

**PEMANFAATAN *Azolla pinnata* R. Br DALAM PENYERAPAN Zn  
DARI LIMBAH CAIR PABRIK KARET SEBAGAI  
FITOREMEDIATOR**

**Citra Arimby<sup>1</sup>, Wahyu Lestari<sup>2</sup>, Yelmida Azis<sup>3</sup>**

**<sup>1</sup>Mahasiswa Program Studi S1 Biologi**

**<sup>2</sup>Dosen Jurusan Biologi**

**Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**

**<sup>3</sup>Dosen Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik**

**Kampus Bina Widya Pekanbaru 28293, Indonesia**

*citra\_arimby@yahoo.com*

**ABSTRACT**

Large rubber plantations in Riau Province create rubber factories, that potentially produce liquid waste contain Zn above the environment quality standard, that may cause water pollution. Efforts to overcome pollution caused by the waste can be done by phytoremediation using *Azolla pinnata*. The purpose of this research was to test the effect of rubber factory liquid waste on the growth of *A. pinnata*. The research used Complete Random Design with dilution of waste treatments 25, 50, 75 and without dilution (100%), and no waste treatment as a control. *A. pinnata* was grown in each treatment for 12 days. Data was analyzed using ANOVA and tested further with LSD at 5% level. The results showed that the fresh weight of *A. pinnata* in the waste without dilution increased up to 60.87 g with the highest relative growth was found in 9<sup>th</sup> day in two treatments (75% dilution and without dilution).

Keywords: rubber factory liquid waste, Zn, *Azolla pinnata*, phytoremediation

**ABSTRAK**

Luasnya perkebunan karet di Provinsi Riau menyebabkan munculnya pabrik karet yang berpotensi menghasilkan limbah cair yang mengandung logam berat Zn melebihi baku mutu, jika tidak diolah akan menyebabkan pencemaran perairan. Upaya untuk mengatasi pencemaran akibat limbah dapat dilakukan dengan cara fitoremediasi menggunakan *Azolla pinnata*. Tujuan penelitian adalah menguji pengaruh limbah cair pabrik karet terhadap pertumbuhan *A. pinnata*. Penelitian menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan perlakuan pengenceran limbah 25, 50, 75 dan tanpa pengenceran (100%) serta tanpa

penggunaan limbah sebagai kontrol. *A. pinnata* ditumbuhkan pada masing-masing perlakuan selama 12 hari. Data dianalisis menggunakan ANOVA dan uji lanjut LSD pada taraf 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *A. pinnata* dalam limbah tanpa pengenceran mampu meningkatkan pertambahan berat segar sebesar 60,87 g dan laju pertumbuhan tertinggi terjadi pada hari ke-9 untuk perlakuan pengenceran 75% dan tanpa pengenceran.

Kata kunci: limbah cair pabrik karet, Zn, *Azolla pinnata*, fitoremediasi

## PENDAHULUAN

Provinsi Riau memiliki areal perkebunan karet yang luas sehingga lateks yang dihasilkan juga semakin banyak. Adanya perkebunan karet yang luas dan lateks yang banyak berpotensi terhadap munculnya pabrik karet. Kegiatan pengolahan dalam pabrik karet menggunakan bahan kimia sebagai bahan pengencer, pencucian dan pembekuan lateks, menyebabkan sebagian bahan kimia tersebut terbawa dalam limbah cair yang jika tidak dikendalikan sebelum dibuang ke lingkungan akan menyebabkan pencemaran. Menurut Nisya (2010), salah satu bahan pencemar dalam limbah cair pabrik karet adalah Zn. Menurut Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 oleh Deputi Sekretaris Kabinet Bidang Hukum dan Perundang-undangan tentang pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air, kadar Zn berdasarkan kriteria mutu air adalah 0,05 mg/l. Masalah pencemaran limbah dapat diatasi secara biologi yang dikenal dengan fitoremediasi. Salah satu tanaman yang dapat dimanfaatkan sebagai fitoremediator adalah *Azolla pinnata*. Menurut Arifin (2003), *A. pinnata* memiliki pertumbuhan yang cepat, mampu beradaptasi dengan keasaman, tanah yang tidak subur, temperatur dan bahan pencemar yang tinggi. Hidayat *et al.* (2011) menyatakan bahwa *A. pinnata* mudah ditemukan di

daerah persawahan, jumlahnya banyak dan para petani masih menganggap tanaman *A. pinnata* sebagai gulma. Oleh karena itu, *A. pinnata* yang masih dianggap gulma diharapkan dapat dimanfaatkan sebagai fitoremediator logam Zn. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh limbah cair pabrik karet terhadap pertumbuhan tanaman *A. pinnata*.

## METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di Kebun Biologi dan Laboratorium Botani Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Riau. Analisis kandungan Zn dalam limbah dilakukan di Unit Pelaksanaan Teknis Pengujian (UPT.P) Dinas Pekerjaan Umum, Pekanbaru. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan perlakuan pengenceran limbah yaitu 25, 50, 75 dan tanpa pengenceran (100%) serta tanpa penggunaan limbah sebagai kontrol. Masing-masing perlakuan diulang sebanyak 3 kali.

### a. Pengambilan dan analisis kandungan Zn sampel limbah cair awal

Sampel limbah cair diambil pada bagian inlet dari salah satu pabrik karet di daerah Rumbai  $\pm 10$  km dari Kota

Pekanbaru, kemudian diukur pHnya. Selanjutnya ditentukan kandungan Zn dan dinyatakan sebagai kandungan Zn awal limbah cair. Penentuan kandungan Zn dilakukan dengan metode AAS.

#### **b. Pemilihan dan adaptasi tanaman *A. pinnata***

*A. pinnata* diperoleh dari areal persawahan sekitar Desa Simpang Kubu, Kampar. Tanaman diaklimatisasi di dalam bak plastik berukuran 150 cm x 160 cm dengan volume air 200 L sebagai adaptasi tanaman untuk menetralkan tanaman dari media tanam sebelumnya. Tahap aklimatisasi dimulai dengan pemilihan tanaman *A. pinnata* yang sehat dan segar serta tidak tercampur dengan spesies lain. Selanjutnya *A. pinnata* ditanam dalam media tanam air selama seminggu (Akhmar 2007).

#### **c. Pemberian perlakuan**

Setelah seminggu diaklimatisasi, tanaman mulai diaplikasikan. Tanaman dipilih berdasarkan berat awal yang sama yaitu 30 g dan menumbuhkannya pada limbah cair pabrik karet. Limbah ini dimasukkan sebanyak 15 L ke dalam bak plastik ukuran 40 cm x 40 cm dengan perlakuan pengenceran limbah 25, 50, 75 dan tanpa pengenceran (100%) serta tanpa penggunaan limbah sebagai kontrol, kemudian diukur pHnya dan dianalisis kandungan Zn untuk setiap perlakuan. Selanjutnya *A. pinnata* dibiarkan tumbuh selama 12 hari.

Pengamatan penambahan berat segar dilakukan diakhir perlakuan. Berat ini dinyatakan sebagai berat segar akhir. Laju pertumbuhan relatif dihitung dengan

cara menimbang berat segar pada hari ke 1, 2, 4, 7, 9 dan 12.

#### **d. Parameter**

##### **Pertambahan Berat segar (g)**

Pertambahan berat segar dihitung dengan rumus dari Juswardi (2010):

Pertambahan berat segar =  
Berat segar akhir – berat segar awal

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

Laju Pertumbuhan Relatif dihitung dengan rumus dari Setyawan (2012):

$$LPR = \frac{(\ln W_2 - \ln W_1)}{T_2 - T_1}$$

Keterangan :

LPR = Laju pertumbuhan relatif (g/hari)

W1 = Berat segar awal (g)

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

T1 = Waktu pengamatan awal

T2 = Waktu pengamatan pada hari ke...

#### **e. Analisis Data**

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

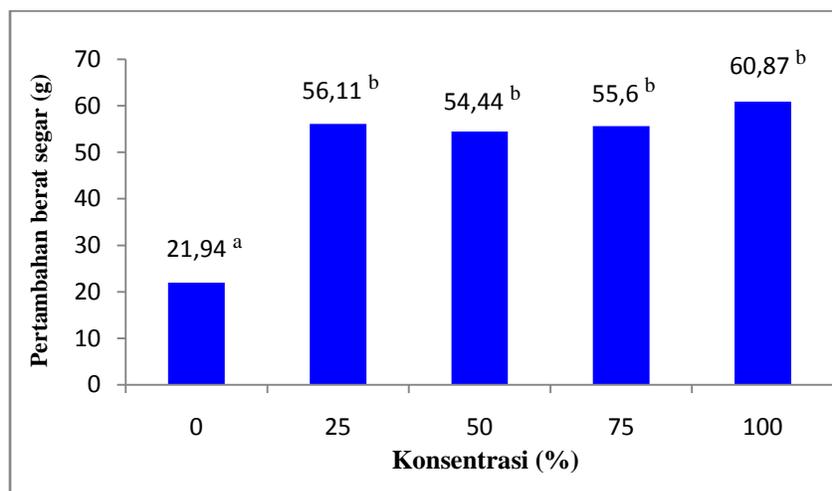
### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Hasil analisis awal kandungan logam berat Zn dalam limbah cair pabrik karet adalah 0,31 ppm. Konsentrasi ini melebihi dari baku mutu yang telah

ditetapkan yaitu 0,05 mg/l berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001. Pengaruh limbah cair pabrik karet terhadap pertumbuhan tanaman *A. pinnata* dapat dilihat berdasarkan penambahan berat segar dan laju pertumbuhan relatif.

#### a. Pertambahan Berat Segar

Pengaruh limbah cair pabrik karet terhadap pertambahan berat segar disajikan pada Gambar 1. Secara umum antara kontrol dan dan perlakuan menunjukkan terjadinya pertambahan berat segar. Hasil uji LSD pada taraf 5% menunjukkan, pertambahan berat segar pada semua perlakuan berbeda nyata dibanding kontrol namun antara perlakuan tidak berbeda nyata.



Gambar 1. Pertambahan Berat Segar *Azolla pinnata*

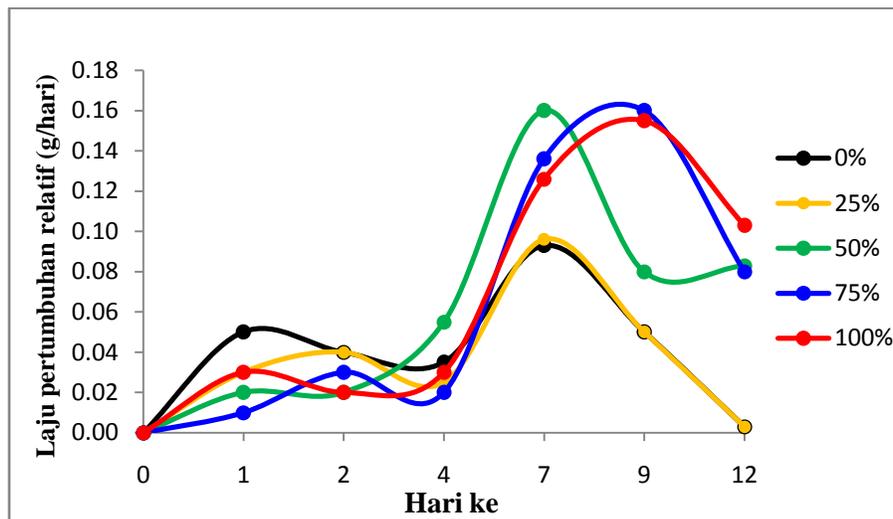
*A. pinnata* pada semua perlakuan mengalami pertambahan berat segar yang tinggi dibanding kontrol akibat adanya kandungan Zn yang tinggi dalam media. Selain itu, kemungkinan juga disebabkan adanya kandungan logam lain dalam limbah cair pabrik karet yang dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman. Menurut Fadil (2011) kandungan lain yang terdapat dalam limbah cair pabrik karet adalah nitrat, nitrit dan fosfat. Sedangkan pertambahan berat segar yang rendah pada kontrol disebabkan *A. pinnata* mengalami klorosis yang lebih banyak dibandingkan semua perlakuan sehingga berat segar menjadi berbeda. Klorosis

yang terjadi pada kontrol diduga akibat kandungan Zn yang rendah dalam media. Menurut Fahma (2007) *A. pinnata* cenderung memiliki kemampuan untuk beradaptasi pada lingkungan dengan bahan pencemar yang tinggi. Syahputra (2005) menyatakan bahwa Zn memiliki peranan dalam pembentukan klorofil yang akan berpengaruh terhadap proses fotosintesis. Jika terjadi klorosis artinya tanaman kehilangan warna hijau pada daun akibat kekurangan klorofil sehingga proses fotosintesis terhambat karena klorofil berfungsi sebagai pigmen penangkap cahaya.

Berdasarkan Gambar 1 terlihat bahwa pertambahan berat segar *A. pinnata* cenderung meningkat seiring dengan meningkatnya konsentrasi limbah. Hal ini menunjukkan bahwa *A. pinnata* memiliki kemampuan yang tinggi untuk tumbuh pada konsentrasi Zn yang tinggi sehingga *A. pinnata* dapat dikatakan sebagai tanaman yang toleran. Menurut Widyati (2009), tanaman dikategorikan toleran apabila tanaman mampu tumbuh dengan kandungan logam yang tinggi tanpa menghambat pertumbuhan.

### b. Laju Pertumbuhan Relatif

Pengaruh limbah cair pabrik karet terhadap laju pertumbuhan relatif disajikan pada Gambar 2. Peningkatan laju pertumbuhan dimulai dari hari ke-4 hingga ke-7 untuk kontrol dan semua perlakuan, namun cenderung menurun pada hari ke-12. Hal ini menunjukkan bahwa *A. pinnata* mengalami pertumbuhan yang cepat mulai hari ke-4 hingga ke-7. Menurut Arizal (2011), *A. pinnata* merupakan tanaman paku air yang memiliki kemampuan berkembang biak dalam waktu yang cepat.



Gambar 2. Laju pertumbuhan relatif *Azolla pinnata*

Laju pertumbuhan tertinggi untuk kontrol dan semua perlakuan terjadi pada hari ke-7 tetapi untuk perlakuan pengenceran 75% dan tanpa pengenceran (100%) laju pertumbuhan terjadi hingga hari ke-9 yaitu  $\pm 0,16$  g/hari. Seiring dengan meningkatnya konsentrasi maka kemampuan *A. pinnata* juga semakin tinggi dalam menyerap Zn pada limbah sehingga terjadi peningkatan berat segar yang menyebabkan laju pertumbuhan juga

semakin meningkat. Hal ini menunjukkan bahwa *A. pinnata* memiliki toleransi yang tinggi terhadap limbah cair pabrik karet. Menurut Lestari (2011), bahwa tanaman yang tumbuh di lingkungan tercemar logam akan membentuk fitokelatin sebagai mekanisme toleransi.

Faktor lain yang menyebabkan perbedaan laju pertumbuhan *A. pinnata* adalah faktor kimia seperti pH. Hasil pengukuran pH limbah cair pabrik karet

disajikan pada Tabel 1. Nilai pH awal limbah cair pabrik karet sebesar 5,61 yang berarti limbah bersifat asam. Yulianti *et al.* (2005) menyatakan sifat asam dari limbah cair pabrik karet disebabkan adanya kandungan asam sulfat ( $H_2SO_4$ ) dan asam

semut/asam formiat ( $CHOOH$ ). Menurut Muis (2007), penambahan asam yang dilakukan oleh petani karet bertujuan sebagai bahan penggumpal lateks dan menghambat terjadinya reaksi pengerasan pada lateks selama penyimpanan.

Tabel 1. Hasil pengukuran pH limbah cair pabrik karet

Parameter	Konsentrasi (%)	Awal	Setelah pengenceran	Akhir
pH	0	6,08	6,08	6,54 <sup>c</sup>
	25		5,83	6,15 <sup>ab</sup>
	50		5,73	6,05 <sup>a</sup>
	75		5,77	6,08 <sup>a</sup>
	100	5,61	5,61	6,23 <sup>b</sup>

Ket : Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata menurut uji LSD taraf 5%.

Hasil ANOVA menunjukkan perlakuan pengenceran tidak memberikan pengaruh terhadap pH setelah pengenceran limbah namun pemanfaatan *A. pinnata* dalam limbah cair pabrik karet akan mempengaruhi pH akhir limbah. Berdasarkan hasil uji LSD pada taraf 5% menunjukkan, pH akhir limbah pada perlakuan pengenceran berbeda nyata dibanding kontrol. Peningkatan pH yang terjadi pada kontrol disebabkan adanya penguraian bahan organik dalam air oleh mikroorganisme. Kurangnya kemampuan *A. pinnata* pada kontrol menyebabkan *A. pinnata* tidak mampu bertahan hidup (mati). Tanaman yang mati dalam air akan diuraikan oleh mikroorganisme. Semakin banyak tanaman yang mati maka aktivitas mikroorganisme dalam air semakin meningkat untuk menguraikan tanaman yang telah mati. Menurut Akhmar (2007), proses penguraian bahan organik oleh

mikroorganisme akan menghasilkan ion  $OH^-$  sehingga menunjang peningkatan pH.

Perlakuan tanpa pengenceran (100%) memberikan hasil yang berbeda nyata dengan perlakuan pengenceran 50 dan 75% terhadap pH akhir limbah. Perlakuan tanpa pengenceran dapat meningkatkan pH dari 5,61 menjadi 6,23. Hal ini menunjukkan bahwa seiring dengan peningkatan konsentrasi maka pH juga akan semakin meningkat. Peningkatan pH yang terjadi pada perlakuan tanpa pengenceran disebabkan adanya kemampuan *A. pinnata* dalam mengikat asam yang berada dalam limbah cair pabrik karet. Menurut Fahma (2007) peningkatan pH juga dapat terjadi karena adanya proses fotosintesis. Pengambilan ion  $H^+$  dalam air untuk proses fotosintesis menyebabkan kandungan ion  $H^+$  menjadi berkurang sehingga pH air menjadi meningkat. Kisaran pH akhir limbah setelah 12 hari perlakuan adalah 6,05-6,23

dan telah memenuhi syarat untuk dibuang ke lingkungan. Berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001, pH limbah yang diperbolehkan untuk dibuang ke lingkungan berkisar 6-9.

## KESIMPULAN

Hasil penelitian mengenai pemanfaatan *Azolla pinnata* R. Br dalam penyerapan Zn dari limbah cair pabrik karet sebagai fitoremediator, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut pertumbuhan *A. pinnata* dalam limbah tanpa pengenceran mampu meningkatkan pertambahan berat segar sebesar 60,87 g. Peningkatan laju pertumbuhan untuk kontrol dan semua perlakuan terjadi pada hari ke-7 sedangkan laju pertumbuhan tertinggi terjadi pada hari ke-9 untuk perlakuan pengenceran 75% dan tanpa pengenceran (100%). Terjadinya peningkatan pertumbuhan menunjukkan bahwa *A. pinnata* dapat dikatakan sebagai tanaman yang toleran terhadap limbah cair pabrik karet. Pemanfaatan *A. pinnata* pada semua perlakuan dapat meningkatkan pH dan telah memenuhi syarat untuk dibuang ke lingkungan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Akhmar MF. 2007. Pengaruh kepadatan *Azolla pinnata* terhadap kualitas fisik dan kimia limbah cair pabrik tahu di Desa Bocek Kecamatan Karangploso Kabupaten Malang. [Skripsi]. Malang: Jurusan Biologi Fakultas Sains dan teknologi Universitas Islam Negeri Malang.
- Arifin Z. 1996. *Azolla Pembudidayaan dan pemanfaatan pada Tanaman Padi*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Arizal A. 2011. Kandungan nitrogen (N) pada *Azolla pinnata* yang ditumbuhkan dalam media air dengan kadar P yang berbeda. [Skripsi]. Bogor: Departemen Manajemen Sumber Daya Perairan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Institut Pertanian Bogor.
- Fadil MS. 2011. Kajian beberapa aspek parameter fisika kimia air dan aspek fisiologis ikan yang ditemukan pada aliran buangan pabrik karet di Sungai Batang Arau. [Skripsi]. Padang: Universitas Andalas.
- Fahma SC. 2007. Pengaruh *Azolla pinnata* terhadap sifat kimia kualitas air di daerah hilir Sungai Bengawan Solo. [Skripsi]. Malang: Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Malang.
- Hidayat C, Fanindi A, Sopiyan S, Komarudin. 2011. Peluang pemanfaatan tepung *Azolla* sebagai bahan pakan sumber protein untuk ternak ayam. Di dalam: *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner*. Balai Penelitian Ternak. Bogor. hlm. 678-683.
- Juswardi, Efendi S, Lilian F. 2010. Pertumbuhan *Neptunia oleracea* Lour. pada limbah cair amoniak dari industri pupuk urea sebagai

- upaya pengembangan fitoremediasi. *Jurnal Penelitian Sains* 13(1):17-20.
- Lestari S, Santoso S, Anggrowati S. 2011. Efektifitas eceng gondok (*Eichornia crassipes*) dalam penyerapan kadmium (Cd) pada leachte TPA Gunung Tugel. *Jurnal Molekul* 6(1):25-29.
- Muis Y. 2007. Pengaruh penggumpalan asam asetat, asam formiat, dan berat arang tempurung kelapa terhadap mutu karet. *Jurnal Sains Kimia* 11(1):21-24
- Nisya K. 2010. Penentuan kadar seng (Zn) pada limbah cair di PT. Industri Karet Nusantara. [Karya Ilmiah]. Medan: Departemen Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sumatera Utara.
- Setyawan YD, Kristijanto AI, Sastrodiharjo S. 2012. Pengaruh padat populasi gulma mata ikan (*Lemna minor* L) terhadap penyerapan logam timbal (Pb) dan seng (Zn) dari air limbah tekstil. [Skripsi]. Salatiga: Universitas Kristen Satya Wacana.
- Salisbury FB dan Ross CW. (1995). *Fisiologi Tumbuhan*. Bandung: ITB.
- Syahputra R. 2005. Fitoremediasi logam Cu dan Zn dengan tanaman eceng gondok (*Eichornia crassipes* (Mart.) Solms.). *Logika* 2(2):57-67.
- Widyati E. 2009. Kajian fitoremediasi sebagai salah satu upaya menurunkan akumulasi logam akibat air asam tambang pada lahan bekas tambang batubara. *Pusat Litbang Hutan dan Konservasi Alam* 2(2):67-75.
- Yulianti D, Winarno K, Mudyantini W. 2005. Pemanfaatan limbah cair karet PTPN IX Kebun Batu Jamus Karangayar hasil fitoremediasi dengan *Azolla Microphylla* Kaulf untuk pertumbuhan tanaman padi (*Oryza sativa* Linn.). *Jurnal BioSmart* 7(2):125-130.