Jurnal Ilmu Lingkungan, Maret 2021 ,p.89-101
p-ISSN 1978-5283
e-ISSN 2721-4583

Volume 15, Nomor 1
DOI 10.31258/jil.15.1.p.89-101
https://jil.ejournal.unri.ac.id/index.php/JIL

ANALISIS REDUKSI POTENSI GAS METANA (CH4) PADA PENGOLAHAN LIMBAH CAIR PABRIK KELAPA SAWIT DENGAN METODE PENGOLAHAN MELALUI BIODIGESTER DAN KOLAM KONVENSIONAL

Firman Indra Arya[1], Thamrin[2], Amelia Linggawati[3]

[1] Magister Ilmu Lingkungan,Program Pascasarjana, Universitas Riau
[2]*Email : arya21@hotmail.co.id*
(Diterima 21 Maret 2021|Disetujui 22 Maret 2021|Diterbitkan 31 Maret 2021)

Analysis of Methane Gas (Ch_4) Reduction in Palm Oil Mill Liquid Waste Management Using Biodigester and Conventional Pond Methods

Abstract

Research on the analysis of the reduction of the potential of methane gas (CH_4) in the processing of palm oil mill effluent with the method of processing through Biodigester and Conventional ponds. Palm oil mill waste management system PT. The Indo Palm Fertile Core which reduces CH4 by splitting the effluent out of the inlet is divided into 2 lines, each pathway of the system aims to reduce methane gas (CH4) that comes from the degradation of organic matter present in the liquid waste. Sample analysis was taken from 6 palm oil mill waste processing ponds owned by PT. Inti Indosawit Subur Pelalawan. In this study the authors calculated repetition of sampling conducted using the Slovin technique. The measured parameters of wastewater are Biochemical Oxygen Demand (BOD), Chemical Oxygen Demand (COD), pH and temperature in each pond that affects the formation of methane gas and carbon dioxide. Analysis of methane gas is determined in 1 way namely theoretically using equations and using the Biogas 5,000 Gas Analyzer tool. Calculation of methane gas potential (CH_4) is carried out to find out how much the potential of methane gas (CH_4) in each WWTP pond. From the calculation of the potential emissions of methane gas (CH_4) it will be known how much reduction in methane gas (CH_4) in the treatment of liquid waste in PKS PT. Inti Indosawit Subur Pelalawan Regency. Results of COD anasis and methane gas potential in biodigesters The average value of COD loading on Biodigester per day in September at the time of sampling was 24,884 kg / day. Potential emissions of methane captured in the Biodigester is 7,838.46 Nm3 / Day. The percentage of potential methane emissions in the Biodigester per day is 31.5%. Whereas the highest methane gas pool was found in pond 3, which is 6.4 Nm3 / day, which was calculated theoretically with a percentage of methane gas emissions of 0.011%. However, if measured using a tool, the percentage of potential methane gas in a 3 COD pool of 58,112 mg / L is 0% at a temperature of 35 ° C and a pH of 8.38. The highest methane gas emissions occur in pond 3 during the daytime with a value of 6.4 Nm3 / Day on the first day, 6.95 Nm3 / Day on the second day, 6.41 Nm3 / Day on the third day and 6.67 Nm3 / Day on the fourth day, the potential emissions of the biodigester have been calculated by the company. The potential of methane emissions captured in Biodigester is 7,838.46 Nm3 / Day with the percentage of potential methane emissions in Biodigester an average of 31.5% per day. The highest value of methane gas emissions during the 4 days of the study was 6.95 Nm3 / day on the second day taken at noon with a pool temperature of 35 ^{o}C.

© 2021 Program Studi Magister Ilmu Lingkungan PPS Universitas Riau

***Keywords**: Reduction CH_4, Liquid Waste Management, Biodigester and Conventional Ponds*

PENDAHULUAN

Provinsi Riau merupakan salah satu sentra produksi kelapa sawit terbesar di Indonesia. Dari 3,46 juta ha lahan sawit di Riau, 58,6% diklasifikasikan di bawah budidaya perkebunan sawit rakyat, dan sebanyak 3,6% dan 37,8% masing-masing dibudidayakan oleh perusahaan milik negara dan swasta. Menurut Direktorat Jenderal Perkebunan (2017) produksi *Crude Palm Oil* di Provinsi Riau mencapai 8.721.148 Ton pada Tahun 2017.

Dampak perkembangan pesat produksi minyak sawit mentah adalah limbah cair kelapa sawit, yang sering disebut sebagai POME. *Palm Oil Mill Effluent* (POME) adalah limbah cair yang berminyak dan tidak beracun namun memiliki kandungan organik yang sangat tinggi. Meski tak beracun, limbah cair tersebut dapat menyebabkan bencana lingkungan bila dibuang ke kolam terbuka, dan akan melepaskan sejumlah besar gas metana dan gas berbahaya lainnya yang menyebabkan emisi gas rumah kaca. Oleh karenanya jika emisi ini ditangkap dengan menggunakan teknologi fermentasi anaerobik, biogas yang ada bisa menggantikan fungsi *Liquid Petroleum Gas* (LPG). Menurut Cahyanto (2015) Satu ton Tandan Buah Sawit (TBS) bisa menghasilkan emisi sebanyak 23,25 kg CH_4 yang jika dikonversikan sepenuhnya ke dalam LPG, maka akan ada sekitar 58 rumah yang bisa menggunakan biogas setiap bulan dengan rata-rata konsumsi 17,25 kg.

PT. Inti Indosawit Subur dibawah PT. Asian Agri merupakan satu dari banyak perusahaan yang telah mengimplementasikan inovasi pemanfaatan limbah kelapa sawit menjadi biogas. Perusahaan ini ikut berperan serta dalam rangka pengelolaan lingkungan yang berguna untuk mereduksi (mengurangi) emisi gas metana. Industri

Kelapa Sawit yang berlokasi di Kabupaten Pelalawan Provinsi Riau ini menerapkan sistem land aplikasi, dimana air limbah cair sisa produksi digunakan sebagai penyuplai unsur hara (*fertilizer*) (Noor, 2014). Pemanfaatan limbah cair Pabrik Kelapa Sawit diatur dalam Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 28 Tahun 2003 tentang Pedoman Teknis Pengkajuan Pemanfaatan Air Limbah dari Industri Minyak Sawit pada Tanah di Perkebunan Kelapa Sawit yang berisi tata cara dan persyaratan pedoman pengkajian pemanfaatan limbah cair Pabrik Kelapa Sawit (Kementrian Lingkungan Hidup, 2007). Sistem pengolahan limbah pabrik kelapa sawit PT. Inti Indo Sawit Subur yang mereduksi CH_4dengan memecah limbah yang keluar dari inlet dibagi menjadi 2 jalur, setiap jalur dari sistem tersebut bertujuan untuk mereduksi gas metan (CH_4) yang berasal dari degradasi bahan organik yang ada pada limbah cair. Berdasarkan hal tersebut maka penelitian ini bertujuan menentukan potensi emisi gas metana (CH_4) dari kegiatan pengelolaan air limbah kelapa sawit PT. Inti Indosawit Subur Pelalawan, menentukan besar reduksi emisi methana (CH_4) dengan pengolahan menggunakan metode kolam dan biodigester pada PT. Inti Indosawit Subur Pelalawan, dan

menganalisis efektifitas kinerja daris sitem pengolahan menggunakan metode kolam dan biodigester pada PT, Inti Indosawit Subur Pelalawan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan jenis penelitian kuantitatif yang bertujuan memberikan informasi mengenai emisi gas metana yang dihasilkan dari proses pengolahan limbah cair kelapa sawit PT. Inti Indo Sawit Subur. Objek dalam penelitian ini adalah emisi gas metana yang dipancarkan dari 6 kolam IPAL pada PT. Inti Indosawit Subur Pelalawan. Pada setiap kolam Instalasi Pengolahan Air Limbah dipasang sungkup sebagai tempat penangkapan gas metana (CH_4), kemudian sampel gas diambil dengan selang dari alat Biogas 5000. Pengambilan sampel gas metana dilakukan siang hari pada pukul 12.00 WIB-14.00 WIB, dan pada tiap waktu pengambilan dilakukan pengulangan sebanyak 4 kali. Teknik observasi yang dilakukan yaitu melakukan pengamatan langsung dilapangan atau lokasi penelitian untuk melihat kondisi dan kesesuaian lokasi yang menjadi titik sampling penelitian. Dalam observasi juga dilakukan dokumentasi dalam bentuk foto, dan informasi terkait lainnya mengenai lokasi dan objek penelitian.

Sampel diambil dari 6 kolam limbah pengolahan pabrik kelapa sawit milik PT. Inti Indosawit Subur Pelalawan. Dalam penelitian ini penulis menghitung pengulangan pengambilan sampel yang dilakukan menggunakan teknik Slovin menurut Sugiyono (2006). Rumus Slovin untuk menentukan pengulangan pengambilan sampel digunakan persamaan :

$$n = \frac{N}{1+N(e)^2}$$

Keterangan :
n : Jumlah pengulangan
N : Ukuran Sampel
e : Persentasi kelonggaran ketelitian kesalahan pengambilan sampel yang masih bisa ditolerir, e = 0,1-0,2 (10-20%) dengan ketentuan sebagai berikut:
Nilai e = 0,1 (10%) untuk populasi dalam jumlah besar
Nilai e = 0,2 (20%) untuk populasi dalam jumlah kecil

Oleh karena jumlah sampel dalam penelitian ini adalah sebanyak 5 kolam IPAL, sehingga presentase kelonggaran yang digunakan adalah 20% dan hasil perhitungan dapat dibulatkan untuk mencapai kesesuaian penelitian. Berdasarkan perhitungan persamaan 3.1, maka pengulangan pengambilan sampel pada penelitian ini adalah:

$$n = \frac{5}{1+5(0{,}2)^2}$$

$n = \frac{5}{1{,}2} = 4{,}16$, disesuaikan oleh peneliti menjadi 4 pengulangan pengambilan sampel.

Pengambilan sampel dilakukan pada siang hari pada pukul 12.00 WIB–14.00 WIB dengan cara menangkap gas metana (CH_4), Sampel gas diambil dengan menggunakan alat biogas 5000 *gas analyzer*yang secara otomatis mengukur parameter COD, pH, dan konsentrasi CH_4.

Parameter yang diukur

Parameter sampel air limbah yang diukur adalah *Biochemical Oxygen Demand* (BOD), *Chemical Oxygen Demand* (COD), pH dan suhu pada setiap kolam yang mempengaruhi pembentukan gas metana dan karbondioksida. Analisis gas metana ditentukan dengan 1 dengan satu cara yaitu secara teoritis menggunakan persamaan dan menggunakan alat Biogas 5.000 *Gas Analyzer*. Pada penelitian ini tidak dilakukan pengujian pada Biodigester dikarenakan perusahaan tidak memberikan izin, namun perusahaan memberikan data pengolahan limbah cair pada Biodigester yang telah dihitung oleh sistem pada PT. Inti Indo Sawit Subur Kabupaten Pelalawan.

Tahapan Analisis Sampel COD (SNI 6989.59:2008)

1. Siapkan sampel dengan pH kecil dari 2 (asam), encerkan jika sampel pekat.
2. Pipet sampel sebanyak 2,5 ml kedalam tabung KOK (Kebutugan Oksigen Kimiawi)
3. Tambahkan larutan dikromat sebanyak 1,5 ml kedalam sampel di tabung KOK
4. Tambahkan larutan pereaksi (H_2SO_4) sebanyak 3,5 ml kedalam tabung KOK, tutup kemudian homogenkan.
5. Setelah homogen, Panaskan tabung KOK berisi sampel dengan menggunakan alat COD reaktor dengan suhu 150°C selam 2 jam
6. Dinginkan, kemudian titrasi dengan larutan FAS (*Fero Amonium Sulfat*) 0,05 M ditambah indikator Feroin sebanyak 2 tetes, sampai terjadi perubahan warna dari hijau – biru menjadi coklat – kemerahan
7. Catat volume FAS yang terpakai

Tahapan Analisis Sampel COD (SNI 6989.59:2008)

1. Siapkan sampel dengan pH kecil dari 2 (asam), encerkan jika sampel pekat.
2. Pipet sampel sebanyak 2,5 ml kedalam tabung KOK (Kebutugan Oksigen Kimiawi)
3. Tambahkan larutan dikromat sebanyak 1,5 ml kedalam sampel di tabung KOK
4. Tambahkan larutan pereaksi (H_2SO_4) sebanyak 3,5 ml kedalam tabung KOK, tutup kemudian homogenkan.
5. Setelah homogen, Panaskan tabung KOK berisi sampel dengan menggunakan alat COD reaktor dengan suhu 150°C selam 2 jam
6. Dinginkan, kemudian titrasi dengan larutan FAS (*Fero Amonium Sulfat*) 0,05 M ditambah indikator Feroin sebanyak 2 tetes, sampai terjadi perubahan warna dari hijau – biru menjadi coklat – kemerahan
7. Catat volume FAS yang terpakai

Tahapan Analisis Sampel pH (SNI 6989.59:2008)

1. Lakukan Kalibrasi alat pH sebelum menganalisa sampel dengan menggunakan larutan standar penyangga pH
2. Untuk sampel yang bersuhu tinggi, sesuaikan hingga sampai suhu kamar
3. Keringkan dan bilas elektroda alat pH meter dengan air suling
4. Bilas elektroda dengan sampel yang ingin di analisa
5. Celupkan elektroda kedalam sampel, sampai pH meter menunjukkan pembacaan yang tetap (konstan)

6. Catat hasil pembacaan pada tampilan alat pH meter

Tahapan Analis Data

Analisis COD

Analisis COD dilakukan untuk mengetahui nilai COD *removal* (COD terurai). Perhitungan nilai COD *removal* tersebut dilakukan berdasarkan perhitungan laju air limbah cair harian dengan rumus :

$$Aliran\ Limbah\ Cair\ Harian = \frac{\text{ton TBS}}{\text{Jam}} \text{ x } \frac{\text{Jam Operasinal Per Tahun}}{\text{Hari Operasional Per Tahun}} \text{ x n } \frac{\text{m}^3 \text{ Pome}}{\text{Ton TBS}}$$

Sumber : Buku Panduan Konversi POME Menjadi Biogas, Ade, et al. (2015)

Keterangan :

$\frac{\text{ton TBS}}{\text{Jam}}$ = kapasistas TBS yang diproses dalam 1 jam

N = rasio volume POME (m^3) per Ton TBS dihitung Menggunakan *flow meter*

Pabrik pengolahan kelapa sawit PT. Inti Indosawit Subur memiliki kapasitas 60 Ton TBS per jam dan beroperasi untuk 4.851 jam per tahun dan 330 hari per tahun. Berdasarkan catatan *flow meter*, dihitung bahwa rasio volume POME (m^3) untuk setiap ton TBS adalah 0,8. Dari data di atas berdasarkan persamaan (3.3), maka di dapati Aliran limbah cair harian sebagai berikut:

$$Aliran\ Limbah\ Cair\ Harian = 60\ \frac{\text{ton TBS}}{\text{Jam}} \text{ x } \frac{4.851\ \text{Jam}}{330\ \text{Hari}} \text{ x } 0{,}8\ \frac{\text{m}^3\ \text{Pome}}{\text{Ton TBS}} = 705{,}6\ \text{Ton}\ \frac{\text{m}^3\ \text{Pome}}{\text{Hari}}$$

Nilai COD *removal* (*CODr*) *ditentukan* dengan cara berikut:

$$\text{COD}r = \text{COD}in - \text{COD}out\ \times\ Aliran\ Limbah\ Cair\ Harian$$

Keterangan :

COD*r* (*removal*) : Nilai COD terurai (Kg/H)

COD*in* : Nilai COD *inlet* (mg/L)

COD*out* : Nilai COD *outlet* (mg/L)

Aliran Limbah Cair : Jumlah AiLimbah (m^3/hari)

Persentase COD *removal* ditentukan dengan cara berikut:

$$COD\ removal\ \% = \left(\frac{COD\ in - COD\ out}{COD\ in}\right) \times 100\%$$

(*Sumber : Tchobanoglous et al.*, 2003)

Perhitungan Potensi Emisi Gas Metana (CH_4)

Perhitungan potensi gas metana (CH_4) dilakukan untuk mengetahui berapa besar potensi gas metana (CH_4) pada masing-masing kolam IPAL. Dari perhitungan potensi emisi gas metana (CH_4) tersebut akan diketahui berapa besar reduksi gas metana (CH_4) pada

pengolahan limbah cair pada PKS PT. Inti Indosawit Subur Kabupaten Pelalawan. Adapun rumus untuk menghitung potensi gas metana (CH_4) adalah sebagai berikut:

$$CH_4 = CODr \times 0{,}35^{*}$$

(*Sumber : Tchobanoglous et al.* 2003)

Keterangan :
CH_4 : Jumlah Potensi Gas Metana (Nm^3/hari)
CODr : COD *removal* (kg/hari)
Berat CH_4 : mol CH_4^{**} x berat molekul CH_4
* 1 kg CODr : 0,35 Nm^3 CH_4
** 1 mol CH_4 setara dengan 22,4 L

Untuk menghitung persentase potensi metana digunakan rumus berikut :

$$CH_4\% = \frac{CH_4 Nm^3/Hari}{COD\ in} \times 100 \ldots\ldots\ldots (3.7)$$

(*Sumber : Tchbanoglus et al. 2003*)

Keterangan :
CH_4 % : Persentase Potensi CH_4
CH_4 : Potensi Gas Metana (Nm^3/Hari)
COD_{in} : nilai COD inlet

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengambilan sampel air limbah dilakukan selama 4 hari yakni dari tanggal 19 September 2019 sampai dengan 22 September 2019. Pengambilan sampel dilakukan pada kolam 1 hingga kolam 5 IPAL PT. Inti Indosawit Subur Pelalawan. Metode pengukuran $COD_{removal}$, dan Potensi Gas Metana (CH_4) dilakukan secara sistematis. Adapun proses perhitungan lengkapnya akan penulis sajikan pada bagian lampiran penelitian ini. Pada PKS PT. Inti Indosawit Subur Pelalawan air limbah yang keluar melalui outlet PKS, dialirkan menuju Kolam 1 (*Cooling Pond*). Pada kolam 1 ini aliran limbah cair terbagi 2, satu jalur mengalirkan limbah cair ke Biodigester kemudian dikeluarkan lagi pada jalur limbah cair yang menuju ke kolam 2, kemudian satu jalur lagi mengalirkan limbah cair ke kolam 2 (*Acidification Pond 1*) atau kolam pengasaman I. Limbah cair kemudian dialirkan ke kolam 3 (*Acidification Pond II*) kolam pengasaman II. Dari kolam 3 limbah cair di alirkan lagi ke kolam 4 (*Primary Anaerobic Pond I*) atau kolam anaerobik I, dari kolam 4 ini limbah kembali di alirkan oleh pompa sirkulasi ke kolam 3 untuk diproses kembali. Hal ini menyebabkan penumpukan *sludge* atau lumpur pada kolam 3 sehingga menyebabkan pendangkalan kolam 3.

Setelah proses pada kolam 3 limbah cair di alirkan ke kolam 4 kemudian di teruskan ke kolam 5. Pada kolam 5, proses limbah cair kembali di alirkan oleh pompa sirkulasi ke kolam 2 yang juga menyebabkan pendangkalan pada kolam 2 Air limbah cair dari kolam 1 masuk biodigester kemudian ke kolam 2, yang mana limbah cair pada outlet Biodigester masih membawa banyak lumpur dan sekam dari proses pengolahan limbah cair kelapa sawit. Untuk situasi lapangan pada tiap kolam serta skema aliran sirkulasi

limbah cair pada PT. Inti Indo Sawit Subur Kabupaten Pelalawan dapat dilihat pada bagian Lampiran penelitian ini.

Parameter COD, COD$_{removal}$, dan Potensi Gas Metana (CH_4) Kolam IPAL PT. Inti Indosawit Subur Pelalawan

Pabrik Kelapa Sawit (PKS) PT. Inti Indosawit Subur Pelalawan ini berkapasitas 60 Ton TBS/Jam dan Limbah Cair Harian sebanyak 705,6 Ton m^3 Pome/hari. Pabrik ini beroperasi 14,7 jam/hari, dalam 1 tahun beroperasi selama 330 hari/tahun atau 4.851 jam/tahun. Jika dihitung maka total Limbah Cair PKS PT. Inti Indosawit Subur selama satu tahun adalah 232.848 Ton m^3 Pome/tahun. Tabel 1. menunjukkan parameter COD, BOD, Suhu dan pH yang diambil pada waktu pengambilan sampel selama 4 hari. Sedangkan Tabel 2 Menunjukkan persentase gas metana (CH_4) yang diukur di lapangan menggunakan alat Biogas 5000 *gas analyzer*. Dan Tabel 3. Hasil Perhitungan COD*removal*, potensi gas metana (CH_4) dan persentase gas metana (CH_4) secara teoritis.

Tabel 1. Parameter COD, BOD, Suhu dan pH

Kolam 1					Kolam 1			
Hari	COD (Mg/L)	BOD (Mg/L)	Suhu	pH	COD (Mg/L)	BOD (Mg/L)	Suhu	pH
1	80.450	30.576	39 ºC	8,56	76.568	27.505	35 ºC	8,52
2	80.016	28.272	39 ºC	8,56	77.148	27.145	38 ºC	8,51
3	80.450	28.571	37 ºC	8,53	77.568	27.500	37 ºC	8,46
4	81.065	28.414	40 ºC	8,50	77.542	27.556	35 ºC	8,49
Kolam 3					Kolam 4			
Hari	COD (Mg/L)	BOD (Mg/L)	Suhu	pH	COD (Mg/L)	BOD (Mg/L)	Suhu	pH
1	58.112	20.018	35 ºC	8,38	32.187	11.057	34 ºC	8,32
2	58.284	19.926	35 ºC	8,45	30.125	11.447	35 ºC	8,32
3	58.686	20.018	35 ºC	8,41	32.690	11.034	34 ºC	8,28
4	58.128	20.124	35 ºC	8,44	31.104	11.158	34 ºC	8,35

Kolam 5				
Hari	COD (Mg/L)	BOD (Mg/L)	Suhu	pH
1	13.942	4.175	33 ºC	8,22
2	12.256	4.229	31 ºC	8,24
3	12.968	4.285	34 ºC	8,33
4	12.088	3.485	33 ºC	8,22

Tabel 2. Persenatase Gas Metana (CH_4)

Kolam 1			Kolam 2	
Hari	COD	CH_4 (%)	COD	CH_4 (%)
1	80.450	0%	76.568	0%
2	80.016	0%	77.148	0%
3	80.450	0%	77.568	0%
4	81.065	0%	77.542	0%
Kolam 3			Kolam 4	
Hari	COD	CH_4 (%)	COD	CH_4 (%)
1	58.112	0%	32.187	0%
2	58.284	0%	30.125	0%

3	58.686	0%	32.690	0%
4	58.128	0%	31.104	0%
Kolam 5				
Hari	COD	CH_4 (%)		
1	13.942	0%		
2	12.256	0%		
3	12.968	0%		
4	12.088	0%		

Tabel 3. Hasil Perhitungan COD*removal*, Potensi Gas Metana (CH_4) dan Perentase Gas Metana (CH_4) Secara Teoritis

Kolam 1				Kolam 2		
Hari	COD*r* (Kg/Hari)	Potensi CH_4 (Nm^3/Hari)	CH_4 (%)	COD*r* (Kg/Hari)	Potensi CH_4 (Nm^3/Hari)	CH_4 (%)
1	80.450	30.576	39 ºC	13,02	4,56	0,005
2	80.016	28.272	39 ºC	13,31	4,65	0,006
3	80.450	28.571	37 ºC	13,32	4,66	0,006
4	81.065	28.414	40 ºC	13,69	4,79	0,006
Kolam 3				Kolam 4		
Hari	COD*r* (Kg/Hari)	Potensi CH_4 (Nm^3/Hari)	CH_4 (%)	COD*r* (Kg/Hari)	Potensi CH_4 (Nm^3/Hari)	CH_4 (%)
1	18,29	6,4	0,011	12,87	4,5	0,013
2	19,86	6,95	0,011	12,61	4,41	0,014
3	18,34	6,41	0,010	13,91	4,86	0,014
4	19,06	6,67	0,011	13,41	4,69	0,015
Kolam 5						
Hari	COD*r* (Kg/Hari)	Potensi CH_4 (Nm^3/Hari)	CH_4 (%)			
1	7,45	2,6	0,008			
2	5,75	2,01	0,016			
3	6,56	2,29	0,017			
4	6,05	2,11	0,017			

Hasil Analisis BOD

Air limbah pada PT. Inti Indosawit Subur Pelalawan digunakan untuk *Land Application* harus sesuai dengan aturan KEPMENLH/28/2003, tidak lebih dari 5.000 mg/L. Dengan nilai BOD ini, limbah cair dianggap masih mempunyai nutrisi yang cukup sebagai pupuk cair. Nilai BOD limbah cair PT. Inti Indosawit Subur Pelalawan pada pengambilan sampel tanggal 19 September-22 September dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Nilai BOD Kolam IPAL PT. Inti Indo Sawit Subur Pelalawan

Hari	BOD Kolam 1	BOD Kolam 2	BOD Kolam 3	BOD Kolam 4	BOD Kolam 5	Outlet IPAL
1	30.576	27.505	20.018	11.057	4.174	714
2	28.272	27.145	19.926	11.447	4.229	812
3	28.571	27.500	20.018	11.034	4.285	741
4	28.414	27.556	20.124	11.158	3.485	752

Dari hasil pengambilan sampel di lapangan nilai BOD *outlet* IPAL untuk *Land Application* dari kolam limbah cair milik PT. Inti Indosawit Subur Pelalawan tidak lebih dari 850 mg/L. Batas tertinggi nilai BOD untuk *Land Application* menurut aturan KEPMENLH/28/2003, tidak lebih dari 5.000 mg/L. Limbah cair yang dihasilkan dari pabrik pengolahan kelapa sawit dapat memberikan dampak negatif bagi lingkungan karena memiliki kandungan BOD (*Biochemical Oxygen Demand*) yang sangat tinggi jika melebihi batas *Land Application* yakni diatas 5.000 mg/L. Tanpa proses degradasi limbah cair ini berpotensi mencemari lingkungan dan meninggalkan bau. Untuk itu sebelum dialirkan ke lingkungan sekitar, kadar BOD limbah cair tersebut harus diturunkan sesuai dengan baku mutu.

Hasil Analisis COD dan Potensi Gas Metana pada Biodigester

Berdasarkan data dari pabrik kelapa sawit PT. Inti Indo Sawit Subur, kandungan COD dan potensi gas metana pada Biodigester telah dihitung oleh perusahaan menggunakan sistem yang otomatis mengambil data pada Biodigester. Nilai COD *loading* pada Biodigester rata-rata perhari pada bulan September pada saat pengambilan sampel adalah 24.884 Kg/Hari. Potensi emisi metana yang ditangkap pada Biodigester adalah sebesar 7.838,46 Nm^3/Hari. Persentase potensi emisi metana pada Biodigester rata-rata perhari adalah 31,5 %.

Hasil Analisis COD dan Potensi Gas Metana pada Kolam

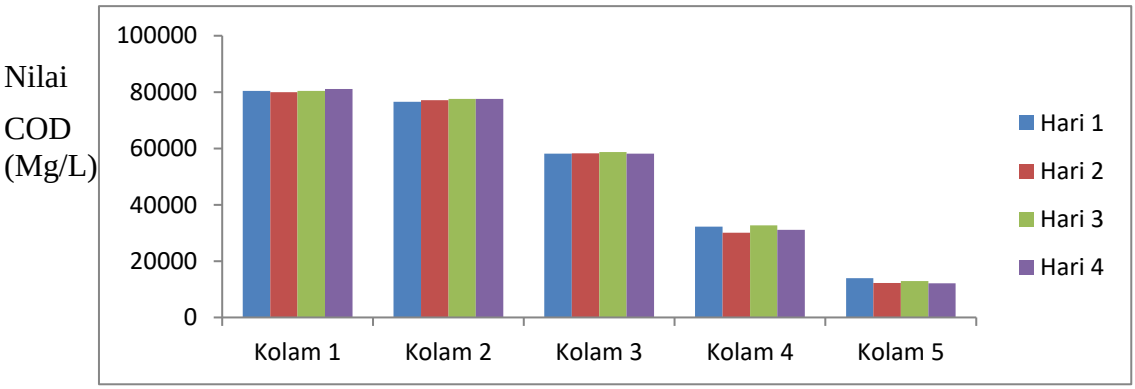
Pada Tabel 1 dapat dilihat Potensi gas metana yang dihasilkan oleh limbah cair kelapa sawit pada tiap kolam pengolahan limbah cair pada PT. Inti Indo Sawit Subur Kab. Pelalawan pada hari pertama potensi gas metana paling tinggi terdapat pada kolam 3 yaitu 6,4 Nm^3/Hari pada yang dihitung secara teoritis dengan persentase emisi gas metana sebesar 0,011%. Namun jika diukur menggunakan alat, persentase potensi gas metana pada kolam 3 COD 58.112 mg/L adalah sebesar 0% pada suhu 35 ℃ dan pH 8,38. Pada hari kedua pengambilan sampel, potensi Gas Metana (CH_4) tertinggi terdapat pada kolam 3 dengan potensi gas metana 6,95 Nm^3/Hari yang terhitung secara teoritis pada COD 58.284 mg/L dengan persentase gas metana 0,011%, dan 0% terukur menggunakan alat pada suhu 35 ℃ dan pH 8,45. Pada hari ketiga, potensi emisi gas metana pada kolam 3 pada COD 58.686 mg/L yaitu 6,41 Nm^3/Hari dengan persetase 0,010% yang dihitung secara teoritis, dan 0% terukur menggunakan alat pada suhu 35 ℃ dan pH 8,41. Pada hari keempat persentase emisi gas metana yang terhitung secara teoritis yaitu 0,011% dengan dan persentase yang terukur menggunakan alat sebesar 0% pada suhu 35 ℃ dan pH 8,44. Persentase potensi gas metana yang tinggi selama 4 hari penelitian terdapat pada kolam 5, hal ini dikarenakan volume kolam 5 yang mencapai 29.000 m^3 dan nilai COD pada kolam 5 sudah sangat kecil karena proses degradasi organik. Hasil pengukuran Potensi Gas Metana selama 4 hari berturut-turut diketahui potensi emisi gas metana tertinggi rata-rata terjadi pada kolam 3 dengan emisi tertinggi terjadi pada pengambilan sampel hari ketiga (Tabel 2) sebesar 6,95 m^3/Hari, dengan persentase rata-rata gas metana terukur dilapangan per COD *removal* adalah 0% dikarenakan ketidakmampuan alat untuk mengukur 3 angka dibelakang koma.

Degradasi Bahan Organik dan Reduksi COD

Degradasi bahan organik merupakan penurunan jumlah bahan-bahan organik yang ada di dalam limbah cair yang dilihat berdasarkan jumlah nilai COD pada saat sebelum

diolah dan sesudah diolah. Tabel 4.1 menunjukkan perbedaan nilai COD pada setiap kolam. Penurunan nilai COD yang tinggi terjadi di kolam 4 dan 5 dengan persentase 56,68-75,74%. Grafik penurunan nilai COD selama 4 hari penelitian dapat dilihat pada Gambar 1. Tingginya perbedaan rasio reduksi COD dari inlet dan outlet kolam IPAL PT. Inti Indo Sawit Subur Pelalawan, kemungkinan terjadi karena perbedaan volume kolam 4 dan 5 di PT. Inti Indosawit Subur Pelalawan yakni 24.000 m^3 pada kolam 4 dan 29.000 m^3 pada kolam 5. Sedangkan pada kolam 1, 2 dan 3 volume kolam lebih kecil, dimana kolam volume kolam 1 5.000 m^3, kolam 2 dengan volume 9.000 m^3 dan kolam 3 dengan volume 7.000 m^3. Secara disain kedalaman setiap kolam adalah 5 m, tetapi pada saat pengambilan sampel menumpuknya *sludge* atau limbah lumpur padat di kolam 1, 2, 3, 4, dan 5 tidak dikeluarkan secara periodik, maka kedalaman menjadi lebih dangkal. Pendangkalan ini menyebabkan terjadinya waktu tinggal air limbah menjadi lebih pendek, sehingga mengurangi waktu dekomposisi zat organik. Tingginya nilai COD pada pengukuran dalam studi ini didukung dengan nilai pH pada inlet kolam anaerobik yang berada di atas pH = 7 dimana dalam kondisi pH ini proses bakteri metanogenik menghasilkan gas metana secara aktif.

Selain itu tingginya nilai COD pada kolam 2 dan kolam 3 karena siklus aliran limbah cair pada pengolahan limbah cair milik PT. Inti Indosawit Subur setelah memasuki kolam 4, berputar kembali ke kolam 3 dan limbah cair pada kolam 5 akan kembali di pompakan ke dalam kolam 2 dan diteruskan ke kolam 3 dan 4. Sirkulasi air limbah dari kolam anaerobik ke kolam Pengasaman dilakukan dengan tujuan menurunkan suhu kolam agar sesuai untuk suhu lingkungan bakteri pembusuk, dan untuk menambah kuantitas bakteri dari kolam anaerobik. Umumnya untuk sirkulasi air limbah digunakan 2 unit pompa kapasitas 3 – 40 m^3/jam.



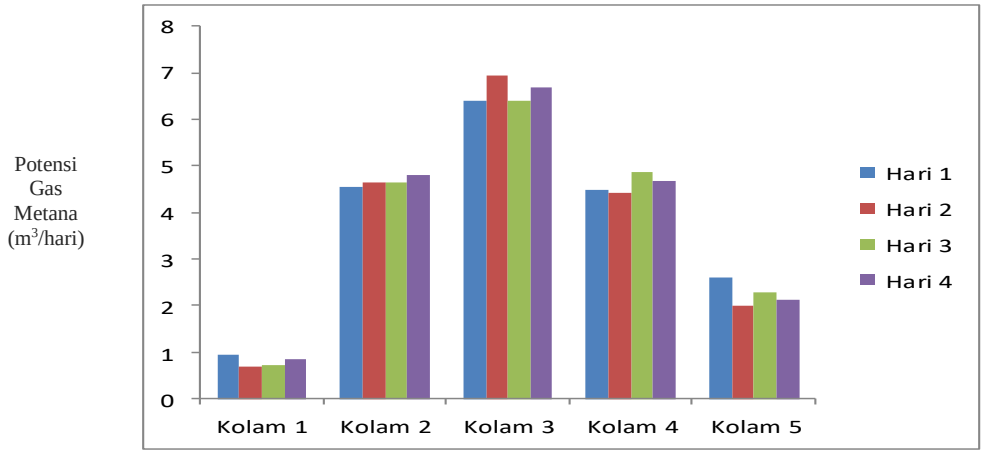
Gambar 1. Grafik COD selama 4 Hari Pengambilan Sampel

Potensi Emisi Gas Metana (CH_4) pada Kolam dan Biodigester

Metana adalah gas hidrokarbon yang sebagian besar berasal dari alam yang dihasilkan oleh dekomposisi anaerobik bahan organik. Tabel 3 menjelaskan nilai potensi emisi gas metana pada setiap kolam. Dari tabel tersebut diketahui emisi gas metana tertinggi terjadi pada kolam 3 pada waktu siang hari dengan nilai 6,4 Nm^3/Hari pada hari pertama, 6,95 Nm^3/Hari pada hari kedua, 6,41 Nm^3/Hari pada hari ketiga dan 6,67 Nm^3/Hari pada hari keempat. Adapun grafik potensi gas metana pada tiap kolam selama 4 hari penelitian dapat dilihat pada Gambar 2.

Potensi emisi gas metana yang terhitung pada tiap kolam merupakan potensi emisi gas metana yang terlepas pada tiap kolam, dimana potensi yang terlepas ini belum dimanfaatkan oleh PT. Inti Indo Sawit Subur Kab. Pelalawan. Potensi emisi gas metana yang ditangkap oleh PT. Inti Indo Sawit Subur Pelalawan terjadi pada biodigester dimana gas metana akan ditangkap dan ditampung pada tangki biogas yang nantinya akan digunakan untuk pembangkit listrik tenaga biogas. Potensi emisi pada biodigester telah dihitung oleh perusahaan. Potensi emisi metana yang ditangkap pada Biodigester adalah sebesar 7.838,46 Nm^3/Hari dengan persentase potensi emisi metana pada Biodigester rata-rata perhari adalah 31.5 %. Kondisi kolam 3 dengan suhu air limbah 35 $^{\circ}$C dan pH 8,4 selama 4 hari pengambilan sampel merupakan kondisi yang kondusif dalam proses degradasi bahan organik. Menurut Megawati dan Aji, (2015) Bakteri pembentuk biogas seperti *Methanobcaterium*, *Methanocoocus* dan *Methanosarcina* akan menghasilkan biogas pada suhu optimum 35 $^{\circ}$C dan pH 8,4.

Nilai emisi gas metana tertinggi selama 4 hari penelitian adalah 6,95 Nm^3/Hari pada hari kedua yang diambil siang hari dengan suhu 35 $^{\circ}$C. Konsentrasi gas metana dapat meningkat seiring peningkatan suhu pada musim panas, pada saat pengambilan sampel kondisi di lapangan saat itu sedang kabut asap dan musim panas. Kondisi ini juga kemungkinan mengakibatkan kenaikan suhu pada tiap kolam. Menurut Linarsih dan Sarto (2018) penurunan suhu cairan pada kolam akan menurunkan pH air limbah namun konsentrasi asam organik dalam cairan kolam justru sebaliknya (meningkat). Nilai asam organik akan menurun apabila suhu cairan meningkat. Apabila suhu cairan kolam meningkat maka aktivitas bakteri metanogenik meningkat.



Gambar 2. Potensi Gas Metana

Dampak Sosial dan Ekonomi

Pengolahan pabrik kelapa sawit menghasilkan produk sampingan berupa limbah cair atau *Palm Mill Effluent (POME)* yang berasal dari hasil ekstraksi minyak, pencucian dan pembersihan di pabrik. Apabila POME ini dibuang langsung ke lingkungan tanpa melalui pengelolaan dahulu akan menimbulkan dampak kerusakan lingkungan, disebabkan POME pabrik kelapa sawit yang masih baru dihasilkan umumnya panas (suhu 60^0-80^0C), bersifat asam (pH 3,3-4,6),kental berwarna kecoklatan dan mengadung

padatan, minyak dan lemak, chemical oxygen demand (COD), dan biological oxygen demand (BOD) yang tinggi.

Dari hasil wawancara terhadap karyawan dan Staf perusahaan diperoleh informasi bahwa hasil pemanfaatan POME dalam penangkapan gas metana untuk dijadikan menjadi biogas dapat menurunkan konsumsi bahan bakar fosil berupa solar untuk pembangkit energi untuk kebutuhan listrik pabrik, mess dan perumahan karyawan, namun untuk memberikan aliran listrik ke masyarakat sekitar yang belum terlayani oleh perusahaan listrik negara (PLN) yang tinggal di sekitar area pabrik kelapa sawit belum dapat dilaksanakan dikarenakan masih terkendala kontrak kerja sama dengan perusahaan listrik negara (PLN) yang dimana mempunyai wewenang dalam penyaluran listrik.

Pengelolaan POME melalui biodigester dan kolam pengolahan limbah juga menghasilkan lumpur endapan yang yang dapat dimanfaatkan sebagai pupuk organik. Pupuk organik ini dimanfaatkan oleh petani kelapa sawit di sekitar area pabrik kelapa sawit dan kebun perusahan sebagai bentuk tanggung jawab perusahaan terhadap masyarakat dan lingkungan sekitar lokasi pabrik kelapa sawit atau corporate sosial responsibility (CSR).

Berdasarkan penelitian Tobing (2002) pemanfaatan limbah cair sebagai *land* aplikasi berdasarkan KEPMENLH/28/2003, dengan melakukan pemanfaatan limbah cair sebagai pupuk organik maka akan menghemat pupuk nitrogen, phospatm kalium dan magnesium. Limbah cair kelapa sawit yang diaplikasikan dengan BOD antara 3.500 ppm-5.000 ppm mengandung : N : 500-675 ppm, P : 90-110 ppm, K : 1.000-1.850 ppm, Mg : 250-320 ppm. Penelitian oleh Maryadi (2006) pada kebun sawit Sei Manding, Riau, penggunaan limbah cair dan peningkatan produksi di Kebuh Sei Manding dapat memberi keuntungan finansial kepada perusahaan sebesar Rp 409.000 per hektar per bulan.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian diketahui bahwa potensi gas metana (CH_4) yang dihasilkan setiap kolam berbeda-beda pada setiap waktu pengambilan. Potensi CH_4 terkecil terdapat pada kolam 1 yaitu 0,7 m^3/Hari pada hari kedua pengambilan sampel. Sedangkan potensi CH_4 tertinggi terdapat pada kolam 3 sampel diambil pada hari ke 3 yaitu 6,95 m^3/Hari. Penurunan nilai COD dengan nilai tertinggi terdapat pada kolam 2 penelitian hari kedua dengan nilai penurunan COD sebesar 75,74 % dan potensi gas metana tertinggi rata-rata terjadi pada kolam 3 dengan potensi emisi tertinggi terjadi pada penelitian hari ketiga sebesar 6,95 m^3/Hari. Dapat disimpulkan bahwa potensi gas metana pada kolam limbah

cair berkaitan erat dengan selisih COD (*Chemical Oxygen Demand*) yang berkurang di *inlet* dan *outlet* kolam anaerobik. Reduksi gas metana (CH_4) pada proses pengolahan limbah cair pada pabrik kelapa sawit milik PT. Inti Indo Sawit Subur selama empat hari pengambilan sampel terjadi secara signifikan dari proses kolam 1 hingga ke kolam 5. Walaupun terjadi pendangkalan kolam akibat siklus perputaran air limbah yang bolak balik. Namun sistem dapat mereduksi gas metan dengan baik, meskipun pada proses Biodigester potensi emisi gas metana yang dimanfaatkan masih terbilang kecil. Dari hasil penelitian tersebut dapat disimpulkan bahwa kinerja sistem pengolahan limbah

cair milik PT. Inti Indosawit Subur Pelalawan sangat baik, hal ini dapat dilihat dari hasil penelitian bahwa potensi emisi metana pada PT. Inti Indosawit Subur perhari yang sangat kecil yakni 0% setelah diteliti menggunakan alat Biogas 5000. Karena kemampuan alat yang tidak dapat membaca nilai dibawah 0 (Nol) maka dilakukan perhitungan secara teoritis untuk mengetahui perbandingan potensi emisi gas metana pada masing-masing kolam limbah cair milik PT. Inti Indosawit Subur yang diteliti menggunakan alat. Didapati dari hasil perhitungan teoritis potensi emisi gas metana (CH_4) pada tiap kolam tidak lebih besar dari 0,01% atau sama sekali tidak terdapat emisi gas metana (CH_4).

DAFTAR PUSTAKA

Ade, S.R., Karsiwulan, D. 2015. *Konversi POME* Menjadi Biogas (Edisi Terjemahan). Winrock International. Jakarta.

Cahyanto, R, 2015. Kogenerasi Energi Terbarukan dari Biomassa (Pemanfaatan sampah kota sebagai produksi listrik: metode gasifikasi), dalam Jurnal Mater Renew Sustain Energy-SpringerLink. Vol. 4, No. 4.

Direktorat Jenderal Perkebunan, 2017. Statistik Perkebunan Indonesia, Sekretariat Direktorat Jenderal Perkebunan.

Kementrian Lingkungan Hidup. 2007. Status Lingkungan Hidup Indonesia. Jakarta: Kementrian Lingkungan Hidup.

Linarsih, Sarto. 2018. Emisi Gas Metana dan Karbon Dioksida Pada Proses Pengolahan Limbah Cair Kelapa Sawit, dalam Jurnal Berita Kedokteran Masyarakat. Volume 34. Nomor 3. Tahun 2018.

Megawati, Kendali, AW. 2015. Jurnal Bahan Alam Terbarukan. Universitas Negeri Semarang (UNS), Semarang.

Noor, R.T. 2014. Proyek Pengembangan Energi Terbarukan Dari Limbah Cair Kelapa Sawit (Lcpks*)*. PT. Sinarmas Tbk, Jakarta.

Sugiyono. 2006. *Metode Penelitian*. Bandung Alfabeta, Bandung.

Tchobanoglous, G. Burton, F. L. & Stensel, H. D. (2003). *Waste Water Engineering: Treatment and Reuse.* Metcalf & Eddy Inc., New York.

Tobing. 2002. Pemanfaatan Limbah Cair Kelapa Sawit : Desain Aplikasi Dan Dampaknya Terhadap Tanaman Kelapa Sawit. Pusat Penelitian Kelapa Sawit, Medan. Laporan Intem.