH dan Pengadukan Terhadap Produksi Biogas dari Limbah Cair Kelapa Sawit*. Jurnal Riset Sains dan Teknologi. Vol 2 No. 1 Maret 2018 e-ISSN : 2549-9750 P-ISSN : 2579-9118.
- Tjampakasari, C. R., & Hanifah, N., (2023) *Kultivasi dan Identifikasi Bakteri Anaerob Bacteroids Fragilis*. Mahesa : Malahayati Health Student Journal. P-ISSN : 2746-198x E-ISSN : 2746-3486, Vol 3 No. 11, tahun 2023, Hal 3717-3729. <https://doi.org/10.33024/mahesa.v3i11.4537>.
- Valentino, N., Hakim, D.L., Anindita, H.N., & Hastuti, Z.D. (2018). *Perencanaan Produksi Biogas Dari Palm Oil Mill Effluent untuk Pembangkit Listrik: Studi Kasus Pabrik Kelapa Sawit Sei Pagar*, Jurnal Energi dan Lingkungan Vol. 14, No. 2, Desember 2018 Hal. 81-86,