

Perbedaan Penyerapan Logam Pb Pada Limbah Cair Antara Tanaman Kangkung Air (*Ipomoea aquatica forsk*), Genjer (*Limnocharis flava*), Dan Semanggi (*Marsilea drummondii L*)

*The Plumbum metal absorbtion difference in liquid waste among Water Convolvulus (*Ipomea aquatica forsk*), Velvetleaf (*Limnocharis flava*), and Clover (*Marsilea drummondii L*.)*

Ahmad Qamarudin Jamil, Rahayu Sri Pujiati, Ellyke
Bagian Kesehatan Lingkungan dan Kesehatan Keselamatan Kerja Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas
Jember
Jalan Kalimantan 37, Jember 68121
e-mail korespondensi: august_dhien70@yahoo.co.id

Abstract

Environmental pollution, especially by heavy metals, in the waters can damage freshwater biota and harmful if consumed by people. Liquid waste is a waste produced by industry wich contain plumbumand often disposed to river. It certainly cause environmental pollution. Recovery action needs to be done in order that contaminated soils/waters are usable safely, one of them is Phytoremediation. The purpose of this research is to analyze the effectiveness differences in Water Convolvulus, Velvetleaf, and Clover. This research method is using Pre Experimental Design in the form of One-Shot Case Study. They are treatment group which is using Water Convolvulus, Velvetleaf, and Clover 100 gram each. The test in this research is Kruskall Wallis and Normality Test with 0.05 or $\alpha=95\%$ significancy. Total sample of 27 pieces. The result shows that the greatest plumbum liquid waste absorption rate is in Water Convolvulus by 0.66 mg/l (13.2%), whereas in Velvetleaf and Clover the absorption rate is almost the same by 0.58 mg/l (11.66%) and 0.55 mg/l (11%). The conclusion that van be drawn from tis research is, there's no significant difference among each group, whether treatment group of Water Convolvulus, Velvetleaf or Clover. This shows that the three plants have not the possibility as Phytomediator tools in plumbum liquid waste absorption.

Keywords: waste water, water plant, Pb

Abstrak

Pencemaran lingkungan terutama oleh logam berat pada kawasan perairan dapat merusak biota air tawar dan berbahaya jika dikonsumsi oleh masyarakat. Limbah cair merupakan limbah yang dihasilkan oleh industri yang mengandung logam Pb dan sering membuangnya ke sungai. Hal ini tentu menimbulkan pencemaran bagi lingkungan. Tindakan pemulihan perlu dilakukan agar tanah/perairan yang tercemar dapat digunakan kembali dengan aman, salah satunya adalah fitoremediasi. Tujuan penelitian adalah untuk menganalisis perbedaan penyerapan Pb pada limbah cair antara tanaman kangkung air, genjer, dan semanggi. Metode penelitian menggunakan Pre Experimental Design dengan bentuk One-Shot Case Study. Kelompok perlakuan menggunakan tanaman kangkung, genjer, dan semanggi masing-masing sebanyak 100g. Uji dalam penelitian ini adalah Kruskall Wallis dan uji Normalitas dengan signifikansi 0,05 atau $\alpha=95\%$. Jumlah sampel sebanyak 27 buah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Rerata penyerapan logam Pb limbah cair yang paling besar terdapat dalam tanaman kangkung air sebesar 0,66 (13,2%), sedangkan pada tanaman genjer dan semanggi Rerata penyerapan hampir sama yaitu sebesar 0,58 mg/l (11,6%), dan 0,55 mg/l (11%). Kesimpulan dalam penelitian ini adalah tidak terdapat perbedaan secara signifikan antara masing masing kelompok. Hal ini menunjukkan ketiga tanaman tersebut tidak memiliki peluang sebagai alat fitoremediator dalam penyerapan Pb limbah cair.

Kata kunci: limbah cair, tanaman air, Pb

Pendahuluan

Pesatnya perkembangan pembangunan ekonomi di Indonesia menekankan pada pembangunan sektor industri dan pertanian modern. Di satu sisi, pembangunan akan meningkatkan kualitas hidup manusia dengan meningkatnya pendapatan masyarakat. Di sisi lain, pembangunan juga bisa menurunkan kesehatan masyarakat dikarenakan pencemaran yang berasal dari limbah industri dan rumah tangga [1]. Perkembangan industri dan pertanian modern yang tersebar di seluruh dunia dapat mempengaruhi keseimbangan ekosistem. Pada faktanya, kegiatan tersebut menghasilkan logam berat beracun seperti kromium, nikel, timbal, kadmium, seng, dan tembaga, yang cenderung terakumulasi dan mempengaruhi keseimbangan lingkungan [2]. Kontaminasi logam berat di lingkungan merupakan hal yang harus diperhatikan karena toksisitasnya dapat mengancam kelangsungan hidup manusia dan lingkungan [3].

Logam berat merupakan salah satu unsur yang terlibat dalam permasalahan lingkungan meskipun beberapa unsur dari logam berat tersebut memiliki peranan penting dalam fungsi biologis [4]. Logam berat memiliki potensi dalam menimbulkan efek toksik pada organisme. Pada konsentrasi yang tinggi, logam berat dapat menyebabkan gangguan pada manusia, fauna, flora, dan mikrobiota lainnya [5]. Pb merupakan salah satu logam berat yang berbahaya dan dapat mencemari lingkungan dengan tingkat toksisitas sangat tinggi.

Pencemaran logam berat pernah terjadi di perairan Teluk Jakarta. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar logam berat dalam air di Teluk Jakarta tergolong tinggi bahkan di beberapa lokasi seperti Muara Angke kadar logamnya cenderung meningkat. Air laut, udang, kerang-kerangan, dan beberapa jenis ikan yang hidup di Muara Angke telah tercemar oleh logam berat seperti Pb, Cd, dan Hg. Sumber bahan cemar tersebut berasal dari kegiatan di darat, khususnya kegiatan industri [6].

Unsur logam dapat dilepaskan secara alami melalui proses pelapukan, letusan gunung berapi, pembakaran kayu, atau debu yang tertiuap angin [7]. Selain itu, aktifitas antropogenik seperti pertanian, industri, proses pembakaran, dan efluent domestik juga merupakan kontributor utama pencemar logam berat di lingkungan. Industri yang menghasilkan logam berat pada limbahnya yaitu industri elektroplating, tekstil, baterai, pupuk, plastik, dan pertambangan [8]. Logam berat dari industri elektroplating tidak hanya terdapat pada proses industri, namun efluen yang telah diolah juga masih mengandung logam berat [9].

Tanaman kangkung air, genjer, dan semanggi merupakan tanaman yang digunakan untuk membersihkan ditumbuhkan dalam media cair (sistem hidroponik). Sistem ini dapat digunakan untuk mengolah air bawah tanah secara *ex situ*. Air bawah tanah dipompa ke permukaan untuk diolah menggunakan tanaman. Sistem hidroponik memerlukan media cair buatan yang dikondisikan seperti

dalam tanah, misalnya diberi campuran pasir dan mineral perlit atau vermikulit. Setelah tanaman jenuh dengan kontaminan, kemudian dipanen dan diproses lebih lanjut. Dalam proses ini, tanaman menyerap air yang mengandung kontaminan organik melalui akar, diangkut ke bagian daun, dan mengeluarkan kontaminan yang sudah didetoksifikasi ke udara melalui daun. Sesuai pada penelitian sebelumnya tanaman kangkung mampu menurunkan Pb limbah cair sebesar 95,8 %, tanaman semanggi menurunkan Pb limbah cair sebesar 87,01 % dan tanaman genjer menurunkan Pb limbah cair sebesar 14,3% Dengan menggunakan metode fitoremediasi, tanaman kangkung air, genjer, dan semanggi yang telah ditanam dalam limbah cair dapat menjadi media fitoremediator terhadap logam berat Pb pada limbah cair industri.

Tingginya tingkat pencemaran logam seperti Pb di wilayah darat, air dan udara di beberapa wilayah di Indonesia perlu ditanggulangi demi mengurangi toksisitas terhadap manusia. Salah satu upaya untuk mengurangi pencemaran limbah adalah dengan metode fitoremediasi, yaitu menggunakan tanaman yang memiliki kemampuan tinggi untuk menyerap berbagai polutan (*multiple uptake hyperaccumulator plant*) atau menggunakan tanaman yang memiliki kemampuan mengangkut pencemaran bersifat tunggal (*specific uptake hyperaccumulator plant*) [1]. Fitoremediasi salah satu metode remediasi dengan mengandalkan pada peranan tumbuhan untuk menyerap, mendegradasi, mentransformasi dan mengmobilisasi bahan pencemar logam berat. Tanaman mempunyai kemampuan mengakumulasi logam berat yang bersifat esensial untuk pertumbuhan dan perkembangan [10]

Tujuan dari penelitian ini untuk melihat perbedaan penyerapan logam Pb pada limbah cair antara tanaman kangkung air, genjer, dan semanggi.

Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Terpadu FKM dan Laboratorium Kimia Fisik FMIPA Universitas Jember. Penelitian ini merupakan jenis penelitian *experiment* yaitu studi eksperimen yang dilakukan di laboratorium dengan menggunakan randomisasi. Desain penelitian yang digunakan adalah *Pre Eksperimental Design* dengan bentuk *One Shot Case Study* dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL).

Objek dalam penelitian ini adalah limbah cair buatan yang dikontakkan dengan tanaman kangkung air, genjer, dan semanggi sebagai alat fitoremediator. Jumlah objek sebanyak 27 sampel, yang terdiri dari 3 kelompok perlakuan dengan tanaman kangkung air 100 g (X_1), genjer 100 g (X_2), dan semanggi 100 g (X_3) dengan 9 kali pengulangan. Adapun penentuan

variasi tanaman yang digunakan berdasarkan penelitian sebelumnya yang hampir sama dengan menguji kemampuan penurunan limbah cair tanpa proses modifikasi zat kimia untuk menurunkan kadar Pb pada air limbah.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah bak penelitian, *tabung nesler*, neraca analitik, neraca teknis, oven, aluminium soil, timbangan analitik, AAS, kertas penyaring, dan gelas ukur, serta alat tulis.

Penelitian ini menggunakan teknik pengumpulan data primer, yakni hasil uji laboratorium. Untuk teknik analisis data menggunakan uji non-parametrik, yakni Kruskal Wallis dan uji Normalitas dengan nilai signifikansi 0,05 atau $\alpha=95\%$.

Hasil Penelitian

Limbah Cair Baku

Limbah cair baku yang digunakan dalam penelitian ini merupakan limbah cair buatan/simulasi, berasal dari campuran 2 bahan kimia yaitu padatan timbal nitrat $[Pb(NO_3)_2]$ sebagai bahan utama pembuatan limbah cair dan aquades yang merupakan bahan pelarut padatan $Pb(NO_3)_2$ dengan menggunakan konsentrasi 5 mg/l bertujuan untuk melebihi baku mutu lingkungan agar nampak jelas terlihat perbedaan penyerapan dan penurunan saat penelitian. Hasil penelitian yang telah dilakukan terdapat perbedaan hasil kadar Pb antara keadaan awal limbah cair dan pada saat penelitian. Hasil kadar Pb pada saat sebelum penelitian adalah 5 mg/l pada setiap tanaman sedangkan pada saat penelitian adalah 0,47 mg/l pada masing-masing tanaman. Hal tersebut disebabkan pada pengambilan sampel air limbah saat penelitian dilakukan sendiri oleh peneliti, bukan oleh tenaga ahli dari laboratorium sehingga dimungkinkan terjadi kesalahan pada saat pengambilan sampel. Pengambilan sampel yang dilakukan oleh tenaga yang kurang ahli menyebabkan adanya kesalahan nilai kadar Pb pada saat penelitian.

Kadar Pb dalam Kangkung Air, Genjer, dan Semanggi

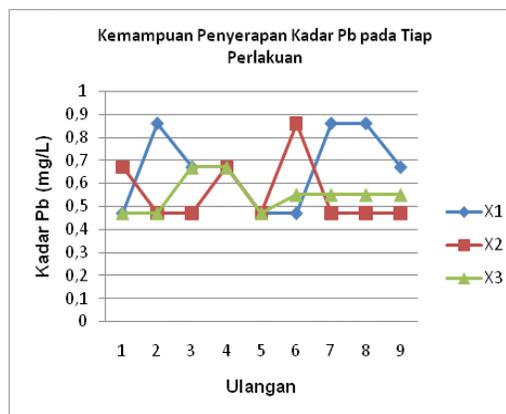
Ada 3 kelompok dalam penelitian ini, yakni 3 kelompok perlakuan. Kelompok perlakuan adalah kelompok limbah cair yang diberi perlakuan dengan variasi penanaman tanaman kangkung air 100 g (X_1), genjer 100 g (X_2), dan semanggi 100 g (X_3). Data mengenai kadar Pb pada tiap kelompok dapat dilihat pada Grafik 1 berikut.

Gambar 1. Grafik Kadar Pb dalam Tanaman

Sumber: Data Primer Terolah Tahun 2014

Hasil uji laboratorium menunjukkan penyerapan tertinggi terjadi pada kelompok X_1 yaitu kelompok dengan perlakuan menggunakan tanan kangkung air dengan rerata penyerapan 0,66 mg/l. Dan penyerapan terendah terjadi pada kelompok perlakuan X_3 yaitu kelompok perlakuan dengan menggunakan tanaman semanggi dengan rerata penyerapan 0,55 mg/l.

Acuan tingkat penurunan kadar Pb berdasar pada Artikel Ilmiah Hasil Penelitian Mahasiswa 2015



rerata kadar Pb pada awal limbah cair. Data mengenai rerata kadar Pb dan tingkat penurunan pada tiap kelompok dapat dilihat pada tabel 1 berikut.

Tabel 1. Rerata Penurunan Kadar Pb pada Tiap Kelompok Penelitian

No	Perlakuan	Kadar Pb Air Baku (mg/l)	Rerata Kadar Pb/perlakuan (mg/l)	penyerapan Kadar Pb (%)
1.	X_1	5	0,66	13,2
2.	X_2	5	0,58	11,6
3.	X_3	5	0,55	11

Sumber: Data Primer Terolah Tahun 2014

Hasil uji laboratorium menunjukkan adanya penyerapan kadar Pb antar kelompok perlakuan. Adapun rerata kadar Pb pada kelompok X_1 , X_2 , dan X_3 adalah 0,66 mg/l; 0,58 mg/l; dan 0,55 mg/l. Penyerapan kadar Pb tertinggi terjadi pada kelompok X_1 , yaitu sebesar 13,2% sedangkan pada kelompok X_2 dan X_3 penyerapan hampir sama yaitu 11,6%, dan 11%.

Perbedaan Penyerapan Logam Pb Pada Limbah Cair Dalam Tanaman

Untuk mengetahui perbedaan yang terjadi antar kelompok perlakuan maka dilakukan beberapa uji, yakni tes normalitas dan uji perbedaan populasi. Hasil tes normalitas varian dari kadar Pb dalam tanaman adalah data tidak berdistribusi normal. Uji normalitas menunjukkan data kelompok X_1 , X_2 , dan X_3 tidak berdistribusi normal ($P>0,05$). Artinya, populasi yang ada memiliki varian yang berbeda atau tidak sama karena memiliki nilai tingkat signifikansi lebih kecil daripada 0,05

Uji perbedaan populasi menggunakan prosedur uji *Kruskal Wallis*, yakni hitung kadar Pb pada tanaman setelah mengalami perlakuan adalah 0,341. Hal ini menunjukkan probabilitasnya lebih besar daripada 0,05. Artinya, seluruh kelompok perlakuan memiliki rata-rata populasi yang sama, baik pada kelompok X_1 , kelompok X_2 , dan kelompok X_3 . Artinya, tidak terdapat penyerapan kadar Pb secara

signifikan antar kelompok.

Pembahasan

Penyerap logam pada proses fitoremediasi terjadi perubahan pada kondisi fisik tanaman terlihat pada semua tanaman perlakuan. Pada tanaman kangkung air terjadi pertumbuhan tanaman baru dimana terjadi perubahan tinggi pada tanaman. Hal ini tidak terjadi pada tanaman genjer, tanaman ini tidak memberikan perubahan secara visual. Kedua tanaman mengalami gejala pertumbuhan yang berbeda dari tanaman normal. Biasanya tanaman yang terpapar logam berat diperlihatkan oleh ukuran daun yang menjadi lebih kecil dan warna daun menjadi kuning. Hal ini menunjukkan adanya penghambatan terhadap pembentukan klorofil. Kehadiran logam (khususnya Pb) mengambil bagian terhadap terganggunya proses fotosintesis karena terganggunya enzim yang berperan terhadap biosintesis klorofil [11].

Pada perlakuan pertama (X_1) yaitu limbah cair yang ditanami kangkung air 100 gram selama 7 hari memiliki rerata kadar Pb 0,66 mg/l dengan persentase penyerapan sebesar 13,2%. berbeda dengan penelitian yang dilakukan oleh Agusetyadevy et al (2012) Konsentrasi timbal dengan 0,5mg/l berat basah 100 gram kangkung air mengalami penurunan mencapai 0,001 mg/l dengan efisiensi penurunan akumulasi sebesar 100% dan pada 0,8mg/l berat basah 100 gram kangkung air mencapai penurunan hingga 0,034 mg/l dengan efisiensi penurunan akumulasi sebesar 95,8%. Penurunan konsentrasi Pb ini dipengaruhi oleh adanya aktivitas mikroorganisme yang berperan membantu menurunkan konsentrasi dalam jumlah besar. Kangkung air merupakan tumbuhan yang dapat mengakumulasi Pb dalam konsentrasi tinggi. Pengaruh waktu tinggal berbanding lurus dengan penurunan konsentrasi Pb serta banyaknya jumlah kangkung air sangat mempengaruhi penyerapan terhadap konsentrasi Pb [12]. Hal ini disebabkan semakin besar jumlah kangkung air yang digunakan maka semakin tinggi nilai transpirasinya dan sebaliknya semakin kecil jumlah kangkung air yang digunakan maka semakin rendah pula nilai transpirasinya.

Semakin banyak air yang diserap kangkung air maka semakin banyak ion logam khususnya Pb yang masuk dalam tubuh kangkung air dan menyebabkan penurunan Pb di perairan. Dengan adanya pembentukan zat khelat dan molekul reduktase akan mempermudah logam Pb melintasi epidermis akar dan masuk kedalam sel-sel akar, sehingga mengakibatkan logam Pb yang terakumulasi juga tinggi. Terjadinya akumulasi di akar juga disebabkan karena di akar terjadi serapan ion secara aktif, sehingga ion-ion logam tersebut secara aktif terakumulasi di dalam epidermis. Selanjutnya ditransportasikan ke sitoplasma atau sel-sel jaringan akar melewati epidermis masuk ke protoplas antar sel-sel jaringan akar yaitu kortek, endodermis, perisikel dan xilem. Pada endodermis terdapat adanya pita caspary sehingga menyebabkan akumulasi partikel yang lebih berat di dalam akar. Dengan adanya pita

caspary ini menjadi kontrol terhadap penyerapan ion-ion oleh akar [11].

Lokalisasi logam pada jaringan tanaman kangkung bertujuan untuk mencegah sel mengalami keracunan logam, maka tanaman akan melakukan detoksifikasi, misalnya menimbun logam ke dalam organ tertentu seperti batang. Kangkung air merupakan tumbuhan yang dapat mengakumulasi Pb dalam konsentrasi tinggi. Pengaruh waktu tinggal berbanding lurus dengan penurunan konsentrasi Pb serta banyaknya jumlah kangkung air sangat mempengaruhi penyerapan terhadap konsentrasi Pb [13].

Pada perlakuan kedua (X_2) yaitu limbah cair yang ditanami genjer 100 gram selama 7 hari memiliki rerata kadar Pb yaitu 0,58 mg/l dengan persentase penyerapan sebesar 11,6%. Hasil penelitian ini berbeda dengan dengan penelitian yang dilakukan oleh Haryati et al (2012) tanaman genjer mampu menyerap timbal (Pb) dari media hidupnya dan mengakumulasi di akar dan daunnya. Kemampuan akumulasi Pb tertinggi terjadi pada biomassa 150 gram dan waktu pemaparan 21 hari, yaitu pada akar sebesar 1,1546 mg/l dan pada daun sebesar 0,1120 mg/l. Media limbah cair kertas berpengaruh terhadap biomassa tanaman genjer. Biomassa tanaman genjer terbesar diperoleh pada waktu pemaparan 7 hari dengan perlakuan biomassa awal sebesar 150 gram. Biomassa tanaman genjer terkecil diperoleh pada 21 hari dengan perlakuan biomassa awal sebesar 150 gram [11].

Semakin tinggi kadar Pb dalam media tanam, maka penurunan laju pertumbuhan tanaman Genjer semakin meningkat. Penurunan laju pertumbuhan tanaman Genjer terjadi karena logam Pb masuk dalam sel dan berikatan dengan enzim sebagai katalisator, sehingga reaksi kimia di sel tanaman Genjer akan terganggu. Gangguan dapat terjadi pada jaringan epidermis, sponsa dan palisade. Kerusakan tersebut dapat ditandai dengan nekrosis dan klorosis pada tanaman Genjer [14]. Akumulasi logam oleh tanaman Genjer berlangsung melalui akar dan akan disebarkan ke seluruh organ tubuhnya hingga ke daun [15]. Di dalam akar, tanaman biasa melakukan perubahan pH kemudian membentuk suatu zat khelat yang disebut fitosiderofor. Zat inilah yang kemudian mengikat logam kemudian dibawa ke dalam sel akar. Agar penyerapan logam meningkat, maka tumbuhan ini membentuk molekul reduktase di membran akar [16]. Dengan melihat kondisi fisik tanaman genjer, gejala tanaman genjer yang terpapar logam berat seperti Pb memiliki efektivitas cukup baik dalam menyerap logam Pb, hal ini dapat dilihat dari perubahan visual tanaman yang menjadi layu dengan daun yang menguning. Semakin banyaknya logam yang diserap oleh tanaman genjer mengakibatkan

kemampuan menyerap pada tanaman telah memasuki masa jenuh dan pada akhirnya tanaman tersebut tidak mampu lagi menyerap Pb sehingga mengakibatkan tanaman mengalami kematian. Penyerapan logam berat yang besar pada genjer didukung oleh akar serabut yang memiliki ukuran relatif besar dan panjang, daunnya yang tipis dan lebar dan struktur batangnya yang dilengkapi dengan rongga-rongga penyimpan air. Genjer juga relatif lebih tertanam dalam sedimen yang tinggi kadar logamnya dibandingkan jenis sayuran lain yaitu Kangkung air dan semangi yang hidupnya lebih mengapung di perairannya yang relatif kecil kandungan logamnya.

Pada perlakuan ketiga (X_3) yaitu limbah cair yang ditanami semangi 100 gram selama 7 hari memiliki rerata kadar Pb 0,55 mg/l dengan persentase penyerapan sebesar 11%. bebeda hasil penelitian dengan yang dilakukan oleh Murdhiani (2011) menunjukkan tanaman semangi air mampu menurunkan konsentrasi logam berat timbal (Pb) dalam limbah cair hingga 87,01%. Penurunan konsentrasi logam berat timbal (Pb) disebabkan karena tumbuhan air memiliki keunikan dalam mengolah limbah organik dan kemampuannya dalam menyerap logam berat tidak diragukan lagi. Mayoritas Pb yang terakumulasi dalam tanaman semangi tetap dalam akar dan hanya 0,5-0,6 % dari akumulasi Pb tersebut yang ditranslokasikan ke tunas. Hasil serupa ditemukan lima jenis tanaman budidaya yang disebutkan di atas. Selain itu, akumulasi Pb dalam willow lebih tinggi ketika sedang dibudidayakan dalam larutan metil-Pb dibandingkan dalam larutan yang mengandung Pb anorganik, sedangkan translokasi Pb ke tunas-tunas tidak berbeda [17]

Tanaman air meremediasi polutan organik melalui tiga cara, yaitu menyerap secara langsung bahan kontaminan, mengakumulasi metabolisme non fitotoksik ke sel-sel tanaman, dan melepaskan eksudat dan enzim yang dapat menstimulasi aktivitas mikroba, serta menyerap mineral pada daerah rizosfer [18]. Tanaman juga dapat menguapkan sejumlah uap air. Penguapan ini dapat mengakibatkan migrasi bahan kimia. Pemilihan batang tanaman yang baik merujuk pada pernyataan tersebut [19]. Tanaman akan mampu meremediasi polutan jika tanaman tersebut sudah mencapai usia dewasa. Tanaman semangi memiliki batang dengan kandungan silikat yang tinggi, yang berguna mengikat partikel logam yang terserap oleh akar tanaman

Berbagai penemuan tentang hal tersebut telah dikemukakan oleh para peneliti, baik yang menyangkut proses terjadinya penjernihan limbah, maupun tingkat kemampuan beberapa jenis tanaman air [20]. Tanaman air memiliki kemampuan secara umum untuk menetralsir komponen-komponen tertentu seperti tembaga (Cu), kobalt (Co), timbal (Pb), Kadmium (Cd), kromium (Cr), mangan (Mn), raksa (Hg), nikel (Ni), senyawa pestisida dan beberapa jenis senyawa organik di dalam perairan, dan hal tersebut sangat bermanfaat dalam proses pengolahan limbah cair [13]. Hal tersebut menunjukkan bahwa

kemampuan tanaman air untuk menyaring bahan-bahan yang larut di dalam limbah cair berpotensi untuk dijadikan bagian dari usaha pengolahan limbah cair terutama dalam kasus limbah cair dari proses instalasi limbah industri.

Tidak adanya perbedaan antara masing-masing perlakuan disebabkan karena ada beberapa faktor penelitian yang kemungkinan mempengaruhi kurang maksimalnya penyerapan kadar Pb limbah cair dalam tanaman, diantaranya tidak dilakukan proses penyeleksian tanaman seperti umur maksimal tanaman, jumlah daun, jumlah batang dan berat tanaman pada sampel sebelum uji kadar Pb di laboratorium, tidak mengkondisikan suhu, pH, banyaknya akar. Kehadiran tanaman air di dalam kolam pengolahan sangat potensial untuk menyaring dan menyerap bahan yang terlarut di dalam limbah seperti logam-logam berat (Hg, Pb, Cn, Mn, Mg dan lain-lain). Hasil penelitian Murdhiani (2001) juga menjelaskan bahwa akumulasi logam berat (Hg, Ni, Cu, Fe, Pb) dengan pemberian konsentrasi tertentu pada tumbuhan kangkung air lebih banyak terdapat pada jaringan tanaman (akar, batang, dan daun) kangkung air dari pada tidak ditambah oleh logam [21].

Tumbuhan pada saat menyerap logam berat, akan membentuk suatu enzim reduktase di membran akarnya. Reduktase ini berfungsi mereduksi logam yang selanjutnya diangkut melalui mekanisme khusus di dalam membran akar. Pada saat terjadi translokasi di dalam tubuh tanaman, logam yang masuk ke dalam sel akar, selanjutnya diangkut ke bagian tumbuhan yang lain melalui jaringan pengangkut yaitu xylem dan floem. Untuk meningkatkan efisiensi pengangkutan logam diikat oleh molekul kelat. Pada konsentrasi rendah logam berat tidak mempengaruhi pertumbuhan tanaman tetapi pada konsentrasi tinggi akan menyebabkan kerusakan baik pada tanah, air maupun tanaman [22]. Dengan keterbatasan faktor penelitian ini masih menunjukkan adanya peluang kemampuan penyerapan Pb oleh tanaman air hingga batas minimum.

Simpulan dan Saran

Air baku yaitu limbah cair buatan yang digunakan dalam penelitian ini memiliki kadar Pb sebesar 5,0 mg/l. Rerata kadar Pb pada kelompok perlakuan X_1 dengan tanaman kangkung air 100 g selama 7 hari sebesar 0,66 mg/l dengan kemampuan dalam menyerap kadar Pb sebesar 13,2%. Rerata kadar Pb pada kelompok perlakuan X_2 dengan tanaman genjer 100 g selama 7 hari sebesar 0,58 mg/l dengan kemampuan dalam menyerap kadar Pb sebesar 11,6%. Rerata kadar Pb pada kelompok perlakuan X_3 dengan tanaman semangi 100 g selama 7 hari sebesar 0,55

mg/l dengan kemampuan dalam menurunkan kadar Pb sebesar 11%.

Tidak terdapat perbedaan secara signifikan yakni sebesar 0,341 antara kelompok perlakuan X_1 , X_2 , dan X_3 . Artinya, tidak terjadi penyerapan kadar Pb secara signifikan antara masing-masing kelompok. Mengingat pentingnya pengelolaan terhadap limbah cair industri, maka tanaman air dapat dijadikan alternatif media pengolahan limbah cair yang dihasilkan dan perlu penelitian lebih lanjut dengan mengontrol variabel suhu, banyaknya akar, dan pH untuk memperoleh hasil penyerapan yang optimal dengan menggunakan tanaman air. Selain itu, penting adanya pertimbangan dalam pemilihan bahan baku untuk pemilihan tanaman air sehingga diperoleh kualitas yang baik dan pentingnya pemanfaatan kembali hasil akhir dari penelitian untuk digunakan kembali. Merupakan simpulan dari hasil dan pembahasan disertai dengan saran yang diajukan penulis untuk pengembangan berikutnya.

Daftar Pustaka

- [1] Widowati W, Sastiono A, Jusuf R. Efek Toksik Logam. Yogyakarta: ANDI; 2008.
- [2] Abbas M, Parveen Z, Iqbal M, Riazuddin, Iqbal S, Ahmed M, Bhutto R. Monitoring of toxic metals (cadmium, lead, arsenic and mercury) in vegetables of Sindh. Pakistan: Kathmandu University. Journal of Science, Engineering and Technology. 2010; 6 (2): 60-65
- [3] Murthy S, Bali G, Sarangi SK. Biosorption of Lead by *Bacillus cereus* Isolated from Industrial Effluents. India. British Biotechnology Journal. 2012; 2 (2): 73-84.
- [4] Nagajyoti PC, Lee KD, Sreekanth TVM Heavy metals, occurrence and toxicity for plants: a review. Environ Chem Lett. 2010; 8 (1): 199-216
- [5] García MCV, López MJ, Estrella FS, Moreno J. Compost as a source of microbial isolates for the bioremediation of heavy metals: In vitro selection. Spain. Science of the Total Environment. 2012; 431: 62-67.
- [6] Lestari E. Dampak Pencemaran Logam Berat terhadap Kualitas Air Laut dan Sumberdaya Perikanan (Studi Kasus Kematian Massal Ikan-ikan di Teluk Jakarta). Jurnal Sains. 2009; 8 (2): 52-58.
- [7] Balabanova B, Stafilov T, Šjan R, Bačeva K. Distribution of chemical elements in Attic dust as reflection on their geogenic and anthropogenic sources in the vicinity of the copper mine and flotation plant. Arch Environ Contam Toxicol. 2011; 61 (2): 173-84
- [8] Sinicropi MS, Amantea D, Caruso A, Saturnino C. Chemical and biological properties of toxic metals and use of chelating agents for the pharmacological treatment of metal poisoning. Arch Toxicol. 2010; 84 (7): 501-20
- [9] Srisuwan G. dan Thongchai P. Removal of heavy metals from electroplating wastewater by membrane. 2002 . Songklanakarin J. Sci. Technol; 24 (Suppl): 965-976
- [10] Hardiyanti N dan Huboyo HS. Evaluasi Instalasi Pengolahan Lindi Tempat Pembuangan Akhir Putri Cempo Kota Surakarta. Jurnal Presipitasi. 2009; 6 (1): 1907-187; [diakses 14 Desember 2013]. Berasal dari: <http://www.lingkungan.ft.undip.ac.id/>.
- [11] Haryati M, Purnomo T, Kuntjoro S. Kemampuan Tanaman Genjer (*Limncharis Flava* (L.) Buch.) Menyerap Logam Berat Timbal (Pb) Limbah Cair Kertas Pada Biomassa dan Waktu Pemaparan Yang Berbeda. Jurusan Biologi. Skripsi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Surabaya : Universitas Negeri Surabaya. 2012: 1 (3) 131-138; Berasal dari: <http://ejournal.unesa.ac.id/index.php/lenterabio/article/view/415>
- [12] Agustadevy I, Sumiyati S, Sutrisno E. Fitoremediasi Limbah Yang Mengandung Timbal (Pb) Dan Kromium (Cr) Dengan Menggunakan Kangkung Air (*Ipomoea Aquatica*). Semarang: Program Studi Teknik Lingkungan FT UNDIP. Jurnal. 2013; 2 (2): (Tanpa Halaman) . Berasal dari <http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/tlingkungan/article/download/2713/2701>.
- [13] Hariyati MN. Ekstraksi dan Karakterisasi Pektin dari Limbah Proses Pengolahan Jeruk Pontianak (*Citrus nobilis* var *microcarpa*) [internet]. (Tempat Tidak Diketahui); 2006 [diakses 9 November 2014]. Berasal dari: http://snf-unj.ac.id/files/9313/9383/3380/prosiding_snf_fin_al_2013-cover_edit15.pdf.
- [14] Palar H. Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat. Jakarta: Rineka Cipta; 2004.
- [15] Priyanto B dan Prayitno J. Fitoremediasi Sebagai Sebuah Teknologi Pemulihan Pencemaran Khususnya Logam Berat. 2003; [diakses 24 September 2013]. Berasal dari: <http://lftl.bppt.tripod.com/>.
- [16] Nda. Menyerap Logam Berat Dengan Tanaman Air. 2002. [diakses 17 Januari 2012]. Berasal dari: <http://www.mediaindo.co.id>.
- [17] Murdhiani T, Sabrina, dan Sumono. Penurunan Logam Berat Timbal (Pb) pada Kolam Biofiltrasi Air Irigasi Dengan Menggunakan Tanaman Air (*Aquatic Plant*). *Jurnal Ilmu Pertanian KULTIVAR*. 2011; 2 (2): (Tanpa Halaman). [Serial Online] <http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/32730/7/Cover.pdf>. (25 Februari 2014).
- [18] Suwondo H. Peran Tumbuhan Air Sebagai Pengurang Pencemaran dan Tumbuhan Inang Vektor [Internet]. Salatiga: Stasiun Penelitian

- Vektor Penyakit. 1996; [diakses 25 Februari 2014].
Berasal dari: <http://bpk.litbang.depkes.go.id/index.php/MPK/article/download/962/807>.
- [19] Rosiana N, Titin S, Yayat D. Fitoremediasi limbah cair dengan eceng gondok (*Eichhornia crassipes* (mart) solms) dan limbah padat Industri minyak bumi dengan sengon (*Paraserianthes falcataria* l. Nielsen) bermikoriza. Laporan Penelitian. Bandung : Universitas Padjadjaran. 2007 Jul. Berasal dari : http://pustaka.unpad.ac.id/wp-content/uploads/2009/04/fitoremediasi_imbah_cair_dengan_eceng_gondok_dan_limbah_padat_industri.pdf
- [20] Tjitrosomo S. Botani Umum. Yogyakarta : Gajah Mada University Press. 1983.
- [21] Syafrani. Kajian Pemanfaatan Media Penyaring dan Tumbuhan Air Setempat Untuk Pengendalian Limbah Cair Pada Sub-DAS Tapung Kiri Provinsi Riau. Bogor : Institut Pertanian Bogor. 2007.
- [22] Triyastuti Y. Fitoremediasi Tanah Tercemar Merkuri menggunakan tanaman akar wangi pada lahan eks-TPA Keputih. Surabaya : Tnstitut Teknologi Surabaya. (Tanpa Tahun).