



# PROSIDING

## INDONESIAN CLEAN TECHNOLOGY MEETING 2017

Kampus LIPI Bandung, 20 September 2017



**Dewan Editor:**

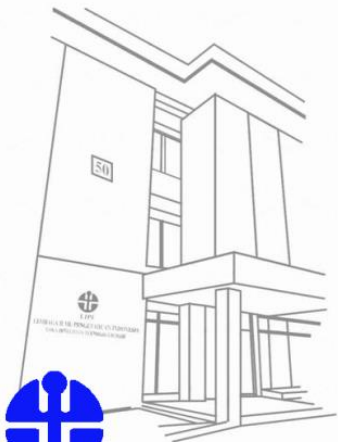
Indriyati, M.Eng. (LIPI)

Dr. Widyarani (LIPI)

Indah Primadona, PhD. (LIPI)

PROSIDING INDOONESIAN CLEAN TECHNOLOGY MEETING 2017

Indonesian Clean Technology Meeting



**Loka Penelitian Teknologi Bersih  
Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia**

Gedung 50 - Kampus LIPI Jl. Cisitua Sangkuriang, Bandung - Indonesia  
Telp. : (022) 2503051 Fax. : (022) 2503240  
<http://lptb.lipi.go.id> - email : [lptb@mail.lipi.go.id](mailto:lptb@mail.lipi.go.id)



9 772620 554003

Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia  
Loka Penelitian Teknologi Bersih  
© LPTB-LIPI 2018

**PROSIDING SEMINAR NASIONAL**

***INDONESIAN CLEAN TECHNOLOGY MEETING 2017***

100 halaman, 29 cm

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

Copyright © 2018

ISSN 2620- 5548

Dewan Editor:

Indriyati, M.Eng.

Dr. Widyarani

Indah Primadona, PhD.

Diterbitkan oleh:

Loka Penelitian Teknologi Bersih LIPI

Pada tanggal 25 April 2018

Alamat Penerbit:

Gedung 50 Kampus LIPI, Jl. Cisitua Sangkuriang, Bandung 40135

Telp. (022) 2503051 Fax. (022) 2503240

Website: <http://lptb.lipi.go.id>

E-mail: [lptb@mail.lipi.go.id](mailto:lptb@mail.lipi.go.id)

## **KATA PENGANTAR**

Puji syukur dipanjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah yang telah diberikan kepada kita semua, sehingga buku Prosiding Indonesian Clean Technology Meeting 2017 dapat diterbitkan. Buku prosiding ini memuat sejumlah artikel hasil penelitian yang telah dipresentasikan pada acara seminar nasional *Indonesian Clean Technology Meeting 2017* yang telah diselenggarakan di Kampus LIPI Bandung pada tanggal 20 September 2017.

Adapun topik dari 13 makalah yang diterbitkan meliputi teknologi dan manajemen pengolahan air dan limbah, pemantauan lingkungan, serta produk dan proses produksi bersih.

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada Tim Reviewer yang telah membantu mengevaluasi makalah yang disampaikan kepada panitia, serta memberikan saran dan rekomendasi untuk perbaikan kualitas makalah.

Semoga buku prosiding ini dapat bermanfaat bagi pembaca untuk kepentingan pengembangan ilmu dan teknologi bersih. Di samping itu, diharapkan juga dapat menjadi referensi bagi upaya pembangunan bangsa dan negara.

Akhir kata, tiada gading yang tak retak. Kami menyampaikan mohon maaf jika ada hal-hal yang kurang berkenan.

Bandung, 25 April 2018  
Ketua Dewan Editor

Indriyati, M.Eng.

## DAFTAR ISI

Kata Pengantar	ii
Daftar Isi	iii
Susunan Panitia Indonesian Clean Technology Meeting 2017	v
Sambutan Ketua Panitia Indonesian Clean Technology Meeting 2017	vi
Sambutan Kepala Loka Penelitian Teknologi Bersih LIPI	vii

### MAKALAH

Dinna Rachmayanti, dan Djaenudin <i>Penyisihan logam nikel dari air limbah elektroplating menggunakan metode elektrodeposisi dengan presipitasi kimia sistem kontinu .....</i>	1-9
Alifa Istiyani, Ganjar Samudro, dan Wiharyanto Oktiawan <i>Kajian variasi frekuensi pengadukan terhadap biodrying sampah organik perkotaan .....</i>	10-16
Deny Yogaswara, dan Khozanah <i>Pencemaran senyawa polisiklik aromatik hidrokarbon (PAH) di kawasan wisata Pantai Ancol dan Pulau Pari – Kepulauan Seribu .....</i>	17-24
Suci Wulandari, Ganjar Samudro, dan Wiharyanto Oktiawan <i>Kajian variasi massa sampah terhadap biodrying sampah organik perkotaan .....</i>	25-33
Djaenudin, dan Widyanani <i>Optimasi <math>pH_{katalit}</math> awal pada proses elektrodeposisi nikel .....</i>	34-41
Citra Sylvanite Choerunoer, dan Djaenudin <i>Penggunaan metode elektrodeposisi dan presipitasi hidroksida (NaOH) sistem kontinu untuk mengolah air limbah nikel .....</i>	42-49
Henny Sudiby, dan Arini Wresta <i>Pengendalian kualitas mutu pembangunan pembangkit listrik tenaga biogas di Pondok Pesantren Jawa Barat .....</i>	50-57
Mohamad Mirwan, Firra Rosariawari, dan Sumaidi <i>Pemanfaatan sampah plastik polipropilen (PP) sebagai campuran agregat (filler) alternatif pembuatan paving block .....</i>	58-63
Syafrudin Raharjo <i>Kemampuan lahan basah buatan dan fitoremediasi rumput akar wangi (<i>Chrysopogon zizanioides</i>, L) dalam mengendalikan air limbah budidaya udang vaname (<i>Litopenaeusvannamaei</i>) .....</i>	64-71
Zulfa Amala, Eka Wardhani, dan Lina Apriyanti <i>Kajian daya tampung daerah aliran sungai (DAS) Cipalih Kabupaten Ciamis .....</i>	72-76

Rhesti Octaria Putri, Eka Wardhani, dan Lina Apriyanti <i>Analisis daya tampung Sungai Cileueur Kabupaten Ciamis .....</i>	77-83
Ateng Supriyatna <i>Penggunaan pakan kulit singkong yang difermentasi jamur <i>P. Chrysosporium</i> untuk pertumbuhan larva lalat black soldier (<i>Hermetia illucens</i>) .....</i>	84-88
Yurry Ardiansyah Pamungkas, Eka Wardhani, Kancitra Pharmawati <i>Kajian daya tampung beban pencemaran DAS Cibuni Provinsi Jawa Barat .....</i>	89-98
Indeks Penulis	99
Ucapan Terima Kasih untuk Tim Reviewer	100

**SUSUNAN PANITIA**  
***INDONESIAN CLEAN TECHNOLOGY MEETING 2017***

**PANITIA PENGARAH:**

Dr. Rike Yudianti  
Prof. Dr. Myrtha Karina  
Prof. Dr. Tarzan Sembiring

**PANITIA PELAKSANA:**

Ketua Panitia : Dr. Sri Priatni  
Sekretaris : Dr. Fitri Dara  
Bendahara : Nurhaena, Mugia Tresna  
Seksi Acara : Elsy Rahimi Chaldun  
Seksi perlengkapan : Anung Syampurwadi, Muchlis  
Publikasi : Indriyati  
Dokumentasi : Tri Yanti Utari  
Sekretariat : Titin Rosidah, Robby Wahyu Sophian, Etih Tetih

## **SAMBUTAN KETUA PANITIA INDONESIAN CLEAN TECHNOLOGY MEETING 2017**

Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuhu

Atas nama panitia, saya mengucapkan terima kasih atas partisipasi semua peserta di ***Indonesian Clean Technology Meeting 2017*** (ICTMeeting 2017) yang telah diselenggarakan pada tanggal 20 September 2017, bertempat di Kampus LIPI Bandung. Acara ini diselenggarakan oleh Loka Penelitian Teknologi Bersih LIPI bekerja sama dengan RCChem Learning Centre.

ICTMeeting 2017 diikuti oleh lebih dari 40 peserta dari berbagai institusi dan universitas, serta para pembicara tamu dan undangan. Pada acara ini, baik pembicara tamu dan peserta mempresentasikan berbagai topik menarik terkait pengolahan limbah dan pemanfaatannya, pencemaran lingkungan, material ramah lingkungan, pengembangan teknik monitoring lingkungan dan lainnya yang terkait dengan teknologi bersih. Kami berharap seluruh peserta mendapat pengalaman dan ide untuk penelitian yang akan datang. Disamping itu, ajang ini merupakan kesempatan yang sangat baik untuk membentuk jaringan penelitian sesuai dengan minat dan kepakaran masing-masing peneliti khususnya di bidang teknologi bersih dan lingkungan.

Output lain dari acara ICTMeeting ini adalah publikasi dalam bentuk prosiding ber-ISSN. Makalah yang dikirimkan ke panitia dievaluasi oleh Tim Reviewer yang kompeten di bidangnya. Kami mengucapkan terima kasih kepada Tim Reviewer yang telah memberikan saran dan rekomendasinya untuk perbaikan kualitas makalah yang akan terbit di Prosiding ini.

Akhir kata, kami berharap ilmu dan informasi yang disampaikan di Prosiding ini dapat bermanfaat untuk semua pembaca.

Wassalamualaikum warahmatullahi wabarakatuhu

Dr. Sri Priatni  
Ketua Panitia

## **SAMBUTAN**

### **KEPALA LOKA PENELITIAN TEKNOLOGI BERSIH LIPI**

Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuhu

Rasa syukur kepada Allah SWT, dalam ulang tahun LIPI yang ke-50, Loka Penelitian Teknologi Bersih (LPTB) dapat memberikan kontribusi pada rangkaian perjalanan LIPI dalam menyelesaikan persoalan bangsa melalui *Indonesian Clean Technology Meeting 2017* (ICTMeeting 2017). ICTMeeting merupakan pertemuan dan diskusi antara peneliti, akademisi dan praktisi yang peduli terhadap pelestarian, perlindungan, dan pencegahan dampak lingkungan melalui hasil penelitian dan kajian dalam melindungi, memanfaatkan, dan mengelola sumber daya. Seminar tersebut merupakan bentuk kontribusi LPTB – LIPI dalam mengajak berbagai kalangan untuk berdiskusi dan menghasilkan ilmu pengetahuan dan teknologi yang berkaitan dengan pengelolaan lingkungan menuju Indonesia bersih. Sinergitas berbagai hasil penelitian ilmu dasar, pengembangan dan terapan dengan kebutuhan masyarakat dan industri masih merupakan tantangan bagi para ilmuwan di tanah air ini. ICTMeeting ini diharapkan dapat menjadi agenda tahunan LPTB, sebagai salah satu bentuk diseminasi kegiatan penelitian kepada masyarakat.

Kami mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada semua pihak yang membantu dan mendukung terselenggaranya acara ini. Semoga acara ini dapat memperluas kerjasama untuk menghasilkan ilmu pengetahuan dan teknologi yang dapat dimanfaatkan oleh seluruh masyarakat pengguna di tanah air ini.

Wassalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuhu

Dr. Sri Priatni  
Kepala LPTB LIPI



## KEMAMPUAN LAHAN BASAH BUATAN DAN FITOREMEDIASI RUMPUT AKAR WANGI (*Chrysopogon zizanioides*, L) DALAM MENGENDALIKAN AIR LIMBAH BUDIDAYA UDANG VANAME (*Litopenaeusvannamaei*)

Syafrudin Raharjo\*

Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Papua  
Jl. Gunung Salju, Amban, Manokwari Barat

\*s.raharjo@unipa.ac.id

### Abstrak

Budidaya udang membutuhkan air dalam jumlah yang sangat banyak dengan persyaratan kualitas air yang sangat baik. Namun di sisi lain, ketersediaan air dengan kualitas sangat baik semakin sulit ditemukan. Oleh karena itu, pengolahan air limbah budidaya udang (ALBU) adalah hal yang harus dilakukan. Teknologi yang murah, mudah dan efektif dalam pengendalian ALBU adalah lahan basah buatan dan fitoremediasi. Fitoremediasi menggunakan tanaman untuk mengeliminasi cemaran dalam air limbah. Rumput akar wangi (*C. zizanioides*, L) berpotensi digunakan sebagai tanaman remediasi, karena akar wangi mempunyai kemampuan penyerapan N dan P yang tinggi. Tujuan utama penelitian ini adalah melihat kemampuan fitoremediasi rumput akar wangi untuk air limbah asal budidaya udang vaname. Rumput akar wangi yang ditanam di dalam lahan basah buatan (LBB) digunakan sebagai media fitoremediasi untuk air limbah asal budidaya udang vaname. LBB yang digunakan dalam penelitian ini dibuat dengan konstruksi bambu berlapis plastik dari bahan vinyl/sintetis semi plastik. Bahan vinyl bersifat kedap air. Tipe LBB yang digunakan adalah lahan basah buatan tipe aliran air permukaan (AAP) atau dikenal dengan sistem *flow water surface* (FWS). Material (tanah media) yang digunakan harus porous, sehingga pori-pori media bisa ditumbuhi mikroba yang berfungsi sebagai pengurai (dengan proses amonifikasi, nitrifikasi dan denitrifikasi). Media yang digunakan dalam penelitian adalah pasir-koral (sirtu). Permeabilitas sirtu diestimasi sebesar  $2,57 \times 10^{-4}$  m/detik atau setara dengan 22,22 m/hari. Ini menunjukkan bahwa penggunaan sirtu sebagai media tanam dan media tumbuh mikroba sudah memadai. LBB-AAP rumput akar wangi pada kondisi mesohaline (salinitas antara 5 – 18%) memiliki kemampuan penghilangan yang sedang untuk nitrogen ( $\text{NH}_4^+$  dan  $\text{NO}_3^-$ ), yaitu masing-masing sebesar 48% dan 69%, tetapi cukup rendah untuk fosfat, yaitu sebesar 16%. Di sisi lain, subsistem fitoremediasi rumput akar wangi dalam sistem LBB-AAP memiliki kemampuan penghilangan  $\text{NH}_4^+$  dan  $\text{NO}_3^-$  sebesar 62% dan 36% serta penghilangan fosfat sebesar 49%.

**Kata Kunci:** fitoremediasi, udang vaname, air limbah, rumput akar wangi

### Abstract

*Shrimp farming requires large amounts of water with excellent quality. However, the availability of water with excellent quality is increasingly difficult to find. Therefore, shrimp cultivation wastewater treatment (ALBU) is one of the important things to do. Cheap, easy, and effective technology in controlling ALBU is artificial wetlands and phytoremediation. Phytoremediation uses plants to eliminate contamination in wastewater. The grass root (*C. zizanioides*, L) is potential to be used as a remediation plant, since the root has high N and P absorption capability. The main purpose of this study was to investigate the ability of grass root phytoremediation for wastewater from vaname shrimp farming. The grass root grown in artificial wetland (LBB) was used as a phytoremediation medium for wastewater from vaname shrimp farming. The LBB used in this study was made of plastic-coated bamboo construction of semi-plastic vinyl/synthetic material. The vinyl material is impermeable. Type of LBB used in this study was flow water surface system (FWS). The material (media soil) should have high porosity, so that the pores of the media can be overgrown with microbes that function as decomposers (by the process of ammonification, nitrification and denitrification). The medium used in this study was sand-coral. The permeability of sand-coral was about  $2.57 \times 10^{-4}$  m/s or equivalent to 22.22 m/day. This result shows that the use of sand-coral as a growing medium and microbial growth medium is sufficient. LBB-FWS of grass roots in mesohaline conditions (salinity between 5 - 18 %) has moderate removal ability for nitrogen ( $\text{NH}_4^+$  and  $\text{NO}_3^-$ ) by 48% and 69%, respectively, but low enough for phosphate at 16%. While the phytoremediation subsystem of grass root in LBB-FWS system has the ability of removal of  $\text{NH}_4^+$  and  $\text{NO}_3^-$  by 62% and 36% and phosphate removal by 49%.*

**Keywords:** phytoremediation, vaname shrimp, wastewater, grass roots

## 1. Pendahuluan

Usaha perikanan budidaya merupakan salah satu sektor penting dalam peningkatan produksi perikanan Indonesia secara keseluruhan. Produksi perikanan budidaya memberikan kontribusi sebesar 56,33% dari total produksi perikanan nasional pada tahun 2011 [1].

Meningkatnya kegiatan usaha perikanan budidaya ini sudah tentu akan memberikan dampak negatif. Dampak negatif yang dapat ditimbulkan antara lain pencemaran perairan khususnya akibat peningkatan limbah organik [2]. Naylor et al. menegaskan bahwa dampak yang ditimbulkan berupa deplesi oksigen dan eutrofikasi serta *blooming* alga [3].

Mengingat bahwa kegiatan perikanan budidaya ini membutuhkan air yang sangat banyak dan kenyataan bahwa kondisi kualitas air sebagai air sumber semakin jelek serta sudah menjadi isu global bahwa pengembangan perikanan budidaya yang berkelanjutan [4], maka strategi yang dapat dilakukan adalah dengan melakukan pengolahan air sumber (*water treatment*), resirkulasi air dan pengolahan air limbah (*wastewater treatment*).

Kementerian Kelautan dan Perikanan tahun 2012 telah mencanangkan program revitalisasi tambak sebagai bentuk akselerasi industrialisasi perikanan budidaya. Salah satu produksi perikanan yang merupakan komoditas industrialisasi adalah udang vaname (*Litopenaeus vannamei*). Program ini sudah tentu akan menghasilkan air limbah perikanan budidaya (*aquaculture effluent*) yang berlebihan, sehingga dapat menyebabkan pencemaran pada perairan penerima yang nantinya menjadi air sumber dalam kegiatan perikanan budidaya itu sendiri.

Studi kasus budidaya udang vaname yang berkelanjutan menggunakan air terbatas (resirkulasi air) dan melakukan pengolahan air limbah dengan sistem lahan basah buatan aliran air permukaan (LBB-AAP) disajikan sebagai alternatif solusi manajemen pengolahan air limbah (*wastewater treatment*) asal budidaya udang vaname.

## 2. Metode Penelitian

Penelitian lapangan dilaksanakan di Balai Layanan Usaha Produksi Perikanan Budidaya (BLUPPB) Karawang tepatnya berada di Dusun Sukajadi, Desa Pusakajaya Utara, Kecamatan Cilebar Kabupaten Karawang. Analisis laboratorium dilaksanakan di Laboratorium BLUPPB Karawang dan Laboratorium Tanah Faperta IPB Bogor.

Bahan penelitian yang digunakan untuk media lahan basah adalah pasir kasar (*sirtu*), koral dan *Styrofoam*, sedangkan tanaman yang digunakan adalah akar wangi (*C. zizanioides*, L). Sumber air limbah yang digunakan berasal dari kegiatan budidaya udang vaname dengan padat tebar 100 ekor/m<sup>2</sup> pada luasan kolam sebesar 21 m<sup>3</sup>. Air limbah dialirkan ke LBB-AAP secara kontinu selama 3 bulan setelah umur udang mencapai umur 1 bulan.

Penelitian dilakukan melalui tiga tahap. Tahap satu merupakan tahap persiapan, yakni dilakukan perbanyakan (*Multiplication Techniques*) rumput akar wangi (*C. zizanioides*, L) dengan metode "*Splitting Mature Plants*". Tahap dua merupakan tahap perancangan sistem pengolahan limbah budidaya udang (LBU) yang terdiri dari empat desain LBB-AAP, yaitu kontrol, hidrophonik+*emergent*, *emergent*, dan hidrophonik, seperti yang ditunjukkan pada gambar 1-4. Selanjutnya empat perlakuan tersebut dibandingkan dengan perlakuan yang diterapkan untuk sistem lahan basah buatan-aliran permukaan (*surface flow-constructed wetland*). Tahap tiga yaitu percobaan skala pilot untuk mengukur efisiensi rumput akar wangi (*C. zizanioides*, L) dalam mengambil (*uptake*) atau menghilangkan konsentrasi nitrit (NO<sub>2</sub>). Waktu pengamatan yang diperlukan untuk tahapan ini adalah 3 bulan. Tahap pengukuran dilakukan pada taraf waktu tinggal (*t*) atau *hydraulic retention time* (HRT) 3 hari pada bulan ketiga pemeliharaan.

Metoda pengumpulan data berupa data primer diperoleh dengan cara melakukan percobaan skala plot, kemudian pengamatan dan pengukuran kualitas air secara insitu, serta pengambilan sampel air untuk analisa

kualitas air. Performa atau tingkat efisiensi tanaman dalam melakukan fitoremediasi diukur menggunakan persamaan berikut [5].

$$\% \text{ Penghilangan} = \frac{[\text{KonsentrasiInfluent} - \text{KonsentrasiEffluent}]}{\text{KonsentrasiInfluent}} \times 100$$

Analisis kandungan pencemar meliputi analisis kandungan nitrogen (N) dan fosfor (P) dalam tanaman uji. Penentuan  $\text{NO}_3^-$  dan  $\text{NH}_4^+$  dilakukan dengan metoda *titrimetric*, sedangkan penetapan kandungan unsur P di dalam akar, batang dan daun tanaman uji dilakukan dengan metoda spektrofotometrik dengan panjang gelombang 666 nm [6].

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1. Tipe Lahan Basah Buatan

Lahan basah buatan yang digunakan dalam penelitian ini dibuat dengan konstruksi bambu berlapis plastik berbahan vinyl/sintetis semi plastik. Bahan vinyl bersifat kedap air atau memiliki permeabilitas yang baik.

Tipe lahan basah buatan yang digunakan adalah lahan basah buatan tipe aliran permukaan atau dikenal dengan sistem *flow water surface* (FWS). Sistem lahan basah buatan diklasifikasikan menjadi dua tipe, yakni aliran air permukaan (AAP) dan aliran bawah permukaan tanah (ABPT) atau sistem *subsurface flow* (SSF) [7-9]. Pemilihan LBB-AAP didasarkan pada kemudahan konstruksi dan perawatan serta tipe ini dianggap sesuai dengan karakter kegiatan budidaya perikanan. Menurut Kadlec and Wallace, secara prinsip bahwa performa SSF dan FWS tidak memiliki perbedaan nyata [9]. Sistem dipilih karena pertimbangan ekonomi, kesehatan manusia, kontrol nyamuk dan minimalisasi interaksi dengan lingkungan.

#### 3.2. Substrat Lahan Basah Buatan

Material (tanah media) yang digunakan harus porous, sehingga pori-pori media bisa ditumbuhi mikroba yang berfungsi sebagai pengurai melalui proses ammonifikasi, nitrifikasi dan denitrifikasi. Permeabilitas adalah kemampuan suatu material untuk memungkinkan lewatnya cairan, sedangkan

porositas adalah ruang terbuka dalam suatu material. Nilai porositas didasarkan pada rasio volume pori dengan total volume media, dan biasanya dinyatakan sebagai persen [10].

Berdasarkan pertimbangan tersebut maka media yang digunakan dalam penelitian adalah pasir-koral (sirtu). Permeabilitas sirtu diestimasi sebesar  $2.57 \times 10^{-4}$  m/detik atau setara dengan 22.22 m/hari. Ini menunjukkan bahwa penggunaan sirtu sebagai media tanam dan media tumbuh mikroba sudah memadai karena diperkirakan air limbah asal budidaya udang vaname mampu melewati media sirtu secara merata ke semua arah dalam sistem LBB dan waktu tinggal yang digunakan dalam penelitian ini adalah 3 (tiga) hari.

#### 3.3. Desain dan Konstruksi Sistem LBB-AAP

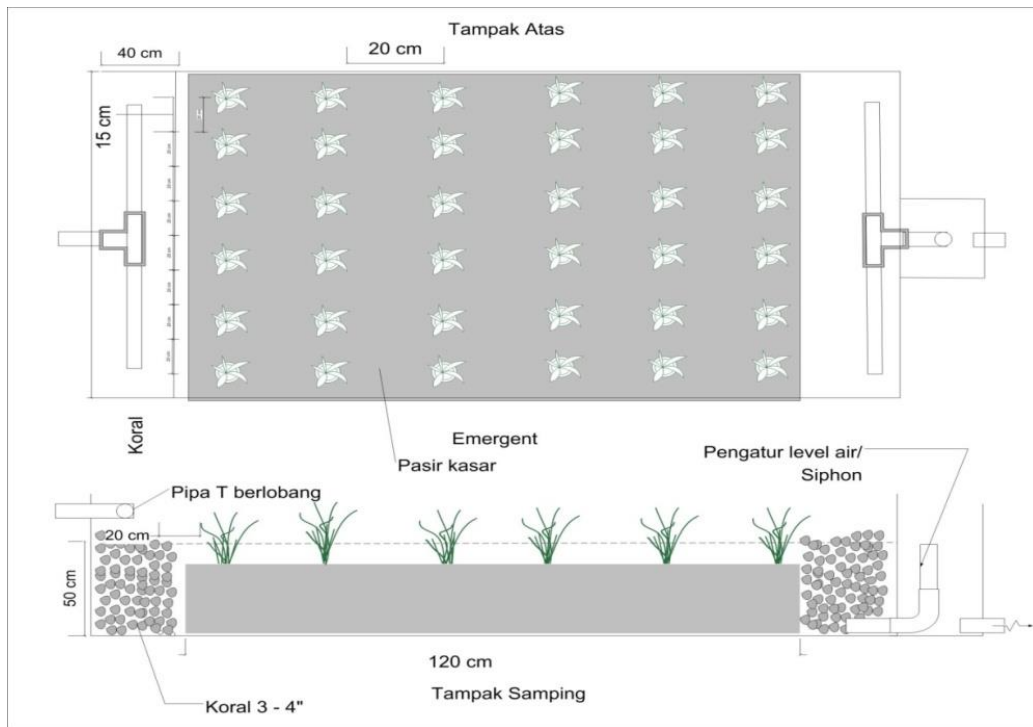
Dalam mendesain LBB-AAP, perlu dipertimbangkan beberapa kriteria berikut. Desain konstruksi LBB-AAP dibuat dari bambu berlapis plastik sebagai lapisan kedap air untuk melindungi rembesan ke air tanah. Pada *inlet* lahan basah, disediakan sekat koral untuk mengumpulkan dan mendistribusikan air limbah yang masuk ke LBB-AAP secara merata. Volume sekat koral *inlet* adalah 20 % dari volume LBB (ukuran 2 m x 1 m x 0,4 m). Sekat koral tetap menjadi bagian dari LBB-AAP. Aliran di lahan basah tersebut didistribusikan secara merata menggunakan sekat koral *inlet*. Sekat koral juga disediakan di *outlet*, dengan volume 20% dari volume LBB-AAP. Ketinggian air diatur dengan pipa pengatur muka air, sehingga ketinggian air bisa dipertahankan pada ketinggian 40 cm. Kemiringan LBB-AAP sebesar 2%. Air yang dikumpulkan di ruang *outlet* disalurkan ke saluran pembuangan utama dengan pipa dasar atau sistem siphon.

#### 3.4. Kemampuan LBB-AAP dan Fitoremediasi Rumput Akar Wangi (*C. zizanioides*, L)

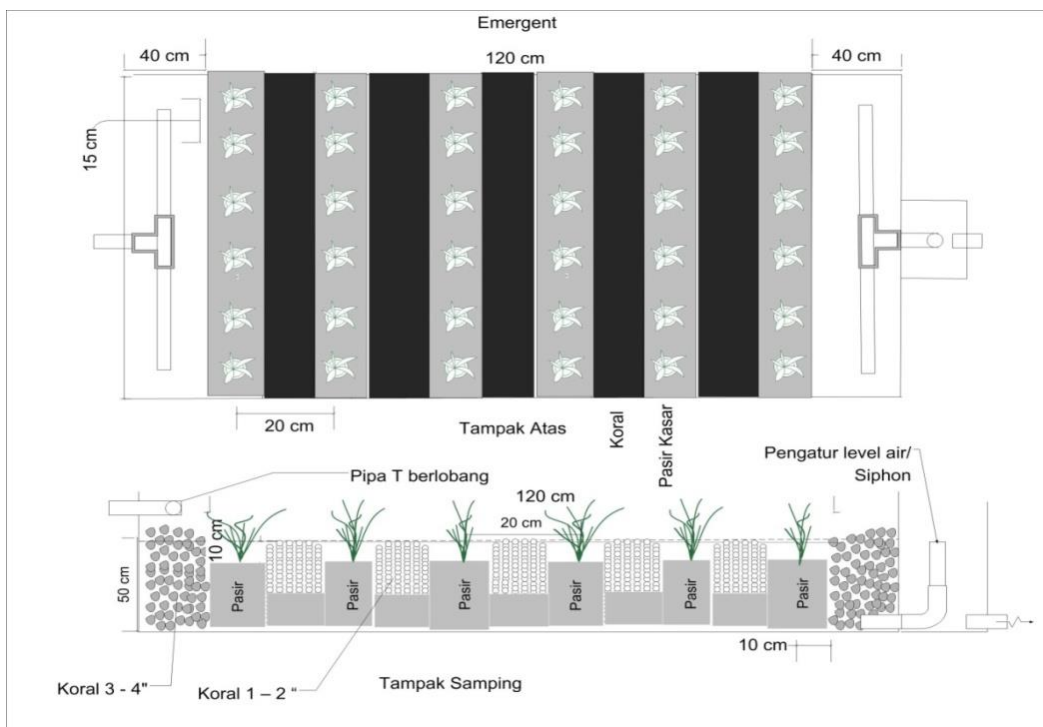
Sistem LBB-AAP dengan rumput akar wangi digunakan sebagai *biofilter* pengolahan air limbah budidaya udang vaname pada kondisi *mesohaline* (5-15 %).

Selama penelitian beban bahan pencemar rata-rata untuk  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$  masing-masing adalah 5,54; 0,07; dan 294 gram/hari. Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa  $P_{\text{value}} > 0,05$ , yaitu 0,915 untuk  $\text{NO}_3^-$ , 0,879 untuk  $\text{NH}_4^+$ , dan 0,861 untuk  $\text{PO}_4^{3-}$ . Dengan demikian, dari dua perlakuan penanaman rumput akar wangi yaitu secara *emergent* dan

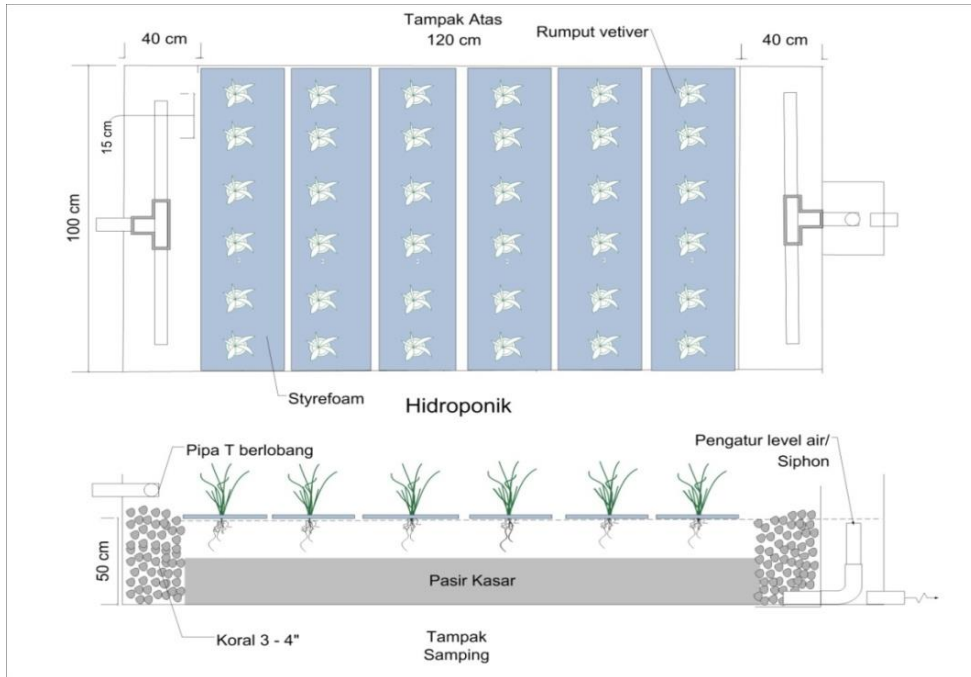
hidroponik, baik untuk  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NH}_4^+$ , dan  $\text{PO}_4^{3-}$ , menunjukkan perbedaan yang tidak nyata atau dengan kata lain bahwa baik rumput akar wangi yang ditanam secara *emergent* maupun hidroponik mempunyai kemampuan yang sama dalam pengambilan pencemar tersebut.



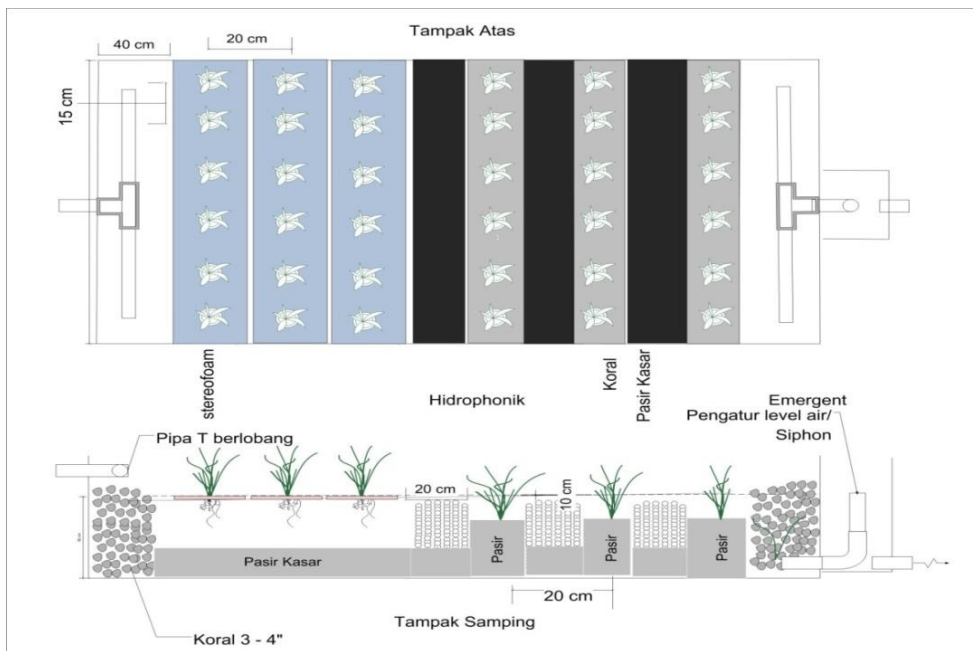
Gambar1. Desain LBB-AAP tipe emergent tanpa sekat



**Gambar 2.** Desain LBB-AAP tipe emergent dengan sekat



**Gambar 3.** Desain LBB-AAP tipe hidroponik



**Gambar 4.** Desain LBB-AAP gabungan hidroponik dan emergent bersekat

Tanaman memainkan peran yang sangat penting dalam LBB-AAP. Selain menaungi kolom air, tanaman juga memberikan ruang untuk pertumbuhan mikroba (*biofilm*), bantuan daur hara dan karbonorganik [9,11].

Peran tersebut mencakup peran fisik dari tanaman sendiri berupa sedimentasi, pengendalian erosi dan menyediakan luas permukaan untuk pertumbuhan mikroba, sehingga meningkatkan proses pengambilan

oleh mikroba berupa nitrifikasi dan denitrifikasi. Selain itu, tumbuhan juga memiliki peran metabolisme dalam pengolahan air limbah dengan potensi untuk melepaskan  $O_2$  ke dalam rizosfir untuk membantu nitrifikasi dan penyerapan nutrisi secara langsung [12,13]. Vymazal dan Kropfelova menyatakan bahwa konsentrasi oksigen merupakan faktor penting dalam penghilangan unsur nitrogen dalam LBB [14]. Oksigen yang diperlukan untuk proses oksidasi oleh mikroba dapat berasal langsung dari udara, melalui air, permukaan sedimen atau melalui akar tanaman.

LBB-AAP rumput akar wangi pada kondisi *mesohaline* memiliki kemampuan penghilangan yang sedang untuk nitrogen ( $NH_4^+$  dan  $NO_3^-$ ) yaitu masing-masing sebesar 48% dan 69%. Namun demikian untuk fosfat cukup rendah yaitu sebesar 16%. Di lain pihak, subsistem fitoremediasi rumput akar wangi dalam sistem LBB-AAP memiliki kemampuan penghilangan  $NH_4^+$  dan  $NO_3^-$  adalah 62% dan 36% serta penghilangan fosfor sebesar 49% seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1.

Kemampuan LBB-AAP ini lebih rendah jika dibandingkan dengan kemampuan LBB-aliran vertikal (AV) di kondisi air tawar dengan sumber limbah *antrophogenic*. Menurut Xiong et al., rata-rata efisiensi penghilangan  $NH_4^+$ ,  $NO_3^-$  dan  $NO_2^-$  yang berasal dari limbah *antrophogenic* dengan sistem LBB-AV yang dikombinasikan dengan tanaman rumput akar wangi masing-masing adalah 98,05%, 98,83%, dan 95,60% [15]. Perbedaan tersebut bisa saja disebabkan oleh kondisi air limbah yang bersalinitas dan tidak bersalinitas, atau karena sistem LBB yang berbeda. Pendapat lain, yaitu Edelstein et al. menyatakan bahwa tingkat salinitas yang tinggi dalam air tidak memiliki efek yang signifikan terhadap penyerapan N [16]. Oleh karena itu, studi lebih lanjut diperlukan untuk mengklarifikasi masalah ini.

Dinamika pencemar ( $NH_4^+$ ,  $NO_3^-$ ,  $PO_4^{3-}$ ) memberikan performa kemampuan penghilangan pencemar oleh sistem dan serapan rumput akar wangi (Gambar 5 dan 6).

Performa penghilangan pencemar  $NH_4^+$ ,  $NO_3^-$ ,  $PO_4^{3-}$  oleh serapan rata-rata rumput akar wangi baik di akar dan daun, menunjukkan bahwa rumput akar wangi berkontribusi terhadap penghilangan pencemar dalam sistem LBB-AAP. Oleh karena itu, peningkatan serapan pencemar tersebut dapat dilakukan dengan menambah jumlah populasi rumput akar wangi atau meningkatkan kerapatan tanaman. Kennedy dan Murphy berpendapat bahwa peningkatan kerapatan tanaman mempengaruhi penurunan konsentrasi nitrogen [17].

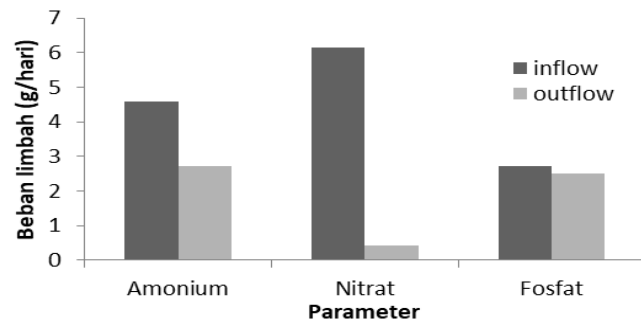
Gambar 5 menunjukkan kemampuan pencemar dengan melihat beban limbah di aliran yang masuk (*inflow*) dan beban limbah di aliran yang keluar (*outflow*) dari LBB-AAP. Penghilangan pencemar  $NH_4^+$ ,  $NO_3^-$ ,  $PO_4^{3-}$  di LBB-AAP berturut-turut adalah sebesar 2,21; 4,25; dan 0,44 g/hari. Gambar 6 menunjukkan perbandingan kemampuan penghilangan pencemar  $NH_4^+$ ,  $NO_3^-$ ,  $PO_4^{3-}$  antara sistem LBB-AAP dengan subsistem rumput akar wangi. berturut-turut untuk  $NH_4^+$ ,  $NO_3^-$ ,  $PO_4^{3-}$  adalah 1,6; 2,8; dan 2,1 g/hari. Serapan  $NH_4^+$  oleh rumput akar wangi lebih tinggi dibandingkan dengan  $NO_3^-$ . Hal ini diduga karena rumput akar wangi lebih memilih sumber nitrogen dari  $NH_4^+$  dibanding  $NO_3^-$ . Menurut Garnett et al., berbagai jenis tumbuhan berbeda dalam bentuk sumber N yang disukai untuk diserap, tergantung pada sumber yang tersedia di lahan basah [18]. Fang et al. menyatakan pula bahwa tanaman mengambil nitrogen oleh akar dan daun, jika kedua sumber N tersedia, maka tanaman lebih memilih untuk mengambil  $NH_4^+$  [19].

Rumput akar wangi menjadi pilihan dalam melakukan penghilangan pencemar nitrogen dan fosfat dalam air limbah budidaya udang vaname. Hasil penelitian membuktikan bahwa rumput akar wangi memiliki toleransi yang baik pada kondisi bersalinitas *mesohaline* dan kaya nutrien. Rumput akar wangi memiliki kemampuan mengambil dan meningkatkan biodegradasi limbah organik, sehingga berpotensi sebagai tanaman fitoremediasi. Potensi rumput akar wangi tersebut karena produksi biomassa yang

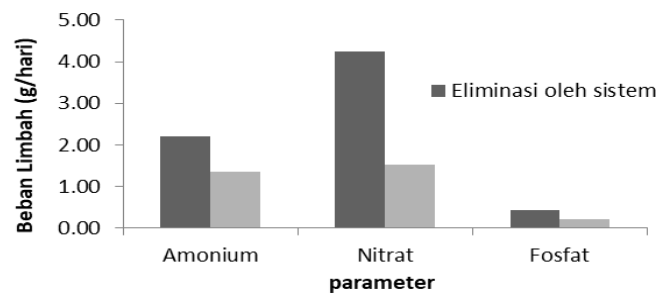
tinggi, tingkat pertumbuhan yang cepat, potensi akumulasi [20].  
tingkat kelangsungan hidup yang tinggi dan

**Tabel 1.** Laju eliminasi sistem LBB-AAP dan rumput akar wangi

	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>
Inflow (g/hari)	4,60	6,16	2,73
Outflow (g/hari)	2,39	1,91	2,30
Eliminasi oleh sistem (g/hari)	2,21	4,25	0,44
Eliminasi oleh rumput akar wangi (g/hari)	1,36	1,53	0,21
Efisiensi oleh LBB-AAP (%)	48	69	16
Efisiensi oleh rumput akar wangi (%)	62	36	49



**Gambar 5.** Perbandingan *inflow* dan *outflow* dalam LBB-AAP



**Gambar 6.** Perbandingan tingkat eliminasi LBB-AAP dan rumput akar wangi

#### 4. Kesimpulan

LBB-AP dengan menggunakan tanaman rumput akar wangi ternyata bisa diterapkan untuk melakukan pengolahan air limbah budidaya udang vaname, terutama untuk menurunkan konsentrasi NO<sub>2</sub> dalam tambak dengan kondisi salinitas yang mesohaline. Teknologi ini mempunyai kelebihan, yakni merupakan teknologi hijau dan ramah lingkungan dalam pengolahan air limbah serta merupakan metode daur ulang yang alami. Disamping itu produk akhirnya dapat dimanfaatkan, misalnya sebagai pakan ternak dan bahan untuk pertanian organik.

#### Ucapan Terima Kasih

Penulis menghaturkan terima kasih kepada Balai Layanan Usaha Produksi Perikanan Budidaya (BLUPPB) Karawang, yang telah memberikan bantuan dan

kesempatan kepada peneliti untuk melakukan penelitian.

#### Daftar Pustaka

- [1] Pusat Data, Statistik dan Informasi (PUSDATIN). 2012. Pengawal Industrialisasi Kelautan dan Perikanan *Majalah Kelautan dan Perikanan*. Sekjend Kementerian Kelautan dan Perikanan, Jakarta.
- [2] Boyd, CE. 2003. Guidelines for Aquaculture Effluent Management at The Farm-level. *Aquaculture*, Vol. 226, Iss. 1-4, pp. 101-112.
- [3] Naylor, RL, Goldburg, RJ, Primavera, JH, Kautsky, N, Beveridge, MCM, Clay, J, Folke, C, Lubchenco, J, Mooney, H, and Troell, M. 2000. Effect of Aquaculture on World Fish Supplies. *Nature*, Vol. 405, pp. 1017-1024.

- [4] Lin, CK, and Yi, Y. 2003. Minimizing Environmental Impacts of Freshwater Aquaculture and Reuse of Pond Effluents and Mud. *Aquaculture*, Vol. 226, Iss. 1-4, pp. 57-68.
- [5] Spellman, FR. 2004. *Mathematics Manual for Water and Wastewater Treatment Plant Operators*. CRC Press LLC, United States of America.
- [6] APHA. 1995. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 19th Edition, American Public Health Association (APHA) Inc., New York.
- [7] Wang, LK, Tay, J-H, Tay, T-L, and Hung, Y-T. 2010. *Environmental Bioengineering*. Volume 11 Handbook of Environmental Engineering. Humana Press, Springer New York.
- [8] Crites, RW, Middlebrooks, J, and Reed, Sh C. 2006. *Natural Wastewater Treatment Systems*. CRC Press, Taylor & Francis Group, Boca Raton.
- [9] Kadlec, RH, and Wallace, SD. 2009. *Treatment Wetlands, 2<sup>nd</sup> Edition*. Boca Raton (US): CRC Press, Taylor & Francis Group.
- [10] Nurwidyanto, MI, Noviyanti, I, dan Widodo, S. 2005. Estimasi Hubungan Porositas dan Permeabilitas pada Batupasir (Study Kasus Formasi Kerek, Ledok, Selorejo). *Berkala Fisika*, Vol. 8, No. 3, hal. 87-90.
- [11] Lin YF, Jing SR, Lee DY, Wang TW. 2002. Nutrient removal from aquaculture wastewater using a constructed wetlands system. *Aquaculture*. 209: 169-184.
- [12] Greenway M, and Woolley A. 2001. Changes in Plant Biomass and Nutrient Removal over 3 Years in Constructed Wetlands in Cairns, Australia. *Water Science & Technology*, Vol. 44, Iss. 11-12, pp. 303-310.
- [13] Brix, H. 1997. Do Macrophytes Play a Role in Constructed Treatment Wetlands?. *Water Science and Technology*, Vol. 35, Iss. 5, pp. 11-17.
- [14] Vymazal, J, and Kropfelova, L. 2008. *Wastewater Treatment in Constructed Wetlands with Horizontal Sub-Surface Flow*. Buku Seri Environmental Pollution Vol. 14, Springer Netherlands.
- [15] Xiong, J, Guo, G, Mahmood, Q, and Yue, M. 2011. Nitrogen Removal from Secondary Effluent by Using Integrated Constructed Wetland System. *Ecological Engineering*, Vol. 37, pp. 659-662.
- [16] Edelstein, M, Plaut, Z, Dudai, N, and Ben-Hur, M. 2009. Vetiver (*Vetiveria zizanioides*) Responses to Fertilization and Salinity under Irrigation Conditions. *Journal of Environmental Management*, Vol. 91, pp. 215-221.
- [17] Kennedy, MP, and Murphy, KJ. 2004. Indicators of Nitrate in Wetland Surface and Soil-Water: Interactions of Vegetation and Environmental Factors. *Hydrology and Earth System Sciences*, Vol. 8, Iss. 4, pp. 663-672.
- [18] Garnett, TP, Shabala, NS, Smethurst, PJ, and Newman, IA. 2003. Kinetics of Ammonium and Nitrate Uptake by Eucalypt Roots and Associated Proton Fluxes Measured Using Ion Selective Microelectrodes. *Functional Plant Biology*, Vol. 30, pp. 1165-1176.
- [19] Fang, YY, Babourina, O, Rengel, Z, Yang, XE, and Pu, PM. 2007. Ammonium and Nitrate Uptake by The Floating Plant *Landoltia punctata*. *Annals of Botany*, Vol. 99, Iss. 2, pp. 365-370.
- [20] Danh, LT, Truong, P, Mammucari, R, Tran T, and Foster, N. 2013. Vetiver Grass, *Vetiveria Zizanioides*: A Choice Plant for Phytoremediation of Heavy Metals and Organic Wastes. *International Journal of Phytoremediation*, Vol. 11, pp. 664-691.