

## POTENSI *Cyperus kyllingia* Endl. UNTUK FITOREMEDIASI TANAH TERCEMAR MERKURI LIMBAH TAMBANG EMAS

Cynthia Monica Sugiono, Yulia Nuraini, Eko Handayanto\*

Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya

\* penulis korespondensi: handayanto@ub.ac.id

---

### Abstract

Small-scale gold mining activities in Sekotong District of West Lombok Regency started in 2009. Gold is recovered through a two-stage process of amalgamation and cyanidation. Tailing is discharged to land with no concern for contaminants. Phytoremediation could cost-effectively replace traditional mercury remediation strategies. The objective of this study was to elucidate the potential of *Cyperus kyllingia* Endl for phytoremediation of soil contaminated with mercury of gold amalgamation and cyanidation tailings in conjunction with ammonium thiosulphate to phytoextract mercury. The study was conducted at the Laboratory of Soil Brawijaya University and in a shade house located in the area of Dermo, Sengkaling. Samples of tailings-uncontaminated soil were mixed with samples of tailings with the proportion of 30%: 70% (w/w). At harvest shoots and roots were analyzed for mercury concentration in treatments, Tailing (tailings cyanidation and amalgamation), ligand (0, 4, and 8 g kg<sup>-1</sup>). The results showed that *Cyperus kyllingia* was a potential local species for phytoremediation of mercury contaminated soils as this plant was able to take up mercury of 122,53 mg kg<sup>-1</sup> (shoot) and 77,9 mg kg<sup>-1</sup> (shoot). Based on TF (translocation factor) value that was < 1, it is a potential species for phytostabilization. Addition on 8 g ammonium thiosulphate kg<sup>-1</sup> planting media enhanced mercury taken up by plant as much as 71,18%.

*Key words: mercury , phytoremediation, ligand*

---

### 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 petambang, maupun masyarakat umum. Di tahun 2010, terdapat sekitar 900 titik, yang mencakup sekitar 250.000 petambang, termasuk di dalam jumlah tersebut adalah para perempuan dan anak-anak kecil di bawah umur. Sekitar 1.000.000 populasi menggantungkan keberlangsungan kehidupan mereka dari perputaran ekonomi bisnis tambang emas yang eksploitatif ini (Ismawati, 2010). Dari berbagai

literatur diperkirakan tiap petambang dalam sehari dapat menghasilkan sekitar 10 gram emas.

Desa Sekotong Tengah, Kecamatan Sekotong Lombok Barat, adalah diantara berbagai wilayah PESK di Indonesia yang telah beroperasi sejak tahun 2009. Amalgamasi merkuri (Hg) merupakan metode tradisional yang digunakan oleh penambang PESK untuk mendapatkan emas. Dalam setiap gram emas yang dihasilkan, terdapat sekitar 1-3 gram merkuri yang terlepas ke lingkungan dari proses amalgamasi konsentrat (Telmer, 2007), dimana sebagian terlepas di udara dan sebagian lagi terlepas ke perairan bersama dengan lumpur hasil pencucian. Suatu penelitian pada PESK di Filipina menunjukkan bahwa hanya 10% emas yang dapat diperoleh dengan metode amalgamasi Hg tersebut (Hylander *et al.*, 2007).

Sisa lumpur yang dibuang ke lahan pertanian berdampak negatif terhadap produksi tanaman pangan karena pertumbuhan tanaman yang terhambat, bahkan tanaman mati, akibat keracunan Hg. Hasil analisis pendahuluan yang dilakukan di laboratorium tanah Universitas Mataram menunjukkan bahwa kadar Hg dalam tanah di Kecamatan Sekotong, Kabupaten Lombok Tengah berkisar dari 25 ppm sampai 40 ppm, sedangkan kandungan Hg dalam biji jagung dan padi yang tumbuh dilokasi pembuangan limbah sekitar 0.20 ppm (Krisnayanti *et al.*, 2012).

Kegiatan penambangan di wilayah Sekotong tersebut di atas dilaporkan telah menyebabkan tanaman jagung menjadi kekuning-kuningan yang pada gilirannya menurunkan produksi tanaman jagung. Klorosis (tanaman menguning) merupakan gejala utama tanaman yang keracunan Hg, selain itu keracunan Hg juga menyebabkan akar tanaman berwarna coklat, jumlah dan ukuran akar menurun, dan tudung akar rusak (Patra dan Sharma, 2000). Terjadinya keracunan merkuri pada tanaman dapat disebabkan oleh (a) perubahan permeabilitas membran sel, (b) reaksi gugus sulphhydryl (-SH) dengan kation, (c) afinitas untuk bereaksi dengan gugus fosfat dan gugus ADP atau ATP yang aktif, dan (d) penggantian unsur esensial, terutama unsur makro (Munzuroglu dan Geekil, 2002).

Kadar logam berat pada lahan pertanian tersebut dapat dikurangi dan dinetralisir dengan metode yang murah, yang dikenal dengan fitoremediasi, yaitu pemanfaatan tumbuhan hijau ataupun mikroorganisme yang berasosiasi, untuk menyerap, memindahkan, menurunkan aktivitas unsur toksik, serta mengurangi kandungan senyawa toksik dalam tanah (Truu *et al.*, 2003). Fitoremediasi terdiri atas empat jenis teknologi berbasis tanaman, yakni rhizofiltrasi, fitostabilisasi, fitovolatilisasi, dan fitoekstraksi; (Chandra Sekhar *et al.*, 2005). Diantara empat teknologi fitoremediasi tersebut, fitostraksi merupakan metode yang paling banyak digunakan untuk ekstraksi logam berat pencemar tanah. Hasil penelitian Hidayati *et al.* (2009) menunjukkan bahwa ada beberapa spesies tanaman di lokasi PESK di Jawa Barat yang mampu mengakumulasi sampai dengan 20 ppm Hg, diantaranya *Cyperus kyllingia* Endl.. Tumbuhan ini umumnya dijumpai pada

daerah terbuka seperti tempat pembuangan, tepi jalan, yang merupakan gulma pertanian yang potensial. Kondisi terbaik untuk pertumbuhan *Cyperus kyllingia* dengan suhu rata-rata 25°C. umbi teki mampu berkecambah pada suhu 10° – 40°C. pH tanah untuk menumbuhkan rumput teki berkisar antara 4,0 – 7,5. (Moenandir, 1993). Perkembangbiakan *Cyperus kyllingia* dengan biji dan rimpang (Kasmo, 1986).

Merkuri mempunyai afinitas kuat dengan kelompok thiol, terutama kompleks sulfide dan bisulfida (Morel *et al.*, 1998). Selain itu, senyawa humik yang menyusun 50% bahan organik tanah mengandung kelompok fungsional yang mengandung S dalam jumlah cukup besar (Wallschlager *et al.*, 1998). Senyawa humik yang tersusun dari asam humat dan asam fulvat merupakan peng-khelat Hg (Wallschlager *et al.*, 1996). Larutan mengandung sulfur telah digunakan untuk memacu akumulasi Hg dalam jaringan tanaman (Moreno *et al.*, 2004). Misalnya, *Brassica juncea* dapat mengkonsentrasikan Hg sampai 40 mg kg<sup>-1</sup> dalam jaringan tajuk tanaman setelah aplikasi amonium thiosulfat ([NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) pada limbah tambang yang terkontaminasi dengan 2.8 mg Hg kg<sup>-1</sup>. Oleh karena itu amonium thiosulfat sering digunakan oleh beberapa peneliti sebagai suatu strategi yang potensial untuk remediasi lingkungan tercemar Hg.

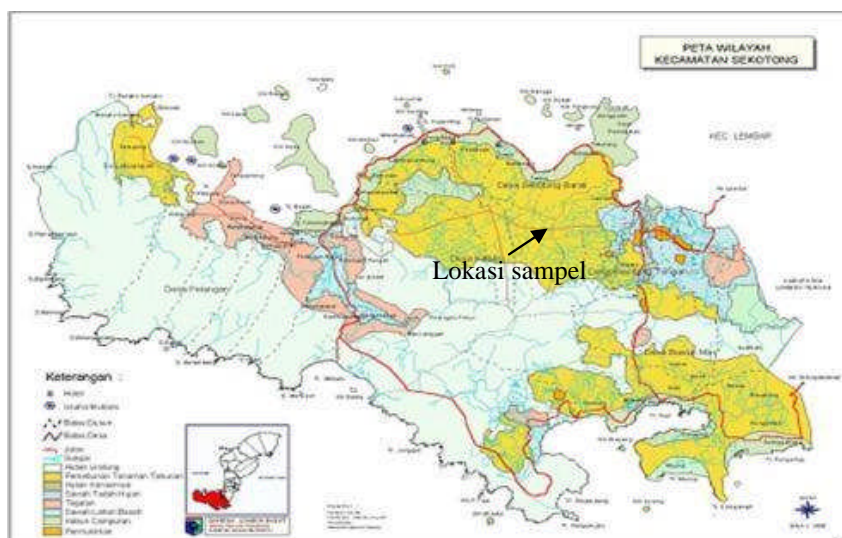
Tujuan penelitian ini adalah untuk (1) mempelajari dan mengetahui potensi *Cyperus sp.* dalam fitoremediasi tanah yang tercemar oleh limbah tambang emas mengandung unsur Hg, dan (2) mempelajari dan mengetahui pengaruh penambahan bahan ligand mengandung S terhadap pelarutan Hg dalam tanah tercemar Hg dan perubahan serapan Hg oleh *Cyperus sp.*

## Bahan dan Metode

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari 2013 – September 2013 di Malang. Dimana analisis laboratorium dilakukan di Laboratorium Tanah Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya dan penanaman dilakukan di rumah kaca yang terletak di daerah Dermo, Sengkaling, Kabupaten Malang. Bahan yang digunakan adalah *tailing* proses amalgamasi merkuri, *tailing* proses sianidasi, tanah Inceptisol, ligan amonium thiosulfat

( $[\text{NH}_4]_2\text{S}_2\text{O}_3$ ), (5) pupuk kalium (KCl), pupuk nitrogen (urea), pupuk fosfor (SP36), pupuk kompos, dan tanaman *Cyperus kyllingia*. Tailing amalgamasi dan tailing sianidasi diperoleh dari

lokasi pertambangan emas rakyat di Kecamatan Sekotong, Kabupaten Lombok Barat (Gambar 1).



Gambar 1. Lokasi Sampel Tailing di Kecamatan Sekotong, Kabupaten Lombok Barat

Tanah Inceptisol diperoleh dari Desa Beji, Kecamatan Junrejo, Kabupaten Malang. Pemilihan tanah Inceptisol didasarkan pada pertimbangan bahwa tanah di Kecamatan Sekotong, Kabupaten Lombok Barat tersebut di dominasi oleh ordo Inceptisol. Pupuk kalium (KCl), nitrogen (Urea) dan fosfor (SP36) digunakan sebagai pupuk dasar. Pupuk kompos diperoleh dari UPT kompos UB. Tumbuhan *Cyperus kyllingia* diperoleh dari lokasi yang tercemar tailing proses amalgamasi maupun proses sianidasi.

Sampel tanah Inceptisol diambil pada kedalaman 0-30 cm dengan menggunakan bor tanah, kemudian dibawa ke laboratorium tanah Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya. Sampel tanah di kering udarakan selama 3 hari, kemudian diayak dengan ayakan 2 mm. Analisis dasar tanah meliputi kandungan N total (metode Kjeldahl), P tersedia (Bray-1) dan K (flamephotometer), serta kandungan C-organik (metode Walkley dan Black). Sampel tailing diambil secara acak dari timbunan tailing di lokasi proses amalgamasi maupun proses sianidasi. Kandungan merkuri dalam masing-masing sampel tailing kering udara ditetapkan di laboratorium tanah dengan menggunakan

F732-S Cold Atomic absorption Mercury Vaporanalyzer (Shanghai Huaguang Instrument Company), dengan prinsip reduksi logam merkuri oleh stannum klorida ( $\text{SnCl}_2$ ). Sifat kimia tailing sianidasi adalah sebagai berikut: N total 0,009 %, P tersedia 2,79 mg  $\text{kg}^{-1}$ , C-organik 0,55 %, K total 0,11 %, pH 7,59, dan Hg 327,0 mg  $\text{kg}^{-1}$ , sedangkan sifat kimia tailing amalgamasi adalah: N total 0,013 %, P tersedia 4,94 mg  $\text{kg}^{-1}$ , C-organik 0,21 %, K total 0,59 %, pH 8,43, dan Hg 393,6 mg  $\text{kg}^{-1}$ .

Tanaman *Cyperus kyllingia* diperoleh dari lokasi di sekitar lokasi pengambilan sampel tailing dalam bentuk utuh kemudian dilakukan aklimatisasi tunas yang dipotong hingga setinggi 2 cm sehingga diperoleh anakan yang seragam. Proses aklimatisasi selama 1 – 2 minggu. *Cyperus kyllingia* yang sudah diaklimatisasi ditanam pada polibag 5 kg dengan campuran 70% tanah inceptisols dan 30% tailing dari proses amalgamasi (proses gelondong) atau proses sianidasi (proses tong) yang ditempatkan dalam polibag. Untuk memacu serapan merkuri ditambahkan amonium thiosulfat dengan dosis 0,4 dan 8 g  $\text{kg}^{-1}$  media (Wang *et al.*, 2012). Berdasarkan hal diatas, maka terdapat enam perlakuan (Tabel 1). Enam perlakuan tersebut disusun dalam rancangan acak lengkap dengan

tiga ulangan. Masing-masing perlakuan diberi pupuk dasar N, P dan K dengan dosis setara 100 kg N (urea) ha<sup>-1</sup>, 50kg K (KCl) ha<sup>-1</sup>, dan 50kg P (SP36) ha<sup>-1</sup>, serta kompos dengan dosis 10 t ha<sup>-1</sup>. Hal ini dilakukan untuk memaksimalkan pertumbuhan *Cyperus kyllingia*. Perlakuan penambahan ligan amonium thiosulfat (untuk dosis 4 dan 8 g kg<sup>-1</sup> media) dilakukan setelah tumbuhan berumur 7 minggu, atau 1 minggu sebelum panen. Pengaplikasian ligan dengan cara melarutkan ligan dengan kurang lebih 200 mL aquades dan disiramkan pada media tanaman dengan menghindari kontak langsung larutan ligan dengan tanaman *Cyperus kyllingia*. Selama percobaan, pemberian air dilakukan setiap hari untuk menjaga kecukupan pasokan air untuk pertumbuhan tanaman. Satu minggu setelah penambahan ligan amonium thiosulfat,

tanaman dapat dipanen (umur 8 minggu). Parameter yang diamati adalah tinggi tanaman, jumlah daun, dan konsentrasi Hg pada tajuk dan akar.

Biological Concentration Factor (BCF) dihitung sebagai rasio konsentrasi Hg dan akar dengan konsentrasi Hg dalam tanah (Yoon et al., 2006). Translocation Factor (TF) dihitung sebagai rasio Hg dalam tajuk dengan konsentrasi Hg dalam akar (Cui et al., 2007; Li et al., 2007). Biological Accumulation Coefficient (BAC) dihitung sebagai rasio konsentrasi Hg dalam tajuk dan dengan konsentrasi Hg dalam tanah (Cui et al., 2007; Li et al., 2007).

Data yang diperoleh akan diuji dengan analisis ragam (Anova) dengan uji BNJ 5% untuk mengetahui pengaruh perlakuan.

Tabel 1. Kombinasi perlakuan

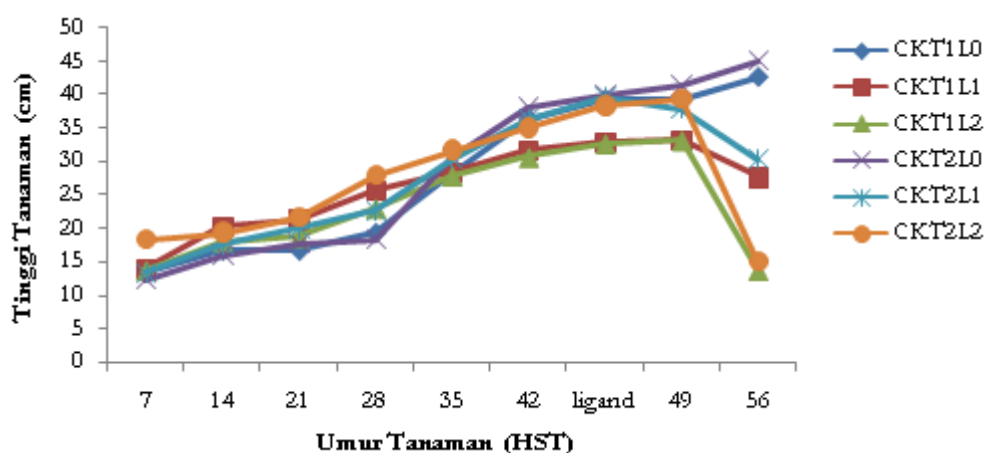
No	Kode Perlakuan	Keterangan
1	CKT1L0	<i>Cyperus kyllingia</i> pada <i>tailing</i> sianidasi tanpa penambahan amonium thiosulfat
2	CKT1L1	<i>Cyperus kyllingia</i> pada <i>tailin</i> gsianidasi dengan penambahan 4 g amonium thiosulfat kg <sup>-1</sup> media
3	CKT1L2	<i>Cyperus kyllingia</i> pada <i>tailing</i> sianidasi dengan penambahan 8 g amonium thiosulfat kg <sup>-1</sup> media
4	CKT2L0	<i>Cyperus kyllingia</i> pada <i>tailing</i> amalgamasi tanpa penambahan amonium thiosulfat
5	CKT2L1	<i>Cyperus kyllingia</i> pada <i>tailing</i> amalgamasi dengan penambahan 4 g amonium thiosulfat kg <sup>-1</sup> media
6	CKT2L2	<i>Cyperus kyllingia</i> pada <i>tailing</i> amalgamasi dengan penambahan 8 g amonium thiosulfat kg <sup>-1</sup> media

### Hasil dan Pembahasan

Hasil pengamatan pertumbuhan *Cyperus kyllingia* menunjukkan bahwa penambahan ligan pada media mempengaruhi tinggi, jumlah daun dan jumlah anakan. Semakin tinggi dosis penambahan ligan maka semakin menurun pertumbuhan tanaman *Cyperus kyllingia*.

Pada perlakuan L0 tinggi tanaman pada 56HST terus mengalami peningkatan, sedangkan pada perlakuan L1 dan L2 mengalami penurunan karena adanya penambahan ligan yang mempengaruhi tinggi

tanaman. (Gambar 1). Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan ligan berpengaruh sangat nyata pada serapan akar. Kemudian, dilanjutkan pengujian lebih lanjut dengan menggunakan uji BNJ 5%, dan didapatkan hasil yang berbeda sangat nyata pada masing – masing perlakuan (Tabel 2). Hal ini didukung dengan pernyataan Irwan (2009) yang menyatakan bahwa kompleks Hg-thio-sulfat dapat meningkatkan kelarutan Hg dalam air sehingga lebih mudah diserap oleh akar tanaman.

Gambar 1. Tinggi *Cyperus kyllingia*

Keterangan: CK (*Cyperus kyllingia*); T1 (Tanah tercemar *tailing* sianidasi); T2 (Tanah tercemar *tailing* amalgamasi); L0 (tanpa ligan); L1 (ligan 4g kg<sup>-1</sup>); L2 (ligan 8g kg<sup>-1</sup>)

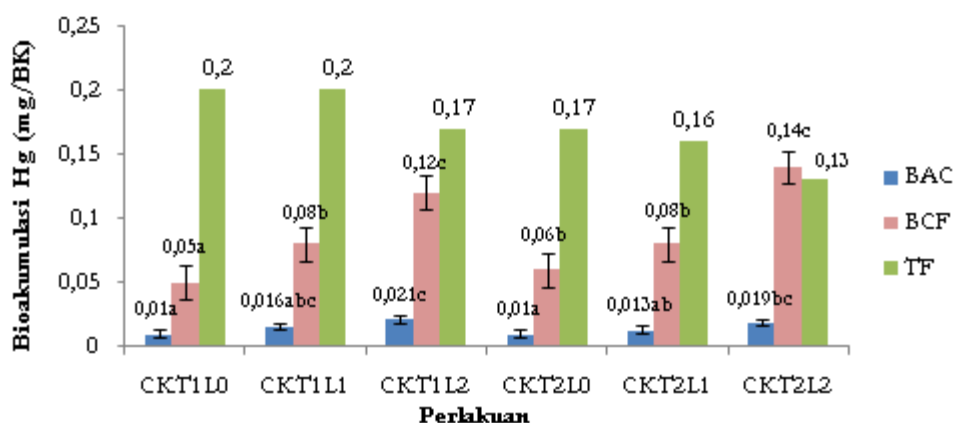
Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan ligan berpengaruh nyata pada serapan tajuk. Kemudian, dilanjutkan pengujian lebih lanjut dengan menggunakan uji BNJ 5%, dan didapatkan hasil yang berbeda nyata pada masing – masing perlakuan (Tabel 2). Sama

halnya dengan akar, tajuk tanaman *Cyperus kyllingia* mampu mengakumulasi Hg semakin banyak seiring dengan tingginya dosis ligan yang diberikan. Larutan mengandung sulfur telah digunakan untuk memacu akumulasi Hg dalam jaringan tanaman (Moreno *et al.*, 2004).

Tabel 2. Serapan Hg pada Akar *Cyperus kyllingia*

Perlakuan	Berat Kering (g tanaman <sup>-1</sup> )		Konsentrasi Hg (mg kg <sup>-1</sup> )		Serapan Hg (mg kg <sup>-1</sup> )	
	Tajuk	Akar	Tajuk	Akar	Tajuk	Akar
CKT1L0	16,77a	1,98b	3,31a	16,67a	54,51a	33,09a
CKT1L1	11,25a	1,28ab	5,33ab	26,33ab	59,51ab	33,82a
CKT1L2	8,69a	1,05a	7,18b	41,16c	62,3ab	43,58a
CKT2L0	17,84b	1,61ab	4,16a	24,83ab	76,35ab	40,74a
CKT2L1	17,71a	1,52ab	5,46ab	32,16bc	98,61ab	49,36a
CKT2L2	16,35a	1,37ab	7,71b	57,16d	122,53b	77,9b

Keterangan: Angka yang diikuti dengan huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNJ taraf 5 %; CK (*Cyperus kyllingia*); T1 (Tanah tercemar *tailings* sianidasi); T2 (Tanah tercemar *tailing* amalgamasi); L0 (tanpa ligan); L1 (ligan 4g kg<sup>-1</sup>); L2 (ligan 8g kg<sup>-1</sup>).



Gambar 2. Bioakumulasi Hg

Keterangan: Angka yang diikuti dengan huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNJ taraf 5 %; Nilai BNJ BAC 0,0075; BCF 0,028; CK (*Cyperus kyllingia*); T1 (Tanah tercemar *tailing* sianidasi); T2 (Tanah tercemar *tailing* amalgamasi); L0 (tanpa ligan); L1 (ligan 4g kg<sup>-1</sup>); L2 (ligan 8g kg<sup>-1</sup>); BAC (*Biological Accumulation Concentration*); BCF (*Biological Concentration Factor*); TF (*Translocation Factor*).

Hasil analisis ragam yang dilanjutkan dengan uji BNJ 5% menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang sangat nyata terhadap faktor *Biological Concentration Factor* (BCF) pada masing-masing perlakuan. Hal ini terjadi karena konsentrasi Hg pada akar semakin meningkat seiring dengan penambahan ligan yang diberikan. (Gambar 2). BAC (*Biological Accumulation Concentration*) berpengaruh sangat nyata terhadap perbedaan jenis ligan, berdasarkan hasil pengamatan, konsentrasi Hg pada tajuk meningkat dengan adanya penambahan dosis ligan. (Gambar 2). Hasil analisis ragam pada *Translocation Factor* (TF) menunjukkan bahwa pada masing-masing perlakuan tidak berpengaruh nyata terhadap TF sehingga tidak dilakukan uji lanjutan dengan uji BNJ 5%. Nilai TF <1 maka

tanaman *Cyperus kyllingia* dapat disebut fitostabilisator (Yoon et al., 2006), karena hanya dapat mengakumulasi Hg pada akar lebih banyak dan tidak dapat mentranslokasikan Hg pada tajuknya.

Dua bulan setelah tanam menunjukkan bahwa T<sub>1</sub> (tanah yang tercemar *tailing* sianidasi) memiliki kandungan Hg lebih rendah dibandingkan dengan T<sub>2</sub> (tanah yang tercemar *tailing* amalgamasi). Tabel 2 menunjukkan bahwa penurunan Hg paling tinggi terdapat pada perlakuan CKT2L2 yaitu 375,27 mg kg<sup>-1</sup> sedangkan paling rendah terdapat pada perlakuan CKT1L0 yaitu 305,8 mg kg<sup>-1</sup>. Dengan penambahan ligan amonium thiosulfat mampu meningkatkan besarnya nilai penurunan Hg dalam tanah.

Tabel 2. Perubahan Kandungan Hg setelah fitoremediasi

Perlakuan	Kandungan Hg dalam Tanah Tercemar Hg			
	Hg awal	Hg akhir	Penurunan Hg	
	mg kg <sup>-1</sup>	mg kg <sup>-1</sup>	mg kg <sup>-1</sup>	%
CKT1L0	327	21,2	305,8	93,51
CKT1L1	327	16,07	310,93	95,08
CKT1L2	327	13,2	313,8	95,96
CKT2L0	393,6	25,6	368	93,49
CKT2L1	393,6	20,73	372,87	94,73
CKT2L2	393,6	18,33	375,27	95,34

Keterangan: CK (*Cyperus kyllingia*); T1 (Tanah tercemar *tailing* sianidasi); T2 (Tanah tercemar *tailing* amalgamasi); L0 (tanpa ligan); L1 (ligan 4g kg<sup>-1</sup>); L2 (ligan 8g kg<sup>-1</sup>)

Serapan Hg pada tajuk tanaman sebesar 122,53 mg kg<sup>-1</sup> sedangkan serapan Hg pada akar tanaman sebesar 77,9 mg kg<sup>-1</sup>. Hal ini disebabkan oleh tingginya berat kering pada tajuk tanaman sehingga nilai serapan yang didapat lebih tinggi. Hal ini didukung oleh pernyataan dari Hidayati et al.(2009) bahwa akumulasi Hg terbanyak terdapat pada tajuk *Cyperus kyllingia*. Serapan paling tinggi juga terdapat pada perlakuan CKT2L2 dengan serapan Hg total sebesar 200,44 mg kg<sup>-1</sup>, dan serapan paling rendah terdapat pada perlakuan CKT1L0 dengan serapan Hg total sebesar 87,6 mg kg<sup>-1</sup> (Tabel 3). Dengan demikian perlakuan penambahan ligan 8 g kg<sup>-1</sup> dapat meningkatkan serapan merkuri sebesar 71,18%.

Tabel 3. Peningkatan Serapan Hg oleh *Cyperus kyllingia* akibat penambahan ligan amonium thiosulfat

Perlakuan	Serapan Hg (mg kg <sup>-1</sup> )	Persentase peningkatan serapan Hg
CKT1L0	87,6	0
CKT1L1	93,33	6,54
CKT1L2	105,88	20,86
CKT2L0	117,09	0
CKT2L1	147,97	26,37
CKT2L2	200,44	71,18

Keterangan: CK (*Cyperus kyllingia*); T1 (Tanah tercemar tailing sianidasi); T2 (Tanah tercemar tailing amalgamasi); L0 (tanpa ligan); L1 (ligan 4g kg<sup>-1</sup>); L2 (ligan 8g kg<sup>-1</sup>)

## Kesimpulan

*Cyperus kyllingia* dapat digunakan untuk fitoremediasi tanah tercemar merkuri limbah tambang emas rakyat karena mampu menyerap merkuri sebesar 122,53 mg kg<sup>-1</sup> (tajuk) dan 77,9 mg kg<sup>-1</sup> (akar). Berdasarkan konsentrasi Hg dalam tajuk dan akar, *Cyperus kyllingia* berpotensi sebagai tumbuhan fitostabilisator. Penambahan penambahan ligan amonium thiosulfat dengan dosis 8g kg<sup>-1</sup> media meningkatkan serapan total Hg pada tanaman *Cyperus kyllingia* sebesar 71,18%.

## Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Brawijaya atas biaya bantuan penelitian yang diberikan melalui dana BOPTN-UB tahun. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada petani di Kecamatan Sekotong, Kabupaten Lombok atas bantuan penyediaan tanah tercemar tailing tambang emas skala kecil.

## Daftar Pustaka

- Chandra Sekhar K., Kamala, C. T., Chary, N. S. Balaram, V. and Garcia, G. 2005. Potential of *Hemidesmus indicus* for phytoextraction of lead from industrially contaminated soils. *Chemosphere*58: 507-514
- Cui, S., Zhou, Q. and L. Chao, L. 2007. Potential hyperaccumulation of Pb, Zn, Cu and Cd in endurant plants distributed in an old smeltery, northeast China, *Environmental Geology*51: 20078.
- Hidayati, N., Juhaeti, T. and Syarif, F. 2009. Mercury and Cyanide Contaminations in Gold Mine Environment and Possible Solution of Cleaning Up by Using Phytoextraction. *Hayati Journal of Biosciences*16: 88-94.
- Hylander, L.D., Plath, D., Miranda, C.R., Lucke, S., Ohlander, J. and Rivera, A.T.F. 2007. Comparison of different gold recovery methods with regard to pollution control and efficiency. *Clean*35: 52-61.
- Irwan, N., Yaacob, I. I., Johan, M. R., and Ang, B. C. 2009. *Characterization and Stability Monitoring of Maghemite Nanoparticle Suspensions*. In: Advanced Materials Research Vol. 576 (2012) pp 398-401. Eds. Trans Tech Publications, Switzerland.
- Ismawati, Y. 2010. Presentation at the National Mercury Roundtable Forum, Jakarta, 4 August 2010.
- Kasmo. 1986. Beberapa gulam penting pada tanaman pangan dan cara pengendaliannya. Direktorat Jendral Pertanian Tanaman Pangan, Jakarta.
- Krisnayanti, B.D., Arifin, Z. Bustan, Sudirman. and Yani, A. 2012. Mercury Concentration on Tailing and Water from One Year of ASGM at Lantung, Sumbawa, Indonesia. In: Environmental, Socio-economic, and Health Impact of Artisanal and Small-Scale Minings. E. Handayanto, B.D. Krisnayanti and Suhartini (eds). p 61-66. UB Press, Malang, Indonesia
- Li, M.S., Luo, Y.P. and Su, Z.Y. 2007. Heavy metal concentrations in soils and plant accumulation in a restored manganese mineland in Guangxi, South China, *Environmental Pollution*147: 168-175.

- Moenandir, J. 1993. Pengantar ilmu dan pengendalian gulma. PT Raja Grafindo Persada . Jakarta.
- Morel, F.M.M., Kraepiel, A.M.L. and Amyot, M.1998.The chemical cycle and bioaccumulation of mercury.*Annual Reviews in Ecological Systems* 29:543-566
- Moreno, F.N., Anderson, C.W.N., Robinson, B.H. and Stewart, R.B. 2004. Phytoremediation of mercury-contaminated mine tailings by induced plant-Hg accumulation. *Environmental Practice* 6(2):165-175.
- Munzuroglu, O. and Geekil, H. 2002. Effect of metals on seed germination root elongation and coeoptiles and hypocotyls growth in *Triticum aestivum* and *Cucumis salivus*.*Archieve of Environmental and Contamination Toxicology*. 43: 203-213.
- Patra, M.and Sharma, A. 2000.Mercury Toxicity in Plants.*Botanical Reviews* 66: 379-422.
- Telmer, K. 2007. Mercury and Small Scale Gold Mining –Magnitude and Challenges Worldwide. GEF/UNDP/UNIDO Global Mercury Project
- Truu, J. Talpsep, E. Vedler, E. Heinaru, E. and Heinaru, A. 2003.Enhanced Biodegradation of Oil Shale Chemical Industry Solid Wastes by Phytoremediation and Bioaugmentation. Estonia Academy Publisher
- Wallschlager, D., Desai, V.M.M. and Wilken, R. 1996. The role of humic substances in the aqueous mobilization of mercury from contaminated floodplain soils.*Water, Air, and Soil Pollution* 90:507-520.
- Wallschlager, D., Desai, V.M.M., Spengler, M., and Wilken, R. 1998a. Mercury speciation in floodplain soils and sediments along a contaminated river transect. *Journal of Environmental Quality* 27:1034-1044.
- Wang, J., X, Feng, X. and C.W.N. Anderson, C.W.N. 2012. Thiosulphateassistedphytoextractionof mercury (Hg) contaminated soilsatthe Wanshan mercury mining district, Southwest China. in *Environmental, Socio-economic, and Health Impact of Artisanal and Small-Scale Minings*. E. Handayanto, B.D. Krisnayanti and Suhartini (eds). p 67-76. UB Press, Malang, Indonesia, February, 2012
- Yoon, J., Cao, X., Zhou, Q. and Ma,L.Q. 2006.Accumulation of Pb, Cu, and Zn in native plants growing on a contaminated Florida site.*Science of the Total Environment*368: 456-464.