

**FITOREMEDIASI Zn DARI LIMBAH CAIR PABRIK
PENGOLAHAN KARET DENGAN PEMANFAATAN
Pistia stratiotes L.**

Indah Sri Rahma Ningsih, Wahyu Lestari, Yelmida Azis

**Mahasiswa Program Studi S1 Biologi
Dosen Jurusan Biologi
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Dosen Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik
Kampus Binawidya Pekanbaru, 28293, Indonesia
*indah.srirahman09@gmail.com***

ABSTRACT

Rubber processing factory is one of big industries in Riau and potentially produce heavy metal such as Zn. The continuous factory activity will produce high level of Zn in liquid waste and cause the contamination of aquatic environment. One of the alternative efforts to overcome this effect is using phytoremediation. *P. stratiotes* that is known as a plant that may accumulate metals (Pb, Cd, Cr and Zn) at high concentration. This research aimed to test the ability of the growth of *P. stratiotes* and the ability of *P. stratiotes* in reducing the content of Zn in liquid waste of rubber processing factory. The research used Complete Random Design. *P. stratiotes* was grown for 20 days in liquid waste of rubber processing factory with the concentrations were 5, 10, 15, 20, 25% and without the liquid waste as a control (0%). Each concentration had 3 replications. Parameters observed were fresh weight gain and relative growth rate of *P. stratiotes*. Data was analyzed using ANOVA and LSD at the level of 5%. The results showed that the fresh weight *P. stratiotes* increased up to 33.65 g in the concentration of 25%. The highest relative growth was found in 5th day for all concentrations and control.

Keywords: Rubber factory liquid waste, Zn, phytoremediation, *Pistia stratiotes*.

ABSTRAK

Pabrik pengolahan karet merupakan salah satu industri yang sangat besar di Riau dan berpotensi menghasilkan logam berat Zn. Aktivitas pabrik secara terus menerus akan menghasilkan limbah cair dengan kadar Zn tinggi dan mengakibatkan tercemarnya lingkungan perairan. Salah satu alternatif mengatasi dampak tersebut yaitu dengan fitoremediasi. *P. stratiotes* merupakan tanaman yang dikenal mampu mengakumulasi logam Pb, Cd, Cr dan Zn pada kadar tinggi. Penelitian ini bertujuan untuk menguji kemampuan pertumbuhan *P. stratiotes* dan kemampuan *P. stratiotes* dalam limbah cair pabrik pengolahan karet. Penelitian dilakukan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL). *P. stratiotes* ditumbuhkan selama 20 hari pada media limbah cair pabrik pengolahan karet dengan konsentrasi perlakuan 5, 10, 15, 20, 25% dan tanpa penggunaan limbah cair sebagai kontrol (0%). Tiap konsentrasi perlakuan terdapat 3

ulangan. Parameter yang diamati yaitu pertambahan berat segar dan laju pertumbuhan relatif *P. stratiotes*. Data dianalisis menggunakan ANOVA dan uji lanjut dengan uji LSD taraf 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pertambahan berat segar *P. stratiotes* meningkat sebesar 33,65 g pada konsentrasi 25%. Laju pertumbuhan tertinggi untuk seluruh konsentrasi perlakuan dan kontrol terjadi pada hari ke-5.

Kata kunci: Limbah cair pabrik pengolahan karet, Zn, fitoremediasi, *Pistia stratiotes*.

PENDAHULUAN

Riau memiliki perkebunan karet dengan luas sekitar 498.907 hektar dan hasil 344.538 ton (BPS Propinsi Riau 2011). Hasil lateks akan terus meningkat dengan bertambahnya luas perkebunan karet sehingga mengakibatkan munculnya beberapa industri pabrik pengolahan karet yang berpotensi menghasilkan limbah. Limbah cair merupakan limbah terbesar pada proses pengolahan karet. Menurut Suprihatin dan Erriek (2009) pabrik pengolahan karet merupakan salah satu industri yang potensial menghasilkan logam berat Zn. Limbah cair pabrik pengolahan karet pada penelitian ini berasal dari inlet yang sebelumnya telah dianalisis dengan kadar Zn sebesar 0,34 ppm. Kadar Zn ini melebihi dari baku mutu yang telah ditetapkan. Berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001, kadar Zn di perairan maksimum 0,05 mg/l. Jika kadar Zn melebihi nilai ambang batas baku mutu limbah maka akan sangat berbahaya bagi lingkungan dan makhluk hidup.

Salah satu alternatif mengatasi pencemaran lingkungan yaitu dengan fitoremediasi. Fitoremediasi adalah penggunaan tanaman, pohon-pohonan, rumput-rumputan dan tanaman air, untuk

menghilangkan atau memecahkan bahan-bahan berbahaya baik organik maupun anorganik dari lingkungan (Suryati & Priyanto 2003). Tanaman memiliki kemampuan menyerap logam tetapi dalam jumlah yang bervariasi. Beberapa tanaman mampu mengakumulasi logam dengan konsentrasi tinggi pada jaringan akar dan tajuknya, sehingga bersifat hiperakumulator (Hidayati 2004).

Penelitian ini menggunakan tanaman *P. stratiotes* karena tingkat pertumbuhannya tinggi dan diketahui mempunyai kemampuan hiperakumulator untuk menyerap logam berat. Tanaman *P. stratiotes* banyak dijumpai pada kolam-kolam air tawar, menempati permukaan dari perairan tersebut, karena tanaman ini tergolong *floating aquatic plant* (Safitri 2009). Penelitian tentang pemanfaatan *P. stratiotes* sebagai fitoremediator untuk menurunkan kandungan logam berat Zn dalam limbah cair masih sedikit. Penelitian ini bertujuan untuk menguji kemampuan pertumbuhan *P. stratiotes* dalam limbah cair pabrik pengolahan karet.

METODE PENELITIAN

a. Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Mei-November 2013 di Kebun Biologi dan Laboratorium Botani Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Riau. Analisis kadar Zn dalam limbah awal dilakukan di Dinas PU bagian Unit Pelaksanaan Teknis Pengujian (UPT.P), Pekanbaru.

a. Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan adalah air, limbah cair pabrik pengolahan karet daerah Rumbai $\pm$ 10 km dari kota Pekanbaru dan tanaman *Pistia stratiotes*. Sedangkan alat yang digunakan adalah timbangan digital, bak-bak perlakuan, alat tulis (kertas HVS, pensil, penghapus), gunting, kamera digital dan ember plastik.

b. Prosedur Kerja

• Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan perlakuan berupa variasi konsentrasi limbah cair pabrik pengolahan karet yang digunakan sebagai media tumbuh. Konsentrasi uji yang digunakan yaitu 0, 5, 10, 15, 20 dan 25%, masing-masing konsentrasi diulang sebanyak 3 kali.

• Pengambilan dan Analisis Kadar Zn Sampel Limbah Cair Awal

Sampel limbah cair diambil dari bagian inlet pabrik. Lalu diukur pHnya. Selanjutnya dilakukan analisis kadar

logam Zn yang dinyatakan sebagai kadar Zn awal. Penentuan kadar Zn dilakukan dengan metode AAS.

• Pemilihan dan Adaptasi Tanaman *Pistia stratiotes* L.

P. stratiotes yang digunakan berasal dari kolam di desa Muara Jalai Kabupaten Kampar, Riau. Tanaman ini dipilih dan dibersihkan dari kotoran yang menempel pada akar dengan dialiri air. Lalu tanaman diaklimatisasi di dalam bak ukuran 2m x 2m x 1m yang berisi air selama 14 hari dengan tujuan adaptasi tanaman untuk menetralkan dari media tanam sebelumnya.

• Pemberian Perlakuan

Setelah 14 hari diaklimatisasi, tanaman mulai diaplikasikan. Tanaman dipilih berdasarkan berat awal yang sama yaitu 150 g dan ditumbuhkan pada limbah cair pabrik pengolahan karet. Limbah ini dimasukkan sebanyak 5 liter ke dalam tiap-tiap bak perlakuan berukuran 36x36 cm dengan konsentrasi 0, 5, 10, 15, 20 dan 25% (Verma 2005), kemudian diukur pHnya dan dianalisis kadar Zn untuk setiap konsentrasi. Setiap konsentrasi, *P. stratiotes* dibiarkan tumbuh selama 20 hari. Selanjutnya dilakukan penimbangan berat segar pada hari ke 0, 5, 10, 15 dan 20 untuk menentukan laju pertumbuhan relatifnya.

c. Parameter

• Pertambahan Berat Segar (g)

Tanaman ditimbang beratnya pada akhir perlakuan sehingga dari selisih berat akhir dan berat awal didapat

jumlah pertambahan berat segar tanaman.

- **Laju Pertumbuhan Relatif (g/hari)**

Pertumbuhan relatif dihitung utk mengetahui seberapa banyak tumbuhan mengalami pertambahan pertumbuhan selama perlakuan dengan menimbang berat segar pada hari ke 0, 5, 10, 15 dan 20. Pertumbuhan relatif dihitung berdasarkan rumus Setyawan (2012) :

$$LPR = \frac{\ln(W2) - \ln(W1)}{T2 - T1}$$

Keterangan:

LPR= Laju pertumbuhan relatif

W1 = Berat segar awal (g)

W2 = Berat segar pada hari ke... (g)

T2 = Waktu pengamatan awal

T2 = Waktu pengamatan pada hari ke...

d. Analisis Data

Data yang diperoleh dari hasil pengamatan dianalisis menggunakan analisis varian (ANOVA) untuk menguji ada tidaknya pengaruh konsentrasi terhadap parameter yang diuji. Jika hasil ANOVA berpengaruh nyata maka dilanjutkan dengan uji LSD dengan taraf 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Pertambahan Berat Segar

Analisis limbah cair pabrik pengolahan karet telah dilakukan di awal perlakuan dengan kadar Zn sebesar 0,34 ppm yang melebihi baku mutu yaitu 0,05 mg/l berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001. *P. stratiotes* diaplikasikan pada limbah cair pabrik pengolahan karet yang telah diencerkan

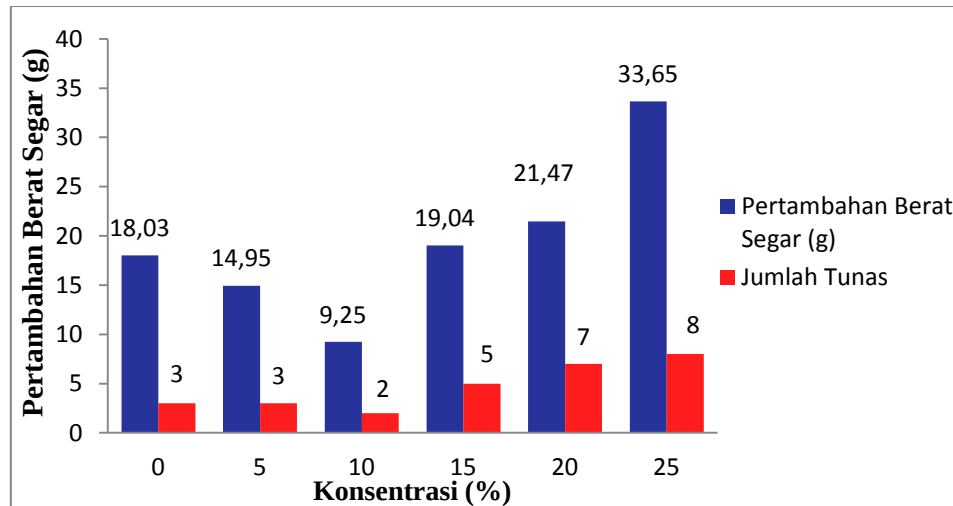
ke dalam beberapa konsentrasi perlakuan. Kemampuan *P. stratiotes* mengakumulasi logam berat dapat dilihat dari pertumbuhan *P. stratiotes* dalam limbah cair pabrik pengolahan karet. Menurut Aeni *et al.* (2011) pertumbuhan tanaman dapat diketahui dari berat segar tanaman yang merupakan gambaran biomassa tanaman. Hasil pengukuran rerata pertambahan berat segar *P. stratiotes* dan jumlah tunas disajikan dalam Gambar 1.

Hasil ANOVA menunjukkan bahwa pertambahan berat segar pada seluruh perlakuan dan kontrol tidak berbeda nyata, namun cenderung meningkat seiring meningkatnya konsentrasi perlakuan. Pertambahan berat segar tertinggi terdapat pada konsentrasi 25% yaitu sebesar 33,65 g. Peningkatan berat segar kemungkinan juga disebabkan karena adanya kandungan logam lain dalam limbah yang berperan dalam pertumbuhan. Menurut Fadil *et al.* (2013) limbah cair pabrik pengolahan karet juga mengandung amoniak, nitrat, nitrit dan fosfat. Endapan yang terdapat pada limbah cair juga mengandung logam. Menurut Hikmah *et al.* (2013), endapan seperti lumpur limbah pabrik karet juga mengandung logam-logam berat diantaranya Pb, Cd, Fe, Cu, Mn dan Cr. Kadar Zn pada konsentrasi 10% yang sedikit mengakibatkan penyerapan Zn oleh tanaman juga sedikit dari perlakuan lainnya.

Pertambahan berat segar juga dipengaruhi oleh tunas yang terbentuk. Hasil ANOVA menunjukkan bahwa jumlah tunas pada seluruh perlakuan dan kontrol tidak berbeda nyata, namun cenderung meningkat seiring peningkatan konsentrasi sehingga mempengaruhi berat segar, kecuali pada konsentrasi 10%. Adanya pembentukan

tunas menunjukkan respon *P. stratiotes* terhadap limbah cair pabrik pengolahan karet. Menurut Hermawati (2005), salah

satu bentuk adaptasi *P. stratiotes* untuk bertahan hidup adalah membentuk tunas baru.



Gambar 1. Pertambahan berat segar dan jumlah tunas *P. stratiotes* dalam limbah cair pabrik pengolahan karet.

Tunas-tunas yang berkembang pada *P. stratiotes* berasal dari stolonya (Indah *et al.* 2014). Zn diperlukan dalam pembentukan hormon tumbuh asam indolasetat (auksin) yang berperan dalam pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan salah satunya dalam pembentukan tunas. Auksin mempengaruhi beberapa aspek perkembangan tumbuhan, salah satu fungsi yang paling penting adalah merangsang pemanjangan sel pada tunas muda yang sedang berkembang. Auksin dari apeks tunas bergerak turun ke daerah pemanjangan sel dan merangsang pertumbuhan sel-sel tersebut (Firdaus *et al.* 2006).

Kemampuan *P. stratiotes* tumbuh pada perlakuan yang mengandung Zn tinggi dibuktikan dalam penelitian Taufikurrahman (2006). Kemampuan *P. stratiotes* yang dipelihara selama 2 minggu di dalam larutan yang mengandung $ZnSO_4$ menunjukkan

peningkatan pertumbuhan *P. stratiotes* seiring dengan peningkatan konsentrasi.

b. Pertumbuhan Relatif

Laju pertumbuhan relatif *P. stratiotes* merupakan gambaran peningkatan berat segar selama 20 hari (Tabel 1.). Laju pertumbuhan *P. stratiotes* untuk kontrol dan seluruh perlakuan meningkat hingga hari ke-5 namun cenderung menurun hingga hari ke-15 dan tidak mengalami peningkatan pertumbuhan hingga hari ke-20 kecuali pada 5%. Laju pertumbuhan *P. stratiotes* cenderung menurun disebabkan tanaman awal mengalami klorosis dan nekrosis yang banyak sehingga berat tanaman menjadi berkurang. Adanya peningkatan pertumbuhan disebabkan terbentuknya tunas. Kemampuan *P. stratiotes* semakin menurun dalam menyerap Zn seiring dengan meningkatnya konsentrasi sehingga tidak terjadi peningkatan berat segar yang menyebabkan laju

pertumbuhan juga semakin menurun. Hal ini menunjukkan bahwa *P. stratiotes*

tidak toleran terhadap limbah cair pabrik karet.

Tabel 1. Laju Pertumbuhan Relatif *P. stratiotes*

Konsentrasi (%)	Pertumbuhan Relatif (g/hari)			
	Hari ke 0-5	Hari ke 5-10	Hari ke 10-15	Hari ke 15-20
0	0,02	0,01	0	0
5	0,01	0,01	0	0,01
10	0,01	0,01	-0,01	0
15	0,03	0,01	-0,01	0
20	0,04	0,01	-0,01	0
25	0,04	0,01	-0,01	0

Faktor kimia limbah seperti pH juga dapat mempengaruhi laju pertumbuhan relatif tanaman. Nilai pH awal limbah cair pabrik karet sebesar 5,830 yang berarti limbah bersifat asam. Kandungan asam pada limbah cair pabrik karet disebabkan adanya

kandungan asam sulfat (H_2SO_4) dan kandungan asam semut/asam formiat ($CHOOH$) (Yulianti 2005). Hasil pengukuran pH dan suhu limbah cair pabrik pengolahan karet disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil pengukuran pH dan suhu limbah cair pabrik pengolahan karet.

Parameter	Konsentrasi (%)	Awal	Setelah pengenceran	Akhir
pH	0	6,72	6,72	5,28 ^e
	5		6,09	4,66 ^d
	10		6,01	4,35 ^c
	15		5,99	4,05 ^b
	20		5,90	4,03 ^b
	25		5,85	3,76 ^a

Ket: Data yang diikuti notasi yang sama pada kolom yang sama, tidak berbeda nyata menurut uji LSD taraf 5%.

Hasil ANOVA menunjukkan seluruh perlakuan tidak memberikan pengaruh terhadap pH setelah pengenceran namun dengan pemanfaatan *P. stratiotes* dapat memberi pengaruh terhadap pH akhir limbah. Berdasarkan hasil uji LSD pada taraf 5%

menunjukkan, pH akhir limbah pada perlakuan pengenceran berbeda nyata dibanding kontrol. pH akhir limbah untuk seluruh perlakuan dan kontrol menurun, namun penurunan pH akhir limbah pada kontrol berbeda nyata dengan seluruh perlakuan. Hal ini

disebabkan, pada kontrol jumlah nekrosis daun sedikit sehingga bagian daun yang mengalami nekrosis ini masuk ke dalam media tumbuh dan terdekomposisi sehingga menghasilkan asam humat yang sedikit. Jumlah daun yang mengalami nekrosis semakin banyak seiring meningkatnya konsentrasi sehingga bagian nekrosis daun yang masuk ke dalam media tumbuh terdekomposisi dan menghasilkan asam humat yang banyak yang menyebabkan pH semakin menurun. Menurut Abror *et al.* (2013), *Azolla* sp. yang terakumulasi logam berat diaplikasikan pada tanah akan melepaskan hara dan asam yang belum terhumifikasi seperti karbohidrat, asam amino, dan protein. Proses dekomposisi yang terjadi pada bahan organik tersebut menghasilkan asam yang terhumifikasi seperti asam humat, asam fulfat dan turunan hidroksi benzoatnya yang dapat menurunkan pH.

Kisaran pH akhir limbah setelah 20 hari perlakuan adalah 5,28-3,76. Kisaran ini belum memenuhi syarat untuk dibuang ke lingkungan sehingga pemanfaatan *P. stratiotes* sebagai tanaman fitoremediator pada limbah cair pabrik pengolahan karet belum tepat digunakan. Berdasarkan peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001, pH limbah yang diperbolehkan untuk dibuang ke lingkungan berkisar 6-9.

KESIMPULAN

Hasil penelitian mengenai fitoremediasi Zn dari limbah cair pabrik pengolahan karet dengan pemanfaatan *Pistia stratiotes* L. dapat diambil kesimpulan bahwa pertumbuhan *P. stratiotes* dalam limbah cair pabrik pengolahan karet pada konsentrasi 25% mampu meningkatkan pertambahan

berat segar sebesar 33,65 g. Laju pertumbuhan tertinggi untuk seluruh konsentrasi perlakuan dan kontrol terjadi pada hari ke-5. *P. stratiotes* belum mampu meningkatkan pH sehingga limbah cair tidak memenuhi baku mutu untuk dibuang ke perairan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abror M, Sabrina T, Hidayat B. 2013. Pengaruh biomassa *Azolla* terhadap status logam berat timbal (Pb) pada tanah. *Jurnal Online Agroekoteknologi* 1(3):882-895.
- Aeni RN, Setyono P, Utama LB. 2011. Pengaruh limbah lumpur minyak mentah terhadap pertumbuhan eceng gondok (*Eichornia crassipes* (Mart.) Solm.). *Jurnal Ekosains* 3(2):88-104.
- BPS Provinsi Riau. 2011. Perkebunan. <http://riau.bps.go.id/publikasi.html>. [diakses 04 April 2013].
- Fadil MS, Syaifullah, Zakaria IJ. 2013. Biokimia darah ikan sapu sapu (*Liposarcus pardalis*, Linn.) di perairan sekitar buangan limbah pabrik karet sungai batang Arau. Di dalam: *Prosiding Semirata FMIPA Unila*; Lampung, 10-12 Mei 2013. Lampung: Prosiding Seminar Nasional. hlm 131-138.
- Firdaus LN, Sri W, Yusnida B. 2006. Fisiologi Tumbuhan. Pekanbaru: Pusat Pengembangan Pendidikan Universitas Riau.
- Hermawati E, Wiryanto, Solichatun. 2005. Fitoremediasi limbah

- detergen menggunakan kayu apu (*Pistia stratiotes* L.) dan genjer (*Limnocharis flava* L.). *Jurnal BioSmart* 7(2):115-124.
- Hidayati N. 2004. Fitoremediasi dan Potensi Tumbuhan Hiperakumulator. (Ulasan). *Pusat Penelitian Biologi*. 12(1):35-40.
- Hikmah N, Bunda Halang, Muchyar. 2013. Kandungan Cd (cadmium) dan Mn (mangan) pada daun tanaman sawi (*Brassica juncea* L.) yang ditanam dengan penambahan lumpur hasil pengolahan limbah karet. *Jurnal Wahana-Bio* 10(2):1-20.
- Indah LS, Hendrarto B, Soedarsono P. 2014. Kemampuan eceng gondok (*Eichhornia* sp.), kangkung air (*Ipomea* sp.), dan kayu apu (*Pistia* sp.) dalam menurunkan bahan organik limbah industri tahu (skala laboratorium). *Diponegoro Journal Of Maquares* 3(1):1-6.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air. <http://infosanitasi.pp82-2001pengelolaankualitasaair.html>. [diakses 07 April 2013].
- Safitri R. 2009. Phytoremediasi greywater dengan tanaman kayu apu (*Pistia stratiotes*) dan tanaman kiambang (*Salvinia molesta*) serta pemanfaatannya untuk tanaman selada (*Sactuca sativa*) secara hidroponik [skripsi]. Bogor: Jurusan Ilmu Tanah Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor.
- Setyawan YD, Kristijanto AI, Sastridihardjo S. 2012. Pengaruh padat populasi gulma mata ikan (*Lemna minor* L.) terhadap penyerapan logam timbel (Pb) dan seng (Zn) dari air limbah tekstil [skripsi]. Salatiga: Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Kristen Satya Wacana.
- Suprihatin, Erriek A. 2009. Biosorpsi logam Cu (II) dan Cr (VI) pada limbah electroplating dengan menggunakan biomasa *Phanerochaete chrysosporium*. *Jurnal Teknik Kimia* 4(1):250-254.
- Suryati T, Priyanto B. 2003. Eliminasi logam berat kadmium dalam air limbah menggunakan tanaman air. *Junal Teknik Lingkungan* 4(3):143-147.
- Taufikurahman, Fitrisally D. 2006. Bioremediation of waste water containing heavy metals cadmium and zinc using aquatic plant *Pistia stratiotes* L. [skripsi]. Bandung: Ilmu Tanaman dan Bioteknologi, Institut Teknologi Bandung.
- Verma VK, Gupta RK, Rai JPN. 2005. Biosorption of Pb and Zn from pulp and paper industry effluent by water hyacinth (*Eichornia crassipes*). *Journal of Scientific & Industrial Research* 64:778-781.

Yulianti D, Winarno K, Mudyantini W.
2005. Pemanfaatan limbah cair
karet PTPN IX Kebun Batu
Jamus Karanganyar hasil
fitoremediasi dengan *Azolla*
microphylla Kaulf untuk
pertumbuhan tanaman padi
(*Oryza sativa* Linn.). *Jurnal*
BioSmart 7(2):125-130.