

# PENGARUH FITOREMEDIASI *Eichornia crassipes* TERHADAP KADAR FOSFAT DAN AMONIA DI INSTALASI PENGOLAHAN LIMBAH CAIR RSUP DR SARDJITO YOGYAKARTA

Rini Purwasari\*, M. Mirza Fauzie\*\*, Haryono\*\*\*

\* JKL Poltekkes Kemenkes Yogyakarta, Jl. Tatabumi No. 3, Banyuraden, Gamping, Sleman, DIY 55293,  
email: rini.rien@yahoo.com

\*\* JKL Poltekkes Kemenkes Yogyakarta, email: mmfauzie@gmail.com

\*\*\* JKL Poltekkes Kemenkes Yogyakarta

## Abstract

*As the byproduct of it's activities, Dr Sardjito General Hospital produces waste-water which may contain hazardous microorganisms and substances. Two of the chemicals in the hospital's waste water which had been exceeding the threshold were phosphate and ammonia. Excessive phosphate may lead to septicemia, while ammonia makes irritation and disturbs chlor disinfection. One of the treat-ments which can be used is phytoremediation by using Eichornia crassipes. The aim of the research was to identify the effect of this water plant in repair-ing the quality of the waste water by conducting an experiment with pre test post test with control group design. The plants were placed at sedi-mentation II chamber and were acclimatized beforehand. The results show that the mean decrease of phosphate in the control group was 0,554 mg/l, while in the treat-ment group was 0,916 mg/l. For ammonia, the mean decrease in the control group was 2,732 mg/l, and in the treatment group it was 5,829 mg/l. The data were then analyzed by using Mann Whitney test at 0,05 signification level, and yielded p-values of 0,020 and 0,026 for phosphate and ammonia reduction respectively, which means that the phytoremediation was signifi-cantly effective for reducing the two chemicals. The phosphate were reduced 22,973% and the ammonia were of 28,33%.*

**Kata Kunci** : fitoremediasi, *Eichornia crassipes*, limbah cair RS, fosfat, amonia

## PENDAHULUAN

Rumah sakit sebagai salah satu tempat untuk mendapatkan upaya peningkatan kesehatan, tidak hanya terdiri dari balai pengobatan dan tempat praktik dokter saja, tetapi juga ditunjang oleh unit-unit lainnya, seperti ruang operasi, laboratorium, farmasi, administrasi, dapur, laundry, pengolahan sampah dan limbah, serta penyelenggaraan pendidikan dan pelatihan<sup>1)</sup>.

Kegiatan rumah sakit yang sangat kompleks tersebut juga dapat memberikan dampak negatif bagi kesehatan masyarakat dan lingkungan berupa limbah yang dibuang ke lingkungan dan salah satunya adalah limbah cair.

Air limbah rumah sakit secara umum mengandung buangan pasien, bahan otopsi jaringan hewan yang digunakan di laboratorium, sisa makanan dari dapur, limbah laundry, limbah laboratorium berbagai macam bahan kimia baik toksik maupun non toksik dan lain-lain<sup>2)</sup>. Karakteristik air limbah tersebut juga tentunya dihasilkan oleh Rumah Sakit Umum Pusat (RSUP) Dr. Sardjito.

RSUP Dr. Sardjito telah memiliki sistem pengolahan limbah cair. Limbah yang dihasilkan telah dilakukan pengolahan terlebih dahulu sebelum dibuang ke badan air agar memenuhi beberapa syarat (parameter) fisik, kimia, mikrobiologi dan radioaktivitas sesuai dengan baku mutu yang telah ditetapkan.

Berdasarkan data sekunder dari kegiatan *monitoring* parameter limbah yang dihasilkan, kandungan PO<sub>4</sub> (fosfat) pada limbah cair RSUP Dr. Sardjito adalah sebesar 6,6310 mg/l dan NH<sub>3</sub> (amonia) sebesar 0,8163 mg/l.

Adapun menurut Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor Kep-58/MenLH/12/ 1995<sup>3)</sup> tentang Baku Mutu Limbah Cair bagi Kegiatan Rumah Sakit dipersyaratkan bahwa kadar maksimum untuk fosfat yaitu sebesar 2 mg/l dan untuk amonia yaitu 0,1 mg/l.

Pengolahan limbah cair secara konvensional tidak mengurangi konsentrasi fosfat dan amonia secara bermakna<sup>4)</sup>. Salah satu cara lain yang dapat digunakan yaitu dengan fitoremediasi.

Fitoremediasi adalah upaya penggunaan tanaman dan bagian-bagiannya untuk proses dekontaminasi limbah dan masalah-masalah pencemaran lingkungan baik secara *ex-situ* menggunakan kolam buatan atau reaktor maupun *in-situ* (langsung dilakukan di lapangan) pada tanah atau daerah yang terkontaminasi limbah<sup>5)</sup>.

Dalam penelitian ini tanaman *Eichornia crassipes* atau enceng gondok dipilih karena tanaman ini mampu mengolah limbah dan mampu menurunkan kadar fosfat sebesar 62,36%<sup>6)</sup>.

Berdasarkan hal tersebut, penulis tertarik untuk melakukan penelitian tentang pengaruh fitoremediasi dengan *Eichornia crassipes* terhadap penurunan kadar fosfat dan amonia di Instalasi Pengolahan Limbah Cair RSUP Dr Sardjito, di mana fitoremediasi ini diletakkan pada bak sedimentasi II Instalasi Pengolahan Limbah Cair (IPLC) RSUP Dr. Sardjito.

## METODA

Penelitian ini bersifat eksperimen dengan desain penelitian *pre-test post-test with control group design*. Populasi pada penelitian ini adalah seluruh limbah cair terolah yang ada pada bak sedimentasi II IPLC RSUP Dr. Sardjito Yogyakarta.

Metoda pengambilan sampel yang digunakan adalah *composite sampling*

(gabungan waktu) di mana sampel diambil pada satu titik yaitu *inlet* bak sedimentasi II dengan waktu pengambilan 3 kali dengan selang waktu 2 jam. Sampel yang diambil sebanyak 318 l dan untuk tiap pengulangan masing-masing sebanyak 10,6 l. Tanaman enceng gondok yang digunakan sebanyak 0,25 kg untuk setiap 10 l air limbah dengan waktu kontak selama 1,7 jam.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi ember berukuran 15 l, jerigen atau botol, timbangan, botol sampel, kertas label, gelas ukur, *stopwatch*, sarung tangan dan alat tulis. Adapun bahan-bahan yang digunakan yaitu limbah cair, air bersih sumur gali dan enceng gondok (*Eichornia crassipes*).

Tahap pertama pelaksanaan penelitian adalah melakukan aklimatisasi bagi tanaman enceng gondok yang akan digunakan dengan cara menanamnya di dalam air sumur selama 5 hari tanpa pergantian air. Setelah itu kemudian dilakukan penambahan air limbah secara bertahap mulai dari 20%, 50% dan 80%.

Tahapan penelitian selanjutnya adalah pelaksanaan pengolahan air limbah dengan cara mengambil limbah cair yang ada di pipa *inlet* bak sedimentasi II secara bertahap pada jam 08.00 WIB sebanyak 3,54 l, serta pada jam 10.00 WIB dan 12.00 WIB masing-masing sebanyak 3,53 l, kemudian dimasukkan ke dalam bak perlakuan (untuk kelompok kontrol dan kelompok perlakuan)

Selanjutnya diambil sampel air limbah sebanyak 600 ml dari masing-masing bak perlakuan untuk pemeriksaan kadar fosfat dan amonia *pre test* lalu ditunggu selama 1,7 jam (102 menit), untuk kemudian diambil air sampel sebanyak 600 ml dari bak kontrol untuk pemeriksaan kadar fosfat dan amonia data *post test* kelompok kontrol.

Selanjutnya, untuk kelompok perlakuan ditambahkan tanaman enceng gondok seberat 0,25 kg/10 l air limbah dan kemudian dibiarkan selama 1,7 jam untuk memaparkan enceng gondok dengan air limbah. Setelah dipaparkan, sampel air pada bak kelompok perlakuan diambil sebanyak 600 ml untuk dilakukan pemeriksaan kadar fosfat dan

amonia sebagai data *post test* kelompok perlakuan. Setelah itu sampel dikirim ke laboratorium untuk diperiksa kadar fosfat dan amoniannya.

Data yang diperoleh dianalisis secara deskriptif dan secara analitik menggunakan uji statistik non parametrik yaitu *Mann Whitney test* pada derajat kepercayaan 95% ( $\alpha = 0,05$ ).

**HASIL**

Dari hasil pemeriksaan kadar fosfat dan amonia setelah dilakukan perlakuan penambahan enceng gondok diperoleh data sebagaimana disajikan dalam tabel-tabel berikut:

**Tabel 1.**  
Selisih kadar fosfat pada kelompok perlakuan

No	Kode sampel	Kadar
1	2	1,274
2	3	2,655
3	4	1,249
4	6	0,350
5	7	0,168
6	9	0,666
7	10	0,862
8	11	0,643
9	12	0,585
10	13	0,320
11	14	0,251
12	15	0,682
13	2	1,274
14	3	2,655
15	4	1,249
16	9	0,666
17	10	0,862
18	11	0,643
19	12	0,585
20	15	0,682
Jumlah		18,321
Rerata		0,916

Tabel 1 dan 2 menunjukkan selisih kadar fosfat pada kelompok perlakuan dan kontrol. Hasil pemeriksaan kadar fosfat yang diperoleh untuk kelompok kontrol yaitu sebanyak 15 data dan un-

tuk kelompok eksperimen sebanyak 12 data. Data pada kelompok eksperimen dilakukan simulasi yaitu pada data dengan no urut 13 sampai 20. Simulasi dilakukan untuk mendapatkan jumlah data yang diuji memenuhi sampel data minimal.

Dari data tersebut diperoleh rata-rata selisih penurunan pada kelompok perlakuan yaitu 0,916 mg/l atau turun 22,974%. Adapun rata-rata selisih penurunan kadar fosfat pada kelompok kontrol adalah sebesar 0,554 mg/l atau turun 13,972%.

**Tabel 2.**  
Selisih kadar fosfat pada kelompok kontrol

No	Kode sampel	Kadar
1	1	0,630
2	2	0,237
3	3	0,253
4	4	0,561
5	5	0,294
6	6	0,204
7	7	0,396
8	8	0,194
9	9	0,330
10	10	0,356
11	11	0,360
12	12	0,561
13	13	0,204
14	14	0,356
15	15	0,360
Jumlah		8,306
Rerata		0,554

Tabel 3 dan 4 memperlihatkan selisih kadar amonia baik pada kelompok perlakuan maupun kontrol. Pada kelompok perlakuan ada 17 data dan pada kelompok kontrol sebanyak 6 data. Terhadap hasil pemeriksaan ini juga dilakukan simulasi.

Data simulasi yang dilakukan pada kelompok kontrol yaitu data nomor urut 7 sampai 17. Dari data tersebut diperoleh rata-rata selisih penurunan pada kelompok perlakuan sebesar 5,829 mg/l atau turun 28,33%, dan untuk kelompok kontrol turun rata-rata 2,732 mg/l.

**Tabel 3.**  
Selisih kadar amonia pada kelompok perlakuan

No	Kode sampel	Kadar
1	3	0,071
2	4	0,039
3	5	0,899
4	9	7,164
5	10	6,800
6	11	0,480
7	12	7,973
8	14	3,860
9	15	1,100
10	16	3,398
11	17	6,587
12	18	6,830
13	19	3,760
14	20	5,350
15	21	16,246
16	22	14,048
17	23	14,494
	Jumlah	99,100
	Rerata	5,829

**Tabel 4.**  
Selisih kadar amonia pada kelompok kontrol

No	Kode sampel	Kadar
1	1	0,146
2	2	0,064
3	3	15,830
4	4	2,020
5	5	2,100
6	6	0,655
7	1	0,146
8	2	0,064
9	4	2,020
10	5	2,100
11	6	0,655
12	3	15,830
13	2	0,064
14	1	0,146
15	6	0,655
16	5	2,100
17	4	2,020
	Jumlah	46,451
	Rerata	2,732

## PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pemeriksaan kadar fosfat dan amonia limbah cair sebelum dan sesudah diolah dengan penambahan tanaman enceng gondok, diperoleh rata-rata selisih penurunan setelah dilakukan pengolahan lebih tinggi. Namun hasil pemeriksaan tersebut jika dibandingkan dengan persyaratan yang diatur di dalam SK Gubernur DIY No 65, di mana fosfat dan amonia yang diperbolehkan yaitu sebesar 2 mg/l dan 0,1 mg/l; maka hasil yang diperoleh belum memenuhi syarat yang ditetapkan.

Hasil uji statistik pengujian hipotesis terhadap selisih kadar fosfat antara kelompok kontrol dan perlakuan diperoleh nilai p sebesar 0,020. Hal ini berarti bahwa ada pengaruh fitoremediasi dengan enceng gondok terhadap penurunan kadar fosfat pada bak sedimentasi II.

Demikian pula halnya dengan kadar amonia. Berdasarkan hasil uji statistik untuk kadar amonia diperoleh nilai p pengujian hipotesis selisih kadar amonia pada kelompok kontrol dan perlakuan sebesar 0,026. Hal ini berarti bahwa ada fitoremediasi dengan enceng gondok berpengaruh terhadap penurunan kadar amonia air limbah pada bak sedimentasi.

Fitoremediasi enceng gondok dapat menurunkan kadar fosfat dan amonia secara bermakna karena pada proses fitoremediasi terjadi penguraian bahan-bahan organik dalam air limbah oleh mikroba yang berada di sekitar akar tanaman enceng gondok. Mikroba yang berada pada akar enceng gondok yaitu mikroba *rhizosfera* memiliki kemampuan untuk menguraikan bahan organik yang ada dalam limbah dan kemudian hasil olahan tersebut dimanfaatkan oleh tanaman enceng gondok, sehingga kehadirannya di air diperlukan untuk keperluan pengolahan buangan<sup>7)</sup>.

Sebagaimana yang telah dikemukakan oleh Suriawiria<sup>8)</sup>, tanaman yang hidup di air seperti enceng gondok memiliki mikroba *rhizosfera* pada perakarannya yang mampu menguraikan bahan organik ataupun anorganik. *Eichornia crassipes* atau enceng gondok merupa-

kan tanaman air yang struktur anatomi batangnya berongga dan memiliki akar yang berpotensi untuk menyerap unsur-unsur hara atau bahan organik yang terdapat dalam limbah cair.

Tanaman enceng gondok juga melakukan evapotranspirasi yaitu penguapan dan penyerapan secara cepat pada sistem perakaran dan sistem daunnya, sehingga bahan-bahan organik ataupun anorganik yang diuraikan dapat diserap oleh akar dan kemudian menuju batang dan daun.

Kadar fosfat dan amonia hasil pemeriksaan ada yang mengalami kenaikan dan ada yang mengalami penurunan. Untuk kadar fosfat, kenaikan terjadi pada kelompok perlakuan, sedangkan untuk kadar amonia kenaikan terjadi pada kelompok perlakuan, yaitu 6 dari 23 data dan pada kelompok kontrol yaitu 17 dari 23 data. Kenaikan tersebut menyebabkan data memiliki nilai negatif. Data tersebut tidak diikutsertakan dalam analisis data.

Fosfat di air limbah RSUP Dr. Sardjito paling banyak dihasilkan dari deterjen yang berasal dari kegiatan *laundry* yang banyak menggunakannya untuk kegiatan mencuci. Bentuk fosfat dalam air limbah berbentuk senyawa ortofosfat, polifosfat dan fosfat organik. Bentuk fosfat pada perairan yang dapat langsung dimanfaatkan oleh tanaman yaitu ortofosfat, sedangkan polifosfat dengan bantuan bakteri akan dihidrolisis menjadi ortofosfat yang kemudian dapat dimanfaatkan oleh enceng gondok.

Pada tanaman enceng gondok yang perakarannya terdapat mikroba, perubahan polifosfat menjadi ortofosfat berlangsung lebih cepat. Menurut Effendi<sup>9)</sup>, perubahan pilofosfat menjadi ortofosfat pada air limbah yang mengandung bakteri berlangsung lebih cepat dibandingkan pada air bersih. Fosfat dalam enceng gondok mempunyai fungsi dalam proses fotosintesis, respirasi, transfer, pembelahan dan pembesaran sel serta proses-proses di dalam tanaman.

Dari hasil penelitian ini diketahui bahwa kadar fosfat pada bak sedimentasi II setelah ditanami enceng gondok mengalami penurunan, namun ada data

yang mengalami peningkatan. Peningkatan yang terjadi pada kadar fosfat dapat terjadi karena peningkatan jumlah fosfat dalam air limbah tidak sebanding dengan kemampuan enceng gondok dalam menyerap fosfat.

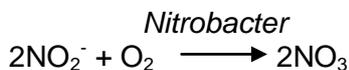
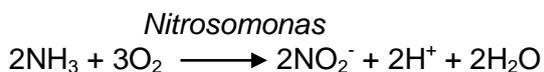
Jumlah fosfat dapat meningkat apabila fosfat dalam air limbah berikatan dengan ion besi valensi tiga atau ferri ( $\text{Fe}_2(\text{PO}_4)_3$ ) yang bersifat tidak larut dan mengendap di air. Tetapi, pada kondisi anaerob, ion besi valensi tiga (ferri) mengalami reduksi menjadi ion besi valensi dua (ferro) yang bersifat larut dan melepaskan fosfat ke perairan, sehingga meningkatkan keberadaan fosfat di perairan<sup>9)</sup>. Jumlah fosfat yang meningkat ini tidak dapat dimanfaatkan secara baik oleh enceng gondok karena kondisi akar tanaman tersebut yang kurang banyak sehingga penyerapan yang dilakukan menjadi kurang baik.

Pada penelitian ini tanaman enceng gondok mampu menyerap fosfat sebesar 22,974% dengan waktu kontak antara enceng gondok dan air limbah selama 1,7 jam dengan berat tanaman yang digunakan 0,25 kg/10 l air limbah, namun hasilnya belum memenuhi baku mutu yang ditetapkan.

Untuk menurunkan kadar fosfat agar memenuhi baku mutu, diperlukan waktu kontak antara tanaman enceng gondok dengan air limbah lebih dari 1,7 jam dan juga diperlukan tanaman enceng gondok dengan akar yang lebih banyak agar akar tersebut dapat secara maksimal menyerap fosfat. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Hardyanti dkk<sup>10)</sup> yang melakukan penelitian menggunakan enceng gondok untuk menyerap fosfat (sebagai P total) dalam limbah *laundry* dengan efisiensi 24,03% dalam waktu 5 hari. Adapun menurut hasil penelitian yang dilakukan oleh Ratnaningsih<sup>6)</sup>, enceng gondok dapat menurunkan kadar fosfat limbah cair rumah sakit sebesar 62,36% dalam waktu 24 jam.

Sementara itu, penurunan kadar amonia terjadi karena amonia dalam air limbah tidak dapat dimanfaatkan secara langsung oleh tanaman namun terlebih dahulu dioksidasi menjadi nitrit dan nitrat dengan bantuan bakteri. Proses per-

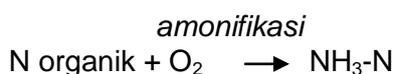
ubahan ini disebut nitrifikasi yang ditunjukkan dalam persamaan reaksi :



Amonia yang telah dioksidasi menjadi nitrat oleh bakteri pada akar enceng gondok kemudian diserap oleh tanaman dan dapat dimanfaatkan langsung sebagai nutrisi. Selain itu, tanaman enceng gondok akan menghasilkan oksigen dari proses fotosintesis di daun dan kemudian akan ditransfer ke akar dan sekitarnya sehingga kondisi ini memberikan lingkungan yang kondusif bagi bakteri termasuk bakteri *Nitrosomonas* dan *Nitrobacter*.

Kadar amonia pada bak sedimentasi II mengalami penurunan setelah ditambah enceng gondok, tetapi ada kadar amonia yang mengalami peningkatan. Peningkatan kadar amonia dapat terjadi karena pada air limbah yang didiamkan akan terjadi proses amonifikasi atau peningkatan sumber amonia pada air limbah karena adanya dekomposisi bahan organik dalam air limbah oleh mikroba dan jamur<sup>9)</sup>.

Peningkatan amonia ditunjukkan dalam persamaan reaksi :



Amonifikasi tersebut akan meningkatkan jumlah amonia di perairan, sedangkan amonia akan dioksidasi menjadi nitrit dan nitrat yang kemudian dapat dimanfaatkan oleh tanaman. Perubahan amonia menjadi nitrit dan nitrat dipengaruhi oleh suhu, aerasi dan pH. Nitrifikasi dilakukan oleh bakteri *Nitrosomonas* dan *Nitrobacter* yang merupakan bakteri aerob sehingga memerlukan oksigen. Selain itu, nitrifikasi berjalan optimum pada pH 8 sedangkan pH air limbah yang terukur saat penelitian yaitu 6-7, hal ini dapat menghambat proses nitrifikasi dan bakteri nitrifikasi menyukai suhu 30 °C<sup>7)</sup>.

Enceng gondok mampu menyerap amonia sebanyak 28,33% dengan waktu kontak 1,7 jam dan berat tanaman yang digunakan 0,25 kg/10 l air limbah. Penyerapan amonia oleh akar enceng gondok dapat berlangsung maksimal apabila waktu kontak lebih lama, jumlah akar tanaman yang digunakan lebih banyak dan faktor-faktor pendukung bakteri nitrifikasi terpenuhi. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Zaman dan Sutrisno<sup>10)</sup>, lama waktu kontak enceng gondok berpengaruh 99,6 % terhadap kadar amonia, di mana dengan waktu kontak enam hari, enceng gondok mampu menurunkan 98,48 % amonia yang ada.

## KESIMPULAN

Fitoremediasi dengan menggunakan *Eichornia crassipes* dapat memperbaiki kualitas limbah cair buangan pada bak sedimentasi II di IPLC RSUP Dr. Sardjito Yogyakarta, di mana fitoremediasi tersebut dapat menurunkan kadar fosfat sebesar 22,974 % dan dapat menyerap kadar amonia sebesar 28,33 % .

## SARAN

Fitoremediasi dengan menggunakan enceng gondok (*Eichornia crassipes*) dapat digunakan sebagai salah satu metoda pengolahan untuk menurunkan fosfat dan amonia pada limbah cair rumah sakit.

Dalam penerapannya, maka beberapa hal harus diperhatikan, antara lain: 1) enceng gondok yang digunakan yaitu yang memiliki perakaran yang banyak, 2) enceng gondok sebaiknya diletakkan pada bak dengan luas permukaan yang besar dan kedalaman yang tidak terlalu dalam sehingga akar enceng gondok dapat menjangkau air limbah serta dapat menguraikan dan menyerap bahan-bahan dan zat organik di dalam air limbah secara maksimal.

Selanjutnya, perlu pula dilakukan penelitian lanjutan untuk mengetahui serta menentukan berat enceng gondok yang efektif untuk menurunkan kadar fosfat dan amonia dengan waktu kontak hanya 1,7 jam.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Undang-Undang RI, 2009. *Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 44 Tahun 2009 tentang Rumah Sakit*, Jakarta.
2. Dirjen PPM PLP, 1997. *Pengelolaan Limbah Rumah Sakit*, Depkes RI, Jakarta.
3. Kementerian Lingkungan Hidup, 2002. *Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor: Kep-58/MenLH/12/1995 tentang Baku Mutu Limbah Cair bagi Kegiatan Rumah Sakit*.
4. Suparmin dan Soeparman, 2002. *Pembuangan Tinja dan Limbah Cair*, EGC, Jakarta
5. Subroto, M. A., 1996. *Fitoremediasi: Prosiding Pelatihan dan Lokakarya Peranan Bioremediasi dan Pengelolaan Lingkungan*, LIPI/BPPT/HSF. Cibinong, Bogor.
6. Ratnaningsih, N., 2010. *Pengaruh Tanaman Air Enceng Gondok, Kayu Apu dan Kangkung Air Terhadap Kadar Fosfat pada Fish Control IPAL RSUD Panembahan Senopati Bantul*, KTI, tidak diterbitkan, JKL Poltekkes Kemenkes Yogyakarta.
7. Waluyo, L., 2005. *Mikrobiologi Lingkungan*, UMM Press, Malang
8. Suriawiria, U., 2003. *Mikrobiologi Air dan Pengolahan Buangan: Dasar-Dasar Pengolahan Secara Biologis*, Alumni, Bandung
9. Effendi, H., 2005. *Telaah Kualitas Air bagi Pengelola Sumber Daya dan Lingkungan*, Kanisius, Yogyakarta
10. Hardyanti, Sri dkk, 2010. *Adaptasi Morfologi Fisiologi dan Anatomi Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes* (Mart Solm) di Berbagai Perairan Tercemar*, FMIPA Undip, Semarang
11. Zaman, B. dan Sutrisno, E., 2006. *Kemampuan Penyerapan Eceng Gondok terhadap Amoniak dalam Limbah Rumah Sakit Berdasarkan Umur dan Lama Kontak (Studi Kasus: RS Panti Wilasa, Semarang. Jurnal Presipitasi Vol 1 No 1 Program Studi Teknik Lingkungan FT Undip, Semarang*