

PENERAPAN TEKNOLOGI *MOVING BED* *BIOFILM REACTOR (MBBR)* BERMEDIA *KALDNESS* DALAM MENURUNKAN PENCEMAR AIR LINDI

Muhammad Al Kholif¹ dan Erviana Febrianti²

Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas PGRI Adi Buana Surabaya

Email: alkholif87@unipasby.ac.id

Email : febrianti.erviana23@gmail.com

Abstract: The Surabaya City Transition Between Waste Station is a means of transferring waste from small transport equipment to larger transportation equipment. At this transition between waste station pressing the waste is done which will produce leachate. In general, the conditions of leachate are concentrated, emit an unpleasant odor, and pollute the environment. Leachate generally contains high pollutant loads such as Chemical Oxygen Demand (COD) and Total Suspended Solid (TSS). One alternative in processing leachate is by using the Moving Bed Biofilm Reactor (MBBR) technology with Kaldness media. In general, the purpose of this study was to determine the efficiency of decreasing the load of leachate pollutant load using MBBR. The concentration of leachate used in this study is a ratio of 80% leachate: 20% water (reactor A) and 60% leachate: 40% water (reactor B). The MBBR reactor design used was a laboratory scale of 0.012 m³ with a design discharge of 10 L / day. After processing with MBBR, the COD value of Reactor A was 73% and Reactor B was 66%. While the value of TSS in Reactor A is 81% and Reactor B is 92%.

Abstrak: Stasiun Peralihan Antara Persampahan Kota Surabaya merupakan sarana pemindahan sampah dari alat angkut kecil ke alat angkut lebih besar. Pada Stasiun Peralihan Antara Persampahan ini dilakukan pengepresan sampah yang dimana akan menghasilkan air lindi (Leachate). Secara umum kondisi air lindi berwarna pekat, mengeluarkan bau yang tidak sedap, dan mencemari lingkungan. Air lindi (Leachate) umumnya mengandung beban pencemar seperti Chemical Oxygen Demand (COD) dan Total Suspended Solid (TSS) yang tinggi. Salah satu alternatif dalam mengolah lindi yaitu dengan menggunakan teknologi Moving Bed Biofilm Reactor (MBBR) bermedia Kaldness. Secara umum tujuan penelitian ini adalah mengetahui efisiensi penurunan beban pencemar limbah lindi menggunakan MBBR. Konsentrasi limbah lindi yang digunakan pada penelitian ini yaitu dengan perbandingan 80% lindi: 20% air (Reaktor A) dan 60% lindi: 40% air (Reaktor B). Desain reaktor MBBR yang digunakan yaitu skala laboratorium bervolume 0,012 m³ dengan debit rancangan 10 L/hari. Setelah dilakukan pengolahan dengan MBBR diperoleh nilai COD pada Reaktor A sebesar 73% dan Reaktor B sebesar 66%. Sedangkan nilai TSS pada Reaktor A sebesar 81% dan Reaktor B sebesar 92%.

Kata Kunci: Air Lindi, Moving Bed Biofilm Reactor, Beban Pencemar, Media Kaldness

PENDAHULUAN

Laju pertumbuhan ekonomi pada tahun-tahun terakhir ini menimbulkan eksese timbulan sampah perkotaan yang telah diidentifikasi sebagai salah satu persoalan lingkungan paling serius di dunia dan membutuhkan perhatian serius bagi kepentingan perlindungan lingkungan (Li, *et al.*, 2010). Permasalahan pengelolaan persampahan menjadi sangat serius di perkotaan akibat kompleksnya permasalahan sampah yang dihadapi dan kepadatan penduduk yang tinggi, sehingga pengelolaan persampahan sering diprioritaskan penanganannya di daerah perkotaan (Moersid, 2004). Iklim dan kelembaban tinggi merupakan faktor yang mempercepat reaksi kimia sehingga sampah cepat membusuk (Widyatmoko dan Sintorini, 2000)

Air lindi (*leachate*) didefinisikan sebagai air limbah berbahaya dan tercemar berat (Amuda, 2006). Komposisi lindi tergantung dari bebrbagai parameter seperti jenis sampah, kondisi iklim dan umur TPA (Maranon dkk, 2009). Umumnya karakteristik lindi terdiri dari tingginya konsentrasi COD dan logam berat (Dandautiya, 2012). Pembuangan lindi akan menyebabkan permasalahan yang serius karena lindi dapat meresap melalui tanah dan menyebabkan pencemaran air tanah jika tidak diolah dengan baik (Tatsi dkk, 2003). Focus utama pada penelitian ini adalah air lindi yang terdapat di Stasiun Peralihan Antara Persampahan (SPA) Kota Surabaya setelah proses pengepresan. Dari penelitian pendahuluan yang dilakukan yaitu diperoleh nilai kadar COD sebesar 7911 mg/L dan TSS sebesar 6320 mg/L. Sedangkan nilai ambang batas yang diperbolehkan menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia NOMOR.P.59/Menlhk/Setjen/Kum.1/7/2016 yaitu nilai kadar COD hanya diperbolehkan maksimal sebesar 300 mg/L, kadar TSS sebesar 100 mg/L. Tingginya kadar COD dan TSS pada lindi yang mencapai ribuan (mg/L) tentunya diperlukan suatu penanganan yang tidak sembarangan dilakukan pengolahan (Machdar I, 2008).

Kondisi awal sampel air lindi yang digunakan untuk penelitian berwarna hitam pekat, airnya sedikit kental dan berminyak. Minyak yang terdapat pada air lindi diperoleh karena pada alat pengepresan diberi pelumas yang menyebabkan lindi sedikit bercampur dengan minyak dari pengepresan tersebut. Untuk mengurangi beban pencemar air lindi, maka perlu disesuaikan teknologi yang akan digunakan secara tepat. Salah satu alternatif yang diterapkan dalam penelitian yakni dengan menggunakan teknologi *Moving Bed Biofilm Reactor (MBBR)* bermedia *Kaldness*, karena treatment menggunakan MBBR mampu meremoval kandungan beban pencemar COD pada lindi (Jusepa Rio N dan Herumurti W, 2016). Tujuan dari penelitian ini yaitu mengetahui efisiensi penurunan beban pencemar limbah lindi terutama kadar COD dan TSS menggunakan MBBR. Untuk meringankan beban kerja MBBR dalam mengolah air lindi, maka dilakukan pengenceran dengan perbandingan 80% lindi:20% air (Reaktor A) dan 60% lindi:40% air (Reaktor B).

MBBR adalah suatu metode pengolahan limbah dengan media bergerak. Hal ini didapatkan dengan pertumbuhan biofilm/biomass di dalam media (*biocarrier*) kecil yang bergerak di dalam reaktor (Ravichandran & Joshua, 2012). Hasil pengujian awal parameter air lindi didapatkan beban pencemar COD sebesar 7911 mg/L dan TSS sebesar 6320 mg/L. Beban pencemar zat organik akan didegradasi oleh mikroorganisme yang terdapat dalam lapisan biofilm tersebut (Sugito, dkk, 2016). Dari kajian tersebut diyakini bahwa MBBR juga mampu menyisihkan kadar beban pencemar COD dan TSS pada limbah lindi di Stasiun Peralihan Antara Persampahan (SPA) Kota Surabaya.

METODE

A. Rancangan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dalam skala laboratorium dengan menggunakan reaktor MBBR yang terbuat dari kaca dengan ketebalan 5mm. pengolahan ini menggunakan system aliran *continyu* yaitu prinsipnya dengan mengisi reaktor dengan limbah lindi setiap harinya dan terdapat aerasi pada reaktor. Reaktor yang digunakan sebanyak 2 reaktor dengan dimensi dan volume yang sama dan diisi dengan media *Kaldness*. Variabel bebas pada penelitian ini adalah konsentrasi limbah lindi yaitu Reaktor A dengan konsentrasi lindi 80%:20% air dan Reaktor B dengan konsentrasi lindi 60%:40% air. Variabel terikat yang diuji yaitu parameter COD dan TSS.

Penelitian ini dilakukan dengan kajian untuk mengetahui efisiensi penurunan beban pencemar pada limbah lindi terutama kadar COD dan TSS dengan menggunakan teknologi MBBR bermedia *kaldness*. Rancangan penelitian diawali dengan menganalisis kadar COD dan TSS limbah lindi sebelum treatment. Dari hasil pengamatan awal diperoleh nilai kadar COD sebesar 7911 mg/L dan TSS sebesar 6320 mg/L (Tabel 1). langkah selanjutnya yaitu mempersiapkan alat dan bahan. Sampel yang diambil dari SPA dibagi menjadi 2 variasi penelitian. Variasi 1 dengan konsentrasi lindi 80%:20% air (Reaktor A) dan Variasi 2 dengan konsentrasi lindi 60%:40% air (Reaktor B). Kemudian melakukan proses *seeding* dan aklimatiasi. Dalam penelitian ini proses *seeding* dan aklimatiasi dilakukan langsung di dalam unit reactor pengolahan. Untuk mencapai kondisi *steady state* diperlukan waktu selama 12 hari. Setiap harinya sampel diambil pada inlet dan outlet. Reaktor B diisi dengan variasi konsentrasi limbah lindi 60:40 air. Limbah lindi diolah dengan sistem kontinyu dan dengan debit rancangan 0,012 m³/hari atau 10 L/hari. Setelah dilakukan dengan menggunakan MBBR, maka selanjutnya dianalisa kadar COD dan TSS, sebelum dan sesudah pengolahan kemudian dilakukan analisa data.

Tabel 1. Hasil Analisis Pendahuluan pada Limbah Lindi

No	Parameter Pemeriksaan	Satuan	Metode	Baku Mutu *	Hasil Analisa **
1	COD	mg/L	APHA 5220 C	300	7911
2	TSS	mg/L	APHA 2540 D	100	6320
3	pH		SNI 06.6989.11.2004	6 - 9	7,74
4	Suhu	°C	SNI 06.6989.23.2005		23,0

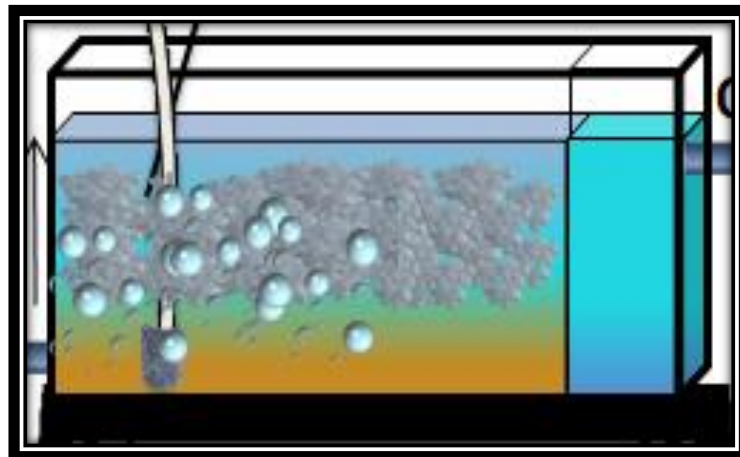
*) Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia NOMOR.P.59/Menlhk/Setjen/Kum.1/7/2016

***) Hasil Analisis UPT Laboratorium Kualitas Lingkungan

Berdasarkan hasil analisis pendahuluan yang tersaji pada Tabel 1, konsentrasi COD dan TSS pada limbah lindi melebihi baku mutu Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia NOMOR.P.59/Menlhk/Setjen/Kum.1/7/2016.

B. Metode Pengumpulan Data

Proses pengumpulan data dilakukan selama 5 hari setelah kondisi *steady State*. Masa seedings dan aklimatisasi berlangsung selama 12 hari. Pada penelitian ini dilakukan pengambilan sampel *influent* dan *effluent* dari masing-masing reaktor. Hal ini dilakukan untuk memperoleh validitas data yang diambil dari sampel penelitian dan untuk melihat perubahan yang terjadi dari reaktor MBBR dalam menurunkan beban pencemar. Reaktor yang digunakan terbuat dari kaca dengan ketebalan 5 mm dengan dimensi 30 cm x 20 cm x 20 cm dan memiliki volume 0,012 m³. Reaktor yang digunakan dalam penelitian ini terlihat pada Gambar 1. Berdasarkan gambar reaktor terlihat bahwa tinggi media pada reaktor memenuhi 50% dan Terdapat aerasi pada proses aerobik (Metcalf dan Eddy, 2003). Tujuan aerasi adalah untuk menurunkan kelembaban pada sampah organik (Wahyono dkk, 2003). Media *Kaldness* dengan diameter 5 cm, proses pengumpulan data dilakukan 17 hari yang dimulai dari proses *seeding* dan aklimatisasi serta proses pengolahan.



Gambar 1. Reaktor MBBR dalam Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Tahapan Penelitian

Tahapan pertama penelitian ini adalah mengambil limbah lindi sebanyak 55 liter perhari dalam dua drum kemudian dilakukan penyaringan lindi. Tujuan dilakukn penyarin gan adalah untuk menyisahkan padatan kasar seperti daun-daunan maupun plastik yang ikut tercampur dengan air lindi. Setelah itu lindi dibagi menjadi 2 (dua) bagian sesuai dengan variasi variable yang sudah ditentukan. Volume masing-masing tandon diisi sebanyak 15 liter sampel penelitian. Reaktor A dengan variasi konsentrasi 80% lindi:20% air. Reaktor B dengan variasi konsentrasi 60% lindi:40% air. Pengambilan limbah dilakukan dua

kali sehari selama 17 hari berturut-turut (12 hari untuk proses *seeding* dan *aklimatisasi*, 5 hari untuk proses pengolahan). Tahapan kedua yaitu pengujian pendahuluan pada limbah lindi di SPA untuk mengetahui karakteristik limbah lindi di SPA, serta melakukan proses *seeding* dan *aklimatisasi*. Tahapan terakhir yaitu efisiensi penurunan beban pencemar COD, TSS, dan pH pada limbah lindi menggunakan teknologi MBBR.

B. *Seeding dan Aklimatisasi*

Seeding dan aklimatisasi dilakukan untuk menumbuhkan mikroorganisme sehingga terbentuk lapisan biofilm pada media. *Seeding* pada penelitian ini dilakukan secara alami yaitu dengan merendam media pada reaktor. Hasil *Seeding* diamati setiap hari untuk melihat perubahan pertumbuhan mikroorganisme yang menempel pada media. Pada hari ke-2 lapisan biofilm yang menempel pada media menebal yang menandakan proses *seeding* telah selesai. Setelah proses *seeding* selesai, maka dilanjutkan dengan proses aklimatisasi yang bertujuan agar mikroba dapat menyesuaikan diri dengan air lindi yang baru, pada penelitian ini aklimatisasi dilakukan selama sebelas dan dua belas hari dan dikatakan kondisi lindi sudah *steady state*. Untuk mengetahui kondisi *steady state*, dilakukan uji permanganate.

Pada penelitian ini, kondisi *steady state* pada Reaktor A terjadi pada hari ke 11 dan Reaktor terjadi pada hari ke 12. Pada penelitian Chen *et.al*, (2008) tentang pengolahan lindi menggunakan MBBR dengan media PE dengan D=7 mm dan P=9 mm, waktu aklimatisasi berlangsung selama 24 hari. Kondisi *steady state* pada penelitian ini tidak jauh berbeda dengan penelitian yang telah dilakukan lindi Jusepa Rio N dan Herumurti W, (2016) dimana pengujian nilai permanganat diambil dari removal COD yang mencapai kondisi *steady state* pada hari ke sepuluh.

C. *Pengamatan Nilai Derajat Keasaman (pH) dan Suhu pada Air Lindi*

1. *Nilai pH*

Suhu dan pH merupakan parameter yang bisa menuntukan faktor meningkatnya atau menurunnya suatu beban pencemar limbah. pH adalah derajat keasaman untuk menyatakan tingkat keasaman atau kebasaan yang dimiliki oleh suatu larutan. Nilai pH influen akan mempengaruhi jenis mikroorganisme yang hidup di dalam reaktor. Mikroorganisme-mikroorganisme tersebut melekat pada permukaan media dan juga tersuspensi di air limbah dan selanjutnya akan mengurai polutan pencemar. Berdasarkan pH-nya, mikroorganisme dapat dikelompokkan menjadi 3 yaitu mikroorganisme *asidofil* yakni kelompok mikroorganisme yang dapat hidup pada pH 6–8 dan pH 2–5, mikroorganisme *mesofil* yakni kelompok mikroorganisme yang dapat hidup pada pH 5,5–8 dan mikroorganisme *alkafil* yakni kelompok mikroorganisme yang dapat hidup pada pH 8,4–9,5 (Brooks, 1991).

Dalam proses penelitian pengamatan suhu dan pH dilakukan selama 5 hari. Dari hasil pengamatan rata-rata nilai pH lindi pada inlet adalah sebesar 8,2 dan pada outlet sebesar 8,4. Penurunan pH disebabkan karena reaksi nitrifikasi yang terjadi didalam reaktor biofilter aerob. Reaksi nitrifikasi adalah reaksi konversi amoniak menjadi nitrat secara biologis oleh bakteri *achemoautotrophic* yang

terjadi dalam dua tahap (Chen and Richard Liew,2002). Pada penelitian yang dilakukan oleh Sari Nanda R dan Afdal (2017) Nilai pH air lindi berada di kisaran 7,4-7,7. Nilai pH air lindi sebelum masuk ke dalam kolam (A1) bernilai 7,4 dan setelah keluar dari kolam (A4) adalah 7,7. Hal ini menunjukkan bahwa pH air lindi di TPA Air Dingin masih berada pada rentang standar baku mutu pH (6,0-9,0). Walaupun berdasarkan nilai TDS air sungai di sekitar TPA masih layak untuk dijadikan sumber air baku tetapi berdasarkan nilai pH air sungai tersebut tidak layak karena nilai pHnya lebih tinggi dari baku mutu air minum (pH = 7). Tingginya nilai pH diduga akibat faktor geologis dari lokasi sungai yang berada sangat dekat dengan TPA.

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Mulyono, (2016) nilai pH dalam timbunan sampah dipengaruhi oleh dekomposisi yang terjadi pada penumpukan sampah tersebut. Dengan nilai pH yang lebih tinggi lebih sedikit konstituen anorganik yang dilarutkan akibatnya, konsentrasi logam berat yang ada dalam lindi juga akan berkurang (Tchobanoglous and Kreith, 2003). Hal ini berkaitan dengan nilai pH yang mengalami kenaikan disetiap hari penelitian. Pada penelitian (Yuningrat, 2012) degradasi pencemar organik dalam lindi dengan proses oksidasi lanjut terjadi kenaikan efektifitas COD pada kenaikan pH dari 6-8. Penelitian yang dilakukan oleh Said Idaman N dan Hartaja Krishumartani R (2015) dapat diketahui rata-rata pH lindi inlet adalah sebesar 8,59, Sedangkan rata-rata nilai pH untuk biofilter anaerob adalah 8,5, dan biofilter aerob adalah 7,8. Tetapi ketika masuk ke dalam reaktor denitrifikasi, nilai pH naik menjadi 10,6. Hal ini dikarenakan limbah tersebut dikontakkan dengan batuan kapur yang bersifat basa, dan batuan sulfat yang berfungsi sebagai donor H⁺ belum berfungsi secara optimal diawal penelitian.

2. Nilai Suhu

Dekomposisi aerobik bahan organik oleh mikroorganisme dengan cepat akan meningkatkan suhu sampah ke kisaran Termofilik (Velis *et al.*, 2009). Suhu termofilik yaitu di kisaran 45-75 °C, sedangkan suhu mesofilik berkisaran antara 5-45 °C (Tchobanoglous and Kreith, 2003). Namun pada penelitian ini diperoleh suhu mesofilik, dimana suhu tertinggi hanya 23,5 °C. Tabel 5. Menunjukkan bahwa suhu mengalami penurunan setipa harinya. Dalam penelitian ini nilai suhu pada inlet sebesar 23,08 °C dan pada outlet sebesar 23,03 °C. Pada tiap titik pengambilan sampel terlihat penyebaran suhu yang hampir sama, yaitu suhu berkisar antara 28-29 °C (Sari N Resti dan Afdal, 2017).

D. Efisiensi Penurunan COD

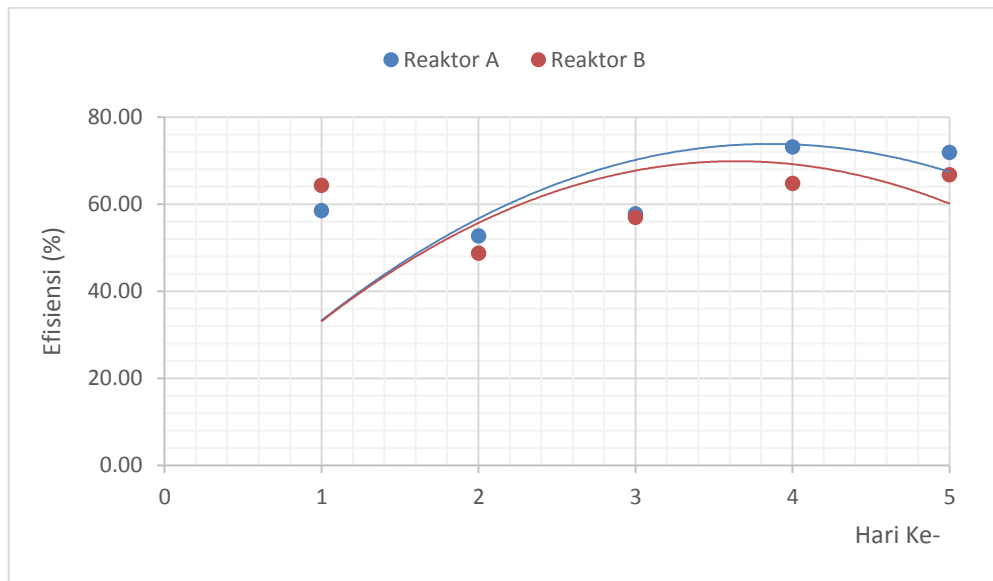
COD adalah jumlah oksigen yang diperlukan untuk mengurai seluruh bahan organik yang terkandung dalam air (Boyd, 1990). Hal ini karena bahan organik yang ada sengaja diurai secara kimia dengan menggunakan oksidator kuat kalium bikromat pada kondisi asam dan panas dengan katalisator perak sulfat (Boyd, 1990; Metcalf & Eddy, 1991), sehingga segala macam bahan organik, baik yang mudah urai maupun yang kompleks dan sulit urai, akan teroksidasi. Pengaruh media terhadap efisiensi penurunan beban pencemar COD dapat diketahui setelah reaktor MBBR beroperasi. Hasil penurunan kadar COD pada reaktor MBBR dapat disajikan pada tabel 2.

Tabel 2. Penurunan Kadar COD pada Reaktor A dan B

Hari ke	Reaktor A (80% lindi:20% air)		Reaktor B (60% lindi:40% air)	
	Inlet (mg/L)	Outlet (mg/L)	Inlet (mg/L)	Outlet (mg/L)
1	3833	1592	3326	1188
2	3801	1798	2671	1371
3	3885	1641	2922	1259
4	5940	1596	3211	1133
5	4431	1246	3512	1169

Sumber: Hasil Penelitian, 2018

Berdasarkan tabel 2 dapat diketahui bahwa kadar COD setelah perlakuan mengalami penurunan. Hasil penurunan tertinggi pada reaktor A terdapat pada hari keempat. Sebelum perlakuan nilai kadar COD pada inlet menunjukkan 5940 mg/L dan setelah proses perlakuan didapatkan nilai kadar COD pada outlet menunjukkan 1596 mg/L. sedangkan hasil penurunan tertinggi pada rektor B terdapat pada hari kelima. Sebelum perlakuan nilai kadar COD pada inlet menunjukkan 3512 mg/L dan setelah proses perlakuan didapatkan nilai kadar COD pada outlet menunjukkan 1169 mg/L Sistem pengolahan lindi dapat juga dilakukan dengan menggunakan teknologi biofilter anaerob-aerob. Penurunan konsentrasi COD pada reaktor biofilter anaerob-aerob dapat diketahui peneurunannya yaitu rata-rata konsentrasi COD inlet sebesar 7907,65 mg/L, COD Anaerob 774,82 mg/L, COD Aerob 473,41 mg/L, dan COD Denitrifikasi sebesar 129,38 mg/L (Said Idaman N dan Hartaja Krishumartani R, 2015). Konsentrasi COD yang tinggi mengakibatkan mikroorgamnisme bekerja keras dalam menguraikan beban pencemar pada limbah lindi. Penurunan kadar COD pada beberapa titik pengambilan sampel diakibatkan karena air lindi bercampur dengan air sungai yang mengakibatkan terjadinya pengenceran sampel (Sari N Resti dan Afdal, 2017). Efisiensi konsentrasi kadar COD untuk ke dua reaktor seperti tersaji pada gambar 2.



Gambar 2. Efisiensi Konsentrasi Kadar COD pada Air Lindi

Berdasarkan hasil penelitian yang ditunjukkan pada gambar 2 di atas menunjukkan bahwa nilai efisiensi penurunan kadar COD tertinggi terjadi pada hari ke-4 yaitu mencapai 73,13% pada Reaktor A. sedangkan pada reaktor B efisiensi penurunan kadar COD terjadi pada hari ke-5 yaitu sebesar 66,71%. Besarnya nilai efisiensi dikarenakan bakteri tersuspensi kedalam lindi dan langsung mendapatkan makanan dari senyawa organik yang ada dalam lindi untuk memperoleh energi kemudian bakteri tumbuh dan berkembang biak sehingga dapat menurunkan senyawa organik (Wiszniewski *et al*, 2006). Dengan meningkatnya mikroorganismenya akan menyebabkan turunnya massa senyawa organik pada limbah (Sukawati Trianna, 2008).

Diketahui bahwa kadar COD setelah perlakuan mengalami penurunan sejak hari pertama penelitian, dimana nilai efisiensi mencapai 66,71%. Adanya media *Kaldness* dalam reaktor memberikan permukaan yang luas untuk pertumbuhan mikroorganismenya sampai terbentuk lapisan biofilm (Metcalf dan Eddy, 2003). Hasil Nilai efisiensi yang dihasilkan dalam penelitian sebenarnya tidak jauh berbeda dengan penelitian yang dilakukan oleh Jusepa Rio N dan Herumurti W, (2016) tentang pengolahan lindi TPA Ngipik Gresik menggunakan MBBR dengan proses Anaerobik-Aerobil-Anoksik dengan penyisihan mencapai 87%. Penelitian yang dilakukan oleh Zahra LZ dan Purwanti, (2015) menunjukkan nilai efisiensi penurunan COD sebesar 82,7% pada hari ke sepuluh. Adanya penurunan kadar COD dalam unit pengolahan air lindi dikarenakan mikroorganismenya yang melekat pada media memecah konsentrasi senyawa organik pada air limbah. Oleh karena itu, semakin lama waktu tinggal maka efisiensi penurunan kadar COD semakin besar. Permukaan media yang luas memungkinkan terjadi pembentukan biofilm yang lebih banyak dan kandungan COD yang diolah juga semakin besar.

E. Efisiensi Penurunan TSS

Total Suspended Solid atau padatan tersuspensi total (TSS) adalah residu dari padatan total yang tertahan oleh saringan dengan ukuran partikel maksimal 2 μ m atau lebih besar dari ukuran partikel koloid. Efisiensi penurunan TSS pada limbah lindi untuk setiap reaktor dengan konsentrasi limbah lindi yang berbeda

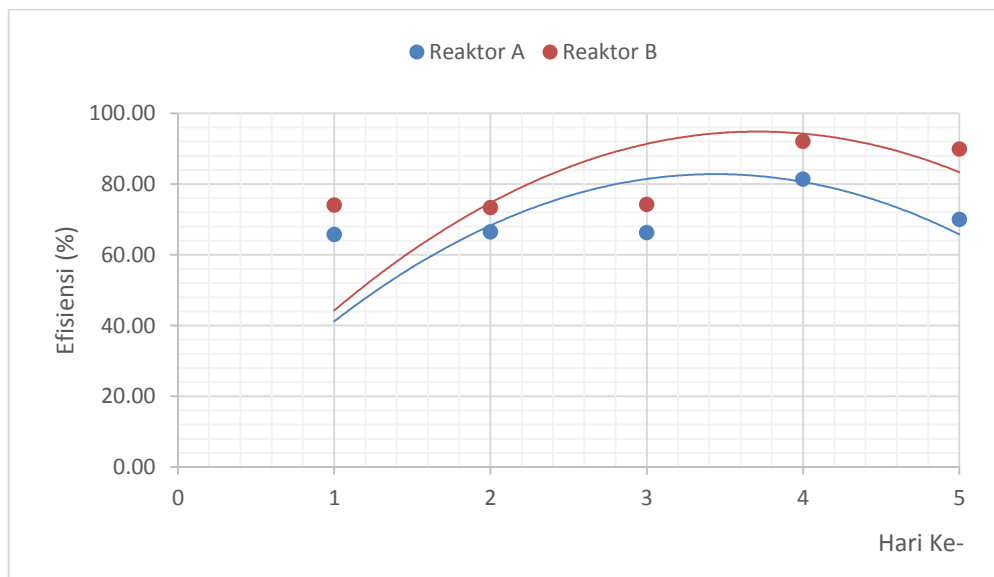
bermedia kaldness dapat diketahui setelah reaktor MBBR beroperasi. Dari hasil pengamatan selama 5 hari diperoleh efisiensi penurunan pada konsentrasi TSS setelah dilakukan analisa Laboratorium. Hasil penurunan kadar TSS pada reaktor MBBR dengan konsentrasi limbah yang berbeda-beda dapat disajikan pada tabel 3 berikut.

Tabel 3. Penurunan Kadar COD pada Reaktor A dan B

Hari ke	Reaktor A (80% lindi:20% air)		Reaktor B (60% lindi:40% air)	
	Inlet	Outlet	Inlet	Outlet
1	3680	1260	2700	700
2	3760	1260	2180	580
3	3560	1200	1940	500
4	5920	1100	3280	260
5	3600	1080	3080	310

Sumber: Hasil Penelitian, 2018

Berdasarkan data seperti pada tabel 3 di atas diketahui bahwa kadar TSS setelah perlakuan mengalami penurunan. Hasil penurunan tertinggi terdapat pada hari ke-4. Pada reaktor A diperoleh sebelum perlakuan nilai kadar TSS pada inlet menunjukkan angka 5920 mg/L dan setelah proses perlakuan didapatkan nilai kadar TSS pada outlet sebesar 1100 mg/L. pada reaktor B Sebelum perlakuan nilai kadar TSS pada inlet menunjukkan 3280 mg/L dan setelah proses perlakuan didapatkan nilai kadar TSS pada outlet menunjukkan angka 260 mg/L. Adanya penurunan kadar TSS pada air lindi disebabkan karena adanya kinerja mikroorganismen pengurai limbah dalam reaktor MBBR. Efisiensi penurunan kadar TSS dapat ditunjukkan pada gambar 3.



Gambar 3. Efisiensi Konsentrasi Kadar TSS pada Air Lindi

Efisiensi konsentrasi kadar TSS pada air lindi sudah terlihat sejak pada hari pertama penelitian. Nilai efisiensi kadar TSS tertinggi yaitu mencapai 81,42% pada reaktor A dan 92,07% pada reaktor B. kedua nilai efisiensi tertinggi semuanya terjadi pada hari ke-4 penelitian. Penerapan metode koagulasi-flokulasi pada proses fenton dalam mengolah air lindi diperoleh nilai efisiensi sebesar 51,1% (Prabowo Nur Z dkk, 2017). Sedangkan penggunaan teknologi *constructed wetland* untuk mengolah air lindi dengan *influent* 746,67 mg/L diperoleh efisiensi sebesar 80,35% (Elsa, 2011). Hal ini menunjukkan bahwa penyisihan TSS lebih dipengaruhi oleh proses fisik yaitu filtrasi oleh media serta proses biologi oleh mikroorganisme yang melekat pada media Kaldness (Surmacz, 2000 dalam Elsa, 2011). Pada penelitian yang dilakukan oleh Susanto JP dkk, (2004) menunjukan adanya efisiensi penurunan TSS menggunakan sistem koagulasi-biofilter anaerobik dengan waktu tinggal 3 jam sebesar 97.2%.

KESIMPULAN

Penerapan teknologi MBBR bermedia *kaldness* dalam mengolah beban pencemar pada lindi memberikan pengaruh yang besar terhadap efisiensi penurunan kadar COD dan TSS. Efisiensi penurunan kadar COD tertinggi terjadi pada reaktor A yaitu mencapai 73,13% dan untuk kadar TSS terjadi pada reaktor B dengan nilai efisiensi mencapai 92,07%

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan oleh penulis kepada Laboratorium Badan Lingkungan Hidup Surabaya serta Hayatullah yang telah membantu dalam proses penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Amuda. O. S. 2006. *Removal of COD and Colour from Sanitary Landfill Leachate by Using Coagulation – Feton's Process*. J. Appl. Sci. Environ. Mgt. Vol 10 (2) 49-53
- Boyd, C.E. 1990. Water quality in ponds for aquaculture. Alabama Agricultural Experiment Station, Auburn University, Alabama. 482 p.
- Brooks.,1994, *Mikrobiologi kedokteran edisi 2*. Penerbit buku kedokteran EGC. Jakarta.
- Chen W.F.J.Y. Richard Liew., 2002, *The Civil Engineering Handbook, Second Edition*
- Chen, S., Sun, D., Chung, J.-S.2008. Simultaneous Removal of COD and Amonium from Landfill Leachate Using an Anerobic-Aerobic Moving-Bed Biofilm Reactor System. Waste Management. 28 (2008) 339-346
- Dandautiya, R. 2012. *Comparative Study of Existing Leachate Treatment Methods*. International Conference on Recent Trends in Engineering and Technology 192-202
- Elsa T.J., Barti, 2011. Optimasi Efisiensi Pengolahan Lindi dengan Menggunakan Constructed Wetland. Vol 17. No 2
- Jusepa Rio N dan Herumurti W, 2016. Pengolahan Lindi TPA Ngipik Gresik Menggunakan Moving Bed Biofilm Reactor

- dengan Proses Anaerobik-Aerobik-Anoksik. *Jurnal Teknik ITS* Volume 05 Nomor 2, 2016: Halaman 254-259
- Li, W., Zhou, Q., and Hua1, T.2010. Review Article Removal of Organic Matter from Landfill Leachate by Advanced Oxidation Processes: *A Review International Journal of Chemical Engineering* Volume 2010, Article ID 270532, 10 pages doi:10.1155/2010/27053
- Machdar I, 2008. Antisipasi Sanitasi Landfill. <http://www.serambinews.com>. Diakses tanggal 29 Januari 2019.
- Maranon. E., Castrillon, L., Nava, Y.f., Mendez, A. F., Sanchez, A. F., 2009. *Tertiary Treatment of Landfill Leachates by Adsorption*. *Waste Management & Research*: 27: 527-533
- Metcalf & Eddy, Inc. 1991. *Wastewater Engineering: treatment, disposal, reuse*. 3rd. (Revised by: G. Tchobanoglous and F.L. Burton). McGraw-Hill, Inc. New York, Singapore.1334p.
- Metcalf and Eddy. 2003. *Wastewater Engineering Treatment and Reuse*. Mc Graw Hill Company, New York.
- Moersid Ali, 2004. *Pengelolaan Sampah di Indonesia*. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Mulyono. 2016. Membuat Mikroorganisme Lokal (MOL) dan Kompos dari Sampah Rumah Tangga. Jakarta: Agromedia.
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia NOMOR.P.59/Menlhk/Setjen/K
- um.1/7/2016 tentang Baku Mutu Lindi Bagi Usaha dan/atau Kegiatan Tempat Pemrosesan Akhir Sampah
- Prabowo Nur Z, Rezagama Arya, dan Hadiwidodo M, 2017. Pengolahan Air Lindi Menggunakan Metode Koagulasi Flokulasi dengan kombinasi biokoagulan sodium Alginat – koagulan Al₂SO₄ dan advanced oxidation Processes (AOPs) dengan fenton (Fe/H₂O₂). *Jurnal Teknik Lingkungan* Volume 6 Nomor 1. Halaman 1-13
- Ravichandran.M and Joshua Amarnath.D. 2012. *Performance Evaluation of Moving Bed Bio-Film Reactor Technology for Treatment of Domestic Waste Water in Industrial Are at MEPZ (Madras Exports Processing Zone), Tambaram, Chennai, India*. *Elixir Pollution* 53 (2012) 11741-11744
- Said Idaman N dan Hartaja Krishumartani R (2015). Pengolahan Air Lindi dengan Proses Biofilter Anaerob-Aerob dan Denitrifikasi. *JAI* Volume 08 No. 01: Halaman 1-20
- Sari Nanda R dan Afdal, (2017). Karakteristik Air Lindi (*Leachate*) di Tempat Pembuangan Akhir Sampah Air Dingin Kota Padang. *Jurnal Fisika Unand* Volume 6 Nomor 01 2017: Halaman 93-99
- Sugito, Binawati, D dan Al Kholif, M. 2016. The Effect of BOD Concetrate Influent to Remove Pollutant Lood in Wastewater of a chicken Slaughterhouse. *ARNP Journal of Engineering and Applied Sciences*. Vol 11: 3519-3524

- Sukawati, Trianna. 2008. *Penurunan Konsentrasi Chemical Oxygen Demand (COD) Pada Air Limbah Laundry Dengan Menggunakan Reaktor Biosand Filter Diikuti Dengan Reaktor Activated Carbo*. Yogyakarta: Tugas Akhir Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia
- Susanto JP, Ganefati SP, Muryani S dan Istiqomah SH, 2004. Pengolahan Lindi (Leachate) dari TPA dengan Sistem Koagulasi-Biofilter Anaerobik. *Jurnal Tek. Lingk-P3TL BPPT 5* (3), Halaman 167-174
- Tatsi, A.A., Zouboulis, A.I., Matis, K. A., Samaras, P. 2003. *Coagulation, Flocculation Pretreatment of Sanitary Landfill Leachates*. *Chesmosphere* 53,737-744
- Tchobanoglous, G. and Kreith, F. (2002) *Handbook of Solid Waste Management*. 2nd Edition, McGraw Hill Handbooks. New York.
- Velis, C. A., P. J. Longhurst., G. H. Drew., R. Smith., S. J. T. Pollard. 2009 *Biodrying for Mechanical –Biological Treatment of Wastes: A Review of Process Science and Engineering*. 100(11): 2747-2761
- Wahyono, S., F.L. Sahwan dan F. Suryanto. 2003. *Mengolah Sampah Menjadi Sistem Open Windrow Bergulir Skala Kawasan*. Badan Penerapan dan Pengkajian Teknologi. Jakarta.
- Widyatmoko, H dan Sintorini, 2000, *Menghindari, Menyingkirkan dan Mengolah Sampah Jakarta: Abdi Tandur Program Studi Ilmu Lingkungan Universitas Udayana*, Bogor
- Wiszniowski J., Robert D., Surmacz-Gorska J., Miksch K, Weber J.V., (2006) Landfill leachate treatment methods, A Review. *Environmental Chemistry Letters* 4: 51-61
- Yuningrat N.W., (2012) Degradasi Pencemar Organik Dalam Lindi Dengan Proses Oksidasi Lanjut. *Jurnal Analisis Kimia Vol.01, No. 2: Halaman 73-84*.
- Zahra LZ, Purwanti IF. 2015. Pengolahan limbah rumah makan proses biofilter aerobik. *Jurnal Teknik ITS*. 4(1): 2337-3539.