

POTENSI RUMPUT-RUMPUTAN UNTUK FITOREMEDIASI LAHAN TERDEGRADASI PENAMBANGAN EMAS

[The Potential of Grasses on Phytoremediation of Degraded Land by Gold Mining]

... : Fauzia Syarif dan Titi Juhaeti ✉

Lab. Fisiologi Stres, Bidang Botani, Pusat Penelitian Biologi-LIPI
Jl. Ir. H. Juanda 22 Bogor 16002, E-mail: herbogor@indo.net.id

ABSTRACT

Phytoremediation is defined as a clean up of pollutants primarily mediated by photosynthetic plants so its could be used as an alternative technique to overcome contaminated soil and water such an mining ecosystems. These plants have several beneficial characteristics; they have ability to accumulate metals in their shoots and especially high tolerance to heavy metals. Since Indonesia has abundant plant diversity, it is believed that some of them are potential to be used as phytoremediator. This research was carried out to study the potential of three species of grasses in accumulating Pb and Cu. The treatments were arranged on Randomized Complete Block Design (factorial design). The first treatment are species of grass: 1) *Cynodon dactylon* Pers., 2) *Cyperus* sp. and 3) *Ischaemum timorense* Kith.; the second treatment is planting media i.e. 1) tailing soil, 2) soil from wild mining (mining activities run by unexpected miners) and 3) top soil and the third is organic fertilizer: 1) manure, 2) compost and 3) no fertilizer. The result showed that all of the three grasses are potential to accumulate Pb and Cu. Organic fertilizer mixed on planting media is significantly affected the growth of grasses and increasing the accumulation of Cu on leaf of *Cyperus* sp. and *I. timorense*. While no evidence in increasing Pb accumulation on all of those three grasses species.

Kata kunci/key words: rumput-rumputan/grasses, media tanam terkontaminasi/contaminated planting media, penambangan emas/gold mining, pupuk organik/organic fertilizer.

PENDAHULUAN

Fitoremediator adalah istilah untuk tumbuhan baik yang berupa herba, semak atau pohon, yang dapat berfungsi dalam menghilangkan polutan dari tanah atau perairan yang terkontaminasi. Tumbuhan pada umumnya mampu menyerap logam dalam jumlah yang bervariasi, tetapi beberapa tumbuhan mampu mengakumulasi unsur logam tertentu dalam konsentrasi yang cukup tinggi (Li *et al.*, dalam Wise *et al.*, 2000; Cannon, 1960; Baker dan Brooks, 1989). Oleh karena itu penggunaan tumbuhan sebagai pengontrol polutan, yang dikenal dengan istilah fitoremediasi, merupakan salah satu cara pendekatan untuk memperbaiki lahan terdegradasi.

Berbagai penelitian menunjukkan keberhasilan teknik ini. Beberapa jenis yang dapat berfungsi sebagai hiperakumulator diantaranya *Thlaspi calaminare* untuk Zn, *T. Caerulescens* (Cd), *Aeolanthus biformifolius* (Cu), *Phyllanthus serpentinus* (Ni), *Haumaniastrum robertii* (Co), *Astragalus racemosus* (Se) dan *Alyxia rubricaulis* (Mn). (Li *et al.*, dalam Wise *et al.* 2000). Sedikitnya ada satu taxa tumbuhan yang bersifat hiperakumulator untuk Cadmium, 28 taxa untuk Cobalt, 37 taxa untuk

Copper, 9 taxa untuk Mg, 317 taxa untuk Ni, dan 11 taxa untuk Zn (Cannon, 1960; Baker dan Brooks, 1989). Indonesia kaya dengan berbagai jenis flora, sehingga diduga terdapat pula jenis-jenis tumbuhan yang memiliki potensi sebagai hiperakumulator yang dapat digunakan untuk meremediasi lingkungan yang tercemar.

Tanah tailing yang merupakan limbah pengolahan emas mengandung konsentrasi logam berat Pb cukup tinggi, sekitar 55-63,2 ppm, bahkan penelitian sebelumnya menunjukkan kandungan Pb total 524 ppm. Logam berat adalah unsur kimia logam yang mempunyai densitas relatif tinggi dan toksik atau beracun pada konsentrasi rendah. Contoh logam berat misalnya Hg, Cd, As, Cr, Ti dan timbal (Pb). Logam berat tidak dapat didegradasi atau dirusak. Logam berat masuk ke dalam tubuh melalui makanan, minuman ataupun udara. Logam berat berbahaya karena cenderung berakumulasi dalam tubuh yang artinya konsentrasinya meningkat dalam organisme biologi menjadi lebih tinggi konsentrasinya dibandingkan lingkungannya.

Di lahan penimbunan tailing seiring berjalannya waktu, tumbuh berbagai jenis tumbuhan rumput dan

gulma berdaun lebar. Potensi ini dapat dimanfaatkan untuk mencari jenis-jenis tumbuhan yang potensial untuk fitoremediasi. Penelitiannya diarahkan untuk mendapatkan jenis tumbuhan yang dapat beradaptasi pada tanah dengan tingkat kelarutan logam yang relatif tinggi. Tumbuhan yang mampu tumbuh dengan baik di lahan tersebut berarti memiliki toleransi yang baik untuk hidup pada lahan marginal. Dari sekian keragaman jenis yang ada di lahan tersebut, diduga ada jenis yang potensial untuk dikembangkan sebagai tumbuhan fitoremediator. Inventarisasi jenis-jenis tumbuhan yang potensial sebagai akumulator logam berat dan sianida difokuskan pada tumbuhan pionir yang tumbuh di lahan tersebut. Apabila tumbuhan tersebut dapat tumbuh baik dan toleran terhadap lingkungan limbah yang tercemar, cepat tumbuh, serta mampu mengakumulasi substansi toksik dari dalam tanah dengan konsentrasi yang relatif besar dalam waktu singkat maka diharapkan tumbuhan tersebut mampu bertindak sebagai akumulator bahan pencemar tersebut.

Hasil penelitian Sambas (2002) tentang inventarisasi jenis-jenis pionir tumbuhan bawah termasuk rerumputan pada areal sekitar tailing dam tercatat adanya jenis-jenis pionir dan sekunder yang tahan hidup pada kondisi tanah tailing. Jenis-jenis dari suku Poaceae dan Asteraceae nampak paling dominan di daerah tersebut. Tumbuhan tersebut tumbuh cepat di musim hujan dan tahan kering di musim kemarau. Tumbuhan ini diduga potensial dalam upaya fitoremediasi lahan tercemar karena mampu tumbuh di lahan tersebut.

Hasil pengamatan langsung di lapangan menunjukkan bahwa *Cynodon dactylon* Pers, *Cyperus* sp. dan *Ischaemum timorensis* Kith merupakan jenis-jenis rumput yang tumbuh dominan di sekitar tailing dan di tempat penimbunan lumpur tailing. Hal ini menunjukkan bahwa ketiga tumbuhan ini mempunyai toleransi yang baik terhadap lingkungan sekitar. Hasil analisa juga menunjukkan bahwa *C. dactylon* mampu menyerap sianida sebanyak 1,05 ppm dan Pb 0,63 ppm. *I. timorensis* menyerap 0,63 ppm Pb dan *Cyperus compactus* Retz. 2,91 ppm sianida dan 1,79 ppm Pb (Juhaeti et al, 2003).

Penelitian ini merupakan langkah awal untuk mendapatkan jenis tumbuhan yang potensial sebagai fitoremediator, bertujuan untuk mempelajari perumbuhan dan serapan logam berat dan sianida pada rumput yang ditanam pada media tanah lumpur tailing dengan berbagai perlakuan pupuk organik.

BAHAN DAN CARA KERJA

Percobaan dilakukan di rumah kaca laboratorium Fisiologi Stres, Bidang Botani, Puslit Biologi-LIPI Bogor. Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap yang disusun secara faktorial. Faktor A, jenis rumput: *C. dactylon*, *Cyperus* sp. dan *I. timorensis*, Faktor B, media tanam: lumpur tailing, tanah pertambangan rakyat dan top soil, dan Faktor C Jenis Pupuk Organik: pupuk kandang, kompos dan tanpa pupuk. Ulangan dilakukan tiga kali.

Rumput ditanam pada pot plastik ukuran tinggi 17,5 cm, dengan diameter atas 23,5 cm dan diameter bawah 17 cm yang telah diisi media tanam berupa campuran tanah dan pupuk kandang atau kompos dengan perbandingan 2:1. Perlakuan media tanamnya sebagai berikut:

Lumpur tailing + kompos (M[^])

Lumpur tailing + pupuk kandang (M,P₂)

Lumpur tailing (kontrol) (M,P₀)

Tanah pertambangan rakyat + kompos (M₂P₂)

Tanah pertambangan rakyat + pupuk kandang (M₂P₂)

Tanah pertambangan rakyat (kontrol) (M₂P₀)

Top Soil + kompos (M₃P₁)

Top soil + pupuk kandang (M₃P₂)

Top soil (kontrol) (M₃P₀)

Masing-masing campuran media ditanami jenis rumput *C. dactylon*, *Cyperus* sp. dan *I. timorensis*. Setiap pot plastik berisi satu jenis rumput sebanyak 3 anakan. Peubah yang diamati awal penelitian adalah kandungan logam berat tanah (Pb, Cd, Fe dan Zn), pH tanah, kandungan hara makro (N Kjeldahl, P-tersedia Olsen atau Bray dan K-tersedia Morgan). Pada akhir penelitian yakni 3 bulan setelah tanam (BST) dilakukan pengukuran berat basah rumput, berat kering rumput dan kadar air, dan analisa Pb dan sianida pada daun dan akar *C. dactylon* (G1), *Cyperus* sp. (G2) dan *I. timorensis* (G3).

Tabel 1. Analisis kimia mediatanam sebelum penanaman

Media	pH	N (%)	P (ppm)	K	Pb (ppm)	Cd (ppm)	Fe (ppm)	Zn (ppm)
lumpur tailing (LT)	8,0	0,01	15	68,9	55,0	0,47	88,4	8,3
LT+ kompos	7,8	0,08	485	621,7	41,7	0,41	58,7	11,5
LT+ pupuk kandang	8,0	0,29	1066	1614,7	31,0	0,37	7,9	4,3
lumpur tambang rakyat (LTR)	7,8	0,10	50	150,2	19,1	0,35	109,4	6,6
LTR+ kompos	7,7	0,34	657	992,9	2,9	0,23	34,8	7,0
LTR+ pupuk kandang	7,6	0,66	1516	2233,2	2,5	0,18	5,2	8,5
top soil (TS)	6,0	0,14	185	200,1	4,1	0,09	10,8	5,2
TS+ kompos	6,1	0,29	219	1088,8	4,8	0,15	9,1	12,1
TS+ pupuk kandang	6,8	0,93	1251	2227,9	3,9	0,12	7,8	11,2

HASIL

Status hara tanah

Analisis tanah diperlukan untuk mengetahui status hara, tingkat kontaminasi dan pengaruh pemberian pupuk organik terhadap tanah tersebut. Hasil analisa terhadap media tanam sebelum dilakukan penanaman tertera pada Tabel 1.

Pertumbuhan rumput dan serapan substansi toksik

Pada umur 3 bulan, rumput dipanen dan dianalisa. Hasil pengukuran pertumbuhan rumput tertera pada Tabel 2. Selanjutnya analisa terhadap serapan sianida oleh rumput yang ditanam pada media tailing. Dalam analisa ini, dipisahkan antara akar dan tajuk untuk melihat translokasi dari sianida dalam tumbuhan (Tabel 3). Hasil analisis serapan Pb pada tumbuhan tertera pada Tabel 4. Analisis statistik tidak dapat dilakukan karena keterbatasan sampel.

PEMBAHASAN

Terlihat bahwa pH tanah bekas penambangan tinggi berkisar 7,6-8. Kandungan unsur hara makro NPK tergolong rendah sementara cemaran Pb tergolong tinggi, pada tanah tailing konsentrasinya mencapai 12,41 kali lipat dibanding tanah biasa dan 1,88 kali lipat dibanding tanah bekas penambangan rakyat. Pemberian pupuk kandang meningkatkan kandungan hara makro tanah. Hara yang ditambahkan oleh pupuk kandang ternyata lebih tinggi dibandingkan hara yang ditambahkan oleh kompos.

Hasil analisa kimia terhadap tanah tailing menunjukkan bahwa kandungan logam berat Pb pada tanah tailing tinggi, hal ini disebabkan dalam proses

pengolahan emas dan perak di PT Antam Pongkor Pb digunakan sebagai katalis. Pada pengolahan emas di PT Antam, Pongkor, logam emas dan perak dilarutkan secara selektif menggunakan larutan sianida dengan konsentrasi 700-900 ppm. Kapur ditambahkan untuk menjaga pH sekitar 10-10,5. Penambahan lead nitrat dilakukan sebagai katalis pelarutan perak (PT Aneka Tambang Tbk, tanpa tahun).

Di lahan seperti inilah tumbuh berbagai jenis rumput, hal ini berarti bahwa rumput-rumput tersebut mempunyai toleransi yang tinggi terhadap tanah terdegradasi tersebut. Diharapkan tumbuhan tersebut potensial untuk keperluan fitoremediasi.

Pertumbuhan di tanah tailing

C. dactylon mampu tumbuh di tanah tailing. Pemberian pupuk kandang berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan dibandingkan kontrol pemberian kompos. Bobot basah dan bobot kering pada perlakuan pemberian pupuk kandang berbeda nyata dibandingkan perlakuan lainnya. Walaupun pertumbuhan pada pemberian pupuk kandang ini lebih baik dibandingkan pertumbuhan pada media yang diberi kompos, akan tetapi kenaikan pertumbuhan ini tidak diikuti dengan kenaikan akumulasi serapan sianida di daun. Sianida yang terakumulasi di daun pada pemberian kompos maupun pupuk kandang jauh lebih sedikit dibandingkan pada perlakuan tanah tailing tanpa pemberian bahan organik. Sianida banyak terakumulasi di akar, pada perlakuan pupuk kandang menunjukkan nilai yang tinggi mencapai 67,43 kali lipat (Tabel 3). Begitu pula pada serapan timbal. Pemberian bahan organik ternyata tidak mampu meningkatkan

penyerapan Pb. Hal ini menunjukkan bahwa proses translokasi sianida dan Pb dari akar ke daun tidak berlangsung, hal ini perlu diteliti lebih lanjut.

Pada *Cyperus* sp., pemberian bahan organik baik berupa pupuk kandang maupun kompos tidak menunjukkan perbedaan yang nyata secara statistik terhadap semua peubah yang diamati. Pemberian pupuk kandang ternyata berpengaruh baik terhadap akumulasi sianida di daun, kenaikan akumulasinya mencapai 38,50 kali lipat, sementara pada pemberian kompos hanya meningkat 23,75 kali lipat (Tabel 3). Akumulasi di akar ternyata rendah. Melihat nilai ini ternyata ada sifat yang baik dari tumbuhan ini yakni mampu mentranslokasi sianida ke bagian tajuk. Hal ini perlu diteliti lebih lanjut. Sementara itu terhadap

penyerapan Pb, pemberian bahan organik tidak meningkatkan, malahan menurunkan (Tabel 4).

Pertumbuhan *I. timorensis* meningkat dengan pemberian bahan organik. Perlakuan pupuk kandang berbeda nyata dibandingkan perlakuan lainnya pada peubah bobot basah. Ternyata akumulasi sianida baik di akar maupun di daun cenderung meningkat dengan pemberian bahan organik ini. Akumulasi sianida di daun pada perlakuan pupuk kandang menunjukkan hasil tertinggi mencapai 23,02 kali lipat sedangkan pada perlakuan kompos 86,48 kali lipat (Tabel 3). Akumulasi sianidadiakarjugameningkat. Samaseperti pada *Cyperus* sp., fenomena ini menarik untuk diteliti lebih lanjut. Tidak seperti akumulasi sianida, ternyata akumulasi Pb menurun pada pemberian bahan organik ini.

Tabel 2. Hasil pengukuran berat basah (BB), berat kering (BK) dan kadar air tanaman (ICAT) *Cynodon dactylon*, *Cyperus* sp dan *Ischaemum timorensis* yang ditanam pada tanah tailing dengan pemberian pupuk organik pada umur 3 bulan setelah tanam

Perlakuan	Berat basah (g)	Berat kering (g)	Kadar air (%)
<i>Cynodon dactylon</i> di lumpur tailing (LT)	5,7b	2,73a	45,64b
<i>Cynodon dactylon</i> di LT+ kompos	4,83b	2a	34,29b
<i>Cynodon dactylon</i> di LT+ pupuk kandang	136,33a	42,27b	69,28a
<i>Cyperus</i> sp di lumpur tailing (LT)	22,83a	9,3a	60,66a
<i>Cyperus</i> sp di LT + kompos	47,5a	13,1a3	69,04a
<i>Cyperus</i> sp di LT+ pupuk kandang	43,57a	15,27a	64,24a
<i>Ischaemum timorensis</i> di lumpur tailing (LT)	4,67b	2,07a	54,47b
<i>Ischaemum timorensis</i> di LT+ kompos	15,17b	5,03a	65,49ab
<i>Ischaemum timorensis</i> di LT+ pupuk kandang	42,57a	10,63a	74,60a
<i>Cynodon dactylon</i> di lump,tamb,rakyat (LTR)	4,43 b	1,77b	32,75b
<i>Cynodon dactylon</i> di LTR + kompos	6,77b	3,03b	35,65b
<i>Cynodon dactylon</i> di LTR + pupuk kandang	158,5a	52,63a	67,5a
<i>Cyperus</i> sp di lumpur tambang rakyat (LTR)	24a	8,9a	62,56a
<i>Cyperus</i> sp di LTR+ kompos	33a	10,9a	67,63a
<i>Cyperus</i> sp di LTR+ pupuk kandang	50a	11,83a	75,15a
<i>Ischaemum timorensis</i> di lumpur tambang rakyat	4,77b	2,23b	54,27b
<i>Ischaemum timorensis</i> di LTR + kompos	10,43b	4,33b	74,60b
<i>Ischaemum timorensis</i> di LTR + pupuk kandang	126,5a	46,73a	62,90a
<i>Cynodon dactylon</i> di top soil (TS)	3,83b	1,3b	43,97a
<i>Cynodon dactylon</i> di TS+ kompos	6,67b	3,03b	35,65a
<i>Cynodon dactylon</i> di TS+ pupuk kandang	72,83a	39,5a	43,84a
<i>Cyperus</i> sp di top soil	44,17b	13,53b	68,42a
<i>Cyperus</i> sp di TS+ kompos	70,5ab	19,47b	70,59a
<i>Cyperus</i> sp+ pupuk kandang	94,5a	26,3a	72,15a
<i>Ischaemum timorensis</i> di top soil	72,83b	32,23a	55,65b
<i>Ischaemum timorensis</i> di TS+ kompos	83,33b	30,17a	64,24ab
<i>Ischaemum timorensis</i> di TS+ pupuk kandang	68,9a	23,33a	75,07a

Keterangan: - Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom dan baris yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata padataraf 5 % dengan uji Duncan

Tabel 3. Hasil uji serapan sianida (Cn) daun dan akar *Cynodon dactylon*, *Cyperus* sp dan *Ischaemum timorense* yang ditanam pada tanah tailing dengan pemberian kompos dan pupuk kandang umur 3 BST.

Perlakuan	Daun mg/kg	Akar mg/kg
<i>Cynodon dactylon</i> di lumpur tailing (LT)	41,3	3,90
<i>Cynodon dactylon</i> di LT+ kompos	<0,001	<0,001
<i>Cynodon dactylon</i> di L'H pupuk kandang	0,16	6,3 (67,43 kali)
<i>Cyperus</i> sp di lumpur tailing	0,40	0,41
<i>Cyperus</i> sp di LTH kompos	1,35 (23,75 kali)	--0,001
<i>Cyperus</i> sp di LT+ pupuk kandang	15,8(38,50 kali)	0,2J
<i>Ischaemum timorense</i> di lumpur tailing	1,99	<0,001
<i>Ischaemum timorense</i> di LT+ kompos	19,2 (86,48 kali)	2,52
<i>Ischaemum timorense</i> di LT+ pupuk kandang	47,8 (23,02 kali)	3,36

Keterangan: Angka dalam kurung menunjukkan persentase kenaikan serapan sianida.

Tabel 4. Kandungan timbal (Pb) pada *Cynodon dactylon*, *Cyperus* sp dan *Ischaemum timorense* yang ditanam pada media tanah tercemar dengan berbagai perlakuan pupuk organik umur 3 BST.

Perlakuan	Kandungan Pb (ppm)
C. dactylon di lumpur tailing	7,33
<i>C. dactylon</i> di lumpur tailing + kompos	4,28
<i>C. dactylon</i> di lumpur tailing + pupuk kandang	5,60
Cyperus sp di lumpur tailing	6,82
<i>Cyperus</i> sp di lumpur tailing + kompos	4,79
<i>Cyperus</i> sp di lumpur tailing + pupuk kandang	3,87
I.timorense di lumpur tailing	7,74
<i>I. timorense</i> di lumpur tailing + kompos	3,46
<i>I.timorense</i> di lumpur tailing + pupuk kandang	3,87
C. dactylon di lumpur tambang rakyat (LTR)	7,33
<i>C. dactylon</i> di LTR + kompos	3,06
<i>C. dactylon</i> di LTR + pupuk kandang	1,32
Cyperus sp di lumpur tambang rakyat (LTR)	6,72
<i>Cyperus</i> sp di LTR + kompos	8,45
<i>Cyperus</i> sp di LTR + pupuk kandang	2,44
I.timorense di lumpur tambang rakyat (LTR)	7,84
<i>I.timorense</i> di LTR + kompos	4,48
<i>I.timorense</i> di LTR + pupuk kandang	8,55
C. dactylon di top soil	4,28
<i>C. dactylon</i> di top soil + kompos	2,75
<i>C. dactylon</i> di top soil + pupuk kandang	2,55
Cyperus sp di top soil	1,12
<i>Cyperus</i> sp di top soil + kompos	3,36
<i>Cyperus</i> sp di top soil + pupuk kandang	2,85
I.timorense di top soil	5,80
<i>I.timorense</i> di top soil + kompos	8,35
<i>I.timorense</i> di top soil + pupuk kandang	1,12

Menurunnya akumulasi **Pb pada perlakuan** pemberian bahan organik menunjukkan bahwa mekanisme penyerapan logam berat Pb tidak cukup

melalui peningkatan pertumbuhan vegetatif saja. Diperlukan tehnik lain misalnya melalui pemberian bahan chelat (bahan pengikat logam) seperti EDTA

pada media tumbuhnya atau melalui tehnik rekayasa genetika.

Hasil penelitian di atas menunjukkan bahwa *Cyperus* sp. dan *. timorensis* potensial sebagai tumbuhan akumulator sianida, untuk itu diperlukan penelitian lebih lanjut.

Pertumbuhan di lumpur tambang rakyat

Pemberian bahan organik berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan *C. dactylon* di lumpur bekas tambang rakyat. Perlakuan pupuk kandang berbeda nyata dibandingkan perlakuan lainnya baik pada berat basah maupun berat kering. Pemberian pupuk kandang meningkatkan pertumbuhan tanaman lebih baik daripada pemberian kompos. *C. dactylon* yang ditanam di lumpur tambang rakyat ini juga mampu mengakumulasi Pb dengan baik. Akan tetapi serapan Pb tidak dipengaruhi oleh pemberian bahan organik. Serapan Pb cenderung menurun.

Pemberian bahan organik tidak berpengaruh nyata terhadap bobot basah dan bobot kering *Cyperus* sp., walaupun demikian perlakuan pupuk kandang menunjukkan hasil tertinggi dibandingkan perlakuan lainnya. Pupuk kandang menunjukkan pengaruhnya yang baik terhadap pertumbuhan. Serapan *Cyperus* sp. terhadap Pb di tanah lumpur bekas penambangan rakyat ini juga cukup tinggi. Pemberian kompos meningkatkan penyerapan, sedangkan pemberian pupuk kandang menurunkannya.

Pertumbuhan *. timorensis* juga meningkat. Pupuk kandang memberikan pengaruh yang lebih baik dibandingkan kompos. Rumput ini juga mampu menyerap Pb dengan baik, pemberian pupuk kandang meningkatkan akumulasi Pb.

Pertumbuhan di tanah top soil biasa

Secara umum pertumbuhan rumput meningkat dengan pemberian bahan organik, kecuali pada *. timorensis*. Serapan Pb pada rumput ini meningkat pada perlakuan kompos, tetapi menurun pada perlakuan pupuk kandang. Hal ini memerlukan kajian lebih lanjut.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa ke tiga jenis rumput yang dicoba mampu menyerap logam tetapi dalam jumlah yang bervariasi. Sejumlah spesies dari beberapa famili terbukti memiliki sifat hipertoleran, yakni dapat mentolelir unsur logam dengan

konsentrasi tinggi pada jaringan akar dan tajuknya, dan sifat hiperakumulator, yang berarti dapat mengakumulasi unsur logam tertentu dengan konsentrasi tinggi pada tajuknya. Tumbuhan ini dikenal dengan hiperakumulator dan dapat digunakan untuk tujuan fitoekstraksi. Dalam proses fitoekstraksi ini logam berat diserap oleh akar tanaman dan ditranslokasikan ke tajuk dan diolah kembali atau dibuang pada saat tanaman dipanen (Chaney *et al*, 1995). Sifat hipertoleransi merupakan kunci penting dari karakteristik hiperakumulator.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa *C. dactylon*, *Cyperus* sp. dan *. timorensis* memiliki salah satu ciri dari beberapa ciri tumbuhan hiperakumulator yaitu: (1) Dapat mentolelir unsur logam dalam konsentrasi tinggi pada jaringan akar dan tajuknya. (2) Memiliki tingkat laju penyerapan unsur dari tanah yang tinggi dibanding tanaman lainnya. (3) Memiliki kemampuan mentranslokasi dan mengakumulasi unsur logam dari akar ke tajuk dengan laju yang tinggi dan (4) Secara ideal memiliki potensi produksi biomasa yang tinggi (Reeves, 1992). Sebagai contoh normalnya konsentrasi Zn, Cd atau Ni pada akar adalah 10 kali lebih tinggi dari pada konsentrasi pada tajuk, tetapi pada hiperakumulator, konsentrasi logam pada tajuk melebihi tingkat konsentrasi pada akar (Brown *et al* 1995). Analisis kandungan logam berat Pb pada akar dan tajuk rumput *C. dactylon*, *Cyperus* sp. dan *. timorensis* tidak dapat dilakukan pada penelitian ini karena keterbatasan sampel, tetapi analisis sianida dapat dilakukan. Sianida memang bukan logam berat tetapi merupakan bahan toksik. Hasil analisis terhadap kandungan sianida menunjukkan bahwa akumulasi sianida di daun lebih tinggi dibandingkan di akar pada *C. dactylon* yang ditanam di lumpur tailing, juga pada *Cyperus* sp. dan *. timorensis* (Tabel 3). Batasan lainnya adalah akumulasi lebih dari 1% dari total berat kering tajuk atau 100 kali lebih besar dari tanaman normal, tergantung pada jenis unsur. Untuk nikel sedikitnya 1000 mg kg⁻¹ berat kering tajuk (atau 0,1%). Untuk Zn sedikitnya 1 % karena Zn biasa terdapat dengan konsentrasi lebih besar di dalam tanah (Reeves, 1992).

Pemberian bahan organik mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman karena bahan organik selain memberikan hara bagi tumbuhan juga mampu memperbaiki tekstur dan struktur tanah,

Pemberian pupuk kandang ternyata lebih baik dibandingkan dengan pemberian kompos, hal diduga terjadi karena ketersediaan hara dari pupuk kandang lebih banyak. Pupuk kandang selain memperbaiki ketersediaan harajuga mampu memperbaiki tekstur dan struktur tanah sehingga media pertumbuhan menjadi lebih baik.

KESIMPULAN

1. Ke tiga jenis rumput yang ditanam mampu menyerap sianida maupun Pb.
2. Perlakuan bahan organik berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan rumput, pemberian pupuk kandang menunjukkan hasil tertinggi.
3. Perlakuan bahan organik pada *Cyperus* dan *. timorensis* meningkatkan akumulasi sianida di daun. Hal ini menunjukkan adanya indikasi bahwa tumbuhan tersebut dengan bantuan bahan organik potensial sebagai akumulator sianida. Hal ini harus diteliti lebih lanjut.
4. Pemberian bahan organik secara umum tidak meningkatkan serapan Pb pada rumput.

DAFTAR PUSTAKA

Aneka Tambang PT Tbk. *Sekilas Informasi Unit Bisnis Pertambangan Emas Pongkor*

Baker AJM and Brooks RR. 1989. Terrestrial higher plants which hyperaccumulate metal elements - a review of their distribution, ecology and phytochemistry. *Biorecovery* **1**,81-126.

Brown SL, Chaney RL, Angle JS, and Baker JM. 1995. Zinc and cadmium uptake by hyperaccumulator *Thlaspi caerulescens* grown in nutrient solution. *Soil Sci.Soc.Am.J* **59**, 125-133.

Cannon RL, Brown SL, Li YM, Angle JS, Homer F and Green C. 1995. Potential use of metal hyperaccumulators *Mining Environ Management* **3(3)**, 9-11.

Juhaeti T, Syarif F dan Komarudin E. 2003. Inventarisasi jenis tumbuhan hipertoleran tailing limbah pengolahan emas PT. Antam Pongkor. **Laporan Teknik Puslit Biologi-LIPITahun2003.**

Reeves RD. 1992. The hyperaccumulation of nickel by serpentine plants. Dalam: Baker AJM, Proctor J, Reeves RD (Eds.). *The Vegetation of Ultramafic (Serpentine) Soils.* Intercept, Andover, Hampshire, UK, 253-277.

Sambas EN. 2002. Analisis vegetasi tumbuhan bawah pada areal tailing dam PT Antam Pongkor, Bogor. *Laporan Teknik, Pusat Penelitian Biologi-LIPI Tahun 2002.*

Wise DL, Trantolo DJ, Cichon E, Inyang HI dan Stottmeister U (Eds.). 2000. *Bioremediation of Cotaminated Soils.* Marcek Dekker, New York, Basel.