

Potensi Fitoremediasi Tanah Tercemar Timbal (Pb) Dengan Penambahan EDTA Menggunakan Rumput Raja (*Pennisetum purpuroides*)

Potential of Phytoremediation of Lead Contaminated Soil (Pb) With EDTA Addition Using King Grass (Pennisetum purpuroides)

Fajri Anugroho^{1*}, Evi Kurniati¹, Benedictus Alvin Pohan Effendi²

¹Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Brawijaya Jl. Veteran, Malang 65145

²Program Studi Teknik Lingkungan, Jurusan Keteknikan Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Brawijaya Jl. Veteran, Malang 65145

*Email Korespondensi: fajri.anugroho@gmail.com

ABSTRAK

Logam Pb atau timbal merupakan logam yang berbahaya bagi kesehatan manusia dan organisme lainnya. Salah satu metode pemulihan kualitas lingkungan yang dapat menstabilkan dan mentransformasi polutan yaitu fitoremediasi. Tanaman rumput raja (*Pennisetum purpurhoides*) berfungsi untuk meremediasi tanah tercemar Pb. Penelitian ini bertujuan untuk mengamati pengaruh variasi perlakuan pada pertumbuhan dan penyerapan logam pada tanaman. Dalam penelitian ini digunakan perlakuan dengan variasi kadar Pb sebesar 0 ppm, 100 ppm, dan 200 ppm dan penambahan EDTA sebesar 5 mmol selama 8 minggu. Variasi perlakuan cenderung tidak memberikan pengaruh nyata pada variabel banyak daun dan luas daun. Perlakuan memberikan pengaruh signifikan pada peningkatan hasil konsentrasi dan akumulasi tanaman, terutama pada bagian perakaran tanaman. Tanaman rumput raja memiliki nilai BCF (*Bioconcentration Factor*) 1.211 ketika dilakukan penambahan EDTA, dimana rumput raja termasuk dalam kategori tanaman akumulator logam berat. Nilai TF (*Translocation Factor*) didapatkan kurang dari 1 sehingga tanaman rumput raja cenderung mengakumulasi logam berat yang diekstrak pada bagian perakaran.

Kata kunci: *bioconcentration factor*, tanaman akumulator logam berat, *translocation factor*

ABSTRACT

Heavy metal is one of the chemical elements that is harmful to human health and other organisms and includes pollutants because it is stable and difficult to decipher. One of the heavy metals that pollute the soil is Pb or lead. One method of restoring environmental quality that can change pollutants to be reduced or harmless is by phytoremediation. This research utilizes the king grass plant (*Pennisetum purpurhoides*) with the addition of 5mmol EDTA to remedy the variation of Pb polluted soil at 100 ppm and 200 ppm. The study was conducted for 8 weeks. Variations in Pb and EDTA administration in planting media tend not to have a significant effect on many leaves and leaf area. In addition, Pb and EDTA tend to have a real influence on dry leaf biomass. From phytoremediation results, the king grass plant has a BCF (*Bioconcentration Factor*) value of 1.211 or more than 1 ($BCF > 1$) when the addition of EDTA, where the king grass is included in the category of heavy metal accumulator plants. TF (*Translocation Factor*) value is less than 1 so that the king grass plants tend to accumulate heavy metals extracted from the roots.

Keyword : *bioconcentration factor*, heavy metal accumulator plants, *translocation factor*

PENDAHULUAN

Penggunaan logam berat sangat luas dan hampir setiap industri menggunakannya baik sebagai pereaksi ataupun katalis dalam berbagai proses industri. Keberadaan unsur logam pada tanah dapat terjadi karena penggunaan bahan agrokimia (pupuk, pestisida dan fungisida), polusi (asap kendaraan bermotor), penggunaan bahan bakar minyak, pupuk organik, buangan limbah rumah tangga, industri, dan pertambangan sehingga terjadi kontaminasi logam-logam pada tanah dan tumbuh - tumbuhan (Alloway dan Ayres, 1997). Kontaminasi logam pada tanah dan tanaman terjadi karena sangat besarnya resiko terpapar logam berat maupun logam transisi yang bersifat toksik dalam dosis atau konsentrasi tertentu (Widowati *et al.* 2008). Salah satu logam berat yang mencemari tanah adalah Pb atau timbal. Logam berat timbal merupakan salah satu logam berat yang berbahaya bagi kesehatan manusia dan organisme lainnya. Logam berat dalam tanah dapat terakumulasi dalam tanaman dan hal ini dapat mengganggu kesehatan manusia jika dikonsumsi (Hardiani, 2009). Kandungan logam dalam tanah sangat berpengaruh terhadap kandungan logam pada tanaman yang tumbuh di atasnya, kecuali terjadi interaksi diantara logam itu sehingga terjadi hambatan penyerapan logam tersebut oleh tanaman (Charlena, 2004). Akumulasi logam dalam tanaman tidak hanya tergantung pada kandungan logam dalam tanah, tetapi juga tergantung pada unsur kimia tanah, jenis logam, pH tanah, dan spesies tanaman (Darmono, 1995).

Fitoremediasi adalah penggunaan tumbuhan dalam menyerap bahan pencemar. Menurut Chen *et al.* (1996), akar dari jenis tumbuhan rerumputan yang terdapat di iklim tropis dan subtropis berpotensi untuk mengatasi masalah logam berat. Rumput vetiver (*Vetiveria Zizanioides*) menunjukkan penyerapan logam Pb dengan konsentrasi 4.3 mg.kg⁻¹ pada bagian akar (Gupta, 2008). Penggunaan tanaman *M. sativa* dengan penambahan EDTA dapat mengakumulasi logam Pb hingga 10.75 mg.pot⁻¹ (Chigbo, 2013). Menurut Razikin

(2011), rumput gajah (*Pennisetum purpureum*) memiliki kemampuan serapan logam Pb 0.839 mg.kg⁻¹. Penggunaan EDTA pada fitoremediasi tanaman jagung (*Zea mays*) dan kacang (*Pisllm sativollm*) terbukti dapat meningkatkan kandungan timbal di bagian tajuk tanaman dari 500 ppm pada tanaman yang tidak diberi EDTA atau asam sitrat menjadi 1000 ppm (Ghosh dan Singh, 2005). Penelitian ini berjudul "Potensi Fitoremediasi Tanah Tercemar Timbal (Pb) dengan Penambahan EDTA Menggunakan Rumput Raja (*Pennisetum Purpurhoides*)". Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh tanah tercemar timbal terhadap tanaman (*Pennisetum purpurhoides*) dan mengetahui pengaruh penambahan EDTA terhadap akumulasi timbal pada tanaman

BAHAN DAN METODE

Persiapan Media Tanam dan Tanaman

Tanah dan kompos disiapkan dengan melakukan pengeringan yang dilakukan di rumah kaca (*greenhouse*) dengan suhu ruang rata-rata 28-35 °C selama 3 hari. Tanah dan kompos yang sudah kering kemudian ditimbang sebanyak 4 kg dengan perbandingan komposisi media tanam yakni 1:3 (1 kg kompos dan 3 kg tanah) dan dilakukan pengukuran WHC (*Water Holding Capacity*). Tanaman yang sudah seragam ukurannya ditimbang berat batangnya agar dipilih batang tanaman rumput raja yang beratnya seragam yakni berkisar 150 - 250 g. Konsentrasi logam Pb pada tanah yaitu 0 ppm, 100 ppm, dan 200 ppm. Logam Pb yang dicampur pada tanah berupa padatan untuk konsentrasi 100 ppm diberikan Logam Pb(NO₃)₂ seberat 0.64 g dan untuk konsentrasi 200 ppm diberikan Logam Pb(NO₃)₂ seberat 1.28 g pada tiap pot yang telah ditentukan. Untuk penambahan EDTA (*ethylene diamine tetra acetate*) dengan konsentrasi 5 mmol diberikan EDTA berupa padatan dengan berat 5.84 g.

Penanaman Rumput Raja

Rumput raja ditanam dengan menggunakan stek batang yang sudah dibersihkan daunnya dan sudah dipotong miring pada bagian pangkal bawah

sementara bagian pangkal atas datar. Saat penanaman rumput raja, tanah disiram air terlebih dahulu. Kemudian ditanamkan 2 ruas batang ke dalam tanah dan menyisakan 2 ruas diatas tanah.

Pengamatan dan Pemeliharaan

Kegiatan pengamatan dan pemeliharaan selama penelitian dilakukan dalam jangka waktu 8 minggu. Parameter yang diamati selama penelitian adalah pH media tanam, suhu media tanam dan suhu ruang. Pengukuran pH media tanam, suhu media tanam dan suhu ruang dilakukan setiap hari pada pukul 08.00 WIB. Pengamatan pada minggu ke-8 diamati luasan daun menggunakan aplikasi *ImageJ*, berat basah, dan berat kering tanaman.

Pengambilan Sampel

Saat proses pemanenan, tanaman dibersihkan dari kotoran (tanah), selanjutnya tanaman dipisahkan akar, batang primer, batang sekunder dan daun. Bagian tanaman yang sudah dipisahkan ditimbang berat basahnya dan dimasukkan ke dalam kantong kertas untuk dikeringkan ke dalam oven pada suhu 80 °C selama 2 hari. Bagian tanaman yang telah dikeringkan dengan oven, ditimbang berat keringnya.

Analisa Sampel

Pengujian Pb pada tanaman dilakukan pada pada akar, batang, daun, dan tanah. Pengujian Pb pada akhir penelitian dilakukan untuk mengetahui kadar Pb yang telah terakumulasi oleh tanaman. Analisis konsentrasi timbal (Pb) di laboratorium menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) dengan melarutkan 1 g tiap sampel kedalam 25 ml HNO₃ 10%. Setiap perlakuan dihitung total konsentrasi logam Pb untuk mengetahui konsentrasi logam Pb dalam tanaman secara keseluruhan pada masing-masing perlakuan.

Analisa Data

Analisis data dilakukan setelah diketahui konsentrasi Pb yang diserap oleh rumput raja pada bagian akar, batang dan daun setelah dilakukan fitoremediasi. Beberapa tahapan yang dilakukan yaitu menganalisis

data akumulasi logam Pb, BCF (*Bioconcentration Factor*) dan TF (*Translocation Factor*). Hasil uji laboratorium dan perhitungan matematis kemudian diolah menggunakan Microsoft Excel (ANOVA), jika nilai p-value lebih kecil dari 0.05 (p-value <0.05) maka akan dilanjutkan dengan uji beda nyata (BNT) taraf 5%. pada masing-masing bagian tanaman setiap perlakuan. Nilai BCF (*Bioconcentration Factor*) untuk mengetahui tingkat akumulasi logam pada tanaman dilakukan dengan cara menghitung konsentrasi logam pada media tanam dan akar. Faktor biokonsentrasi (BCF) merupakan perbandingan antara konsentrasi logam di akar dengan konsentrasi di media tanam.

$$TF = \frac{BCF \text{ daun}}{BCF \text{ akar}} \dots\dots\dots(1)$$

$$BCF = \frac{\text{Konsentrasi logam tanaman}}{\text{Konsentrasi Logam tanah}} \dots\dots\dots(2)$$

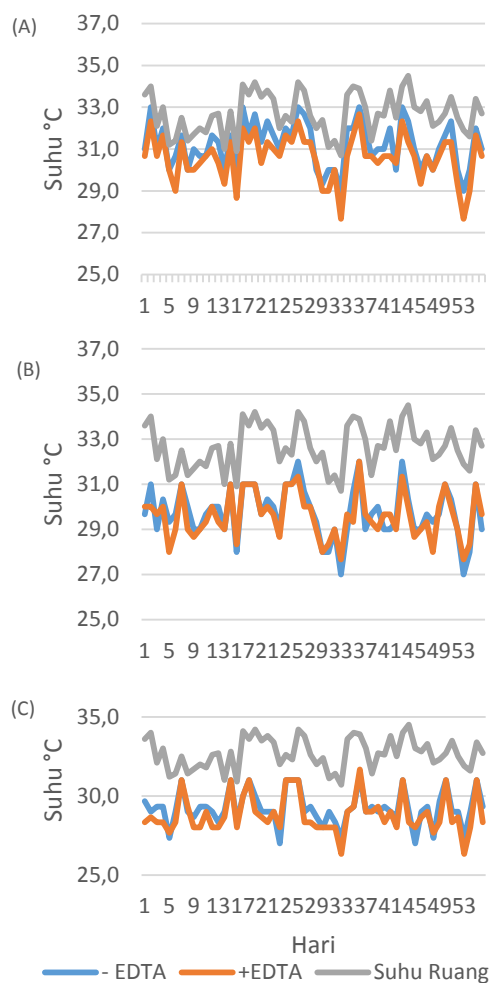
HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Media Tanam

Kadar konsentrasi NPK dan Pb pada tanah didapatkan dari hasil analisis Lab Kimia Tanah Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya dilakukan konversi menjadi satuan yang sama (mg.kg⁻¹). Berdasarkan Suyitman (2014), rekomendasi pemberian dosis pupuk NPK pada penumbuhan rumput raja 200 kg.ha⁻¹ urea, 150 kg.ha⁻¹ SP-36, dan 100 kg.ha⁻¹ KCl. Sementara kandungan Pb dalam media tanam menurut Alloway (1995) pada perlakuan penambahan Pb dengan konsentrasi 100 ppm masih berada dalam batas normal atau batas toleransi logam berat Pb dalam tanah dengan kisaran 2 - 300 mg.kg⁻¹, dan pada perlakuan penambahan Pb dengan konsentrasi 200 ppm dikatakan terkontaminasi karena kandungan mencapai kisaran 300 - 400 mg.kg⁻¹.

Tabel 1. Karakteristik media tanam

Kadar	Konsentrasi (mg.kg ⁻¹)
N	1100.00
P	73.75
K	371.45
Tanah Pb 0 ppm	Tidak terukur
Tanah Pb 100 ppm	185.79
Tanah Pb 200 ppm	345.04



Gambar 1. Suhu ruang dan media tanam (A) 0 ppm, (B) 100 ppm, (C) 200 ppm

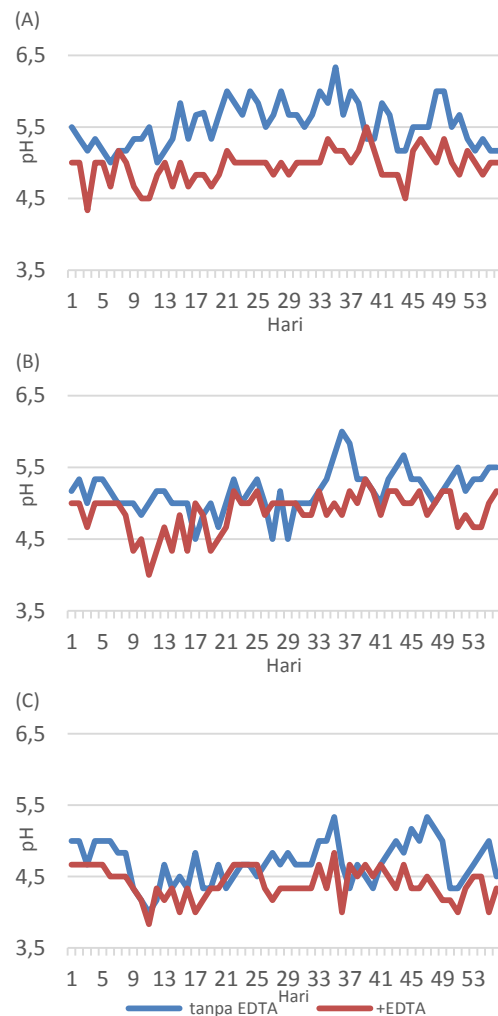
Kondisi Lingkungan Selama Penelitian

1. Suhu Ruang dan Media Tanam

Suhu ruang dan media tanam menunjukkan pola fluktuatif. Suhu ruang selama penelitian tercatat berkisar antara 30.9–36.2 °C. Sementara itu rata-rata suhu pada media tanam 0 ppm adalah 31.202 °C. Suhu pada media tanam 0 ppm dengan penambahan EDTA adalah 30.613 °C. suhu pada media tanam 100 ppm adalah 29.744 °C. suhu pada media tanam 100 ppm dengan penambahan EDTA adalah 29.607 °C. suhu pada media tanam 200 ppm adalah 29.220 °C. suhu pada media tanam 200 ppm dengan penambahan EDTA adalah 28.857 °C.

2. pH Media Tanam

Rata-rata pH media tanam pada perlakuan 0 ppm adalah 5.536 dan rata-rata pH media



Gambar 2. pH media tanam (A) 0 ppm, (B) 100 ppm, dan (C) 200 ppm

tanam pada perlakuan 0 ppm dengan penambahan EDTA adalah 4.952. Rata-rata pH media tanam pada perlakuan 100 ppm adalah 5.170 dan rata-rata pH media tanam pada perlakuan 100 ppm dengan penambahan EDTA adalah 4.875. Rata-rata pH media tanam pada perlakuan 200 ppm adalah 4.690 dan rata-rata pH media tanam pada perlakuan 200 ppm dengan penambahan EDTA adalah 4.399. Semakin banyak penambahan zat kimia baik Pb maupun EDTA pada media tanam akan semakin meningkatkan tingkat keasaman pada tanah, dimana dapat dilihat pada grafik rata-rata pH media tanam paling rendah ada pada perlakuan 200 ppm dengan penambahan EDTA.

Luas Dan Jumlah Daun Rumput Raja Setelah Proses Remediasi

Variasi dosis pencemar Pb (0 ppm, 100 ppm, dan 200 ppm) dan pemberian EDTA cenderung tidak berpengaruh nyata terhadap luasan daun rumput raja dengan pemberian pencemar 100 ppm dengan EDTA cenderung lebih besar daripada luas daun rumput raja tanpa pemberian pencemar. Faktor yang memberi pengaruh bagi pertumbuhan daun tanaman adalah besarnya konsentrasi pencemar Pb. Hal ini disampaikan oleh Manara (2012) dan Szöllösi *et al.* (2011), penyerapan logam dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti konsentrasi, muatan ion dan ada tidaknya transporter dalam sel. Semakin besar pemberian larutan $Pb(NO_3)_2$ maka semakin besar pula kation Pb^{2+} dalam timbal hidroksida dan anion NO_3^- (nitrat) dalam asam nitrat.

Tabel 2. Jumlah daun dan luas daun

Perlakuan	Jumlah Daun	Luas Daun (cm ²)
0 ppm	15.0	961.2
0 ppm + EDTA	19.6	1445.0
100 ppm	18.3	1369.2
100 ppm + EDTA	16.3	1606.8
200 ppm	17.0	1378.8
200 ppm + EDTA	14.5	1295.8

Biomassa Tanaman Rumput Raja

Perlakuan pemberian pencemar Pb dengan dosis 0 ppm, 100 ppm, dan 200 ppm dan pemberian EDTA berpengaruh secara nyata pada berat basah akar dan batang, sedangkan pada rata-rata total pada semua perlakuan tidak menunjukkan pengaruh signifikan terhadap berat kering dan berat basah rumput raja. Hal ini sesuai dengan penelitian K. Miladinova-Georgieva *et al.* (2018), dimana pemberian EDTA atau *Chelating Agent* pada proses remediasi akan meningkatkan ketebalan palisade dan *spongy mesophyll* sebagai respon stress pada tanaman, sehingga akan mempengaruhi proses fotosintesis pada tanaman yang akan meningkatkan juga hasil biomassa dari tanaman itu sendiri. Sedangkan pemberian pencemar Pb pada tanaman

menurut Tonapa (2015), akan mengganggu proses fotosintesis baik reaksi terang maupun reaksi gelap sehingga jumlah klorofil dalam kloroplas menjadi berkurang. Berkurangnya klorofil menyebabkan berkurang pula fotosintat yang terbentuk sehingga berat kering tanaman pada konsentrasi 0 ppm dengan penambahan EDTA, 100 ppm tanpa penambahan EDTA maupun penambahan EDTA, dan pada perlakuan 200 ppm tanpa EDTA.

Konsentrasi Timbal (Pb) dalam Tanaman

Analisis konsentrasi logam berat menunjukkan bahwa semakin tinggi dosis pencemar yang diberikan maka semakin besar pula akumulasi Pb dalam tanaman, dibuktikan dengan besarnya total akumulasi Pb dalam rumput raja semakin meningkat seiring dengan peningkatan dosis perlakuan dalam penelitian. Konsentrasi Pb bagian akar lebih besar diikuti dengan daun dan terakhir batang primer. Menurut Kartikasari *et al.* (2002), konsentrasi Pb dalam akar, cabang dan daun mengikuti urutan akar > cabang > daun. Hal ini disebabkan karena akar merupakan organ tanaman yang berinteraksi langsung dengan logam berat yang terdapat dalam tanah. Menurut Astrini *et al.* (2014), mobilitas Pb yang rendah disebabkan oleh kuatnya afinitas pengikatan Pb pada dinding sel akar dan membentuk endapan dan kristal, sehingga logam tersebut akan banyak tertahan di akar.

Rata-rata konsentrasi timbal (Pb) pada tanaman yang diberi perlakuan penambahan EDTA memiliki nilai konsentrasi yang lebih besar daripada perlakuan tanpa pemberian EDTA. Pengaruh signifikan EDTA dapat dilihat pada perlakuan 100 ppm dimana kedua perlakuan memiliki selisih konsentrasi timbal (Pb) yang cukup besar dimana pada perlakuan tanpa EDTA memiliki rata-rata akumulasi timbal (Pb) sebesar 0.1731 mg.kg⁻¹ dan pada perlakuan dengan penambahan EDTA sebesar 0.5305 mg.kg⁻¹. kompleks Pb-EDTA (Hidayati, 2013).

Tabel 3. Berat basah dan berat kering tanaman setelah perlakuan

Perlakuan	Berat Basah Tanaman Setelah Perlakuan (mg)				Berat Kering Tanaman Setelah Perlakuan (mg)			
	Akar	Batang	Daun	Total	Akar	Batang	Daun	Total
0 ppm	170.0 b	154.0 a	55.5 a	422.5 a	61.5 a	35.5 a	14.5 a	132.7 a
0 ppm + EDTA	74.0 a	163.3 a	73.0 a	310.3 a	31.7 a	29.7 a	15.3 ab	76.7 a
100 ppm	93.0 a	214.0 b	62.3 a	369.3 a	35.0 a	39.0 a	20.0 ab	94.0 a
100 ppm + EDTA	54.0 a	193.7 b	86.7 a	334.3 a	33.7 a	41.0 a	21.3 b	96.0 a
200 ppm	88.7 a	141.0 a	90.0 a	319.7 a	55.3 a	24.0 a	21.0 b	100.3 a
200 ppm + EDTA	108.0 a	221.0 b	69.0 a	398.0 a	41.0 a	41.5 a	26.5 b	109.0 a
P-value	0.026	0.001	0.342	0.147	0.078	0.159	0.007	0.206
BNT 5%	62.688	35.540					5.7	

Keterangan : p-value > 0.05 Tidak berbeda nyata

Tabel 4. Konsentrasi dan akumulasi Pb pada tanaman

Perlakuan	Konsentrasi Pb (mg.kg ⁻¹)			Akumulasi Pb (mg.pot ⁻¹)			BCF	TF
	Akar	Batang	Daun	Akar	Batang	Daun		
0 ppm	0.0204 a	0.0186 a	0.0260 a	1.224 a	0.727 a	0.374 a		1.275
0 ppm + EDTA	0.0213 a	0.0245 a	0.0191 a	0.671 a	0.724 a	0.279 a		0.897
100 ppm	0.1286 a	0.0172 a	0.0273 a	4.717 a	0.665 a	0.563 a	0.347	0.212
100 ppm + EDTA	0.4219 b	0.0716 a	0.0370 a	13.650 a	2.805 b	0.781 a	1.211	0.088
200 ppm	0.7442 c	0.0500 a	0.0748 b	43.795 b	0.992 a	1.550 b		0.101
200 ppm + EDTA	0.8995 c	0.0363 a	0.0273 a	36.967 b	1.561 a	0.719 a		0.030
P-value	6.012. 10 ⁻⁷	0.0896	0.0162	0.0012	0.0088	0.0089		
BNT 5%	0.190		0.0296	20.002	1.1216	0.6120		

Keterangan : p-value > 0.05 Tidak berbeda nyata

Aplikasi kelat *Ethylenediaminetetracetic Acid* (EDTA) menjadikan konsentrasi Pb pada tajuk secara langsung berkorelasi dengan akumulasi EDTA, diperkirakan bahwa Pb ditransportasi dalam tanaman dalam bentuk kompleks Pb EDTA menjadikan Pb lebih mudah ditranslokasi dari akar ke tajuk, dimana kemudian diakumulasi dalam bentuk ikatan. Khelat meningkatkan mobilitas logam di dalam tanah melalui membran akar tanaman dan membantu dalam translokasi logam dari akar ke non akar (batang dan daun) (Zhuang dkk., 2005). Khelat meningkatkan mobilitas logam di dalam tanah melalui membran akar tanaman dan membantu dalam translokasi logam dari akar ke non akar (batang dan daun) (Zhuang dkk., 2005).

Akumulasi Timbal Pada Tanaman

Analisis akumulasi logam berat menunjukkan bahwa semakin tinggi dosis pencemar yang diberikan maka semakin

besar pula akumulasi Pb dalam tanaman, dibuktikan dengan besarnya total akumulasi Pb dalam rumput raja semakin meningkat seiring dengan peningkatan dosis perlakuan dalam penelitian. Penambahan EDTA cenderung meningkatkan akumulasi logam Pb perlakuan 100 ppm saja. Menurut Hayati (2010) unsur Mn, Zn, Cd, B, dan Se tergolong unsur yang cepat berpindah ke tajuk tanaman; Ni, Co dan Cu tergolong intermediate; Cr, Pb dan Hg tergolong logam yang paling lambat bergerak ke tajuk. Total akumulasi paling besar pada tanaman terdapat pada bagian akar. Menurut Hardiani (2009), akar mempunyai sistem penghentian transpor logam menuju daun terutama logam non esensial, sehingga ada penumpukkan logam di akar. Logam Pb sebagai salah satu logam non esensial bagi tanaman cenderung terakumulasi di bagian akar daripada ditransfer ke bagian tajuk. Menurut

Siswanto (2009) pada jaringan akar, logam masuk korteks dan diakumulasi di dekat *endoderm*.

Faktor Biokonsentrasi dan Faktor Translokasi

Nilai BCF pada perlakuan 200 ppm cenderung lebih besar. Dari hasil perhitungan menunjukkan bahwa dengan penambahan EDTA meningkatkan nilai BCF. Nilai BCF yang didapatkan pada perlakuan 100 ppm dengan penambahan EDTA lebih dari 1 sehingga dapat digolongkan pada kategori akumulator Baker (1981). Nilai TF semua perlakuan lebih kecil daripada 1, nilai $TF < 1$ memberikan arti bahwa translokasi timbal lebih besar ke bagian akar tanaman dibandingkan dengan bagian tajuk tanaman. Hal ini sesuai seperti yang dinyatakan menurut Sopyan et al. (2014), tanaman dapat digunakan sebagai fitostabilizer jika memiliki faktor biokonsentrasi > 1 dan faktor translokasi < 1 . Menunjukkan Pada hasil penelitian perlakuan penambahan EDTA pada dosis Pb 100 ppm terjadi penurunan tingkat TF, sehingga dapat disimpulkan bahwa penambahan EDTA pada proses fitoremediasi rumput raja cenderung menyebabkan penyerapan logam Pb lebih terfokus pada akar. Besarnya akumulasi logam Pb di akar oleh rumput raja dimungkinkan merupakan sebuah cara rumput raja agar unsur logam tidak meracuni jaringan tanaman yang lain (Prayitno, 2007). Faktor mobilitas dan kelarutan logam juga berpengaruh terhadap akumulasi logam berat dalam tumbuhan (Tam dan Wong, 1996).

Berdasarkan pemaparan diatas, diperoleh kesimpulan antara lain :

1. Pemberian variasi pencemar Pb (0 ppm, 100 ppm, dan 200 ppm) dan EDTA pada tanah cenderung tidak berpengaruh signifikan pada hasil akhir luas dan jumlah daun, melainkan cenderung berpengaruh secara signifikan pada biomassa daun pada tanaman rumput raja.
2. Besarnya konsentrasi timbal (Pb) oleh rumput raja tertinggi ditemukan di bagian akar rumput raja diikuti batang primer dan terakhir daun. Perlakuan

pemberian EDTA cenderung berpengaruh signifikan terhadap akumulasi logam pada tanaman terutama bagian akar tanaman rumput raja.

3. Tanaman rumput raja tergolong dalam kategori *excluder* berdasarkan nilai BCF yang kurang dari satu, pada perlakuan penambahan EDTA tanaman rumput raja menjadi tergolong pada akumulator karena memiliki nilai BCF lebih dari 1 dan cenderung mengakumulasi logam pada bagian akar berdasarkan nilai TF yang kurang dari 1.

DAFTAR PUSTAKA

- Alloway B. J. 1995. *Heavy Metals in Soils. 2nd Edition*. Blackie Academic and Professional - Chapman and Hall. London - Weinheim - New York. Tokyo Melbourne - Madras
- Alloway B.J. & Ayres D.C. 1997. *Chemical Principles of Environmental Pollution, 2nd Edition*. Blackie Academic and Professional. Chapman & Hall. London
- Astrini Y., Yuniati R., Salamah A. 2014. *Analisis Pengaruh Pemberian Logam Berat (Pb, Cd, Cu) terhadap Pertumbuhan Melastoma malabathricum L.* Universitas Indonesia. Depok
- Baker A.J. 1981. Accumulators and excluders-strategies in the response of plants to heavy metals. *J. Plant Nutr.* 3, 643- 654
- Charlena. 2004. *Pencemaran Logam Berat Timbal (Pb) dan Cadmium (Cd) pada Sayur-sayuran*. Program Pascasarjana S3 IPB. Bogor
- Chen H. & Cutright T.J. 2002. The interactive effects of chelator, fertilizer, and rhizobacteria for enhancing phytoremediation of heavy metal contaminated soil. *Soils and Sediments* 2(4), 203-210
- Chigbo C. 2013. *Effect of EDTA and Citric Acid on Phytoremediation of Cr-b(a) P-co-contaminated soil*. School of Geography, Earth and Environmental Sciences, University of Birmingham. United Kingdom.

- Darmono. 1995. *Logam Dalam Sistem Biologi Makhluk Hidup*. UI Press. Jakarta
- Ghosh M. & Singh S.P. 2005. A review on phytoremediation of heavy metals and utilization of its by products. *J of Applied Ecology and Environmental Research* 3(1), 1-18.
- Gupta A.K. & Sinha S. 2008. Decontamination and/or revegetation of fly ash dykes through naturally growing plants. *Journal of Hazardous Materials* 153, 1078-1084.
- Hardiani H. 2009. Potensi tanaman dalam mengakumulasi logam cu pada media tanah terkontaminasi limbah padat industri kertas. *Selulosa* 44(1), 27-40.
- Hayati R. 2010. Karakterisasi Abu Terbang (Fly Ash) Dan Eksplorasi Vegetasi Fitoremediator di Area Landfill Abu Terbang Untuk Pengelolaan Ramah Lingkungan. Sekolah Pasca Sarjana. IPB. Bogor
- Hidayati N. 2013. Mekanisme fisiologis tumbuhan hiperakumulator logam berat. *J. Tek. Ling.* 14(2), 75-82.
- Kartikasari V., Tandjung S.D., Sunarto. 2002. Akumulasi logam berat cr dan pb pada tumbuhan mangrove 'avicennia marina' di muara sungai babon perbatasan Kota Semarang dan Kabupaten Demak Jawa Tengah. *Jurnal Manusia dan Lingkungan* 9(3):137-147.
- Manara A. 2012. *Plants Responses in Heavy Metal Toxicity*. Plants and heavy metals. SpringerBriefs in Biometals : 27-53
- Miladinova K., Georgieva., Katya I., Teodora G., Yuliana M. 2018. EDTA and citrate impact on heavy metals phytoremediation using paulownia hybrids. *Int. J. Environment and Pollution*, 63, Nos. ½ 31-45
- Priyanto B. & Prayitno J. 2007. Fitoremidiasi sebagai sebuah teknologi pemulihan pencemaran khususnya logam berat. Dilihat pada Rabu 25 Agustus 2015. < <http://lfl.bppt.tripod.com/sublab/1flora1.html>>
- Razikin R.K. 2015. Uji Tanaman Bayam (*Amarantus tricolor*) dan Rumput Gajah (*Pennisetum purpureum*) sebagai Agen Fitoremediasi pada Tanah Tercemar Logam Pb dan Cd. Universitas Jember. Jember
- Siswanto D. 2009. *Respon Pertumbuhan Kayu Apu (Pistia stratiotesL.) Jagung (Zea mays L.) dan Kacang Tolo (Vigna sinensisL.) terhadap Pencemar Timbal (Pb)*. Universitas Brawijaya. Malang
- Sopyan R., Sikanna, Sumarni N.K. 2014. Fitoakumulasi merkuri oleh akar tanaman bayam duri (*amarantus spinosus linn.*) Pada tanah tercemar. *Online Journal of Natural Science*. 3(1), 31-39.
- Suyitman. 2014. Produktivitas rumput raja (*pennisetum purpupoides*) pada pemotongan pertama menggunakan beberapa sistem pertanian. *Jurnal Peternakan Indonesia* 16(2), 109-127
- Szóllósi R., Kálmán E., Medvegy A., Petó A., Varga S.I. 2011. Studies on oxidative stress caused by cu and zn excess in germinating seeds of indian mustard (*brassica juncea l.*) *Acta Biol Szeg* 55, 175-178.
- Tam N.N.F.Y & Wong Y.S.. 1996. Retention and distribution of heavy metals in mangrove soils receiving wastewater. *Environmental Pollution* 94(3), 283-291
- Tonapa R. 2015. *Potensi Tanaman Alfalfa (Medicago Sativa L.) Sebagai Fitoremediator Tanah Tercemar Logam Berat Timbal (Pb)*. Universitas Atma Jaya. Yogyakarta
- Widowati W., Sastiono A., Jusuf R. 2008. *Efek Toksik Logam: Pencegahan dan Penanggulangan Pencemaran*. Penerbit Andi. Yogyakarta
- Zhuang P., Ye Z.H., Lan C. Y., Xie Z.W., Shu W.S., 2005. Chemically assisted phytoextraction of heavy metal contaminated soils using three plant species. *Plant and Soil* 276, 153-162.