

Proses Bioremediasi Ex-Situ Pada Pengolahan Limbah Cair *Crude Palm Oil* (CPO)

Hanifah Khairiah^{1,*}, Umar Linggom²

^{1,2} Jurusan Program Studi Teknik Pengolahan Sawit Politeknik Kampar
Jln. Tengku Muhammad KM 2 Bangkinang INDONESIA
hanifahkhairiah@gmail.com

Intisari—Pengolahan limbah cair pabrik *Crude Palm Oil* (CPO) di Indonesia selama ini dilakukan dengan sistem kolam. Pengolahan dengan cara tersebut belum mampu menekan dampak lingkungan, maka diperlukan teknologi baru yang ramah lingkungan, aman, dan murah untuk mengatasi persoalan lingkungan tercemar akibat limbah yang dihasilkan oleh industri, khususnya industri CPO. Dalam pengembangan proses bioremediasi pada limbah CPO akan dilakukan percobaan dalam skala Laboratorium dengan menggunakan air limbah yang di ambil dari kolam limbah sekitar areal industri CPO di daerah Kampar Riau sebagai bahan dasar media. Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui pengaruh Mikroba atau *Microbe-Lift* dalam mengurai kandungan pencemar dan menghilangkan bau. Untuk menunjang tingkat pertumbuhan mikroba, ke dalam air limbah ditambahkan nutrisi dengan komposisi urea 2 g/L, KH₂PO₄ 1 g/L, K₂HPO₄ 1,5 g/L, glukosa 5 g/L dan pH media dikondisikan 7,41. Proses Bioremediasi Ex-Situ pada Pengolahan Limbah Cair *Crude Palm Oil* (CPO) merupakan penerapan dan pengembangan ilmu Teknologi Pengolahan Sawit, sehingga dapat membantu industri CPO dalam menanggulangi permasalahan limbah cair dan teknik pengolahannya mudah diterapkan dan murah biaya, sehingga dapat menekan biaya operasional pengolahan limbah cair.

Kata kunci—Limbah Cair *Crude Palm Oil*, bioremediasi, *microbe-lift*, Ex-situ, Pengolahan limbah cair

Abstract—The processing of liquid waste from CPO factories in Indonesia has been carried out using a pond system. Processing in this way has not been able to suppress environmental impacts, so we need technologies that are environmentally friendly, safe and inexpensive to overcome environmental problems polluted by waste generated by industry, especially the CPO industry. In developing the bioremediation process for samples of CPO waste, experiments will be carried out on a laboratory scale using wastewater taken from waste ponds around the CPO industrial as a basic material for the media. The purpose of this study was to determine the effect of Microbes or *Microbe-Lift* in breaking down pollutant content and eliminating odors. To support the growth rate of microbes, nutrients were added to the waste water with the composition of 2 g/L urea, 1 g/L KH₂PO₄, 1.5 g/L K₂HPO₄, 5 g/L glucose and the media pH was conditioned 7.41. The Ex-Situ Bioremediation Process in *Crude Palm Oil* (CPO) Liquid Waste Processing is assist the CPO industry in overcoming the problem of liquid waste and its processing techniques are easy to apply and inexpensive, so as to reduce the operational costs of waste treatment liquid.

Keywords— liquid waste of CPO, Bioremediation, *microbe-lift*, Ex-situ, waste treatment liquid

I. PENDAHULUAN

Indonesia adalah negara konsumsi minyak sawit terbesar di dunia pada 2019 dengan mengalahkan India yang selama ini menduduki rangking teratas mengkonsumsi minyak sawit. Menurut data United States Departement of Agriculture (USDA) konsumsi minyak sawit domestik pada 2019 diperkirakan mencapai 12,75 juta ton atau sekitar 17% dari total konsumsi dunia yang mencapai 74,48 juta ton. Jumlah tersebut meningkat sekitar 1% dibanding tahun sebelumnya sebesar 12,63 juta ton (Index Mundi, 2019). Kedepan daya serap CPO di Indonesia akan semakin meningkat seiring dengan rencana pemerintah meningkatkan nilai tambah dengan mendorong pertumbuhan industri hilir sawit. Apalagi, jika pemerintah mampu mendorong Pertamina meningkatkan kandungan biodiesel untuk bahan campuran solar, sudah barang tentu akan membuat produksi CPO Indonesia yang juga terbesar di dunia dapat diserap di dalam negeri.

Setiap produksi 1 ton CPO dihasilkan limbah cair 2,5 ton CPO atau setara dengan 60% kapasitas olah pabrik.

Kualitas limbah cair CPO berpotensi mencemari badan air penerima, karena memiliki kadar *Chemical Oksigen Demand* (COD) 15.103 -65.100 mg/L, minyak dan lemak 191-14.720 mg/L, Total Solids 1.330-50.700 mg/L. Pengolahan limbah cair pabrik CPO di Indonesia selama ini dilakukan dengan sistem kolam. Pengolahan dengan cara tersebut belum mampu menekan dampak lingkungan. Hasil dari pengolahan limbah cair dengan sistem ini belum memenuhi Standar Baku Mutu Lingkungan Kepmen LH No.KEP-51/MENLH/1995.

Menurut Sunarko (2001), bioremediasi mempunyai potensi untuk menjadi salah satu teknologi lingkungan yang bersih, alami, dan paling murah untuk mengantisipasi masalah-masalah lingkungan. Sehingga dapat disimpulkan, bioremediasi adalah salah satu teknologi untuk mengatasi masalah lingkungan dengan memanfaatkan bantuan mikroorganisme. Mikroorganisme yang dimaksud adalah khamir, fungi, dan bakteri yang berfungsi sebagai agen bioremediator. Aplikasi bioremediasi di Indonesia diatur dengan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 128 Tahun 2003 (Kepmen LH 128/2003). Kepmen ini mengatur peraturan terkait ijin yang harus diajukan oleh "pemilik"

limbah atau tanah terkontaminasi yang akan diolah, rancang bangun yang disyaratkan untuk suatu instalasi pengolahan (bioremediation centre), persyaratan kondisi limbah sebelum diolah, monitoring selama proses biodegradasi (termasuk didalamnya pedoman sampling), dan persyaratan relokasi tanah setelah diolah terkait dengan persyaratan pemeriksaan, relokasi dan pemantauan tanah setelah direlokasi. Kepmen ini tidak satu-satunya peraturan yang digunakan sebagai acuan, tetapi peraturan lain terkait limbah cair juga digunakan.

Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui pengaruh Mikroba atau *Microbe-Lift* dalam mengurangi kandungan pencemar dan menghilangkan bau, dengan cara bioremediasi limbah cair pabrik kelapa sawit dapat dibuang ke lingkungan. *Microbe-lift* adalah formulasi bakteri alami yang dikembangkan secara proses biologis oleh Ecological Laboratories Inc (ELI) di Amerika Serikat sejak 1976. *Microbe-lift* adalah produk yang diformulasikan khusus untuk mengurangi endapan dan lumpur limbah organik yang susah terurai dan mengandung asam humat yang memberi nutrisi kepada mikroorganisme dalam kolam. Berdasarkan penjelasan di atas maka diperlukan teknologi baru yang ramah lingkungan, aman, dan murah untuk mengatasi persoalan lingkungan tercemar akibat limbah yang dihasilkan oleh industri, khususnya industri CPO. Untuk itu, peneliti mengambil topik penelitian yang berjudul “Proses Bioremediasi Ex-Situ pada Pengolahan Limbah Cair Pembuatan *Crude Palm Oil* (CPO).

II. METODOLOGI PENELITIAN

Limbah cair pabrik kelapa sawit (LCPKS) merupakan salah satu jenis limbah organik agroindustri berupa air, minyak dan padatan organik yang berasal dari hasil samping proses pengolahan tandan buah segar (TBS) kelapa sawit untuk menghasilkan *crude palm oil* (CPO). Proses pengolahan kelapa sawit menjadi minyak kelapa sawit (CPO) akan menghasilkan limbah cair dalam jumlah yang cukup besar (Nasution, 2004). Survey dan pengambilan sampel dilaksanakan pada dua jenis kolam out let yaitu kolam anaerob primer I dan kolam aerob. Limbah cair pabrik kelapa sawit diambil dari dua jenis kolam out let pada kedalaman 0-30 cm dari permukaan kolam dengan menggunakan ember. Masing-masing kolam diambil tiga sampel sebagai ulangan, sehingga diperoleh sebanyak 6 sampel dengan volume setiap sampel 1 liter. Sampel dimasukkan ke dalam botol yang diberi label lalu disimpan dalam *cooler box* untuk di analisis di laboratorium.

Adapun alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah seperangkat alat instrumen Hach DR 890, pH meter HI 9813-5, WiseStir, Thermoreactor, gelas piala 500 mL, gelas piala 250 mL, labu ukur 100 mL, tabung Chemical Oxygen Demand (COD), rak tabung reaksi, botol semprot, pipet takar bervolume 2 mL, bulb, dan pengaduk.

Bahan-bahan yang digunakan dalam pengujian ini adalah bahan kimia pure analisis yaitu *microbe-lift*, aquades, kalium dikromat, larutan asam sulfat, perak sulfat, sampel air limbah industri, dan tissue.

Metode

Dasar penelitian ini adalah uji eksperimental laboratorium yang merujuk pada SOP pengujian yang ada di laboratorium PPKS Medan, penelitian dibagi menjadi dua tahap.

Tahap pertama terdiri dari :

1. Penelitian pendahuluan untuk menganalisa sifat kimia limbah cair pabrik kelapa sawit.
2. Preparasi sampel limbah yang akan digunakan.
3. Pemiakan/inkubasi bakteri *microbe-lift* dalam limbah cair yang sudah dikondisikan sifat kimianya.

Tahap kedua terdiri dari:

1. Pengujian kandungan TS
2. Pengujian nilai TSS.
3. Pengujian COD
4. Pengujian *Oil and grease*

Rancangan Percobaan

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini yaitu *Microbe-Lift* yang digunakan dalam pengolahan limbah dalam bioremediasi ex-situ dengan konsentrasi 0,00(kontrol) ; 0,10 ; 0,20 ; 0,30 ; 0,40 ; 0,50 % ke dalam gelas piala 500 mL yang telah berisi sampel. Kemudian dilakukan pengujian terhadap limbah yang sudah melalui proses bioremediasi ex-situ pada parameter pengujian TS, TSS, COD, dan *oil & grease*.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Parameter Air Limbah Industri Minyak Sawit

Standar baku mutu air limbah bagi usaha dan/atau kegiatan industri minyak kelapa sawit mengacu ke Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia No.5 Tahun 2014 tentang baku mutu air limbah yang dapat dilihat di Tabel 1.

TABEL 1.
BAKU MUTU AIR LIMBAH SESUAI PERMEN LH NO.5 TAHUN 2014

No	Parameter	Satuan	Baku Mutu
1	BOD	mg/L	100
2	COD	mg/L	350
3	TSS	mg/L	250
4	TS	mg/L	300
5	Minyak dan Lemak	mg/L	25

Sumber : Permen LH No.5 Tahun 2014

Analisis karakteristik LCPKS dilakukan untuk mengetahui potensinya sebagai substrat dalam proses digestasi anaerobik, yaitu teknologi ramah lingkungan yang mampu menghasilkan energi dari LCPKS (Pramanik, dkk, 2019). Berdasarkan Tabel 2 limbah cair pabrik kelapa sawit yang diuji sebelum penambahan mikroba nilai total solid yang diperoleh 6850 mg/L dan nilai oil and grease 5900 mg/L. Oleh karena itu dilakukan penelitian dengan menggunakan penambahan mikroba anaerobik yaitu *MicrobeLift* yang

bertujuan untuk menurunkan nilai TS dan *Oil and Grease*. Data TS dan *Oil Grease* dapat dilihat di Tabel 2.

TABEL 2

DATA LARUTAN SAMPEL SEBELUM PENAMBAHAN MIKROBA

Parameter Uji	Nilai	Baku Mutu
Total Solid (TS)	6850 mg/L	300 mg/L
Total Suspended Solid (TSS)	13800 mg/L	250 mg/L
Oil and Grease	5900mg/L	20-30 mg/L
COD	27300	350

3.2. Parameter Pengujian Air Limbah Industri Minyak Sawit

3.2. 1. Hasil Pengujian Total Solid (TS)

Proses pengujian total solid (TS) menggunakan 6 buah cawan petri. Cawan petri yang sudah berisi sampel dimasukkan kedalam oven dengan suhu 850C ditunggu sampai sampel kering, setelah itu suhu dinaikkan jadi 1050C selama 3 jam. Selanjutnya cawan petri dimasukkan ke dalam desikator selama 1 jam. Cawan petri setelah dingin ditimbang dan dicatat. Metoda yang digunakan adalah Gravimetri. Cara ini dilakukan sampai Hari ke 15. Hasil pengujian Total Solid selama 15 hari pengamatan dapat dilihat di Tabel 3.

TABEL 3

DATA HASIL PENGUJIAN TOTAL SOLID (TS)

Hari	0	0.10%	0.20%	0.30%	0.40%	0.50%
T1	4900	5400	4900	4700	5000	5100
T3	4900	4700	4800	4600	4600	4800
T6	4600	4800	4800	4600	4800	4800
T8	4900	4700	4700	4800	5400	5000
T10	5000	4600	4700	4800	4700	5000
T13	5700	5700	5900	5800	5000	6100
T15	5900	5700	5900	5700	6400	5900

Penambahan MikrobaLift dilakukan dengan jumlah konsentrasi yang berbeda yaitu 0,00%; 0,10%; 0,20%; 0,30%; 0,40%; dan 0,50%. Pada pengujian TS dilakukan dengan metode Gravimetri menggunakan suhu 105 °C selama 3 jam. Dari Tabel 3 dapat dilihat bahwa hasil pengujian TS setelah penambahan MicrobeLift menurun dibandingkan dengan sampel sebelum penambahan MicrobeLift. Nilai TS yang didapatkan setelah penelitian mengalami kenaikan dan penurunan. Nilai TS terendah adalah 4600 mg/L. Secara umum, dilihat dari tabel 3.4 pada hari ke 1-10 mengalami penurunan, sedangkan pada hari ke-13 dan 15 nilai TS mengalami kenaikan. Hal ini dikarenakan ketidakstabilan nilai pH dan temperatur dalam pengujian setiap harinya sehingga mempengaruhi aktivitas dan pertumbuhan mikroba (Dobre, et. all, 2011). Hasil TS pada penelitian ini masih melebihi dari Standar Mutu limbah cair pabrik kelapa sawit yaitu 300 mg/L menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No.51 tahun 1995.

3.2. 1. Hasil Pengujian TSS (total suspended solid)

TSS (total suspended solid) atau total padatan tersuspensi adalah segala macam zat padat dari padatan total yang tertahan pada saringan dengan ukuran partikel maksimum 2,0 μm dan dapat mengendap (Widyaningsih,2011). Hasil pengukuran kadar TSS dapat dilihat pada Tabel 4.

TABEL 4

HASIL DATA PENELITIAN TOTAL SUSPENDE SOLID (TSS)

Hari	TSS (ppm)					
	0	0.1%	0.2%	0.3%	0.4%	0.5%
1	2113	2030	2066	2061	1984	1983
4	390	363	360	310	336	350
6	292	288	276	285	294	274
8	214	252	235	229	265	254
11	166.6	173	126.6	190	226.	210
13	173.3	133.3	240	150	173.3	200
15	180	140	190	180	170	170
Persentase Penurunan TSS Terendah terlihat pada T15 0.1% (140)						

Penelitian ini dilakukan berdasarkan baku mutu Menteri Lingkungan Hidup No.5 Tahun 2014 Tentang baku mutu air limbah. Dimana batas baku mutu untuk kadar TSS adalah 250 ppm.

Kadar *Total Suspended Solid* (TSS) berdasarkan Tabel 4 dapat dilihat bahwa pada kondisi awal sampel limbah cair pabrik kelapa sawit memiliki kandungan TSS yang sangat tinggi yaitu 13800 ppm. Setelah dilakukan pengujian dengan penambahan Microbe-Lift diketahui bahwa kadar TSS pada limbah cair pabrik kelapa sawit mengalami penurunan nilai TSS setiap hari nya. Persentase penurunan TSS terendah pada konsentrasi 0,1% (T15) yaitu 140 ppm.

Hal ini disebabkan karena adanya bakteri dalam sampel. Untuk memenuhi kebutuhan hidupnya di dalam limbah cair pabrik kelapa sawit, bakteri tersebut memanfaatkan senyawa-senyawa organik yang tersedia dalam air limbah seperti protein, karbohidrat, dan lemak sebagai sumber nutrisi untuk menghasilkan energi. Banyaknya senyawa-senyawa organik yang terkandung dalam LCPKS akan mengganggu penetrasi cahaya matahari yang masuk ke dalam air, sehingga akan menghambat proses fotosintesis mikroorganisme (Nurhasanah, 2009).

Dilihat dari hasil penelitian pengaruh konsentrasi mikroba terhadap nilai TSS pada sampel limbah cair pabrik kelapa sawit didapatkan persentase terendah dari nilai TSS yaitu 140 ppm dengan konsentrasi mikroba 0,1%. Kadar TSS yang diperoleh sesuai dengan standar mutu yang ditetapkan, dimana persyaratan kadar maksimum *Total Suspended Solid* untuk air limbah yaitu 250 ppm. Sehingga dapat disimpulkan penambahan mikroba dapat menurunkan kadar TSS pada LCPKS.

3.2.3. Hasil Pengujian *Chemical Oxygen Demand* (COD)

COD merupakan pengukuran oksigen ekuivalen dari bahan organik dan anorganik dalam sampel air yang mampu dioksidasi oleh bahan kimiawi pengoksidasi yang kuat seperti bichromat. COD sebagai parameter dalam baku mutu air limbah atau sebagai parameter pencemaran perairan, karena perannya sebagai penduga pencemaran bahan organik dan kaitannya dengan penurunan kandungan oksigen terlarut di perairan.

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan bahwa pengaruh beberapa konsentrasi mikroba terhadap nilai COD pada limbah cair pabrik kelapa sawit mengalami penurunan, yang dapat dilihat pada Tabel 5.

TABEL 5
HASIL DATA PENELITIAN COD

Hari	COD (ppm)					
	0	0.1%	0.2%	0.3%	0.4%	0.5%
1	23600	23100	23500	22100	23100	24900
4	11730	17116	17900	17833	17400	17430
6	14800	14200	13100	12500	12900	13000
8	12700	12500	11800	11400	12100	11900
11	10800	12000	9666	12766	9333	12633
13	9566	11700	8100	10300	8400	10166
15	8500	10500	7700	8800	7050	9300
Persentase Penurunan COD Terendah terlihat pada T15 0,4% (7050)						

Berdasarkan Tabel 5 dapat dilihat bahwa pada sampel dengan konsentrasi 0%, 0.1%, 0.2%, 0.3%, 0.4%, dan 0.5% terjadi penurunan nilai COD perharinya. Penurunan kandungan COD disebabkan karena tersedianya bakteri dalam jumlah yang banyak. Untuk memenuhi kebutuhan hidupnya di dalam limbah cair pabrik kelapa sawit, bakteri tersebut memanfaatkan senyawa-senyawa organik yang tersedia dalam air limbah seperti protein, karbohidrat, dan lemak sebagai sumber nutrisi untuk menghasilkan energy. Banyaknya senyawa-senyawa organik yang terkandung dalam Limbah cair akan mengganggu penetrasi cahaya matahari yang masuk kedalam air, sehingga akan menghambat proses fotosintesis mikroorganisme.

Dalam aktivitasnya, bakteri selain memerlukan senyawa organik sebagai sumber nutrisi utama juga memerlukan sejumlah oksigen terlarut untuk mengoksidasi bahan-bahan organik yang terdapat dalam limbah cair. Timbulnya gelembung-gelembung udara pada sampel di treatment menunjukan bahwasanya ada aktivitas bakteri yang sedang berlangsung. Selain timbulnya gelembung, aktivitas bakteri juga dapat diketahui dari bau yang ditimbulkan. Bau-bau yang ditimbulkan bersumber dari senyawa-senyawa gas yang dihasilkan seperti H₂S dan NH₃ yang menimbulkan bau busuk pada saat berlangsung aktivitas bakteri (Nurhasanah, 2009).

Persentase penurunan COD yang paling rendah terdapat pada konsentrasi *microbe-lift* 0.4% dengan kadar COD 7050 ppm. Ini menunjukkan nilai COD melebihi baku mutu air limbah maksimum yaitu 350 ppm dan harus dilakukan pengolahan lebih lanjut sebelum dibuang ke badan air, agar tidak mencemari lingkungan dan ekosistem lainnya.

3.2.4. Hasil Pengujian *Oil and Grease*

Sampel yang digunakan untuk oil and grease adalah sampel yang dikeringkan dari hasil TS. Sampel yang telah kering dalam cawan petri dikikis menggunakan spatula dan digulung menggunakan kapas. Kapas yang berisi sampel dimasukkan kedalam kertas saring sebagai timbal untuk di ekstrak. Kemudian kertas saring yang sudah berisi sampel ditimbang kemudian dicatat sesuai labelnya. Metoda yang digunakan adalah sokletasi. Kemudian timbal yang berisi sampel dimasukkan kedalam soklet dan ditambahkan n-Heksana. Kemudian dipanaskan menggunakan Electrothermal Heating Matle 6 tungku untuk proses sokletasi. Pemanasan dilakukan selama ±8 jam. Setelah itu timbal diambil dari dalam soklet dan dimasukkan kedalam desikator selama 1 jam. Ditimbang timbal yang sudah di sokletasi dan dicatat. Cara ini dilakukan sampai hari ke-15.

TABEL 6
DATA HASIL PENGUJIAN OIL AND GREASE

Hari	0	0.10%	0.20%	0.30%	0.40%	0.50%
T1	6900	4070	4710	5530	16020	9300
T3	10490	13210	3880	7980	9190	15040
T6	10070	5670	4940	3380	4010	4140
T8	4600	13300	5300	6500	2900	3200
T10	3500	3600	5300	10200	5200	9600
T13	3400	4600	4900	8900	4460	8100
T15	10600	3300	3900	4900	3100	5400

Pada pengujian *Oil and Grase* digunakan metode sokletasi dengan pelarut organik n-heksan selama ±8 jam. Dari tabel 3.6. dapat dilihat hasil dari pengujian *Oil and Grease* selama 15 hari dengan jumlah konsentrasi mikroba yang berbeda menghasilkan perubahan nilai dari sampel awal yaitu 5900 mg/L. Nilai *Oil and Grease* yang terendah yaitu 2900 mg/L terdapat pada konsentrasi 0,40% hari ke-8. Secara umum, nilai *Oil and Grease* yang didapatkan mengalami penurunan dibandingkan dengan kondisi awal limbah cair sebelum penambahan mikroba. Namun, hasilnya masih belum memenuhi Standar Baku Mutu *Oil and Grease* yaitu 25-30 mg/L.

Semakin tinggi konsentrasi mikroba yang ditambahkan dan semakin lama waktu tinggal limbah cair PKS maka semakin turun nilai TS dan *Oil and Grease*. Waktu tinggal limbah sangat berpengaruh pada LCPKS, semakin lama waktu tinggal limbah maka semakin banyak partikel organik yang terurai (Ahmad dkk, 2000).

Faktor kesalahan yang dapat mempengaruhi hasil penelitian ini yaitu ketidakstabilan pH dan temperatur ruangan, pemipetan sampel yang kurang teliti sehingga terbawa bagian sekam pada limbah, penimbangan yang kurang akurat, pengikisan sampel hasil TS yang masih banyak tertinggal di cawan, dan kurang lamanya waktu tinggal.

Berdasarkan hasil penelitian, sesuai dengan parameter yang telah diujikan bahwa limbah cair PKS masih belum memenuhi Standar Baku Mutu sehingga tidak layak dibuang ke lingkungan, karena akan menimbulkan dampak buruk seperti membahayakan kesehatan manusia, merugikan ekonomi, dan merusak bangunan.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian mengenai "Proses Bioremediasi Ex-Situ Pada Pengolahan Limbah Cair Crude Palm Oil (Cpo)", dapat disimpulkan bahwa hasil pemeriksaan limbah cair pabrik kelapa sawit sebelum penambahan mikroba terhadap nilai TS, TSS, COD dan Oil&grease berturut-turut yaitu 5530 ppm, 13800 ppm, 27300 ppm, dan 5900 ppm. Sedangkan hasil pemeriksaan setelah penambahan mikroba terhadap nilai TSS Limbah cair Kelapa Sawit pada penambahan mikroba konsentrasi 0,1% pada hari ke- 15 yaitu memiliki kadar TSS terendah yaitu 140 ppm. Selanjutnya kadar TSS yang dihasilkan sudah memenuhi standar baku mutu Menteri Lingkungan Hidup No.5 Tahun 2014 Tentang baku mutu air limbah. Sedangkan kadar TS, COD, dan Oil&grease belum memenuhi standar baku mutu.

REFERENSI

- Ahmad, A., Setiadi, T., Ayafila, M., dan Liang, O.B. (2000). Model Kinetika Proses Biodegradasi Anaerob Minyak Dan Lemak. *Journal Biosains*. 5(1): 28-37.
- Burton, Kerri E. 2015. A study of Methods Used to Analyse Total Oil and Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Produced Water : Steps Towards The Validation of Molecularly Imprinted Polymers for Use in Marine Enviroments (Thesis). St.John's : Department of Chemistry Memorial University of Newfoundland and Labrador
- Chesson, A. 1981. Effects of sodium hydroxide on cereal straws in relation to the enhanced degradation of of structural polysaccharides by rumen microorganisms. *Journal Of The Science Food And Agriculture*, Vol(32), Issue 8, 745-758.
- Direktorat Jendral Industri Agro. 2013. Produksi Sawit Indonesia Mencapai 28 juta Ton. Kementerian Perindustrian Republik Indonesia. <http://agro.kemendperin.go.id/cat/Industri-CPO/>
- Irvan, Trisakti, B., Vincent, M., Tandean, M. 2012. Pengolahan Lanjut Limbah Cair Kelapa Sawit Secara Aerobik Menggunakan Effective Microorganism Guna Mengurangi Nilai Tss. *Jurnal teknik kimia* Vol. 1, 09-18.
- Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 128 Tahun 2003 (Kepmen LH 128/2003).
- Nasution. D. Y. 2004. Pengolahan Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit Yang Berasal Dari Kolam Akhir (Final Pond) Dengan Proses Koagulasi Melalui Elektrolisis. *Jurnal Sains kimia*. 8(2) : 38-40.
- Naibaho, Ponten M. 1996. Teknologi pengolahan kelapa sawit, Medan : Pusat Penelitian Kelapa Sawit.
- Nurhasanah. 2009. "Penentuan Kadar COD (Chemical Oxygen Demand) Pada Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit, Pabrik Karet Dan Domestik". Repositori USU. Medan
- Pemerintah Republik Indonesia Melalui KEPMEN Lingkungan Hidup No. 51 Tahun 1995 Untuk Harga Tss Senilai 250 mg/l.
- Sunarko, Bambang. 2001. Beberapa Pendekatan Riset Bioremediasi. Pusat Penelitian Bioteknologi LIPI No3 Vol 15.