

# Studi Efisiensi Sistem Prasedimentasi dan Free Water Surface Wetland dalam Menurunkan Kadar Nitrat, Fosfat, Keekeruhan, Zat Organik dan Total Coli

Raden Kokoh Haryo Putro, Atiek Moesriati, dan Nieke Karnaningroem

Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111 Indonesia

*e-mail:* nieke@enviro.its.ac.id

**Abstrak**—Boezem Wonorejo saat ini telah dikembangkan menjadi tempat wisata yaitu Ekowisata Mangrove. Sampai saat ini pihak pengelola boezem masih kesulitan dalam penyediaan air bersihnya Sungai Jagir yang mengalir di sekitar wilayah Ekowisata tersebut merupakan sumber air permukaan yang berpotensi sebagai pemenuhan kebutuhan tersebut secara kuantitatif. Agar dapat terpenuhi secara kualitatif, maka Perlu dilakukan penelitian awal untuk mengetahui efisiensi penurunan kadar Nitrat, Fosfat, Zat Organik, Keekeruhan maupun Total Coli. Dalam penelitian ini akan digunakan rangkaian suatu sistem pengolahan Prasedimentasi dan *Free Water Surface wetland* skala laboratoium, Dengan variabel ukuran media pasir (16-32 mesh dan lolos 32 mesh) dan umur mangrove (3 bulan dan 6 bulan) yang akan di analisis di laboratorium Teknik Lingkungan ITS. Dari hasil analisis didapat *removal* maksimum untuk keekeruhan pada prasedimentasi 46,5%, sedangkan pada *wetland* yaitu pada media pasir mesh 16-32 dan mangrove 6 bulan yaitu 94,8%. Presentase maksimum *removal* nitrat pada prasedimentasi yaitu 17,8%,—*removal* maksimum pada *wetland* dengan mangrove 6 bulan dan media pasir lolos 32 mesh yaitu 53,6%. Pada mangrove sendiri *removal* makismum terdapat pada umur 6 bulan dengan besar *removal* 36,5%. *Removal* maksimum fosfat terbesar pada prasedimentasi yaitu 64,3%, untuk Reaktor *Wetland* yaitu pada *wetland* dengan mangrove 6 bulan dan media pasir lolos mesh 32 sebesar 90,5%. Untuk . Mangrovenya sendiri mampu meremoval maksimum pada umur 6 bulan dengan besar 53,8%. Presentase *removal* maksimum zat organik pada prasedimentasi sebesar 35,7%, pada reaktor *wetland* sebesar 21,8% dengan ukuran media pasir mesh 16-32 dan umur mangrove 3 bulan.

**Kata Kunci**— Prasedimentasi, *Free surface wetland*, *Wetland Mangrove Sonneratia alba*, Boezem Wonorejo

## I. PENDAHULUAN

**B**OZEM WONOREJO merupakan penampung air hujan yang terletak di daerah Rungkut Surabaya. Bozem ini berbatasan langsung dengan Pantai Timur Surabaya yang merupakan muara dari Sungai Jagir. Di sepanjang Pantai Timur Surabaya dikelilingi oleh hutan mangrove yang cukup luas, dengan jenis mangrove *Sonneratia alba*. Area bozem ini dikelola oleh Pemerintah Kota Surabaya.

Pada saat ini Bozem Wonorejo telah dikembangkan menjadi sebuah tempat wisata yaitu Ekowisata Mangrove. Bozem

Wonorejo menjadi tempat wisata maka diperlukan juga banyak fasilitas penunjang. Salah satu fasilitas penunjang yang cukup penting adalah sanitasi yang memadai. Sanitasi yang dimaksud disini adalah ketersediaan air bersih untuk menyuplai toilet umum, rumah penjaga dan juga para pedagang.

Sampai saat ini pengelola ekowisata menyuplai kebutuhan air bersihnya dengan cara membeli dengan menggunakan truk tangki. Hal itu dikarenakan belum adanya jaringan PDAM ke lokasi tersebut. Seharusnya bozem dapat menyediakan air bersihnya secara mandiri melihat ketersediaan air di bozem cukup besar yang mungkin dapat dijadikan air baku. Air tersebut dapat diambil dari tampungan air hujan dan air dari muara Sungai Jagir. Dalam hal ini air Sungai Jagir lebih bisa dimanfaatkan melihat dari ketersediaannya yang ada secara terus – menerus. Selain itu di sana terdapat mangrove jenis *Sonneratia alba* yang dapat dijadikan *wetland*. Untuk mengetahui kualitas air Sungai Jagir maka perlu dilakukan analisis pendahuluan uji kualitas air Sungai Jagir. Dari hasil analisis tersebut akan didapat parameter apa saja yang akan diolah. Analisis pendahuluan ini dilakukan sebanyak 2 kali untuk mewakili pada saat pasang dan saat surut. Untuk dilakukan pada tanggal 20 Ferbruari Tahun 2013 jam 08.00 dan pengambilan sampel saat surut diambil pada tanggal 25 Februari jam 14.15. Hasil dari analisa awal kualitas air sungai jagir dapat dilihat pada Tabel 1.

Berdasarkan hasil analisa awal tersebut, bahwa air ini tidak dapat langsung dimanfaatkan sebagai air bersih karena masih ada beberapa parameter yang belum memenuhi baku mutu sehingga perlu dilakukan pengolahan terlebih dahulu sebelum air tersebut dimanfaatkan. Dari ketersediaan hutan mangrove yang cukup luas, maka tanaman mangrove tesebut dapat dimanfaatkan —sebagai pengolah air. Menurut penelitian sebelumnya tanaman mangrove dapat meremoval Zat Organik, Nitrat dan Fosfat. Ada beberapa penelitian lain juga menyebutkan mangrove dapat meremoval bakteri pathogen

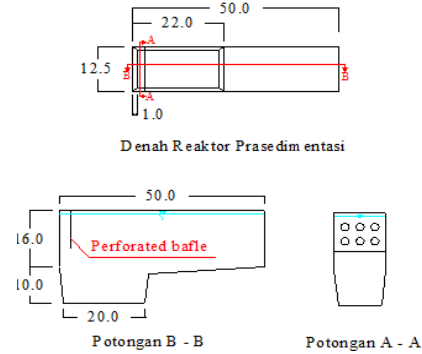
Pada kondisi mangrove yang ada di bozem tersedia mangrove yang dapat di reaktorkan yaitu umur 6 bulan dan 3 bulan. Selain *wetland* juga akan digunakan sistem prasedimentasi untuk membantu dalam penurunan keekeruhan yang cukup tinggi.

Tabel 1.  
ANALISA AWAL KUALITAS AIR SUNGAI JAGIR

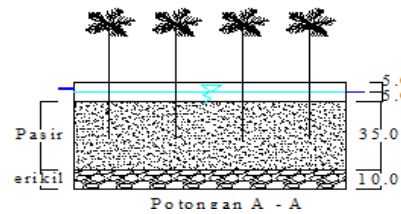
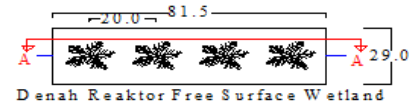
Parameter	Satuan	Hasil Analisa 1	Hasil Analisa 2	Baku mutu Permenkes 492 tahun 2010
Suhu	C	25	25	suhu udara ± 3
pH	-	7,3	7,6	6,5 - 8,5
Kekeruhan	NTU	96	210	5
TSS	mg/l	282	630	-
TDS	mg/l	456	257	500
Salinitas	ppt	0,46	0,25	-
Amonia	mg/l	0,16	1,63	1,5
Fosfat	mg/l	0,33	0,25	-
Zat Organik Total	MPN/100m	15,17	25,28	10
Koliform	l	17	24	0

Tabel 2  
Hasil Tes Kolom

H (m)	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9
waktu (menit)	15	30	45	60	75	90
Fraksi partikel tersisa (Fo) (%)	0,89	0,66	0,62	0,62	0,61	0,58
Vo (m/s)	1	6	7	3	2	5



Gambar 2 Reaktor Prasedimentasi



Gambar 3 Reaktor Wetland

**Ide Penelitian**

Studi Efisiensi Sistem Prasedimentasi dan *Free Water Surface Wetland* Dalam Menurunkan Kadar Nitrat, Fosfat, Zat Organik, Kekeruhan dan Total

**Pengumpulan Data**

**Penelitian Pendahuluan :**

- Kualitas air sungai
- Uji Column Setling

**Data Primer:**

- Persiapan reaktor prasedimentasi dan *wetland* yang di variasi pada *wetland* yaitu variasi umur tanaman (3 bulan dan 6 bulan) dan ukuran media (pasir kali lumajang ukuran 16 – 32 mesh dan 32 – 50 mesh)
- Aklimatisasi di reaktor dan juga di bak lain sebagai cadangan selama 1 minggu
- Pengambilan sampel pada outlet tangki dan di setiap efluen unit reaktor.
- Analisa sampel di lab untuk parameter zat organik, Nitrat, Fosfat, Total Coli, dan Kekeruhan

**Analisis Data dan Pembahasan**

1. Analisis pengaruh dari variasi umur tanaman dan ukuran media tanam
2. Analisis hasil pengolahan dengan parameter Nitrat, Fosfat, Zat Organik, Kekeruhan, Total Coli

**Kesimpulan dan Saran**

Gambar 1 Kerangka Penelitian

Perlu diadakannya penelitian awal tentang efisiensi sistem prasedimentasi dan *wetland* dalam menurunkan kadar nitrat, Fosfat, zat organic, kekeruhan dan total coli yang selanjutnya dapat memberikan masukan bagi penelitian berikutnya tentang pengolahan air bersih dengan air baku muara Sungai Jagir.

**II. METODOLOGI PENELITIAN**

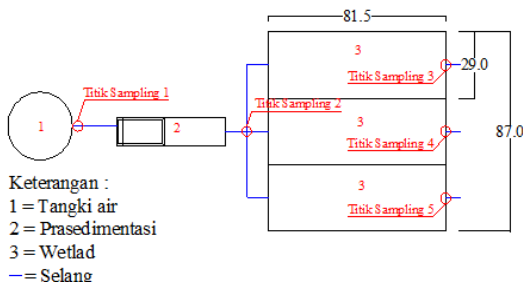
**A. Kerangka Penelitian**

**B. Langkah Kerja Penelitian**

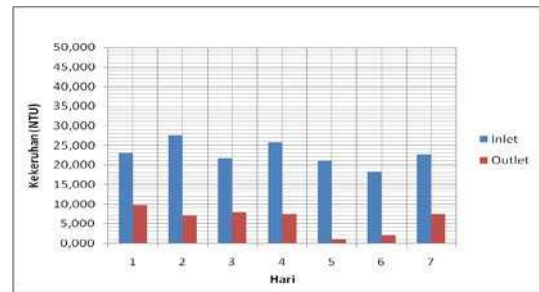
Langkah kerja penelitian dimulai dengan uji awal kualitas air bozem wonorejo yang hasilnya dapat dilihat pada tabel 1. Selanjutnya dilakukan tes kolom. Hasil dari tes kolom dapat dilihat pada Tabel 2.

Langkah selanjutnya yaitu mendesain reaktor. Reaktor di desain dengan debit 50 liter/detik atau 20 kali lebih kecil dari debit kebutuhan Boezem Wonorejo. Variabel pada penelitian ini yaitu ukuran media dengan pasir kali (16-32 mesh dan lolos 32 mesh) dan umur mangorve (3 bulan dan 6 bulan). Gambar desain reaktor dapat dilihat pada Gambar 2 dan 3.

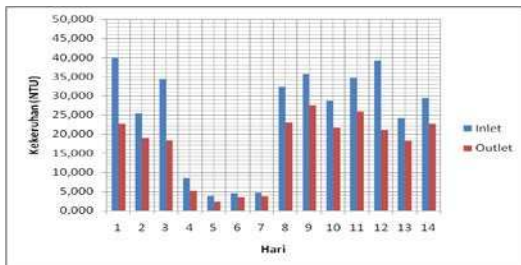
Setelah reaktor jadi, langkah selanjutnya yaitu menyusun reaktor seperti pada gambar 4.



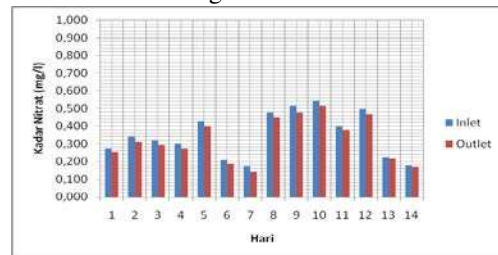
Gambar 4 Denah Reaktor



Gambar 5 Inlet Outlet Kekeruhan Bak Wetland 16-32 Mesh Mangrove 6 bulan



Gambar 4 Inlet Outlet Kekeruhan Bak Prasedimentasi



Gambar 6 Removal Nitrat Prasedimentasi

Pada *running* 1 menggunakan mangrove umur 3 bulan dengan media tanam ukuran 16-32 mesh dan lolos 32 mesh dengan reaktor kontrol 16-32 mesh. Pada *running* ke 2 menggunakan mangrove umur 6 bulan dengan media tanam ukuran 16-32 mesh dan lolos 32 mesh dengan reaktro lolos 32 mesh. *Aklimatisasi* reaktor selama 1 minggu. Setelah 1 minggu dimulai pengambilan sampel pada inlet dan outlet yang selanjutnya dianalisa kadar nitrat, fosfat, zat organik, kekeruhan dan total coli pada Laboratorium Teknik Lingkungan ITS. Dari hasil laboratorium tersebut dilakukan analisis data dan dibahas yang kemudian ditarik kesimpulan dan juga saran.

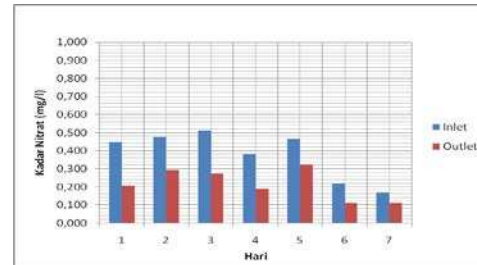
### III. ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

#### A. Parameter Kekeruhan

Kekeruhan menggambarkan sifat optik air yang ditentukan berdasarkan banyaknya cahaya yang diserap dan dipancarkan oleh bahan-bahan yang terdapat dalam air. Kekeruhan disebabkan zat padat koloid [21]. Kekeruhan didesain akan diturunkan pada prasedimentasi akan tetapi pada *wetland* diperkirakan juga dapat menurunkan kekeruhan karena menggunakan media pasir yang bisa sebagai penyaring. Kekeruhan ini pada reaktor *wetland* akan lebih banyak diturunkan oleh pasir. Analisis pertama dilakukan pada bak prasedimentasi dengan hasil pada gambar 5.

Berdasarkan Gambar 4 outlet kekeruhan terendah yaitu pada hari ke 5 yaitu 2,38 NTU. Dari grafik tersebut hari 1 sampai 7 merupakan hasil dari *running* 1 dan hari 8-14 merupakan hasil dari *running* ke 2. Karena pada prasedimentasi hanya mengendapkan partikel diskret maka Kemampuan removal pada prasedimentasi ini sangat bergantung pada densitas partikel tersebut.

Selanjutnya analisis pada reaktor *wetland*. Hasil dari reaktor



Gambar 7 Removal Nitrat Bak Wetland Media 32 Mesh Umur Mangrove 6 Bulan

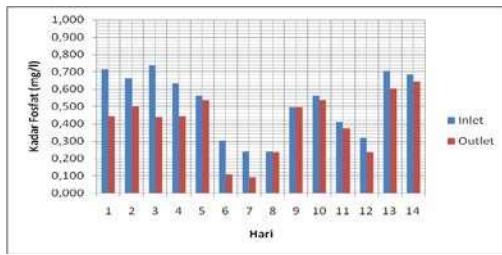
wetland didapat outlet terendah pada bak dengan media 16-32 mesh umur mangrove 6 bulan yaitu sebesar 1,09 NTU. Hasil pada bak outlet terendah dapat dilihat pada gambar 5. Pada mangrove umur 6 bulan memiliki akar lebih banyak sehingga memiliki luas permukaan sedimen yang lebih besar [12]

#### B. Parameter Nitrat

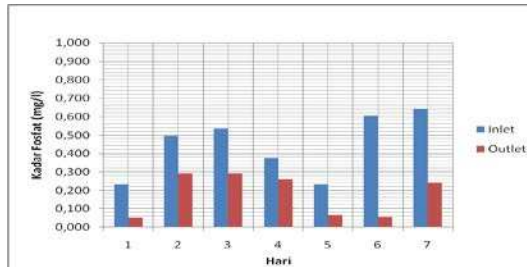
Removal nitrat pada bak prasedimentasi dapat dilihat pada Gambar 6.

Dari gambar 6 didapat removal maksimum pada prasedimentasi yaitu pada hari ke 7 sebesar 17,8%. Penurunan nitrat pada prased ini disebabkan adanya *alga bloom* yang terjadi pada reaktor prasedimentasi.

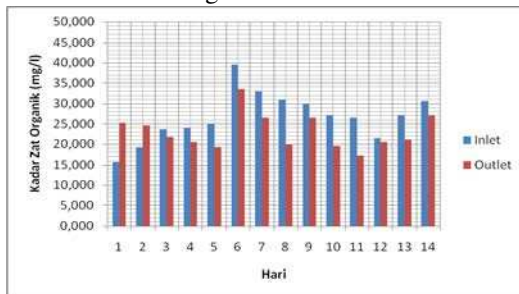
Sedangkan pada reaktor *wetland* maksimum removal terdapat pada bak *wetland* dengan media lolos 32 mesh dengan mangrove umur 6 bulan yaitu sebesar 53,6%. Pada umur mangrove 6 bulan lebih maksimum dari 6 bulan dikarenakan pada umur 6 bulan memiliki akar yang lebih banyak. Nitrat sendiri dibutuhkan mangrove untuk proses fotosintesis [16]. Hasil removal nitrat pada bak removal maksimum pada gambar 7.



Gambar 8 Removal Fosfat Prasedimentasi



Gambar 9 Removal Fosfat Reaktor Wetland Bak 32 Mesh Mangrove 6 Bulan



Gambar 10 Removal Fosfat Prasedimentasi

C. Parameter Fosfat

Removal fosfat pada praseedimentasi dapat dilihat pada gambar 8. Dari gambar 8 didapat removal maksimum pada praseedimentasi yaitu pada hari ke 6 sebesar 64,3%. Penurunan fosfat pada prased ini disebabkan adanya *alga bloom* yang terjadi pada reaktor praseedimentasi.

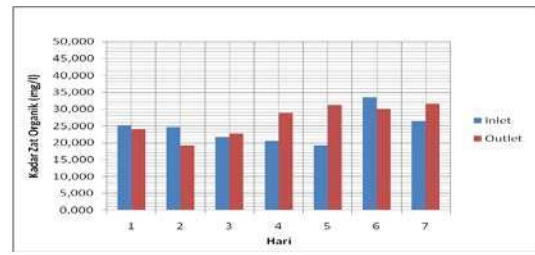
Sedangkan pada reaktor wetland maksimum removal terdapat pada bak wetland dengan media lolos 32 mesh dengan mangrove umur 6 bulan yaitu sebesar 90,5%. Pada umur mangrove 6 bulan lebih maksimum dari 6 bulan dikarenakan pada umur 6 bulan memiliki akar yang lebih banyak. fosfat sendiri dibutuhkan mangrove untuk perkembangan akar, mempercepat pembungaan dan pematangan, dan pembentukan anakan dan biji [19]. Hasil removal fosfat pada bak removal maksimum pada gambar 9.

D. Zat Organik

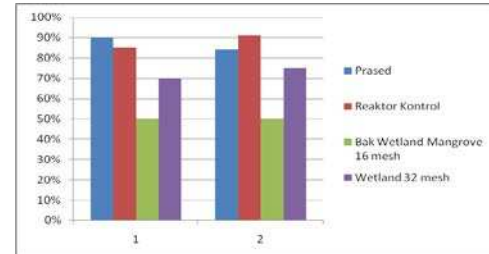
Removal zat organik pada praseedimentasi dapat dilihat pada gambar 10.

Dari gambar 10 didapat removal maksimum pada praseedimentasi yaitu pada hari ke 11 sebesar 34,5%.

Sedangkan pada reaktor wetland maksimum removal terdapat pada bak wetland dengan media lolos 16-32 mesh dengan mangrove umur 3 bulan yaitu sebesar 21,8%. Hasil removal fosfat pada bak removal maksimum pada gambar 11.



Gambar 11 Removal Fosfat Reaktor Wetland Bak 32 Mesh Mangrove 6 Bulan.



Gambar 12 Removal Total Coli

E. Total Coli

Dari hasil analisa total coli terlihat bahwa ada penurunan total coli yang cukup drastis pada outlet prased. Setelah masuk bak *wetland* didapat bahwa total coli pada outlet bak lolos 32 mesh dan 16-32 mesh lebih tinggi daripada total coli pada outlet reaktor kontrol. Hal ini menunjukkan bahwa mangrove itu sendiri tidak meremoval total coli. Removal total coli terlihat bahwa total coli menurun cukup besar pada prased dan *wetland*. Padahal praseedimentasi seharusnya tidak terlalu berpengaruh terhadap total coli. Penurunan yang terjadi bisa dimungkinkan karena fase adaptasi pada lingkungan oleh bakteri itu sendiri yaitu sekitar 2 jam. Sehingga pada prased yang waktu detensinya hanya 1,5 jam dimungkinkan bakteri belum sempat untuk beradaptasi. Sehingga tidak terjadi pertumbuhan pada bakteri dan dimungkinkan bakteri mati. Hasil dari analisa laboratorium total coli dapat dilihat pada Gambar 12.

IV. KESIMPULAN/RINGKASAN

Dari hasil penelitian mengenai Studi Efisiensi Sistem Praseedimentasi dan *Free Water Surface Wetland* dalam Mneurunkan Kadar Nitrat, Fosfat, Zat Organik, Kekeruhan dan Total Coli didapat beberapa kesimpulan sebagai berikut ini:

1. Dari hasil analisis didapat optimum removal setiap parameter pada penelitian ini sebagai berikut :
  - a. Outlet kekeruhan terendah pada praseedimentasi yaitu 2,38 NTU. Untuk Reaktor *Wetland* outlet terendah yaitu pada *wetland* dengan mangrove 6 bulan dan media pasir mesh 16-32 yaitu 1,09 NTU.
  - b. Presentase maksimum removal nitrat pada praseedimentasi yaitu 17,8%. Untuk Reaktor *Wetland* optimum removal yaitu pada *wetland* dengan mangrove 5 bulan dan media pasir lolos mesh 32 yaitu 53,6%. Untuk mangrove sendiri optimum removal terdapat pada umur 6 bulan dengan besar removal 36,5%.

- c. Presentase maksimum removal fosfat terbesar pada prasedimentasi yaitu 64,3%. Untuk Reaktor *Wetland* Efisiensi terbesar yaitu pada *wetland* dengan mangrove 6 bulan dan media pasir lolos mesh 32 yaitu 90,5%. Untuk mangrovenya sendiri mampu meremoval optimum pada umur 6 bulan dengan besar 53,8%.
- d. Presentase maksimum removal zat organik pada prasedimentasi yaitu sebesar 35,7%. Untuk reaktor *wetland* sebesar 21,8% pada reaktor mesh 16-32 dengan umur mangrove 3 bulan.
2. Dari hasil analisis didapat pengaruh dari variabel terhadap removal parameter sebagai berikut :
- a. Umur mangrove 6 bulan lebih maksimum dalam menurunkan kadar nitrat, fosfat dan umur 3 bulan lebih optimum dalam menurunkan kadar kekeruhan dan zat organik.
- b. Ukuran media lolos mesh 32 lebih maksimum dalam menurunkan kadar fosfat dan nitrat sedangkan ukuran media mesh 16-32 lebih optimum dalam menurunkan kadar kekeruhan dan zat organik.
- c. Pada *wetland*, tanaman mangrove lebih efektif dalam menyerap fosfat, nitrat. Sedangkan pasir lebih efektif dalam menurunkan kekeruhan dan zat organik.
- [13] Novotny, V. dan Olem, H. (1993). *Water Quality: Prevention, Identification, and Management Of Difuse Pollution*. New York: Vam Nostrad Peinhold.
- [14] Pelczar, MJ. dan Chan, ECS. (2007), *Dasar-dasar mikrobiologi*. Jilid ke-1. Jakarta: UI Press.
- [15] Polprasert, C. (1989). *Organic Waste Recycling*. New York: John Wiley.
- [16] Santamaria, P. (2006). *Review nitrate in vegetables: toxicity, content, intake and EC regulation*. J Sci Food Agric. 86 : 10-17
- [17] Santika, S. S. dan Alaerts, G. (1987), *Metoda Penelitian Air*. Surabaya: Usaha Nasional.
- [18] Betty L. J. W. P. R. (1993). *Penanganan Limbah Industri Pangan*. Diterbitkan. Pusat Antar Universitas Pangan Dan Gizi Institut Pertanian Bogor, Kanisius.
- [19] Wood, A. (1990). *Constructed Wetland For Waste Water Treatment And Engineering Design Consideration*. Proceeding Of The Internasional Conferencion The Use Of Constructed Wetland In Water Polution Control. London: Pergamon Press.
- [20] Yung, K. (2003). *Biosand Filtration :Application in the Developing World*.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Ir. M. Razif, MM; Alfian Purnomo, ST, MT; Beiby Voijant, ST., MT., PhD yang telah memberikan telaaahnya dalam penulisan artikel ini.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Brix, H dan Schierup, H. (1990). *Soil Oxygenation in Constructed Wetland beds: The Role Of Macrophyte and Soil-Atmosphere Interface Oxygen Transport*. Oxford, UK: Pergamon Press.
- [2] Cambell, C, S. dan Odgen, M, H. (1999). *Constructed Wetland in the Sustainable Landscape*. New York: John Wiley.
- [3] Crites, R. dan Tchobanoglous, G. (1998), *Small and Desentralized Waste Water Mangement Systems*. United States: McGraw-hill.
- [4] Dafis, L. (1995). *A Handbook Of Constructed Wetlands*. US: Environmental Protection Agency-Region III.
- [5] Eliasson, J. (2002). *Sand Media Sepisification*. Rule Development Committee Issue Research Report: Draft.
- [6] EPA, (2002). *Method 1604*. United States: Environmental Protection Agency Office Of Water.
- [7] Febrianty, E. (2011). *Produktivitas Alga Hydrodictyon Pada Sistem Perairan Tertutup (Closed System)*. Bogor: Intitut Pertanian Bogor (IPB).
- [8] Fitriarini, L. (2002). *Studi Literatur Pemanfaatan Tumbuhan Air Untuk Pengolahan Limbah Cair Domestik*. Surabaya: Tugas Akhir Jurusan Teknik Lingkungan, FTSP- ITS.
- [9] Hadi, W. (2003). *Perencanaan Bangunan Pengolahan Air Minum*. Surabaya: Tugas Akhir Jurusan Teknik Lingkungan, FTSP- ITS.
- [10] Hidayati, A. M. dan Yusrin, (2010). *Pengaruh Lama Waktu Simpan Pada Suhu Ruang (27°C – 29°C) Terhadap Kadar Zat Organik Pada Air Minum Isi Ulang*. Semarang: Seminar Nasional Fakultas Ilmu Kesehatan dan Keperawatan Universitas Muhammadiyah Semarang.
- [11] Kadlec, R. H. dan Wallace, Scott D. (2008), *Treatment Wetlands Second Edition*. United Sates: CRC Press.
- [12] Novasari, F. (2011). *Karakterisasi dan Analisis Kandungan Nitrat Tanaman Pakis Sayur (Pleocnemia irregularis (C. Presl) Holttum) Di Kecamatan Dramaga Bogor*. Bogor: Institut Pertanian Bogor (IPB).