

**KEMAMPUAN ADAPTASI TUMBUHAN AIR LOKAL TERHADAP  
AIR LINDI (*LEACHATE*)**

Ermina Sari<sup>1)</sup>, Jumiati<sup>2)</sup>, Martala Sari<sup>3)</sup>

\*) Email: erminasari1011@gmail.com

\*) Lecturer of Biology Education Department,  
FKIP, Unilak

**ABSTRAK:** Lindi (*leachate*) adalah cairan yang merembes melalui tumpukan sampah dengan membawa materi terlarut atau tersuspensi terutama hasil proses dekomposisi materi sampah atau dapat pula didefinisikan sebagai limbah cair yang timbul akibat masuknya air eksternal ke dalam timbunan sampah, melarutkan dan membilas materi terlarut, termasuk juga materi organik hasil proses dekomposisi biologis. Komponen organik yang *biodegradable* dan ammonia merupakan zat yang utama yang terdapat dalam lindi dan mengancam lingkungan secara signifikan. Salah satu contoh pengolahan lindi yaitu dengan menggunakan fitoremediasi. Sebelum proses fitoremediasi dilakukan perlu dilakukan kajian awal untuk melihat kemampuan adaptasi tanaman air terhadap *leachate*. Pada penelitian ini beberapa tanaman air lokal akan diuji kemampuannya beradaptasi terhadap *leachate* yang berasal dari TPA Muara Fajar. Pengambilan sampel *leachate* yang dilakukan dengan menggunakan jerigen kemudian dari 4 kolam *leachate* di TPA Muara Fajar dan dibawa ke rumah kaca Fakultas Pertanian Universitas Lancang Kuning. Parameter fisika dan kimia *leachate* dianalisis sebelum digunakan untuk uji kemampuan tanaman air. Pengukuran parameter yang dilakukan antara lain temperatur, kekeruhan, bau, pH, TDS, TSS, *Biochemical Oxygen Demand* (BOD) dan *Chemical Oxygen Demand* (COD). Kemampuan adaptasi tumbuhan air terhadap *leachate* diamati selama 28 hari. Parameter yang diamati meliputi jumlah daun, jumlah rumpun, jumlah roset, panjang akar, berat basah dan berat kering tanaman. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, kiapu ternyata memiliki kemampuan adaptasi yang rendah terhadap air lindi dibandingkan tumbuhan lain. Tumbuhan melati air, genjer dan eceng gondok masih menunjukkan kemampuan tumbuh yang tinggi di dalam air lindi sampai dengan hari ke 28.

**Kata Kunci:** *air lindi, TPA Muara Fajar, fitoremediasi*

*Leachate is a liquid that seeps through the pile of garbage by bringing the material dissolved or suspended mainly the result of the decomposition of litter material or can be defined as liquid waste arising from the entry of external water into the garbage heap, dissolving and rinsing the dissolved material, including material biological decomposition process of organic results. Organic components are biodegradable and ammonia is the main substance contained in the leachate and threaten the environment significantly. One example of leachate treatment by using phytoremediation. Before the*

*phytoremediation process is done needs to be done initial study to look at the water plant adaptability to the leachate. In this study, some local water plants to be tested for its ability to adapt to the leachate from the landfill Muara Fajar. Sampling of leachate is done by using jerrycans kemudian of 4 in landfill leachate pond Muara Fajar and taken to the greenhouse Faculty of Agriculture, University of Lancang Kuning. Physical and chemical parameters diaanalisis leachate before it is used to test the ability of aquatic plants. Measurements were performed among other parameters temperature, turbidity, odor, pH, TDS, TSS, Biochemical Oxygen Demand (BOD) and Chemical Oxygen Demand (COD). Water plant adaptability to the leachate was observed for 28 days. The observed parameters include the number of leaves, number of clumps, the number of rosette, root length, fresh weight and dry weight of plants. Based on the research that has been done, kiapu turned out to have a low adaptability to the leachate compared to other plants. Plant water melati air, genjer and eceng gondok still shows the ability to grow high in the leachate up to day 28.*

*Keywords: leachate, landfill Muara Dawn, phytoremediation*

## **PENDAHULUAN**

Lindi (*leachate*) adalah cairan yang merembes melalui tumpukan sampah dengan membawa materi terlarut atau tersuspensi terutama hasil proses dekomposisi materi sampah atau dapat pula didefinisikan sebagai limbah cair yang timbul akibat masuknya air eksternal ke dalam timbunan sampah, melarutkan dan membilas materi terlarut, termasuk juga materi organik hasil proses dekomposisi biologis (Damanhuri, 2010). Pada umumnya lindi mengandung logam berat, zat organik dan zat anorganik seperti amonia, sulfat dan logam-logam kation (Christnsen *et al.* 2002 dalam Yalcuk *et al.* 2009). Secara umum *leachate* mengandung zat organik dan anorganik dengan konsentrasi tinggi, terutama pada timbunan sampah yang masih baru. Usia TPA sangat mempengaruhi kualitas *leachate* yang dihasilkan seperti BOD, COD, TOC dan pH, pada TPA yang berusia baru atau

dibawah 2 tahun mempunyai kualitas *leachate* (air lindi) yang cenderung besar.

Salah satu contoh pengolahan lindi yaitu dengan menggunakan fitoremediasi. Proses ini memiliki karakteristik performa yang baik, biaya pengoperasian dan investasi yang minimum, sangat ekonomis dan bermanfaat bagi masyarakat dalam menangani air limbah. Fitoremediasi adalah penggunaan tumbuhan untuk menghilangkan, menstabilkan atau menghancurkan kontaminan baik organik maupun anorganik dalam tanah, sedimen dan air. Untuk menstabilkan kontaminan *leachate* tanaman yang digunakan adalah tanaman air.

Sebelum proses fitoremediasi dilakukan perlu dilakukan kajian awal untuk melihat kemampuan adaptasi tanaman air terhadap *leachate*. Pada penelitian ini beberapa tanaman air lokal akan diuji kemampuannya beradaptasi terhadap *leachate*. Rumusan masalah dalam penelitian ini yaitu bagaimanakah kemampuan adaptasi tanaman air setempat

terhadap *leachate*? Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kemampuan adaptasi tanaman air setempat terhadap *leachate*. Manfaat penelitian ini adalah diperolehnya informasi untuk dijadikan dasar dalam proses fitoremediasi untuk memperbaiki kualitas *leachate* agar sesuai dengan baku mutu air bersih.

## TINJAUAN PUSTAKA

Tujuan pengelolaan sampah adalah untuk mengubah sampah menjadi bentuk yang tidak mengganggu, dan menekan volume sehingga mudah diatur. Menurut Clark (1977) banyak cara dapat ditempuh dalam pengelolaan sampah diantaranya yang dianggap terbaik hingga sekarang adalah sistem penimbunan dan pemadatan secara berlapis (*Sanitary Landfill*), sehingga sampah tidak terbuka lebih dari 24 jam. Apabila air permukaan terserap ke dalam lapisan tanah, melalui lapisan sampah akan terbentuk cairan, yang disebut lindi (*leachate*), yang mengandung padatan terlarut dan zat lain sebagai hasil perombakan bahan organik oleh mikroba tanah. Lindi tersebut mengalir bersama-sama air hujan meresap ke lapisan tanah atas dan akhirnya masuk ke dalam air tanah.

Lindi yang bersifat toksik perlu dikendalikan secara baik, untuk menghindari kontaminasi air tanah serta efeknya terhadap menurunnya kualitas air sumur gali di sekitarnya. Kontaminasi sering terjadi lebih cepat jika TPA sampah terletak di atas kantong air, porositas tanah tinggi dan teksturnya berpasir, maka hal ini baik kontaminasi kimia maupun biologi akan cepat terjadi terhadap kantong air tersebut. Bahan pencemar kimia umumnya mengalami proses perpindahan lebih cepat daripada

pencemar-pencemar lainnya (Dept. of Public Health USA, 1972 dalam Kurniawan, 2006).

## Sampel Penelitian

Sampel air lindi diambil pada *intake* kolam air lindi TPA Muara Fajar, dimana air lindi yang tertampung pada *intake* kolam merupakan penampungan pengaliran air lindi dari beberapa pipa/saluran pengumpul sekunder dan primer yang dipasang memanjang ditengah blok zona penimbunan sampah yang tertanam dibawah tumpukan sampah yang mengarah ke intake kolam pengolahan air lindi. Sampel tumbuhan air diambil di perairan lepas yang terdapat disekitar TPA Muara Fajar dan Rumbai Pesisir.

## Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian ini meliputi :

- Mengurus perizinan penelitian pada dinas terkait
- Observasi lokasi penelitian
- Pengambilan sampel *leachate* dan sumber kolam *intake* di TPA Muara Fajar
- Analisis kemampuan adaptasi tumbuhan air lokal terhadap *leachate* TPA Muara Fajar
- Analisis data dan pelaporan hasil penelitian

## Teknik Pengumpulan Data

- Tahap pertama:  
Pengambilan sampel *leachate* dilakukan dengan menggunakan jerigen dari kolam *leachate* di TPA Muara Fajar dan dibawa ke rumah kaca Fakultas Pertanian Universitas Lancang Kuning. Parameter fisika dan

kimia *leachate* diaalisis sebelum digunakan untuk uji kemampuan tanaman air. Pengukuran parameter yang dilakukan antara lain temperatur, kekeruhan, bau, pH, TDS, TSS, *Biochemical Oxygen Demand* (BOD) dan *Chemical Oxygen Demand* (COD).

#### b. Tahap Kedua

Pengambilan tumbuhan air lokal kemudian dilakukan proses aklimatisasi. Aklimatisasi dimaksudkan sebagai upaya penyesuaian fisiologis atau adaptasi dari suatu organisme terhadap suatu lingkungan baru yang akan dimasukinya. Aklimatisasi tumbuhan air ini dilakukan dengan menempatkannya pada wadah yang berisi air tidak tercemar selama 24 jam. Kemudian tumbuhan air diletakkan ke masing-masing bak penampung yang berisi *leachate*. Kemampuan adaptasi tumbuhan air terhadap *leachate* diamati selama 28 hari. Parameter yang diamati meliputi jumlah daun, jumlah roset, panjang akar, berat basah dan berat kering tanaman. Pada akhir pengamatan dilakukan pengukuran parameter fisika dan kimia *leachate*.

#### . Teknik Pengolahan Data

Data yang diperoleh berupa hasil pengukuran kualitas air lindi dilakukan analisis secara deskriptif dan akan akan dibandingkan dengan syarat kualitas air berdasarkan PP No. 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air. Kemampuan adaptasi tumbuhan air terhadap air lindi juga dideskripsikan berdasarkan parameter yg terukur.

## HASIL

### 1. Kondisi Umum Tempat Pembuangan Akhir Muara Fajar

Pada awal pembukaan lahan, TPA Muara Fajar menerapkan sistem *controlled landfill* dalam pengolahan sampah, hal ini ditandai dengan adanya saluran *drainase* untuk mengendalikan air hujan,

saluran pengumpul lindi (*leachate*), kolam penampung, fasilitas pengendalian gas metan dan lain-lain (Aurora, 2009), tetapi peningkatan jumlah sampah yang melebihi kapasitas lahan penampungan sampah menjadikan TPA menerapkan sistem *open dumping* dalam pengolahan sampah. Kondisi TPA Muara Fajar dapat dilihat pada Gambar 4.1. Tempat Pembuangan Akhir Muara Fajar menampung seluruh sampah yang berada di dalam kota dan sekitarnya. Setiap tahun sampah yang diterima di TPA Muara Fajar semakin meningkat. Pada tahun 2010, TPA Muara Fajar menerima sampah sebanyak 53,485 ton, tahun 2011 sebanyak 78,773 ton, tahun 2012 sebanyak 79,579 ton, tahun 2013 sebanyak 133,500 ton dan tahun 2014 TPA Muara Fajar menerima sampah sebanyak 164,338 ton yang berasal dari 12 Kecamatan di Kota Pekanbaru (Dinas Kebersihan dan Pertamanan Kota Pekanbaru, 2015).

Komposisi umum sampah kota dapat dilihat pada Tabel 4.1



**Gambar 4.1 Kondisi TPA Muara Fajar  
Pekanbaru**

**Tabel 4.1. Komposisi Sampah Kota Pekanbaru**

No.	Komposisi Sampah	Nilai (%)
1.	Kayu	3,01
2.	Kertas	5,02
3.	Organik	59,34
4.	Tekstil	1,00
5.	Plastik	11,05
6.	Kaca	1,00
7.	Metal	-
8.	Lainnya	11,55

Sumber : Dinas Kebersihan dan Pertamanan Kota Pekanbaru (2015)

Sumber sampah dapat berasal dari berbagai aktivitas. Tabel 4.2 menunjukkan persentase asal sampah yang terdapat di Kota Pekanbaru.

**Tabel 4.2 Sumber Sampah Kota Pekanbaru**

No.	Sumber Sampah	Nilai (%)
1.	Domestik (rumah tangga)	86,07
2.	Pasar	7,64
3.	Sampah Komersil	3,59
4.	Perkantoran	2,58
5.	Sampah jalanan	0,11
6.	Parit	-

Sumber : Dinas Kebersihan dan Pertamanan Kota Pekanbaru (2015)

## 2. Karakteristik Air Lindi Tempat Pembuangan Akhir Muara Fajar

Air lindi dari TPA Muara Fajar Pekanbaru memiliki penampakan visual dengan warna hitam kecoklatan dan memiliki bau khas dari sampah yang membusuk. Kondisi kolam penampungan lindi dari TPA Muara Fajar terlihat pada Gambar 4.2



Gambar 4.2 Kondisi kolam penampungan lindi TPA Muara Fajar

Hasil analisis laboratorium terhadap karakteristik fisika maupun kimia dari air lindi TPA Muara Fajar dapat dilihat pada Tabel 4.3.

**Tabel 4.3 Karakteristik fisika dan kimia air lindi TPA Muara Fajar**

Parameter	Satuan	Sampel Lindi	Klasifikasi baku mutu kualitas air			
			I	II	III	IV
Physical						

Temperatur	°C	27,3	Normal ± 3	Normal ± 3	Normal ± 3	Normal ± 3
TDS	mg/L	4.480	1.000	1.000	1.000	2.000
TSS	mg/L	5.000	50	50	400	400
<b>Inorganic Chemical</b>						
pH (at lab)	-	5,09	6-9	6-9	6-9	5-9
BOD <sub>5</sub>	mg/L	947	2	3	6	12
COD	mg/L	3.158	10	25	50	100
DO	mg/L	4,60	6	4	3	0
Total phosphate as P	mg/L	222	0,2	0,2	1	5
<b>Microbiology</b>						
Faecal Coliform	Colony/100 mL	900	100	1.000	2.000	2.000
Total Coliform	Colony/100 mL	37.000	1.000	5.000	10.000	10.000

**Sumber : Pengolahan Data (2015)**

\*) Baku mutu kualitas air sesuai dengan PP Republik Indonesia No 82 (2001)

Berdasarkan hasil analisis air lindi TPA Muara Fajar, untuk parameter fisika dan kimia yang diamati kadarnya cukup tinggi berada di atas baku mutu kualitas air yang ditetapkan dalam PP No 82 (2001). Kadar TDS yang tinggi menunjukkan bahwa air lindi TPA Muara Fajar tercemar oleh padatan terlarut yang berasal dari timbunan sampah yang bercampur dengan air hujan atau air limpasan. Partikel padatan ini mempengaruhi warna dan bau air lindi menjadi coklat kehitaman dan berbau.

Lindi TPA Muara Fajar mempunyai pH sebesar 5,09. Pengaruh jenis sampah yang dominan adalah sampah organik (59,34%) yang berasal dari sampah domestik (86,07%) menyebabkan air lindi memiliki kecenderungan kisaran pH agak rendah. Beberapa penelitian air lindi yang telah dilakukan sebelumnya pada beberapa TPA di Indonesia menunjukkan nilai pH berkisar antara 6,0 hingga 8,5 (Ninasari,

2006).

Berdasarkan hasil pengamatan air lindi terhadap nilai COD dan BOD<sub>5</sub> diperoleh nilai COD sebesar 3.158 mg/L dan BOD<sub>5</sub> sebesar 947 mg/L. Nilai ini jauh di atas baku mutu kualitas air yang ditetapkan dalam PP No. 82 (2001). Hal tersebut menandakan bahwa tingkat pencemaran oleh bahan- bahan organik pada TPA Muara Fajar cukup tinggi. Jumlah bahan organik yang cukup tinggi ini menyebabkan proses oksidasi pada air permukaan akan berlangsung cukup signifikan sehingga dapat mempengaruhi kondisi oksigen terlarut yang terdapat pada air permukaan.

Kadar total fosfat yang terdapat pada air lindi TPA Muara Fajar berada pada kisaran yang jauh di atas baku mutu kualitas air yaitu sebesar 222 mg/L. Fosfat merupakan senyawa yang dapat dimanfaatkan secara langsung oleh tumbuhan air sebagai unsur hara.

Sumber fosfat yang terdapat dalam air lindi TPA Muara Fajar berasal dari dekomposisi bahan organik, terutama yang berasal dari limbah domestik. Tingginya kadar fosfat dapat mempengaruhi air permukaan yang dapat menyebabkan tanaman air yang tidak terkontrol. Parameter mikrobiologi yang diamati terhadap air lindi TPA Muara Fajar menunjukkan bahwa untuk kedua parameter yaitu *faecal coliform* dan

total *coliform* menunjukkan nilai yang cukup tinggi. Tingginya jumlah *coloni coliform* menunjukkan air lindi mengandung bahan pencemar yang dapat membahayakan. *Coliform* adalah mikroorganisme yang biasa terdapat pada usus besar baik manusia maupun hewan. Kandungan yang tinggi ini menandakan air lindi tercemar dan sangat tidak layak untuk dikonsumsi.

### 3. Kemampuan Adaptasi Beberapa Tumbuhan Air Setempat dalam Fitoremediasi Lindi

Salah satu cara untuk mengetahui dampak pencemaran lingkungan adalah dengan memantau pertumbuhan tumbuhan yang ada di lingkungannya. Penelitian ini dilakukan menggunakan lima jenis tumbuhan air untuk melihat kemampuannya bertahan hidup (adaptasi) dalam air lindi. Kelima tanaman air tersebut adalah melati

air (*Enchinodorus paleaefolius*), genjer (*Limnocharis flava*), kiapu (*Pistia strationes*), eceng gondok (*Eichornia crassipes*) dan kangkung air (*Ipomea aquatica*).

Hasil penelitian yang dilakukan menunjukkan bahwa masing-masing tumbuhan air memiliki kemampuan adaptasi yang berbeda. kiapu (*Pistia strationes*) adalah tumbuhan air yang paling rendah kemampuannya bertahan hidup dalam air lindi. Pengamatan terhadap kemampuan adaptasi tumbuhan air dapat dilihat pada tabel berikut :

**Tabel 4.4 Kemampuan adaptasi tumbuhan air dalam air**

Jenis tumbuhan	Jumlah tumbuhan awal (Hari ke 0)	Tumbuhan mati periode pengamatan hari ke				Tumbuhan hidup di akhir pengamatan (%)
		7	14	21	28	
Melati air ( <i>Enchinodorus paleaefolius</i> )	3 (rumpun)	0	0	0	0	100
Genjer ( <i>Limnocharis flava</i> )	3 (rumpun)	0	0	0	0	100
Kiapu ( <i>Pistia strationes</i> )	10 (roset)	10	0	0	0	0
Eceng gondok ( <i>Eichornia crassipes</i> )	3 (rumpun)	0	0	0	0	100

**Sumber : Pengolahan Data (2015)**

Pengamatan pertumbuhan masing-masing tanaman dilakukan sampai hari ke-28. Selama pengamatan tumbuhan yang diteliti (jumlah rumpun, daun, roset) ada yang berkurang dan kemudian bertambah sampai di akhir pengamatan yaitu hari ke-28. Hasil pengamatan ini dapat dilihat pada tabel berikut :

**Tabel 4.5 Rata-rata pertambahan massa (rumpun, helai, daun dan roset) pada masing-masing tumbuhan**

Jenis tumbuhan	Jumlah awal	Jumlah di akhir percobaan	
		Helai daun, roset	Bunga
Melati air ( <i>Enchinodorus paleafolius</i> )	18 helai	15 (-10)	0
Genjer ( <i>Limnocharis flava</i> )	12 helai	10 (-7)	0
Kiapu ( <i>Pistia strationes</i> )	10 roset	0	0
Eceng gondok ( <i>Eichornia crassipes</i> )	12 helai	12 (-6)	1

**Sumber : Pengolahan Data (2015)**

Jumlah helai daun melati air pada saat awal berjumlah 18 helai daun dan selama proses mati

10 helai dan di akhir (hari ke 28) jumlah helai daun menjadi 15 helai. Jumlah helai daun genjer pada

saat awal berjumlah 12 helai daun dan selama proses mati 7 helai dan di akhir (hari ke 28) jumlah helai daun menjadi 10 helai. Pengamatan terhadap tumbuhan kiapu, jumlah roset pada awal penelitian berjumlah 10 roset, dan diakhir penelitian (hari ke 28) sudah tidak ada roset yang tumbuh karena pada saat memasuki hari ke 7 keseluruhan roset kiapu tidak ada yang mampu bertahan hidup. Berdasarkan hasil pengamatan terhadap tumbuhan eceng gondok

menunjukkan gejala yang sama dengan tumbuhan melati air dan genjer. Selama penelitian berlangsung terdapat 6 helai daun yang mati yang sebelumnya di awal berjumlah 12 helai. Jumlah helai daun eceng gondok yang bertahan hidup di akhir penelitian (hari ke 28) sebanyak 12 helai dan terdapat satu kuntum bunga yang muncul.

Parameter selanjutnya yang di analisis untuk melihat kemampuan adaptasi tumbuhan air ini adalah panjang akar dan berat basah tumbuhan di awal dan di akhir waktu penelitian serta berat kering tumbuhan di akhir penelitian. Rata-rata panjang akar, berat basah dan berat kering tumbuhan disajikan pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Rata-rata panjang akar, berat basah dan berat kering pada masing-masing tumbuhan

Parameter	Jenis Tanaman	Nilai	
		Awal	Akhir
Panjang Akar (cm)	Melati air ( <i>Enchinodorus paleaifolius</i> )	15,6	17,5
	Genjer ( <i>Limnocharis flava</i> )	13,8	14,3
	Kiapu ( <i>Pistia strationes</i> )	7,4	6,4
	Eceng gondok ( <i>Eichornia crassipes</i> )	14,4	15,2
Berat Basah (g)	Melati air ( <i>Enchinodorus</i>	245,8	226,9

Parameter	Jenis Tanaman	Nilai	
		Awal	Akhir
	<i>paleaifolius</i> )		
	Genjer ( <i>Limnocharis flava</i> )	289,3	276,7
	Kiapu ( <i>Pistia strationes</i> )	115,8	71,6
	Eceng gondok ( <i>Eichornia crassipes</i> )	279,9	267,5
Berat Kering (g)	Melati air ( <i>Enchinodorus paleaifolius</i> )	-	56,9
	Genjer ( <i>Limnocharis flava</i> )	-	64,3
	Kiapu ( <i>Pistia strationes</i> )	-	3,9
	Eceng gondok ( <i>Eichornia crassipes</i> )	-	61,8

Sumber : Pengolahan Data (2015)

Panjang akar tumbuhan air yang diamati secara keseluruhan menunjukkan adanya peningkatan ukuran, kecuali tumbuhan kiapu yang mengalami penurunan ukuran panjang akar. Pengamatan terhadap berat basah tumbuhan air selama penelitian terlihat mengalami penurunan. Hal ini disebabkan karena selama proses fitoremediasi berlangsung terdapat helai daun yang mati, dan menjelang akhir pengamatan tumbuh kembali helai daun yang baru yang ukurannya lebih kecil. Pengamatan terhadap berat kering tumbuhan hanya dilakukan di akhir penelitian. Berat kering tumbuhan air paling kecil yaitu pada tumbuhan kiapu.

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, kiapu ternyata memiliki kemampuan adaptasi yang rendah terhadap air lindi dibandingkan tumbuhan lain. Tumbuhan melati air, genjer dan eceng gondok masih menunjukkan kemampuan tumbuh yang tinggi di dalam air lindi sampai dengan hari ke 28.

### **Kesimpulan**

Kesimpulan yang diperoleh berdasarkan hasil penelitian ini yaitu melati air, genjer dan eceng gondok memiliki kemampuan adaptasi yang lebih baik di dalam air lindi. Kiapu hanya mampu bertahan hidup di air lindi sampai hari ke-7.

melati air, genjer dan eceng gondok yang memiliki kemampuan adaptasi lebih baik di dalam air lindi. Hal ini tentunya akan memberikan hasil yang lebih optimal dalam meremediasi air lindi. Kombinasi

tumbuhan air juga dapat dipertimbangkan untuk proses fitoremediasi air lindi.

### **DAFTAR PUSTAKA**

Buckman, H. O. dan N. C. Brady. 1982. Ilmu Tanah. Terjemahan oleh : Soegiman. Bhrata Karya

Aksara, Jakarta.

Canter, L. W. 1977. Environmental Impact Assesment. McGraw-Hill Book Company, New York.

Connell, D. W. dan G. J. Miller. 1995. Kimia dan Ekotoksikologi Pencemaran. Terjemahan oleh Y.

Koestoer. UI-Press, Jakarta.

Cunningham, S. D., W. R. Berthi and J. W. Huang. 1995. Phytoremediation of Contaminated Soils.

Trends in Biotech, 13 : 393-397.

Cunningham, S. 2005. Phytoremediation. Sumber :

<http://www.ce.udel.edu/sdkim/phytoremediation.htm>. [8 Mei 2011]

Davis, M. I. dan D. A. Cornwell. 1991. Introduction to Environmental Engineering. Second Edition.

Mc-Graw Hill Inc., New York.

Effendi, H. 2003. Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumberdaya dan Lingkungan Perairan.

- Kanisius, Yogyakarta.
- Finlayson, C. M. dan A. J. Chik. 1983. Testing the Potential of Aquatic Plants to Treat Abatoir Effluent. *Water Res* (17) : 248-252.
- Foth, H. D. 1994. Dasar-dasar Ilmu Tanah. Terjemahan oleh : Soenarto, A. Erlangga, Jakarta.
- Goto, I. 1990. The Application of Zeolit on Agriculture : Effect of Zeolit on Soil Improvement. *Zeolit* 7 (3) : 8 – 15.
- Gray, K. R. dan A. J. Biddlestone. 1995. Engineered Reed-bed Systems for Wastewater Treatment. *Trends in Biotech*, 13 : 248-252.
- Hakim, N., M. Y. Nyakpa, A. M. Lubis, S. G. Nugroho, M. A. Dina, G. B. Hong, dan H. H. Baily. 1986. Dasar-dasar Ilmu Tanah. Universitas Lampung, Lampung.
- Husin, Y. A. dan B. Syaiful. 1991. Indeks Mutu Kualitas Air perairan di Daerah Operasi Geotermal Gunung Salak. *J. Pusat Studi Lingkungan dan Pembangunan* 11 (4) : 187 – 200.
- Kementerian Lingkungan Hidup. 2004. Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No 115 tahun 2003 Tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air. Kementrian Lingkungan Hidup, Jakarta. Klumpp, A., Klumpp dan M.
- Domingos. 1994. Plants as Bioindicators Air Pollution at the Serra do Mar Near theubatao Brazil. *Environetmental Pollution* 85 : 109 – 116.
- Kurnia, U., Sudirman, I. Juarsah dan Y. Soelaeman. 2003. Effect of Land Use Change on River Discharge and Flooding in Downstream of Kaligarang Watershed. Prosiding Seminar Nasional Multifungsi Lahan Sawah. Bogor, 1 Mei 2001. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat Departemen Pertanian, Bogor : 111-120.
- Mahbud, B. 1990. Penilaian Pencemaran Air dengan Sistem Indeks. *J. Pengairan* 17 : 10 -17.
- Manan, S. 1992. Pengelolaan Hutan Lindung yang Mendukung Pembangunan Berkelanjutan di Pulau Sumtara. *Rimba Indonesia* 17 (3-4) : 6 – 12.
- Manik, K. E. S. 2003. Pengelolaan Lingkungan Hidup. Djambatan, Jakarta.
- Metzger, L. I. Fouchault, C. Glad, R. Prost dan M. D. Tepfer. 1992. Estimation of Cadmium Availability using Transformed Roots. *Plant Soil* 143 : 249 – 257.
- Ornes, W. H. dan K. S. Sajwan. 1993. Cadmium Accumulation and Bioavailability in Contail

*Ceratophyllum demersum* L. Plantas. Water, Air and Soil Pollution 69 : 292-300. Ott, W. R. 1976. Environmental Indices, Theory and Practice. Ann Arbor Science, Michigan.

Poerwadi, B. 1997. Prospek Pemanfaatan Zeolit Alam Indonesia sebagai Adsorben Limbah Cair dan Media Fluidisasi dalam Kolom Fluidisasi. Laporan Penelitian Hibah Bersaing Perguruan Tinggi (Tidak dipublikasikan- Perpustakaan LIPI – Jakarta).

Prihatiningsih, B. 1998. Penanganan Limbah Cair Industri di Indonesia. J. Penelitian 9 (1) 21 – 27.

Rahardjo, N. P. 2002. Teknologi Pengolahan Limbah Cair dengan Proses Fisika. *Dalam* D.H.

Wahjono dan S. Yudo. Teknologi Pengolahan Limbah Cair Industri. Pusat Pengkajian dan

Penerapan Teknologi Lingkungan bekerjasama dengan Badan Pengendalian Dampak

Lingkungan Samarinda, Jakarta.

Raskin, I. 2005. Phytoremediation ; Using Plants to remove Pollutants from the Environment.

American Society of Plants Biologist. <http://www.aspb.org/index.cfm> [6 Mei 2005]