

Penurunan BOD, TSS, minyak dan lemak pada limbah cair pabrik kelapa sawit menggunakan proses aerasi plat berlubang

Reducing BOD, TSS, oil and greace in palm oil mill effluent by using perforated plate aeration process

S. Sisnayati^{1*}, Dian S. Dewi¹, Rachmawati Apriani², Muhammad Faizal³

¹Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik. Universitas Tamansiswa Palembang - Indonesia

²Jurusan Teknologi Pulp dan Kertas. Fakultas Vokasi, Institut Teknologi dan Sains Bandung - Indonesia

³Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya Palembang - Indonesia

*Email: sisnayati@unitaspalembang.ac.id

Abstrak

Seiring dengan meningkatnya produksi *Crude Palm Oil* (CPO) di Indonesia, maka akan menghasilkan Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit dalam jumlah yang besar pula. Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit (LCPKS) akan menjadi masalah pencemaran lingkungan jika tidak dikelola dengan baik. Hal ini dikarenakan LCPKS memiliki kandungan *Biochemical Oxygen Demand* (BOD), *Total Suspended Solid* (TSS), minyak dan lemak yang melebihi ambang batas baku mutu lingkungan. Oleh karena itu, diperlukan suatu upaya untuk mengurangi kadar BOD, TSS, minyak dan lemak yang terkandung dalam LCPKS ini. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh variasi waktu *air bubbling* terhadap penurunan konsentrasi BOD, TSS, dan minyak & lemak dalam LCPKS. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode aerasi menggunakan kolom plat berlubang dengan mengalirkan udara ke dalam LCPKS dan tanpa menggunakan bahan tambahan lain. Variabel tetap yang digunakan adalah volume LCPKS sebanyak 7 L dan debit udara yang dimasukkan dalam LCPKS sebesar 5 Liter/menit sedangkan variabel proses yang diamati pada penelitian ini adalah kandungan BOD, TSS, minyak dan lemak dan variabel perlakuannya adalah perubahan waktu operasi per hari selama 6 hari. Penurunan kandungan BOD terbesar terjadi pada hari ke-2 dengan persentase penurunan sebesar 95,5%. Penurunan kandungan TSS terbesar terjadi pada hari ke-4 dengan persentase penurunan sebesar 91,61%, sedangkan penurunan kandungan minyak dan lemak terbanyak terjadi pada hari ke-5, dengan persentase penurunan sebesar 69,14%.

Kata Kunci: aerasi, limbah cair, plat berlubang

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara pengekspor kelapa sawit terbesar di dunia, dimana total ekspor minyak kelapa sawit mencapai 37,3 juta ton dengan pangsa pasar global sebesar 55% (Merdeka, 2021). Luas lahan perkebunan kelapa sawit di Indonesia pada tahun 2020 yaitu 14.858.000,30 ha (BPS RI, 2020). Saat ini industri kelapa sawit berkembang pesat karena meningkatnya jumlah produksi kelapa sawit dan meningkatnya kebutuhan masyarakat akan *Crude Palm Oil* (CPO), terutama sebagai bahan baku untuk minyak goreng, minyak industri maupun sebagai bahan baku energi alternatif yaitu biodiesel (Mardawati et al., 2019).

Seiring dengan bertambahnya perkebunan kelapa sawit dan semakin meningkatnya kebutuhan masyarakat akan CPO, maka kapasitas produksi CPO juga akan semakin meningkat. Setiap ton tandan buah segar (TBS) yang diolah menjadi CPO akan menghasilkan limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) sebesar 23%, cangkang sebesar 6,5%, serat sebesar 13% dan limbah cair sebesar 50% (Fitria et al., 2021). Setiap penambahan kapasitas CPO yang dihasilkan, maka hal ini akan mengakibatkan jumlah limbah cair yang dihasilkan juga akan semakin meningkat sehingga pengolahan limbah cair minyak kelapa sawit akan menjadi masalah lingkungan jika tidak dikelola dengan baik.

Limbah cair pabrik kelapa sawit (LCPKS) yang dikenal dengan istilah *Palm Oil Mill Effluent* (POME) memiliki kandungan bahan organik yang tinggi, sehingga LCPKS harus diolah terlebih dahulu agar bisa digunakan sebagai pupuk (Pandia et al., 2020). Limbah cair kelapa sawit mengandung unsur hara yang sangat dibutuhkan oleh tanaman, yaitu Nitrogen 675 mg/L, Posfor 90-110 mg/L, Kalium 1.000-1.875 mg/L, dan Magnesium 250-320 mg/L (Tambunan et al., 2019). Jika tidak dikelola dengan baik, LCPKS akan berpotensi untuk mencemari lingkungan karena LCPKS memiliki kandungan air (95-96%), *Chemical Oxygen Demand* (COD) berkisar 40.000-80.000 mg/L, *Biochemical Oxygen Demand* (BOD) berkisar 20.000-30.000 mg/L, TSS (4-5%), minyak dan lemak (0,6-0,7%) serta pH yang bersifat asam (3,5-4) sehingga mengakibatkan terjadinya pencemaran yang dapat menurunkan kualitas perairan (Ilmannafian et al., 2020). Jika LCPKS dibuang langsung ke lingkungan, akan terjadi sedimentasi kemudian terurai yang menimbulkan kekeruhan dan mengeluarkan bau yang tajam (Ramadhan et al., 2020).

Biochemical Oxygen Demand (BOD) merupakan jumlah oksigen terlarut yang dibutuhkan oleh mikroorganisme untuk menguraikan bahan organik dalam kondisi aerobik (Surbakti et al., 2020). Dengan kata lain dapat diartikan sebagai gambaran jumlah bahan organik yang mudah terurai (*biodegradable organics*) yang terdapat dalam perairan. Hal-hal yang mempengaruhi kandungan BOD yaitu kandungan bahan organik dan jenis bahan organik, temperatur, oksigen terlarut, densitas plankton, pH, dan keberadaan mikroba. Jika kandungan BOD tinggi, maka oksigen terlarut akan menurun melalui proses penguraian bahan organik pada kondisi aerobik dan akan menurunkan nilai pH (Rahman et al., 2020).

Proses dekomposisi bahan organik dapat mengakibatkan berkurangnya kadar oksigen terlarut dalam air, sehingga akan mengganggu kehidupan biota air. Limbah cair pabrik kelapa sawit bila dibiarkan tanpa diolah lebih lanjut akan terbentuk amonia, hal ini disebabkan bahan organik yang terkandung dalam limbah cair tersebut terurai dan membentuk amonia. Terbentuk amonia ini akan mempengaruhi kehidupan biota air dan dapat menimbulkan bau busuk (Sado-Inamura & Fukushi, 2018).

Total suspended solid (TSS) merupakan sisa dari total padatan yang tertahan oleh filter dengan ukuran partikel maksimal 2 μm atau lebih besar dari ukuran partikel koloid (Pramita & Puspita, 2019). Bagian yang termasuk TSS adalah lumpur, tanah liat, logam oksida, sulfida, ganggang, bakteri dan jamur (Rosarina & Laksanawati, 2018). TSS umumnya dihilangkan dengan flokulasi dan penyaringan (Maharani et al., 2019). *Total Suspended Solid* (TSS) memberikan kontribusi

untuk kekeruhan (*turbidity*) dengan membatasi penetrasi cahaya untuk fotosintesis dan visibilitas di perairan sehingga nilai kekeruhan tidak dapat dikonversi ke nilai TSS (Prihartanto, 2017). Faktor-faktor yang mempengaruhi nilai TSS, yaitu arus perairan, angin, waktu pengambilan data dan kondisi fisik perairan.

Minyak dan lemak mempunyai sifat yang tidak bercampur dengan air dan mengapung membentuk lapisan tipis sehingga menghalangi masuknya sinar matahari yang mengakibatkan berkurangnya laju proses fotosintesis di dalam air. Hal ini menyebabkan terganggunya ekosistem air (Fajri et al., 2021). Di samping itu, dengan adanya lapisan minyak dan lemak akan mengakibatkan terbatasnya oksigen yang masuk ke dalam air sehingga akan membunuh makhluk hidup dalam air karena kekurangan asupan oksigen (Budiyanti et al., 2020).

Berdasarkan Peraturan Gubernur Sumatera Selatan No. 8 Tahun 2012 tentang Baku Mutu Limbah Cair Bagi Kegiatan Industri, Hotel, Rumah Sakit, Domestik dan Pertambangan Batubara menyatakan bahwa ambang batas untuk bahan pencemar LCPKS yaitu 100 mg/L BOD, 250 mg/L TSS dan 25 mg/L minyak dan lemak (Peraturan Gubernur Sumatera Selatan Nomor 8 Tahun 2012, 2012). Oleh karena itu diperlukan pengolahan LCPKS yang relatif murah dan efisien. Ada beberapa cara yang dapat diaplikasikan untuk mengurangi kadar pencemar yang terkandung dalam LCPKS yaitu metode fitoremediasi, metode filtrasi dan metode aerasi (Ilmannafian et al., 2020).

Aerasi merupakan proses transfer oksigen dari fase gas ke cair (Yuniarti et al., 2019). Tujuan aerasi adalah untuk melarutkan oksigen ke dalam air sehingga kadar oksigen terlarut dalam air akan meningkat dan melepaskan kandungan gas yang terlarut dalam air (Yuniarti et al., 2019). Kelebihan metode ini dibandingkan dengan metode lain adalah biaya pemeliharaan alat yang rendah, persentase pemisahan bahan pencemar yang sangat besar, biaya instalasi awal yang rendah serta tanpa memerlukan bahan kimia tambahan sehingga lebih praktis dan ekonomis. Proses aerasi dipengaruhi oleh kejenuhan oksigen, karakteristik air, turbulensi air, dan alat yang digunakan untuk membantu melarutkan oksigen yang ada di udara ke dalam air (Batara et al., 2017). Aerator terdiri dari diffuser aerator, mekanik aerator, spray aerator, dan aerator gravitasi (Priadi & Sitompul, 2018).

Penelitian yang dilakukan oleh Hawari et al. (2019) mengontrol kebutuhan oksigen (BOD) dalam limbah cair pabrik kelapa sawit (LCPKS) menggunakan kolom aerator plat berlubang yang diisi dengan lumpur aktif sebagai inti *aeration system process* (ASP). Untuk meningkatkan kualitas LCPKS dalam tangki aerasi terutama untuk, mengurangi kandungan BOD, penelitian ini menggunakan aerator/agitator mekanis yang

menggabungkan proses agitasi dan difusi agitasi. Untuk memastikan status aktif lumpur dalam tangki aerasi, lumpur diamati dengan mikroskop (perbesaran 600x). Analisis persentase penurunan kandungan BOD dalam LCPKS meningkat dari 34,7% sampai penurunan maksimum 93,1%.

Penelitian yang dilakukan oleh Farraji et al. (2020) bertujuan untuk meningkatkan kualitas LCPKS dengan ditambahkan zeolit ke *batch sequencing reactor* (SBR) sebagai sumber adsorben. Hasil penelitian menunjukkan bahwa COD, BOD, TSS, amonia nitrogen (AN) dan laju penghilangan warna berada pada kisaran 95,34%-98,31%; 88,79%-91,44 %; 95,47%-98,95%; 96,19%-98,30% dan 56,94%-81,64%. Dengan penambahan zeolit dapat menghilangkan semua polutan dengan persentase tinggi, yaitu persentase penyisihan 77% TSS, 74% COD, 76% warna dan 90% AN. Luas permukaan digunakan untuk menjelaskan respon permukaan. dan mengoptimalkan variabel independen. Kondisi optimum didapatkan pada laju penyisihan COD, BOD, warna, AN dan TSS berturut-turut adalah 96,80%, 90,1%, 69,90%, 98,20% dan 97,20%.

Limbah cair pabrik kelapa sawit (LCPKS) mengandung minyak dan lemak serta kaya akan bahan organik berupa total padatan tersuspensi yang dapat meningkatkan BOD dan COD yang dihasilkan dalam jumlah besar selama produksi minyak sawit mentah (Lewar et al., 2020). Studi yang dilakukan oleh Lanka & Pydipalli (2018) berfokus pada evaluasi isolat jamur yang disaring dan diisolasi dari lokasi pembuangan LCPKS menggunakan sistem bioremediasi. Lima spesies jamur yang digunakan dalam penelitian ini sebelumnya diisolasi dari lokasi pembuangan LCPKS. Dari jumlah tersebut, *Emericella nidulans* NFCCI 3643 terbukti menjadi agen biologis yang sangat baik dalam mengurangi beban organik LCPKS. Organisme ini menunjukkan penurunan COD 80,28%, BOD 88,23% dan kandungan minyak/lemak 87,34%.

Dari upaya di atas, semua metode untuk mengurangi kandungan BOD, TSS, minyak dan lemak pada LCPKS menggunakan proses aerasi menghasilkan persentase yang cukup besar, namun metode-metode tersebut masih memerlukan bahan tambahan lain selain udara yaitu berupa lumpur aktif, zeolit dan jamur sehingga pengolahannya memerlukan proses yang rumit dan biaya yang tinggi. Oleh karena itu diperlukan suatu metode yang lebih praktis dan ekonomis untuk mengurangi kandungan BOD, TSS, minyak dan lemak dalam LCPKS. Pada penelitian ini metode yang digunakan adalah metode aerasi menggunakan kolom plat berlubang dan tanpa bahan tambahan lain sehingga diharapkan metode ini dapat menjadi metode pengolahan limbah LCPKS yang lebih praktis dan ekonomis.

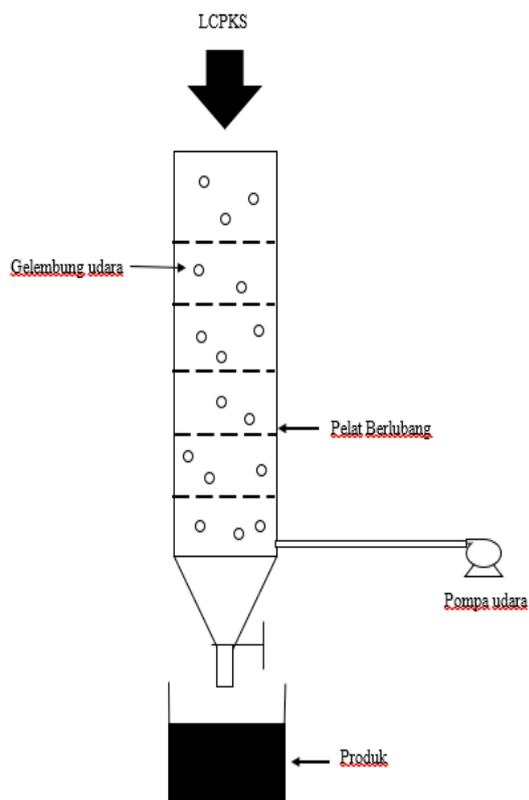
2. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan untuk menentukan pengaruh variasi waktu *air bubbling* terhadap konsentrasi BOD, TSS, minyak dan lemak pada proses aerasi plat berlubang untuk pengolahan limbah cair pabrik kelapa sawit. Bahan utama yang digunakan dalam penelitian adalah limbah cair industri kelapa sawit yang terdapat di PTPN VII sebanyak 7 L dengan debit udara yang dimasukkan ke dalam LCPKS sebesar 5 L/menit yang merupakan variabel tetapnya. Peralatan utama yang digunakan dalam penelitian ini antara lain, pompa udara dan aerator plat berlubang. Variabel proses yang diamati pada penelitian ini adalah kandungan BOD, TSS, minyak dan lemak, sedangkan variabel perlakuannya adalah perubahan waktu setiap hari (24 jam) selama 6 hari. Pengambilan data hasil penelitian dilakukan 3 kali pengulangan.

Pada penelitian ini diamati penurunan kadar BOD, TSS, dan minyak dan lemak dengan menyiapkan sampel air limbah sawit sebanyak 7 L, kemudian sampel dimasukkan ke dalam kolom aerator plat berlubang dari bagian atas kolom aerator. Setelah sampel dimasukkan, dihidupkan pompa dan diatur aliran udara yang masuk ke aerator plat berlubang sebesar 5 L/menit sebagai variabel tetap. Sampel diambil setiap hari (24 jam) sebanyak 1 L untuk di analisis kandungan BOD₅, TSS, minyak dan lemaknya. Metode yang digunakan untuk menentukan nilai BOD₅ adalah metode Winkler, dimana metode ini dilakukan dengan cara mengukur berkurangnya kandungan oksigen terlarut dalam LCPKS yang disimpan dalam botol yang tertutup rapat dan diinkubasi selama 5 hari pada temperatur 20°C. Sedangkan untuk penentuan nilai TSS menggunakan metode gravimetri dan penentuan nilai minyak dan lemak dalam LCPKS menggunakan metode partisi-gravimetri.

Bagan alir penelitian

Gambar 1 adalah rangkaian alat penelitian yang dilakukan. Tinggi kolom aerasi plat berlubang adalah 100 cm, dan berdiameter 10 cm.



Gambar 1. Rangkaian alat penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

40

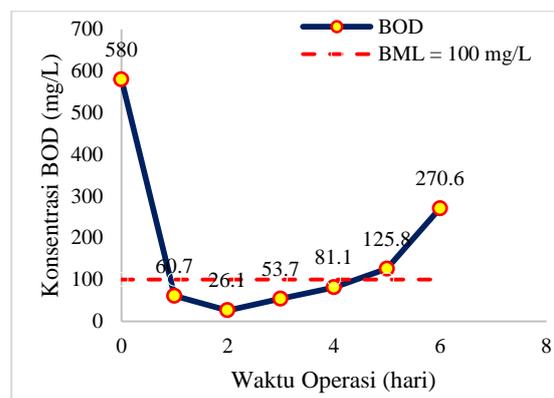
3.1. Hasil analisis LCPKS sebelum dan sesudah proses aerasi

Penelitian ini diawali dengan menganalisis karakteristik awal LCPKS untuk mengetahui kandungan awal BOD, TSS, minyak dan lemak pada LCPKS yang akan diolah. Hasil dari analisis ini akan dijadikan sebagai acuan kemampuan pengolahan menggunakan proses aerasi plat berlubang dalam menyisihkan beban pencemar. Hasil pemeriksaan awal LCPKS sebelum proses aerasi berdasarkan pedoman pengelolaan limbah industri sawit, Peraturan Gubernur Sumatera Selatan No 8 tahun 2012. Hasil pengukuran BOD, TSS, minyak dan lemak pada Tabel 2 merupakan nilai rata-rata pengulangan sebanyak 3 kali pengambilan sampel hasil aerasi.

Dari Tabel 2 tersebut, terlihat bahwa kondisi awal LCPKS mengandung BOD, TSS, minyak dan lemak yang melebihi ambang batas BML yang sudah ditetapkan, sehingga diperlukan suatu metode untuk mengurangi kontaminan tersebut. Hasil uji LCPKS sebelum proses aerasi mengandung bahan organik yang sangat tinggi dapat dilihat pada Tabel 2 yaitu BOD 580 mg/L, TSS sebesar 1.606 mg/L, minyak dan lemak sebesar 35 mg/L. Oleh sebab itu bila LCPKS tidak langsung diolah akan mengakibatkan terjadinya proses pembusukan di badan air. Proses pembusukan mengakibatkan berkurangnya kadar oksigen terlarut dalam air, sehingga akan mengganggu kehidupan biota air. Konsentrasi BOD menurun sampai di bawah ambang batas BML pada hari ke- 2 sampai hari ke-4 dimana konsentrasi BOD yaitu 60,7 mg/L sampai 81,1 mg/L. Hal ini menunjukkan bahwa proses dekomposisi bahan organik terjadi dengan mengalirkan oksigen ke dalam LCPKS sehingga nilai BOD₅ juga menurun selama proses aerasi (Sado-Inamura & Fukushi, 2018).

Kandungan TSS dalam LCPKS setelah proses aerasi menunjukkan penurunan yang sangat tajam dari 1.606 mg/L sampai dengan 134,8 mg/L pada hari ke-4. Sedangkan penurunan kandungan minyak dan lemak pada LCPKS sampai di bawah BML terjadi mulai hari ke- 2 sampai hari ke-6, yaitu secara berturut-turut 22,6 mg/L sampai 10,9 mg/L.

3.2. Pengaruh waktu proses aerasi terhadap kandungan BOD



Gambar 2. Pengaruh waktu proses aerasi terhadap

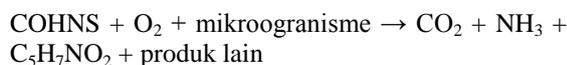
Tabel 2. Hasil analisis LCPKS sebelum dan sesudah proses aerasi

Parameter Uji	Satuan	Awal	Setelah proses aerasi, hari ke-						BML* (mg/L)
			1	2	3	4	5	6	
BOD	mg/L	580	60,7	26,1	53,7	81,1	125,8	270,6	100
TSS	mg/L	1.606	850,5	515,7	277,6	134,8	180,9	237,6	250
Minyak dan lemak	mg/L	35	29,5	22,6	20,6	11,9	10,8	10,9	25

*Peraturan Gubernur Sumatera Selatan No. 8 Tahun 2012

konsentrasi BOD

Dari Gambar 2 terlihat bahwa nilai BOD menurun drastis dari 580 mg/L menjadi 60,7 mg/L dengan persentase penurunan BOD sebesar 89,53% pada hari pertama proses aerasi dan akan terus turun sampai nilai penurunan BOD terbanyak pada hari ke-2 dimana konsentrasi BOD mencapai 26,1 mg/L dengan persentase penurunan 95,5%. Hasil ini sangat baik bagi lingkungan perairan dikarenakan sangat jauh di bawah baku mutu yang sudah ditetapkan oleh Peraturan Gubernur Sumatera Selatan No 8 tahun 2012 sebesar 100 mg/L. Hal ini disebabkan oleh terjadinya dekomposisi bahan organik yang terkandung dalam LCPKS yang berlangsung secara terus menerus selama proses aerasi. Kondisi ini berlangsung sepanjang kandungan oksigen terlarut masih terdapat dalam air limbah LCPKS. Adanya kolom aerasi ikut berperan dalam memenuhi kebutuhan oksigen terlarut pada dalam limbah LCPKS. Penurunan BOD disebabkan oleh menurunnya jumlah bahan organik dan terurai menjadi CO₂ dan ammonia (Istiqomah et al., 2018). Udara yang dialirkan ke dalam LCPKS akan memfermentasi bahan organik menjadi senyawa-senyawa organik yang lebih sederhana sehingga proses dekomposisi akan lebih cepat terjadi dibandingkan dengan proses dekomposisi alami. Mekanisme reaksi penguraian bahan organik oleh mikroorganism yaitu (Istiqomah et al., 2018) :

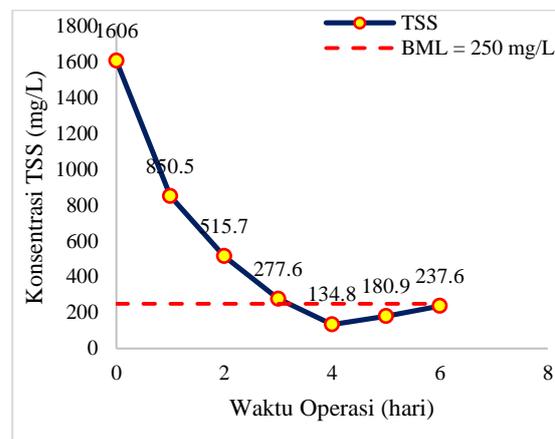


Pada hari ke-3 dan ke-4 konsentrasi BOD dalam LCPKS meningkat menjadi berturut-turut 53,7 mg/L dan 81,1 mg/L dengan persentase penurunan 90,75% dan 86,02%. Namun nilai ini masih di bawah Baku Mutu Lingkungan yang diizinkan. Pada hari ke-5 dan ke-6, terjadi kenaikan kandungan BOD hingga di atas Baku Mutu Lingkungan, yaitu masing-masing 125,8 mg/L dan 270,6 mg/L dengan persentase penurunan sebesar 78,31% dan 53,34%. Kenaikan konsentrasi BOD ini mungkin disebabkan oleh mikroorganism bahan organik dalam LCPKS mengalami kejenuhan akan nutrient sehingga penguraian bahan organik berlangsung lambat. Disamping itu, terbentuknya ammonia pada proses dekomposisi bahan organik akan mengakibatkan proses dekomposisi semakin lama. Hal ini dikarenakan proses oksidasi ammonia juga memerlukan oksigen, sedangkan debit udara yang merupakan suplai oksigen yang dialirkan ke dalam LCPKS konstan. Oleh karena itu, oksigen terlarut dalam limbah LCPKS ini tidak dapat terurai (Akhbari et al., 2020).

Penurunan kandungan BOD yang terkandung dalam LCPKS ini membuktikan bahwa perairan yang tercemar oleh LCPKS masih mampu mendegradasi bahan organik dan masih memiliki

kemampuan untuk memulihkan diri dari bahan pencemar LCPKS. Proses aerasi adalah cara terbaik untuk menurunkan kandungan BOD. Hal ini dikarenakan mikroba akan mendapat suplai oksigen yang cukup dan dapat mengurai bahan organik pada saat proses aerasi berlangsung.

3.3. Pengaruh waktu proses aerasi terhadap kandungan TSS



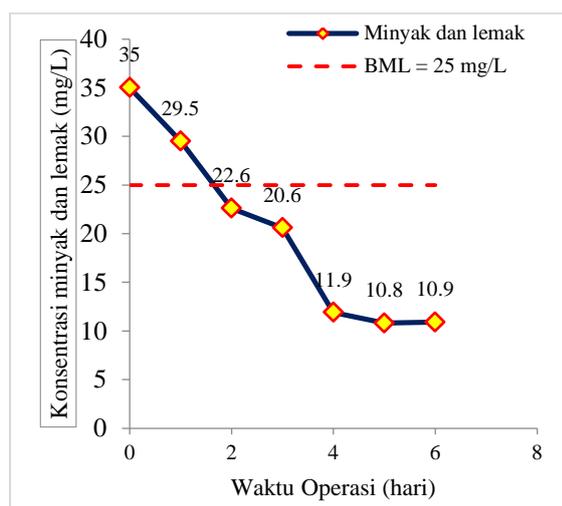
Gambar 3. Pengaruh waktu proses aerasi terhadap konsentrasi TSS

Pengaruh waktu aerasi terhadap kandungan TSS dalam LCPKS dapat dilihat pada Gambar 3. Dari data yang ditunjukkan pada Gambar 3 bahwa semakin lama waktu operasi yang diberikan pada proses aerasi maka persentase penyisihan TSS akan semakin besar sampai hari ke-4 yaitu 91,61% dengan konsentrasi TSS sebesar 134,8 mg/l. Penurunan ini terus berlangsung pada hari ke-5 dan ke-6 yaitu 180,9 mg/L dan 237,6 mg/L dengan persentase penyisihan sebesar 88,74% dan 85,21%. Penurunan kandungan TSS setiap hari dalam LCPKS disebabkan oleh adanya kandungan oksigen yang ditambahkan ke dalam LCPKS pada proses aerasi akan menghancurkan endapan-endapan yang tergumpal. Hal ini akan menyebabkan O₂ akan lebih mudah diserap dan bakteri-bakteri aerob yang berfungsi sebagai pengurai dapat tumbuh dengan baik sehingga akan semakin banyak bakteri yang menguraikan endapan-endapan LCPKS yang tergumpal sehingga nilai TSS akan turun (Ayoub & El-morsy, 2021).

Dari Gambar 3 dapat dilihat bahwa semakin lama waktu operasi, maka semakin tinggi pula konsentrasi TSS yang mampu disisihkan. Total keenam variasi waktu tinggal diatas dapat dilihat bahwa efisiensi penyisihan TSS yang paling besar yaitu pada hari ke-4 dengan persentase 91,61% dengan konsentrasi TSS sebesar 134,8 mg/l. Semakin tinggi nilai TSS maka bahan organik membutuhkan lebih tinggi oksigen untuk perombakan. Oleh karena itu pada penurunan kadar TSS ini harus adanya proses pengendapan pada kolom aerator, sehingga diharapkan nilai TSS nya

akan berkurang. Tingginya angka TSS tersebut dipengaruhi oleh kandungan senyawa organik yang tinggi pada air limbah dan masih banyak padatan yang mengendap, maka akan mengakibatkan kekeruhan sehingga mengurangi organisme lainnya memperoleh makanan, menghalangi sinar matahari ke dalam air sehingga pertumbuhan organisme terganggu (Yuna & Mardina, 2019).

3.4. Pengaruh waktu proses aerasi terhadap kandungan minyak dan lemak



Gambar 4. Pengaruh waktu proses aerasi terhadap konsentrasi minyak dan lemak

Pada Gambar 4 ditunjukkan bahwa kandungan minyak dan lemak pada LCPKS menurun seiring berjalannya waktu operasi. Pada hari ke-1 kandungan minyak dan lemak dalam LCPKS menurun menjadi 29,5 mg/L dengan persentase penurunan sebesar 15,71%. Namun nilai ini masih di atas ambang batas BML. Pada hari ke-2 sampai hari ke-6 kandungan minyak dan lemak dalam LCPKS menurun sampai di bawah ambang batas BML, yaitu 22,6 mg/L sampai 10,9 mg/L dengan persentase penurunan sebesar 35,43% dan 68,86%. Penurunan minyak dan lemak tertinggi terjadi pada hari ke-5, yaitu sampai 10,8 mg/L dengan persentase penurunan sebesar 69,14%. Penurunan kandungan minyak dan lemak ini disebabkan oleh adanya penambahan O_2 pada LCPKS dapat memisahkan minyak dengan air yang sulit terpisah karena adanya perbedaan masa jenis dari kedua fluida (minyak dan air). Dengan terpisahnya minyak dan air ini, maka minyak akan terapung ke atas akibat masa jenis minyak lebih kecil daripada masa jenis air (Mohammad et al., 2021).

Pada hari ke-6 kandungan minyak dan lemak mengalami kenaikan sedikit menjadi 10,9 mg/L dengan persentase penurunan sebesar 68,86%. Hal ini mungkin disebabkan oleh suplai oksigen pada proses aerasi yang tidak lancar akibat dari penumpukan endapan pada bagian bawah kolom

aerator yang semakin banyak sehingga terpisahnya air dengan minyak sudah mencapai titik jenuhnya dan tidak mampu lagi untuk memisah air dengan minyak dan lemak.

4. KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini adalah bahwa kualitas Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit sebelum proses aerasi mengandung BOD, TSS, minyak dan lemak yang sangat tinggi, yaitu berturut-turut 580 mg/L, 1.606 mg/L dan 35 mg/L yang melebihi ambang batas BML yang diizinkan. Waktu aerasi menghasilkan kandungan BOD terendah terjadi pada hari ke-2 pada konsentrasi BOD 26,1 mg/L dengan persentase penurunan sebesar 95,5%. Semakin lama proses aerasi, maka kandungan TSS dalam LCPKS akan semakin menurun. Penurunan kandungan TSS terbesar terjadi pada hari ke-4 dengan persentase penurunan sebesar 91,61% pada konsentrasi TSS 134,8 mg/L. Semakin lama waktu aerasi maka kandungan minyak dan lemak akan semakin berkurang. Penurunan kandungan minyak dan lemak terbanyak terjadi pada hari ke-5, yaitu 10,8 mg/L dengan persentase penurunan sebesar 69,14%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Program Penelitian Dosen Universitas Tamansiswa Palembang yang telah memberi dukungan finansial terhadap penelitian ini. Ucapan terimakasih juga disampaikan kepada PTPN VII yang sudah bekerjasama dalam hal penyediaan LCPKS.

DAFTAR PUSTAKA

- Akhbari, A., Kutty, P. K., Chuen, O. C., & Ibrahim, S., 2020. A Study Of Palm Oil Mill Processing And Environmental Assessment Of Palm Oil Mill Effluent Treatment. *Environmental Engineering Research*, 25(2): 212–221. <https://doi.org/10.4491/eer.2018.452>
- Ayoub, M., & El-morsy, A., 2021. Upgrading of an Extended Aeration System to Improve Wastewater Treatment. *American Academic Scientific Research Journal for Engineering, Technology, and Sciences*, 81(1): 23–35.
- Batara, K., Zaman, B., & Oktiawan, W., 2017. Pengaruh Debit Udara Dan Waktu Aerasi Terhadap Efisiensi Penurunan Besi dan Mangan Menggunakan Diffuser Aerator Pada Air Tanah. *J. Teknik Lingkungan*, 6(1): 1–10.
- Badan Pusat Statistik RI., 2020. *Statistik Kelapa Sawit Indonesia 2019*. Diakses pada tanggal 01 Juli 2021. <https://www.bps.go.id/publication/2020/11/30/36cba77a73179202def4ba14/statistik-kelapa->

- sawit-indonesia-2019.html
- Budiyanti, T., Basuki, & Mukti, A., 2020. Evaluasi Pengelolaan dan Pemantauan Lingkungan Hidup Dampak Pembangunan Pasar Kahayan Kota Palangka Raya. *J. of Environment and Management*, 1(2): 169–178.
<https://doi.org/10.37304/jem.v1i2.1754>
- Fajri, I. A., Sanjaya, H., Nizar, U. K., Putra, A., & Yohandri, 2021. Degradasi Senyawa Minyak Dan Lemak Pemodelan Limbah Pabrik Kelapa Sawit Menggunakan Metode Fotosonolisis Dengan Bantuan Katalis ZNO. *Ekasakti Educational Journal*, 1(1): 53–59.
<https://doi.org/https://doi.org/10.31933/ej.v1i1.179>
- Farraji, H., Mohammadpour, R., & Zaman, N. (2020). Post-Treatment of Palm Oil Mill Effluent Using Zeolite and Wastewater. *Journal of Oil Palm Research*, October.
<https://doi.org/10.21894/jopr.2020.0077>
- Fitria, A. N., Gunawan, V. S., & Mardiah, M., 2021. Study of the Utilization of Palm Oil Industry Liquid Waste. *Konversi*, 10(1): 31–40.
<https://doi.org/10.20527/k.v10i1.10146>
- Hawari, Y., Yahya, W. J., Sonda, I., Kawashima, H., Mohamad, Z., Abu Bakar, M. A., & Abd Kadir, H., 2019. Treating palm oil mill effluent by activated sludge process using submerged mechanical aerator/agitator replacing surface aerator. *J. Teknologi*, 81(3): 127–136.
<https://doi.org/10.11113/jt.v81i3.13147>
- Ilimanfan, A. G., Lestari, E., & Khairunisa, F., 2020. Pengolahan Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit Dengan Metode Filtrasi Dan Fitoremediasi Menggunakan Tanaman Eceng Gondok (*Eichhornia Crassipes*). *J. Teknologi Lingkungan*, 21(2): 244–253.
<https://doi.org/10.29122/jtl.v21i2.4012>
- Istiqomah, H., Puspitarini, P. A., Ekadewi, P., Utami, T. S., Arbianti, R., & Hermansyah, H., 2018. Reduction Of COD And BOD Concentration In Lake Water Of Universitas Indonesia With Microbial Desalination Cell System And Utilizing Bio Charcoal As Electrode. *E3S Web of Conferences*, 67: 1–6.
<https://doi.org/10.1051/e3sconf/20186701011>
- Lanka, S., & Pydipalli, M., 2018. Reduction Of Organic Load From Palm Oil Mill Effluent (POME) Using Selected Fungal Strains Isolated From POME Dump Sites. *African Journal of Biotechnology*, 17(36): 1138–1145.
<https://doi.org/10.5897/ajb2016.15821>
- Lewar, Y. S., Herawati, & Kahar, A., 2020. Pengaruh Temperatur Terhadap Cod, Bod Dan Kelapa Sawit Dalam Bioreaktor Anaerobik the Effect of Temperature on Cod, Bod and Vfa on Palm Oil Mill Effluent Treatment in Anaerobic Bioreactor. *J. Chemurgy*, 4(2): 8–14.
- Maharani, S., Sugiarti, Y., & Nugraha, I., 2019. Aplikasi Bio Compound Dalam Pengolahan Limbah Cair Laboratorium Pendidikan Teknologi Agroindustri. *Edufortech*, 4(1): 9–16.
<https://doi.org/10.17509/edufortech.v4i1.16345>
- Mardawati, E., Hidayat, M. S., Rahmah, D. M., & Rosalinda, S., 2019. Produksi Biodiesel Dari Minyak Kelapa Sawit Kasar Off Grade Dengan Variasi Pengaruh Asam Sulfat Pada Proses Esterifikasi Terhadap Mutu Biodiesel Yang Dihasilkan. *J. Industri Pertanian*, 1(3): 46–60.
<https://doi.org/Jurnal Teknik Pertanian>
- Merdeka, 2021. Indonesia Jadi Negara Terbesar Eksportir Minyak Sawit Terbesar Dunia Pada 2020.
<https://www.merdeka.com/uang/indonesia-jadi-negara-eksportir-minyak-sawit-terbesar-dunia-pada-2020.html> (accessed 09.09.21)
- Mohammad, S., Baidurah, S., Kobayashi, T., Ismail, N., & Leh, C. P., 2021. Palm Oil Mill Effluent Treatment Processes—A Review. *Processes*, 9(5): 1–22.
<https://doi.org/10.3390/pr9050739>
- Pandia, E. B., Hernawati, H., Jari, T., & Kahar, A., 2020. Pengaruh Laju Alir Terhadap COD, BOD dan VFA pada Pengolahan Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit (LCPKS) dalam Bioreaktor Anaerobik. *J. Chemurgy*, 4(2): 30.
<https://doi.org/10.30872/cmj.v4i2.4591>
- Peraturan Gubernur Sumatera Selatan Nomor 8 Tahun 2012, 2012. Baku mutu Limbah Cair bagi Kegiatan Industri, Hotel, Rumah Sakit, Domestik dan Pertambangan Batubara.
- Pramita, A., & Puspita, E. D., 2019. Penurunan Biochemical Oxygen Demand (BOD) Dan Total Suspended Solids (TSS) Pada Pengolahan Limbah Cair Domestik Dengan Proses Anaerobik Biofilter. *Journal of Research and Technology*, 5(1): 21–29.
- Priadi, E., & Sitompul, J. M. T. (2018). Pengolahan Air Bersih di Pondok Pesantren As – Shiddiqiyah dan Panti Asuhan Al-Haq Kecamatan Sungai Kakap Kabupaten Kubu Raya. *Al-Khidmah*, 1(1): 17–23.
<https://doi.org/10.29406/al-khidmah.v1i1.1043>
- Prihartanto, 2017. Pola Fluktuasi Kekerusuhan Air Di Area Potensial Banjir Sungai Ciujung Kecamatan Kragilan, Kabupaten Serang. *Jurnal Alami: J. Teknologi Reduksi Risiko Bencana*, 1(1): 17–20.
<https://doi.org/10.29122/alami.v1i1.120>
- Rahman, A., Trihasti, M., & Haq, M. S., 2020. Analisis Kualitas Air Das Cibanten Dan Cidanau. *Biodidaktika: J. Biologi Dan Pembelajarannya*, 15(1): 78–86.

- Ramadhan, M. B. A., Wardana, & Kahar, A., 2020. Pengaruh pH Terhadap COD, BOD Dan VFA Pada Pengolahan Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit Dalam Bioreaktor Anaerobik. *Prosiding Seminar Nasional Kimia Berwawasan Lingkungan 2020*, 69–74.
- Rosarina, D., & Laksanawati, E. K., 2018. Studi Kualitas Air Sungai Cisadane Kota Tangerang Ditinjau Dari Parameter Fisika. *J. Redoks*, 3(2): 38–43.
<https://doi.org/10.31851/redoks.v3i2.2392>
- Sado-Inamura, Y., & Fukushi, K., 2018. Considering Water Quality Of Urban Rivers From The Perspectives Of Unpleasant Odor. *Sustainability (Switzerland)*, 10(3): 1–14.
<https://doi.org/10.3390/su10030650>
- Surbakti, B. J., Mardina, V., & Fadhlani., 2020. Karakteristik Limbah Cair Hasil Pengolahan Sistem Lumpur Aktif pada Pabrik Kelapa Sawit PTPN II Tanjung Morawa , Kebun Sawit Seberang. *Biologica Samudra*, 2(2): 95–102.
<https://ejournalunsam.id/index.php/jbs/article/download/2307/1918>
- Tambunan, D. S., Nelvia, N., & Amri, A. I., 2019. Aplikasi Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit Dengan Metoda Biopori Terhadap Pertumbuhan Tanaman Kelapa Sawit (*Elaeis Guineensis* Jacq.) Belum Menghasilkan. *J. Solum*, 16(1), 19.
<https://doi.org/10.25077/jsolum.16.1.19-28.2019>
- Yuna, R., & Mardina, V., 2019. Pengujian Karakteristik Kimia pada Limbah Cair Kelapa Sawit di Pabrik X. *J. Biologica Samudra*, 1(1): 1–8.
- Yuniarti, D. P., Komala, R., & Aziz, S., 2019. Pengaruh Proses Aerasi Terhadap Pengolahan Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit Di PTPN VII Secara Aerobik. *Redoks*, 4(2): 7–16.