

## **PENGARUH VARIASI LAMA KONTAK TANAMAN MELATI AIR (ECHINODORUS PALAEFOLIUS) DENGAN SISTEM SUBSURFACE FLOW WETLANDS TERHADAP PENURUNAN KADAR BOD, COD DAN FOSFAT DALAM LIMBAH CAIR LAUNDRY**

**Amalia Safira Koesputri, Nurjazuli, Hanan Lanang Dangiran**  
Bagian Kesehatan Lingkungan, Fakultas Kesehatan Masyarakat  
Universitas Diponegoro  
Email: Saphiraamalia@gmail.com

**Abstract:** Laundry waste contains high BOD, COD, and phosphate, but the waste is directly disposed into sewerage without treatment. The checking result of BOD, COD, and phosphate of laundry wastewater is 326 mg/l, 1157 mg/l, and 14 mg/l. This number exceeds the standard of Perda Jateng No 5 tahun 2012. Mexican-Sword Plant (*Echinodorus palaefolius*) is an aquatic plant that has potential as a reductor of contaminants. The purpose of this research was to find out the effects of detention time variation of the Mexican-sword plant (*Echinodorus palaefolius*) toward BOD, COD, and phosphate level. This research is using an experiment with a pretest-posttest design. The statistical test used is One Way Anova and Kruskal Wallis. The results show an average reduction of BOD concentration with a detention time of 2 days was 84.96%, 3 days was 84.23%, 4 days was 87.78%, 5 days was 90%, 6 days was 88.91%, and 7 days was 88.52%. COD concentration with a detention time of 2 days was 85.22%, 3 days was 85.47%, 4 days was 88.7%, 5 days was 90.79%, 6 days was 84.93%, and 7 days was 89.31%. Phosphate concentration with a detention time of 2 days was 52.35%, 3 days was 14.31%, 4 days was 51.33%, 5 days was 56.35%, 6 days was 42.72%, and 7 days was 44.69%. The different test result of BOD (Sig 0.741) and COD (Sig 0.836) shows there are no average difference in reduction levels of BOD and COD among detention time variations. While the result of phosphate (Sig 0.024) shows there are average differences between detention time variations. The highest percentage is in 5 days. Further research is needed to use the system continuously to be applied according to the existing field conditions.

**Key words** : constructed wetlands, *Echinodorus palaefolius*, laundry wastewater  
**References** : 112 (1980-2016)

## PENDAHULUAN

Dunia industri jasa di Indonesia dari tahun ke tahun mengalami perkembangan. Berdasarkan Perhitungan Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) Kota Semarang menurut lapangan usaha di tahun 2012 industri jasa mengalami peningkatan dengan rata-rata pertumbuhan 6,67%.<sup>1</sup> Salah satu usaha yang saat ini berkembang dengan cepat adalah usaha *laundry*. Di kota Semarang terdapat 586 usaha jasa *laundry* yang berkembang dengan subur.<sup>2</sup> Dua bahan terpenting dari pembentuk deterjen yaitu surfaktan dan *builders*. Umumnya surfaktan yang digunakan dalam deterjen merupakan surfaktan anionik jenis *linear alkyl benzene sulfonate* (LAS) yang mengandung bahan organik. *Builders* yang digunakan yaitu fosfat berbentuk *sodium tripolyphosphate* (STPP).<sup>3</sup> Detergen sebagai bahan pembersih utama dari usaha *laundry* sangat potensial menimbulkan efek buruk terhadap lingkungan. Kandungan bahan organik yang berlebihan menyebabkan jumlah oksigen terlarut berkurang hingga menyebabkan kematian pada biota air yang lain. Kadungan fosfat yang berlebihan juga menyebabkan eutrofikasi yaitu pertumbuhan ganggang yang berlebih.

Studi karakteristik awal limbah cair *laundry* di Tembalang Semarang yang dilakukan oleh Anita Dwi Nurjannah (2014) didapatkan hasil kadar BOD, COD, dan fosfat sebesar 30 mg/l, 893 mg/l, dan 20,48 mg/l. Hasil ini masih diatas baku mutu bila dibandingkan dengan baku mutu air limbah menurut Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah (Perda Jateng) nomor 5 tahun 2012.<sup>4</sup>

Salah satu upaya pengolahan air limbah yang cukup efektif dan

potensial yaitu dengan konsep fitoremediasi dengan metode *Constructed Wetland*. *Constructed Wetland* merupakan sebuah kompleks rancangan manusia yang terdiri dari substrat, tanaman, hewan, dan air yang meniru rawa alami untuk kegunaan dan keuntungan manusia.<sup>5</sup> Fungsinya untuk memurnikan air tercemar dengan mengoptimalkan proses-proses fisika, kimia, dan biologi.<sup>6</sup>

Tanaman melati air (*Echinodorus Palaefolius*) merupakan tanaman air yang hidupnya selalu membutuhkan air pada media tanamnya. Melati air mempunyai kemampuan yang cukup baik dalam menyerap dan mengurai polutan yang dapat menurunkan kandungan polutan itu sendiri. Hal ini bisa dipengaruhi oleh beberapa faktor salah satunya sistem perakaran. Sistem perakaran melati air terletak di dasar perairan, reproduksinya fleksibel, kuat, panjang dan menjalar sehingga sangat efektif dalam memperluas area tempat mikroorganisme melekat.<sup>7</sup>

Melati air mampu menghisap oksigen dari udara melalui daun, batang dan akar yang kemudian dilepaskan kembali pada daerah sekitar perakaran (*rhizosphere*). Hal ini dimungkinkan karena jenis tumbuhan air ini mempunyai ruang antar sel atau lubang saluran udara sebagai alat transportasi oksigen dari atmosfer ke bagian perakaran. Oksigen ini nantinya digunakan mikroorganisme untuk menguraikan bahan organik yang ada.<sup>8</sup>

Dari penjelasan diatas dapat disimpulkan bahwa diperlukan alternatif pengolahan limbah *laundry* yang sederhana dan murah. Salah satunya adalah pengolahan biologi yaitu dengan proses fitoremediasi

metode *constructed wetlands* menggunakan tanaman Melati Air.

### METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen dengan menggunakan rancangan bentuk *Pretest – Posttest design*. Desain penelitian ini terdiri dari enam perlakuan yaitu variasi lama kontak 2, 3, 4, 5, 6, dan 7 hari tanpa adanya kontrol. Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh limbah cair yang dihasilkan oleh tiga jasa laundry di Kelurahan Tembalang. Berdasarkan perhitungan besar sampel pengulangan yang didapat dengan 6 perlakuan didapat hasil pengulangan yaitu 4 kali. Peneliti menggunakan pengulangan 4 kali dengan 2 pretest sehingga sampel yang dibutuhkan sebanyak 26 sampel.

Pada penelitian ini digunakan 6 buah reaktor kedap air berbentuk persegi panjang dengan ukuran sesuai dengan volume air limbah yang akan diolah dengan perbandingan ukuran minimal adalah Panjang : Lebar = 3 : 1 (Wood, 2003) Ukuran dimensi reaktor uji adalah melalui perhitungan sebagai berikut:

Volume air limbah yang diolah :  $6.000 \text{ cm}^3$

Porositas media : 55 %

Maka,  
 $\text{volume reaktor} = \frac{100}{55} \times 6.000 = 10.909 \text{ cm}^3$

Dimensi reaktor :  $P \times L \times T$   
 $: 50 \text{ cm} \times 20 \text{ cm} \times 11$

cm  
 $: 11.000 \text{ cm}^3$

Dalam satu buah reaktor berisi 4 buah melati air yang memiliki tinggi berkisar 30-40 cm dengan jarak masing-masing tanaman 10 cm. Media yang digunakan pada penelitian ini adalah batu kali dan

kerikil ukuran 1-2 cm. Tanaman sebelum digunakan di aklimatisasi terlebih dahulu. Aklimatisasi dilakukan selama 10 hari, 2 hari pertama tanaman di aklimatisasi pada air sumur, 4 hari selanjutnya dilakukan penambahan air limbah dengan kadar 25% dan 4 hari terakhir menggunakan air limbah dengan kadar 50%.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis laboratorium kandungan BOD, COD, dan fosfat dari *inlet* dan *outlet* masing-masing reaktor dapat ditunjukkan pada Tabel 1, Tabel 2, Tabel 3 sebagai berikut :

Tabel 1. Kadar BOD Antar Kelompok Perlakuan dengan Variasi Lama Kontak

Kadar BOD	Variasi Lama Kontak					
	2 hr	3 hr	4 hr	5 hr	6 hr	7 hr
Pre(m g/l)	32	32	32	32	32	32
Post (mg/l)	50	54,	40,	32	35,	36,
Selisih (mg/l)	27	25	5		5	25
Efektifitas (%)	6	1,7	5,5	4	0,5	9,7
	84,	84,	87,	90,	88,	88,
	96	23	78	00	91	53

Tabel 2. Kadar COD Antar Kelompok Perlakuan dengan Variasi Lama Kontak

Kadar COD	Variasi Lama Kontak					
	2 hr	3 hr	4 hr	5 hr	6 hr	7 hr
Pre(m g/l)	11	11	115	11	11	11
Post (mg/l)	57	57	7	57	57	57
Selisi h (mg/l)	17	17	130,	10	18	11
Efektifitas (%)	2,5	6,7	5	3	6,5	7
	98	98	102	10	97	10
	4,5	0,2	6,5	54	0,5	40
	85,	85,	88,7	90,	84,	89,
	23	47	08	79	94	31

Tabel 3. Kadar Fosfat Antar Kelompok Perlakuan dengan Variasi Lama Kontak

Kadar Fosfat	Variasi Lama Kontak					
	2 hr	3 hr	4 hr	5 hr	6 hr	7 hr
Pre(m g/l)	14	14	14	14	14	14
Post (mg/l)	7,1	12,	6,95	6,4	11,	7,6
Selisi h (mg/l)	6,8	1,8	7,04	7,5	5,8	6,3
Efektifitas (%)	45	4	25	63	03	35
	52,	14,	51,3	56,	42,	44,
	35	31	33	35	72	70

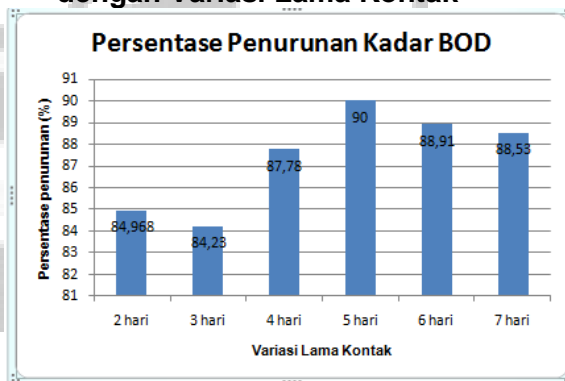
Dari hasil uji laboratorium berdasarkan tabel 1, tabel 2, dan tabel 3 diperoleh data kadar BOD, COD, dan Fosfat air limbah laundry yang diambil dari bak ekualisasi atau Inlet dengan besar berturut-turut 326 mg/l, 1157 mg/l, dan 14 mg/l. Dari data pengukuran awal tersebut menunjukkan bahwa nilai tersebut masih berada diatas nilai ambang batas yang ditentukan Perda Jawa Tengah Nomor 5 Tahun 2012. Kadar BOD dan COD yang tinggi disebabkan oleh kandungan surfaktan yang ada di dalam air limbah laundry tersebut. Surfaktan merupakan molekul organik dengan massa molekul yang besar larut dalam air membentuk buih dalam pengolahan air limbah sehingga akan mengganggu proses.<sup>9</sup> Kadar fosfat yang tinggi berasal dari *sodium tripolyphospate* (STPP) yang merupakan salah satu bahan yang kadarnya besar dalam detergen.

Dari tabel 1 dan 2 dapat disimpulkan bahwa tanaman melati air dapat secara efektif menurunkan kadar BOD dan COD. Untuk BOD hingga dibawa baku mutu dan COD hampir mendekati baku mutu. Hal ini dibuktikan dengan hasil uji beda *mann-whitney*, kadar BOD dan COD sebelum perlakuan mengalami penurunan bermakna pada lama kontak 2 , 3, 4, 5, 6, dan 7 hari

secara signifikan. Namun saat diuji antar variasi lama kontak menggunakan uji *Kruskal-Wallis* didapatkan hasil *p-value* >0,05 baik BOD maupun COD. Sehingga tidak ada perbedaan yang signifikan pada rata-rata penurunan kadar BOD dan COD limbah laundry pengolahan sistem *Subsurface Flow Wetlands* diantara variasi lama kontak. Hal ini disebabkan kurangnya *range* antar variasi lama kontak air limbah 2, 3, 4, 5, 6, dan 7 hari.

Dari tabel 3 dapat disimpulkan bahwa tanaman melati air dapat secara efektif menurunkan kadar fosfat hingga mendekati baku mutu yang ada. Setelah dilakukan uji *One Way Anova*, nilai *p-value* <0,05 sehingga terdapat perbedaan penurunan kadar fosfat yang signifikan antar variasi lama kontak. Kadar fosfat dengan perbedaan hasil signifikan terbesar yaitu perlakuan 5 hari dengan perlakuan 3 hari.

#### A. Penurunan Kadar BOD dengan Variasi Lama Kontak



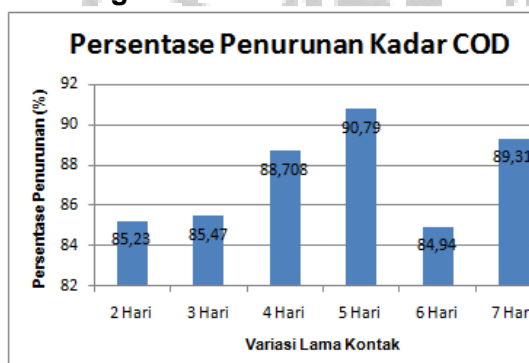
Gambar 1 Grafik Persentase Penurunan Kadar BOD

Dari gambar 1 terlihat bahwa penurunan BOD yang efisien terjadi pada hari ke 5. Pada awal penelitian presentase penurunannya sudah cukup besar hal ini bisa disebabkan karena pada awal penelitian sudah terbentuk mikroorganismenya dengan jumlah yang cukup (*eksponensial phase*) karena sebelumnya bakteri sudah mulai

terbentuk (*lag phase*) pada proses aklimatisasi sebelumnya sehingga kadar BOD juga menurun cukup banyak.<sup>9</sup>

Pada hari ke 5 jumlah mikroorganisme dan nutrisi yang ada sudah pada tahap seimbang serta kemampuan tanaman dan mikroorganisme dalam proses biologi telah mencapai titik optimum / kemampuan maksimal dalam mengurangi bahan pencemar sehingga pada beban pengolahan yang lebih tinggi zat pencemar tidak dapat lebih banyak tersisihkan sehingga pada hari ke 5 merupakan hari dengan persentase efektivitas yang paling tinggi.<sup>10</sup>

### B. Penurunan Kadar COD dengan Variasi Lama Kontak



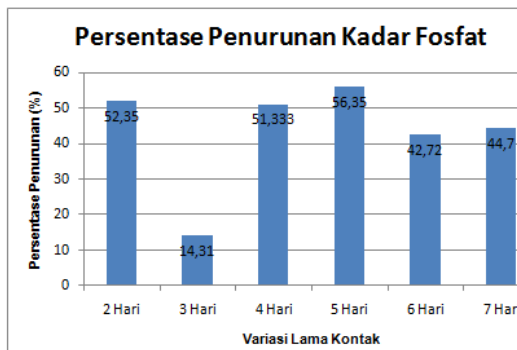
Gambar 2 Grafik Persentase Penurunan Kadar COD

Dari gambar 2 terlihat bahwa penurunan COD yang efisien terjadi pada hari ke 5. Pada awal penelitian presentase penurunannya sudah cukup besar hal ini bisa disebabkan karena jumlah mikroorganisme selain itu ini bisa disebabkan salah satunya karena faktor media, pada awal penelitian yang bekerja secara optimal untuk menurunkan cemaran adalah media dan mikroorganisme, hingga pada titik waktu tertentu media masuk kedalam fase jenuh sehingga hanya mikroorganisme yang dapat efektif bekerja menurunkan kadar cemaran. Selama awal operasi reaktor,

kapasitas adsorptif media merupakan proses dominan penghilangan pencemaran. Menurut wood saat air limbah mengalir melewati tanah dalam waktu detensi tertentu akan memberikan kesempatan partikel solid untuk mengendap. Proses pengendapan ini akan mengurangi kebutuhan oksigen pada proses biologis berikutnya. Setelah media sudah digunakan cukup lama, media akan mengalami fase jenuh dengan cemaran sehingga proses dominan dalam menghilangkan cemaran adalah proses biologis.<sup>11</sup>

Pada hari ke 2 hingga 5 terjadi peningkatan persentase penurunan seperti BOD hingga pada hari ke 6 dan 7 mengalami penurunan. Hal ini diakibatkan Pada media limbah *laundry*, kadar fosfat dalam limbah menyebabkan pertumbuhan lumut. Pertumbuhan lumut semakin lama semakin banyak.<sup>12</sup> Sehingga pada hari ke 6 dan 7 mulai terjadi kematian beberapa bagian tanaman melati air hal ini bisa disebabkan karena pH yang tidak cocok dan adanya lumut yang dapat ganggu proses fotosintesis. Selain itu pada hari ke 5 mikroorganisme dan tanaman sudah mencapai titik maksimal dalam mereduksi limbah sehingga pada hari ke 6 dan 7 kemampuannya cenderung stabil atau meningkat tetapi tidak terlalu besar ditambah dengan adanya kematian tanaman yang kemudian membusuk dan menambah kandungan bahan organik terlarut dalam air sehingga persentase penurunan kadar COD nya menjadi menurun.

### C. Penurunan Kadar Fosfat dengan Variasi Lama Kontak



Gambar 3 Grafik Persentase Penurunan Kadar Fosfat

Dari gambar 3 terlihat bahwa penurunan fosfat yang efisien terjadi pada hari ke 5. Pada hari ke 3 dan 6 terjadi penurunan yang cukup drastis. Hal ini diduga akibat adanya kenaikan suhu dan kematian tanaman. Pada bak perlakuan hari ke 3 dan 6 didapatkan rata-rata suhu akhir lebih tinggi dari bak perlakuan lain. Cahaya matahari yang masuk ke perairan akan mengalami penyerapan dan perubahan menjadi energi panas sehingga berpengaruh terhadap suhu yang lebih tinggi.<sup>13</sup> Suhu yang meningkat menyebabkan fosfat yang mengendap kembali larut kedalam air sehingga menyebabkan kadar fosfat terlarut dalam air kembali meningkat. Suhu yang meningkat akan mempengaruhi kecepatan reaksi.<sup>14</sup> Kecepatan reaksi akan meningkat seiring meningkatnya suhu yang ada sehingga mikroorganismse lebih banyak menguraikan fosfat yang mengendap menjadi fosfat terlarut sehingga kadar fosfat yang terlarut juga akan meningkat. Peningkatan oksidasi biologis ini membuat kebutuhan oksigen terlarut juga meningkat.<sup>15</sup> Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Cut Ananda (2013) yang menyatakan pada hari ke 5 terjadi penurunan kadar fosfat namun pada hari ke 10 mengalami kenaikan yang cukup signifikan. Hal ini disebabkan karena fosfat yang telah menjadi

butiran-butiran dan mengendap terlarut lagi dikarenakan kenaikan suhu.<sup>16</sup>

Tanaman melati air yang langsung terkena sinar matahari dengan intensitas cukup banyak, cenderung lebih cepat mengering lalu mati. Karena pada dasarnya tanaman melati air membutuhkan cahaya dengan intensitas sedang untuk pertumbuhannya.<sup>17</sup> Adanya pembusukan batang atau daun tanaman yang mati kemudian terendam di dalam air limbah membusuk dan diuraikan kembali menjadi fosfat organik.<sup>18</sup> Hal ini menyebabkan kandungan fosfat terlarut dalam air menjadi meningkat kembali.

#### KESIMPULAN

1. Kadar BOD, COD dan fosfat limbah cair laundry sebelum (pre) pengolahan constructed wetlands dengan tanaman melati air rata-rata sebesar 326 mg/l, 1157 mg/l, 14 mg/l sehingga belum sesuai dengan baku mutu menurut Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah Nomor 5 tahun 2012.
2. Tanaman melati air terbukti efektif dalam menurunkan kadar BOD, COD, dan fosfat pada limbah cair laundry. Secara keseluruhan pada pengolahan constructed wetlands tanaman melati air tiap hari perlakuan terjadi penurunan kadar BOD, COD, dan fosfat namun presentase penurunan yang paling tinggi adalah pada hari ke 5 dengan presentase berturut-turut 90%, 90,79%, dan 56,35%.

#### SARAN

1. Badan Lingkungan Hidup Kota Semarang melakukan pengawasan pembuangan air limbah terhadap industri kecil seperti industri laundry untuk

- mencegah pencemaran lingkungan.
2. Bagi peneliti lain diperlukan penelitian lebih lanjut dengan skala yang lebih besar seperti penggunaan sistem kontinyu agar lebih dapat diaplikasikan sesuai tempat laundry tersebut.
  3. Pengelola *laundry* dihimbau untuk mengolah air limbahnya terlebih dahulu sebelum dibuang ke badan air.
- DAFTAR PUSTAKA**
1. Semarang Badan Pusat Statistik. *Produk Domestik Regional Bruto Kota Semarang Tahun 2012*. Semarang: Katalog BPS: 9302004.3374; 2012.
  2. Wahyuni S. *Analisis pengaruh harga kompetitor terhadap sumber kapabilitas pemasaran jasa laundry sebagai intervening variabel yang mempengaruhi variabel keunggulan bersaing jasa laundry di kota semarang*. Jurnal Admisi dan Bisnis ISSN 1411-4321. 2013;Volume 14 .
  3. Sumarno I, Sumantri, Nugroho A. *Penurunan kadar detergen dalam limbah cair dengan pengendapan secara kimiawi*. Majalah Penelitian Lembaga Penelitian. 1996;8 (30):25-35.
  4. Nurjannah AD. *Pengaruh variasi waktu tinggal pengolahan rotating biological Contactors (RBCs) media pvc terhadap penurunan kadar fosfat Limbah cair laundry*. Universitas Diponegoro, 2014.
  5. Hammer DA (ed). *Constructed Wetlands for Wastewater Treatment: Municipal, Industrial and Agricultural*. Chelsea, Michigan: Lewis Publishers; 1989.
  6. Puspita L, Ratnawati E, Suryadiputra INN, Meutia AA. *Lahan Basah Buatan Di Indonesia*. Bogor: Wetlands International - Indonesia Programme; 2005.
  7. Lehtonen S. *An Integrative Approach To Species Delimitation In Echinodorus (Alismataceae) and The Description of Two New Species*. Kew Bulletin. 2008;63:525-563.
  8. Sasono E, Pungut. *Penurunan Kadar BOD dan COD Air Limbah UPT Puskesmas Janti Kota Malang Dengan Metode Constructed Wetland*. Jurnal Teknik Waktu. Volume 11 Nomor 1 :ISSN : 1412-1867. 2013.
  9. Metcalf, Eddy. *Wastewater Engineering : Treatment, Disposal, and Reuse*. New York: Mc Graw Hill Inc; 2003.
  10. Munazah AR, Soewondo P. *Penyisihan Organik Melalui Dua Tahap Pengolahan Dengan Modifikasi ABR Dan Constructed Wetland Pada Industri Rumah Tangga*. Jurnal Teknologi Lingkungan Universitas Trisakti. 4 Nomor 4 Desember 2008.
  11. Wood A. *Constructed Wetlands for Wastewater Treatment Engineering and Design Consideration*. South Africa; 1993.
  12. Regina Tutik Padmaningrum, Tien Aminatun, Yuliati *Pengaruh Biomasa Melati Air (Echinodorus Paleaefolius) Dan Teratai (Nymphaea*

*Firecrest) Terhadap Kadar Fosfat, BOD, COD, TSS, Dan Derajat Keasaman Limbah Cair Laundry.*  
Jurnal saintek vol 19 nomor 2 oktober 2014

13. Effendi H. *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya Dan Lingkungan Perairan.* Yogyakarta: Kanisius; 2003.
14. Merz SK. *Guidelines for Using Free Water Surface Constructed Wetlands to Treatuncipalsewage.*; 2000.
15. Mahida U. *Pencemaran Dan Pemanfaatan Limbah Industri.* Jakarta: Rajawali Press; 1986.
16. Ananda C. *Fitoremediasi Fosfat dengan menggunakan tumbuhan eceng gondok pada limbah cair industri kecil pencucian pakaian.*Jurnal Institut Teknologi Nasional. no 1 vol 1 Februari 2013.
17. Petrus. *Echinodorus Palaefolius.*(Diakses dari <http://jurnalquascape.com/portfolio/echinodorus-palaefolius/>; 2015. diakses pada 8 Maret 2016)
18. Khatuddin M. *Melestarikan Sumber Daya Air Dengan Teknologi Rawa Buatan.* Yogyakarta: Gajah Mada University; 2003.



