

196/S1-TL/0707-P

**PENGOLAHAN LIMBAH CAIR DOMESTIK
DENGAN METODE *MULTI SOIL LAYERING* (MSL)
(STUDI KASUS: LIMBAH DAPUR ASRAMA PELAJAR
SMA NEGERI 1 PADANG PANJANG)**

TUGAS AKHIR

*Sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan program Strata Satu (S-1)
pada Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Andalas*

Oleh:

DIKARAMA KAULA
02 174 035

Pembimbing:

SHINTA INDAH, M.T.
Dra. SALMARIZA Sy.



**JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK - UNIVERSITAS ANDALAS
PADANG, 2007**

ABSTRAK

Penelitian pengolahan limbah cair domestik dengan metode MSL di Indonesia telah dilakukan untuk yang pertama kalinya dengan studi kasus limbah dapur asrama pelajar SMA Negeri 1 Padang Panjang yang telah mengalami pengolahan pendahuluan di bak penangkap lemak dan bak sedimentasi. Dari hasil penelitian diketahui konsentrasi beberapa parameter pencemar limbah cair di kedua bak tersebut masih cukup tinggi dan melebihi baku mutu (Kepmen-LH No. 112 Tahun 2003). Pada penelitian ini digunakan 2 buah reaktor MSL berdimensi $60 \times 60 \times 70$ cm dengan lapisan *permeable* (batuan) berupa kerikil (reaktor 1) dan perlit (reaktor 2) berukuran 3–5 mm serta lapisan *impermeable* berupa campuran tanah dan arang dengan rasio komposisi 2 : 1. Sampel limbah cair yang diambil di 2 titik, yakni sekat III bak penangkap lemak dan bak sedimentasi, dialirkan pada masing-masing reaktor dengan *Hydraulic Loading Rate* (HLR) 500 dan 1.000 l/m²/hari serta variasi proses aerasi, yakni tanpa aerasi dan aerasi 0,5 jam/hari. Konsentrasi parameter pencemar limbah cair yang dianalisis, meliputi pH, BOD, TSS, dan minyak/ lemak sebelum diolah reaktor MSL berturut-turut sebesar 6,45–7,41, 25,83–260,03 mg/l, 60,75–186 mg/l, dan 6,75–22,75 mg/l, sedangkan setelah diolah konsentrasinya berturut-turut berubah menjadi 7,21–7,76, 1,34–24,74 mg/l, 1,25–13,75 mg/l, dan 0–3 mg/l. Hasil ini menunjukkan bahwa kedua reaktor mampu mengolah, menyisihkan, dan menurunkan konsentrasi parameter BOD, TSS, dan minyak/ lemak limbah cair, akan tetapi dalam menetralkan pH, kemampuan kedua reaktor belum dapat dibuktikan karena nilai pH limbah cair sebelum diolah memang sudah netral. Secara umum, jenis lapisan batuan reaktor yang digunakan tidak begitu terlihat pengaruhnya pada penyisihan parameter pencemar, sedangkan jenis limbah yang dialirkan cukup berpengaruh pada penyisihan TSS dan minyak/ lemak. Pengaliran dengan HLR 500 l/m²/hari memberikan efisiensi penyisihan terbaik untuk masing-masing parameter pencemar, sementara itu variasi proses aerasi ternyata sedikit berpengaruh pada penyisihan BOD. Secara keseluruhan efisiensi penyisihan BOD, TSS, dan minyak/ lemak yang diperoleh pada penelitian ini berturut-turut berkisar antara 90,15–98,88%, 92,4–98,57%, dan 86,9–100%.

Kata Kunci: limbah cair domestik, Multi Soil Layering (MSL), asrama pelajar SMA Negeri 1 Padang Panjang

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Limbah cair domestik adalah limbah cair yang bersumber dari permukiman penduduk, daerah komersil, dan bangunan-bangunan institusional (Metcalf & Eddy, 1991). Di Indonesia, jenis limbah cair ini dihasilkan dalam jumlah yang lebih besar dibanding limbah cair jenis lain. Hal ini merupakan pengaruh dari besarnya jumlah penduduk, sehingga aktivitas dari permukiman, perniagaan, dan perkantoran lebih dominan terjadi.

Hingga kini belum ada penanganan serius dalam mengolah limbah cair domestik yang dihasilkan, malah perhatian lebih tertuju pada pengolahan limbah cair dari sumber lain seperti industri. Padahal limbah cair dari sumber ini juga dapat mencemari badan air penerimanya dan cenderung akan merusak ekosistem perairan termasuk lingkungan di sekitarnya serta penduduk yang menggunakan air tersebut. Cukup banyak metode pengolahan limbah cair yang mudah dari segi pengoperasian dan pengontrolan, murah dari segi biaya, serta ramah lingkungan yang telah dikembangkan saat ini. Salah satunya adalah metode *Multi Soil Layering* (MSL).

Metode MSL merupakan metode pelapisan tanah dengan batuan, material organik, dan material lainnya untuk mengolah limbah cair dengan cara mengalirkannya ke dalam struktur lapisan tersebut. Lapisan campuran tanah dengan material organik dan batuan dibuat berselang-seling seperti susunan batu bata. Wakatsuki *et al* (1993) menyatakan bahwa metode MSL adalah metode pengolahan yang memanfaatkan kemampuan tanah dalam mengolah limbah cair. Material yang digunakan dalam metode ini mudah didapatkan, diantaranya yaitu tanah humus dari daerah pegunungan (andisol), serbuk gergaji, arang kelapa, dan lain-lain sebagai lapisan anaerob/ *impermeable*, serta kerikil atau batuan lainnya sebagai

lapisan aerob/ *permeable*. Kondisi aerob dan anaerob merupakan faktor utama yang mempengaruhi penyisihan parameter pencemar dalam sistem MSL.

Metode MSL ini telah diuji untuk pengolahan limbah cair domestik di beberapa negara, seperti Jepang dan Thailand. Peneliti di Jepang dan Thailand menerapkan metode ini untuk mengolah limbah cair yang dihasilkan rumah tangga dan institusi yang bersumber dari dapur, toilet, dan kafetaria dengan efisiensi penyisihan rata-rata 70–90% (Wakatsuki *et al*, 1993; Attanandana *et al*, 2000). Sementara itu di Indonesia, metode MSL diteliti dan diuji untuk pengolahan limbah cair industri kelapa sawit, *crumb rubber* (karpet), tahu, dan keripik ubi kayu dengan efisiensi penyisihan rata-rata 70–100% (Salmariza dkk, 2001–2003; Kasman, 2004). Dari beberapa penelitian yang telah dilakukan membuktikan bahwa metode MSL cukup efektif digunakan dalam mengolah limbah cair domestik, bahkan limbah cair industri.

SMA Negeri 1 Padang Panjang merupakan salah satu institusi di Kota Padang Panjang Propinsi Sumatera Barat yang menghasilkan limbah cair domestik. Limbah cair domestik tersebut merupakan efluen dari dapur dan kamar mandi asrama pelajar yang dimiliki oleh sekolah tersebut. Fakta di lapangan menunjukkan bahwa limbah yang dihasilkan dari asrama pelajar berkapasitas ± 162 orang tersebut pada awalnya tidak mengalami pengolahan lebih lanjut dan hanya dibuang begitu saja ke parit/ saluran drainase yang ada. Sedangkan untuk saat ini (sejak September 2006), limbah yang bersumber dari dapur tidak lagi langsung dibuang ke saluran drainase, tetapi dikumpulkan terlebih dahulu dalam bak penangkap lemak dan bak sedimentasi.

Menurut hasil penelitian Salmariza dkk (2006), diketahui untuk beberapa parameter pencemar limbah cair (efluen dapur dan kamar mandi tercampur) asrama pelajar tersebut, seperti BOD, TSS, dan minyak/ lemak konsentrasinya sudah melebihi baku mutu yang telah ditetapkan (Kepmen-LH No. 112 Tahun 2003 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik). Sementara konsentrasi parameter pencemar limbah cair yang dikumpulkan di bak penangkap lemak dan bak sedimentasi dari hasil penelitian juga diketahui masih melebihi baku mutu. Kenyataan ini menunjukkan bahwa limbah cair asrama pelajar SMA Negeri 1

Padang Panjang sudah seharusnya diolah karena cukup berpotensi untuk mencemari lingkungan di sekitarnya. Di lain pihak, cukup banyak penelitian yang membuktikan keefektifan metode MSL dalam mengolah limbah cair, baik dari sumber domestik maupun non domestik (industri). Atas dasar itu, maka dilakukan penelitian pengolahan limbah cair domestik menggunakan metode MSL dengan mengambil studi kasus limbah cair hasil aktivitas dapur umum asrama pelajar SMA Negeri 1 Padang Panjang.

Perbedaan penelitian kali ini dengan yang pernah dilakukan di Jepang dan Thailand adalah dari struktur lapisan aerob dan anaerob reaktor MSL-nya. Lapisan *permeable* (batuan) reaktor MSL yang umumnya digunakan di Jepang dan Thailand adalah zeolit, sedangkan pada penelitian ini digunakan kerikil dan perlit karena mudah mendapatkannya. Untuk lapisan *impermeable* reaktor MSL digunakan campuran tanah dengan arang (berbeda dengan reaktor-reaktor MSL yang digunakan di Jepang dan Thailand dimana lapisan anaerobnya terdiri atas campuran tanah, bijih besi, dan beberapa jenis material organik).

Campuran material yang digunakan pada lapisan *impermeable* ini sedikit berbeda pula dengan lapisan *impermeable* pada reaktor MSL untuk pengolahan limbah cair industri di Indonesia yang sebagian menambahkan serbuk gergaji sebagai material organik. Tidak ditambahkan material organik pada lapisan *impermeable* reaktor MSL yang digunakan disebabkan limbah cair mengandung bahan organik yang cukup tinggi, selain itu pada penelitian ini tidak dilakukan pengamatan proses nitrifikasi dan denitrifikasi dalam reaktor MSL yang dipengaruhi oleh penambahan material organik pada lapisan *impermeable*-nya.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Menentukan efisiensi penyisihan parameter pencemar limbah cair domestik dengan metode MSL, menggunakan 2 unit reaktor, variasi titik pengambilan sampel limbah cair (jenis limbah cair), serta variasi HLR dan proses aerasi.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian pengolahan limbah cair domestik (efluen dapur umum) asrama pelajar SMA Negeri 1 Padang Panjang dengan metode *Multi Soil Layering* (MSL) yang telah dilakukan, dapat disimpulkan beberapa hal, antara lain:

1. Hasil analisis limbah cair yang telah mengalami pengolahan pendahuluan menunjukkan bahwa secara visual limbah cair dari bak penangkap lemak terlihat lebih keruh, lebih berminyak, dan lebih berbau dibandingkan limbah cair dari bak sedimentasi. Konsentrasi parameter pencemar kedua jenis limbah cair ini masih melebihi baku mutu (Kepmen-LH No. 112 Tahun 2003 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik).
2. Perbedaan lapisan batuan yang digunakan ternyata cukup mempengaruhi kondisi fisik efluen reaktor. Hasil pengamatan menunjukkan efluen reaktor 1 berwarna kekuning-kuningan sedangkan reaktor 2 tidak berwarna sama sekali, namun keduanya sama-sama bening dan tak berbau. Kondisi *steady state* kedua reaktor melalui pengamatan konsentrasi BOD diperoleh pada menit yang sama, yakni 15 menit ke 4 (menit ke 60) waktu pengambilan sampel efluen reaktor.
3. Berdasarkan hasil analisis influen-efluen kedua reaktor diketahui bahwa konsentrasi parameter pencemar limbah cair, seperti BOD, TSS, dan minyak/ lemak dapat diturunkan hingga jauh di bawah standar/ baku mutu yang ditetapkan (Kepmen-LH No. 112 Tahun 2003 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik).
4. Efisiensi penyisihan BOD dan TSS oleh kedua reaktor rata-rata di atas 90% dan 92%, sedangkan penyisihan minyak/ lemak rata-rata di atas 86% dan efisiensi tertingginya mencapai 100%. Meskipun kemampuan dalam

menetralkan pH belum dapat dibuktikan, hasil ini telah menunjukkan baiknya kinerja kedua reaktor dalam mengolah dan menyisihkan parameter pencemar limbah cair.

5. Secara umum, jenis lapisan batuan reaktor tidak begitu terlihat pengaruhnya terhadap efisiensi penyisihan parameter pencemar, sedangkan jenis limbah cair yang dialirkan cukup berpengaruh pada efisiensi penyisihan TSS dan minyak/ lemak.
6. Variasi HLR sangat berpengaruh terhadap efisiensi penyisihan parameter pencemar, kecuali pH. Makin rendah HLR yang diberikan maka makin tinggi efisiensi penyisihan parameter pencemar yang diolah. Efisiensi penyisihan terbaik BOD, TSS, dan minyak/ lemak diperoleh untuk HLR 500 l/m²hari. Sementara variasi proses aerasi cukup berpengaruh terhadap penyisihan BOD.
7. Tingginya efisiensi penyisihan parameter pencemar yang didapatkan dalam penelitian ini membuktikan bahwa metode MSL layak dijadikan sebagai salah satu alternatif pengolahan air buangan domestik, khususnya untuk mengolah limbah cair asrama pelajar SMA Negeri 1 Padang Panjang.

5.2 Saran

Untuk meningkatkan kinerja metode MSL dalam mengolah limbah cair asrama pelajar SMA Negeri 1 Padang Panjang dan limbah cair domestik pada umumnya, serta untuk pengembangan penelitian lanjutan dan aplikasi di lapangan, maka beberapa hal yang perlu dilakukan adalah:

1. Pengamatan efisiensi pengolahan limbah cair secara kontinu dalam periode waktu yang lebih lama, misalnya setahun atau lebih, guna mengetahui sejauh mana kemampuan dan kestabilan reaktor MSL dalam mengolah limbah cair jika suatu saat konsentrasinya berfluktuasi atau lebih tinggi, serta untuk mengetahui antisipasi yang dapat dilakukan jika terjadi *clogging* dalam reaktor.
2. Penambahan waktu aerasi menjadi 4 jam atau 8 jam per hari seperti yang pernah dicobakan pada penelitian sebelumnya (pengolahan limbah cair dari sumber industri) guna mengetahui pengaruh aerasi terhadap efisiensi penyisihan parameter pencemar.

DAFTAR PUSTAKA

- American Public Health Association (APHA). 1992. *Standard Method for The Examination of Water and Wastewater*. USA.
- APEC Virtual Center for Environmental Technology Exchange. *4 Application of Multi-Soil-Layering Method in Wastewater Treatment*. (http://www.apec-vc.or.jp/feature_e/2005_04/2005_04_3.html, akses 8 Mei 2007).
- Attanandana, T, et al. 2000. **"A Comparative Study of Zeolite with Other Materials As The Component of The Multi Soil Layering System for Wastewater Treatment"**. *Ecological Engineering*. Elsevier Press: Thailand.
- BBSDLP-Litbang Deptan. 2007. *Andisol*. (<http://bbsdip.litbang.deptan.go.id/index.php.htm>, akses 17 Mei 2007).
- Cahyono, Agus. *Padanan Nama Tanah Menurut Berbagai Sistem Klasifikasi Tanah*. (<http://elisa.ugm.ac.id/files/cahyonoagus/bQdAS2M3/TANAH-CAHYO.rtf>, akses 17 Mei 2007).
- Das, Braja M. 1995. *Mekanika Tanah*. Erlangga; Jakarta.
- Database of Indonesian Laws Website. *Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 112 Tahun 2003 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik*. (<http://www.bappenas.go.id/pesisir/document>, akses 17 Mei 2007).
- Flexibulk, ltd. *Filter Aids, Filter Systems, Brewer Filters and Perlite in The UK*. (http://www.flexibulk.co.uk/flexibulk_web/bulk-fs-product61.html, akses 17 Mei 2007).
- Hanafiah, Kemas Ali. 2005. *Dasar-Dasar Ilmu Tanah*. PT RajaGrafindo Persada: Jakarta.
- Hardjowigeno, Sarwono. 1993. *Klasifikasi Tanah dan Pseudogenesis*. Edisi ke-1. Akademika Pressindo: Jakarta.
- Hidayaturrehmi, 2006. *Pengolahan Limbah Cair Industri Keripik Ubi Kayu Menggunakan Metode Multi Soil Layering (MSL) Dengan Penambahan Prasedimentasi Sebagai Pengolahan Pendahuluan (Studi Kasus Usaha Keripik Ubi Kayu Mahkota, Padang)*. Tugas Akhir Sarjana Teknik Universitas Andalas. Universitas Andalas: Padang.