

STUDI PENGARUH AERASI DAN RESIRKULASI LINDI TERHADAP LAJU PROSES DEGRADASI SAMPAH PADA *BIOREACTOR LANDFILL*

Syafrudin*), Bambang Pujiyanto, Sri Eko Wahyuni **), Dian Eni Sunarni , Monalisa ***)

Abstrak

On the conventional landfill, the waste degradation requires a lot of time to make it through and it produces a methane gas from an anaerobic which could be dangerous if there is not an optimal processing. On this research, the writer uses 7 experimental reactors, 6 reactors given aeration treatments and leachate recirculation. The variations which have done in the research is leachate recirculation debit, namely (10 and 15) ml/minutes and continual leachate's flowing system and aeration variation, namely (3, 2, and 1)ml/minutes everyday. The parameter which is measured is the reduction of waste volume, temperature, PH, BOD and COD for weekly analysis. The results of the analysis are that the aeration of 1 ml/minutes with leachate recirculation of 15 ml/minutes is the best of aeration condition and it can increase the settlement process and reduction of BOD and COD concentration in a short time of leachate. This reactor can increase the volume reduction as much as 14,14 % in six week and it is bigger than control reactor. The concentration reduction of BOD is from 718, 24 mg/l becomes 88,44 mg/l and the reduction of COD is from 1285,58 mg/l becomes 893,44 mg/l
Keywords : Landfill, waste degradation, aerobic, aeration, leachate recirculation

Pendahuluan

Volume sampah yang kian hari kian meningkat, menjadi agenda khusus bagi kota-kota besar dan wilayah urban sekitarnya yang perlu ditangani secara serius. Walaupun secara alamiah semua jenis sampah dapat terurai, namun proses penguraian membutuhkan waktu yang lama. Sementara dalam masa tunggu penguraian tersebut, sampah dinilai dapat menimbulkan bencana bagi tempat yang dijadikan alokasi pembuangannya (Suriawirya U, 2005).

Gas metan merupakan hasil dari proses penguraian sampah secara anaerobik. Penambahan aerasi ke dalam timbunan sampah diharapkan dapat menghasilkan suasana aerobik, sehingga dapat mengurangi gas metan yang dihasilkan. Selain itu proses degradasi secara aerobik dapat berlangsung lebih cepat sehingga diharapkan dapat mengurangi akumulasi sampah (Anonim, 2008).

Bioreactor landfill merupakan metoda pengembangan dan konvensional landfill yang bertujuan mempercepat proses degradasi sampah yang tertimbun di dalam landfill. Prinsip utama adalah menjaga kondisi optimum agar mikroorganisme yang mendegradasi sampah dapat bekerja dengan baik. Faktor terpenting yang mempengaruhi aktivitas mikroorganisme ini adalah kelembaban sampah. Air yang biasanya ditambahkan adalah dengan melakukan resirkulasi lindi, penambahan limbah cair domestik atau lumpur tinja (Warmadewanthi, 2008).

Melihat kondisi tersebut maka diperlukan penelitian untuk mengatasi masalah dengan menggunakan metode bioreaktor landfill. Dilakukan penelitian dengan perlakuan kombinasi aerasi dan resirkulasi lindi dalam proses degradasi sampah pada *bioreactor landfill* dengan penambahan cairan eksternal lumpur tinja sebagai penghasil lindi untuk mengetahui pengaruh-

nya terhadap laju proses degradasi sampah.

Penelitian ini hanya dibatasi pada pengaruh perlakuan kombinasi aerasi dan resirkulasi lindi terhadap laju proses degradasi sampah dengan penambahan cairan eksternal berupa lumpur tinja sebagai penghasil lindi dalam *bioreaktor landfill*. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan menentukan pengaruh kombinasi aerasi dan resirkulasi lindi dengan penambahan cairan eksternal lumpur tinja pada laju proses degradasi sampah dalam *bioreactor landfill*, Menentukan debit aerasi dan resirkulasi lindi yang harus diberikan untuk memperoleh kondisi aerobik yang terbaik dalam proses degradasi sampah dalam *bioreaktor landfill* dan menentukan efektifitas penggunaan bioreaktor landfill secara aerobik dan resirkulasi lindi dengan penambahan cairan eksternal lumpur tinja sebagai penghasil lindi terhadap laju proses degradasi sampah?

Penelitian dilakukan dalam skala laboratorium dengan menggunakan reaktor berupa tong plastik dengan volume 50 liter. Sampah yang digunakan dalam penelitian ini diambil dari TPA Jatibarang, Semarang berupa sampah organik. Parameter utama yang diteliti adalah volume sampah, temperatur sampah, pH, BOD, COD lindi yang dihasilkan. Dilakukan penambahan lumpur tinja selama 1 minggu pertama atau sampai dihasilkan lindi kedalam reaktor-reaktor penelitian termasuk reaktor kontrol.

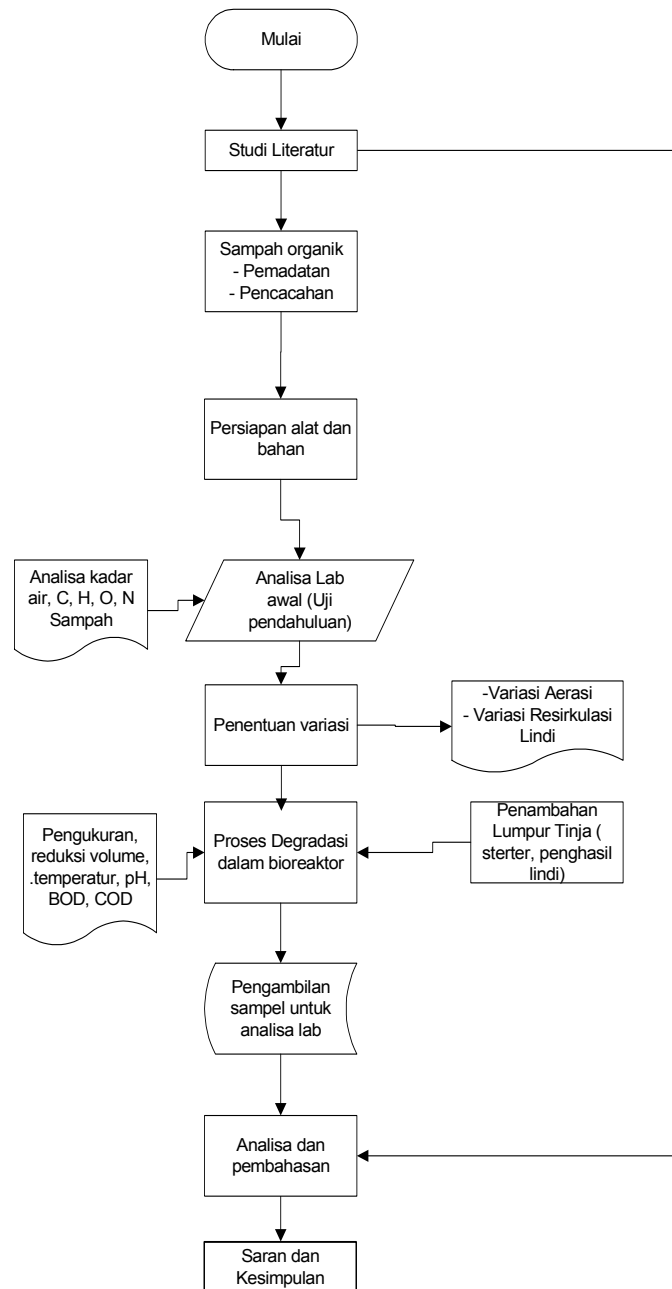
Hasil penelitian ini diharapkan bermanfaat sebagai salah satu alternatif pengolahan sampah TPA menggunakan konsep bioreaktor landfill. Selain itu penelitian ini diharapkan bisa menjadi penelitian awal yang nantinya bisa dikembangkan untuk penelitian selanjutnya.

*) Staf Pengajar Jurusan T.Lingkungan FT Undip

**) Staf Pengajar Jurusan T.Sipil FT Undip

***) Mahasiswa Alumni T.Lingkungan FT Undip

METODOLOGI



Analisis Dan Pembahasan

Hasil Analisis Pendahuluan

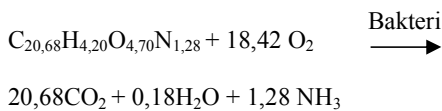
Tabel Hasil Analisis Pendahuluan Sampah Organik

Unsur yang dianalisa	Kandungan dalam %
Kadar air	23,26
C	20.68
N	1,28
H	4,20
O	4,70

Sumber : Hasil Analisis laboratorium, 2009

Hasil Analisis kebutuhan Aerasi

Dari data yang didapatkan diperoleh kebutuhan aerasi sebesar :



Konsentrasi $O_2 =$

$$\frac{18,42 \times 32}{[(12 \times 20,68) + (1 \times 4,20) + (16 \times 4,70) + (14 \times 1,28)]}$$

$$\text{Konsentrasi } O_2 = \frac{589,44}{345}$$

$$\text{Konsentrasi } O_2 = 1,706 \text{ g } O_2$$

$$\text{Densitas } O_2 = 1,43 \text{ gram/ liter (1 atm)}$$

$$O_2 = \frac{1,706}{1,43}$$

$$O_2 = 1,193 \text{ liter } O_2$$

Jadi dibutuhkan 1,193 liter O_2 untuk 1 kg sampah dengan umur sampah 7 hari. Sehingga untuk 10 kg sampah dibutuhkan O_2 sebesar :

$$1,193 \text{ liter } O_2 \times 10 \text{ kg} = 11,93 \text{ liter } O_2 / 7 \text{ hari}$$

$$\text{Jadi jumlah } O_2 \text{ yang dibutuhkan} = \frac{11,93}{7}$$

Jadi jumlah O_2 yang dibutuhkan = 1,704 liter O_2 / hari
 Jadi jumlah O_2 yang dibutuhkan = 1,183 ml O_2 / menit untuk tiap harinya Dilakukan aerasi dengan menggunakan aerator 800 ml/menit

- 0,5 O_2 teoritis = 0,5915 ml/menit (1 menit/hari)
- 1 O_2 teoritis = 1,1830 ml/menit (2 menit/hari)
- 1,5 O_2 teoritis = 1,7745 ml/menit (3 menit/hari)

Kondisi Tiap Parameter Selama Penelitian

- R1 = reaktor dengan aerasi 3 ml/menit dan resirkulasi lindi 15 ml/menit
- R2 = reaktor dengan aerasi 2 ml/menit dan resirkulasi lindi 15 ml/menit
- R3 = reaktor dengan aerasi 1 ml/menit dan resirkulasi lindi 15 ml/menit
- R4 = reaktor dengan aerasi 3 ml/menit dan resirkulasi lindi 10 ml/menit

- R5 = reaktor dengan aerasi 2 ml/menit dan resirkulasi lindi 10 ml/menit
- R6 = reaktor dengan aerasi 1 ml/menit dan resirkulasi lindi 10 ml/menit
- RK = reaktor kontrol tanpa aerasi dan resirkulasi lindi

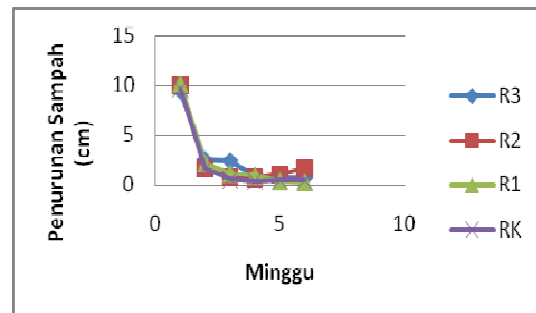
Parameter Volume Sampah

Penambahan Aerasi Pada Volume Sampah untuk Reaktor dengan Resirkulasi Lindi 15 ml/menit.

Tabel
Penurunan Sampah Tiap Reaktor dalam cm

Reaktor	Minggu					
	I	II	III	IV	V	VI
R1	10.1	2.1	1.1	0.9	0.3	0.2
R2	10.0	1.6	0.8	0.7	1.0	0.6
R3	9.4	2.5	2.4	0.9	0.7	0.7
RK	9.7	1.7	0.6	0.4	0.5	0.5

Sumber : Hasil Analisa, 2009



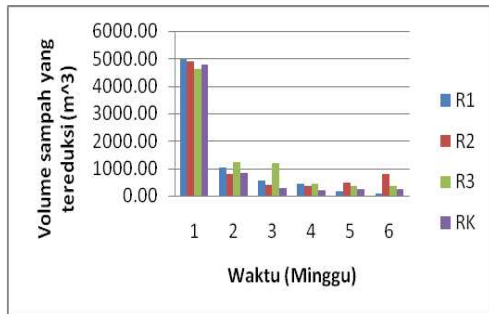
Gambar

Grafik Penurunan Sampah Tiap Minggu
 Sumber : Data Primer, 2009

Tabel
Prosentasi Degradasi Volume Sampah
 Pada Tiap-tiap Reaktor

Reaktor	Penurunan sampah (cm)	Volume sampah tereduksi (m^3)	Volume sampah akhir (m^3)	reduksi volume sampah (%)
R1	14.7	7212.187	9125.625	44.14
R2	15.7	7702.812	8144.375	48.60
R3	16.6	8144.375	7261.250	52.86
RK	13.4	6574.375	10401.25	38.72

Sumber : Hasil Analisa, 2009



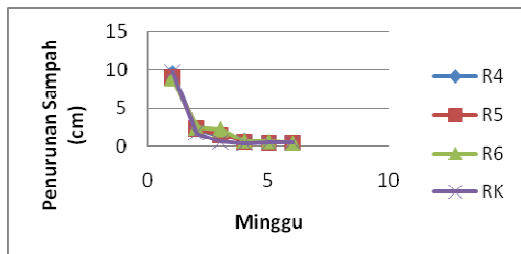
Grafik Reduksi Volume Sampah Tiap Minggu
Sumber : Data Primer, 2009

Pengaruh Penambahan Aerasi Pada Volume Sampah untuk Reaktor dengan Resirkulasi Lindi 10 ml/menit.

Tabel 4.8
Penurunan Sampah Tiap Reaktor (cm)

Reaktor	Minggu					
	I	II	III	IV	V	VI
R4	9.6	2.3	1.4	0.9	0.5	0.5
R5	9.1	2.4	1.5	0.7	0.5	0.5
R6	8.9	2.5	2.3	0.8	0.7	0.5
RK	9.7	1.7	0.6	0.4	0.5	0.5

Sumber : Hasil Analisa, 2009

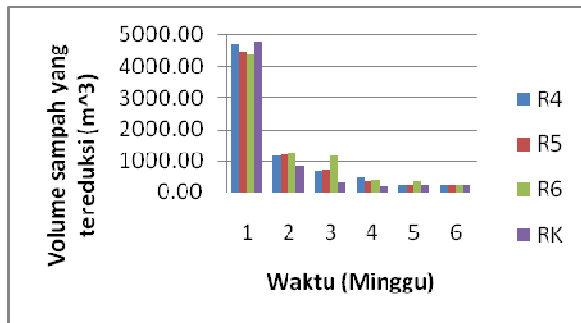


Gambar
Grafik Penurunan Sampah Tiap Minggu
Sumber : Data Primer, 2009

Tabel
Prosentasi Degradasi Volume Sampah Pada Tiap-tiap Reaktor

Reaktor	Penurunan sampah (cm)	Volume sampah awal (m ³)	Volume sampah tereduksi (m ³)	Volume sampah akhir (m ³)	reduksi volume sampah (%)
R4	15.2	16092.5	46.34146	16092.5	46.34
R5	14.7	16337.8	44.14414	16337.8	44.14
R6	15.7	15847.1	48.60681	15847.1	48.60
RK	13.4	16975.6	38.72832	16975.6	38.72

Sumber : Hasil Analisa, 2009



Gambar
Grafik Reduksi Volume Sampah Tiap Minggu
Sumber : Data Primer, 2009

Makin banyak mendapatkan udara makin cepat proses pembusukan berarti memperpendek lamanya proses degradasi sebab makin meningkatkan aktivitas jasad renik dalam proses perombakan (Tchobanoglous et al, 1993 dalam Harsanto, 2008). Berdasarkan gambar dapat kita lihat bahwa penambahan aerasi belum tentu memperbesar reduksi volume sampah, hal ini disebabkan karena kelembaban sampah kurang sesuai untuk bakteri untuk mendegradasi materi organik dalam sampah.

Pengaturan udara yang ditambahkan sangat berpengaruh dalam proses degradasi sampah. Jika udara yang ditambahkan terlalu sedikit, maka proses akan cenderung dalam keadaan anaerobik. Sedangkan jika udara yang ditambahkan terlalu besar maka kelembaban akan cepat menurun sehingga diperlukan resirkulasi lindi dalam kuantitas yang cukup besar. Jumlah udara yang cukup ke semua bagian tumpukan sampah diperlukan untuk memasok kebutuhan oksigen mikroba dan mengeluarkan karbon dioksida yang dihasilkan. (Wahyono dkk, 2003). Pemberian aerasi 1 ml/menit pada resirkulasi lindi 15 ml/menit menyebabkan reduksi volume sampah yang lebih besar daripada pemberian aerasi 1 ml/menit dengan resirkulasi lindi 10 ml/menit. Sehingga dapat dikatakan bahwa proses degradasi R3 lebih baik daripada proses degradasi R6.

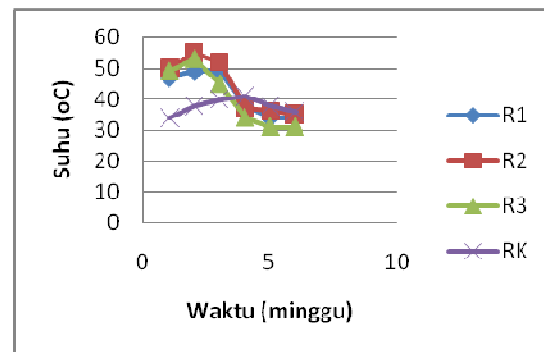
Parameter Temperatur Sampah

Pengaruh Aerasi Pada Temperatur ampah untuk Resirkulasi Lindi 15 ml/menit

Tabel 4.14
Temperatur Sampah (°C) Selama Penelitian

Reaktor	Minggu					
	I	II	III	IV	V	VI
R1	47	56	49	38	34	34
R2	50	55	51	37	36	35
R3	49	53	45	34	31	31
RK	36	38	40	40	38	36

Sumber : Hasil Analisa, 2009



Gambar
Grafik Perubahan Suhu Tiap Minggu
Sumber : Data Primer, 2009

Berdasarkan grafik, didapatkan bahwa resirkulasi lindi dapat mempertahankan kondisi optimum proses degradasi sampah, untuk pemberian aerasi 1 ml/menit. Pemberian aerasi yang lebih besar dari 1 ml/menit memerlukan resirkulasi lindi yang lebih besar untuk mempertahankan sampah dalam kondisi *Mesophilic*.

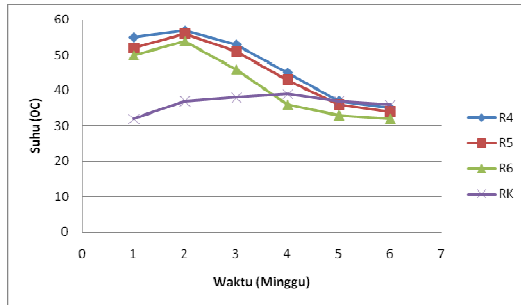
Pada R1 dan R2 yang mendapatkan aerasi lebih besar daripada R3, terlihat bahwa terjadi kekurangan lindi. Hal ini menyebabkan temperatur sampah hingga minggu ketiga berada dalam kondisi *thermophilic* (40°C - 70°C). pada kondisi ini proses degradasi sampah yang dilakukan oleh bakteri tidak dapat berlangsung dengan baik.

Pengaruh Aerasi Pada Temperatur Sampah untuk Resirkulasi Lindi 10 ml/menit

Tabel
Temperatur Sampah (°C) Selama Penelitian

Reaktor	Minggu					
	I	II	III	IV	V	VI
R4	55	57	53	45	41	36
R5	52	56	51	43	40	34
R6	50	54	46	36	33	32
RK	32	37	38	39	37	36

Sumber : Hasil Analisa, 2009



Gambar
Grafik Perubahan Suhu Tiap Minggu
Sumber : Data Primer, 2009

Pada grafik dapat dilihat bahwa pada resirkulasi lindi 10 ml/menit, pemberian aerasi yang paling baik terjadi pada R6 yang mendapatkan aerasi 1 ml/menit. Pada reaktor ini dapat dilihat bahwa sejak minggu ke-4 resirkulasi lindi yang diberikan telah dapat mempertahankan sampah berada dalam kondisi *Mesophilic*. Kondisi ini merupakan kondisi optimum untuk proses degradasi sampah. Sedangkan R4 dan R5 tetap berada pada kondisi *Thermophilic* hingga minggu ke-5. Hal ini menunjukkan bahwa R4 dan R5 yang mendapatkan aerasi yang lebih besar daripada R6 memerlukan memerlukan resirkulasi lindi yang lebih besar juga.

Pada reaktor kontrol sendiri tidak terjadi kenaikan suhu yang terlalu tinggi, karena respirasi anaerobic yang terjadi kurang efisien dalam proses degradasi sampah sehingga waktu yang diperlukan untuk proses stabilisasi menjadi lebih lama.

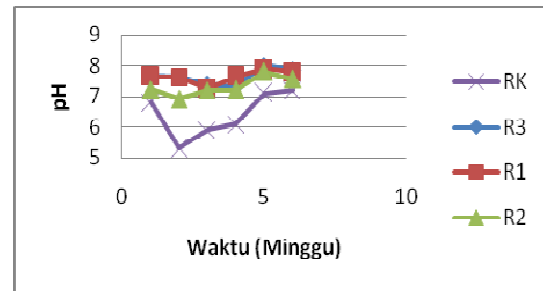
Parameter pH Lindi

Pengaruh Pemberian Aerasi pada Nilai pH Lindi untuk Reaktor Dengan Resirkulasi Lindi 15 ml/menit

Tabel
pH Lindi Sampah Tiap Reaktor

Reaktor	Minggu					
	I	II	III	IV	V	VI
R1	7.65	7.63	7.25	7.64	7.89	7.77
R2	7.23	6.91	7.19	7.22	7.8	7.56
R3	7.67	7.62	7.38	7.33	8.01	7.86
RK	6.8	5.3	5.9	6.1	7.1	7.2

Sumber : Hasil Analisa, 2009



Gambar
Grafik Perubahan Nilai pH Tiap Minggu
Sumber : Data Primer, 2009

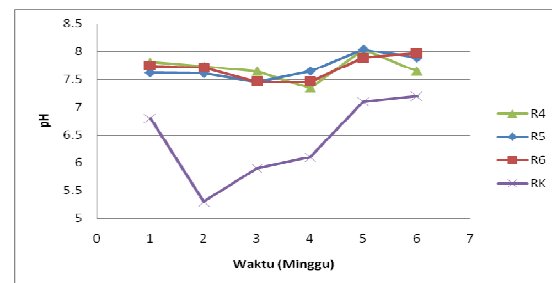
Pada grafik dapat kita lihat bahwa penambahan udara yang diberikan menyebabkan pH lindi menjadi netral. Hal ini disebabkan penambahan udara telah mengurangi reaksi fermentasi yang terjadi dalam suasana anaerobik. Fermentasi tersebut menghasilkan sejumlah besar asam organik yang dapat menurunkan pH. Penurunan pH ini sejalan dengan kenaikan suhu, hal ini disebabkan pada awal degradasi sampah terjadi proses degradasi bahan-bahan organik yang kompleks dan bersifat reaktif menjadi asam organik sederhana. Nilai pH berangsur-angsur naik karena adanya sejumlah mikroorganisme yang memakan asam-asam organik tersebut menjadi produk akhir. Kemudian pH kembali menuju pH netral kembali. Hal ini merupakan fase pendinginan dimana terjadi proses nitrifikasi oleh bakteri yang mengubah ammonia menjadi nitrat. Pada fase pendinginan tersebut terjadi proses penguraian bahan resisten seperti lignin, hemiselulose dan selulose oleh fungi dan actinomycetes.

Pengaruh Pemberian Aerasi pada Nilai pH Lindi untuk Reaktor Dengan Resirkulasi Lindi 10 ml/menit

Tabel
pH Lindi Sampah Tiap Reaktor

Reaktor	Minggu					
	I	II	III	IV	V	VI
R4	7.81	7.73	7.65	7.35	8.03	7.65
R5	7.62	7.61	7.46	7.65	8.04	7.89
R6	7.74	7.71	7.46	7.46	7.89	7.97
RK	6.8	5.3	5.9	6.1	7.1	7.2

Sumber : Hasil Analisa, 2009



Gambar
Grafik Perubahan Nilai pH Tiap Minggu
Sumber : Data Primer, 2009

Parameter BOD dan COD Lindi Sampah yang Dihasilkan
Pengaruh Aerasi Pada BOD dan COD Lindi untuk Resirkulasi Lindi 15 ml/menit

Tabel
BOD Lindi (mg/l) Selama Penelitian

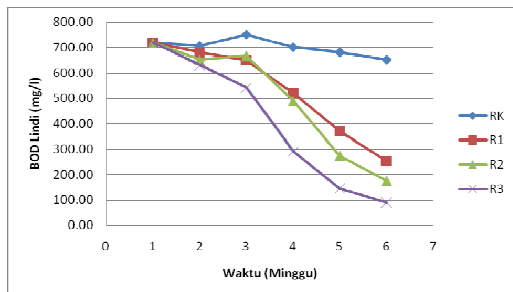
Reaktor	Minggu					
	I	II	III	IV	V	VI
R1	718.24	680.40	650.35	521.38	371.15	253.67
R2	718.24	652.10	668.40	489.87	275.28	175.91
R3	718.24	631.22	542.31	291.80	144.82	88.44
RK	718.24	705.35	750.11	700.48	680.92	652.48

Sumber : Hasil Analisa, 2009

Tabel
COD Lindi (mg/l) Selama Penelitian

Reaktor	Minggu					
	I	II	III	IV	V	VI
R1	1285.58	1256.40	1165.72	1117.20	1121.41	1113.91
R2	1285.58	1293.12	1236.40	1087.13	1125.82	1015.21
R3	1285.58	1193.79	1135.28	1012.31	998.78	893.44
RK	1285.58	1320.32	1270.56	1503.42	1293.55	1278.92

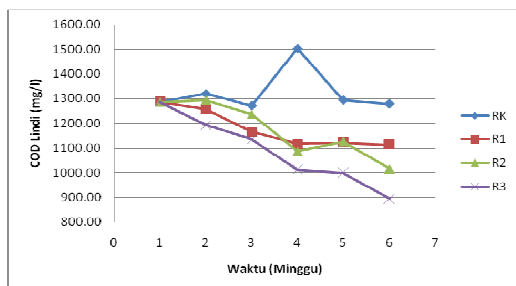
Sumber : Hasil Analisa, 2009



Gambar

Grafik Penurunan BOD Tiap Minggu

Sumber : Hasil Analisa Laboratorium, 2009



Gambar

Grafik Penurunan COD Tiap Minggu

Sumber : Hasil Analisa Laboratorium, 2009

Grafik penurunan BOD dan COD diatas menunjukkan bahwa BOD dan COD mengalami penurunan seiring dengan waktu. Pada grafik tersebut dapat kita lihat bahwa perlakuan aerasi dan resirkulasi lindi pada R3 menyebabkan BOD dan COD lindi turun paling cepat sampai kondisi dibawah standar baku mutu pada minggu ke 6. Sementara reaktor kontrol yang tidak mendapatkan aerasi dan resirkulasi lindi pada

minggu ke 6 belum mencapai standar baku mutu, begitu juga reaktor 1 dan 2 yang mendapat aerasi lebih besar dibandingkan dengan R3. Makin banyak mendapatkan udara makin cepat proses pembusukan berarti memperpendek lamanya proses degradasi sebab makin meningkatkan aktivitas jasad renik dalam proses perombakan (Tchobanoglous et al, 1993 dalam Harsanto, 2008). Namun dalam *bioreactor landfill* sangat diperhatikan tingkat kelembaban agar mikroorganisme yang mendegradasi sampah dapat bekerja optimum. Hal ini bisa dilihat pada R1 dan R2, meskipun reaktor ini mendapatkan aerasi yang lebih besar ternyata BOD dan COD lebih besar dari pada BOD dan COD lindi pada R3. Hal ini menunjukkan bahwa masih ada materi-materi organik yang belum terdegradasi oleh bakteri pada R1 dan R2.

Dari hasil analisis laboratorium menunjukkan bahwa pada minggu ke 6, BOD dan COD lindi yang dihasilkan dari proses degradasi sampah telah memenuhi standar dengan nilai BOD 88,44 mg/l dan nilai COD 893,44 mg/l. Nilai BOD dan COD lindi tersebut bisa dijadikan indicator bahwa sampah telah stabil yaitu nilai BOD dibawah 100 mg/l dan nilai COD dibawah 1000 mg/l (Reinhart, 1998)

Pengaruh Aerasi Pada BOD dan COD Lindi Sampah untuk Resirkulasi Lindi 10 ml/menit

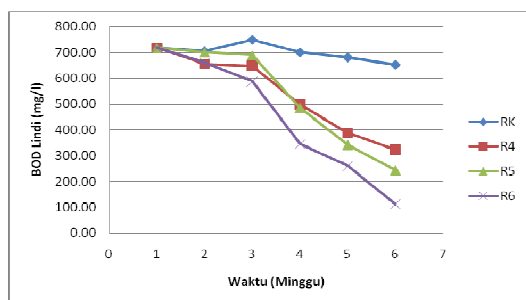
Tabel
BOD Lindi (mg/l) Selama Penelitian

Reaktor	Minggu					
	I	II	III	IV	V	VI
R4	718.24	655.12	648.32	498.52	388.15	322.14
R5	718.24	701.20	689.50	485.46	342.10	243.83
R6	718.24	659.32	588.43	345.42	260.85	112.56
RK	718.24	705.35	750.11	700.48	680.92	652.48

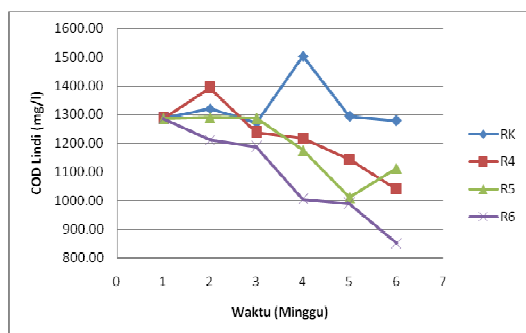
Sumber : Hasil Analisa, 2009

Tabel
COD Lindi (mg/l) Selama Penelitian

Reaktor	Minggu					
	I	II	III	IV	V	VI
R4	1285.58	1393.12	1238.17	1215.72	1142.58	1039.50
R5	1285.58	1290.50	1287.38	1175.43	1009.97	1112.55
R6	1285.58	1211.48	1187.50	1004.20	989.20	850.62
RK	1285.58	1320.32	1270.56	1503.42	1293.55	1278.92



Gambar
Grafik Penurunan BOD Lindi Tiap Minggu
Sumber : Hasil Analisa Laboratorium, 2009

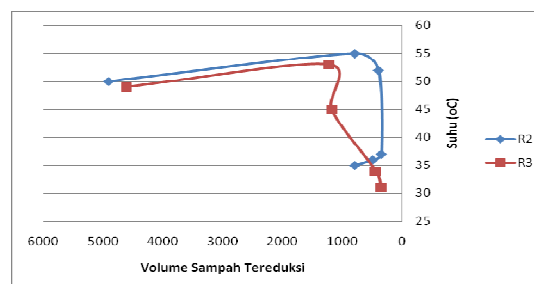


Gambar
Grafik Penurunan COD Lindi Tiap Minggu
Sumber : Hasil Analisa Laboratorium, 2009

Pada grafik dapat dilihat bahwa pada resirkulasi lindi 10 ml/menit, pemberian aerasi yang paling baik terjadi pada R6 yang mendapatkan aerasi 1 ml/menit. Pada reaktor ini dapat dilihat bahwa sejak minggu ke-2 resirkulasi lindi yang diberikan telah dapat menurunkan nilai BOD dan COD paling besar. Kondisi ini merupakan kondisi optimum untuk proses degradasi sampah. Sedangkan R4 dan R5 juga mengalami penurunan BOD dan COD lindi tetapi tidak sebesar penurunan BOD dan COD lindi pada R6. Hal ini menunjukkan bahwa R4 dan R5 yang mendapatkan

aerasi yang lebih besar daripada R6 memerlukan memerlukan resirkulasi lindi yang lebih besar juga

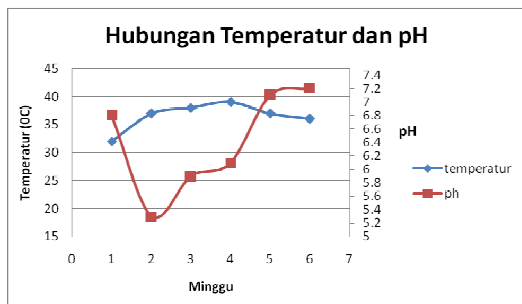
Hubungan Antar Parameter Hubungan Antara Volume Sampah Tereduksi Dengan Suhu



Gambar
Hubungan Antara Volume Sampah Tereduksi
Dengan Suhu

Pada gambar Dapat dilihat bahwa suhu sampah memiliki pengaruh yang besar dalam degradasi sampah. Pada R3 didapatkan bahwa suhu sampah paling cepat turun menjadi suhu *mesophilic* yang merupakan suhu paling ideal bagi bakteri untuk mendegradasi sampah. Kondisi yang sesuai untuk bakteri ini membuat reduksi volume sampah berlangsung lebih cepat, sehingga proses degradasi sampah cepat stabil. Pada R2 yang memiliki kisaran suhu yang lebih tinggi daripada R3 didapatkan bahwa reduksi volume sampah terjadi lebih lambat. Hal ini terjadi karena pada suhu *thermophilic* bakteri tidak dapat mendegradasi sampah dengan baik, sehingga pada minggu ke-6 proses degradasi sampah belum stabil.

Hubungan Temperatur dan pH



Gambar
Grafik Hubungan Perubahan Temperatur dan pH
Pada Reaktor Kontrol

Sumber : Data Primer, 2009

Perubahan pH pada awal proses degradasi adalah turun, atau cenderung mendekati pH asam. Hal ini disebabkan karena aktivitas mikroorganisme dalam menguraikan bahan organik menjadi asam organik. Pada awal proses dekomposisi ini diimbangi dengan kenaikan temperatur. Pada reaktor kontrol, terjadi penurunan pH yang diimbangi dengan kenaikan temperatur (Tchobanoglous et al, 1993 dalam Harsanto, 2008). Dan pada fase kematangan dimana terjadi proses penguraian asam organik menjadi produk akhir pH akan kembali naik mendekati pH normal dan temperatur juga akan turun mendekati suhu lingkungan. Hal ini juga terjadi pada reaktor kontrol dan reaktor yang lain. Hal ini menunjukkan bahwa pada reaktor control dan reaktor 1 sampai reaktor 3, proses degradasi berjalan dengan normal.

Kondisi Akhir Penelitian

1. Lindi yang dihasilkan reaktor telah memiliki kandungan BOD 88,44 mg/l dan COD 893,44 mg/l
2. Rasio BOD/COD antara 0,09 sampai 0,31
3. pH lindi berkisar antara 7,56 sampai 7,97
4. Lindi yang dihasilkan tiap reaktor semakin sedikit, dan mengalami perubahan dalam warna dan bau. Lindi yang dihasilkan saat akhir penelitian berwarna coklat jernih dan tidak berbau bila dibandingkan dengan keadaan lindi pada minggu-minggu awal yang berwarna coklat gelap dan berbau.
5. Penurunan tinggi permukaan tanah semakin stabil yaitu berkisar 0.1 cm
6. Keadaan sampah yang berwarna gelap seperti lumpur menunjukkan sampah telah terurai sempurna.

Kesimpulan

1. Perlakuan pemberian aerasi dan resirkulasi lindi dengan penambahan lumpur tinja dapat mempercepat laju proses degradasi sampah dalam *bioreactor landfill*.
2. Debit aerasi dan resirkulasi lindi yang harus diberikan untuk memperoleh kondisi aerobik yang terbaik dalam penelitian ini untuk mening-

katkan laju proses degradasi sampah dalam *bioreactor landfill* adalah aerasi 1 ml/menit dan resirkulasi lindi 15 m/menit.

3. Penggunaan *bioreactor landfill* secara aerobik dan resirkulasi lindi dengan penambahan lumpur tinja efektif dalam mempercepat laju proses degradasi sampah. Pada penelitian ini pemberian aerasi dan resirkulasi lindi pada *bioreactor landfill* (pada R3) dapat meningkatkan reduksi volume 14,14 % lebih besar dibandingkan dengan reaktor kontrol. Sehingga metode ini diharapkan dapat diterapkan dalam pengolahan sampah di TPA yang pada akhirnya dapat memperpanjang umur TPA.

Saran

1. Kelembaban sampah sangat berpengaruh dalam stabilisasi proses degradasi sampah dalam *bioreactor landfill*, sehingga perlu dioptimalkan pemberian aerasi dan resirkulasi lindi untuk mendapatkan kesimpulan yang benar.
2. Penelitian ini merupakan penelitian skala kecil, sehingga bisa dikembangkan penelitian kedepan untuk skala yang lebih besar untuk penerapan dilapangan secara langsung.
3. Diperlukan penelitian dengan menggunakan variasi pemberian lumpur tinja, sehingga dapat diketahui seberapa besar pengaruhnya dalam peningkatan laju degradasi sampah.
4. Dalam penelitian ini masih menggunakan kombinasi aerasi dan resirkulasi lindi, diperlukan penelitian menggunakan perlakuan aerasi saja atau resirkulasi lindi saja. Sehingga akan diketahui berapa besar pengaruhnya terhadap laju degradasi sampah dalam *bioreactor landfill* untuk masing-masing variable.

Daftar Pustaka

1. Anonim. 2003. Bioreactors. *Bioreactor Workshop*. <http://www.epa.gov/epaoswer/nonhw/muncpl/landfill/bioreactors.htm> 24 April 2009 pk.13.00 WIB
2. Anonim. 2004. The Bioreactor Landfill. *Waste Management Bioreactor Program*. http://www.wm.com/WM/environmental/Bioreactor/bioreactor_brochure.pdf. 24 April 2009 pk.14.00 WIB
3. Anonim.2008 .*Oxigen Demanding Waste*. <http://pencemaran.files.wordpress.com/2008/09/oxigen-demanding-waste.ppt>. 26 April 2009 pk.13.00 WIB
4. Karthikeyan, Obuli P dan Joseph, Kurian. 2006 Bioreactor Landfills For Sustainable Solid Waste Management. http://pencemaran.files.wordpress.com/2008/09/oxigen_demanding-waste.ppt. 26 April 2009 pk.14.00 WIB
5. Borglin, S.; Hazen, T.C.; Oldenburg, C.M.; Zawlanski, P.T. 2004. Comparison of Aerobic and Anaerobic Biotreatment of Municipal Solid Waste . *Journal of the Air and Waste Management Association*. Vol 54. Hal 815-822. <http://www.awma.org/journal/pdfs/2004/7/borglin.pdf> .26 April 2009 pk.14.00 WIB.

6. Darmasetiawan, Martin. 2004. *Sampah dan Sistem Pengelolaannya*. Ekamitra Engineering. Jakarta
7. Gunadi, Dharma. 2004. *Kebijakan Pengelolaan Sampah Lintas Kabupaten/Kota. Makalah Kajian Pengelolaan Sampah Secara Terintegrasi : Implementasi dan Kesiapan Daerah dalam Pengelolaan Sampah Regional Lintas Kabupaten/Kota*. Program Studi Teknik Lingkungan Undip. Semarang
8. Harsanto, Cahyo, 2008. Pengaruh Pencampuran Lumpur Tinja Pada Sampah Organik.UNDIP
9. Hudgins, M. & Harper, S. (1999). Operational of Two Aerobic Landfill Systems. Proc. The Sevent International Waste Management and Landfill Symposium. <http://www.epa.gov/projectx/buncome/aerobic.pdf>. 24 April pk.15.00 WIB
10. Wahyono, Sri, Firman L. Sahwan dan Feddy Suryanto . 2003 . “*Mengolah Sampah Menjadi Kompos Sistem Open Windrow Bergulir Skala Kawasan*” . Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi :Pusat Pengkajian dan Penerapan Teknologi, Jakarta.
11. Warmadewanthi, I.D.A.A Dan Bieby Vojiant Tangahu . 2008 . “*Pengaruh Resirkulasi Lindi Pada Pengolahan Sampah Dengan Proses Anaerobic Landfill Bioreactor*” . Jurnal Purifikasi Surabaya. No.6, Vol II : ITS