

Studi Efisiensi Penyisihan COD dalam Lindi dengan Sistem Evapotranspirasi Menggunakan Tumbuhan Sente (*Alocasia macrorrhiza*) dan Rumput Belulang (*Eleusine indica*)

Badrus Zaman, Irawan Wisnu Wardhana, Endro Sutrisno, Adistia Dian Kurniawati, Amalia

Departemen Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Soedarto, SH, Kampus Undip Tembalang, Semarang, Indonesia 50275
e-mail: badruszaman2@gmail.com

Abstrak

*Chemical Oxygen Demand (COD) dalam lindi merupakan salah satu parameter yang secara umum berada pada konsentrasi yang tinggi sebagai salah satu hasil biodegradasi material organik dan anorganik dalam sampah di Tempat Pemrosesan Akhir (TPA). Sistem evapotranspirasi yang menggunakan tumbuhan lokal merupakan salah satu sistem yang menjanjikan. Penelitian dilakukan untuk mengetahui efisiensi penyisihan COD dalam lindi dengan reaktor evapotranspirasi secara kontinu yang menggunakan tumbuhan Sente (*Alocasia macrorrhiza*) dan rumput Belulang (*Eleusine indica*). Hasil penelitian menunjukkan efisiensi penyisihan COD di semua reaktor mengalami kecenderungan menurun pada hari ke-3 hingga hari ke-25 (75% menjadi 50%), tetapi hari selanjutnya cenderung meningkat. Pola tersebut dipengaruhi oleh peran media tanam, bakteri dalam media tanam, bakteri pada akar tumbuhan dan aktivitas metabolisme tumbuhan uji. Secara keseluruhan reaktor yang menggunakan tumbuhan Sente (*Alocasia macrorrhiza*) lebih fluktuatif dibandingkan dengan menggunakan rumput Belulang (*Eleusine indica*) yang dipengaruhi pola pertumbuhan dan perkembangannya.*

Kata kunci: COD dalam lindi, sistem evapotranspirasi, Tumbuhan Sente (*Alocasia macrorrhiza*), Rumput Belulang (*Eleusine indica*)

Abstract

*Chemical Oxygen Demand (COD) in leachate is one of the parameters that generally at high concentration as one of organic and inorganic materials biodegradation from garbage in the landfill. Evapotranspiration system that using local plants is one of the promising treatment system. This research was conducted to find out COD removal efficiency with continuous evapotranspiration reactor using Sente Plant (*Alocasia macrorrhiza*) and Belulang Grass (*Eleusine indica*). The results showed that the efficiency of all reactors starting from 3rd day to 25th day was fluctuated and tends to decrease (75% to 50%), but the next day tended to increase. This pattern was influenced by some factors: planting media, bacteria in planting media, bacteria in plant roots and plant test metabolism activities. Overall that reactor using Sente Plant (*Alocasia macrorrhiza*) more fluctuated than using Belulang Grass (*Eleusine indica*) which influenced by growth pattern and its development.*

Keywords: COD in leachate, evapotranspiration system, Sente plant (*Alocasia macrorrhiza*), Belulang Grass (*Eleusine indica*)

PENDAHULUAN

Pengolahan lindi hingga kini merupakan salah satu permasalahan lingkungan yang signifikan untuk dikaji. Hal tersebut khususnya berkaitan dengan kandungan dan konsentrasi kimia lindi yang sangat bervariasi dan merupakan fungsi dari sejumlah faktor termasuk faktor alami dari material yang ada dan berbagai reaksi kimia dan biokimia yang terjadi. Proses pembentukan lindi menurut Zanetti, 2008, terjadi melalui proses biodegradasi sampah berupa aerobik, asetogenik, dan anaerobik. Aspek paling kritis lindi berhubungan dengan konsentrasi yang tinggi beberapa polutan yang dapat dibagi menjadi empat

kelompok utama yaitu : material organik terlarut, senyawa-senyawa anorganik, logam berat dan substansi organik xenobiotik. Secara jangka panjang konsentrasi amonium dan organik merupakan komponen yang paling signifikan dalam lindi (Tengrui *et al.*, 2007).

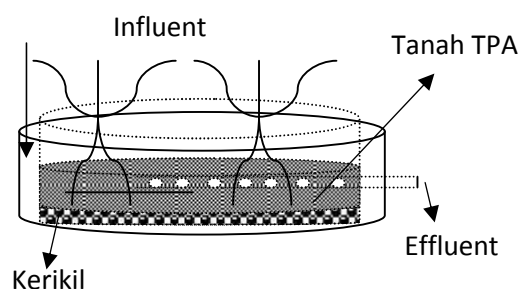
Lindi yang berasal dari TPA secara umum dapat mengandung sejumlah besar material organik (yang mudah didegradasi dan juga yang sulit didegradasi), COD merupakan salah satu parameter dasar dalam lindi yang menjadi perhatian (Abbas *et al.*, 2009, Tengrui, *et al.*, 2007). Sistem pengolahan lindi dapat berupa sistem fisik-kimia dan sistem

biologis. Sistem tersebut seperti sistem filtrasi, pengendapan, adsorpsi, dan koagulasi-flokulasi (Aziz *et al.*, 2007), elektro-fenton (Altin, 2008) ozonisasi (Cortez *et al.* 2011) fotokimia (De Brito *et al.*, 2010, irradiasi ultrasonik (Wang *et al.*, 2008), Kedua, sistem biologis (Mpenyana *et al.* 2008, Zhang *et al.*, 2006, Liang *et al.*, 2011). Sistem integrasi pada proses biologis seperti dilakukan oleh Pi *et al.*, 2009, Palaniandy *et al.*, 2009, Eldyasti *et al.*, 2010, Bu, *et al.*, 2010, Lim *et al.*, 2011. Penggunaan sistem granular dilakukan oleh Shi, *et al.*, 2010, del Rio *et al.*, 2011 dan Liu *et al.*, 2011. Sistem anaerobic ammonium oxidation (ANAMMOX) dengan berbagai kombinasinya dilakukan oleh Liu *et al.* 2010 Zhang *et al.* 2008, Chen *et al.*, 2011, Jin, 2008. Berbagai pengolahan air lindi dengan sistem fisik-kimia tersebut secara umum mempunyai kemampuan yang baik tetapi terkendala pada kebutuhan biaya operasional, konsumsi energi, pengendapan sludge dan pembuangan cairan pekat hasil pengolahan dengan biaya yang tinggi. Untuk mengatasi beberapa kekurangannya dapat dilakukan dengan sistem biologis yang menunjukkan hasil yang efektif tetapi relatif tidak mahal yaitu melalui proses konvensional yang berdasarkan proses nitrifikasi-denitrifikasi. Sistem biologis tersebut masih terkendala yang disebabkan oleh adanya senyawa yang bersifat toksik bagi proses-proses biologis tersebut dan tidak sempurnanya proses dalam reaktor. Sehingga dikembangkan sistem evapotranspirasi sebagai salah satu metode sistem fitoteknologi. Proses tersebut seperti yang dilakukan Justin dan Zupancic, 2009, Zhang *et al.*, 2010, Zalesny, *et al.*, 2007; Zalesny Jr, *et al.*, 2008 yang menggunakan berbagai jenis tumbuhan keras atau pohon. Pada umumnya menunjukkan hasil dengan tingkat efisiensi tinggi terutama untuk mengolah lindi. Salah satu faktor keberhasilannya adalah menggunakan tumbuhan lokal yang mampu tumbuh di sekitar limbah berada. Rumput Belulang dan tumbuhan Sente merupakan jenis tumbuhan yang tumbuh dengan baik di sekitar TPA sehingga berpotensi untuk dimanfaatkan dalam sistem evapotranspirasi untuk mengolah COD dalam lindi dari TPA Jatibarang, Semarang (Zaman *et al.*, 2012).

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian dilakukan di laboratorium teknik Lingkungan Universitas Diponegoro. Pada tahap awal dilakukan pengukuran konsentrasi COD dalam lindi hasil sampling

dari TPA Jatibarang. Reaktor uji dibuat secara duplo dengan desain seperti pada gambar 1 yang terdiri dari dua buah kontainer dengan volume 160 liter (bagian luar) dan 140 liter (bagian dalam) yang dilubangi pada bagian dasarnya dengan diameter sekitar 1 cm (3 lubang) yang berfungsi sebagai media tumbuhan dan agar lindi dari luar dapat masuk ke media tanam secara kapiler. Media tanam berupa kerikil dan tanah. Pada media ditanam dengan dua buah individu. Tumbuhan Sente yang ditanam sudah mempunyai 2 buah daun dan batang dengan ketinggian \pm 10 cm. Sedangkan rumput belulang telah mempunyai 5 daun dan panjang batang \pm 5 cm. Kemudian dilakukan pemeliharaan dan aklimatisasi selama \pm 7-10 hari untuk memastikan sudah tumbuh dengan baik.



Gambar 1. Reaktor uji evapotranspirasi

Setelah tumbuhan dalam reaktor berada pada kondisi yang baik dan sehat lindi dimasukkan ke dalam reaktor secara kontinyu dengan waktu tinggal selama 3 hari. Sampling lindi hasil pengolahan dilakukan setiap 3 hari yang selanjutnya dilakukan pengukuran konsentrasi COD nya untuk mendapatkan hasil kinerja reaktor uji tersebut.

HASIL DAN PEMBAHASAN

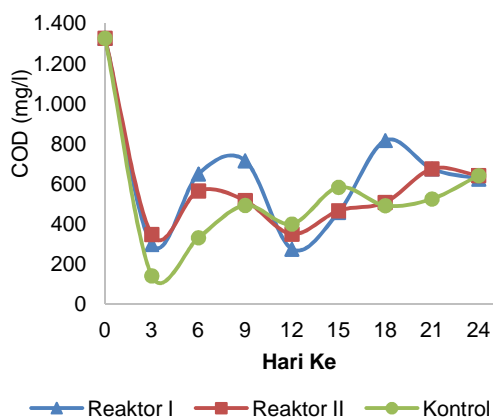
Hasil pengujian COD dalam lindi yang berasal dari TPA Jatibarang mencapai konsentrasi 1.325 mg/l, dimana baku mutu COD berdasarkan Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah Nomor 5 Tahun 2012 tentang Baku Mutu Air Limbah (Baku Mutu Air Limbah Untuk Usaha Dan/Atau Kegiatan Yang Belum Ditetapkan Baku Mutunya) untuk golongan I sebesar 100 mg/l. Kondisi tersebut menunjukkan perlunya sistem pengolahan yang baik untuk menyisihkan konsentrasi COD dalam lindi yang dihasilkan TPA Jatibarang.

Perlakuan menggunakan tumbuhan Sente (*Alocasia macrorrhiza*)

Hasil pengujian COD menggunakan tumbuhan Sente (*Alocasia macrorrhiza*) menunjukkan adanya fluktuasi penyisihan seperti ditampilkan pada Gambar 1. Kondisi yang berfluktuasi tersebut terjadi pada

semua reaktor uji baik yang menggunakan tumbuhan Sente maupun kontrolnya.

Selama operasional reaktor terlihat bahwa penyisihan yang terjadi dengan konsentrasi COD influent sebesar 1.325 mg/l pada tiga hari pertama mengalami penyisihan hingga berada pada tingkat efisiensi dengan kisaran 70-80% pada semua reaktor. Hal ini disebabkan oleh peran dari media tanam yang berupa tanah dari TPA yang berfungsi sebagai adsorben dan absorben sehingga selain proses tersebut juga adanya aktifitas awal bakteri untuk memanfaatkan material organik dan anorganik dalam lindi.



Gambar 1. Grafik konsentrasi COD dalam lindi hasil pengolahan dengan menggunakan tumbuhan Sente (*Alocasia macrorrhiza*) selama operasional reaktor.

Pada 3 hari berikutnya terjadi penurunan efisiensi yang berada pada kisaran 50-75% (menurun 5%). Hal tersebut menunjukkan menurunnya peran media sebagai filter tetapi lebih didominasi oleh aktivitas bakteri pada media dan akar tumbuhan. Peran aktivitas tumbuhan juga mempengaruhi penyisihan COD. Pengaruh aktivitas tumbuhan tersebut dapat dilihat terjadinya fluktuasi yang lebih tinggi pada reaktor yang terdapat tumbuhan dibandingkan dengan kontrol.

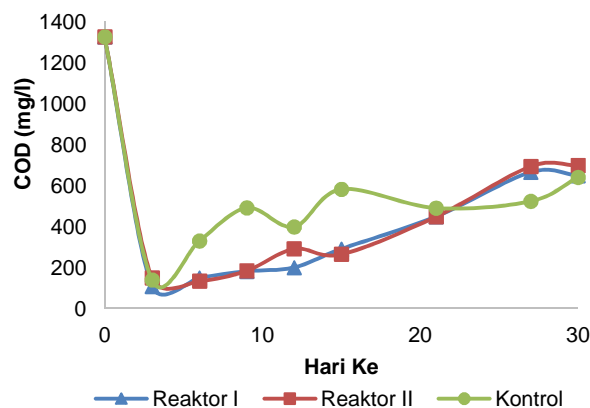
Peran dari tumbuhan dan bakteri pada akar mulai terlihat pada hari ke-5, dimana fluktuasi terjadi pada rentang sekitar 10 hari. Penurunan tingkat penyisihan terjadi lebih dipengaruhi oleh kinerja tumbuhan yang menurun sebagai akibat belum optimalnya proses fotosintesis atau metabolisme meskipun material organik maupun anorganik telah terdegradasi. Hal tersebut dipengaruhi oleh mulai stagnannya pertumbuhan daun yang lama dan menuju tingkat kelayuan sehingga terjadi penurunan kemampuan

berfotosintesis (warna daun mulai menguning), sementara itu daun yang baru masih dalam tahap pertumbuhan (daun muda) sehingga proses fotosintesis belum optimal. Efisiensi penyisihan COD pada periode fluktuasi yang dipengaruhi oleh pertumbuhan daun tersebut berada pada kisaran 40% hingga 50%. Pada tahap selanjutnya saat daun baru telah optimal tingkat efisiensi meningkat hingga pada kisaran 70%.

Selain disebabkan oleh fluktuasi kemampuan fotosintesis tumbuhan juga disebabkan oleh adaptasi pertumbuhan bakteri dimana terjadi hambatan dan adaptasi bakteri yang kemudian mengalami pertumbuhan. Bakteri yang tumbuh di bagian luar akar juga dipengaruhi oleh aktivitas metabolisme tumbuhan terutama untuk mensuplai oksigen dan nutrient yang tidak diperoleh dari lindi untuk pertumbuhan bakteri.

A. Menggunakan Rumput Belulang (*Eleusine indica*)

Hasil uji penyisihan COD yang menggunakan Rumput Belulang (*Eleusine indica*) menunjukkan fluktuasi yang lebih rendah dibandingkan dengan kontrol (Gb. 2).



Gambar 2. Grafik konsentrasi COD dalam lindi hasil pengolahan dengan menggunakan rumput Belulang (*Eleusine indica*) selama operasional reaktor.

Pada 3 hari awal operasional reaktor terjadi penyisihan yang sangat tinggi (mencapai 85-90%) pada semua reaktor. Hal tersebut menunjukkan kondisi yang sama pada reaktor dengan tumbuhan sente berupa fungsi filter media lebih dominan dan bakteri berada pada kondisi terjadinya hambatan pertumbuhan dan tahap adaptasi.

Pada tahap selanjutnya dimana kondisi media telah mengalami kejenuhan, proses selanjutnya yang berperan adalah

bakteri dalam media tanam, bakteri pada akar dan aktivitas tumbuhan. Pada kontrol terlihat fluktuasi yang lebih tinggi dan terjadi penurunan efisiensi hingga akhir operasional reaktor sebesar 52%. Sedangkan pada reaktor I dan II yang menggunakan rumput Belulang menunjukkan penurunan efisiensi yang mendekati linier, tetapi pada 3 hari terakhir mengalami peningkatan. Hal tersebut dipengaruhi oleh kondisi rumput yang berada pada kondisi adaptasi sehingga mengalami pertumbuhan yang relatif lambat sehingga pertumbuhan bakteri dan aktivitasnya juga berjalan lambat, tetapi setelah sekitar 27 hari operasional reaktor menunjukkan peningkatan aktivitas, sedangkan pada kontrol tetap mengalami penurunan tingkat penyisihan COD.

Pada dasarnya proses yang terjadi selain penyisihan COD adalah berupa proses naiknya air dari akar tumbuhan melalui aliran transpirasi dan evaporasi ke udara (Mangkoedihardjo, 2007). Lindi yang mengalami kontak dengan tumbuhan akan mengalami enam tahapan yaitu yang pertama, adalah fitostabilisasi sebagai proses imobilisasi kontaminan dalam tanah. Kedua, adalah rizofiltrasi yang merujuk proses adsorpsi atau presipitasi kontaminan pada akar atau penyerapan ke dalam akar. Ketiga, adalah rizodegradasi yang merupakan proses penguraian kontaminan dalam tanah oleh aktivitas mikroba, yang mendapat pasokan sumber karbon organik dari tumbuhan, yang dikenal sebagai eksudat akar tumbuhan. Keempat, adalah fitoekstraksi sebagai proses pengambilan kontaminan dan terdistribusi ke dalam berbagai organ tumbuhan. Kelima, adalah fitodegradasi sebagai penguraian kontaminan yang terserap melalui proses metabolik dalam tumbuhan, atau penguraian kontaminan di luar tumbuhan melalui proses ensimatik yang dihasilkan tumbuhan. Keenam, adalah fitovolatilisasi yang merupakan proses pelepasan kontaminan ke udara setelah terserap tumbuhan.

Sedangkan interaksi yang paling banyak antara tumbuhan dan bakteri terjadi di rhizosfer yang merupakan zona aktif biologis dalam tanah disekitar akar tumbuhan. Interaksi akar-bakteri dalam rhizosfer berguna untuk tumbuhan, mikroorganisme atau terhadap yang lain (Nannipieri *et al.*, 2007, Qiu *et al.*, 2008). Area permukaan akar yang tertutup oleh mikroorganisme spesifik pada rhizosfer mencapai 15% dengan berbagai bagian interaksi biologisnya. Pada tanah rhizosfer terdapat 10^6 - 10^9 organisme bakteri per gram tanah rhizosfer dengan bakteri yang

paling umum berupa *pseudomonas* dan *acetinomyces*. Sedangkan jamur yang patogen dan simbiotik rata-rata sekitar 10^5 - 10^6 organisme per gram tanah rhizosfer dengan jenis umum berupa *zygomycetes* dan *hyphomycetes* karena memetabolisme gula sederhana (Sylvia, 2005). Rhizosfer berhubungan dengan transformasi nitrogen (proses nitrifikasi-denitrifikasi) yang merupakan pusat untuk mengetahui siklus nutrient dalam ekosistem air yang dangkal (Ottosen *et al.*, 1999). Dalam rhizosfer, aliran anorganik karbon dan nitrogen sangat kompleks tergantung pada tingkat tumbuhan dan lingkungannya serta variasi spasial dan temporal sepanjang akar tumbuhan (Jones *et al.*, 2009)

Berbagai jenis tumbuhan dapat melepaskan 10-250 mg C/g akar yang diproduksi atau sekitar 10-40% total karbon fotosintesis. Karbon dilepaskan dalam bentuk organik (berat molekul yang rendah seperti asam organik) dan anorganik (seperti HCO_3). Bentuk organik paling bervariasi dan dapat mempengaruhi proses secara kimia, fisik dan biologi dalam rhizosfer (Jones, *et al.*, 2009) dengan komposisi dan jumlah senyawa yang dilepaskan dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti jenis tumbuhan, kondisi iklim, herbivora insekta, defisiensi nutrien atau toksisitas, sifat fisik, kimia dan biologi tanah sekitarnya.

Eksudat akar termasuk sekresi (termasuk mucilage) yang aktif dilepaskan dari akar dan difusasi yang dilepaskan secara pasif melalui perbedaan osmotik antara larutan tanah dan sel atau lisat dari autolysis sel epidermis dan kortikel. Senyawa organik dilepaskan melalui kedua proses tersebut dalam bentuk berat molekul yang tinggi dan yang rendah (High Molecule Weight atau HMW dan Low Molecule Weight atau LMW). Senyawa LMW lebih bervariasi dan mempunyai potensi fungsi yang luas LMW dilepaskan dari akar dalam jangka waktu yang sangat lama tetapi secara umum dikelompokkan dalam asam organik, asam amino, protein, gula, fenol dan berbagai metabolit sekunder yang secara umum lebih mudah dimanfaatkan oleh mikroorganisme (Walker *et al.*, 2003, Bais, *et al.*, 2004).

Bila terjadi defisiensi nutrien dalam media, respon tumbuhan dilakukan dengan merubah morfologi akar, merekrut mikroorganisme penolong dan merubah lingkungan kimiawi rhizosfer. Komponen eksudat dalam akar membantu tumbuhan dalam memperkirakan nutrient melalui asidifikasi atau mengubah kondisi redok melalui rhizosfer atau melalui silasi langsung dengan nutrient. Eksudat dapat

melepaskan nutrient melalui pelarutan mineral-mineral tidak larut atau desorpsi mineral-mineral lempung atau material organik yang kemudian dilepaskan kedalam larutan tanah sehingga kemudian dapat diambil oleh tumbuhan.

Tumbuhan air merespon kekurangan oksigen dengan membentuk sistem aerenchyma yang salah satu fungsi utamanya adalah meningkatkan *radial oxygen loss* (ROL) dari akar ke rhizosfer untuk mengendalikan akumulasi senyawa fitotoksik (seperti FE^{2+} , Mn^{2+} , H_2S) dan menjaga proses aerobik mikroba seperti konversi amonium menjadi nitrat oleh bakteri nitrifikasi (Kludze, *et al.*, 1993). Proses-proses tersebut akan sangat mempengaruhi penyisihan COD dalam lindi yang terjadi pada reaktor uji sehingga terlihat pada penggunaan kedua jenis tumbuhan uji (*Alocasia macrorrhiza* dan *Eleusine indica*) berfluktuasi.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa proses penyisihan COD dalam lindi selama operasional reaktor berfluktuasi pada semua reaktor tetapi pada reaktor yang menggunakan tumbuhan *Sente* (*Alocasia macrorrhiza*) lebih fluktuatif dibandingkan dengan menggunakan rumput Belulang (*Eleusine indica*). Tingkat efisiensi selama operasional reaktor cenderung mengalami penurunan selama sekitar 25 hari pertama (dari sekitar 70-80% menjadi 40-50%) tetapi kemudian mengalami peningkatan tingkat efisiensi penyisihan yang disebabkan mulai dominannya peran tumbuhan uji dan bakteri di lingkungannya.

DAFTAR PUSTAKA

- Abbas. A; Jingsong G; Zhi Ping; Ying ya; Al-Rekabi, 2009, Review on Landfill Leachate Treatments. *Am.Journal. of Appl.Sci.* 6(4): 672-684.
- Altin, A., 2008. An Alternative Type of Photoelectro-Fenton Process For The Treatment of Landfill Leachate. *Separation & Purification Tech.* 61: 391-397.
- Aziz, H.,A., Alisa, S., Adlan, M., N., Faridah, Asaari, A., H., Zahari, M., S., 2007. Colour Removal From Landfill Leachate by Coagulation and Flocculation Processes. *Bioresource Tech.* 98: 218-220.
- Bais, H. P., Park, S. W. , Weir, T.L., Callaway, R.M. and Vivanco, J.M., 2004. How plants communicate

using the underground information superhighway. *Trends in Plant Science.* 9(1): 26-32.

- Bu, L., Wang, K., Zhao, Q.L., Wei, L., Zhang, J., Yang, J., 2010. Characterization of Dissolved Organic Matter During Landfill Leachate Treatment by Sequencing Batch Reactor, Aeration Corrosive Cell-Fenton, and Granular Activated Carbon In Series. *J. Haz.Mat.* 179: 1096-1105.
- Chen, T., Zheng, P., Shen, L., Ding, S., Mahmood, Q., 2011. Kinetic Characteristics and Microbial Community of Anammox-EGSB Reactor. *J. Haz. Mat.* 190: 28-35.
- Cortez, S., Teixeira, P., Oliveira, R., Mota, M., 2011. Evaluation of Fenton and Ozone-Based Advanced Oxidation Processes as Mature Landfill Leachate Pre-Treatments. *J. Environ. Man.* 92: 749-755.
- deBrito, Paterniani, Brota, Pelegrini, 2010. Amonia Removal from Leachate by Photochemical Process Using H_2O_2 . *J. Revista Ambiente&Aqua-An Interdisciplinary J.App. Sci.* 5(2): 51-60.
- del Río, A.V., Figueroa, M., Arrojo, B., Mosquera-Corral, A., Campos, J.L., García-Torriello, G., Méndez, R., 2011. Aerobic Granular SBR Systems Applied to The Treatment of Industrial Effluents. *J.of Env. Man.* (In Press).
- Eldyasti,A., Chowdhury, N., Nakhla,G., Zhu, J., 2010. Biological nutrient removal from leachate using a pilot liquid-solid circulating fluidized bed bioreactor (LSCFB). *J.Haz. Mat.* 181: 289-297.
- Jin, RC., Zheng, P., Mahmood, Q., Zhang, L., 2008. Performance of a nitrifying airlift reactor using granular sludge. *Separation & Purification Tech.* 63: 670-675.
- Jones, D.L., Nguyen, C., Finlay, R.D., 2009. Carbon flow in the rhizosphere: carbon trading at the soil-root interface. *Plant Soil.* 321:5-33.
- Justin,M. Z., Zupancic,M., 2009. Combined purification and reuse of landfill leachate byconstructed wetland and irrigation of grass and willows. *Desalination.* 24: 157 -168.
- Kludze H.K., DeLaune R.D. & Patrick W.H., 1993. Aerenchyma formation and methane and oxygen exchange in rice. *Soil Sci Soc of Am J.* 57: 386-391.
- Liang, Z., Chen, Y., Li, W., Yang, S., Du, P., 2011. Autotrophic nitrogen removal

- in one lab-scale vertical submerged biofilm reactor. *Physics and Chemistry of the Earth*. 36: 470–474.
- Lim, J.W., Seng, C.E., Lim, P.E., Ng S.L., Suja, A.N.A., 2011. Nitrogen removal in moving bed sequencing batch reactor using polyurethane foam cubes of various sizes as carrier materials. *Biores.Tech.* 102: 9876–9883.
- Liu Jie; Zuo Jian'e; Yang Yang; Zhu Shuquan; Kuang Sulin; Wang Kaijun, 2010. An Autotrophic Nitrogen Removal Process: Short-cut nitrification Combined with ANAMOX for Treating Diluted Effluent from an UASB Reactor Fed by Landfill Leachate, *J. Env.Sci.* 22(5): 777-783.
- Liu, J., Hu, J., Zhong, J., Luo, J., Zhao, A., Liu, F., Hong, R., Qian, G., Xu, Z.P., 2011. The effect of calcium on the treatment of fresh leachate in an expanded granular sludge bed bioreactor. *Biores.Tech.* 102: 5466–5472.
- Mangkoedihardjo, S., 2007. Physicochemical Performance of Leachate Treatment, A Case Study for Separation Technique. *J. Appl. Sci.* 7(23): 3827-3830.
- Mpenyana, L., Coetzee, M.A.A., Schwarzer, S., 2008. Removal of ammonia from landfill leachate in two-stage biofiltration process. *J. Biol.Sci.* 8(2): 368-373.
- Nannipieri, P., Ascher, J., Ceccherini, M.T., Landi, L., Pietramellara, G., Renella, G., Valori, F., 2007. Microbial Diversity And Microbial Activity In The Rhizosphere. *Ci. Suelo (Argentina)* 25(1): 89-97
- Ottosen, L., D.M., Risgaard-Petersen, N., Nielsen, L.P. 1999. Direct and indirect measurements of nitrification and denitrification in the rhizosphere of aquatic macrophytes. *Aquat Microb Ecol.* 19: 81-91.
- Palaniandy, P., Adlan, M.N., Aziz, H. A., Murshed, M.F., 2010. Application of dissolved air flotation (DAF) in semi-aerobic leachate treatment. *Chem. Eng. J.* 157: 316–322.
- Pi, K.W., Gao, L.X., Fana, M.X., Gong, W.Q., Wan, D.J., 2009. Two-stage biodegradation coupled with ultrafiltration fortreatment of municipal landfill leachate. *Process Safety & Env. Protection.* 87: 336–342.
- Qiu, Mu-qing, Zhang, H., Wang, Gen-xuan, Liu, Zhi-qiang. 2008. Effects of nitrogen on plant-microorganism interaction. *EurAsia J BioSci* 2: 34-42.
- Shi, Yi-Jing, Wang Xin-Hu, Yu Hai-Bo, Xie Hui-Jun, Teng Shao-Xiang, Sun Xue-Fei, Tian Bing-Hui, Wang Shu-Guang. 2010. Aerobic granulation for nitrogen removal via nitrite in a sequencing batch reactor and the emission of nitrous oxide. *Bioresource Tech.* 102: 2536–2541.
- Sylvia, D., Fuhrmann, J., Hartel, P., Zuberer, D., 2005. Principles and Applications of Soil Microbiology. Pearson Education Inc. New Jersey.
- Tengrui, L., Al-Harbawi A.F., Qiang, Zhai Jun, 2007. Comparison Between Biological Treatment and Chemical Precipitation for Nitrogen Removal from Old Landfill Leachate. *Am. J. Env. Sci.* 3(4): 183-187.
- Walker, T., s., Bais, H., P., Grotewold, E., Vivanco, J., M., 2003. Update on Root Exudation and Rhizosphere Biology Root Exudation and Rhizosphere Biology. *Plant Physiology.* 132: 44–51.
- Wang, S., Wu, X., Wang, Y., Li, Q., Tao, M., 2008. Removal of organic matter and ammonia nitrogen from landfill leachate by ultrasound. *Ultrasonics Sonochemistry.* 15: 933–937.
- Zalesny, J.A., Zalesny Jr, R.S., Coyle, D.R., Hall, R.B., 2007. Growth and biomass of Populus irrigated with landfill leachate. *Forest Eco. & Man.* 248: 143–152.
- Zalesny Jr. R. S., Wiese, A.H., Bauer, E.O., Riemenschneider, D.E., 2008. Ex situ grow than biomass of Populus bioenergy crops irrigated and fertilized with landfill leachate. *Biomass and Bioenergy.* 33: 62–69.
- Zaman, B., Purwanto, Mangkoedihardjo, S. 2012. Potential Treatment System for Ammonia in Leachate, A Case Study for Jatibarang Landfill, Central Java. *J. Appl. Environ. Biol. Sci.*, 2(7): 320-325.
- Zanetti M., C., 2008. Aerobic Biostabilization of Old MSW Landfills. *Am. J. Eng & App. Sci.* 1(4): 393-398.
- Zhang, H., Cjoi, H.j., Huang, C-P., 2006. Treatment of landfill leachate by Fenton's reagent in a continuous stirred tank reactor. *J. Haz. Mat.* B136: 618–623.
- Zhang, L., Zheng, P., Tang Chong-Jian, Jin Ren-cun. 2008. Review: Anaerobic ammonium oxidation for treatment of ammonium-rich wastewaters. *J. Zhejiang Univ. Sci.* B9(5): 416-426.

Zhang, L., Yang, J., Furukawa, K., 2010. Stable and high-rate nitrogen removal from reject water by partial nitrification and subsequent anammox. *J.of Biosci.&Bioeng.* 110(4): 441–448.