



DAFTAR ISI

| | |
|---|------------|
| HALAMAN JUDUL | i |
| HALAMAN PENGESAHAN | ii |
| PERNYATAAN | iv |
| PRAKATA | v |
| DAFTAR ISI | vii |
| DAFTAR TABEL | x |
| DAFTAR GAMBAR | xii |
| DAFTAR LAMPIRAN | xv |
| ABSTRAK | xi |
| ABSTRACT..... | xi |
| BAB 1. PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1. Latar Belakang | 1 |
| 1.2. Rumusan Masalah | 3 |
| 1.3. Tujuan Penelitian | 4 |
| 1.4. Batasan Penelitian | 4 |
| 1.5. Manfaat Penelitian | 5 |
| 1.6. Kerangka Kegiatan Penelitian | 5 |
| BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA | 7 |
| 2.1. Pengelolaan Sampah dan Jenis TPA | 7 |
| 2.2. Lindi dari TPA | 11 |
| 2.2.1. Proses Degradasi Sampah dan Timbulan Lindi | 12 |
| 2.2.2. Lindi dari TPA (Landfill) dan Karakteristiknya | 18 |
| 2.2.3. Penurunan (Settlement) Timbunan Sampah | 18 |
| 2.3. Faktor-Faktor Yang Berpengaruh Pada Timbulan Lindi | 20 |
| 2.3.1. Faktor Eksternal | 20 |
| 2.3.1.1. Air Presipitasi (hujan) | 20 |
| 2.3.1.2. Evapotranspirasi | 22 |
| 2.3.1.3. Suhu dan Kelembaban Lingkungan | 22 |
| 2.3.2. Faktor Internal | 23 |
| 2.3.2.1. Kandungan Air Sampah | 23 |



| | |
|---|-----------|
| 2.3.2.2. Kepadatan (Densitas) Sampah | 24 |
| 2.3.2.3. Kapasitas Lapang (Field Capacity) Sampah | 25 |
| 2.3.2.4. Ukuran Partikel dan Komposisi Sampah | 25 |
| 2.3.2.5. Umur sampah | 27 |
| 2.4. Landasan Teori | 27 |
| 2.4.1. Mekanisme Timbulan Lindi | 28 |
| 2.4.2. Analisis Data dan Penggunaan Persamaan Matematik | 31 |
| 2.5. Hipotesis | 33 |
| BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN | 35 |
| 3.1. Karakterisasi Sampah | 35 |
| 3.2. Percobaan <i>Batch</i> di Laboratorium | 39 |
| 3.3. Percobaan Lysimeter | 44 |
| BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN | 50 |
| 4.1. Analisis Komprehensif Kuantitas dan Kualitas Timbulan Lindi | 50 |
| 4.1.1. Interaksi ORP Dengan BOD, COD dan TDS | 51 |
| 4.1.2. Interaksi pH dengan BOD, COD dan TDS | 53 |
| 4.1.3. Kuantitas Timbulan Lindi | 55 |
| 4.2. Karakteristik Sampah | 58 |
| 4.2.4. Komposisi Sampah | 58 |
| 4.2.5. Kadar Air Dalam Sampah | 60 |
| 4.2.6. Berat Jenis | 61 |
| 4.2.7. Kandungan Selulosa | 62 |
| 4.3. Faktor-Faktor yang Berpengaruh terhadap Karakteristik Timbulan Lindi..... | 63 |
| 4.3.1. Pengaruh Ukuran Partikel Sampah terhadap Karakteristik Timbulan Lindi | 63 |
| 4.3.2. Pengaruh Komposisi Organik-Anorganik Sampah Terhadap Timbulan indi | 74 |
| 4.3.3. Pengaruh Umur Sampah | 82 |
| 4.3.4. Pengaruh Penambahan Lindi pada Sampah terhadap Timbulan Lindi | 90 |
| 4.4. Pola (<i>Pattern</i>) Kualitas Timbulan Lindi | 96 |
| 4.4.1. BOD | 96 |
| 4.4.2. COD | 100 |
| 4.4.3. TSS | 103 |



| | |
|--|------------|
| 4.4.4. TDS | 105 |
| 4.4.5. pH | 107 |
| 4.4.6. Potensial Reduksi-Oksidasi | 109 |
| 4.4.7. Penurunan (<i>Settlement</i>) Timbunan Sampah | 111 |
| BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN | 114 |
| 5.1. Kesimpulan | 114 |
| 5.2. Saran | 115 |
| DAFTAR PUSTAKA | 115 |



DAFTAR TABEL

| | |
|--|----|
| Tabel 1.1. Ringkasan Kegiatan Penelitian Timbulan Lindi Sampah Perkotaan | 3 |
| Tabel 2.1. Komposisi Sampah Perkotaan di Jakarta | 8 |
| Tabel 2.2. Komposisi Sampah Kota di Indonesia | 9 |
| Tabel 2.3. Karakteristik Lindi <i>Landfill</i> Sampah Perkotaan | 19 |
| Tabel 2.4. Pengaruh Resirkulasi Lindi terhadap Karakteristik Lindi dalam Phase Acetogenesis dan Methanogenesis | 25 |
| Tabel 2.5. Pertikmbangan dan Justifikasi Penentuan Parameter Timbulan Lindi | 32 |
| Tabel 3.1. Disain dan Komponen-Komponen Konstruksi Lysimeter | 47 |
| Tabel 3.2. Curah Hujan di Kecamatan Piyungan Kabupaten Bantul | 47 |
| Tabel 4.1. Karakteristik Sampah TPA Piyungan dari Berbagai Umur | 61 |
| Tabel 4.2. Volume Lindi Kumulatif dari Sampah Baru Seberat 100 gram dan Pemberian Air 80 mL dari Berbagai Ukuran Partikel | 66 |
| Tabel 4.3. BOD Lindi dari Berbagai Ukuran Partikel Sampah | 68 |
| Tabel 4.4. COD Lindi dari Berbagai Ukuran Partikel Sampah | 70 |
| Tabel 4.5. TDS Lindi dari Berbagai Ukuran Partikel Sampah | 73 |
| Tabel 4.6. pH Lindi dari Berbagai Ukuran Partikel Sampah | 75 |
| Tabel 4.7. Volume Lindi Kumulatif dari Berbagai Komposisi Organik-Anorganik Sampah | 76 |
| Tabel 4.8. BOD Lindi dari Berbagai Komposisi Organik-Anorganik Sampah | 78 |
| Tabel 4.9. COD Lindi dari Komposisi Organik-Anorganik Sampah | 80 |
| Tabel 4.10. TDS Lindi dari Komposisi Organik-Anorganik Sampah | 81 |
| Tabel 4.11. pH Lindi dari Komposisi Organik-Anorganik Sampah | 83 |
| Tabel 4.12. Volume Lindi dari Berbagai Umur Sampah dengan Percobaan <i>Batch</i> | 85 |
| Tabel 4.13. BOD Lindi dari Berbagai Umur Sampah | 86 |
| Tabel 4.14. COD Lindi dari Berbagai Umur Sampah | 88 |
| Tabel 4.15. TDS Lindi dari Berbagai Umur Sampah | 90 |
| Tabel 4.16. Volume Lindi dari Sampah dengan Berbagai Jumlah Penambahan Lindi Berbeda | 93 |
| Tabel 4. 17. BOD Lindi dari Berbagai Variasi Penambahan Lindi | 97 |



| | |
|--|-----|
| Tabel 4.18. COD Lindi dari Berbagai Variasi Penambahan Lindi | 95 |
| Tabel 4.19. TDS Lindi dari Berbagai Variasi Penambahan Lindi | 96 |
| Tabel 4.20. pH Lindi dari Berbagai Variasi Penambahan Lindi..... | 97 |
| Tabel 4.21. Nilai C_{maks} , k , R_2 , dan X_2 Parameter BOD Lindi dari ke-4 Lysimeter ... | 100 |
| Tabel 4.22. Nilai C_{maks} , k , R_2 dan X_2 Parameter COD Lindi dari ke-4 Lysimeter | 103 |
| Tabel 4.23. Nilai C_{maks} , k , R_2 dan X_2 Parameter TSS Lindi dari ke-4 Lysimeter | 106 |
| Tabel 4.24. Nilai C_{maks} , k , R_2 dan X_2 Parameter TDS Lindi dari ke-4 Lysimeter | 108 |
| Tabel 4.25. Koefisien S_0 , a dan b dari ke-4 Lysimeter | 114 |



DAFTAR GAMBAR

| | |
|---|----|
| Gambar 1.1. Kerangka Kegiatan Penelitian dan Hubungannya dengan Sistem Pemantauan TPA | 6 |
| Gambar 1.2. Keterkaitan antara Tujuan, Metode dan Kesimpulan dalam Kegiatan Penelitian | 7 |
| Gambar 2.1. Komponen utama konstruksi landfill sampah perkotaan (UNEP, 2012) | 12 |
| Gambar 2.2. Komponen pembentuk lindi pada <i>landfill</i> (Tchobanoglous et al., 2004) | 13 |
| Gambar 2.3. Proses Degradasi Anaerobik Material Organik (Morris, 2001) | 16 |
| Gambar 2.4. Karakteristik parameter lindi dan gas pada berbagai phase stabilisasi sampah (Reinhart dan Grosh, 1998) | 17 |
| Gambar 2.5. Skema Faktor-faktor yang Berpengaruh terhadap Timbulan Lindi pada <i>Landfill</i> | 21 |
| Gambar 2.6. Elemen Volume <i>Landfill</i> dengan Tinggi Z dan Luas Permukaan A | 30 |
| Gambar 2.7. Mekanisme Timbulan Lindi dari Proses Degradasi Sampah pada <i>Landfill</i> | 31 |
| Gambar 3.1. Layout TPA Piyungan dan Zona-Zona sebagai Lokasi Pengambilan Sampel Sampah | 38 |
| Gambar 3.2. Alat Utama Percobaan <i>Batch</i> | 41 |
| Gambar 3.3. Ruang Penempatan Percobaan <i>Batch</i> | 44 |
| Gambar 3.4. Langkah-Langkah Kegiatan Percobaan <i>Batch</i> | 43 |
| Gambar 3.5. Konstruksi Lysimeter yang Digunakan dalam Percobaan Simulasi <i>Landfil</i> | 47 |
| Gambar 3.6. Konstruksi Lysimeter dan Komponen Pelengkapnnya | 48 |
| Gambar 3.7. Langkah-Langkah Kegiatan Percobaan Lysimeter | 50 |
| Gambar 4.1. Hubungan ORP dengan BOD Timbulan Lindi dari ke-4 Lysimeter.... | 54 |
| Gambar 4.2. Hubungan ORP dengan COD Timbulan Lindi dari ke-4 Lysimeter.... | 54 |
| Gambar 4.3. Hubungan ORP dengan TDS Timbulan Lindi dari ke-4 Lysimeter... . | 55 |
| Gambar 4.4. Hubungan pH dengan BOD Timbulan Lindi dari ke-4 Lysimeter | 56 |
| Gambar 4.5. Hubungan pH dengan COD Timbulan Lindi dari ke-4 Lysimeter | 57 |
| Gambar 4.6. Hubungan pH dengan TDS Timbulan Lindi dari ke-4 Lysimeter | 57 |



| | |
|--|----|
| Gambar 4.7. Volume Kumulatif Air Infiltrasi dan Timbulan Lindi dari ke-4 Lysimeter | 59 |
| Gambar 4.8. Volume Lindi Kumulatif dari Sampah Baru Seberat 100 Gram dengan Berbagai Ukuran Partikel | 67 |
| Gambar 4.9. BOD Lindi dari Berbagai Ukuran Partikel Sampah | 69 |
| Gambar 4.10. Perubahan BOD Rerata Lindi dari Berbagai Ukuran Partikel Sampah pada Sampah Baru | 70 |
| Gambar 4.11. COD Lindi pada Berbagai Ukuran Partikel Sampah | 71 |
| Gambar 4.12. Perubahan COD Lindi pada Berbagai Ukuran Partikel Sampah | 72 |
| Gambar 4.13. TDS Sesaat Timbulan Lindi pada Berbagai Ukuran Partikel Sampah | 73 |
| Gambar 4.14. Perubahan Konsentrasi TDS pada Berbagai Ukuran Partikel Sampah | 74 |
| Gambar 4.15. Nilai pH Lindi dari Berbagai Ukuran Partikel Sampah | 75 |
| Gambar 4.16. Volume Lindi dari Berbagai Komposisi Organik Sampah | 77 |
| Gambar 4.17. Konsentrasi BOD Lindi dari Berbagai Persentase Organik Sampah | 79 |
| Gambar 4.18. Perubahan Konsentrasi BOD Lindi dari Berbagai Persentase Organik Sampah | 79 |
| Gambar 4.19. Konsentrasi COD Lindi dari Berbagai Komposisi Organik Sampah | 80 |
| Gambar 4.20. Konsentrasi TDS Lindi dari Berbagai Komposisi Organik Sampah | 82 |
| Gambar 4.21. Konsentrasi TDS Lindi dari Berbagai Persentase Organik Sampah | 82 |
| Gambar 4.22. Nilai pH Lindi dari Berbagai Komposisi Organik Sampah | 83 |
| Gambar 4.23. Volume Timbulan Lindi dari Berbagai Umur dan Ukuran Partikel Eksisting Sampah Di TPA | 85 |
| Gambar 4.24. BOD Lindi dari Berbagai Umur Sampah | 86 |
| Gambar 4.25. Perubahan BOD Lindi dari Berbagai Umur Sampah | 87 |
| Gambar 4.26. COD Lindi dari Berbagai Umur Sampah | 89 |
| Gambar 4.27. Perubahan COD Lindi dari Berbagai Umur Sampah | 89 |
| Gambar 4.28. TDS Lindi dari Berbagai Umur Sampah | 90 |
| Gambar 4.29. Perubahan TDS Lindi dari Berbagai Umur Sampah | 91 |



| | |
|---|-----|
| Gambar 4.30. pH Lindi dari Berbagai Umur Sampah | 92 |
| Gambar4.31. Volume Lindi dari Sampah dengan Berbagai Jumlah Penambahan Air Lindi | 93 |
| Gambar 4.32. BOD Lindi dari Berbagai Penambahan Lindi | 94 |
| Gambar 4.33. COD Lindi dari Berbagai Penambahan Lindi pada Sampah Baru .. | 95 |
| Gambar 4.34. TDS Lindi dari Berbagai Penambahan Lindi | 96 |
| Gambar 4. 35. pH Lindi dari Berbagai Penambahan Lindi | 97 |
| Gambar 4.36. Nilai BOD Lindi Hasil Percobaan Lysimeter Selama Monitoring dengan Hasil Ploting Persamaan pada ke-4 Lysimeter | 101 |
| Gambar 4.37. Perbandingan COD Lindi Hasil Percobaan Lysimeter Selama Monitoring dengan Hasil Ploting Persamaan pada ke-4 Lysimeter | 104 |
| Gambar 4.38. TSS Lindi Hasil Percobaan Lysimeter Selama Monitoring dengan Hasil Ploting Persamaan pada ke-4 Lysimeter | 106 |
| Gambar 4.39. Perbandingan TDS Lindi Hasil Percobaan Lysimeter Selama Monitoring dengan Hasil Ploting Persamaan pada ke-4 Lysimeter | 108 |
| Gambar 4.40. pH Lindi Hasil Percobaan Lysimeter dari Waktu ke Waktu. | 110 |
| Gambar 4.41. Potensial Reduksi-Oksidasi Lindi dari Berbagai Lysimeter Selama Proses Monitoring | 112 |
| Gambar 4.42. Perbandingan Penurunan Timbunan Sampah Antara Data Percobaan dengan Hasil Persamaan Fungsi Hiperbolik. | 114 |



DAFTAR LAMPIRAN

| | |
|--|------------|
| Lampiran 1. Daftar Publikasi | 123 |
| Lampiran 2. Dokumentasi Pelaksanaan Penelitian | 124 |
| Gambar L-1. Rumah Kaca Sebagai Tempat Percobaan Batch dan Percobaan Lysimeter | 124 |
| Gambar L-2. Serangkaian Reaktor untuk Percobaan Secara <i>Batch</i> | 124 |
| Gambar L-3. Konstruksi Lysimeter yang Terbuat dari Beton Kedap Air | 125 |
| Gambar L-4. Zona-Zona TPA Piyungan Sebagai Lokasi Pengambilan Sampah untuk Percobaan | 125 |
| Gambar L-5. Lokasi Pengambilan Sampah Sampel untuk Sampah Baru | 126 |
| Gambar L-6. Lokasi Pengambilan Sampah Sampel untuk Sampah Umur 2-5 Tahun | 126 |
| Gambar L-7. Timbulan Lindi yang Keluar dari Dasar Lysimeter untuk ke-4 Lysimeter | 127 |
| Lampiran 3. Data-Data Hasil Pengujian | 128 |
| Tabel 1. Data Monitoring BOD Lindi Ke-4 Lysimeter dari Waktu ke Waktu | 128 |
| Tabel 2. Data Monitoring COD Lindi Ke-4 Lysimeter dari Waktu ke Waktu | 129 |
| Tabel 3. Data Monitoring TSS Lindi Ke-4 Lysimeter dari Waktu ke Waktu | 130 |
| Tabel 4. Data Monitoring TDS Lindi Ke-4 Lysimeter dari Waktu ke Waktu | 131 |