

Pengaruh Pengindus Ammonium Sulfat terhadap Pertumbuhan dan Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) pada Rumput Akar Wangi (*Vetiveria zizanioides* L.) yang ditanam pada Tailing Tambang Emas

Gurnita ¹⁾, Nunung Sondari. ²⁾, R.Budiasih ³⁾.

1. Program Studi Pendidikan Biologi, FKIP Unpas.Jl. Tamansari No.6-8. Bandung. 40116. Indonesia.*e-mail*: gurnita@unpas.ac.id
- 2.&3. Program Studi Agroteknologi, Faperta Unwim. Jl. Raya Bandung - Sumedang KM 29 (Bojongseungit) Tanjungsari, Sumedang, Indonesia. *e-mail*: nunungsondari@unwim.ac.id

Abstrak

Penelitian ini dilakukan di Rumah kaca Universitas Winaya Mukti dari bulan Juni sampai dengan November 2016. Tujuan penelitian ini adalah untuk mempelajari pengaruh pengindus amonium sulfat (ZA) pada akumulasi logam Pb dan pertumbuhan rumput akar wangi (*Vetiveria zizanioides*). Percobaan ini menggunakan metode eksperimen dan Rancangan Acak Kelompok (RAK) pola faktorial dengan dua faktor dan empat pengulangan. Faktor pertama adalah pemberian senyawa pengindus yang terdiri atas 0; 12,5; 25; dan 37,5 g ZA. Faktor yang ke dua adalah rumput akar wangi yang berasal dari tempat penimbunan tailing pertambangan emas di Cibaliung Banten dan rumput akarwangi yang hidup di Tanjungsari Sumedang Jawa Barat. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa tanaman akarwangi yang berasal dari Cibaliung dapat menyerap logam berat Pb tertinggi yaitu sebesar 8,11 mg.kg-1 pada pemberian pengindus ZA sebanyak 26,73 g per pot.

Kata Kunci : ammonium sulfat, fitoremediasi, logam timbal (Pb), *Vetiveria zizanioides*.

Abstract

This research was conducted at Winayamukti University Green House experiment from June to November 2016. The objective of this experiment was to study of chelator ammonium sulfate (ZA) on the growth, and accumulation Pb of vetiver grass. The experiment used a Randomized Block Design (RBD) Factorial pattern which consisted two factors. The first factor level of chelator ZA agents i.e. 0; 12,5; 25 and 37,5 g ZA and second factor two vetiver grass from the region indigenous Gold Mine Tailings Cibaliung Banten Province and Tanjungsari country region Sumedang, West Java. The result showed that the vetiver plants derived from Cibaliung can absorb Pb. The optimum ZA rates 26,73 g per pot, which can maximum uptake of Pb 8,11 mg kg-1 in vetiver plant originating from Cibaliung.

Keywords: Chelator ammonium sulfate, Phytoremediation, Plumbum, *Vetiveria zizanioides*

I. PENDAHULUAN

Sektor pertambangan emas di Indonesia terdiri atas penambangan emas skala besar, penambangan emas skala sedang, serta penambangan emas skala kecil (PESK). Di Indonesia, dalam lima tahun terakhir telah terjadi peningkatan dua kali lipat dari jumlah titik PSEK. Situs pertambangan emas yang ada umumnya terletak di tanah milik pribadi yang dikelola oleh sebuah kelompok pertambang, maupun masyarakat umum.

Pertambangan emas menghasilkan limbah yang mengandung berbagai unsur logam berat yang dapat mencemari lingkungan. Para penambang emas tradisional atau penambang emas tanpa izin, biasanya mereka membuang dan mengalirkan limbah bekas proses pengolahan ke selokan, parit, kolam atau sungai. Menurut Hidayati, dkk (2009) bahwa karakteristik tanah di lingkungan tempat pembuangan limbah tailing pertambangan emas memiliki kualitas yang rendah sebagai media tumbuh tanaman. Tanah tersebut mengandung logam berat timbal (Pb), seng (Zn), kadmium (Cd), zat besi (Fe), merkuri (Hg) dan sianida (CN) yang tinggi. Selanjutnya Hidayati mengemukakan bahwa limbah PT ANTAM mengandung Pb 20 kali, Fe 50 kali, Cd 40 kali dan Zn 2 kali lebih tinggi dibandingkan dengan tanah yang tidak tercemari limbah. Sementara itu limbah PETI (Penambang Emas Tanpa Izin) mengandung Pb 30 kali, Fe 120 kali, Cd 40 kali dan Zn 3 kali.

Untuk memulihkan tanah yang tercemar logam berat dapat dilakukan dengan cepat melalui cara kimia maupun fisika, namun biayanya mahal dan juga menghasilkan residu sisa pengolahan, sehingga memerlukan pengolahan lebih lanjut. Penggunaan bahan kimia selain mahal juga menimbulkan resiko pencemaran baru, sehingga diperlukan suatu alternatif cara pengolahan yang lebih murah dan juga ramah lingkungan. Salah satu cara pengelolaan limbah yang dilakukan dengan menggunakan agen biologi disebut bioremediasi.

Bioremediasi merupakan suatu proses pemulihan (remediasi) lahan yang tercemar limbah organik maupun limbah anorganik dengan memanfaatkan organisme. Pengelolaan dengan menggunakan organisme merupakan alternatif pemulihan lingkungan yang murah efektif, dan ramah lingkungan. Disamping itu remediasi mendegradasi limbah organik dan menghasilkan senyawa akhir yang lebih stabil dan tidak beracun (Mangkoe-diharjo, 2005). Salah satu teknik dalam memperbaiki kualitas lingkungan yang tercemar dengan

menggunakan tumbuhan sebagai agen biologinya adalah teknik fitoremediasi.

Pemanfaatan rumput akar wangi (*Vetiveria zizanioides* L.) sebagai fitoremediator logam berat mempunyai prospek yang baik, karena disamping mampu mengakumulasi logam pada jaringan tanaman juga mempunyai daya adaptasi yang luas dan mampu tumbuh pada berbagai lokasi (Purwani, 2010).

Akar wangi merupakan tanaman perennial berbentuk rumpun dengan perakaran yang rimbun dan tumbuh lurus ke dalam tanah, termasuk golongan rumput (Poaceae) dengan tinggi 0.5-1.5 m. Tanaman akar wangi tahan terhadap logam berat, salinitas dan dapat tumbuh pada pH antara 3–11.5 sehingga dapat digunakan untuk merehabilitasi kondisi fisik dan kimia tanah yang rusak. Perakarannya yang rimbun, maka dapat digunakan sebagai penahan erosi. Akarnya menghasilkan minyak esensial fiksatif yang digunakan sebagai bahan untuk sabun, kosmetik dan parfum. Akar juga digunakan untuk keranjang, tikar, kipas angin, layar, tenda, kantong sachet, dan kerajinan anyaman lainnya. Rumput vetiveira ditanam sebagai tanaman pagar, digunakan untuk penanaman kontur, seperti pengendalian erosi di perbatasan dan jalan-jalan, untuk reklamasi tanah, pengendalian banjir dan produksi biomassa. Temperatur yang dapat menyebabkan tanaman ini mati berkisar antara -15°C hingga -20°C . Akar siap untuk dipanen setelah 12-24 bulan.

Timbal (Pb) merupakan salah satu logam berat yang berbahaya bagi kelangsungan hidup manusia dan makhluk hidup lainnya. Pb masuk ke dalam tubuh manusia melalui air minum, makanan atau udara, yang dapat menyebabkan gangguan pada organ seperti gangguan neurologi (syaraf), ginjal, sistem reproduksi, sistem hemopoitik serta sistem syaraf pusat (otak) terutama pada anak yang dapat menurunkan tingkat kecerdasan. Timbal dihasilkan dari berbagai kegiatan, seperti kegiatan industri (industri pengecoran maupun pemurnian, industri battery, industri bahan bakar, industri kabel serta industri bahan pewarna), sisa pembakaran kendaraan bermotor dan kegiatan penambangan.

Amonium sulfat (ZA) atau $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ adalah garam anorganik yang memiliki beberapa kegunaan, seperti sebagai penyubur tanah atau sebagai bahan tambahan makanan karena mengandung 21% nitrogen dan 24% sulfur. Amonium sulfat akan mengalami penguraian membentuk amonium bisulfat.

Amonium sulfat (ZA) yang ditambahkan sebagai pengindus pada media tanam akan membentuk amonium (NH_4^+) dan sulfida (SO_4^{2-}). Selanjutnya ion sulfida dapat berikatan dengan ion Pb^{+2} akan membentuk PbSO_4 yang kemudian akan terserap oleh tanaman dalam percobaan fitoremediasi ini. Selama ini belum ada penelitian fitoremediasi yang menggunakan amonium sulfat sebagai senyawa pengkhelat logam berat.

II. BAHAN DAN METODA

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas tailing yang diperoleh dari pertambangan emas di Kecamatan Cibaliung, Propinsi Banten. ZA (amonium sulfat/ $[\text{NH}_4]_2\text{SO}_4$) sebagai senyawa pengindus; pupuk kalium (KCl), pupuk nitrogen (urea) dan pupuk fosfor (SP36) digunakan sebagai pupuk dasar; pupuk kompos, dan benih tanaman rumput akar wangi (*Vetiveria zizanoides* L.) yang berasal dari Cibaliung dan Tanjungsari dengan ukuran tinggi tanaman lebih kurang 20 cm.

Peralatan yang dipergunakan dalam penelitian ini antara lain adalah ember plastik hitam sebagai “pot”, tempat untuk menumbuhkan tanaman Akar wangi dalam media tailing. Ayakan atau saringan untuk menyaring tailing sehingga hanya partikel yang kecil-kecil saja yang digunakan sebagai media tanam. Cold Atomic Absorption Analyzer F732-S, untuk menganalisis kandungan timbal pada sampel tanaman dan media tanam yang digunakan. Oven untuk mengeringkan tanaman yang telah dipanen. Mistar untuk mengukur tinggi tanaman serta timbangan untuk mengukur berat kering tanaman.

Perlakuan percobaan meliputi pemberian amonium sulfat (ZA) pada tanaman akarwangi dari dua habitat yang berbeda. Faktor pertama adalah pemebrian ZA yang terdiri atas 4 taraf perlakuan, yaitu :

- po = Tanpa ditambahkan ZA
- p1 = Ditambahkan ZA 12,5 g
- p2 = Ditambahkan ZA 25 g
- p3 = Ditambahkan ZA 37,5 g

Faktor kedua adalah tanaman akar wangi yang berasal dari daerah Cibaliung, Banten (a1) dan tanaman akar wangi yang berasal dari daerah Tanjungsari, Sumedang (a2).

Kombinasi lengkap untuk perlakuan yang dicoba disajikan pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1. Kombinasi perlakuan

No.	Takaran ZA (p)	Tanaman Akarwangi	
		a ₁	a ₂
1.	p ₀	p ₀ a ₁	p ₀ a ₂
2.	p ₁	p ₁ a ₁	p ₁ a ₂
3.	p ₂	p ₂ a ₁	p ₂ a ₂
4.	p ₃	p ₃ a ₁	p ₃ a ₂

Tailing sebelum digunakan, dikering-udarkan dahulu selama 3 hari didalam ruangan rumah kaca. Kemudian dimasukkan kedalam pot berukuran 6 liter masing-masing sebanyak 5 kg.

Pada masing-masing perlakuan diberi pupuk dasar N, P dan K dengan takaran masing 100 kg/ha urea (45% N), 50 kg/ha KCl (60% K₂O), dan 50 kg/ha SP36 (36% P₂O₅), serta kompos dengan takaran 1kg pada setiap pot penanaman. Tailing bersama pupuk dasar dan kompos dicampurkan dan diaduk sehingga merata kemudian diinkubasi selama 1 minggu. Selanjutnya benih akar wangi ditanam sebanyak 2 tanaman pada setiap pot percobaan. Pemberian pengindus amonium sulfat (ZA) dilakukan bersamaan dengan pemberian pupuk dasar, dengan takaran 12,5 g; 25 g dan 37,5 g. Berdasarkan hal diatas, maka terdapat tiga perlakuan dan satu tanpa perlakuan (sebagai kontrol). Tiga perlakuan bersama kontrol tersebut disusun dalam rancangan acak kelompok dengan empat ulangan.

Selama percobaan, penyiraman dilakukan setiap hari untuk menjaga kecukupan pasokan air untuk pertumbuhan tanaman. Tanaman dipanen setelah berumur 8 (delapan) minggu.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemberian pengindus ZA pada dua tanaman akar wangi yang berbeda, secara interaksi tidak menunjukkan perbedaan yang nyata terhadap tinggi tanaman. Hasil analisis statistik terhadap pengukuran tinggi tanaman pada umur 7 sampai dengan 56 HST tertera pada Tabel 4.1. Tanaman akar wangi yang tidak diberikan tambahan pengindus ZA (p₀) secara umum menunjukkan pertumbuhan yang berbeda nyata dengan tanaman akarwangi yang mendapatkan tambahan pengindus ZA.

Pertambahan tinggi tanaman akarwangi pada Tabel 4.1 memperlihatkan bahwa pemberian indus ZA dari umur 7 sampai dengan 28 HST belum menunjukkan pengaruh pada pertumbuhan. Akan tetapi, setelah tanaman berumur 35 sampai dengan 56 HST, baru terlihat ada perbedaan yang nyata pada tinggi tanaman. Tanaman akarwangi yang mengalami pertumbuhan paling lambat adalah yang mendapatkan pengindus ZA 25 g (p₂).

Tabel 4.1 Rata-rata Tinggi Tanaman akarwangi Akibat pemberian pengindus ZA yang berbeda.

Perlakuan	Rata-Rata Pengamatan Tinggi Tanaman (cm)							
	7 HST	14 HST	21 HST	28 HST	35 HST	42 HST	49 HST	56 HST
Pengindus ZA								
p0 (0 g)	2,78 a	6,30 a	14,95 a	22,29 a	28,96 b	33,63 b	35,01 b	37,01 b
p1 (12,5 g)	2,05 a	4,38 a	9,83 a	19,81 a	22,71 ab	26,50 ab	28,51 ab	32,10 b
p2 (25,0 g)	1,99 a	3,95 a	7,90 a	9,81 a	12,55 a	14,89 a	15,41 a	15,96 a
p3 (37,5 g)	1,34 a	2,60 a	7,09 a	10,19 a	16,06 ab	19,84 ab	21,16 ab	22,29 ab
Jenis Akar Wangi								
a1(Cibaliung)	0,77 a	1,76 a	5,46 a	10,14 a	16,02 a	20,47 a	22,25 a	24,78 a
a2 (Tanjungsari)	3,31 b	6,85 b	14,42 b	18,91 b	24,13 b	26,96 a	27,80 a	28,90 a

Keterangan : Angka rata-rata yang ditandai huruf kecil yang sama berbeda tidak nyata berdasarkan Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf 5%

Pada Tabel 4.2. bobot kering tanaman yang ditimbang tidak menunjukkan adanya interaksi, akan tetapi terjadi secara mandiri terhadap masing-masing tanaman akarwangi. Tanaman akarwangi yang berasal dari Tanjungsari memiliki berat kering yang lebih besar dan berbeda nyata dengan berat kering tanaman akarwangi yang berasal dari Cibaliung.

Tabel 4.2 Hasil Analisis rata-rata Bobot Kering tanaman akarwangi di akhir percobaan

Perlakuan	Rata-Rata Bobot Kering Tanaman (gram)
Pengindus ZA	
p0 (0 g)	6,19 b
p1 (12,5 g)	5,27 ab
p2 (25,0 g)	3,12 a
p3 (37,5 g)	3,13 a
Jenis Akar Wangi	
a1(Cibaliung)	3,51 a
a2 (Tanjungsari)	5,34 b

Keterangan : Angka rata-rata yang ditandai huruf kecil yang sama berbeda tidak nyata berdasarkan Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf 5%

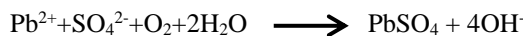
Bobot kering tanaman yang tidak diberi pengindus ZA memiliki rata-rata bobot yang paling besar, kemudian bobotnya cenderung menurun seiring dengan bertambahnya pemberian ZA pada media tanamnya. Demikian juga bobot kering akarwangi yang tidak diberi

kan perlakuan (p₀) berbeda nyata dengan bobot kering akarwangi yang diberikan pengindus 25 g (p₂) dan 37,5 g (p₃), namun tidak berbeda nyata dengan akarwangi yang mendapat tambahan pengindus ZA 12,5 g (p₁). Secara umum penambahan ZA pada tanaman percobaan berpengaruh terhadap pertumbuhan, yaitu tanaman percobaan menjadi terhambat pertumbuhannya.

Kandungan logam timbal (Pb) pada tanaman bagian atas (pupus) di analisis di Laboratorium Balai Penelitian Tanah Bogor, hasil analisisnya dapat dilihat pada Tabel 4.3. Secara umum, penyerapan logam Pb pada tanaman percobaan menunjukkan adanya perbedaan yang nyata diantara dua tanaman akarwangi yang berbeda habitat asalnya. Kandungan logam Pb pada tanaman akarwangi dari Cibaliung lebih tinggi jika dibandingkan dengan kandungan logam Pb pada tanaman akarwangi dari Tanjungsari.

Pada tanaman akarwangi yang berasal dari Cibaliung, pemberian pengindus ZA menunjukkan interaksi antara jumlah takaran dengan serapan logam berat Pb pada tajuk tanaman. Pada tanaman akarwangi yang diberikan pengindus 25 g per pot (p₂), terjadi perbedaan serapan Pb yang signifikan antara akarwangi Cibaliung dengan akarwangi Tanjungsari serta menunjukkan kandungan logam berat Pb tertinggi, dan berbeda nyata dengan tanaman yang tanpa diberikan pengindus (p₀). Pada tanaman yang diberikan pengindus ZA sebanyak 37,5 gram (p₃), memiliki kandungan logam berat Pb lebih kecil dari pada (p₂).

Pada Tabel 4.3, terlihat bahwa rata-rata serapan logam Pb pada tanaman akarwangi asal Cibaliung (bagian atas) menunjukkan pola peningkatan seiring dengan penambahan ZA, yakni pada penambahan 25 g ZA terukur 8,91 mg.kg⁻¹ kemudian kadungan logam Pb menurun pada perlakuan dengan penambahan 37,5g ZA terukur 7,46 mg.kg⁻¹. Adanya penambahan ZA pada media tanam dapat meningkatkan serapan logam Pb oleh tanaman dengan terbentuknya PbSO₄ yang mudah larut. Reaksi yang terjadi dapat diilustrasikan sebagai berikut :



Menurut Hidayati (2009), menyatakan bahwa penambahan pupuk yang mengandung amonium pada tanah dapat meningkatkan ketersediaan dan serapan Pb dalam tanah oleh tanaman. Pemberian ZA pada media tanam akan menurunkan pH, sehingga dapat meningkatkan kelarutan logam Pb dalam tanah dan mudah diserap oleh akar. Berdasarkan data hasil analisis tailing sebelum dilakukan percobaan, nilai pH tailing adalah 8,70. Kemudian pada hasil analisis media tailing setelah percobaan selesai dilakukan, nilai pH berkisar antara 3,83 – 5,26.

Penambahan pengindus ZA pada tanaman percobaan yang berasal dari dari Cibaliung dan Tanjungsari, menunjukkan adanya pengaruh yang berbeda nyata terhadap penyerapan logam berat Pb. Mekanisme masuknya logam berat pada tanaman percobaan diilustrasikan pada Gambar 4.1.

Pada Gambar 4.2, terlihat bahwa pertumbuhan tanaman akarwangi dari Cibaliung

menunjukkan pertumbuhan yang lebih lambat dibandingkan dengan tanaman akarwangi dari Tanjungsari. Hal ini kemungkinan dipengaruhi oleh tingginya kandungan logam Pb yang terserap oleh tanaman akarwangi tersebut (Cibaliung), sehingga dapat menghambat pertumbuhan.

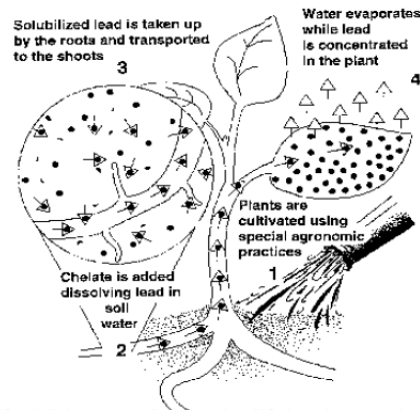


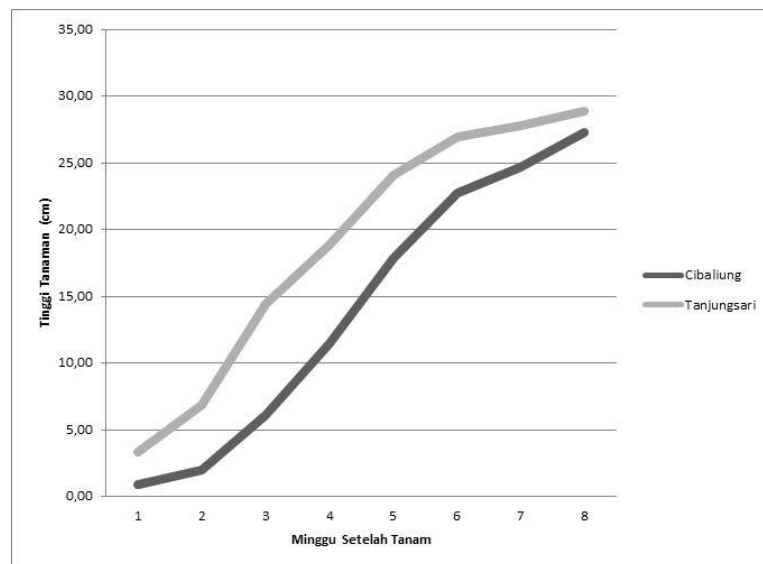
Fig. 5: Enhancement of plant uptake of Pb through the use of synthetic chelates
 Source: Phytoremediation: Using plants to remove pollutants from the environment
[Http://www.aspp.org/pubaff/phytorem.htm](http://www.aspp.org/pubaff/phytorem.htm)

Gambar 4.1: Mekanisme penyerapan logam berat Pb yang terlarut dalam air tanah. Penyerapan dipengaruhi oleh proses evapotranspirasi; larutan Pb masuk pada jaringan akar bersamaan dengan masuknya air yang kemudian di translokasikan ke bagian tajuk melalui jaringan xilem dan akhirnya di akumulasi pada jaringan daun; (Sumber: [Http://www.aspp.org/pubaff/phytorem.htm](http://www.aspp.org/pubaff/phytorem.htm)).

Tabel 4.3 Pengaruh Pengindus ZA terhadap serapan logam Pb pada akarwangi dari dua daerah yang berbeda

Perlakuan	Pengindus ZA			
	p ₀ (0 g)	p ₁ (12,5 g)	p ₂ (25,0 g)	p ₃ (37,5 g)
----- mg.kg ⁻¹ -----				
Jenis Akarwangi				
Cibaliung (a1)	5,88 b A	6,61 b AB	8,91 b B	7,46 b AB
Tanjungsari (a2)	3,60 a A	3,63 a A	2,92 a A	3,42 a A

Keterangan : Angka rata-rata yang ditandai huruf kecil (arah vertikal) dan huruf kapital (arah horizontal) yang sama berbeda tidak nyata berdasarkan Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf 5%



Gambar 4.2: Rata-rata tinggi tanaman akarwangi yang diukur setiap minggu, selama delapan minggu setelah tanam.

Menurut Alloway (1995) logam Pb diserap oleh tanaman pada saat kandungan bahan organik dan kondisi kesuburan tanah rendah, selain itu komposisi dan pH tanah, serta Kapasitas Tukar Kation (KTK) juga mempengaruhi perpindahan Pb dari tanah ke tanaman. Logam berat Pb pada keadaan ini akan terlepas dari ikatan tanah berupa ion yang bergerak bebas kemudian diserap oleh tanaman melalui pertukaran ion. Logam berat Pb terserap oleh akar tanaman apabila logam lain tidak mampu menghambat keberadaannya. Hal ini akan mengakibatkan tanah akan didominasi oleh kation Pb, sehingga menyebabkan kation-kation lain ketersediaannya berkurang dalam kompleks serapan akar. Kation Pb^{2+} yang terserap oleh akar masuk ke dalam tanaman akan menjadi inhibitor pembentukan enzim kemudian akan menghambat proses metabolisme tanaman, yang meliputi proses respirasi yang nantinya akan menghasilkan ATP yang digunakan untuk fotosintesis, kemudian hasil fotosintesis akan digunakan untuk pembelahan sel (tinggi, jumlah dan biomassa) dan reproduksi akan terganggu. Apabila ini terjadi terus menerus dalam jangka waktu panjang akan menyebabkan menurunnya kualitas pertumbuhan tanaman akar wangi dan mengakibatkan pertumbuhan tanaman terganggu.

Menurut Priyanto dan Prayitno (2007) logam berat yang masuk ke dalam tanaman akan berikatan dengan unsur hara lain dan mengalami imobilisasi ke bagian tanaman tertentu dan tidak dapat diedarkan ke seluruh tanaman karena telah mengalami proses detoksifikasi (penimbunan pada organ tertentu) sehingga tanaman masih dapat tumbuh dan unsur hara yang diperlukan tanaman masih mampu untuk mensuplai pertumbuhan tanaman meskipun tercemar logam berat Pb. Salah satu unsur hara yang dapat dijadikan contoh dalam proses KTK adalah unsur hara K.

Rohyanti et al., (2011) menyatakan bahwa unsur K berperan dalam mendukung pertumbuhan tanaman, yaitu unsur K berperan dalam hal fotosintesis tanaman. Proses fotosintesis tanaman akan menghasilkan karbohidrat, protein dan senyawa organik lainnya. Senyawa-senyawa yang dihasilkan dipergunakan dalam proses pembelahan dan pembesaran atau diferensiasi sel-sel tanaman. Berlangsungnya pembelahan dan perpanjangan sel-sel tanaman akan memacu pertumbuhan pada tunas-tunas pucuk tanaman dan akhirnya akan mendorong terja-

dinya penambahan tinggi tanaman, jumlah daun dan biomassa tanaman. Dengan demikian peranan unsur hara K dalam menunjang pertumbuhan sangat penting, sehingga jika logam berat Pb yang tersedia lebih banyak maka akan menghambat proses penyerapan unsur K dalam tanah. Seperti yang diterangkan oleh Silaban et.al (2013), bahwa kandungan unsur K rendah dan logam berat Pb sangat tinggi menyebabkan konsentrasi unsur hara dalam tanah tidak seimbang. Pb yang tinggi akan menyebabkan proses penyerapan unsur hara oleh tanaman akan mengalami perbedaan karena jumlah kation Pb dalam tanah lebih banyak dibandingkan unsur hara yang diperlukan oleh tanaman.

Dwidjoseputro (1998) menyatakan bahwa suatu tanaman akan tumbuh baik dan subur apabila semua unsur hara yang dibutuhkan berada dalam jumlah yang cukup dan tersedia bagi tanaman. Lingga dan Marsono (1999) juga mengemukakan jika unsur hara yang dibutuhkan tanaman tersedia dalam jumlah yang cukup, maka hasil metabolisme seperti sintesis biomolekul akan meningkat. Hal ini menyebabkan pembelahan sel, pemanjangan dan pematangan jaringan menjadi lebih sempurna dan cepat, sehingga pertambahan volume dan bobot semakin cepat yang pada akhirnya pertumbuhan tanaman menjadi lebih baik.

Berdasarkan uraian di atas, bahwa akar wangi dari Cibaliung yang mengalami pertumbuhan lebih lambat dibandingkan dengan akar wangi dari Tanjungsari disebabkan karena adanya akumulasi logam berat Pb dalam jaringan sehingga menghambat proses metabolisme tanaman yang kemudian mempengaruhi pertumbuhan.

Berdasarkan analisis regresi kuadratik, diperoleh persamaan regresi yaitu $Y = -0,0035X^2 + 0,1871X + 5,614$ dengan nilai $R^2 = 0,7251$, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.3. Dari persamaan regresi tersebut didapat nilai maksimum untuk Y (Y-Maks), yaitu sebesar $8,11 \text{ mg.kg}^{-1}$, pada takaran pengindus ZA26,73g.

Tanaman akarwangi dari Cibaliung lebih banyak mengakumulasi logam berat Pb pada bagian tajuknya, walaupun demikian tidak menunjukkan adanya tanda-tanda keracunan pada tanaman tersebut. Hal ini karena pada tanaman tersebut terdapat mekanisme penawar racun sebagaimana yang dikemukakan oleh Salisbury (1955). Bahwa tumbuhan memiliki meka-

nisme toleransi dalam menetralkan pengaruh racun dari kehadiran logam berat. Yaitu logam yang terserap akan dikelat dengan suatu senyawa berupa peptida kecil yang kaya akan asam amino sistein yang mengandung belerang, yang disebut fitokkelatin.

Fitokhelatin merupakan peptida yang mengandung 2-8 asam amino sistein di pusat molekul serta suatu asam glutamat dan sebuah glisin pada ujung yang berlawanan. Fitokhelatin dibentuk di dalam nukleus yang kemudian melewati retikulum endoplasma (RE), aparatus golgi, vasikula sekretori untuk sampai ke permukaan sel. Bila bertemu dengan Pb, fitokhelatin akan membentuk ikatan sulfida di ujung belerang pada sistein dan membentuk senyawa kompleks sehingga Pb akan terbawa menuju jaringan tumbuhan. (Aprilia & Purwani, 2013)

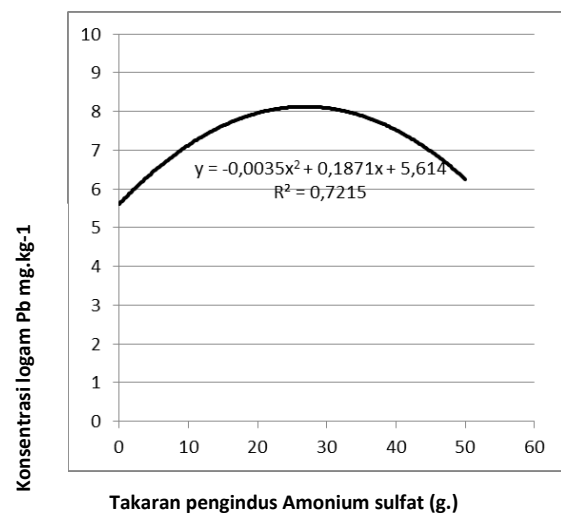
Tumbuhan pada saat menyerap logam berat, akan membentuk suatu enzim reduktase di membran akarnya. Reduktase ini berfungsi mereduksi logam yang selanjutnya diangkut melalui mekanisme khusus di dalam membran akar. Pada saat terjadi translokasi di dalam tubuh tanaman, logam yang masuk ke dalam sel akar, selanjutnya diangkut ke bagian tumbuhan yang lain melalui jaringan pengangkut yaitu xylem dan floem dan menuju ke sel daun tanaman. Setelah sampai di daun akan melewati plasmalema, sitoplasma, dan vakuola, dimana logam berat (Pb) akan terakumulasi dalam vakuola yang tidak akan berhubungan dengan proses fisiologi sel tumbuhan (Salisbury 1995).

Tanaman akarwangi dari Tanjungsari menyerap logam Pb lebih sedikit dari pada tanaman akarwangi dari Cibaliung (lihat Tabel 4.3), sehingga mampu tumbuh lebih baik (lihat Gambar 4.1). Sedikitnya kandungan logam berat Pb yang terukur pada tajuk tanaman akarwangi yang berasal dari Tanjungsari, bukan berarti tidak ada penyerapan pada tanaman ini.

Berdasarkan hasil analisis media tanam setelah dilakukan penanaman, terjadi penurunan kandungan logam berat Pb pada media tanam, dimana hasil analisis tailing sebelum dilakukan percobaan kandungan Pb pada sampel tailing adalah 49,3 mg.kg⁻¹, kemudian setelah selesai penanaman, kandungan Pb pada media tanam berkisar antara 14,13 – 27,80 mg.kg⁻¹.

Menurut Gupta dan Sinha (2008), bahwa tanaman secara aktif memiliki mekanisme ter-

sendiri untuk mencegah pergerakan unsur dari akar ke tajuk dengan cara *mensekuestrasi* logam di bagian akar, khususnya di bagian vakuola atau dinding sel. Pernyataan yang sama juga diungkapkan oleh Yoon et al., (2006) yang menyatakan terkadang akar juga 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 memiliki kecenderungan ditumpuk oleh akar, dari pada ditransfer ke bagian tajuk.



Gambar 4.3: Grafik regresi kuadratik, hasil analisis dari penyerapan logam yang terukur pada tajuk tanaman akarwangi yang berasal dari Cibaliung.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Logam berat Pb yang terakumulasi dalam rumput akarwangi (*Vetivera zizanoides*) dapat menghambat pertumbuhan tanaman.
2. Variasi takaran pengindus ZA berinteraksi dengan penyerapan logam berat Pb pada dua tanaman akarwangi yang berbeda habitat asalnya.
3. Takaran pengindus ZA yang optimum adalah 26,73 g per pot, yang dapat memberikan serapan logam berat Pb maksimum yaitu 8,11 mg.kg⁻¹ pada

tanaman akarwangi yang berasal dari Cibaliung.

PUSTAKA

- Alloway B. J., 1995. Heavy Metals in Soils. Second Edition. Blackie Academic & Professional. An Imprint of Chapman & Hall. Glasgow.
- Anonimous.1999.Phytoremediationteknologi es.URL:<http://www.phytotech.com/index.html> (Diakses 29 September 2015).
- Aprilia, D.D. & Purwani, K.I. 2013. Pengaruh Pemberian Mikoriza *Glomus fasciculatum* terhadap Akumulasi Logam Timbal (Pb) pada Tanaman *Euphorbia milii*. Jurusan Biologi Fakultas MIPA Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.
- Backer, A.. Bakhuizen van den Brink, R.C. Jr. 1968. Flora of Java Vol III. N.V.P. Noordhoff, Groningen, The Netherlands
- Cronquist,A. 1981. An integrated System of Classication of Flowering Plant. Columbia University Press. New York
- Dwijoseputro D, 1998. Pengantar Fisiologi Tumbuhan. Gramedia. Jakarta.
- Eviati dan Sulaeman, 2009. *Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air dan Pupuk*. Petunjuk Teknis Edisi-2. Balai Penelitian Tanah. Bogor. Indonesia.
- Gardner, P.D., Pearce, R.B., and Mitchell, R.L. 1991. "Fisiologi Tanaman Budi-daya". Jakarta: UI Press
- Ginting, A.H. 1999. Pengaruh Logam Berat Pb terhadap Distribusi Pb dan Pertumbuhan Tanaman Kangkung (*Ipomoea aquatica* Forsk.). Skripsi Sarjana (S-1), Fakultas Biologi Universitas Atmajaya, Yogyakarta.
- Gunalan. 1996. Penerapan Bioremediasi pada Pengelohan Limbah dan Pemulihan Lingkungan Tercemar Hidrokarbon Petroleum. Majalah Sriwijaya. UNSRI. Vol 32, No 1.
- Gupta, A. K and Sinha, S. 2008. Decontamination and/or revegetation of fly ash dykes through naturally growing plants, Journal of Hazardous Materials 153, Page 1078-1084.
- Hidayati,N., Juhaeti, T., Syarif, F., Sambas, E.N. 2009. "Pencemaran dan Kondisi Lingkungan Tercemar Limbah Penambangan Emas". Jurnal Tumbuhan Akumulator untuk Fitoremediasi Lingkungan Tercemar Merkuri dan Sianida Penambangan Emas. Rahmansyah, M. dkk (Editor). Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Cibinong-Indonesia. p: 5 – 12.
- <http://learnmine.blogspot.com/2013/06/tailing-limbah-pertambangan.html#ixzz3NMjFd6zg> diakses 30 Desember 2014
- <http://digilib.its.ac.id/public/ITSUndergraduate-9899-Chapter1.pdf>, diakses Januari 2015).
- <http://digilib.its.ac.id/public/ITSUndergraduate-15478-3306100014-Paper.pdf> diakses September 2015
- <http://balittanah.litbang.pertanian.go.id/ind/dokumentasi/prosidingsemnas2010/jati2.pdf> . diakses September 2015
- <http://bpatp.litbang.pertanian.go.id/ind/index.php/teknologi-pertanian/55-teknologi-inovatif-badan-litbang-peetanian/744-akarwangi-varietas-verina-1>. Diakses Oktober 2015
- http://bpatp.litbang.pertanian.go.id/ind/index.php?option=com_content&view=article&id=745:akarwangi-varietas-verina2&catid=55:teknologi-inovatif-badan-litbang-pertanian&itemid=613. Diakses Oktober 2015
- Kumar, P.B.A.N., Dushenkov, V., Motto, H. and Raskin, I. 1995. "Phytoextraction: The Use of Plants to Remove Heavy Metals from Soils". Environ. Sci. Technol, 29: 1232-1238
- Lingga P dan Marsono, 1994. Petunjuk Penggunaan Pupuk. Penebar Swadaya. Jakarta.

- Mangkoedihardjo, S. 2005. Fitoteknologi dan Ekotoksikologi dalam Desain Operasi Pengomposan Sampah, Seminar Nasional Teknologi Lingkungan III ITS (Online), (<http://www.its.ac.id/sarwoko-enviro>-Seminar % 20 sampah % 20 TL.pdf, diakses 15 Mei 2014).
- Purwani, J. 2010. Remediasi Tanah dengan Menggunakan Tanaman Akumulator Logam Berat Akarwangi (*Vetiveria zizanioides* L.). Balai Penelitian Tanah.
- Panjaitan, sorba. 2008. Fitoremediasi. <http://fitoremediasi.blogspot.com/search.1 April 2009>.
- Prihandrijanti, M., T. Lidiawati, E. Indrawan, H. Winanda, dan H. Gunawan, 2009. "Fitoremediasi dengan enceng gondok dan Kiambang Untuk Menurunkan Konsentrasi Deterjen, Minyak Lemak dan Krom Total". Seminar Nasional Teknik Kimia Indonesia – SNTKI 2009. Bandung
- Priyanto, B.; Priyatno, J. 2007. Fitoremediasi sebagai Sebuah Teknologi Pemulihan Pencemaran, Khusus Logam Berat. Melalui <http://itl.bppt.tripod.com/sublab/flora.htm>. [12/28/2015]
- Rahmawati, N., 2010. Pemanfaatan Minyak Atsiri Akarwangi (*Vetiveria zizanioides* L.) dari Famili Poaceae Sebagai Senyawa Antimikroba dan Insektisida Alami. Skripsi Sarjana Kimia, FMIPA-ITS, Surabaya.
- Rohyanti, Muchyar, dan Hayani N, 2011. Pengaruh Pemberian Bokashi Jerami Padi terhadap Pertumbuhan Vegetatif Tanaman Tomat (*Lycopersicon esculentum* mill) di Tanah Podsolik Merah Kuning. Jurnal Wahana-Bio. VI: 26-29.
- Salisbury, F.B. dan Ross, C.W. 1995. Fisiologi Tumbuhan. Terjemahan Diah R Lukman dan Sumaryono. Penerbit ITB, Bandung.
- Salt, D.E dan Baker, A.J.M. 1998. "Phytoremediation Of Metals Biotechnology Environmental Process I. Vol II. B. Wiley. VCH. Germany.
- Shanker AK, Cervantes C, Loza TH, Avudainayagam S, 2005. "Chromium toxicity in plants". Environ. Int 31 (5): 739-753 Yoon JC, Xinde Z, Qixing, Ma LQ, 2006. Accumulation of Pb, Cu, and Zn in Native Plants Growing on a Contaminated Florida Site. Science of the Total Environment: 456-464
- Silaban, Nia S, Nelvia, Idwar, 2013. Pertumbuhan Tanaman Padi Fase Vegetatif dan Akumulasi Logam Berat Pada Jaringan Tanaman Padi Varietas Payo Besar dan Inpari 12 di Lahan Gambut yang diberi Amelioran Dregs. Jurusan Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Riau. Pekanbaru.
- Sugiono, C.M., Nuraini, Y., dan Handayanto, E. 2014. Potensi *Cyperus kyllingia* Endl. untuk fitoremediasi tanah tercemar merkuri limbah tambang emas. Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan Vol I. No.1 :1-8. Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya, Malang. (website : <http://jtsl.ub.ac.id>) diakses November 2014.
- Syarif, F., Hidayati, N., Juhaeti, T., 2009. "Tumbuhan Berdaun Lebar Berpotensi Akumulator". Jurnal Tumbuhan Akumulator untuk Fitoremediasi Lingkungan Tercemar Merkuri dan Sianida Penambangan Emas. Rahmansyah, M. dkk (Editor). Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Cibinong-Indonesia. p: 71 - 100
- Truong P, Baker D. 1998. Vetiver grass system for environmental protection. Pacific Rim Vetiver Network (PRVN): Technical Bulletin no. 1, 1998/1. Bangkok, Thailand: Office of the Pacific Rim Vetiver Network, Office of the Royal development Project Board.
- Yoon, J., C. Xinde, Z. Qixing, and L.Q. Ma. 2006. Accumulation of Pb, Cu, and Zn in Native Plants Growing on a Contaminated Florida Site. Science of the Total Environment: 456-464.