

DESAIN PROTOTIPE INSTALASI KOAGULASI DAN KOLAM FAKULTATIF UNTUK PENGOLAHAN AIR LINDI (STUDI KASUS TPA BAKUNG BANDAR LAMPUNG)

Ahmad Herison ¹

Abstrak

Air lindi adalah cairan yang timbul sebagai limbah akibat masuknya air eksternal ke dalam timbunan sampah (khususnya TPA). Lindi yang tidak dikelola dengan baik dapat mencemari sumber air minum penduduk di sekitar tumpukan sampah. Salah satu solusi masalah tersebut adalah dengan mendesain prototipe instalasi pengolahan air lindi. Tujuan penelitian ini adalah mendesain suatu prototipe instalasi pengolahan lindi, mengetahui karakteristik lindi dari TPA Bakung, menguji efektifitas kinerja model instalasi yang dibuat, menganalisa air lindi hasil perlakuan model instalasi tersebut.

Uji perlakuan dalam penelitian ini menggunakan dua dosis koagulan yang berbeda. Lindi dari TPA Bakung dicampur dengan kedua dosis koagulan tersebut. Dalam pelaksanaannya terdapat tiga sampel, yaitu sampel awal sebelum perlakuan, sampel hasil perlakuan pertama, dan sampel perlakuan kedua. Ketiga sampel diuji di laboratorium UPTD Balai Laboratorium Kesehatan Provinsi Lampung untuk mengetahui parameter pH, kekeruhan, TSS, BOD dan COD. Pada model instalasi, air lindi yang telah dicampur dengan tawas dan kaporit kemudian diaduk menggunakan mixer lalu sampel diendapkan selama 24 jam kemudian disaring dengan filter karbon aktif.

Hasil pengujian sampel hasil perlakuan model instalasi menunjukkan hasil yang baik, terutama pada parameter pH, kekeruhan, dan TSS. Hasil pengujian sampel menunjukkan kadar tawas efektif yaitu 25 gram/liter ditambah 0,5 gram/liter kaporit. Kadar tersebut dapat menurunkan kadar pH, kekeruhan, TSS, BOD, COD masing-masing mencapai 29,44%, 50%, 79,80%, 72,62% dan 72,61%. Dari hasil uji perlakuan lindi dengan model instalasi maka dibuat desain prototipe instalasi pengolahan air lindi. Air lindi yang telah dicampur dengan tawas kemudian diaduk menggunakan flokulator dengan kecepatan pengadukan 100 rpm. Setelah itu sampel diendapkan selama 24 jam pada kolam fakultatif lalu dialirkan melewati filter karbon aktif untuk diendapkan selama lima hari di dalam kolam pantau baru dialirkan ke badan air.

Kata kunci : lindi, koagulasi, tawasinstalasi, filter karbon aktif, kolam fakultatif.

¹ Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil Universitas Lampung
Jl. Sumantri Brojonegoro No.1 Bandar Lampung

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Saat ini pengelolaan serta manajemen sampah dan limbah yang tidak baik merupakan masalah serius yang dihadapi hampir seluruh kota dan wilayah di Indonesia. Bermasalahnya pengelolaan sampah kota di Indonesia bukan sekedar karena keterbatasan teknologi dan ekonomi melainkan lebih dari adanya budaya, kebiasaan lama, perilaku dan cara pandang masyarakat yang tidak proporsional sehingga harus diubah (Kencana, 2005). Terutama masalah sistem pengelolaan sampah pada Tempat Pembuangan Akhir sampah (TPA) yang dianggap belum optimal, sehingga menimbulkan masalah lainnya seperti pencemaran udara, air, dan tanah. Kualitas sampah sangat buruk karena tercampurnya sampah anorganik dengan organik sehingga menimbulkan lindi yang berdampak buruk terhadap kesehatan dan lingkungan.

1.2 Identifikasi Masalah

Dari sekian banyak permasalahan yang dihadapi TPA saat ini, salah satunya adalah keberadaan air lindi. Air lindi yang tidak dikelola dan diolah dengan baik dapat mencemari air tanah, air permukaan, dan sumber air minum yang berada di sekitarnya, karena cairan ini memiliki kandungan zat organik dan zat anorganik yang tinggi. Untuk membantu menanggulangi masalah tersebut, salah satunya adalah dengan mendesain prototipe instalasi koagulasi dan kolam fakultatif untuk pengolahan air lindi.

1.3 Perumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah di atas, maka dibuat beberapa rumusan masalah sebagai berikut:

1. Perlu adanya desain prototipe instalasi koagulasi untuk pengolahan air lindi.
2. Pengamatan efektifitas dari model instalasi pengolahan air lindi yang dibuat.
3. Perlu memperhitungkan prospek pengembangan prototipe ini sebagai suatu instalasi alternatif pengolahan lindi di masa yang akan datang.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui karakteristik lindi yang berasal dari TPA Bakung berdasar parameter fisika dan kimia yang dianalisis.
2. Mendesain suatu prototipe instalasi pengolahan air lindi.
3. Menguji efektifitas kinerja dari model instalasi pengolahan air lindi yang telah dibuat.
4. Menganalisis air lindi yang telah melalui proses pengolahan dari model instalasi tersebut.
5. Merekomendasikan desain prototipe instalasi pengolahan air lindi agar bisa diterapkan di masa yang akan datang.

1.5 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Penelitian ini dilakukan dalam bentuk pengambilan sampel dari lapangan untuk dibandingkan sebelum dan sesudah pengolahan.
2. Penelitian ini dilanjutkan dengan membuat prototipe instalasi pengolahan air lindi.
3. Air lindi yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari TPA Bakung yang terletak di Teluk Betung Bandar Lampung.

4. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kinerja prototipe instalasi pengolahan air lindi yang dimodelkan, tidak membahas sejauh mana tingkat pencemaran pada air lindi yang berasal dari TPA Bakung.
5. Parameter air yang digunakan dalam penelitian ini adalah pH, kekeruhan (*turbidity*), TSS (*Total Suspended Solid*), BOD (*Biochemical Oxygen Demand*), dan COD (*Chemical Oxygen Demand*).
6. Uji laboratorium sampel hasil penelitian dilakukan di Laboratorium UPTD Balai Laboratorium Kesehatan Provinsi Lampung.

1.6 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Desain prototipe instalasi pengolahan lindi yang telah dibuat dapat direkomendasikan sebagai desain instalasi pengolahan lindi pada tempat-tempat pembuangan akhir sampah.
2. Hasil penelitian ini dapat dijadikan sebagai acuan penelitian selanjutnya yang sejenis.
3. Dapat menjadi alternatif untuk mengurangi dampak buruk yang ditimbulkan oleh air lindi terhadap lingkungan sekitar tempat pembuangan akhir sampah.
4. Menambah wawasan bagi peneliti sendiri dan peneliti selanjutnya mengenai sistem pengelolaan lindi.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Pelaksanaan Penelitian

Pelaksanaan dimulai pencarian komponen instalasi model alat dan bahan penelitian. Selanjutnya dilaksanakan proses pembuatan instalasi model. Sampel lindi awal dari TPA Bakung Bandar Lampung dan hasil perlakuan diambil dibawa ke UPTD Balai Laboratorium Kesehatan Provinsi Lampung untuk diteliti.

2.2 Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Air Lindi yang berasal dari TPA Bakung Bandar Lampung.
2. Tawas. Ada dua variasi dosis tawas yaitu 25 gram/liter dan 50 gram/ liter.
3. Kaporit. Dalam penelitian ini digunakan dosis kaporit 0,5 gram/ liter.

2.3 Alat

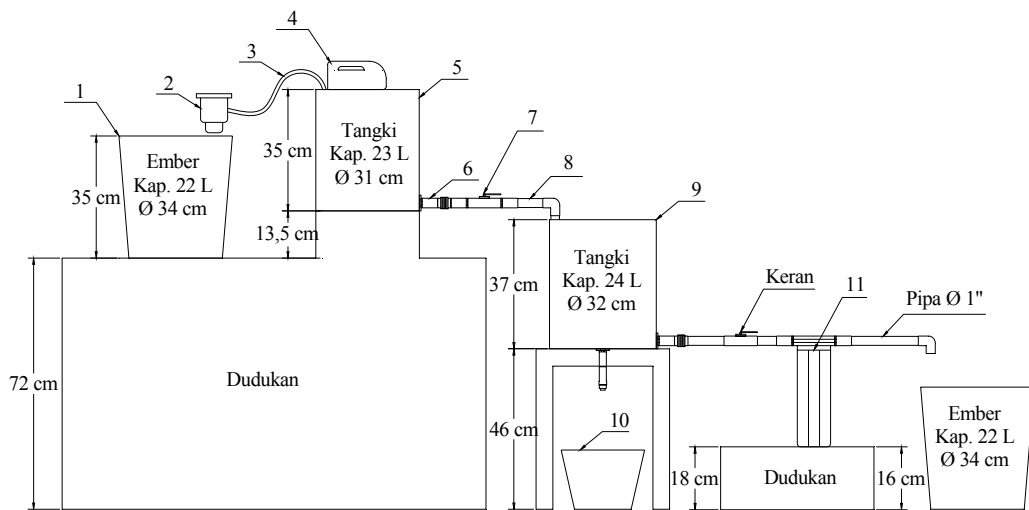
Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Tangki koagulasi yang digunakan mempunyai kapasitas 23 liter.
2. Tempat penampung sampel air digunakan jerigen kapasitas 24 liter.
3. Kolam fakultatif, dalam penelitian ini menggunakan tabung aluminium kapsitas 24 liter.
4. Filter karbon aktif beserta kerangkanya.
5. Pompa air dengan kapasitas ($Q = 2000$ Liter/jam, dan $H = 2$ m).
6. Mixer yang digunakan sebagai pengaduk otomatis pada proses koagulasi.
7. Ember untuk menampung air bersih hasil olahan dengan kapasitas 24 liter.
8. Pipa-pipa dan selang penghubung serta sambungannya.
9. Timbangan dengan ketelitian 0,1 gram.
10. Gergaji besi untuk memotong pipa dan membantu proses instalasi.

11. Botol plastik volume 600 ml dan 1600 mL untuk menyimpan sampel air bersih setelah melalui proses pengolahan.

2.4 Dasar Desain dan Ukuran Model

Dasar desain pada model berdasar asumsi semua instalasi pengolahan lindi memakai proses koagulasi dan kolam pengendapan. Sementara ukuran model dibuat dalam skala kecil atau instalasi mini, karena pembuatan alat dan pengujian dilakukan di dalam ruangan yang memiliki keterbatasan luas serta keterbatasan dana penelitian. Berikut adalah gambar model instalasi pengolahan lindi yang telah dibuat.



- Ket :
- | | |
|---------------------|-------------------------|
| 1. Penampung Sampel | 7. Stop Kran |
| 2. Pompa | 8. Pipa 1" |
| 3. Selang | 9. Kolam Fakultatif |
| 4. Mixer/Pengaduk | 10. Ember Penampung |
| 5. Tangki Koagulasi | 11. Filter Karbon Aktif |
| 6. Sambungan Pipa | |

Gambar 1. Instalasi pengolahan limbah

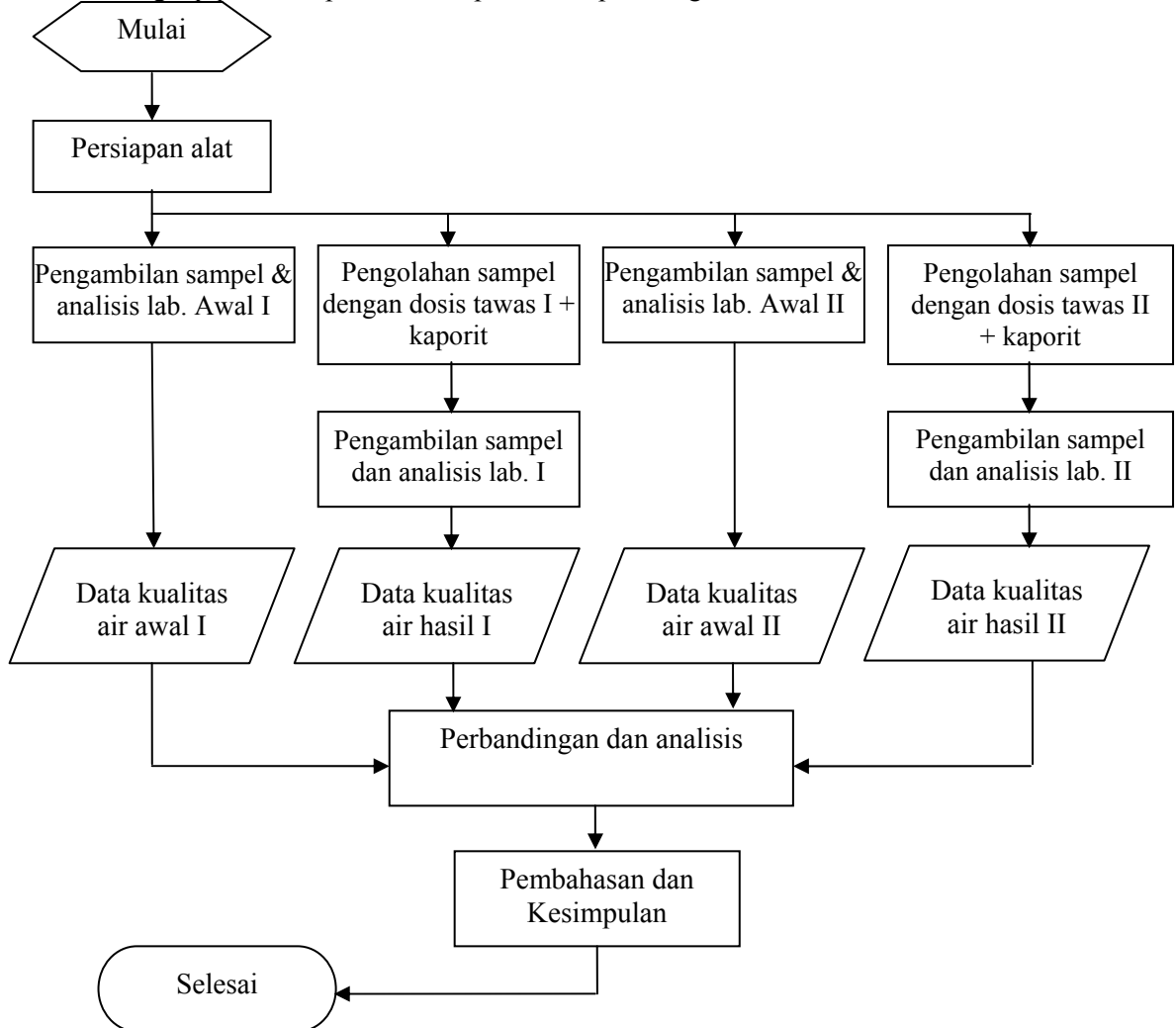
2.5 Prosedur Penelitian

Adapun prosedur dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Air baku sampel (air lindi) diambil dari TPA Bakung kemudian dianalisis di laboratorium.
2. Setelah itu diambil kembali air sampel (lindi) selanjutnya. Kemudian menimbang tawas dan kaporit sesuai dosis yang ditentukan.
3. Air sampel dari jerigen dituangkan ke dalam ember penampung sebanyak 16 liter untuk dialirkan ke tangki koagulasi menggunakan pompa air.
4. Campuran tawas dan kaporit dimasukkan untuk diaduk menggunakan mixer selama empat menit agar air sampel tercampur dengan koagulan.
5. Air yang sudah diaduk di tangki koagulasi dialirkan melalui pipa ke dalam kolam fakultatif untuk didiamkan selama 24 jam.

6. Setelah proses koagulasi dan flokulasi selesai, penyaringan dilakukan dengan mengalirkan air dari kolam fakultatif melalui pipa untuk melewati fase filtrasi karbon aktif.
7. Air yang sudah tersaring kemudian ditampung di dalam ember penampung air bersih untuk dianalisis di laboratorium.
9. Untuk prosedur pengujian sampel selanjutnya mengulang prosedur nomor dua sampai delapan.
10. Analisis dan pembahasan hasil penelitian dilakukan setelah seluruh data hasil pengolahan dianalisis.

Secara lengkap prosedur penelitian dapat dilihat pada bagan alir berikut:



Gambar 2. Flowchart Penelitian

2.6 Variabel Penelitian

Variabel-variabel dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

Variabel-variabel bebas (X) adalah:

- X1 = sampel air dengan dosis tawas 1 (T_{w1}) sebesar 25 gram/100 Liter dan dosis kaporit (K) sebesar 0,5 gram/Liter.
- X2 = sampel air dengan dosis tawas II (T_{w2}) sebesar 50 gram / 100 Liter dan dosis kaporit (K) sebesar 0,5 gram/Liter.

Adapun variabel-variabel terikat (Y) adalah:

- Y_{i1} = Kadar Kekeruhan
- Y_{i2} = Kadar pH
- Y_{i3} = Kadar TSS
- Y_{i4} = Kadar BOD
- Y_{i5} = Kadar COD

Dimana i adalah sampel awal sebelum perlakuan (2 sampel awal) dan setelah perlakuan (2 variasi dosis tawas) dengan nilai i = 1, 2, 3, 4. Berdasarkan variabel di atas, maka jumlah pengujian yang dilakukan di laboratorium adalah 5 x 4 variasi dosis tawas (sampel awal pertama, sampel pertama dengan dosis 1, sampel awal kedua, sampel kedua dengan dosis 2), sehingga jumlah pengujian adalah 20 kali.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam penelitian ini untuk mempercepat waktu penurunan bahan organik dan substansi lain yang terkandung dalam air lindi dibutuhkan bahan-bahan koagulan dalam mengendapkan zat-zat terlarut tersebut. Perbandingan hasil pengujian dapat diperoleh dengan membedakan dosis tawas yang digunakan.

3.1 Hasil Pengujian Kualitas Air Lindi

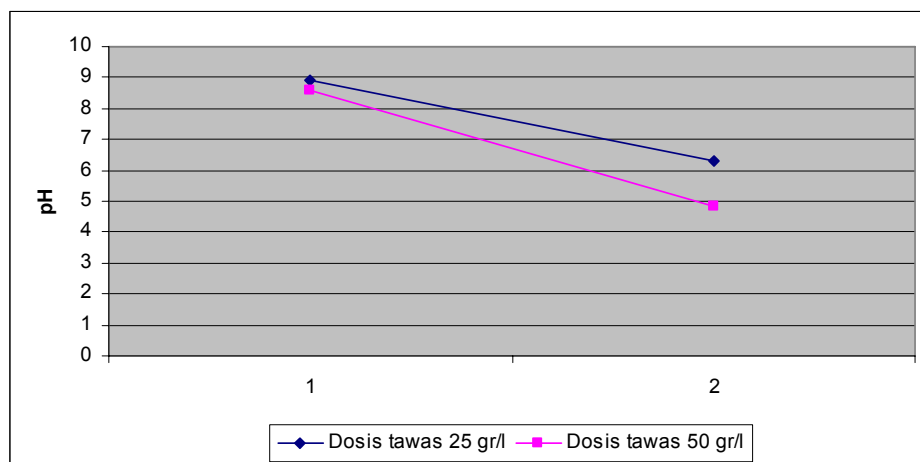
Tabel 1. Hasil pengujian sampel air lindi di UPTD Balai Laboratorium Kesehatan Provinsi Lampung.

No.	Parameter	Sampel Awal 1	Sampel Hasil 1	Sampel Awal 2	Sampel Hasil 2
1	Kekeruhan	>500	274.8	>500	169.7
2	pH	8.9	6.28	8.6	4.81
3	TSS	609	123	731	139
4	COD	4127	1130	3851	986
5	BOD	1485	406.8	1279	292.4

3.2 Pembahasan

3.2.1 Analisis dan Pembahasan Hasil Uji Laboratorium Sampel Lindi

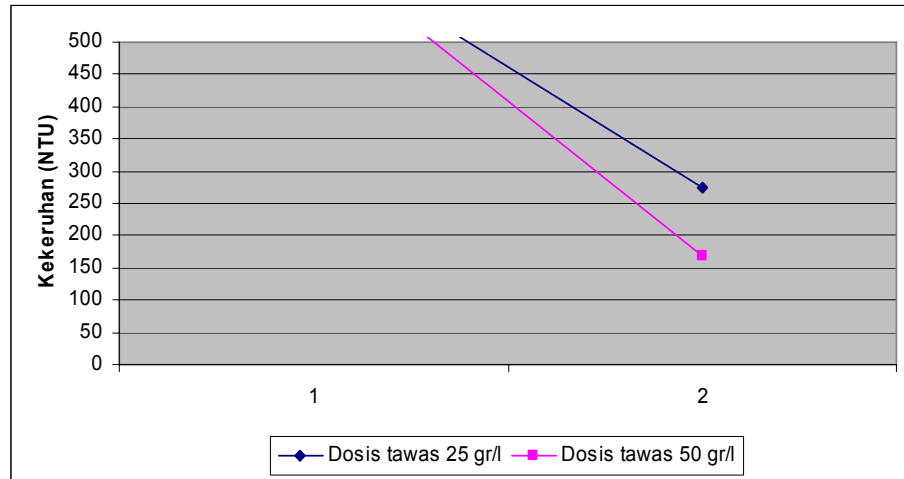
a. Analisis Derajat Keasaman (pH)



Gambar 3. Kadar pH sebelum dan sesudah perlakuan pada sampel lindi

Terjadinya penurunan nilai pH pada hasil penelitian di atas disebabkan oleh pemberian koagulan tawas, sehingga mengakibatkan air menjadi asam karena terjadi pembentukan sulfat dalam air. Pada penggunaan dosis tawas 50 gram/liter didapatkan kadar pH yang cukup jauh dari batas normal sehingga perlu ditambahkan koagulan atau zat yang dapat menaikkan kadar pH seperti batu kapur.

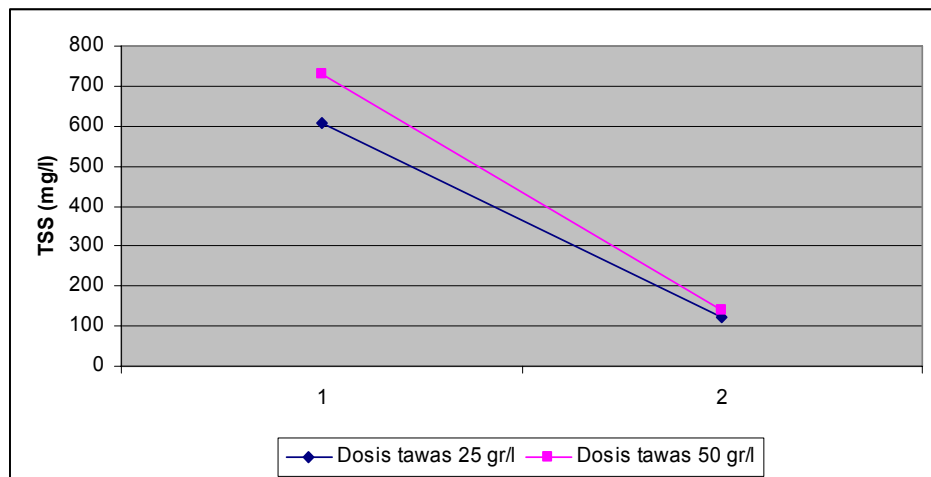
b. Analisis Kadar Kekeruhan (Turbidity)



Gambar 4. Kadar kekeruhan sampel lindi sebelum dan sesudah perlakuan

Pada kedua sampel awal kadar kekeruhan tidak dapat diketahui karena keterbatasan kemampuan alat pada laboratorium UPTD Balai Laboratorium Kesehatan Provinsi Lampung, yang hanya memiliki batas atas kadar kekeruhan pada 500 NTU. Terjadinya penurunan kadar kekeruhan di atas dimungkinkan oleh semakin sedikitnya zat tersuspensi dalam cairan limbah akibat penambahan tawas dan kaporit, adanya proses filtrasi karbon aktif, serta pengadukan sampel dengan koagulan yang cepat menggunakan mixer.

c. Analisis Kadar TSS (Total Suspended Solid)

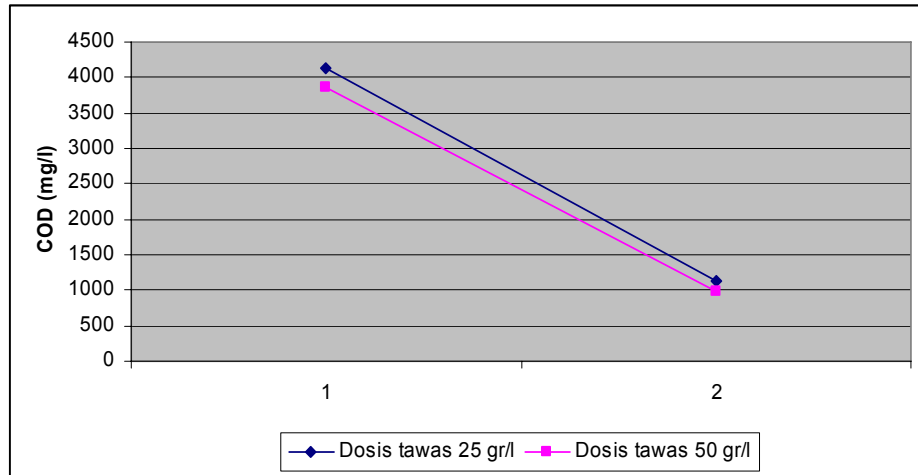


Gambar 5. Kadar TSS sebelum dan sesudah perlakuan pada sampel lindi

Penurunan kadar TSS disebabkan penggunaan tawas yang dapat mengurangi besarnya residu tersuspensi dalam air lindi. Untuk sampel kedua meski dosis tawas ditambah

hingga dua kali lipat namun perbedaan penurunan kadar TSS-nya hanya 1,18%. Adanya sedikit penurunan pada sampel hasil uji kedua dibandingkan hasil uji pertama mengindikasikan bahwa hasil pengolahan telah mencapai titik maksimum pada sampel pertama. Sehingga meskipun dosis tawas terus dinaikkan tetapi kadar TSS yang didapatkan tidak akan jauh berbeda.

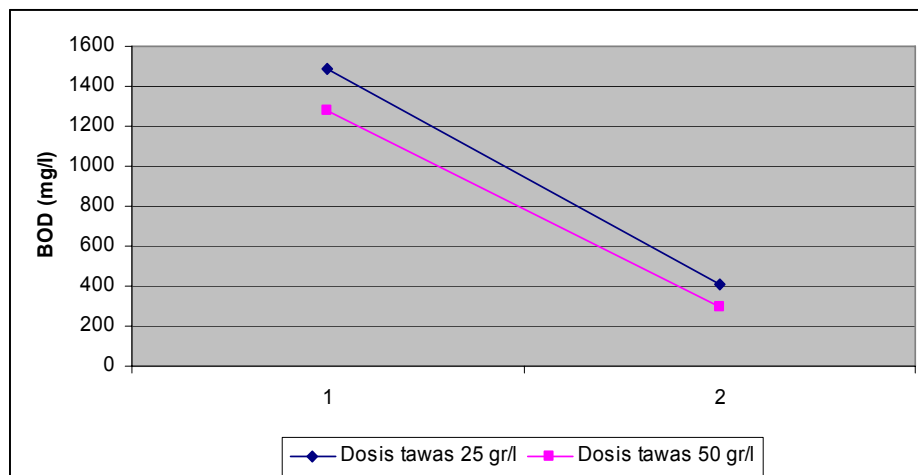
d. Analisis Kadar COD (Chemical Oxygen Demand)



Gambar 6. Kadar COD sampel lindi sebelum dan sesudah perlakuan

Penggunaan kedua variasi kadar tawas telah dapat menurunkan kadar COD yang cukup jauh. Namun kedua nilai tersebut belum cukup untuk memenuhi persyaratan Baku Mutu Limbah Cair sebesar 100 mg/l untuk Golongan I dan 300 mg/l untuk Golongan II. Untuk itu, agar nilai COD dapat lebih berkurang dosis kaporit yang digunakan perlu dinaikkan. Adanya penurunan kadar COD disebabkan penggunaan tawas dan kaporit sebagai koagulan yang dapat mereduksi besarnya kadar COD yang terkandung pada air lindi sehingga menyebabkan terjadinya penurunan jumlah bakteri pengurai dalam masing-masing sampel yang menyebabkan kebutuhan oksigen semakin berkurang.

e. Analisis Kadar BOD (Biological Oxygen Demand)



Gambar 7. Kadar BOD sampel lindi sebelum dan sesudah perlakuan

Adanya penurunan kadar BOD disebabkan penggunaan tawas dan kaporit sebagai koagulan yang dapat mereduksi besarnya kadar BOD yang terkandung pada air lindi. Penggunaan kedua variasi kadar tawas serta kaporit dalam penelitian ini telah dapat menurunkan kadar BOD yang cukup jauh mencapai angka penurunan sebesar 77 %. Meskipun terjadi penurunan namun nilai BOD pada kedua hasil tersebut belum cukup untuk memenuhi persyaratan Baku Mutu Limbah Cair untuk Golongan I dan 150 mg/l untuk Golongan II. Untuk itu, agar nilai BOD pada lindi dapat lebih berkurang penulis berpendapat bahwa dosis kaporit yang digunakan perlu dinaikkan.

3.3 Rekomendasi Rencana Prototipe Instalasi Pengolahan Lindi

Pada instalasi pengolahan air lindi ini akan digunakan dosis tawas 25 gram/liter dan 2,5 gram/ liter kaporit. Sebagai contoh kondisi TPA sesungguhnya, diambil kondisi TPA Bakung Bandar Lampung. Luasan wilayah tempat sampah yang dipadatkan di TPA Bakung Bandar Lampung mencapai 6 Ha. Dari luasan tersebut, saat terjadi hujan dengan intensitas 100 mm/hari maka diperkirakan air lindi yang dihasilkan sebanyak 6 m³. Dengan memperkirakan debit air lindi di TPA Bakung mencapai 200 ml/detik, sehingga dalam waktu 24 jam akan dihasilkan air lindi sebanyak ± 17,5 m³.

Pada instalasi ini, akan digunakan dua buah flokulator dengan volume ± 1 m³. Dengan menggunakan pompa air yang memiliki debit 5 liter/detik. Dengan debit pompa yang ada, untuk mengisi kedua buah flokulator dibutuhkan waktu selama 400 detik. Mencampurkan larutan tawas dan kaporit ke dalam air lindi yang berada di dalam flokulator lalu mengoperasikan flokulator selama 1 menit dengan kecepatan 100 rpm. Setelah dilakukan pengadukan menggunakan flokulator, air lindi dialirkan menuju kolam pengendapan yang memiliki volume ± 65 m³. Volume ini ditentukan berdasarkan fungsi kolam pengendapan yaitu mengendapkan air lindi yang telah diolah, selama 24 jam. Setelah diendapkan selama 24 jam, air lindi dialirkan menuju bak pantau yang memiliki dimensi (7 x 8 x 2) m, yang dimaksudkan agar bak tersebut dapat menampung dan mengendapkan air lindi yang telah diolah selama 5 hari untuk dapat mereduksi kadar BOD dan COD. Dari bak pantau, air lindi dapat dialirkan menuju parit pembuangan.

3.4 Perbandingan Desain Prototipe Instalasi Rekomendasi terhadap Instalasi Pengolahan Lindi yang ada pada TPA Bakung

Dari gambar denah TPA Bakung Bandar Lampung pada halaman selanjutnya, pada instalasi pengolahan lindi pada TPA Bakung saat ini terdapat tiga buah kolam pengolahan yang berukuran besar. Sementara pada desain prototipe instalasi pengolahan lindi dalam skripsi ini terdapat dua kolam pengolahan dan satu kolam tampungan awal yang ketiganya memiliki ukuran yang jauh lebih kecil. Hal tersebut dikarenakan pada desain prototipe instalasi pengolahan terdapat teknik pengolahan secara fisik berupa filtrasi karbon aktif dan teknik pengolahan secara kimiawi yaitu koagulasi dan flokulasi yang tidak dimiliki TPA Bakung saat ini, sehingga dimensi kolam pengolahan yang dibutuhkan dapat lebih kecil dan efisien. Sementara pada instalasi pengolahan lindi di TPA Bakung saat ini hanya terdapat pengolahan secara biologi berupa tiga buah kolam pengolahan yaitu kolam fakultatif, kolam maturasi, dan kolam biofilter.

Berdasarkan penjelasan di atas, terdapat beberapa kelebihan desain prototipe instalasi pengolahan lindi dalam skripsi ini dibandingkan instalasi pengolahan lindi yang telah ada pada TPA Bakung. Pertama, air lindi keluaran hasil pengolahan pada desain prototipe memiliki kualitas yang lebih baik, karena terdapat teknik pengolahan lindi yang lebih lengkap secara fisika, kimia, dan biologi, serta sampel lindi hasil pengolahan prototipe yang dimodelkan secara fisik telah menyerupai air sungai. Kedua, lahan yang dibutuhkan

untuk instalasi pengolahan pada desain prototipe lebih kecil dibandingkan lahan yang ada pada TPA Bakung saat ini. Oleh sebab itu penulis berpendapat bahwa desain prototipe instalasi pengolahan lindi dalam skripsi ini bisa diterapkan pada TPA Bakung, serta baik dari segi kualitas air lindi hasil olahan dan dari segi kebutuhan lahan dibanding instalasi pengolahan lindi yang ada pada TPA Bakung Bandar Lampung saat ini.

4. SIMPULAN DAN SARAN

4.1 Simpulan

Dari hasil penelitian dan pembahasan diperoleh kesimpulan bahwa model instalasi yang telah dibuat sudah cukup efektif dalam mengolah air lindi. Berdasarkan data yang diperoleh dari uji laboratorium, penggunaan dosis koagulan yang lebih efektif adalah menggunakan dosis tawas 25 gram/liter ditambah kaporit 0,5 gram/liter. Hal tersebut berdasarkan hasil yang diperoleh pada parameter pH, kekeruhan, dan TSS, bahwa dengan dosis tersebut sudah cukup untuk memenuhi standar baku mutu limbah cair dan hasilnya secara keseluruhan tidak jauh berbeda dengan penggunaan tawas 50 gram/liter.

Model pengolahan lindi dengan penggunaan tawas 25 gram/liter dan kaporit 0,5 gram/liter dalam penelitian ini telah dapat menurunkan kadar pH mencapai 29,44 %, kadar Kekeruhan $\geq 50\%$, kadar TSS 79,80%, kadar COD 72,62%, dan kadar BOD 72,61%. Hasil uji laboratorium sampel lindi hasil perlakuan dalam penelitian ini dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti pH awal, tingkat kekeruhan awal, suhu, komposisi bahan kimia dalam air, jenis koagulan, dosis koagulan yang dipakai, proses pengadukan, lama pengendapan, dan jenis filter.

Rekomendasi instalasi pengolahan lindi terdiri dari kolam tampungan awal lindi berdimensi 9m x 10m x 2m, kolam fakultatif 3m x 4,5m x 2m, kolam pantau 7m x 8m x 2m, serta dilengkapi 3 buah filter karbon aktif, dan 2 buah flokulator yang dapat dilihat pada bab pembahasan. Kelebihan desain ini dibandingkan instalasi yang ada pada TPA Bakung adalah kualitas lindi hasil pengolahan instalasi yang lebih baik dan lahan yang dibutuhkan untuk instalasi pengolahan lebih kecil. Sehingga disimpulkan bahwa desain tersebut lebih baik dari segi kualitas hasil olahan maupun kebutuhan lahan.

4.2 Saran

Dari berbagai rangkaian penelitian yang telah dilakukan, penulis memberikan saran sebagai berikut:

1. Sebelum dimulai pengujian perlu diperhatikan dan dipastikan apakah seluruh detail langkah atau prosedur penelitian telah benar, sehingga tidak menimbulkan kesalahan yang tidak diinginkan pada waktu pelaksanaan.
2. Jarak antara lokasi pengambilan sampel terhadap tempat penelitian dan tempat uji laboratorium hasil penelitian sebaiknya tidak terlalu berjauhan, sehingga hasil uji laboratorium yang diperoleh dapat lebih menggambarkan kenyataan di lapangan terutama pada nilai parameter COD dan BOD.
3. Pengujian laboratorium terhadap konsentrasi tiap-tiap parameter kualitas air harus dilakukan dengan teliti sehingga hasil yang diperoleh benar-benar dapat dipertanggungjawabkan.
4. Untuk pengembangan pengoperasian model dan prototipe instalasi pengolahan air lindi sebaiknya menggunakan sistem otomatis. Hal ini dimaksudkan agar waktu yang terpakai dalam proses pengolahannya dapat lebih efektif dan efisien, sehingga sistem pengolahan air lindi dapat berjalan lebih optimal. Namun untuk mewujudkan hal

tersebut perlu adanya pengembangan model dalam penelitian lebih lanjut untuk otomatisasi alat.

5. Untuk dapat memperoleh hasil pengolahan lindi yang lebih optimal hingga memenuhi syarat golongan air D serta baku mutu limbah cair, perlu penelitian lebih lanjut.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2007. *Diseminasi dan Sosialisasi NSPM bidang Penyehatan Lingkungan Permukiman*. Dinas Permukiman Provinsi Lampung. Bandar Lampung.
- Effendi, Hefni. 2003. *Telaah Kualitas Air*. Kanisius. Yogyakarta.
- Fardiaz, Srikandi. 1992. *Polusi Air dan Udara*. Kanisius. Yogyakarta.
- Hadiwijoto, S. 1983. *Penanganan dan Pemanfaatan Sampah*. Yayasan Idayu. Jakarta.
- Jana, I Wayan. Mardani, N K. Suyasa, I W. Budiarsa. 2006. *Analisis Karakteristik Sampah Dan Limbah Cair Pasar Badung Dalam Upaya Pemilihan Sistem Pengelolaannya*. FMIPA Universitas Udayana. Bali.
- Linsley, R.K. Franzini, J.B. Sasongko, D. 1986. *Teknik Sumber Daya Air*. Jilid 2. Erlangga, Jakarta.
- Lita, Leka Afri. 2008. *Alternatif Pengolahan Air Lindi Dari Tempat Pembuangan Akhir Sampah (TPA) Bakung Kecamatan Teluk Betung Barat*. Fakultas Teknik Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Nuryani, S. Maas, A. Yuwono, N.W. Kabirun, S. Kusumo, Ruly Eko. 2003. *Kondisi Tanah Dan Prediksi Umur Tempat Pembuangan Akhir Sampah TPA Bantar Gebang, Bekasi*. Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan Vol. 4 Fakultas Pertanian UGM. Yogyakarta.
- Pandia, S. Husin, A. Masyithah, Z. 1995. *Kimia Lingkungan*. Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, Jakarta.
- Susilo, Gatot Eko. 2005. *Diktat Mata Kuliah Rekayasa Lingkungan*. Bandar Lampung.
- Tjahjani, I. Kusnawati. Wignjosoebroto, S. Ciptomulyono, U. 2008. *Perancangan Sistem Pengolahan Sampah Organik Dengan Inovasi Komposter Yang Ergonomis Menggunakan Metode Quality Function Deployment (QFD)*. Jurusan Teknik Industri ITS. Surabaya.