PENGOLAHAN *LEACHATE* DENGAN MENGGUNAKAN *MULTI SOIL LAYERING* (MSL)

Monik Kasman[1]
Peppy Herawati
Hikmah

Abstract

Landfill leachate is defined as any contaminated liquid effluent percolating through deposited waste and emitted within a landfill or dump site through external sources, of which its route of exposure and toxicity often remains unknown. Leachate migration could be potential source of run off and ground water pollutants. Hence, this research was objected to observe the effectivity of MSL method in reducing pollutant from leachate. This research was conducted by introducing landfill leachate of Talang Gulo down to MSL reactor 15x50x50 cm by gravity force. MSL reactor was installed by unpermeable layer and permeable layer. Unpermeabel layer was composed by mixed soil and activated carbon by ratio 2:1, while permeable layer was gravel with diameter 0,5 – 1,0 cm. The effect of hydraulic loading rate (HLR) which consisting of 250 l/m^2.day, 500 l/m^2.day and 1000 l/m^2.day on reduced pollutan including pH, COD, ammoniac and pH value was observed. Based on the results, it was concluded that MSL method was able to reduce pollutant up to the percentage of 90%. It was highly depends on HLR, the efficiency reduction increases as the HLR decreases. Efficiency for COD, ammoniac, and Fe were 53,457%, 98,325% and 88,5% respectively while pH value was 7,00 or neutral.

Keywords: reduction eficiency, *Leachate, Multi Soil Layering (MSL)*

PENDAHULUAN

Leachate atau lindi merupakan hasil sampingan dari aktivitas penimbungan sampah di Tempat Pemprosesan Akhir (TPA). *Leachate* dihasilkan akibat infiltrasi air eksternal yang melarutkan dan dan membilas materi-materi terlarut, termasuk juga materi organik hasil proses dekomposisi biologis (Tochbanoglous, 2009). Proses dekomposisi tersebut menyebabkan perubahan fisik, kimia dan biologis dari sampah. Apabila rembesan *leachate* sampai ke lapisan tanah dan mengalir masuk kedalam air tanah maka akan berpotensi mencemari air tanah. Hal ini disebabkan tingginya kandungan zat terlarut dan tersuspensi yang sangat halus dalam *leachate*. Zat terlarut dan tersuspensi tersebut merupakan hasil penguraian oleh mikroba, yang menyebabkan meningkatnya kesadahan nitrit, nitrat, sulfat, besi, seng dan gas asam organik dan anorganik.

Oleh karena itu, diperlukan suatu pengolahan *leachate* untuk mereduksi pencemar dalam sebelum dibuang badan air penerima dan air tanah. Diantara upaya pengolahan tersebut adalah pengolahan leachate dengan adsorpsi (Kasman, 2011), anaerob (Adi dan Wahyu, 2009), fitoremediasi bambu air (Anam, 2011) dan model *coagulation-biofilter* (Sir dan Joko, 2009). Alternatif lain untuk mengolah *leachate* adalah *Multi Soil Layering* (MSL). MSL merupakan salah satu metoda pengolahan air limbah dan air bersih yang terbukti ekonomis, tidak membutuhkan lahan yang luas dan mudah dioperasikan. MSL mengoptimalisasi proses filtrasi, adsorpsi dan proses membran dalam suatu sistem reaktor MSL.

Reaktor MSL terdiri atas lapisan impermeabel yaitu campuran tanah, arang dan material organik serta lapisan permeabel yaitu kerikil atau jenis batuan lain. Material yang digunakan dalam instalasi reaktor MSL tersedia melimpah di Indonesia, sehingga sangat direkomendasikan untuk diimplementasikan. Implementasi metoda MSL untuk pengolahan limbah cair domestik dan industri kecil telah menunjukkan hasil positif. Di Indonesia, Salmariza, dkk (2002)(1), 2003(2) dan Kasman (2004) berhasil mereduksi pencemar dalam limbah cair industri kecil dengan menggunakan MSL hingga persentase penyisihan lebih dari 90%. Penelitian ini bertujuan untuk mengamati dan menganalisis kemampuan reaktor MSL dalam mereduksi pencemar dalam *leachate* meliputi pH, COD, amoniak dan Fe (besi).

METODOLOGI

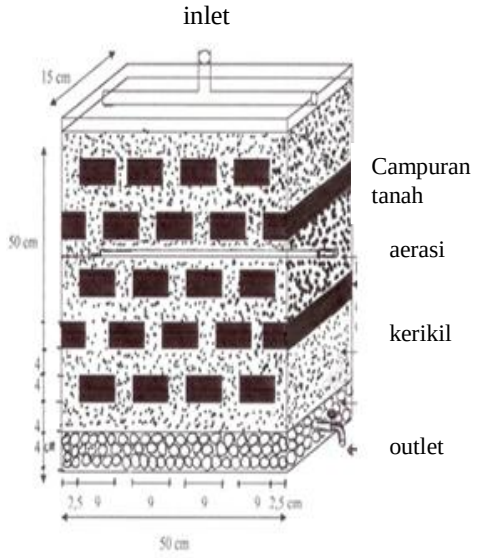
Alat dan Bahan

Satu unit reaktor MSL yang akan didesain terbuat dari akrilik dengan dimensi 15 x 50 x 50 cm yang dilengkapi dengan pipa inlet ½ inch, pipa outlet ½ inch dan pipa aerasi ½ inch. Komposisi 107lastic MSL terdiri atas lapisan campuran tanah sebagai media unpermeabel dan lapisan kerikil sebagai media 107lastic107e yang disusun menyerupai susunan batu bata dalam 107lastic MSL. Lapisan kerikil berukuran 0,5 – 1,0 cm, dan komposisi lapisan campuran

[1] Dosen Fak. Teknik Universitas Batanghari

tanah terdiri atas tanah andesol dan arang dengan rasio 2:1.

Lapisan dasar 108lastic MSL adalah batu pecah berdiameter 1 – 3 cm dengan ketinggian 4 cm disusun dan ditutup permukaannya dengan 108lastic 108lastic. Lapisan kedua, diisi dengan kerikil sungai dengan ketinggian 4 cm. Pada lapisan ketiga dibuat blok campuran tanah yang dipasang sejajar pada jarak masing-masingnya 2,5 cm. Kemudian lapisan selanjutnya diisi dengan kerikil setinggi 4 cm. Lapisan-lapisan lain diisikan dengan cara yang sama sampai membentuk beberapa lapis blok-blok campuran tanah, lalu ditutupi dengan net 108lastic dan diatas net tersebut dilapisi dengan lapisan kerikil setinggi 2,5 cm. Pada lapisan kerikil keempat dipasang pipa aerasi berdiameter Instalasi reaktor MSL dapat dilihat lebih jelas di gambar 1.



Gambar 1. Reaktor MSL

Sampel leachate

Leachate yang digunakan pada penelitian diambil dengan metoda *grab sampling* dari saluran *leachate* ke bak penampung *leachate* TPA Talang Gulo Jambi. *Leachate* tersebut belum mengalami pengolahan apa pun. Untuk satu kali eksperimen, sampel yang dialirkan ke reaktor MSL adalah 20 liter. Sampel yang diambil disimpan dalam wadah dirigen plastik dan segera digunakan. Karakterisasi awal sampel *leachate* kemudian dilakukan untuk mengetahui besar kandungan pencemar yang terdapat dalam *leachate* yang akan diolah.

Secara fisis diketahui *leachate* TPA Talang Gulo berwarna coklat kehitaman (gambar 2) dan sangat berbau. Kandungan Parameter Pencemar TPA Talang Gulo Jambi, serta perbandingan PerMen RI No. 82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air dapat dilihat di Tabel 1.



Gambar 2. Sampel leachate TPA Talang Gulo

Prosedur

Pada penelitian ini, kinerja sistem MSL dilihat dengan memvariasikan *hydraulic loading rate* (*HLR*) atau laju pembebanan hidrolis yaitu 250 l/m^2.hari, 500 l/m^2.hari dan 1000 l/m^2.hari. Eksperimen untuk tiap HLR dilakukan dua kali dan pengambilan sampel di titik outlet juga dilakukan dua kali. Jadi total eksperimen untuk 1 reaktor adalah 6 kali.

Analisis parameter menggunakan metoda yang mengacu pada standar APHA (American Public Health Association), yaitu:

a. Analisis COD menggunakan metoda kolorimetrik dengan spektrofotometer.
b. Analisis Amoniak menggunakan Metoda Nessler
c. Analisis Fe (Besi) menggunakan AAS
d. Analisis pH menggunakan pH Meter

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penyisihan parameter pencemar dalam reaktor *Multi Soil Layering* (MSL) terjadi secara adsorbs, oksidasi, degradasi/dekomposisi, filtrasi, absorbs, nitrifikasi dan denitrifikasi (Wakatsuki et al, (1993)). Efisiensi penyisihan dari parameter pencemar dalam *leachate* sangat dipengaruhi oleh laju alir pembebanan hidraulis (*Hydraulic Loading Rate).*

Debit pengolahan dan waktu detensi

Leachate dialirkan dengan *Hydraulic Loading Rate (HLR)* 250 l/m^2.hari, 500 l/m^2.hari dan 1000 l/m^2.hari. *Hydraulic loading rate* adalah besarnya laju alir pembebanan hidrolis (HLR) dalam *leachate* terhadap suatu bidang permukaan dalam satuan waktu tertentu. Dalam aplikasinya HLR digunakan untuk menentukan debit atau beban *leachate* yang akan dialirkan

ke reaktor MSL dalam satuan waktu tertentu, misalnya dinyatakan dalam ml/menit. Secara matematis dapat dinyatakan dalam persamaan berikut:

Q_{HLR} = HLR x Luas bidang permukaan

Pada HLR 250 l/m^2.hari, 500 l/m^2.hari dan 100 l/m^2.hari debit *leachate* secara berurut adalah 13 ml/menit, 26 ml/menit dan 52 ml/menit

Waktu detensi dihitung berdasarkan tetes air pertama yang keluar dari outlet, dimana kondisi tangki reaktor benar-benar telah kering dari air sebelumnya. Percobaan dibagi atas tiga tahap yaitu tahap pengaliran dengan HLR 250 l/m^2.hari, tahap pengaliran dengan 500 l/m^2.hari dan tahap pengaliran dengan HLR 1000 l/m^2.hari. Data yang diperoleh untuk perhitungan waktu detensi secara berurut pada HLR 250 l/m^2.hari, 500 l/m^2.hari dan 1000 l/m^2.hari adalah 40 menit, 27 menit dan 12 menit.

Analisis Efiensi Penyisihan Parameter Pencemar Leachate

Efluen *leachate* yang dialirkan ke reaktor MSL diencerkan 3 kali. *Leachate* tersebut dialirkan secara *batch* (non kontinu) pada reaktor dengan 250 /m^2.hari, 500 /m^2.hari dan 1000 /m^2.hari. Hasil analisis pengolahan *leachate* dengan metoda MSL disajikan pada Tabel 1. Adapun hasil pengolahan *leachate* (outlet) secara visual dapat dilihat di gambar 3.



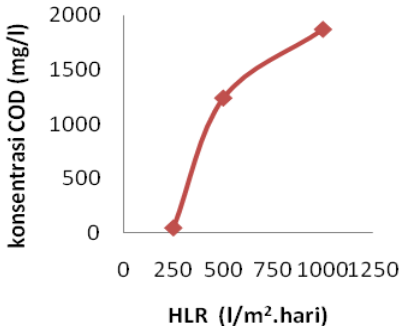
Gambar 3. Kondisi Fisik Outlet HLR 250 l/m^2..hari, 500 l/m^2.hari, 1000 /m^2.hari

Tabel 2
Hasil analisis pengolahan leachate TPA Talang Gulo dengan MSL

Parameter	Satuan	HLR (l/m^2.hari)		
		250	500	1000
COD				
Inlet	mg/l	2261	2261	2261
Outlet	mg/l	46	1240	1871
Efisiensi	%	97.966	45.157	17.249
Amoniak				
Inlet	mg/l	676,2	676,2	676,2
Outlet	mg/l	0,155	12,08	21,77
Efisiensi	%	99.977	98.214	96.781
Fe				
Inlet	mg/l	52.268	5,2268	5,2268
Outlet	mg/l	0,3361	0,5159	0,9865
Efisiensi	%	93,569	90.129	81.126
pH				
Inlet	mg/l	6.55	6.55	6.55
Outlet	mg/l	7.02	7.99	7.23

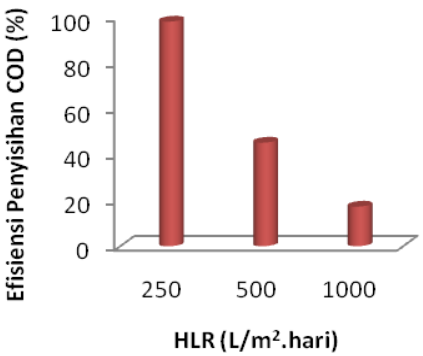
Efisiensi Penyisihan COD

COD menggambarkan jumlah senyawa organik yang terdapat dalam *leachate*. Dari gambar 4 terlihat kurva konsentrasi COD dimana terjadi penurunan yang cukup tinggi. Konsentrasi COD outlet pada HLR 250 l/m^2.hari, HLR 500 l/m^2.hari dan HLR 1000 l/m^2.hari secara berurutan yaitu 46 mg/l, 1240 mg/l dan 1871 mg/l. Efisiensi penyisihan parameter COD pada pengolahan *leachate* pada semua HLR cenderung turun jika HLR dinaikkan. Secara berurut efisiensi penyisihan untuk HLR 250 l/m^2.hari, 500 l/m^2.hari, dan 1000 l/m^2.hari adalah 97,966%, 45,157%, 17,249%. Pengaruh HLR pada penyisihan parameter COD dapat dilihat lebih jelas pada gambar 5.



Gambar 4. Pengaruh HLR Terhadap Konsentrasi COD Outlet

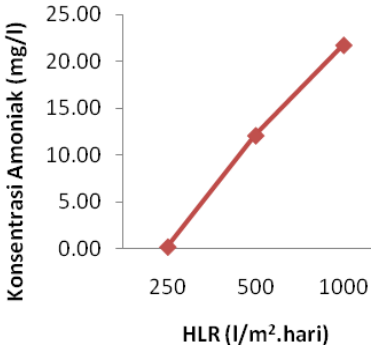
Berdasarkan hasil analisis dan pengamatan, MSL terbukti efektif untuk menyisihkan parameter pencemar COD. Hasil yang sama juga dilaporkan oleh Kasman (2004) dan Salmariza (2002), parameter COD dapat direduksi hingga 90%.



Gambar 5. Pengaruh HLR Terhadap Efisiensi Penyisihan COD

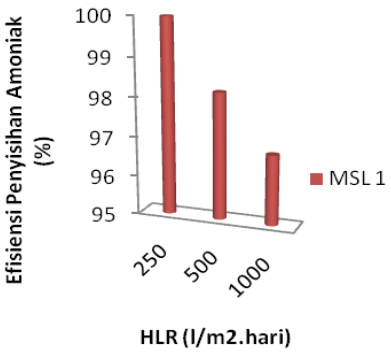
Efisiensi Penyisihan Amoniak

Konsentrasi Amoniak outlet pada semua HLR dan kondisi proses dapat dilihat pada kurva di gambar 6, konsentrasi Amoniak dengan HLR 250 l/m^2.hari, 500 l/m^2.hari, 1000 l/m^2.hari secara berurut yaitu 0,155 mg/l, 12,08 mg/l, dan 21,77 mg/l.



Gambar 6 Pengaruh HLR Terhadap Konsentrasi Amoniak Outlet

Berdasarkan gambar 7, dari hasil penelitian didapatkan bahwa. HLR sangat mempengaruhi efisiensi penyisihan. Pengaruh HLR dan kondisi proses pada penyisihan parameter Fe dapat dilihat lebih jelas pada gambar 6. Efisiensi penyisihan pada pengolahan dengan HLR 250 l/m^2.hari, 500 l/m^2.hari dan 1000 l/m^2.hari yaitu 99,977%, 98,214%, dan 96,781%. Efisiensi penyisihan tertinggi terdapat pada HLR 250 l/m^2.hari

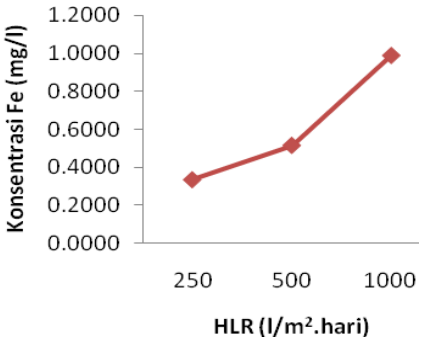


Gambar 7 Pengaruh HLR Terhadap Efisiensi Penyisihan Amoniak

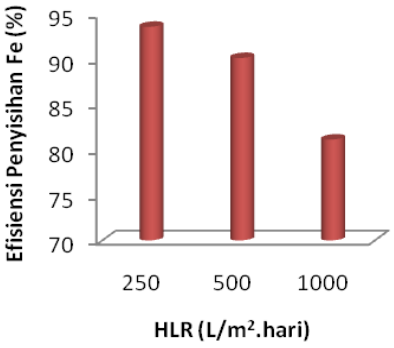
Efisiensi Penyisihan Fe (Besi)

Konsentrasi Fe outlet pada semua HLR dapat dilihat pada kurva di Gambar 7. Dari kurva di Gambar 7 terlihat bahwa konsentrasi Fe yang tersisihkan makin rendah pada HLR yang lebih rendah. Hal ini makin diperjelas pada Gambar 8, dimana persentase penyisihan Fe tertinggi terdapat pada HLR 1000 l/m^2.hari untuk kedua MSL. HLR 250 l/m^2.hari, HLR 500 l/m^2.hari, HLR 1000 l/m^2.hari secara berurut MSL 1 yaitu 0,3361 mg/l, 0,5159 mg/l, dan 0,9865.

Efisiensi penyisihan pada pengolahan dengan HLR 250 l/m^2.hari, HLR 500 l/m^2.hari, HLR 1000 l/m^2.hari adalah 93,57%, 90,13% dan 81,126%. Syafnil (2008) juga menyatakan bahwa HLR sangat berpengaruh pada penyisihan Fe di *leachate*, dimana dengan variasi HLR 300 l/m^2.hari hingga 1500 l/m^2.hari Fe dapat tersisih hingga 91,94%. Pengaruh HLR pada penyisihan parameter Fe dapat dilihat lebih jelas pada gambar 9 berikut.



Gambar 8 Pengaruh HLR Terhadap Konsentrasi Fe Outlet

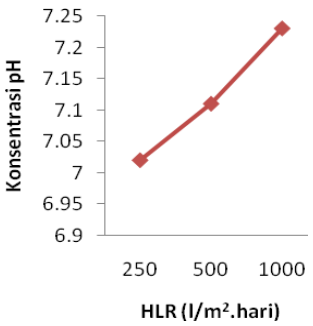


Gambar 8 Pengaruh Terhadap Efisiensi Penyisihan Fe

Penetralan pH

Leachate TPA Talang Gulo bersifat asam, dimana nilai pH berkisar 6,55. Kurva pada gambar 9 tersebut menunjukkan bahwa nilai pH pada ketiga HLR dan semua proses pengolahan terlihat cenderung sama yaitu mendekati netral dan tidak melebihi baku mutu (6 – 9). Penetralan pH pada pengolahan leachate tidak dipengaruhi oleh HLR. Hal ini cenderung disebabkan sifat alami tanah yang mempunyai kemampuan untuk menetralkan pH. Hasil yang telah diperoleh membuktikan bahwa kinerja

reaktor MSL dalam menetralkan pH sangat baik dan efektif. Terutama dalam mengubah sifat asam limbah cair menjadi netral. Nilai pH sangat berpengaruh terhadap dalam media pemurnian sistem MSL (lapisan campuran tanah dan lapisan kerikil).



Gambar 9 Pengaruh HRL Terhadap Konsentrasi pH

Ternyata dari hasil penelitian HLR sangat berpengaruh terhadap penyisihan parameter pencemar dalam leachate. Secara umum hubungan HLR dan efisiensi penyisihan berbanding terbalik. Makin rendah HLR Makin tinggi efisiensi penyisihan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil penelitian yang dilakukan, dapat dikemukakan beberapa kesimpulan sebagai berikut:

a. Persentase penyisihan tertinggi untuk COD adalah 53,457%, Amoniak 98,325%, Fe berkisar 88,5% dan Nilai pH berkisar 7,00.
b. Ternyata dari hasil penelitian HLR sangat berpengaruh terhadap penyisihan parameter pencemar dalam *leachate*. Makin rendah HLR, maka makin tinggi efisiensi penyisihan pencemar.

DAFTAR PUSTAKA

Achmad, R. Kimia Lingkungan. Edisi pertama (hal.50-86), Yogyakarta: Penerbit Andi, 2004.

American Public Health Association (APHA), Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 19th ed, Washington, DC., 1995.

Attanandana, T., B. Saitthiti, S. Thongpae, S. Kritapirom, S. Luanmanee, and T. Wakasutki, "Multy media layering system for food service wastewater treatment", Ecology Engineering Vol. 15 (2000) pp: 133-138.

Chen, X., Sato, K., Wakatsuki, T., and Masunaga, T. "Effect of structural difference on wastewater treatment efficiency in multi-soil-layering systems: Relationship between soil mixture block size and removal efficiency of selected contaminants." Soil Science and Plant Nutrition Vol.53, No. 2 (2007): pp. 206–214.

Efendi, H., Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan, Yogyakarta: Penerbit Kanisius, 2003.

Isdahartati, "Pemanfaatan Arang Tempurung Kelapa Sebagai Biometerial Penyerap Ion Logam Besi dan Cromium", Tesis, Universitas Negeri Padang, Padang. 2000.

Kasman, Monik. 2004. "Studi Pengolahan Limbah Cari Industri Keripik Ubi Kayu (*Manihot Utilissima*) dengan Metoda *Multi Soil Layering* (MSL)". Tugas Akhir, Fakultas Teknik Universitas Andalas, Padang, (2004).

Kep.Men Kesehatan RI. Nomor. 907/MENKES/ SK/VII/Tahun 2010. Tentang Syarat-Syarat Dan Pengawasan Kualitas Air Minum,.2010.

Kusnaedi, Mengolah Air Rawa Gambut dan Air Kotor Untuk Air Minum, Jakarta: Penebar Swadaya, 1995

Luanmanee, S., Attanandana, T., Masunaga, T., and Wakatsuki, T. "The efficiency of a multi-soil-layering system on domestic wastewater treatment during the ninth and tenth years of operation." Ecological Engineering, Vol.18 (2001): pp. 185–199.

Masunaga, T., Luanmanee, S., Attanandana, T., and Wakatsuki, T., 2001 "Application of The Multi Soil Layering to Direct Treatment of Pollute River Water." Proceeding first IWA Asia Pacific Regional Conference, Asian Water Equal, pp 303–309, 2001.

Metcalf & Eddy. Wastewater Engineering: Treatment, Disposal and Reuse. USA: McGraw-Hill, Inc., 2001.

Putra, A. "Pengolahan Limbah Cair PT. Bumi Sarimas Menuju Air Layak MInum dengan Metoda MSL (*Multi Soil Layering*) yang Dicampurkan Sekam Padi." Thesis Pascasarjana, Universitas Andalas, Padang, 2001.

Salmariza, S., Sofyan, Ahmad, S. "Minimalisasi Pencemaran Industri Crumb Rubber dengan Metoda MSL." Laporan penelitian, padang: baristandag 2002.

Salmariza, S., Sofyan, Ahmad, S. "Minimalisasi Pencemaran Industri Tahu dengan

Metoda MSL." Laporan penelitian, Padang: baristandag, 2003a.

Salmariza, S., Sofyan, Ahmad, S. "Penelitian Efisiensi Kinerja Sistem MSL untuk Pengolahan Limbah Cair Crumb Rubber." Laporang penelitian, Padang: baristandag, 2003b.

Sato, K., Iwashima, N., Matsumoto, T., Wakatsuki, T., and Masunaga, T. "Wastewater treatment processes and mechanisms of organic matter, phosphorus, and nitrogen removal in a multi-soil-layering system." Proceeding of 19th World Congress of Soil Science, Soil Solutions for a Changing World, pp: 85–88, 2010.

Tchobanoglous, G & Burton, F. L. *Wastewater Engineering, Treatment, Disposal and Reuse* (3rd ed.). New York: McGraw-Hill, 1991

Wakatsuki, T., et al. "High Performance and N & P Removal on-Site Wastewater Treatment System by Multi Soil Layering Method."Water Science Technology 27, 2003.