

**PENGGUNAAN TANAMAN AKAR WANGI (*Vetiveria zizanioides*)
UNTUK MENYISIHKAN LOGAM TIMBAL
PADA TANAH TERCEMAR LINDI
STUDI KASUS : LEUWIGAJAH, KOTA CIMAHI**

***THE APPLICATION OF AKAR WANGI (*Vetiveria zizanioides*) HERBS
TO REMOVE LEAD IN THE LEACHATE CONTAMINATED SOIL
CASE STUDY : LEUWIGAJAH, CIMAHI***

Aini Rinarti¹ dan Idris Maxdoni Kamil²

Program Studi Teknik Lingkungan

Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan ITB, Jalan Ganeca 10, Bandung, 40132

¹aini_rinarti@yahoo.com dan ²maxdoni@ftsl.it.ac.id

Abstrak : Penelitian yang dilakukan bertujuan untuk mengetahui cara penyisihan logam timbal yang terdapat di dalam tanah tercemar lindi pada daerah sekitar leuwigajah. Cara penyisihan Pb ini dilakukan dengan menggunakan tanaman akar wangi (*Vetiveria zizanioides*) yang ditanam pada tanah tercemar lindi tersebut. Pendekatan standar pembersihan lahan yang diterapkan adalah dengan melihat background level lahan di leuwigajah. Dengan melihat background level daerah tercemar lindi, maka konsentrasi Pb yang harus diturunkan adalah ± 30 ppm. Terjadi penurunan konsentrasi Pb pada tanah tercemar dengan menggunakan tanaman akar wangi, terlihat pada waktu tanam akar wangi sampai dengan hari ke-25. Aktivitas Pb pada tanaman akar wangi juga menunjukkan bahwa penurunan konsentrasi Pb di dalam tanah karena adanya translokasi yang dilakukan oleh tanaman Akar wangi. Translokasi ini terjadi dari tanah ke akar dan daun tanaman. Nilai faktor transfer tertinggi dari tanah ke tanaman akar wangi memperlihatkan bahwa akumulasi Pb terbesar terjadi pada hari ke-25. Karena penelitian ini dilakukan secara close sistem, maka seharusnya konsentrasi Pb di awal dan di akhir selalu sama. Perbedaan konsentrasi Pb di awal dan di akhir waktu tanam dapat disebabkan karena pengambilan sampling tanah di media tumbuh yang dilakukan secara acak sehingga tidak mewakili keseluruhan konsentrasi Pb di dalam media tumbuh.

Kata kunci : Close Sistem, Faktor Transfer, Pb, Tanaman Akar Wangi, Translokasi

1. PENDAHULUAN

Logam berat merupakan unsur yang berbahaya, sehingga kontaminasi logam berat di lingkungan merupakan masalah besar. Persoalan spesifik logam berat di lingkungan diantaranya adalah terakumulasinya logam berat sampai pada rantai makanan dan keberadaannya di alam. Selain itu meningkatnya sejumlah logam berat juga menyebabkan keracunan terhadap tanah, udara, dan air meningkat. Proses industri dan urbanisasi memegang peranan penting terhadap peningkatan kontaminasi tersebut.

Kandungan logam berat di dalam tanah terkontaminasi salah satunya dapat disebabkan oleh berbagai pencemaran dalam bentuk limbah cair. Limbah cair merupakan sisa buangan hasil suatu proses yang sudah tidak dipergunakan lagi, baik berupa sisa industri, rumah tangga, peternakan, pertanian, dan sebagainya. Tempat Pembuangan Akhir (TPA) bisa juga menimbulkan limbah cair yang tidak kalah berbahaya, salah satu limbah cair yang dihasilkan di suatu TPA adalah lindi. Lindi (*Leachate*) adalah cairan yang merembes melalui tumpukan sampah dengan membawa materi terlarut atau tersuspensi terutama hasil proses dekomposisi materi sampah. Lindi 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 dan Padmi, 2008). Lindi

merupakan limbah cair yang sangat berbahaya karena selain mempunyai kandungan organik yang tinggi juga dapat mengandung unsur logam berat seperti Zn, Hg, dan Pb.

TPA leuwigajah sebagai salah satu TPA yang terletak di kota Cimahi, juga menghasilkan lindi saat masih beroperasi. Semenjak tragedi longsornya TPA leuwigajah pada tanggal 21 Februari 2005, TPA leuwigajah ini sudah ditutup dan tidak difungsikan lagi hingga saat ini. Meskipun kini TPA Leuwigajah sudah tidak difungsikan lagi, tetapi masih terdapat kandungan organik yang tinggi di TPA Leuwigajah. Kandungan organik dan logam berat yang tinggi ini akan menyebabkan terbentuknya lindi selama beberapa tahun. Jika tidak ditangani dengan baik, lindi dapat menyerap ke dalam tanah sekitar TPA kemudian mencemari air tanah dan tanah di sekitar TPA Leuwigajah.

Banyak resiko yang bisa ditimbulkan oleh perembesan lindi ke dalam tanah sekitar TPA leuwigajah, salah satunya pencemaran logam berat pada tanah dan air tanah sekitar yang akan menimbulkan kontaminasi terhadap masyarakat sekitar. Timbal merupakan salah satu kandungan logam berat yang biasanya terdapat di dalam tanah terkontaminasi lindi. Timbal merupakan logam berat yang berbahaya bagi kesehatan manusia bila konsentrasinya melebihi konsentrasi maksimum yang dapat ditolerir oleh tubuh manusia. Timbal mempunyai efek racun pada susunan saraf pusat, terutama pada anak-anak. Input atau asupan timbal ke dalam tubuh selain melalui pernapasan dalam bentuk partikulat, dapat juga melalui absorpsi oleh kulit dan saluran makanan. Pada orang dewasa, efek yang ditimbulkan oleh timbal antara lain menyebabkan tekanan darah tinggi, penurunan hemoglobin, pusing, dan pada dosis tinggi dapat menyebabkan *encephalopathy*.

Diperlukan suatu tindakan untuk menurunkan kandungan logam berat khususnya timbal yang terdapat di dalam tanah terkontaminasi lindi di daerah sekitar TPA Leuwigajah. Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk menurunkan konsentrasi logam timbal ini adalah dengan melakukan remediasi. Remediasi diartikan sebagai proses manipulasi ekosistem (tanah, vegetasi, dan satwa liar) untuk mencapai komposisi, pola struktural dan fungsi yang sama dengan yang diinginkan (Albert Univ.,2003). Salah satu teknik yang digunakan dalam remediasi adalah fitoremediasi. Fitoremediasi merupakan salah satu cara penghilangan polutan dari tanah terkontaminasi yang mempunyai biaya rendah dan ramah lingkungan (Yong et al., 2007). Fitoremediasi adalah suatu konsep penggunaan tanaman untuk membersihkan lingkungan dari bahan-bahan pencemar seperti logam timbal.

Tanaman yang dapat digunakan dalam proses fitoremediasi adalah tanaman yang mempunyai sifat hiperakumulator. Sifat hiperakumulator berarti dapat mengakumulasi unsur logam tertentu dengan konsentrasi tinggi pada tajuknya dan dapat digunakan untuk tujuan fitoremediasi. Dalam proses fitoremediasi ini logam berat diserap oleh akar tanaman dan ditranslokasikan ke tajuk untuk diolah kembali atau dibuang pada saat tanaman dipanen (Chaney et. al., 1995). Jenis tanaman yang mempunyai sifat hiperakumulator salah satunya adalah tanaman jenis rumput-rumputan (*grasses*). Beberapa jenis rerumputan tertentu toleran terhadap Pb yang tersedia berlebih dalam tanah (Alloway, 1995). Beberapa studi telah mengkonfirmasi bahwa tanaman mampu menyerap Pb dari tanah terutama jenis rumput-rumputan yang secara alami dapat menyerap Pb jauh lebih banyak dibandingkan tanaman jenis lainnya (Ona et. al., 2006). Salah satu jenis tanaman yang tergolong dalam jenis rumput-rumputan dan toleran terhadap Pb adalah tanaman Akar Wangi (*Vetiveria zizanioides*). Tanaman akar

wangi dapat tumbuh pada media dengan kadar Pb hingga 300 ppm sehingga biasa digunakan untuk rehabilitasi lahan tercemar logam berat (Emmyzar & Hermanto, 2004).

2. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di lapangan sekitar Progam Studi Terknik Lingkungan ITB dan Laboratorium Higiene Industri, Teknik Lingkungan ITB Jalan Ganesha No.10. Selain itu, penelitian ini juga dilakukan di Laboraturium Pusat Pengembangan Geologi Kelautan (PPGL) Bandung. Penelitian ini dilakukan pada skala laboratorium dan dianggap penelitian ini dilakukan dengan sistem tertutup. Sistem tertutup disini berarti media tumbuh dibuat sedemikian rupa sehingga tidak ada material yang keluar dari media tumbuh tersebut. Media tumbuh tanaman akar wangi ini adalah pot.

Survei; Sebelum dimulai penelitian, dilakukan survei awal terhadap lokasi tanah terkontaminasi terlebih dahulu. Dilakukan pengambilan beberapa sampel untuk pengecekan awal, apakah benar tanah tersebut dikategorikan sebagai tanah tercemar atau tidak. Setelah terdapat hasil sampel awal dan dapat dipastikan bahwa tanah tersebut tercemar logam Pb maka dilakukan survei kembali. Survei kedua dilakukan untuk mengambil sampel tanah yang akan diuji coba. Sampel tanah yang diambil di daerah leuwigajah ini diambil secara acak pada 5 titik yang berbeda.

Aklimatisasi; Tahap pertama penelitian ini adalah melakukan aklimatisasi tanaman selama ± 10 hari. Aklimatisasi ini bertujuan untuk tahap penyesuain tanaman akar wangi dengan media tanam yang baru. Setelah tahap aklimatisasi, tanaman dipindahkan ke dalam pot. Tiap tanaman dimasukkan ke dalam pot dengan tanah seberat 3 kg. Jumlah tanaman yang digunakan sesuai dengan kebutuhan penelitian. Tanah yang digunakan untuk penelitian adalah tanah tercemar dan tanah netral.

Ekstraksi Logam Berat; Tanaman di sampling pada waktu tanam hari ke-5, 10, 20, 25, 30, 35, 40, 50, dan 60. Dalam satu kali sampling, dilakukan pengambilan 1 buah tanaman dari setiap jenis tanah. Proses pertama yang dilakukan setelah sampling adalah pembersihan tanaman sehingga tidak terdapat tanah yang menempel pada akar maupun daun. Kemudian proses selanjutnya adalah pengukuran panjang akar dan daun tanaman. Setelah diukur, tanaman yang telah dipisahkan akar dan daunnya ditimbang beratnya. Setelah itu akar dan daunnya dicacah hingga kecil. Kemudian dilakukan penimbangan kembali sebelum dimasukkan ke dalam oven, yaitu penimbangan akar, daun, dan tanah. Setelah itu sampel dikeringkan dengan menggunakan oven pada suhu 120°C selama 2 jam. Setelah dipastikan sampel benar-benar kering, sampel tersebut ditimbang dan akan didapatkan berat kering sampel. Sebagian sampel yang telah dioven dimasukkan ke dalam gelas kimia dan diberi HCl dan HNO_3 dengan perbandingan 1:3 sebanyak 10 ml, lalu sampel dipanaskan selama 2 hari. Setelah 2 hari pemanasan sampel dilakukan penyaringan sampel. Satu jam sebelum dilakukan penyaringan, sampel terlebih dahulu ditetesi H_2O_2 sebanyak 1 ml. Setelah itu sampel di saring dan dimasukkan ke dalam botol untuk dilakukan pengecekan konsentrasi Pb dengan menggunakan *Atomic Absorption Spectrophotometry* (AAS) yang dilakukan di PPGL.

Perhitungan Faktor Transfer; Kemampuan tanaman dalam mengakumulasi logam Pb dari tanah dapat diperkirakan dengan menggunakan faktor transfer atau faktor bioakumulasi. Nilai faktor transfer atau faktor bioakumulasi dihitung berdasarkan rasio konsentrasi logam Pb pada tanaman terhadap konsentrasi logam Pb pada tanah. Faktor transfer atau faktor bioakumulasi ini dihitung dalam persamaan (1) (El Kheir et. al., 2008).

$$Ft = \frac{Aj}{Aa} \quad (1)$$

dimana, Ft = Faktor Transfer (gr/gr)
 Aj = Konsentrasi di Jaringan Tanaman (mg/kg)
 Aa = Konsentrasi di Tanah (mg/kg)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Kondisi Awal Tanah

Pada awal penelitian, dilakukan survei awal pada daerah sekitar leuwigajah yang berada di lokasi teralirkannya lindi dari TPA leuwigajah. Lokasi yang dikunjungi, tepatnya di kampung cibugur RT 01 RW 10 Desa Batujajar Timur Kecamatan Batujajar Kabupaten Bandung. Pada survei awal ini, hal yang dilakukan adalah pengambilan sampel awal, pemantauan kondisi lingkungan, dan penentuan titik sampling untuk pengambilan sampel berikutnya.

Sampel awal tanah yang diambil adalah sampel tanah yang tercemar lindi dan sampel tanah netral atau tidak tercemar lindi. Hal ini dilakukan karena di Indonesia belum ada peraturan serta baku mutu yang mengatur mengenai pencemaran dan pemulihan tanah tercemar. Sehingga, pendekatan standar pembersihan lahan tanah tercemar dilakukan dengan cara background level. Background level disini berarti menurunkan kadar pencemaran sampai nilai batas akhir suatu konsentrasi logam yang terkandung dalam tanah sebelum tercemar. Idealnya background level ini dilihat pada lokasi yang sama, yaitu di tanah sebelum dan sesudah tercemar. Tetapi, karena tidak ada data mengenai konsentrasi Pb pada tanah yang tercemar lindi, maka tanah netral yang diambil adalah tanah yang memiliki karakteristik sama dengan tanah tercemar, tetapi tanah tersebut tidak tercemar lindi. Tanah netral diambil di daerah yang sama tetapi di daerah yang tidak terlewati aliran lindi. Setelah itu, dilakukan pengujian terhadap sampel awal tanah. Pada **Tabel 1** berikut ini akan diperlihatkan perbandingan sampel awal tanah antara tanah tercemar dan tanah tidak tercemar.

Tabel 1. Hasil sampel awal tanah

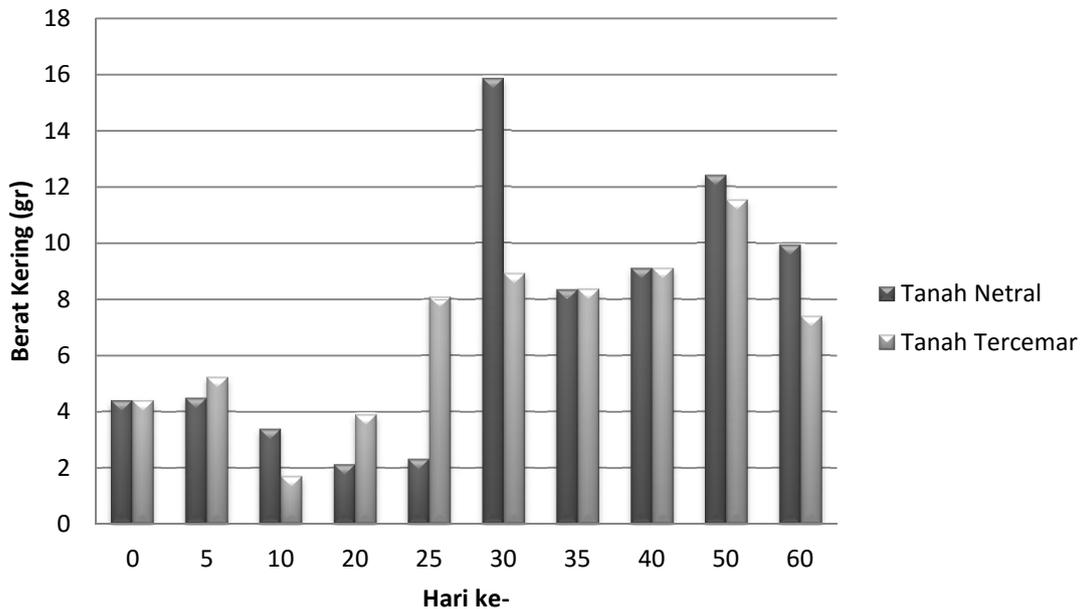
Parameter	Tanah Tercemar (ppm)	Tanah Netral (ppm)
Pb	53,6	23,55

Dari hasil sampel pada **Tabel.1** tersebut, maka terlihat bahwa terdapat pencemaran logam Pb pada tanah di sekitar leuwigajah. Jika dibandingkan dengan tanah netral di daerah tersebut, maka konsentrasi Pb harus diturunkan sebesar ± 30 ppm agar keadaan tanahnya kembali seperti keadaan tanah semula atau tanah netral di daerah leuwigajah.

3.2 Uji Hayati Akar Wangi

Pertumbuhan tanaman akar wangi diperlihatkan dalam data berat kering tanaman. Penanaman yang dilakukan selama 60 hari, diambil sampel tanamannya pada hari ke-5, 10, 20, 25, 30, 35, 40, 50, dan 60. Pada waktu tersebut, tanaman akar wangi dipanen dan dilakukan pengukuran berat keringnya. Tanaman akar wangi yang telah dipanen dipotong-potong sesuai pembagiannya yaitu menjadi bagian akar dan bagian daun lalu dioven sampai diperoleh berat kering yang konstan. Setelah itu ditimbang berat kering

tanaman tersebut. Hasil dari berat kering tersebut dapat dilihat pada **Gambar 1** dibawah ini.

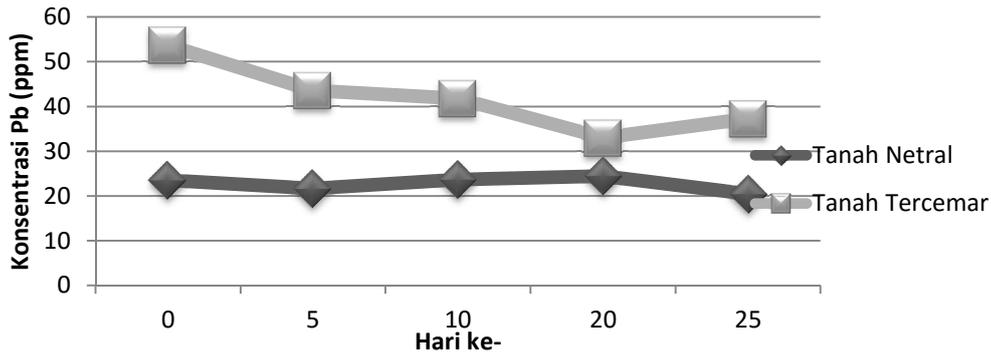


Gambar 1. Berat kering akar wangi

Pada **Gambar 1**, dapat terlihat bahwa berat kering tanaman akar wangi cenderung menurun pada 20 hari pertama, dan setelahnya sampai hari ke-60 cenderung meningkat seiring dengan umur tanaman. Penurunan pada 20 hari pertama dapat disebabkan karena tanaman akar wangi ini masih membutuhkan penyesuaian pada kondisi faktor lingkungan yang baru. Berat kering akar wangi ini selain dipengaruhi oleh faktor lingkungan seperti cahaya, suhu, udara, air, dan unsur hara, dipengaruhi juga oleh kondisi bibit yang digunakan. Dalam penelitian ini, tanaman akar wangi yang digunakan untuk setiap umurnya bukan berasal dari bibit tanaman yang sama sehingga ada kemungkinan terjadinya perbedaan pertumbuhan tanaman.

3.3 Penurunan Konsentrasi Pb pada Tanah

Untuk mengetahui keefektifitasan tanaman akar wangi dalam menyerap logam berat, dapat dilakukan dengan cara melihat nilai konsentrasi Pb yang terdapat di dalam media tanam baik tanah netral dan tanah tercemar. Bila terdapat penurunan nilai konsentrasi Pb pada media tanam, maka tanaman akar wangi ini dapat dikatakan efektif dalam menyerap logam Pb. Nilai konsentrasi Pb pada tanah netral dan tanah tercemar selama 25 hari dapat dilihat pada **Gambar 2** berikut ini

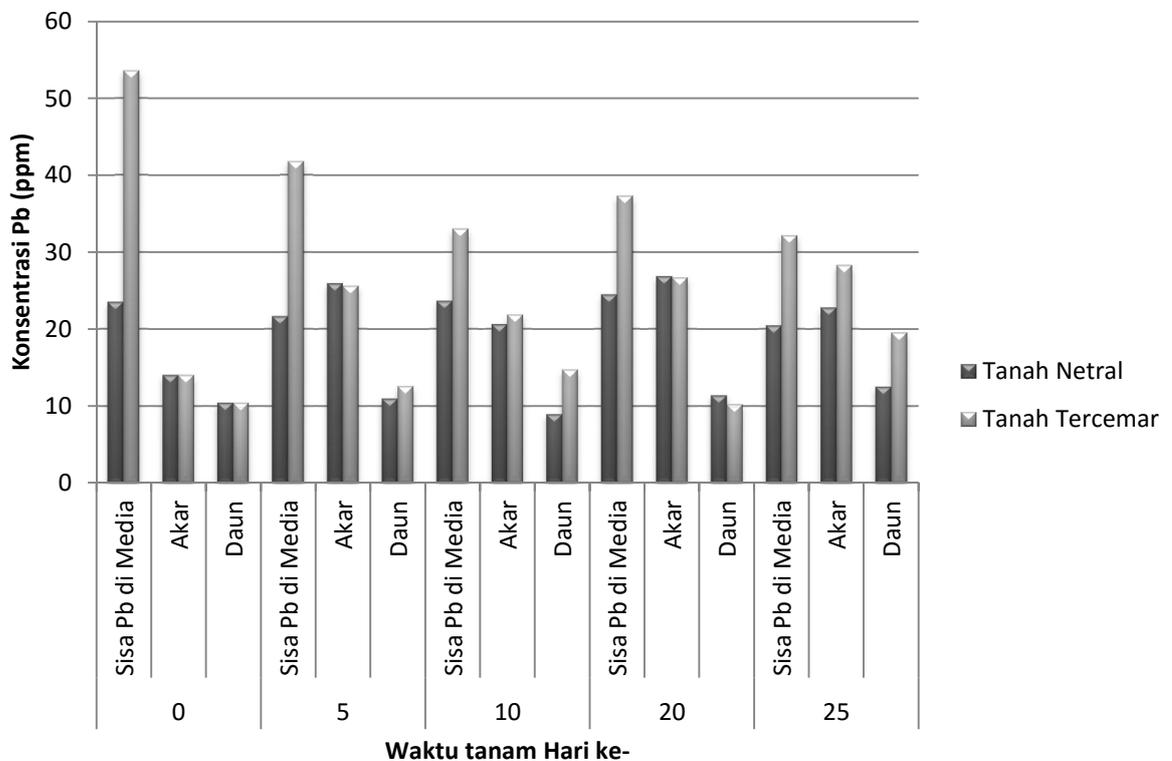


Gambar 2. Nilai konsentrasi Pb pada tanah

Pada media tanam tanah netral, terlihat bahwa pada hari ke-0 hingga hari ke-25 tidak terdapat penurunan maupun kenaikan kandungan Pb yang signifikan. Hal ini tidak menjadi masalah, karena tanah netral disini dipergunakan hanya sebagai kontrol. Sedangkan pada tanah tercemar terdapat penurunan konsentrasi Pb dari hari ke-0 hingga hari ke-20. Tetapi, pada hari ke-20 menuju hari ke-25, terdapat kenaikan konsentrasi Pb. Hal ini menunjukkan bahwa pada waktu tanam yang masih dini, penyerapan konsentrasi Pb yang dilakukan oleh tanaman akar wangi masih belum stabil. Sehingga, jika waktu tanam baru mencapai hari ke-25, belum dapat disimpulkan keefektifitasan tanaman akar wangi ini dalam menyerap Pb.

3.4 Aktivitas Pb pada tanaman Akar Wangi

Hasil penelitian kandungan Pb yang terdapat pada tanaman akar wangi (dalam akar dan daun) selama 25 hari penanaman diperlihatkan pada **Gambar 3.** berikut ini.



Gambar 3. Konsentrasi Pb pada tanaman dan tanah

Pada **Gambar 3.** diatas terlihat bahwa terdapat pengaruh media tanam (tanah tercemar dan tanah netral) terhadap konsentrasi Pb di akar dan daun pada 25 hari pertama. Pada tanah netral, penambahan Pb pada akar dan daun, juga pengurangan Pb pada media tanam relatif konstan dan tidak begitu signifikan. Meskipun pada hari ke-5 terdapat pengurangan Pb di media tanam dan penambahan Pb di akar. Pada hari ke-10, konsentrasi Pb di media tanam tanah netral relatif masih konstan. Pada hari ke-20 di media tanam tanah netral terdapat penambahan konsentrasi Pb di akar yang cukup signifikan, meskipun tidak diiringi dengan pengurangan Pb di media tanam. Sedangkan pada hari ke-25, terjadi pengurangan konsentrasi Pb di tanah yang diiringi dengan pengurangan konsentrasi Pb di akar dan penambahan konsentrasi Pb di daun. Hal ini menunjukkan bahwa pada hari ke-25 telah terjadi translokasi dari akar ke daun.

Pada waktu tanam 5 hari terdapat pengurangan Pb pada media tanam tanah tercemar dan penambahan Pb pada akar dan daun akar wangi, meskipun penambahan Pb pada daun akar wangi belum begitu signifikan. Hal tersebut dapat disebabkan karena pada hari ke-5, logam berat yang terdapat di akar belum ditranslokasikan ke bagian tanaman yang lain (daun). Pada permulaan penanaman, pertumbuhan mengarah ke akar dan distribusi unsur ke bagian tanaman yang lain tergantung pada lamanya waktu penanaman. Pada hari ke-5 konsentrasi Pb terbesar masih terdapat di dalam media tanam tanah tercemar.

Selanjutnya, pada hari ke-10 terjadi pengurangan kandungan Pb pada media tanam tanah tercemar, seiring terjadinya pengurangan Pb pada akar dan penambahan kandungan Pb pada daun. Hal ini dapat disimpulkan bahwa mulai terjadi translokasi kandungan Pb ke bagian daun. Meskipun konsentrasi Pb di akar masih lebih besar jika dibandingkan kandungan Pb di daun. Kandungan Pb di media tanam tanah tercemar juga masih lebih besar jika dibandingkan dengan konsentrasi Pb di akar dan di daun.

Pada waktu tanam 20 hari, mekanisme penyerapan merupakan kelanjutan dari penyerapan pada waktu panen 10 hari. Terjadi peningkatan kandungan Pb di dalam media tanam tanah tercemar seiring dengan terjadinya peningkatan kandungan Pb di akar. Bila dibandingkan dengan hari ke-10, pada hari ke-20 terjadi penurunan kandungan Pb di dalam daun. Hal ini dapat disebabkan karena belum stabilnya tanaman akar wangi dalam menyerap logam Pb dalam waktu 20 hari.

Pada waktu tanam 25 hari, terjadi penurunan konsentrasi Pb di tanah yang diiringi dengan kenaikan konsentrasi Pb di akar dan di daun. Kenaikan konsentrasi Pb di akar dan daun menunjukkan bahwa telah terjadi translokasi konsentrasi Pb dari tanah ke akar. Selain itu, translokasi juga terjadi dari akar ke daun tanaman akar wangi, terlihat dari konsentrasi Pb yang meningkat pada daun tanaman akar wangi ini.

Tanaman yang tergolong dalam tanaman hiperakumulator adalah tanaman yang dapat mengakumulasi jumlah logam yang sangat tinggi. Karakteristik utama tanaman hiperakumulator diantaranya dilihat dari konsentrasi logam berat di daun, batang, dan akar yang harus mampu menyerap 1000 mg/kg massa kering untuk Pb. Selain itu, konsentrasi logam berat di pucuk (di daun atau batang) harus lebih tinggi jika dibandingkan di akar (Wei dan Zhou, 2006). Pada penanaman hingga hari ke-25, tanaman akar wangi belum dapat dikatakan sebagai tanaman hiperakumulator, karena konsentrasi di akar masih lebih tinggi dibandingkan di daun.

3.5 Faktor transfer Tanah-Tanaman Akar Wangi

Faktor transfer dari tanah ke tanaman akar wangi merupakan proses penting dalam kaitannya dengan fitoremediasi. Faktor transfer dalam kasus ini adalah perbandingan konsentrasi tanaman dengan konsentrasi pada sampel tanah. Faktor transfer yang

didapat menandakan kemampuan tanaman akar wangi dalam menyerap logam Pb dari tanah. Potensi fitoekstraksi logam tergantung pada tiga variabel yaitu, biomassa tanaman, massa tanah yang memerlukan remediasi, dan yang terakhir adalah faktor transfer (Allica. et. al., 2005). Faktor transfer tanah tercemar dan tanaman akar wangi pada media tanam dapat dilihat pada **Tabel 2.** berikut ini.

Tabel 2. Faktor transfer tanah tercemar-tanaman

Waktu Tanam Hari ke-	Faktor Transfer
5	0,54
10	0,45
20	0,53
25	0,65

Besarnya faktor transfer pada tanaman akar wangi selama 25 hari yaitu antara 0,4 – 0,7. Nilai faktor transfer tertinggi terjadi pada hari ke-25. Kondisi ini menunjukkan bahwa sampai hari ke-25, kondisi maksimum penyerapan yang dilakukan oleh tanaman akar wangi terjadi pada hari ke-25. Hal ini sesuai dengan akumulasi Pb terbesar yang terjadi pada waktu panen hari ke-25.

3.6 Neraca Massa Pb Pada Media Tanam

Perhitungan neraca massa Pb pada media tanam adalah dengan cara membandingkan massa awal Pb pada media tanam ditambah konsentrasi awal Pb di tanaman dengan massa total Pb pada tanaman (akar dan daun) ditambah massa Pb pada sisa tanah setelah penanaman. Karena penelitian ini dilakukan secara *close system*, konsentrasi Pb pada awal penelitian harus selalu sama dengan konsentrasi total Pb pada tanaman (akar dan daun) ditambah massa Pb pada sisa tanah setelah penanaman. Tetapi, pada kenyataannya jumlah konsentrasi Pb di tanaman (akar dan daun) ditambah konsentrasi sisa setelah penanaman tidaklah sama. Hal ini dapat dilihat pada **Tabel 3.** berikut ini.

Tabel 3. Neraca massa Pb

Waktu Pemanenan	Media Tanam	Konsentrasi Awal	Konsentrasi Setelah Penanaman			Konsentrasi Total	Konsentrasi Pb	
			Tanah	Akar	Daun		Hilang	Bertambah
5	Tanah Netral	47,99	21,65	25,9	10,94	58,52	-	10,53
	Tanah Tercemar	78,05	41,81	25,6	12,57	79,98	-	3,69
10	Tanah Netral	47,99	23,65	20,6	8,898	53,16	-	5,16
	Tanah Tercemar	78,05	33,02	21,8	14,71	69,59	-	0,33
20	Tanah Netral	47,99	24,47	26,8	11,35	62,67	-	14,67
	Tanah Tercemar	78,05	37,32	26,6	10,18	74,19	8,16	-
25	Tanah Netral	47,99	20,45	22,8	12,48	55,73	-	7,74
	Tanah Tercemar	78,05	32,14	28,3	19,54	80,01	-	0,10

Adanya sejumlah konsentrasi Pb yang hilang dan bertambah bila dibandingkan dengan konsentrasi Pb pada saat awal penelitian dapat disebabkan oleh pengambilan sampling yang dilakukan secara acak yang mungkin tidak mewakili keseluruhan konsentrasi lokasi tercemar, sehingga terjadi ketidak seimbangan seperti ini. Karena hal tersebut, terdapat kemungkinan bahwa analisis kandungan Pb yang tersisa tidak mewakili kandungan Pb total di dalam tanah. Dalam penelitian ini, diambil secara acak contoh tanah seberat $\pm 1,5$ gr pada setiap media tumbuh. Tanah seberat $\pm 1,5$ gr ini sebenarnya kurang mewakili keseluruhan tanah yang terdapat di dalam media tumbuh. Penyiraman rutin yang dilakukan terhadap tanaman, dapat juga menyebabkan pencucian logam Pb di dalam tanah. Meskipun tidak terdapat materil yang keluar dari dalam media tumbuh, tetapi penyiraman dapat menyebabkan distribusi Pb di dalam media tumbuh menjadi kurang merata.

4. KESIMPULAN

Pendekatan standar pembersihan lahan tanah tercemar lindi di leuwigajah dilakukan dengan melihat background level. Dengan cara tersebut, maka konsentrasi logam Pb yang harus diturunkan adalah ± 30 ppm agar keadaan tanahnya kembali seperti keadaan tanah semula atau tanah netral di daerah leuwigajah. Penggunaan akar wangi sebagai salah satu penyisihan logam Pb cukup efektif bila dilihat sudah terjadi penurunan logam Pb di tanah tercemar setelah dilakukan penanaman selama 25 hari. Tetapi, jika waktu tanam masih terlalu dini maka penyerapan logam Pb yang dilakukan tanaman akar wangi masih belum stabil. Meskipun tanaman akar wangi ini sudah memperlihatkan aktifitasnya yang terlihat dari terdapatnya translokasi dari tanah ke akar dan daun. Faktor transfer tanah tercemar ke tanaman akar wangi antara 0,4 – 0,7. Kondisi ini juga menunjukkan sudah terjadi penyerapan Pb yang dilakukan oleh tanaman akar wangi. Pengambilan sampling secara acak dan penyiraman berpengaruh terhadap nilai konsentrasi Pb yang berbeda-beda pada media tanam. Hal ini menyebabkan tidak terjadinya kesetimbangan pada neraca massa konsentrasi Pb.

DAFTAR PUSTAKA

- Allicia, J.Hernandez., Becerril, J.M., Zarate, O., dan Garbisu, C. 2005. *Assessment of the efficiency of a metal phytoextraction process with biological indicators of soil health*. Spain: Department of Plant Biology and Ecology, University of the Basque Country. Springer Science. Plant and Soil, 155, pages 87-95
- Alberta Univ. 2003. Land Reclamation, Remediation and Restoration.
- Alloway, B. J. 19975. *Heavy Metals in Soils*. 2rd Edition. Blackie Academic and Professional Chapman and Hall. London Glasgow Wenheim New York. Tokyo Melbourne Madras. 368 p.
- Chaney RL *et al.* 1995. Potential Use of Metal Hyperaccumulators. *Mining Environ Manag* 3:9-11.
- Damanhuri, E., dan Tri Padi. 2008. *Pengelolaan Sampah*. Bandung: Program Studi Teknik Lingkungan, ITB.
- Emmyzar, Hermanto. 2004. Rehabilitasi tanah tercemar Pb menggunakan tanaman akar wangi. *Gakuryoku* 10:37-40.
- Kheir, Safae Berrah El., Oubbih Jamal., Saidi Nadia., dan Bouabdli, Abdelhak. 2008. *Uptake and fixation of Zn, Pb, and Cd by Thlaspi caerulescens: application in the*

cases of old mines of Mibladen and Zaida (West of Morocco). Morocco : Applied eosciences and Environment Laboratory, Environmental Pollution and Phytoremediation (Equip), Faculty of Sciences, Ibn Tofail University. Springer Science + Saudi Society for Geosciences. 133, pages 87 - 95.

- Notodarmojo, Suprihanto. 2005. Pencemaran Tanah dan Air Tanah : Penerbit ITB
- Ona, Louella F., Alberto, Annie Melinda P., Prudente, Jacqueline A., dan Sigua, Gilbert C.,. 2006. *Levels of Lead in Urban Soils from Selected Cities in a Central Region of the Philippines*. Philippines: Tarlac State University, Tarlac City, Tarlac, Philippines. Springer Science + Ecomed Publishers. 13, pages 177 - 183.
- Soesilo, J.Andy, and Stephanie R.Wilson. *Site Remediation Planning and Management*.
- Song, Won-Yong., Choi, Young-Im., dan Shim, Donghwan. 2006. *Transgenic Poplar for Phytoremediation*. Korea: IPOSTECH-UZH Cooperative Laboratory, Division of Molecular Life Sciences, Pohang University of Science and Technology. Springer Science. Biotechnology and Sustainable Agriculture, 266, pages 265 - 271.
- Wei, Shu-He and Zhou, Qi-Xing., 2006. *Phytoremediation of Cadmium-Contaminated Soils by *Rorippa globosa* Using Two-Phase Planting*. China: Key Laboratory of Terrestrial Ecological Process, Institute of Applied Ecology, Chinese Academy of Sciences. Springer Science + Ecomed Publishers. Environ Science and Pollutant Research, 133, pages 151 - 155.