

Penyisihan Konsentrasi Pb Menggunakan *Typha Latifolia* dengan Metode *Sub-Surface Flow Constructed Wetland*

Sanny Amir Arasy¹⁾, Shinta Elystia²⁾, David Andrio²⁾

¹⁾Mahasiswa Teknik Lingkungan S1 ²⁾Dosen Teknik Lingkungan S1
Fakultas Teknik Universitas Riau
Kampus Bina Widya, Jl. HR Soebrantas, Km.12,5, Panam – Pekanbaru
Email: sannyarasy@yahoo.com

ABSTRACT

Lead (Pb) is a heavy metal that has a high toxicity and the presence in water or wastewater could be derived from industrial activities, agriculture and mining. One of technology could be applied to eliminate Pb in wastewater is constructed wetland using Typha latifolia. This research aims to study the ability of Typha latifolia to reducing Pb on variations are concentration of artificial wastewater by 10; 30 and 60 mg/L and detention time 1; 2; 3; 4 and 5 days. Concentration of Pb in wastewater was analyzed using atomic absorption spectrophotometer (AAS). The results showed removal efficiency of Pb increases with longer detention time. The highest removal of Pb occurs at a concentration of 10 mg/L; 5 days detention time amounted to 87,40% and at the final of the experiment concentration of Pb to 1,26 mg/L. While the lowest efficiency at 5 days detention time occurs at concentrations of Pb 60 mg/L with a removal efficiency of 54,46 %, with a final concentration of 27,32 mg/L.

Keywords: constructed wetland, detention time, Pb, Typha latifolia

PENDAHULUAN

Permasalahan kondisi lingkungan saat ini merupakan akibat dari proses yang dihasilkan dari beberapa kegiatan, seperti kegiatan industri, pertanian, pertambangan yang menghasilkan limbah yang mengandung logam berat. Salah satu logam berbahaya yang dihasilkan adalah timbal (Pb). Timbal dihasilkan dari kegiatan industri baterai, industri kimia, sisa pembakaran bahan bakar kendaraan bermotor yang mengandung timbal (Herman, 2006; Eddy, 2009). Timbal (Pb) masuk ke

lingkungan melalui air, udara, dan tanah pada akhirnya terakumulasi didalam tubuh manusia, sehingga menyebabkan gangguan pada organ seperti gangguan neurologi (syaraf), ginjal, sistem reproduksi, sistem hemopoitik serta sistem syaraf pusat. Timbal di dalam perairan dapat meracuni organisme, sehingga dapat mengganggu keseimbangan ekosistem (Santi, 2001). Logam berat tidak dapat didegradasi, sehingga diperlukan pengelolaan untuk mengurangi konsentrasi logam agar

tidak menimbulkan dampak negatif bagi lingkungan (Lasat, 2002).

Salah satu teknologi alternatif yang dapat diaplikasikan adalah dengan sistem lahan basah buatan (*constructed wetland*). Lahan basah buatan merupakan sistem pengolahan terencana atau terkontrol yang telah didesain dan dibangun menggunakan proses alami dengan melibatkan vegetasi, media, dan mikroorganisme untuk mengolah air limbah (Vymazal dan Kropvelova, 2008). Lahan basah buatan memiliki beberapa manfaat seperti pengolahan yang secara alami, tidak memerlukan biaya yang besar, memberikan nilai estetika bagi lingkungan, mudah dalam pengoperasian dibandingkan dengan sistem pengolahan lainnya. Mekanisme penyisihan logam berat dalam *constructed wetland* dapat berupa penyerapan logam oleh akar, translokasi logam dari akar ke bagian tanaman yang lain, akumulasi logam pada sel dan jaringan tertentu (Nouri dkk., 2009).

Beberapa jenis tanaman air memiliki kemampuan untuk mengurangi logam berat di dalam air seperti *Eichhornia crassipes* (Kay dkk., 1984; Zhu dkk., 1999 dalam Irahmi, 2013) dan *Hydrocotyle umbellata l.* (Dushenkov dkk., 2000 dalam Faeiza dkk., 2007). *Typha latifolia* merupakan salah satu tanaman yang digunakan dalam pengolahan limbah dengan sistem lahan basah buatan. Diketahui *Typha latifolia* memiliki daya tahan yang kuat dan mempunyai kemampuan tinggi dalam menurunkan konsentrasi logam yang terkandung dalam

limbah. Tumbuhan ini digolongkan kepada jenis tumbuhan hiperakumulator yang toleran terhadap konsentrasi zat pencemar yang tinggi. Kemampuan tumbuhan *Typha latifolia* dalam menyerap logam berat cukup besar, menjadikan tumbuhan ini digunakan sebagai alternatif dalam menyerap logam (Mc Naughten dkk., 1997 dalam Ye dkk., 1997).

METODOLOGI

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah larutan Pb dengan konsentrasi 10 mg/L, 30 mg/L, dan 60 mg/L, tanaman *Typha latifolia*, kerikil ukuran 8 mm, pasir kasar ukuran 2 mm, tanah, serta bahan-bahan yang digunakan untuk pengujian logam Pb pada sampel.

A. Variabel Penelitian

Variabel Tetap

Variabel tetap yang digunakan dalam penelitian ini adalah tanaman *Typha latifolia* dan reactor sub surface flow system berdimensi P= 50 cm; L= 36 cm; T = 31 cm.

Variabel Berubah

Variabel berubah yang digunakan dalam penelitian ini yaitu :

- a. Konsentrasi limbah Pb artifisial 10 mg/L, 30 mg/L, 60 mg/L.
- b. Waktu detensi 1, 2, 3, 3, 4 dan 5 hari.

B. Prosedur Penelitian

Aklimatisasi *Typha latifolia*

Sebelum memulai penelitian *Typha latifolia* dicuci dengan air untuk menghilangkan kotoran pada akar tanaman, setelah itu dilakukan

tahap proses aklimatisasi pada tanaman dengan cara *Typha latifolia* ditanam pada reaktor yang sudah berisi media. Tahap aklimatisasi tanaman dilakukan dengan menumbuhkan tanaman dalam air biasa selama 7 hari. Tujuan aklimatisasi tanaman *Typha latifolia* pada reaktor adalah untuk menstabilkan dan menyesuaikan keadaan lingkungan reaktor untuk memulai proses pengolahan limbah dengan metode constructed wetland.

Percobaan Utama

Variasi yang dilakukan pada penelitian ini adalah konsentrasi Pb dan waktu detensi. Tata cara pengujian sampel :

1. Membuat larutan Pb dengan konsentrasi 10 mg/L, 30 mg/L, 60 mg/L.
2. Menghitung konsentrasi logam Pb pada efluen setelah dilakukan pengolahan dengan sistem lahan basah buatan. Reaktor yang digunakan sebanyak 4 unit dengan perlakuan dimana :
 - a. Reaktor 1 menggunakan kerapatan tanaman 1,5 gr/cm² dengan konsentrasi Pb sebesar 10 mg/L
 - b. Reaktor 2 menggunakan kerapatan tanaman 1,5 gr/cm² dengan konsentrasi Pb sebesar 30 mg/L.
 - c. Reaktor 3 menggunakan kerapatan tanaman 1,5 gr/cm² dengan konsentrasi Pb sebesar 60 mg/L.

- d. Reaktor 4 tanpa tanaman menggunakan konsentrasi Pb sebesar 60 mg/L

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Penurunan Konsentrasi Timbal (Pb) Setelah *Constructed Wetland*

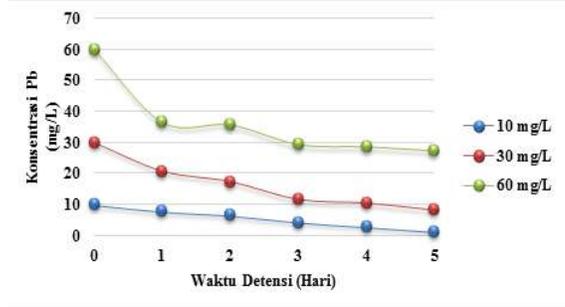
Penurunan konsentrasi Pb sebanding dengan waktu detensi yang diberikan dimana berdasarkan Tabel 1 dapat diketahui bahwa penurunan konsentrasi Pb dalam sistem *constructed wetland* dengan menggunakan tanaman *Typha latifolia* semakin menurun dengan bertambahnya waktu detensi.

Tabel 1. Penurunan Konsentrasi Timbal (Pb) pada Sampel Air

Waktu Detensi (Hari)	Konsentrasi Pb (mg/L)			
	Kontrol	60	30	10
1	58,12	36,52	20,81	7,82
2	57,81	35,71	17,45	6,51
3	57,55	29,38	11,69	4,34
4	55,32	28,66	10,54	2,79
5	54,93	27,32	8,26	1,26

Pada Gambar 1. dapat diketahui bahwa konsentrasi Pb menurun setiap harinya, dan penurunan Pb secara signifikan terjadi pada hari ke-3 untuk semua variasi perlakuan. Untuk konsentrasi awal 10 mg/L pada hari ke-3 menurun hingga 4,34 mg/L, konsentrasi 30 mg/L menurun hingga 11,69 mg/L dan untuk konsentrasi 60 mg/L menurun hingga 29,38 mg/L. Hal ini dikarenakan kemampuan tanaman pada awal percobaan dalam menyerap logam berat masih sangat tinggi. Penurunan konsentrasi logam Pb semakin menurun hingga hari ke-5

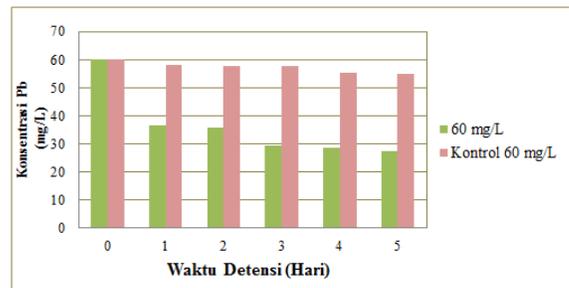
dimana pada konsentrasi Pb 10 mg/L menurun hingga 1,26 mg/L, konsentrasi 30 mg/L menurun hingga 8,26 mg/L konsentrasi Pb awal 60 mg/L menurun hingga 27,32 mg/L. Hal ini menunjukkan bahwa *Typha latifolia* masih mampu menyisihkan logam Pb dengan konsentrasi hingga 60 mg/L dengan waktu detensi hingga 5 hari. Hal ini menunjukkan pada kondisi ini *Typha latifolia* masih mampu menyerap Pb dan belum mencapai pada titik jenuh.



Gambar 1. Hubungan Waktu Detensi dan Penurunan Konsentrasi Pb

Titik jenuh merupakan batas waktu maksimum yang dapat ditolerir tanaman dalam menyerap zat kontaminan. Setelah melewati titik jenuh, kemampuan tanaman dalam menyerap logam berat menurun bahkan konsentrasi logam dalam limbah dapat meningkat karena tanaman dapat melepaskan kembali logam yang telah diserap. Kejenuhan tersebut disebabkan karena tanaman telah menyerap sebagian besar logam pada limbah dimana semakin banyak logam yang terserap maka semakin banyak pula logam yang terakumulasi dalam jaringan tanaman dan menyebabkan kejenuhan sehingga

penyerapan akan terhambat dan kemampuan tanaman dalam menyerap logam akan semakin menurun (Zubair dkk., 2014).



Gambar 2. Perbandingan Penurunan Konsentrasi Pb dengan Perlakuan Kontrol

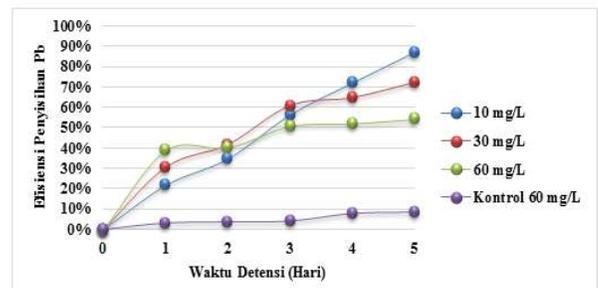
Konsentrasi Pb pada reaktor kontrol dengan konsentrasi Pb 60 mg/L hanya mengalami penurunan konsentrasi hingga 54,93 mg/L. Penurunan konsentrasi Pb pada kontrol tanpa tanaman tidak memberikan hasil penyisihan yang signifikan, hal ini disebabkan karena pada perlakuan kontrol tidak terdapat tanaman yang berfungsi untuk menyerap konsentrasi Pb pada limbah. Penurunan konsentrasi Pb pada reaktor kontrol kemungkinan terjadi karena adanya aktivitas mikroba yang terdapat pada tanah dalam mereduksi Pb dan adanya peran media dalam proses *constructed wetland*.

Penurunan konsentrasi Pb disebabkan karena *Typha latifolia* memiliki kemampuan menyerap dan mengakumulasi logam berat pada jaringan akar, batang dan daun. Proses penting dalam penyisihan logam adalah *rhizofiltrasi* merupakan proses adsorpsi zat kontaminan pada akar

dan *phytostabilization* yang pada proses ini logam akan terakumulasi pada akar dan menempel sehingga tidak akan terbawa oleh aliran air pada media, selanjutnya terjadi *phytodegradation* yaitu proses yang dilakukan tanaman dengan mereduksi logam dengan bantuan enzim dan *rhyzodegradation* dimana pada proses ini logam akan didegradasi oleh aktivitas mikroba yang berada pada media tanah di sekitar akar tanaman. setelah itu terjadi proses *phytoacumulation* yaitu penyerapan dan translokasi logam dari akar ke bagian tanaman yang lain (Wang dkk., 2010 ; Khiji dan Bareen, 2008).

B. Efisiensi Penyisihan Konsentrasi Pb dalam Constructed Wetland

Berdasarkan grafik yang ditunjukkan pada Gambar 3. dapat diketahui bahwa efisiensi penyisihan Pb dalam sistem *constructed wetland* dengan menggunakan tanaman *Typha latifolia* semakin meningkat dengan bertambahnya waktu detensi. Untuk konsentrasi Pb awal 10 mg/L didapatkan efisiensi penyisihan dengan rentang 21,80 % - 87,40 %, untuk konsentrasi Pb awal 30 mg/L didapatkan efisiensi penyisihan dengan rentang 30,63 % - 72,45 %, dan untuk konsentrasi Pb awal 60 mg/L didapatkan efisiensi penyisihan dengan rentang 39,13 % - 54,46 %. Pada perlakuan 60 mg/L kontrol tanpa tanaman hanya didapatkan efisiensi penyisihan dengan rentang 3,12 % - 8,44 %. Diketahui tingkat persentase penyerapan untuk semua perlakuan dari Gambar 3. berikut ini.



Gambar 3. Hubungan Waktu Detensi dan Efisiensi Penurunan Konsentrasi Pb

Gambar 3. memperlihatkan bahwa pada waktu detensi hari pertama telah terjadi penyerapan logam Pb, akan tetapi penyerapan terbaik terjadi pada waktu detensi 5 hari. Dimana semakin lama waktu detensi, maka semakin tinggi pula tingkat efisiensi penyisihan konsentrasi Pb. Hal ini terlihat dari seluruh perlakuan dimana penurunan konsentrasi logam menunjukkan hasil yang signifikan, namun pada perlakuan kontrol tanpa tanaman menunjukkan hasil tingkat penurunan konsentrasi logam yang tidak signifikan. Hal ini disebabkan karena pada perlakuan kontrol tidak terdapat tanaman yang mampu menyerap konsentrasi Pb pada limbah.

Diketahui bahwa semakin rendah konsentrasi awal Pb pada air limbah maka efisiensi penyisihan semakin besar. Hal ini terkait dengan kemampuan tanaman dalam menyerap dan mentolerir logam berat. Efisiensi penyisihan Pb semakin meningkat seiring bertambahnya waktu detensi dikarenakan tanaman masih mampu menyerap konsentrasi Pb pada air limbah hingga hari ke-5 karena *Typha*

latifolia belum melewati titik jenuh. Titik jenuh adalah batas maksimum yang dapat ditolerir tanaman dalam menyerap zat kontaminan. Setelah melewati titik jenuh, kemampuan tanaman dalam menyerap logam akan menurun bahkan konsentrasi logam pada limbah dapat meningkat karena tanaman dapat melepaskan kembali logam yang telah diserap (Zubair dkk., 2014).

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian penurunan konsentrasi logam Pb dengan *metode constructed wetland* menggunakan tanaman *Typha latifolia* didapat efisiensi penyisihan untuk konsentrasi Pb awal 10 mg/L sebesar 87,40 %, untuk konsentrasi Pb awal 30 mg/L didapatkan efisiensi penyisihan sebesar 72,45 %, dan untuk konsentrasi Pb awal 60 mg/L didapatkan efisiensi penyisihan sebesar 54,46 %. Pada perlakuan 60 mg/L kontrol tanpa tanaman hanya didapatkan efisiensi penyisihan sebesar 8,44 %.

DAFTAR PUSTAKA

- Eddy, S. 2009. Kemampuan Tanaman Enceng Gondok Sebagai Agens Fitoremediasi Air tercemar Timbal (Pb). *Sainmatika*. Volume 6 (No 2). Fakultas MIPA, Universitas PGRI. Palembang.
- Faeiza, B., Kasmawati, M., Zurahmi, O., Dars, F., 2007. The Used Of Aquatic Wetland Plant *Phylidrum Lanuginosum* To Remove Lead From Aqueous Solution, Faculty of Applied Science. University Technology MARA Shah Alam, Selangor. Malaysia.
- Herman, D.Z. 2006. Tinjauan Terhadap Tailing Mengandung Unsur Pencemar Arsen (As), Merkuri (Hg), Timbal (Pb), dan Kadmium (Cd) dari Sisa Pengolahan Biji Logam. *Jurnal Geologi Indonesia*. Volume 1 (No 1). 24 Mei 2015 (11.55).
- Heriyanto, N.M. dan Endro, S.2011. *Penyerapan Polutan Logam Berat (Hg, Pb dan Cu) oleh Jenis-Jenis Mangrove*. Pusat Litbang Konservasi dan Rehabilitasi.
- Irahmi (2013). Aplikasi Phytoremediasi dalam Penyisihan Ion Logam Khromium (Cr) dengan Menggunakan Tumbuhan Obor (*Typha latifolia*). *Serambi Sainia*. Volume 1 (No 1). Fakultas Teknik Serambi Mekkah. Banda Aceh.
- Khiji, s dan F.E Bareen. 2008. Rhizofiltration of Heavy Metals From the Tannery Sludge by the anchored Hydrophyte, Hydrocotyle Umbellate. *Journal of Biotechnology*. Volume 7 (No 26). African.
- Lasat, M.M. 2002. Phytoextraction of Toxic Metals: A Review of Biological Mechanisms. *Journal Environmental*. Qual. 31:109-120.

- Nouri, J., Khorasani, N., Lorestani, B., Karami, M., Hassani, A.H., dan Yosefi, N. 2009. Accumulation of Heavy Metal in Soil and Uptake by Plants Species with Phytoremediation Potential. <http://link.springer.com/sci-hub.org/article>. 24 Mei 2015 (11.31).
- Santi, D.N. 2001 Pencemaran Udara Oleh Timbal (Pb) Serta Penanggulangannya. *USU Digital Library*. 27 July 2015 (12.45).
- Vymazal, J dan Kropvelova, L. 2008. *Constructed Wetlands For Wastewater Treatment*. Five Decades Experience. *Environmental Science Technology* 45, Page 61-69.
- Wang, K, Tay, J.H., Lee Tay, S.T., Hung, T.Y. 2010. *Environmental Bioengineering. Hand Book Environmental Engineering*. Volume 11. New York.
- Ye, Baker, Wong, dan Willis, 1997. Zinc Lead and Cadmium Tolerance, Uptake and Accumulation by *Typha latifolia*. *Department of Biology*. Hongkong Baptist University, Kowloon Toong. Hongkong.
- Zubair, A., Arsyad, A., dan Rosmiati. 2014. Fitoremediasi Logam Berat Kadmium (Cd) Menggunakan Kombinasi Eceng Gondok (*Eichorniacrassipes*) Dan Kayu Apu (*Pistiastratiotes*) Dengan Aliran Batch.