

**PENGARUH VARIASI WAKTU TINGGAL TERHADAP KADAR BOD, COD, DAN TSS PADA
PENGOLAHAN LINDI TPA BUKIT PINANG SAMARINDA MENGGUNAKAN SISTEM AERASI
BERTINGKAT DAN SEDIMENTASI**

Edhi Sarwono¹, Wahyu Arindra Azis², Budi Nining Widarti³

Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Mulawarman
Jalan Sambaliung No. 9 Kampus Gunung Kelua Samarinda 75119
e-mail ; fteknik.unmul@ft.unmul.ac.id

Abstract

Leachate contains organic and anorganic materials that are harmful to surface water so that need a treatment to reduce water pollute in environment. Leachate can be treated with aerobic processes using aeration and sedimentation processes to reduce levels of BOD, COD and TSS. The Purposes of this research was to determine the effect of detention time variation on the concentration of BOD, COD, and TSS using multilevel system of aeration and sedimentation. The method used in this research was a batch reactor system using a multilevel system of aeration and sedimentation. The research was conducted during one month using a variation of detention time 4 hours, 6 hours and 8 hours. In the treatment process using some reactor wastewater treatment plants obtained optimum residence time in the aeration reactor unit is 8 hours. From the results of the optimum results obtained by the BOD levels reduced as much as 91.3% from the initial 731.92 mg / L to 63.65 mg / L, COD fell as much as 39.4% from the initial 1871.42 mg / L to 1133.44 mg / L and TSS levels fell as much as 95.1% of the initial state 395, 8 mg / L to 50.4 mg / L.

1. Pendahuluan

Lindi merupakan salah satu permasalahan yang ada di Tempat Pemrosesan Akhir (TPA). Rata-rata TPA yang dibuat di Indonesia menggunakan metode *Open Dumping*, dimana sampah dikumpulkan dan ditumpuk di lahan yang telah disediakan. Dari hari ke hari sampah terus menumpuk dan bertambah banyak seiring dengan pertumbuhan penduduk. Sampah yang terus menumpuk dan terkontaminasi dengan air menyebabkan lindi yang berpotensi untuk mencemari lingkungan. Cairan pekat dari TPA yang berbahaya terhadap lingkungan dikenal dengan istilah lindi atau *Leachate*. Cairan ini berasal dari proses pencampuran (umumnya dari air hujan yang masuk kedalam tumpukan sampah), sehingga bahan-bahan terlarut dari sampah akan terekstraksi atau berbau. Lindi terdiri atas senyawa-senyawa kimia hasil dekomposisi sampah dan air yang masuk dalam tumpukan sampah. Air tersebut dapat berasal dari air hujan, saluran drainase, air tanah atau dari sumber lain di sekitar lokasi TPA. Cairan ini harus diolah dari suatu unit pengolahan sebelum dibuang ke lingkungan. Pengolahan secara aerobik adalah salah satu proses yang paling banyak dipakai untuk pengolahan air limbah. Pada dasarnya proses aerasi memiliki efektivitas yang tinggi sehingga dapat menurunkan kadar *BOD* dan *COD* pada lindi. Lindi mengandung bahan organik yang cukup tinggi yang dapat meningkatkan aktivitas *mikroorganisme* dalam proses dekomposisi bahan

pencemar yang terdapat pada lindi. Hal ini sangat berpengaruh pada proses aerasi yang berguna sebagai sumber oksigen untuk pertumbuhan bakteri atau *mikroorganisme* yang bermanfaat sebagai dekomposer untuk mengurai bahan pencemar yang terdapat pada lindi. Metode yang dipilih dalam penelitian ini adalah sistem aerasi bertingkat dan sedimentasi agar dapat menurunkan kadar *BOD*, *COD*, dan *TSS* pada lindi. Berdasarkan uraian di atas maka penulis merasa tertarik melakukan penelitian tersebut dikarenakan belum adanya penelitian pengolahan lindi menggunakan sistem aerasi bertingkat dengan variasi waktu tinggal yang berbeda dan proses sedimentasi. Serta sebagai wujud usaha memperoleh ilmu pengetahuan yang bersifat terapan untuk menambah wawasan tentang pemanfaatan dan pengelolaan lindi (*leachate*).

2. Tujuan Penelitian

Tujuan dari nilai penelitian ini adalah mengetahui pengaruh pengolahan lindi menggunakan sistem aerasi bertingkat dengan waktu tinggal yang berbeda yaitu 4 jam, 6 jam, 8 jam dan proses sedimentasi terhadap penurunan kadar *BOD*, *COD*, dan *TSS* serta mengetahui efektifitas waktu tinggal yang berbeda dan waktu tinggal optimal pada sistem aerasi bertingkat dan proses sedimentasi terhadap penurunan kadar *BOD*, *COD*, dan *TSS*.

3. Tinjauan Pustaka

3.1 Tempat Pemrosesan Akhir Sampah

Tempat pemrosesan akhir (TPA) adalah tempat untuk menimbun sampah dan merupakan bentuk tertua perlakuan sampah. TPA dapat berbentuk tempat pembuangan dalam (dimana pembuang sampah membawa sampah di tempat produksi) begitupun tempat yang digunakan oleh produsen. TPA merupakan cara paling umum untuk limbah buangan terorganisir dan tetap begitu di sejumlah tempat di dunia. Sejumlah dampak negatif dapat ditimbulkan dari keberadaan TPA seperti kerusakan infrastruktur (kerusakan ke akses jalan oleh kendaraan berat), pencemaran lingkungan setempat (seperti pencemaran air tanah oleh kebocoran dan pencemaran tanah sisa selama pemakaian TPA, begitupun setelah penutupan TPA), pelepasan gas metana yang disebabkan oleh pembusukan sampah organik (metana adalah gas rumah kaca yang berkali-kali lebih potensial daripada karbondioksida, dan dapat membahayakan penduduk suatu tempat), pembawa wabah penyakit seperti tikus dan lalat, khususnya dari TPA yang dioperasikan secara salah (Tresna, 1991).

3.2 Landfill

Proses akhir dari rangkaian penanganan sampah yang biasa dijumpai di Indonesia dilaksanakan di Tempat Pemrosesan Akhir (TPA). Pada umumnya metode pembuangan akhir sampah yang dilaksanakan di TPA berupa proses *landfilling* (pengurugan). Skema *open dumping* paling banyak diterapkan di Indonesia. Prinsip kerjanya sederhana: buang, tidak ada penanganan lebih lanjut terhadap sampah. Keuntungan utama dari sistem ini adalah murah dan sederhana. Kekurangannya, sistem ini sama sekali tidak memperhatikan sanitasi lingkungan. Sampah hanya ditumpuk dan dibiarkan membusuk sehingga menjadi lahan yang subur bagi pembiakan jenis-jenis bakteri serta bibit penyakit lain, menimbulkan bau tak sedap yang dapat tercium dari puluhan bahkan ratusan meter, mengurangi nilai estetika dan keindahan lingkungan.

Penyingkiran dan pemusnahan sampah adalah bagian yang penting dalam pengelolaan persampahan, karena metode penyingkiran sampah yang salah akan menimbulkan kerusakan lingkungan sekitarnya. *Landfill* merupakan salah satu cara saat ini yang dimiliki manusia untuk menyingkirkan limbahnya karena relatif murah, dan mudah menerima limbah. Walaupun cara ini mempunyai banyak resiko terutama akibat kemungkinan pencemaran air tanah, tetapi sampai saat ini *landfilling* akan tetap merupakan bagian yang sulit untuk dihilangkan dalam pengelolaan limbah

Sampai saat ini *landfilling* merupakan cara yang paling banyak digunakan, terutama untuk menyingkirkan limbah padat karena relatif murah dan mudah dalam menerima limbah. Pada awalnya metode *landfilling* diterapkan dengan tujuan ganda, yakni untuk pembuangan limbah padat sekaligus untuk pendayagunaan lahan terlantar yang tidak bermanfaat. Lambat laun, penggunaan *landfill* dalam sistem pengelolaan persampahan telah diterapkan secara luas di berbagai negara, hal ini terutama disebabkan penggunaan *landfill* memberikan pertimbangan yang cukup menguntungkan dari segi ekonomi dan dari segi lingkungan proses pengontrolan kemungkinan pencemaran dapat dilakukan secara optimal. Seiring dengan berjalannya waktu, berbagai data tentang dampak jangka pendek maupun jangka panjang penggunaan *landfill* mulai diperoleh dan menghasilkan suatu kesimpulan yang melahirkan kesadaran semua pihak bahwa *landfill* tidak akan lagi dapat berfungsi sebagai metode reklamasi atau perbaikan lahan apabila pemakaiannya tidak memenuhi suatu kriteria ketat dalam hal pemilihan lokasi, perancangan, konstruksi dan operasional.

3.3 Lindi

Lindi didefinisikan sebagai suatu cairan yang dihasilkan dari pemaparan air hujan pada timbunan sampah. Dalam kehidupan sehari-hari lindi ini dapat dianalogikan seperti seduhan air teh. Lindi membawa materi tersuspensi dan terlarut yang merupakan produk degradasi sampah. Komposisi lindi dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti jenis sampah terdeposit, jumlah curah hujan di daerah TPA dan kondisi spesifik tempat pembuangan tersebut. Lindi pada umumnya mengandung senyawa-senyawa organik (Hidrokarbon, Asam Humat, Asam Sulfat) dan anorganik (Natrium, Kalium, Kalsium, Magnesium, Klor, Sulfat, Fosfat, Fenol, Nitrogen dan senyawa logam berat) yang tinggi. Konsentrasi dari komponen-komponen tersebut dalam lindi bisa mencapai 1000 sampai 5000 kali lebih tinggi dari pada konsentrasi dalam air tanah (Maramis, 2008).

Cairan pekat dari TPA yang berbahaya terhadap lingkungan dikenal dengan istilah leachate atau lindi. Cairan ini berasal dari proses perkolasi/percampuran (umumnya dari air hujan yang masuk kedalam tumpukan sampah), sehingga bahan-bahan terlarut dari sampah akan terekstraksi atau berbaur. Cairan ini harus diolah dari suatu unit pengolahan aerobik atau anaerobik sebelum dibuang ke lingkungan. Tingginya kadar COD dan ammonia pada lindi (bisa mencapai ribuan mg/L), sehingga pengolahan lindi tidak boleh dilakukan sembarangan (Machdar, I, 2008).

Menurut Soemirat, (1996), Lindi adalah larutan yang terjadi akibat bercampurnya air limpasan hujan (baik melalui proses infiltrasi maupun proses perkolasi) dengan sampah yang telah membusuk dan mengandung zat tersuspensi yang sangat halus serta mikroba patogen. Dalam rangka analisis keadaan lingkungan, masalah indikator biologis perlu diketahui dan ditentukan. Indikator biologis dalam hal ini merupakan penunjuk ada tidaknya kenaikan keadaan lingkungan dari garis dasar, melalui analisis kandungan logam atau kandungan senyawa kimia tertentu yang terdapat di dalam hewan maupun tanaman. Beberapa unsur kimia atau jenis logam yang pernah dijumpai sebagai pencemar lingkungan perairan yang terdeteksi melalui indikator biologis (Wardhana, 2003).

3.4 Proses Terbentuknya Lindi

Lindi terbentuk di setiap lokasi pembuangan sampah. Pembentukan lindi merupakan hasil dari infiltrasi dan perkolasi (perembesan air dalam tanah) dari air hujan, air tanah, air limpasan atau air banjir yang menuju dan melalui lokasi pembuangan sampah (Nemerow dan Dasgupta, 1991)

Air merupakan senyawa kimia yang sangat penting bagi kehidupan umat manusia dan makhluk hidup lainnya dan fungsinya bagi kehidupan tersebut tidak akan dapat digantikan oleh senyawa lainnya. Hampir semua kegiatan yang dilakukan manusia membutuhkan air, mulai dari membersihkan diri (mandi), membersihkan ruangan tempat tinggalnya, menyiapkan makanan dan minuman sampai dengan aktivitas-aktivitas lainnya. Dalam jaringan hidup, air merupakan medium untuk berbagai reaksi dan proses ekskresi. Air merupakan komponen utama, baik dalam tanaman maupun hewan termasuk manusia. Tubuh manusia terdiri dari 60 - 70% air. Transportasi zat-zat makanan dalam tubuh semuanya dalam bentuk larutan dengan pelarut air. Juga hara-hara dalam tanah hanya dapat diserap oleh akar dalam bentuk larutannya. Oleh karena itu kehidupan ini tidak mungkin dapat dipertahankan tanpa air. Pencemaran air diakibatkan oleh masuknya bahan pencemar (polutan) yang dapat berupa gas, bahan-bahan terlarut dan partikulat. Pencemar memasuki badan air dengan berbagai cara, misalnya melalui atmosfer, tanah, limpasan (*run off*) pertanian, limbah domestik dan perkotaan, pembuangan limbah industri dan lain-lain (Effendi, 2003).

Air limbah adalah limbah dalam wujud cair yang dihasilkan oleh kegiatan industri atau kegiatan lainnya (Perda Kaltim No. 02 Tahun 2011).

3.5 Alternatif Pengolahan Lindi

Salah satu dari penanganan yang dapat dilakukan dalam pengolahan lindi, alternatifnya adalah antara lain:

1. Memanfaatkan sifat-sifat hidrolis dengan pengaturan air tanah sehingga aliran lindi tidak menuju aliran tanah;
2. Mengisolasi lahan urug *landfill* sehingga eksternal tidak masuk dan lindinya tidak keluar;
3. Mencari lahan yang mempunyai tanah dasar dengan kemampuan yang baik untuk menetralsir pencemar.
4. Mengembalikan (resirkulasi) lindi ke arah timbunan sampah.
5. Mengalirkan lindi menuju pengolahan air buangan domestik.
6. Mengolah lindi dengan unit pengolahan sendiri.

Sistem pengolahan secara alami meliputi:

1. Pengolahan dengan tanah atau *land treatment system* seperti *slow rate*, *rapid infiltration*, dan *overland flow*.
2. Pengolahan dengan menggunakan air seperti *constructed wetland* dan *natural wetland* atau pengolahan menggunakan tanaman air.

Dalam pengolahan limbah/lindi secara alami terjadi proses diantaranya penyerapan kontaminan oleh tumbuhan (fitoremediasi). Fitoremediasi merupakan teknologi yang menggunakan tanaman untuk membersihkan daerah yang terkontaminasi. Penerapan fitoremediasi dapat diklasifikasikan menjadi proses degradasi, ekstraksi, penahanan atau kombinasi ketiganya.

4. Metode Penelitian

4.1 Alat Penelitian

Adapun alat yang digunakan dalam penelitian adalah sebagai berikut:

1. Bak plastik ukuran 80 liter, 1 buah
2. Bak plastik ukuran 11 liter, 9 buah
3. *Aerator* 5 buah
4. Keran air 4 buah
5. *Beaker Glass* 1000 ml
6. Gelas Ukur 200 ml
7. Pengaduk
8. Solder Pipa
9. Lem Pipa
10. Isolasi Pipa
11. Kerucut *Imhoff*
12. Botol sampel 500 mL
13. pH Meter
14. Termometer Digital

15. Kertas Lakmus
16. Kertas label
17. Sarung tangan
18. pH meter
19. Alat Tulis

4.2 Bahan Penelitian

Adapun bahan yang digunakan dalam penelitian adalah sebagai berikut:

1. Lindi
2. Air Bersih

4.3 Metode Penelitian

Dalam Penelitian ini Pengambilan sampel lindi di TPA Bukit Pinang Kota Samarinda dilakukan dengan cara *Grab Sampling* (Sesaat). Prosedur atau cara kerja dalam pengolahan air lindi TPA menggunakan sistem aerasi bertingkat dan sedimentasi sebagai pengelolaan lanjutan yang mampu untuk menurunkan kadar BOD, COD, dan TSS agar aman untuk dibuang ke badan air.

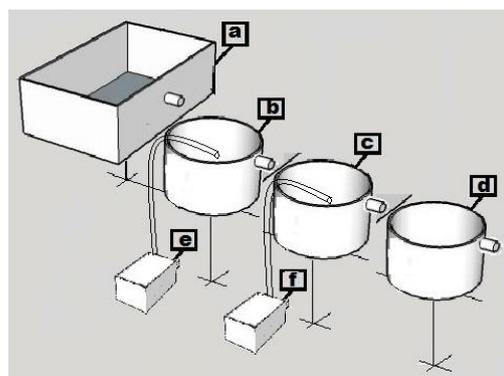
4.4 Persiapan penelitian

Lindi berasal dari TPA Bukit Pinang, Kota Samarinda yang diambil pada saat kondisi hari cerah dan tidak ada hujan sebelumnya.

1. Proses Persiapan dan Aklimatisasi
 - a. Disiapkan lindi kurang lebih 150 L.
 - b. Disiapkan 6 bak untuk menampung lindi.
 - c. Disiapkan aerator pada masing-masing bak dan dimasukan kedalam bak tersebut.
 - d. Diukur nilai pH dan suhu lindi disesuaikan dengan keadaan normal selama 7 hari.
2. Persiapan Alat & Bahan
 - a. Dilakukan perhitungan untuk menentukan debit yang masuk dan dimensi reaktor.
 - b. Dikumpulkan bahan serta alat pembuatan bak pengolahan
 - c. Dibuat reaktor untuk pengolahan lindi.
 - d. Dilakukan perangkaian bak penampung dan bak pengolahan

4.4 Desain Alat

Berikut ini adalah desain rangkaian alat instalasi pengolahan air limbah.



Gambar 4.1 Desain Alat

Keterangan:

- a. Bak Ekualisasi
- b. Bak Aerasi 1
- c. Bak Aerasi 2
- d. Bak Sedimentasi
- e. Aerator 1 dengan Air Flow 3,5 L/Menit
- f. Aerator 2 dengan Air Flow 3,5 L/Menit

4.5 Proses penelitian

1. Ditempatkan lindi kedalam bak penampung lindi untuk selanjutnya di alirkan kedalam bak aerasi secara bertingkat dan sedimentasi dengan debit yang telah ditentukan yaitu pada waktu tinggal 4, waktu tinggal 6, dan waktu tinggal 8 jam.
2. Setelah dilakukan pengulangan dengan variasi waktu tinggal yang berbeda pada setiap bak, lindi ditampung dalam bak *effluent* atau botol sampel.
3. Dilakukan pengambilan sampel setelah masing-masing bak diuji dengan variasi waktu tinggal yang berbeda yaitu selama 4 jam, 6 jam, dan 8 jam.
4. Dilakukan pengujian sampel hasil pengolahan lindi di Laboratorium untuk mendapatkan data hasil pengolahan.

5. Pembahasan dan Analisa

5.1 Deskripsi Penelitian

Sebelum lindi melalui proses pengolahan dengan menggunakan sistem aerasi bertingkat dan sedimentasi, perlu untuk diketahui bagaimana karakteristik awal lindi dari Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Bukit Pinang, Kota Samarinda. Data kualitas lindi TPA Bukit Pinang dapat dilihat pada tabel 5.1.

Tabel 5.1 Hasil Pengujian di Laboratorium

Berdasarkan tabel 5.1 hasil pengukuran kandungan COD, BOD, dan TSS pada lindi adalah 1871,42 mg/L, 731,92 mg/L, dan 395,8 mg/L bila di lihat dari ambang batas yang telah ditentukan oleh pemerintah dalam peraturan daerah provinsi KALTM No. 02 Tahun 2011 tentang pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air yaitu kadar BOD sebesar 50 mg/l, COD sebesar 100 mg/l dan kadar TSS sebesar 200 mg/L maka dapat dikatakan bahwa kadar BOD, COD dan TSS pada lindi dari TPA Bukit Pinang masih melewati ambang batas yang telah ditentukan. Hasil pengukuran BOD, COD dan TSS ini menandakan tingginya komposisi bahan organik pada sampah di TPA Bukit Pinang.

5.2 Analisis Kadar BOD, COD,dan TSS

No	Parameter	Sebelum Perlakuan	Perlakuan dengan variasi waktu 4,6,dan 8 jam	Satuan	
1	BOD	731,92	4 jam	137,74	mg/l
2			6 jam	128,04	mg/l
3			8 jam	63,65	mg/l

1. Kualitas BOD

Pada penelitian yang dilakukan, salah satu parameter yang diteliti adalah perubahan kadar BOD terhadap variasi waktu tinggal. Variasi yang dilakukan meliputi perlakuan variasi waktu tinggal selama 4, 6,dan 8 jam. Adapun hasil analisa BOD disajikan dalam tabel.

Tabel 5.2 Parameter BOD

Berdasarkan tabel jika dibandingkan kandungan BOD awal dengan kandungan BOD setelah dilakukan pengolahan terlihat kandungan BOD air limbah mengalami penurunan pada semua variasi perlakuan. Dari variasi waktu tinggal dapat dilihat bahwa waktu tinggal 4 jam dan 6 jam kurang efektif untuk membantu penjernihan air limbah, sedangkan pada waktu tinggal 8 jam terjadi penurunan maksimal.

2. Kualitas COD

Parameter lainnya yang digunakan dalam analisa kualitas olahan air limbah TPA Bukit Pinang Samarinda adalah COD. Variasi perlakuan yang dilakukan juga adalah dengan lama waktu 4, 6, dan 8 jam. Hasil analisa kualitas COD sebelum dan sesudah pengolahan dapat dilihat pada tabel sebagai berikut:

Tabel 5.3 Parameter COD

No	Parameter	Sebelum Perlakuan	Perlakuan dengan variasi waktu 4,6,dan 8 jam	Satuan	
1	COD	1871,42	4 jam	1792,42	mg/l
2			6 jam	1186,16	mg/l
3			8 jam	1133,44	mg/l

Berdasarkan tabel dapat dilihat kandungan COD sebelum dilakukan pengolahan air limbah masih dalam keadaan tinggi, setelah dilakukan pengolahan dengan divariasikannya waktu tinggal dapat dilihat terjadi penurunan kadar COD yang sangat rendah pada variasi waktu 4 jam yaitu dari 1871,42 mg/l hanya turun menjadi 1792,42 mg/l. Pada variasi waktu 6 jam terjadi penurunan yang cukup tinggi yaitu 1186,16 mg/l dan variasi waktu 8 jam menjadi 1133,44 mg/l.

3. Kualitas TSS

Parameter lainnya yang digunakan dalam analisa kualitas olahan air limbah TPA Bukit Pinang Samarinda adalah TSS. Variasi perlakuan yang dilakukan juga adalah dengan lama waktu 4, 6, dan 8 jam. Hasil analisa kualitas TSS sebelum dan sesudah pengolahan dapat dilihat pada tabel sebagai berikut :

Tabel 5.4 Parameter TSS

No	Parameter	Sebelum Perlakuan	Perlakuan dengan variasi waktu 4,6,dan 8 jam	Satuan	
1	TSS	395,8	4 jam	214,4	mg/l
2			6 jam	68,8	mg/l
3			8 jam	50,4	mg/l

Berdasarkan tabel dapat dilihat kandungan TSS setelah dilakukan pengolahan terjadi penurunan kadar TSS yang cukup tinggi dan pada variasi

Parameter	Satuan	Konsentrasi	Baku Mutu Badan Air Penerima (Perda Kaltim No. 02 Tahun 2011)
BOD	(mg/L)	731,92	50
COD	(mg/L)	1871,42	100
TSS	(mg/L)	395,8	200
pH		8,3	6-9

waktu tinggal 8 jam terjadi penurunan TSS yang optimal yaitu dari 395,8 mg/l menjadi 50.4 mg/l.

5.3 Analisis Pemberian Variasi Waktu Tinggal

Aerasi adalah penambahan oksigen kedalam air sehingga oksigen terlarut di dalam air semakin

tinggi. Pada prinsipnya aerasi itu mencampurkan air dengan udara atau bahan lain sehingga air yang beroksigen rendah kontak dengan oksigen atau udara. Aerasi termasuk pengolahan secara fisika, karena lebih mengutamakan unsur mekanisasi dari pada unsur biologi. Aerasi merupakan proses pengolahan dimana air dibuat mengalami kontak erat dengan udara dengan tujuan meningkatkan kandungan oksigen dalam air tersebut. Dengan meningkatnya oksigen zat-zat mudah menguap seperti hidrogen sulfida dan metana yang mempengaruhi rasa dan bau dapat dihilangkan. Kandungan karbondioksida dalam air akan berkurang. Mineral yang larut seperti besi dan mangan akan teroksidasi membentuk endapan yang dapat dihilangkan dengan sedimentasi. Setelah dilakukan penelitian diperoleh bahwa pada pemberian variasi waktu tinggal oksigen pada bak aerasi diperoleh hasil bahwa waktu tinggal yang paling lama adalah waktu tinggal yang paling optimal yaitu selama 8 jam. Hal ini disebabkan pada saat proses aerasi yaitu ketika proses air limbah di kontakkan dengan oksigen maka terjadi proses peningkatan kadar oksigen dalam air limbah. Sehingga menurunkan angka kebutuhan oksigen biologis maupun kebutuhan oksigen kimiawi dalam air. Jadi, semakin banyak oksigen, maka akan semakin baik kualitas air tersebut.

Metode aerobik adalah metode dengan menggunakan bakteri aerob yang dapat berfungsi secara optimal bila tersedia udara sebagai sumber kehidupan. Sebenarnya fungsi udara adalah untuk menyediakan oksigen bagi kehidupan bakteri. Proses aerobik dapat dilakukan melalui dua mekanisme dasar, yaitu proses pembentukan suspensi dan proses pelekatan suspensi.

Prinsip pengolahan biologis adalah memanfaatkan aktivitas mikroorganisme pada fase pertumbuhan seperti dimaksud diatas. Nutrien yang berupa bahan-bahan organik dapat tereduksi dengan cepat untuk keperluan pertumbuhan sel yang bersifat ekponensial. Akibatnya nutrien (bahan organik) akan cepat habis, dan selanjutnya sel akan mengalami kematian. Dalam siklus hidupnya, sel mikroorganisme mengalami 4 fase yaitu:

1. Fase Lag : yakni merupakan fase adaptasi bagi mikroorganisme untuk menyesuaikan diri dengan lingkungan yang baru. Pada mulanya mikroorganisme berkembang biak secara konstan dan agak lambat pertumbuhannya karena adanya suasana baru dalam air limbah tersebut. Biasanya fase ini terjadi pada tangki buffer/tangki penyalaras.
2. Fase pertumbuhan : dalam fase ini mikroorganisme tumbuh dan berkembang secara ekponensial apabila fase lag dapat

dilalui dengan berhasil. Fase pertumbuhan ini terjadi pada tangki aerasi/reaktor.

3. Fase stasioner : pada fase ini mikroorganisme tidak mengalami perkembangan biakan karena persediaan nutrien sudah hampir habis digunakan pada fase pertumbuhan. Fase ini terjadi pada tangki aerasi.
4. Fase kematian : setelah nutrien benar-benar habis, mikroorganisme akan mengoksidasi diri sendiri dan tidak menghasilkan sel baru dan akhirnya akan mati.

6. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa :

1. Pengolahan air lindi TPA menggunakan sistem aerasi bertingkat dan sedimentasi dengan variasi waktu tinggal yang berbeda yaitu selama 4 jam, 6 jam, dan 8 jam dapat menurunkan kadar BOD, COD, dan TSS.
2. Pada pengolahan lindi dengan sistem aerasi secara bertingkat dan proses sedimentasi dapat menurunkan kadar BOD, COD, dan TSS secara efisien. Pada kadar BOD efisiensi penurunan pada variasi waktu tinggal 4 jam adalah 81,2%, waktu tinggal 6 jam adalah 82,5% dan pada waktu tinggal 8 jam adalah 91,3%, pada kadar COD efisiensi penurunan pada variasi waktu tinggal 4 jam adalah 4,2%, waktu tinggal 6 jam adalah 36,6% dan pada waktu tinggal 8 jam adalah 39,4%, dan pada kadar TSS efisiensi penurunan pada variasi waktu tinggal 4 jam adalah 45,8%, waktu tinggal 6 jam adalah 82,6% dan pada waktu tinggal 8 jam adalah 95,1%.
3. Untuk waktu tinggal penurunan kadar BOD, COD, dan TSS yang optimal berada pada variasi waktu tinggal selama 8 jam.

Daftar Pustaka

- Achmad, R. 2004. *Kimia Lingkungan*. Andi. Yogyakarta.
- Alaerts, G. dan Santika, S.S. 1984. *Metode Penelitian Air*. Usaha Nasional. Surabaya.
- Asmadi., Suharno. 2012. *Dasar-Dasar Teknologi Pengolahan Air Limbah*. Gosyen Publishing: Yogyakarta.
- Damanhuri, E. 2008. *Diktat Landfilling Limbah*. Penerbit ITB. Bandung.
- Eddy & Metcalf. 2003. *Wastewater Engineering: Treatment and Reuse*. Edisi IV. McGraw Hill Inc. New York.

Fardiaz, S. 1992. *Polusi Air dan Udara*. Kanisius.Yogyakarta.

Junaidi & Hatmanto. 2006. *Analisis Teknologi Pengolahan Limbah Cair Pada Industri*.Surabaya.

Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 51 Tahun 1995 tentang *Baku Mutu Limbah Cair bagi Kegiatan Industri*.

Kahar, A., Ghitarina, dan Susi S., 2012. Pengaruh Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Sampah Terhadap Kualitas Air Sekitar, *Prasiding Seminar Nasional, Aplikasi Teknolog Prasarana Wilayah (ATPW), 11 juli 2012,ISSN 2301-6752, p.HI-7*, Surabaya.

Kristanto, P., 2002, *Ekologi Industri*, Andi, Yogyakarta.