

# EFISIENSI DAN KAPASITAS PENYERAPAN *FLY ASH* SEBAGAI PENYISIHAN MINYAK DAN LEMAK DARI LIMBAH CAIR HOTEL DENGAN METODE *MULTI SOIL LAYERING* (MSL)

Tivany Edwin<sup>1)</sup>, Shinta Elystia<sup>2)</sup>, Diana Amelia<sup>1)</sup>  
Shinta Indah<sup>1)</sup>, Denny Helard<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>Laboratorium Air Jurusan Teknik Lingkungan Universitas Andalas

<sup>2)</sup>Laboratorium Pencegahan Pencemaran Lingkungan Jurusan Teknik Lingkungan  
Universitas Riau

Email: tivani\_edwin@yahoo.co.id

## ABSTRAK

*Metode Multi Soil Layering (MSL) diujicobakan untuk menyisihkan minyak dan lemak pada limbah cair hotel yang berasal dari dapur dan laundry. Hasil analisis karakteristik limbah cair tersebut menunjukkan bahwa konsentrasi minyak dan lemak melebihi baku mutu Surat Keputusan Gubernur Sumatera Barat Nomor 26 Tahun 2001 tentang Baku Mutu Limbah Cair Bagi Kegiatan Hotel di Propinsi Sumatera Barat. Pada penelitian ini digunakan 2 buah reaktor berbahan akrilik dengan dimensi 50 x 15 x 100 cm, terdiri dari dua macam lapisan batuan kerikil berdiameter 3-5 mm serta lapisan yang terdiri dari campuran tanah dan material organik. Kedua reaktor dibedakan atas material organik, dimana reaktor 1 terdiri dari campuran tanah andisol dan arang, sedangkan reaktor 2 terdiri dari campuran tanah andisol dengan serbuk gergaji. Limbah cair dialirkan pada Hydraulic Loading Rate (HLR) dengan variasi 500, 750, dan 1.000 l/m<sup>2</sup>hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kedua reaktor mampu menyisihkan minyak lemak dengan efisiensi 27,8 -89,5 % pada reaktor 1, serta efisiensi 23,8-62,5% pada reaktor 2. Variasi material organik dalam campuran tanah berpengaruh pada efisiensi penyisihan konsentrasi minyak dan lemak, dimana secara keseluruhan reaktor 1 lebih baik dalam menyisihkan minyak dan lemak dibandingkan reaktor 2. Efisiensi penyisihan minyak lemak didapatkan lebih tinggi pada reaktor 1 dengan pengaliran limbah cair pada HLR 500 l/m<sup>2</sup>hari. Secara umum MSL dapat menyisihkan minyak dan lemak pada limbah cair hotel.*

**Kata Kunci :** MSL, limbah cair hotel, minyak dan lemak

## ABSTRACT

*Multi soil layering (MSL) method was tested to remove oil and grease in a hotel laundry and kitchen waste water which was exceeded water quality standard on hotel wastewater quality standard issued by West Sumatera Governor Number 26 Year 2001. There were two acrylic reactors utilized in this research with dimension of 50 x 15 x 100 cm. Each reactor was arranged with layers of 3-5mm diameters gravels and soil and organic materials mixtures, organic material used were different in each reactor. Reactor 1 used charcoal as organic material in soil mixture, while reactor 2 used sawdust. Waste water was set to flow at 500, 750, and 1.000 l/m<sup>2</sup>day Hydraulic Loading Rate (HLR). The results showed that both reactors were able to remove oil and grease with efficiency range of 22.8,-89.5% by using Reactor 1, and 23.8-62.5% by using Reactor 2. The difference in organic material on soil mixture affected the removal efficiency which was higher in Reactor 1. Removal efficiency of oil and grease the highest at HLR of 500 l/m<sup>2</sup>day compared to other rates. Generally, MSL is able to remove oil and grease from hotel waste water.*

**Keywords:** MSL, hotel waste water, oil and grease

## PENDAHULUAN

Limbah cair adalah buangan yang kehadirannya pada suatu saat dan di tempat tertentu serta tidak memiliki nilai ekonomi dalam bentuk cair. Limbah cair yang dibuang langsung ke badan air akan menyebabkan pencemaran. Salah satu limbah cair berdasarkan jenisnya adalah limbah cair domestik. Limbah ini berasal dari aktivitas keseharian manusia, seperti air kamar mandi, kloset (limbah tinja), dapur, air cucian dan sebagainya. Limbah domestik ini mengandung sisa-sisa bahan organik, detergen, minyak, kotoran manusia, dan saat ini di dalam limbah domestik pun dijumpai zat-zat kimia yang dipergunakan sehari-hari dalam rumah tangga, seperti pembersih lantai dan lainnya. Limbah ini dalam skala yang kecil terlihat sangat sederhana, dan tidak terlalu mengganggu sehingga biasanya cukup ditampung oleh *septic tank* konvensional dan diresapkan ke dalam tanah yang selanjutnya proses penguraiannya tergantung 100% oleh alam. Namun konsentrasi limbah di tempat-tempat tertentu (hotel & sarana lainnya), diperlukan metode yang (Fardiaz, 1992).

Limbah cair hotel merupakan salah satu sumber limbah cair domestik. Seperti halnya limbah domestik lain, limbah cair hotel juga memiliki berbagai macam parameter pencemar. Berdasarkan Surat Keputusan Gubernur Sumatera Barat Nomor 26 Tahun 2001 tentang Baku Mutu Limbah Cair Bagi Kegiatan Hotel di Propinsi Sumatera Barat, parameter pencemar meliputi pH, BOD<sub>5</sub>, COD,

TSS, minyak dan lemak, detergen, serta total *coliform*.

*Multi Soil Layering* (MSL) merupakan salah satu metode pengolahan limbah cair yang memanfaatkan tanah sebagai media utama, dengan jalan meningkatkan kemampuan tanah tersebut melalui perubahan strukturnya. Struktur dibentuk seperti lapisan batu bata. Faktor yang paling mempengaruhi dalam metode MSL adalah kondisi aerob dan anaerob sistem. Untuk itu metode ini memakai material organik dalam campuran tanah sebagai lapisan anaerob, sedangkan lapisan aerob terdiri dari kerikil dan batuan lainnya (Wakatsuki *et al.* 1993).

Metode MSL telah banyak diuji di berbagai negara seperti Jepang dan Thailand untuk mengolah limbah cair domestik dengan persentase penyisihan parameter pencemar sebesar 70-100% (Wakatsuki *et al.*, 1993; Attanandana *et al.*, 2000). Di Thailand, digunakan reactor dengan dimensi 50x15x100 cm dari bahan akrilik untuk mengolah limbah cair tahu tanpa aerasi (Luanmanee, 2001). Indonesia termasuk salah satu negara yang telah mengujicobakan metode MSL terhadap limbah cair dalam skala laboratorium. Limbah cair yang diujicobakan berupa limbah cair industri kelapa sawit, *crumb rubber*, tahu, keripik ubi kayu, dan limbah cair dapur asrama pelajar dengan efisiensi penyisihan rata-rata 70-100% (Salmariza dkk, 2001-2003; Kasman, 2004; Putri, 2004). Dimana Putri menggunakan perbandingan 2:1 sebagai perbandingan tanah dan arang sebagai lapisan campuran tanah.

Sejauh ini metode MSL masih perlu diteliti dengan tujuan meningkatkan efektivitas penyisihan dan rancangan agar menjadi lebih baik. Untuk itu masih dibutuhkan informasi lebih lanjut tentang beberapa faktor meliputi variasi lapisan pada reaktor MSL, konsentrasi kontaminan dalam air limbah, kecepatan proses, serta sumber limbah (Masunaga, 2007).

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan efisiensi penyisihan minyak dan lemak dari limbah cair hotel dengan metode MSL di Hotel X Padang serta mempelajari pengaruh faktor variasi *Hydraulic Loading Rate* (HLR) dan variasi material organik dalam lapisan campuran tanah terhadap efisiensi penyisihan limbah cair hotel dengan metode MSL.

**METODOLOGI**

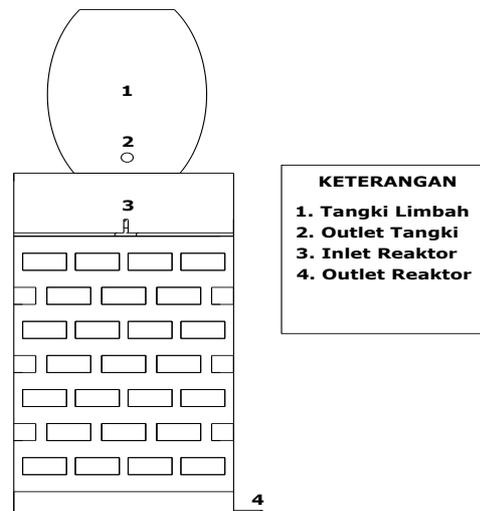
**Sumber Limbah**

Sampel limbah cair diambil di Hotel X, Padang. Sampel berupa limbah cair dapur dan *laundry* dicampurkan berdasarkan debit masing-masing limbah. Pengambilan sampel diambil pada hari kerja dan hari libur, masing-masing pada saat pagi pukul 09.00 WIB, siang pukul 12.00 WIB dan sore pada pukul 15.00 WIB . Pengambilan ini bertujuan untuk mengetahui waktu puncak dihasilkannya limbah dengan konsentrasi pencemar tertinggi, yang diwakilkan oleh parameter *Chemical Oxygen Demand* (COD). Pengambilan sampel untuk percobaan utama selanjutnya diambil pada waktu tersebut.

**Spesifikasi Reaktor**

Reaktor mempunyai dimensi 50 × 15 × 100 cm dan terbuat dari akrilik. Kedua reaktor memiliki dimensi dan bahan yang sama.

Reaktor yang digunakan dilengkapi dengan pipa inlet ½ inch (di permukaan lapisan batuan paling atas), pipa outlet ½ inch (di bagian bawah reaktor). Tangki limbah cair diletakkan di atas tatakan yang outletnya berada lebih tinggi dari reaktor, sehingga outlet tangki tersebut lebih mudah mengalirkan limbah ke inlet reaktor dengan menggunakan selang. Efluen dari outlet reaktor ditampung pada wadah yang ditempatkan di bawah outlet. Adapun sketsa perletakan MSL dapat dilihat pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Sketsa Perletakan Peralatan MSL

**Media pada Reaktor**

Reaktor MSL berisikan dua macam lapisan, yaitu lapisan batu kerikil dan lapisan campuran tanah dengan material organik. Lapisan batuan kerikil yang digunakan adalah hasil ayakan berukuran 3–5 mm. Penggunaan batu kerikil yang seragam

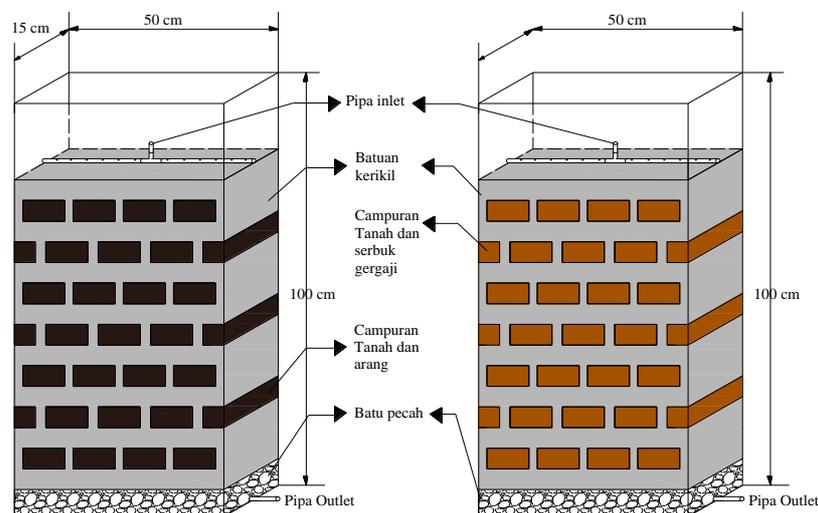
bertujuan untuk mencegah terjadinya *clogging* atau penyumbatan. Batu ini didapatkan dari hasil pengayakan yang berasal dari sungai Kuranji. Pemilihan batu jenis kerikil dilakukan karena mudah didapatkan dan tidak memakan banyak biaya dalam pengadaannya. Digunakan batuan pecah sebagai lapisan dasar reaktor.

Komposisi lapisan campuran tanah dan material organik bervariasi, dengan campuran tanah dan arang pada reaktor 1, dan reaktor 2 terdiri dari campuran tanah dan serbuk gergaji. Berdasarkan pertimbangan di lapangan, tanah yang digunakan adalah tanah andisol yang diambil dari Gunung Merapi, Padang Panjang. Tanah andisol dipilih karena daya absorpsi dan adsorpsi baik, berbutir halus sehingga dapat mencegah penyumbatan (*clogging*), dan belum terkontaminasi oleh pencemar sehingga kondisinya masih murni. Tanah andisol ini kemudian

dicampur dengan arang pada reaktor 1 dan serbuk gergaji pada reaktor 2.

Penyusunan campuran tanah dengan material organik secara berselang-seling menyerupai susunan batu bata. Celah antara blok bata campuran tanah atau antar lapisan campuran tanah diisi dengan kerikil berukuran 3–5 mm pada bagian dasar di susun batuan pecah dengan ukuran 4 mm setebal 10 cm kemudian ditutup dengan plastik net.

Penyusunan campuran tanah berbentuk batu bata dipermudah dengan penggunaan reng-reng kecil. Setiap lapisan tanah dilapisi dengan batuan kerikil setebal 5 cm pada bagian atasnya, begitu seterusnya hingga lapisan teratas campuran tanah di atasnya diisi dengan satu lapisan batuan lagi sebagai lapisan penutup. Ketebalan lapisan campuran tanah adalah 5 cm. Sketsa konstruksi reaktor MSL dapat dilihat pada Gambar 2.



**Gambar 2.** Sketsa Konstruksi Reaktor MSL untuk Pengolahan Limbah Cair Hotel

### Analisis Sampel

Seluruh kegiatan yang dilakukan dalam penelitian dilakukan di

Laboratorium Air jurusan Teknik Lingkungan Universitas Andalas Padang. Sampel yang diambil diukur

kadar minyak dan lemak dengan metode gravimetri. Dimana minyak dan lemak dalam contoh uji air diekstraksi dengan pelarut organik dalam corong pisah dan untuk menghilangkan air yang masih tersisa digunakan Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> anhidrat. Ekstrak minyak dan lemak dipisahkan dari pelarut organik secara destilasi. Residu yang tertinggal pada labu destilasi ditimbang sebagai minyak dan lemak.

Analisis laboratorium dilakukan pada influen dan efluen sampel limbah cair Hotel X Padang sebelum masuk dan sesudah melewati reaktor MSL pada kedua reaktor. Pengujian limbah cair Hotel X Padang juga dicobakan dengan variasi pengaliran *Hydraulic Loading Rate* (HLR) 500 l/m<sup>2</sup>hari, 750 l/m<sup>2</sup>hari, dan 1.000 l/m<sup>2</sup>hari.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Analisis yang telah dilakukan membuktikan bahwa limbah pada hari libur pukul 9.00 WIB merupakan waktu dengan nilai konsentrasi COD limbah cair tertinggi, sehingga disimpulkan untuk percobaan pendahuluan dan percobaan utama pengambilan sampel pada hari libur pukul 9.00 WIB (Tabel 1).

Kandungan minyak dan lemak limbah cair Hotel X Padang umumnya berasal dari kegiatan dapur hotel. Limbah dapur hotel dialirkan dahulu ke bak penangkap lemak yang terdiri dari empat kompartemen, kemudian baru disalurkan ke badan air penerima. Namun walaupun telah dilewatkan melalui bak penangkap lemak, kadar minyak dan lemak hotel ini masih cenderung tinggi dan melebihi baku

mutu. Hal ini terlihat pada saat pengambilan limbah cair kondisi fisik limbah cair yang mengkilap oleh kehadiran minyak.

**Tabel 1.** Hasil Pengukuran COD Sampel

Waktu pengambilan limbah cair	Konsentrasi COD (mg/l)	
	Hari libur	Hari kerja
09.00 WIB	199,7	162,2
12.00 WIB	162,2	149,7
15.00 WIB	137,3	112,2

**Variasi *Hydraulic Loading Rate* (HLR)**

Penyisihan minyak dan lemak umumnya terjadi pada pengaliran limbah cair pada reaktor MSL, akan tetapi tidak mengurangi konsentrasi limbah cair sampai di bawah baku mutu kecuali untuk pengaliran pada reaktor 1 dengan HLR 500 l/m<sup>2</sup>hari yang mampu menyisihkan konsentrasi minyak dan lemak sampai 5 mg/l. Nilai ini merupakan batas teratas baku mutu keberadaan minyak dan lemak bagi kegiatan hotel berdasarkan Surat Keputusan Gubernur Sumatera Barat Nomor 26 Tahun 2001. Perbandingan konsentrasi minyak dan lemak pada influen dan efluen limbah cair dengan baku mutu dapat dilihat pada Tabel 2 dan Tabel 3.

Variasi HLR 750 l/m<sup>2</sup>hari dan 1000l/m<sup>2</sup>hari mampu menyisihkan minyak dan lemak, namun tidak efektif hingga memenuhi bakumutu.

**Tabel 2.** Perbandingan Konsentrasi Influen dan Efluen Menggunakan Reaktor dengan Campuran Lapisan Tanah Andisol dan Arang

Reaktor 1	HLR 500 (l/m <sup>2</sup> hari)	HLR 750 (l/m <sup>2</sup> hari)	HLR 1000 (l/m <sup>2</sup> hari)
Influen (mg/l)	47,5	47,5	45
Efluen (mg/l)	5	22,5	32,5
Baku mutu (mg/l)	5	5	5

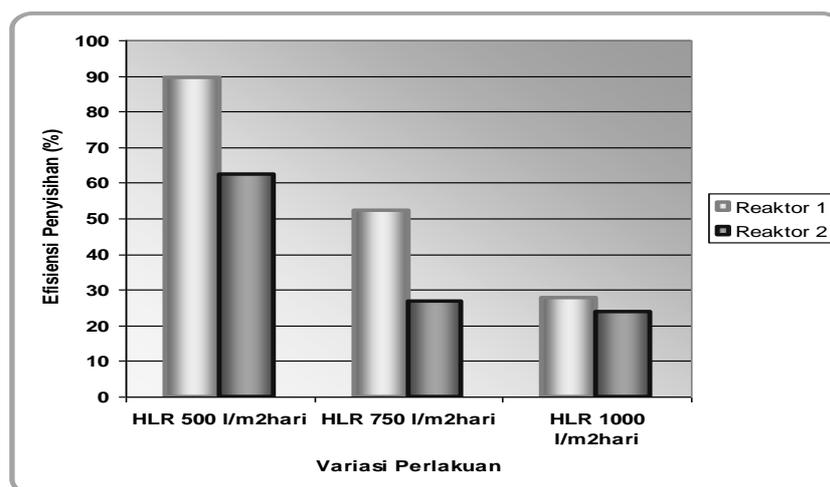
### Variasi Lapisan Campuran Tanah

Efisiensi penyisihan minyak dan lemak terbukti dipengaruhi campuran tanah dan material organik pada lapisan anaerob reaktor. Reaktor 1 lebih baik dalam menyisihkan minyak dan lemak dibandingkan reaktor 2 dengan selisih efisiensi yang cukup besar. Reaktor 1 dengan lapisan campuran tanah dan arang mampu menyisihkan minyak dan

lemak sampai memenuhi bakumutu pada HLR 500 l/m<sup>2</sup>hari. Efisiensi penyisihan minyak dan lemak 27,778-89,444% pada reaktor 1, sedangkan pada reaktor 2 penyisihan berkisar dari 23,810-62%. Pengaruh lapisan campuran tanah dan material organik reaktor terhadap penyisihan minyak dan lemak dapat dilihat pada Gambar 3.

**Tabel 3.** Perbandingan Konsentrasi Influen dan Efluen Menggunakan Reaktor dengan Campuran Lapisan Tanah Andisol dan Serbuk Gergaji

Reaktor 2	HLR 500 (l/m <sup>2</sup> hari)	HLR 750 (l/m <sup>2</sup> hari)	HLR 1000 (l/m <sup>2</sup> hari)
Influen (mg/l)	40	37,5	32,5
Efluen (mg/l)	15	27,5	25
Baku mutu (mg/l)	5	5	5



**Gambar 3.** Pengaruh Lapisan Anaerob Reaktor terhadap Penyisihan Minyak dan Lemak

Proses filtrasi dan adsorpsi memegang peranan dalam penyisihan minyak dan lemak, terutama pada campuran tanah dan material organik pada lapisan anaerob reaktor. Penyaringan minyak dan lemak berlangsung lebih baik pada reaktor 1 didukung pori-pori lapisan campuran tanah dan material organiknya lebih kecil dibandingkan lapisan reaktor 2. Hal ini didukung oleh waktu alir yang dibutuhkan limbah untuk mengalir lebih cepat pada reaktor 2. Proses adsorpsi juga memungkinkan terjadi lebih baik pada reaktor 1 karena memakai material organik berupa arang pada lapisan anaerobnya. Arang memiliki luas permukaan yang besar sehingga memiliki kapasitas adsorpsi yang lebih besar dibandingkan serbuk gergaji. Untuk itu pada penelitian ini dapat disimpulkan reaktor 1 lebih baik dalam menyisihkan minyak dan lemak dibandingkan dengan reaktor 2.

### SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian pengolahan limbah cair Hotel X Padang dengan metode *Multi Soil Layering* (MSL) yang telah dilakukan, dapat disimpulkan beberapa hal.

Variasi HLR yang digunakan juga berpengaruh terhadap efisiensi penyisihan minyak dan lemak, dimana diperoleh efisiensi lebih tinggi pada pengaliran limbah cair dengan HLR 500 l/m<sup>2</sup>hari.

Efisiensi penyisihan minyak dan lemak pada reaktor 1 (lapisan campuran tanah andisol dan arang) berkisar antara 27,778-89,474% dan pada reaktor 2 (lapisan campuran tanah andisol dengan serbuk gergaji) berkisar antara 23,810-62,500%.

Campuran tanah dan material organik berpengaruh pada penyisihan minyak dan

lemak, dimana didapatkan efisiensi penyisihan lebih tinggi pada reaktor 1 karena campuran tanah dan arang memiliki porositas yang lebih kecil dibandingkan campuran tanah dengan serbuk gergaji. Arang sebagai campuran tanah reaktor 1 memiliki kapasitas adsorpsi lebih baik dibandingkan serbuk gergaji sebagai campuran tanah pada reaktor 2.

Untuk dapat meningkatkan kinerja MSL yang akan diaplikasikan di hotel, maka perlu diperhatikan pengamatan efisiensi pengolahan limbah cair dilakukan secara kontinu dalam periode waktu yang lebih lama, misalnya setahun, guna mengetahui sejauh mana kemampuan dan kestabilan reaktor MSL dalam mengolah limbah cair jika suatu saat konsentrasinya berfluktuasi atau lebih tinggi, serta untuk mengetahuiantisipasi yang dapat dilakukan jika terjadi *clogging* dalam reaktor.

Disarankan melakukan kombinasi campuran material organik dengan tanah pada lapisan anaerob reaktor agar didapatkan kombinasi yang paling baik dalam menyisihkan parameter pencemar limbah cair.

### DAFTAR PUSTAKA

- Attanandana, T., Luanmanee, S., Saitthiti, B., Panichajakul, C., Wakatsuki, T. 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.
- Fardiaz, S. 1992. *Polusi Air dan Udara.* Kanisius: Bogor.
- Hidayaturrahmi, 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.
- Kasman, M. 2004. *Studi Pengolahan Limbah Cair Industri Keripik Ubi Kayu (Manihot Utilissima) dengan Metode Multi Soil Layering (MSL)*. Tugas Akhir Sarjana Teknik Universitas Andalas. Universitas Andalas: Padang.
- Luanmanee, S., Attanandana, T., Masunaga, T., Wakatsuki, T. 2002. *Treatment of Domestic Wastewater with a Multi-Soil-Layering (MSL) System in a Temperate and Tropical Climate*. Faculty of Life and Environmental Science: Japan.
- Masunaga, T., Sato, K., Zennami, T., Fujii, S., Wakatsuki, T. 2001. *Direct Treatment of Polluted River Water by The Multi Soil Layering Method. Proceeding First IWA Asia-Pacific Regional Conference, Asian Water Equal 2001*. Japan.
- Masunaga, T. 2007. *Characteristics of Wastewater Treatment Using a Multi Soil Layering System in Relation to Wastewater Contamination Levels and Hydraulic Loading Rate*, Soil Science and Plant Nutrition: Japan
- Salmariza. 2001. *Minimalisasi Pencemaran Industri Sawit dengan Metode MSL*. Laporan Penelitian. Baristand Indag: Padang.
- Salmariza. 2002. *Minimalisasi Pencemaran Industri Crumb Rubber dengan Metode MSL*. Laporan Penelitian. Baristand Indag: Padang.
- Salmariza. 2003. *Penelitian Efisiensi Kinerja Sistem MSL untuk Pengolahan Limbah Cair Industri Crumb Rubber*. Laporan Penelitian. Baristand Indag: Padang.
- Salmariza. 2003. *Minimalisasi Pencemaran Industri Tahu dengan Metode MSL*. Laporan Penelitian. Baristand Indag: Padang.
- Salmariza. 2006. *Kajian Multi Soil Layering (MSL) untuk Pengolahan Air Limbah Kota Padang Panjang*. Laporan Penelitian. Baristand Indag: Padang.
- Wakatsuki, T., Esumi, H., Omura, S. 1993. *High Performance and N & P Removable On-Site Wastewater Treatment System by Multi Soil Layering Method*. Water Science Technology. Vol: 27. Japan