

**PENGGUNAAN *Caladium bicolor*, *Paspalum conjugatum*, DAN
Comelina nudiflora UNTUK REMEDIASI TANAH TERCEMAR
MERKURI LIMBAH TAMBANG EMAS SERTA PENGARUHNYA
TERHADAP PERTUMBUHAN DAN PRODUKSI
TANAMAN JAGUNG**

Lia Nova Triadriani, Eko Handayanto* , Sri Rahayu Utami

Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya

*penulis korespondensi: handayanto@ub.ac.id

Abstract

Tailings, waste material from gold processing, contain heavy metals that are toxic such as mercury (Hg). One of the negative impacts is causing contamination of soil, developed through the accumulation of heavy metals. Phytoremediation is an alternative technology, using plant to clean heavy metal contaminated soil. A research, using *Caladium bicolor*, *Paspalum conjugatum* and *Commelina nudiflora* was then conducted as phytoremediation for contaminated soil. The research was conducted in the greenhouse using a randomized block design (RBD) with 3 factors and 3 replications. The first factor was percentage of tailings in the soil (10% and 20%). The second factor was the type of phytoextractor plants (*C. bicolor*, *P. conjugatum* and *C. nudiflora*). The third factor was the use of organic matter (with and without organic matter). The study was conducted in two steps, namely 1) phytoremediation, using *C. bicolor*, *P. conjugatum*, and *C. nudiflora*; 2) evaluation of corn growth after phytoremediation. The results showed that Hg content in the soil containing 10% tailings (T₁) was twice less than in the soil containing 20% tailings (T₂). The addition of organic matter increased the potential for Hg absorption and consequently reduced content of Hg in the soil. *C. bicolor*, *P. conjugatum* and *C. nudiflora* decreased Hg content in the soil, and hence potentially used for phytoremediation. Of the three plants, *C. nudiflora* showed the highest Hg absorption. Decreasing content of Hg in the soil improved corn growth, as indicated by increasing height, number of leaves and dry weight.

Keywords: mercury, hyperaccumulator, phytoremediation

Pendahuluan

Indonesia merupakan salah satu Negara yang banyak dijumpai kegiatan sektor pertambangan emas, salah satunya PETI (Pertambangan Emas Tanpa Ijin) di Jawa Timur terdapat di Desa Pesanggaran, Kec. Genteng, Kabupaten Banyuwangi yang beroperasi secara ilegal sejak tahun 2009. Tailing adalah material sisa dari proses pengelolaan dan tailing mempunyai sifat yang kurang menguntungkan serta akan menimbulkan dampak negatif karena mengandung logam berat yang bersifat toksik dan sedikit unsur hara. Salah satu dampak

negatif tersebut adalah menyebabkan pencemaran terhadap tanah yang terjadi karena akumulasi logam berat (Baker, 1989). Teknik untuk mengatasi pencemaran logam berat yaitu dikurangi dan dinetralisir dengan teknologi alternatif pembersihan lahan yang dikenal dengan fitoremediasi. Fitoremediasi adalah teknologi yang menggunakan *Caladium bicolor*, *Paspalum conjugatum*, dan *Comelina nudiflora* sebagai fitoremediator tanah tercemar tailing. Tujuan penelitian ini adalah 1) Mempelajari dan mengetahui kemampuan *C. bicolor*, *P. conjugatum* dan *C. nudiflora* sebagai fitoekstraktor tanah yang

tercemar oleh limbah tambang emas mengandung Hg. 2) Mempelajari hubungan pemberian bahan organik terhadap pertumbuhan tanaman *C. bicolor*, *P. conjugatum* dan *C. nudiflora*. 3) Mempelajari pertumbuhan dan produksi tanaman jagung pada tanah pascafitoremediasi.

Bahan dan Metode

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juli 2011 sampai November 2012 di rumah kaca Fakultas Pertanian. Pengambilan sampel tanah terdiri dari 2 lokasi yang berbeda yakni (1) pengambilan sampel tanah tercemar limbah tailing tambang emas di Desa Pesanggaran Kecamatan Genteng, Kabupaten Banyuwangi; (2) pengambilan sampel tanah tidak terkontaminasi di Desa Slamparejo, Kecamatan Jabung, Kabupaten Malang. Penelitian dilaksanakan dalam 2 tahap, yakni (1) penggunaan tumbuhan *C. bicolor*, *P. conjugatum* dan *C. nudiflora*; (2) pengamatan pertumbuhan jagung pasca fitoremediasi Hg. Bahan yang digunakan terdiri atas tanah yang tercemar limbah tailing emas, tanah yang tidak terkontaminasi (tanah sehat), bibit tumbuhan *C. bicolor*, *P. conjugatum* dan *C. nudiflora*, bibit

tanaman jagung, serta bahan organik (kompos) diberikan dengan dosis setara 10kg/ha. Masing-masing biji tumbuhan *C. bicolor*, *P. conjugatum* dan *C. nudiflora* ditanam pada 5 kg tanah tercemar tailing yang diberi bahan organik dan tanpa bahan organik. Setelah pertumbuhan selama 60 hari, tanaman dipanen dan dilakukan analisis kandungan Hg pada tumbuhan serta tanah dalam pot. Sisa tanah dalam pot pascafitoremediasi, digunakan untuk penanaman tanaman jagung. Penelitian ini disusun dalam Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan 3 faktor yang dikombinasikan dengan 3 kali ulangan. Faktor pertama adalah persentase tanah tercemar limbah tailing. Faktor kedua adalah perbedaan jenis tanaman fitoekstraktor pada tanah limbah tailing. Faktor ketiga adalah pemberian dosis bahan organik dan tanpa bahan organik. Kombinasi antar perlakuan dapat ditunjukkan pada Tabel 1. Data yang diperoleh diuji secara statistik menggunakan Anova RAK (Rancangan Acak Kelompok) dengan uji F (taraf 5 %) untuk melihat perbedaan pengaruh antar perlakuan. Bila terdapat pengaruh antar perlakuan dilanjutkan dengan uji Duncan pada taraf 5 %.

Tabel 1. Kombinasi Antar Perlakuan

Perla kuan		Tanaman Fitoekstraktor			
		F0	F1	F2	F3
T1	B0	T1F0B0	T1F0B1	T2F0B0	T2F0B1
	B1	T1F1B0	T1F1B1	T2F1B0	T2F1B1
T2	B0	T1F2B0	T1F2B1	T2F2B0	T2F2B1
	B1	T1F3B0	T1F3B1	T2F3B0	T2F3B1

Keterangan :

T1 (Tanah tercemar tailing 10%);

T2 (Tanah tercemar tailing 20%);

F0 (Tanpa menggunakan tanaman fitoekstraktor);

F1 (Tanaman fitoekstraktor *C. bicolor*);

F2 (Tanaman fitoekstraktor *P. conjugatum*);

F3 (Tanaman fitoekstraktor *C. nudiflora*);

B0 (Tanpa menggunakan bahan organik);

B1 (Dengan bahan organik setara 10 ton/ha)

Hasil dan Pembahasan

Tanah Tercemar Merkuri

Kandungan Hg pada tanah tercemar tailing dapat mempengaruhi terhadap kerusakan lingkungan, namun juga dapat meningkatnya kandungan logam berat pada hasil tanaman sehingga menurunnya kualitas tanah dan menyebabkan keracunan pada tanaman. Alloway (2005) menyatakan kelebihan logam berat dalam tanah bukan hanya meracuni tanaman dan organisme, tetapi dapat berimplikasi pada pencemaran lingkungan. Pada Tabel 1 terlihat bahwa pengamatan tahap I menunjukkan perlakuan T1 (tanah tercemar limbah tailing 10%) memiliki kandungan Hg lebih rendah dibandingkan T2 (tanah tercemar limbah tailing 20%).

Rendahnya kandungan Hg pada tanah tercemar tailing disebabkan oleh adanya perlakuan pemberian bahan organik, karena bahan organik dapat membantu dalam penyediaan unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman untuk meningkatkan kesuburan tanah. Menurut Stevenson (1997) bahan organik memiliki peranan penting selain sebagai penyangga pH, sebagai sumber hara, dapat meningkatkan *water holding capacity*, juga dapat mengkelat logam-logam.

Pasca Fitoremediasi

Hasil penelitian didapat bahwa kandungan Hg pada tanah pascafitoremediasi menggunakan tumbuhan fitoekstraktor yakni *C. bicolor*, *P. conjugatum* dan *C. nudiflora* yang manapada Tabel 1 menunjukkan bahwa T1 (tanah tercemar tailing 10%) memiliki kandungan Hg dua kali lebih sedikit dibandingkan dengan T2 (tanah tercemar tailing 20%). Logam berat yang terkandung dalam tanah meningkat seiring dengan bertambahnya konsentrasi tailing, sehingga logam berat yang ada pada tanah menjadi berkurang sejalan dengan daya serap tanaman. Hal ini dapat dikatakan bahwa T1 ((tanah tercemar tailing 10%) memberikan dampak positif bagi tanaman rumput, sehingga tumbuhan *C. bicolor*, *P. conjugatum* dan *C. nudiflora* menunjukkan toleran tumbuh terhadap tanah tercemar tailing atau ketiga tumbuhan fitoekstraktor tersebut mampu beradaptasi tumbuh pada tanah beracun dan dapat

menyerap logam berat lebih banyak serta masih mampu menjalankan fungsinya meskipun kandungan Hg dalam tanah meningkat, namun salah satu diantaranya yang berpotensi dalam menurunkan kandungan Hg lebih besar adalah tumbuhan *C. nudiflora* dibandingkan *P. conjugatum* dan *C. bicolor*.

Penurunan kandungan logam berat Hg dalam tanah akan berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman selanjutnya yaitu jagung. Dengan menciptakan pertumbuhan tanaman jagung menjadi lebih baik. Sesuai dengan Hidayati (2004) yang menyatakan bahwa rumput *C. nudiflora* merupakan jenis tanaman rumput yang menunjukkan kapasitas dalam membersihkan polutan (kemampuan menyerap Hg) yang tinggi sehingga dapat menunjukkan toleransi yang tinggi juga terhadap lingkungan.

Kemampuan menurunkan kandungan Hg lebih besar jika bahan organik ditambahkan. Hal tersebut menandakan bahwa pemberian bahan organik sangat membantu pertumbuhan tanaman pada tanah tercemar tailing dan dapat meningkatkan produksi biomasa tanaman. Dengan meningkatnya produksi biomasa tanaman, maka diharapkan banyak polutan yang diserap akan meningkat. Disamping itu juga dapat membantu kinerja tumbuhan dalam proses penyerapan logam berat lebih cepat. Selain itu juga bahan organik digunakan untuk memperbaiki sifat tanah pada tailing dalam menyediakan unsur hara oleh tumbuhan fitoekstraktor. Menurut pendapat Yuwono (2006) bahwa pemberian bahan organik pada tanah lebih bertujuan selain membantu dalam penyediaan unsur nutrisi juga untuk memperbaiki kondisi tanah karena bahan organik cenderung berperan menjaga fungsi tanah agar unsur hara mudah diserap oleh tanaman.

Produksi biomass tumbuhan fitoekstraktor

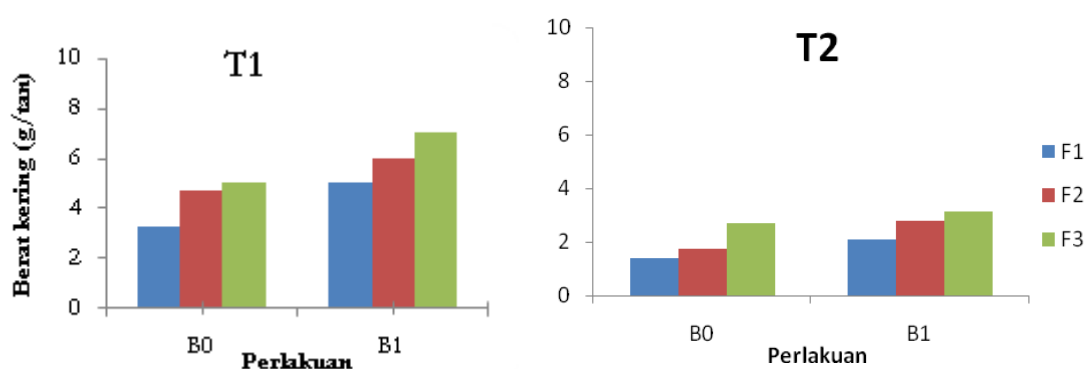
Tumbuhan rumput yang ditanam pada tanah tercemar limbah tailing 20% memiliki nilai berat kering yang lebih rendah dibandingkan dengan tanah yang tercemar tailing 10%. Hal ini dikarenakan tingginya kandungan Hg yang terkandung didalam tanah mengakibatkan menurunnya pertumbuhan tanaman sehingga berat kering tanaman

menjadi rendah. Pada Gambar 1 menunjukkan bahwa perlakuan F3 (*C. nudiflora*) memiliki berat kering nilai berat kering lebih tinggi dibandingkan F2 (*P. conjugatum*) dan F1 (*C. bicolor*). Hal ini dikarenakan tanaman *C. nudiflora* mampu beradaptasi pada lingkungan dengan baik sehingga dapat membersihkan logam

logam berat, namun tingginya kandungan Hg akan mempengaruhi pertumbuhan tanaman. Pemberian bahan organik dapat menyebabkan tingginya nilai berat kering tanaman. Hal ini terjadi bahan organik dapat membantu dalam penyediaan nutrisi pada mikroorganisme yang ada pada tanah.

Tabel 1. Perubahan Hg dalam Tanah Pascafitoremediasi

Perlakuan			Perubahan Hg dalam Tanah Pascafitoremediasi (mg /kg)		
			Hg Awal	Hg Akhir	Penurunan Hg
T1	B0	F1	38.01	36.20	1.81
		F2	38.01	35.11	2.90
		F3	38.01	33.91	4.09
	B1	F1	37.03	32.88	4.15
		F2	37.03	29.07	7.96
		F3	37.03	26.27	10.76
T2	B0	F1	75.01	70.50	4.52
		F2	75.01	68.93	6.08
		F3	75.01	67.70	7.32
	B1	F1	72.02	65.90	6.12
		F2	72.02	65.05	6.97
		F3	72.02	63.35	8.67



Gambar 1. Produksi Biomass

Keterangan : T1 (Tanah tercemar limbah tailing 10%); T2 (Tanah tercemar limbah tailing 20%); B0 (Tanpa menggunakan kompos); B1(dengan kompos); F1 (*C. bicolor*); F2(*P. conjugatum*); F3 (*C. nudiflora*).

Serapan Hg pada tumbuhan fitoekstraktor

Pada umumnya pertumbuhan tanaman meningkat dengan pemberian bahan organik. Hal ini dapat dikatakan bahwa serapan Hg pada rumput dapat meningkat pula pada

perlakuan pemberian bahan organik. Peningkatan serapan Hg tanaman dapat ditunjukkan dengan adanya pertumbuhan tanaman yang tumbuh dengan optimal pada tanah tercemar tailing. Serapan Hg tanaman

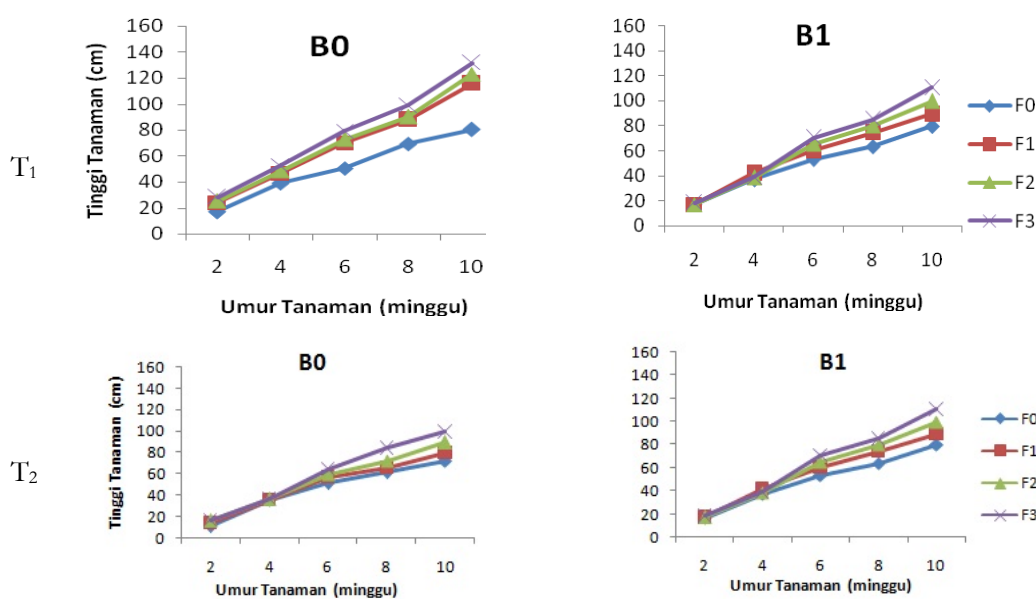
menunjukkan banyaknya unsur Hg per satuan berat kering tanaman.

Pertumbuhan Tanaman Jagung Pascafitoremediasi

Setelah dilakukan fitoremediasi yang bertujuan untuk mereklamasi lahan tercemar maka dilakukanlah percobaan dengan menanam tanaman pangan yaitu jagung. Dari hasil penelitian didapatkan bahwa tidak hanya tanaman fitoekstraktor saja yang dapat menyerap unsur logam, akan tetapi tanaman pangan juga dapat menyerap unsur logam yakni terbukti bahwa tanaman jagung mampu beradaptasi dan menyerap unsur logam yang terdapat pada tanah tercemar tailing. Dapat ditunjukkan pada :

Tinggi Tanaman dan Jumlah Daun

Tinggi tanaman dan jumlah daun merupakan parameter yang diamati dengan tujuan sebagai perkembangan tanaman jagung dan untuk memudahkan mengetahui kualitas tumbuhnya serta sebagai indikator untuk proses pertumbuhan yang terjadi seperti pada pembentukan biomassa tanaman. Secara keseluruhan pertumbuhan tanaman pada tinggi tanaman dan jumlah daun pada minggu ke-2 setelah tanam mengalami sedikit terhambat dan mengalami peningkatan pada minggu ke-4 hingga minggu ke-10 setelah tanam (Gambar 2 dan Gambar 3).



Gambar 2. Tinggi Tanaman

Keterangan : T1 (Tanah tercemar limbah tailing 10%); T2 (Tanah tercemar limbah tailing 20%); B0 (Tanpa menggunakan kompos); B1(dengan kompos); F0 (tanpa menggunakan tanaman fitoekstraktor); F1(*C. bicolor*); F2(*P. conjugatum*); F3 (*C. nudiflora*).

Ini terjadi karena tanaman perlu penyesuaian tumbuh dengan lingkungan yang baru. Tinggi tanaman berbanding lurus dengan jumlah daun sehingga semakin tinggi tanaman semakin banyak jumlah daun dan hal ini seiring dengan pemberian bahan organik, karena bahan organik mampu memberikan ketersediaan unsur hara pada tanah tercemar limbah tailing.

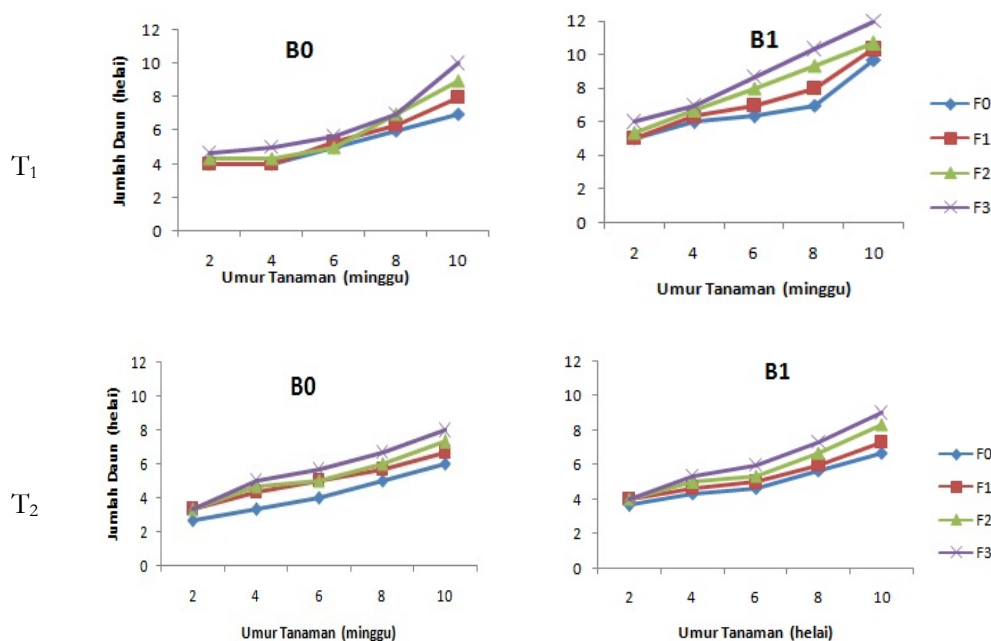
Pada perlakuan kontrol F0 (tanpa menggunakan tumbuhan fitoekstraktor), tanaman jagung memiliki tinggi tanaman dan jumlah daun yang lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan yang menggunakan tumbuhan fitoekstraktor yakni, perlakuan F1(*C. bicolor*) dan F2 (*P. conjugatum*) maupun F3 (*C. nudiflora*) karena tanaman jagung hanya bisa

berusaha untuk tetap mempertahankan hidupnya karena nutrisi yang dibutuhkan tidak terpenuhi. Hal ini berbeda dengan tanaman jagung yang ditanam pada dengan menggunakan tumbuhan fitoekstraktor yang memiliki pertumbuhan yang lebih baik. Tinggi tanaman dan jumlah daun yang paling baik dan memiliki pertumbuhan tanaman yang cepat jika diurutkan dari nilai rerata yang tinggi yaitu tanaman jagung yang ditanam pada perlakuan F3 (*C. nudiflora*), F2 (*P. conjugatum*) dan yang terakhir F1 (*C. bicolor*). Ini terjadi karena perlakuan F3 (*C. nudiflora*) pada tahap fitoremediasi banyak menyerap kandungan Hg lebih banyak sehingga kandungan Hg dalam tanah menjadi berkurang dan tanaman jagung dapat tumbuh dengan baik dibandingkan pada

perlakuan F1 dan F2. Menurut Chaney (1995) bahwa semua tumbuhan memiliki kemampuan menyerap logam dalam jumlah yang bervariasi.

Biomass tanaman jagung

Bobot kering tanaman jagung diperoleh dari hasil penimbangan yang dilakukan saat panen pada 10 MST, setelah tanaman dioven 2×24 dengan suhu $\pm 70^\circ\text{C}$. Berat kering pada perlakuan tanah yang tercemar limbah tailing 20% (tanah tercemar tailing 20%) memiliki rerata lebih rendah dibandingkan pada perlakuan T1 (tanah tercemar 10%). Hal ini dapat terjadi karena semakin bertambahnya kandungan tailing maka dapat memberikan pengaruh yang kurang baik terhadap pertumbuhan tanaman.



Gambar 3. Jumlah Daun

Keterangan : T1 (Tanah tercemar limbah tailing 10%); T2 (Tanah tercemar limbah tailing 20%); B0 (Tanpa menggunakan kompos); B1 (dengan kompos); F0 (tanpa menggunakan tanaman fitoekstraktor); F1 (*C. bicolor*); F2 (*P. conjugatum*); F3 (*C. nudiflora*).

Tingginya kandungan Hg dapat menghambat pertumbuhan tanaman sehingga menurunkan kualitas tanaman yang mengakibatkan rendahnya berat kering yang dihasilkan. Fitter and Hay (2001) berpendapat bahwa terhambatnya pertumbuhan tanaman dikarenakan adanya cekaman logam berat,

sehingga pertumbuhan dan perkembangan jaringan pada akar terhambat. Menurunnya jaringan pada akar mengakibatkan penurunan pertumbuhan bagian atas tanaman dan pada akhirnya akan menurunkan berat kering tanaman. Berat kering pada tanaman jagung, perlakuan F3 (*C. nudiflora*) memiliki nilai rerata

berat kering yang lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan menggunakan F1 (*C. bicolor*) F2 (*P. conjugatum*) dan terus menurun seiring dengan meningkatnya konsentrasi tailing.

Tinggi dan rendahnya berat kering tanaman dapat dipengaruhi oleh perlakuan dengan pemberian bahan organik pada tanah tercemar, maka akan menambah unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman sehingga penyerapan unsur hara oleh tanaman berjalan dengan baik dimana berpengaruh dalam menaikkan proses fotosintesis. Jika hasil fotosintesis semakin banyak, maka berat kering tanaman pun akan meningkat. Mimbar (1990) menambahkan peningkatan berat kering tanaman sejalan dengan perkembangan tinggi tanaman, diameter batang, jumlah daun serta perkembangan tongkol dan biji.

Serapan N tanaman jagung

Serapan N pada tanaman jagung menunjukkan nilai rerata yang bervariasi pada setiap perlakuan. Pada perlakuan F0 (tanpa menggunakan tumbuhan fitoekstraktor) memiliki serapan N tanaman yang lebih rendah dibandingkan perlakuan yang menggunakan tanaman fitoekstraktor, karena nutrisi yang dibutuhkan kurang tersedia sehingga menciptakan tanaman tidak dapat tumbuh dengan baik.

Dapat ditunjukkan pada perlakuan F3 (*C. nudiflora*) yang memiliki nilai rerata serapan N lebih tinggi dibandingkan dengan F2 (*P. Conjugatum*) dan F1 (*C. bicolor*) sehingga memiliki pertumbuhan yang kurang baik. Ini berarti bahwa perlakuan F1 dan F2 mengalami penghambatan pertumbuhan tanaman jagung yang disebabkan oleh adanya kandungan Hg yang masih tersedia didalam tanah, sehingga akan mempengaruhi terhadap tanaman dalam menyerap unsur yang dibutuhkan.

Dengan kondisi tailing yang berdampak pada tanaman jagung yang mengalami penghambatan tersebut, maka perlu dilakukan dengan pemberian bahan organik. Menurut Nursyamsi (2005) bahwa pemberian bahan organik mampu meningkatkan nilai serapan N lebih banyak pada tanaman jagung. Hal ini berarti bahwa bahan organik yang diaplikasikan efektif untuk meningkatkan serapan hara.

Kandungan Hg Pascapanen (Tanah dan bagian jagung)

Kandungan Hg pada semua perlakuan pasca panen tanaman jagung ditunjukkan pada Tabel 2 bahwa kandungan Hg pada T2 (tanah tercemar tailing 20%) menunjukkan dua kali lebih besar dibandingkan pada T1 (tanah tercemar tailing 10%). Hal ini disebabkan beberapa logam berat yang terkandung dalam tanah belum mengalami penurunan atau belum terakumulasi oleh tanaman yang bersifat hiperakumulator pada tahap fitoremediasi karena akumulasi logam berat setiap tanaman berbeda-beda. Data hasil penelitian pada Tabel 2 menunjukkan bahwa kandungan Hg yang terdapat pada perlakuan F0 memiliki nilai rerata lebih tinggi dan mengalami penurunan Hg yang sangat rendah dibandingkan perlakuan F3, F2 dan F1. Hal ini terjadi karena pada perlakuan F0 pada tahap I yakni fitoremediasi belum dilakukan penanaman tumbuhan fitoekstraktor sehingga kandungan Hg didalam tanah masih tersedia cukup banyak.

Berbeda dengan perlakuan F1, F2 dan F3 yang memiliki nilai rerata kandungan Hg yang lebih rendah, sehingga tanaman jagung dapat tumbuh pada tanah yang terkontaminasi oleh logam berat, namun pertumbuhannya sedikit terhambat dan kurang baik seperti terlihat halnya tanaman yang kekurangan unsur hara. Tanaman jagung tumbuh diketahui tidak hanya menyerap hara didalam tanah, akan tetapi tanaman jagung ternyata juga mampu menyerap Hg pada tanah tercemar limbah tailing, sehingga kandungan Hg didalam tanah menjadi berkurang atau menurun. Ini berarti dapat dikatakan bahwa tanaman jagung memiliki potensi sebagai tanaman hiperakumulator.

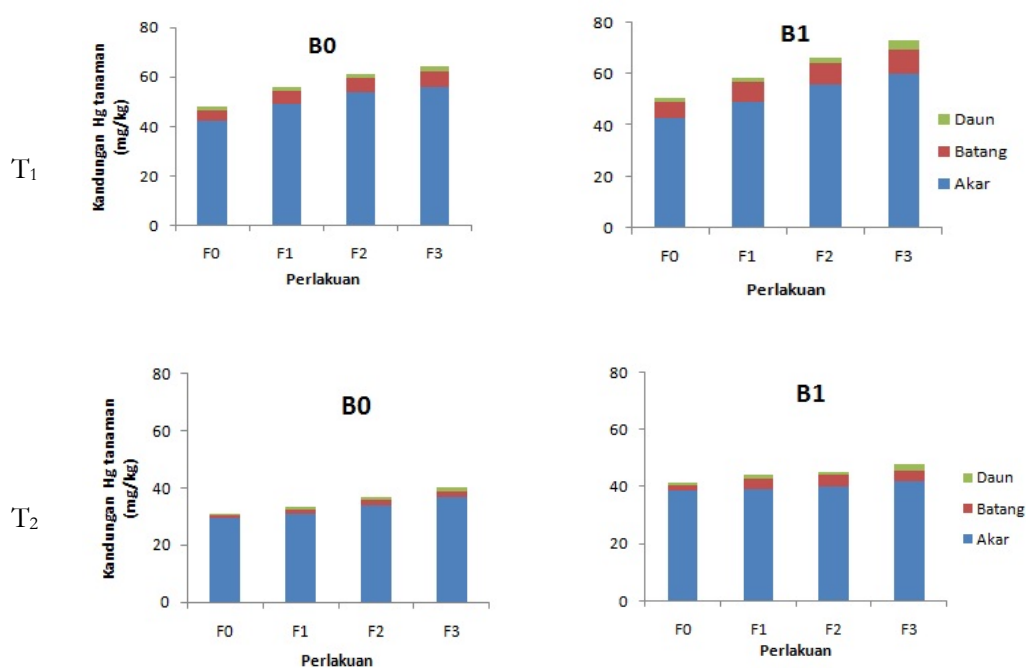
Dalam penelitian ditemukan juga hasil yang bervariasi terhadap kandungan Hg pada bagian tubuh tanaman jagung. Secara keseluruhan menunjukkan bahwa kandungan Hg pada bagian tubuh jagung paling tinggi terdapat pada akar dibandingkan pada batang dan tajuk, yang semakin keatas maka kandungan unsur logam berat semakin sedikit (Gambar 4). Namun hasil analisa kandungan unsur logam berat (Hg) pada buah atau biji tanaman jagung dapat dikatakan tidak terdeteksi karena memiliki nilai 0 mg/tanaman.

Dapat dikatakan bahwa tanaman jagung memiliki sifat hipertoleran, yaitu dapat mentolerir dan sifat hiperakumulator, yang berarti dapat mengakumulasi unsur logam berat

tertentu dengan konsentrasi tinggi baik pada akar, batang dan tajuk, serta dapat digunakan sebagai tujuan fitoekstraksi.

Tabel 2. Nilai kandungan Hg tanah setelah tanaman jagung

Perlakuan			Kandungan Hg dalam tanah setelah jagung (mg/5kg)			
			Hg Awal	Hg Akhir	Penurunan Hg	
T1	B0	F0	38.01	37.18	0.82	
		F1	36.20	34.15	2.05	
		F2	35.11	31.40	3.71	
		F3	33.91	28.79	5.12	
	B1	F0	37.03	35.43	1.60	
		F1	32.88	25.13	7.75	
		F2	29.07	20.27	8.80	
		F3	26.27	17.55	8.72	
	T2	B0	F0	75.01	55.61	19.40
			F1	70.50	49.33	21.16
			F2	68.70	47.56	21.37
			F3	67.70	59.13	8.57
B1		F0	72.02	69.15	2.88	
		F1	65.90	58.85	7.05	
		F2	65.05	58.18	6.87	
		F3	63.35	49.15	14.20	



Gambar 4. Kandungan Hg Tanaman Jagung

Keterangan : T1 (Tanah tercemar limbah tailing 10%); T2 (Tanah tercemar limbah tailing 20%); B0 (Tanpa menggunakan kompos); B1 (dengan kompos); F0 (tanpa menggunakan tanaman fitoekstraktor); F1 (*C. bicolor*); F2 (*P. conjugatum*); F3 (*C. nudiflora*).

Dalam proses fitoekstraksi ini logam berat diserap oleh akar tanaman dan ditranslokasikan ke tajuk dan diolah kembali atau dibuang saat tanaman panen. Pendugaan ini ditunjang dalam penelitian Sudiana (2004) yang menyimpulkan bahwa tanaman jagung dapat tumbuh dengan baik pada ekosistem lahan tailing. Untuk mengatasi sifat dan kondisi yang beracun dilakukan dengan pemberian bahan organik dilahan tailing mutlak diperlukan untuk mendapatkan pertumbuhan tanaman yang baik. Pemberian kompos berfungsi untuk mempercepat pembentukan humus pada daerah perakaran tanaman, serta dapat memperbaiki kondisi fisik tanah dan mempercepat perkembangan akar tanaman. Tanaman jagung dalam menyerap unsur yang beracun (Hg) pada tanah tidak menunjukkan gejala keracunan, akan tetapi berpengaruh terhadap pertumbuhan seperti tinggi tanaman, jumlah daun, dan berat kering tanaman.

Serapan Hg tanaman jagung

Hasil analisa ragam, tanaman jagung menunjukkan pengaruh nyata terhadap semua perlakuan sehingga pada pengamatan menunjukkan bahwa nilai serapan Hg pada tanaman jagung memberikan nilai yang bervariasi pada setiap perlakuan, karena jumlah serapan Hg dapat mempengaruhi terhadap pertumbuhan tanaman. Tanaman yang ditanam pada tanah yang tercemar tailing 20% memiliki daya serap dua kali lebih rendah dibandingkan dengan tanaman yang ditanam pada tanah yang tercemar tailing 10%. Hal ini dapat dikatakan bahwa tingginya kandungan Hg pada tanah tercemar tailing 20%, secara nyata dapat menghambat dan mengganggu kestabilan perkembangan tanaman serta dapat meracuni ekosistem dan berbahaya terhadap lingkungan. Menurunnya serapan Hg diakibatkan oleh adanya peningkatan kandungan Hg yang dapat menyebabkan terhambatnya pertumbuhan tanaman jagung. Penanaman jagung yang menggunakan perlakuan tumbuhan fitoekstraktor dan tanpa menggunakan tumbuhan fitoekstraktor memiliki efektifitas serapan Hg yang berbeda. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tanaman jagung yang ditanam pada perlakuan F3 (*C. nudiflora*) mampu hidup dengan

akumulasi logam berat lebih banyak dibandingkan dengan tanaman jagung yang ditanam pada perlakuan F1 (*C. bicolor*) dan F2 (*P. conjugatum*). Sedangkan pada perlakuan F0 (tanpa menggunakan tumbuhan fitoekstraktor), tanaman jagung hanya bisa mengakumulasi kandungan Hg kurang optimal. Sesuai dengan pernyataan Muin (2003) jika logam berat yang terdapat didalam tanah tinggi, maka bisa terjadi penurunan penyerapan oleh tanaman.

Meningkatnya serapan Hg pada tanaman jagung dapat dipengaruhi oleh adanya pemberian bahan organik, karena bahan organik mempunyai kemampuan untuk mengikat kelebihan logam berat yang bersifat racun, sehingga tanaman dapat beradaptasi. Menurut pendapat Verloo (1993) bahwa hasil dekomposisi bahan organik menghasilkan senyawa-senyawa sederhana yang langsung dapat dimanfaatkan oleh tanaman dan membentuk senyawa kompleks yang berfungsi untuk mengurangi sifat racun logam berat.

Korelasi antar pengamatan parameter

Hasil analisis korelasi menunjukkan korelasi negatif dan berbeda nyata antara serapan Hg pascafitoremediasi dan kandungan Hg pascafitoremediasi (tanah) dengan nilai korelasi (-0.687) pada nilai p-valuenya (0.000*) (Lampiran 13a), sehingga antar keduanya sangat erat. Menurut Muin (2003) jika logam berat yang terdapat di dalam tanah tinggi, maka bisa terjadi penurunan penyerapan oleh tanaman. Semakin tinggi tanaman menyerap kandungan Hg, maka kandungan logam berat yang ada di tanah semakin berkurang sehingga berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman selanjutnya. Hasil analisis korelasi menunjukkan korelasi negatif dan berbeda nyata antara serapan Hg pascapanen dan kandungan Hg pascapanen (tanah) menunjukkan berkorelasi negatif dengan nilai (-0.598) dengan nilai p-valuenya (0.000*). Hal ini dikarenakan semakin tinggi serapan Hg maka semakin rendah kandungan Hg yang ada didalam tanah, namun serapan Hg dapat menghambat dan menyebabkan pertumbuhan tanaman kurang optimal. Semakin tingginya tanaman dalam menyerap Hg yang terdapat dalam tanah, maka akan semakin berkurang

kandungan Hg dalam tanah. Hal ini ditunjukkan pada data pengamatan hubungan akar, batang dan daun terhadap kandungan Hg pascapanen (tanah) yang menunjukkan toleransi negatif sehingga toleransinya kurang erat, namun pada taraf uji 5% menunjukkan beda nyata dengan p-value (0.000**). Sedangkan Hg yang diserap oleh tanaman akan semakin terakumulasi dalam tubuh tanaman. seluruh bagian tubuh jagung mengakumulasi Hg dengan volume berbeda-beda. Bagian tanaman jagung yang paling banyak mengakumulasi Hg atau mengandung Hg terdapat pada akar tanaman. Sedangkan pada bagian yang lebih atas (batang dan daun) kandungan Hg semakin berkurang yang ditunjukkan pada toleransi positif dengan p-value (0.000**) yang menunjukkan hubungan keduanya sangat erat (Lampiran 13a). Dari hasil penjelasan diatas dapat diambil kesimpulan bahwa tanaman jagung merupakan tanaman hiperakumulator yang mempunyai kemampuan dalam menyerap logam berat.

Kesimpulan

Tanaman *C. bicolor*, *P. conjugatum*, dan *C. nudiflora* dapat menurunkan kandungan Hg dalam tanah tercemar limbah tailing. Kemampuan serapan tanaman *C. nudiflora* lebih besar dibandingkan *C. bicolor* dan *P. conjugatum*, namun semakin tinggi kandungan Hg maka semakin rendah serapannya. Tanaman *C. bicolor*, *P. conjugatum*, dan *C. nudiflora* dapat menurunkan kandungan Hg dalam tanah tercemar limbah tailing. Kemampuan serapan tanaman *C. nudiflora* lebih besar dibandingkan *C. bicolor* dan *P. conjugatum*, namun semakin tinggi kandungan Hg maka semakin rendah serapannya. Meningkatnya pertumbuhan tanaman jagung dipengaruhi dengan adanya penurunan kandungan Hg pascafitoremediasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Hg pada tanaman jagung banyak terdapat pada bagian akar serta diikuti bagian batang dan daun, sehingga semakin keatas maka kandungan Hg semakin sedikit.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada PT. Indofood Sukses Makmur Tbk, atas biaya penelitian

yang diberikan dalam kegiatan Indofood Riset Nugraha (IRN)

Daftar Pustaka

- Alloway, B. J. 2005. Heavy Metals in Soils. 2nd Edition. Blackie Academic and Professional – Chapman and Hall. London-Glasgow-Wenheim-New York. Tokyo-Melbourne-Madras. 368 p.
- Baker, A. J. M. and R. R. Brooks. 1989. Terrestrial higher plants which hyperaccumulate metal elements- a review of their distribution, ecology and phytochemistry. *Biorecovery* 1:81-126.
- Chaney, R. L. 1995. Potential use of metal hyperaccumulators. *Mining Environ Manag* 3:9-11.
- Fitter, A. H., and R. K. M Hay. 2001. Fisiologi Lingkungan Tanaman. Terjemahan oleh Sri Andani dan E.D. Purbayanti. Universitas Gadjah Mada Press. Yogyakarta.
- Hidayati, N., T. Juhaeti, dan F. Syarif. 2009. Mercury and Cyanide Contaminations in Gold Mine Environment and Possible Solution of Cleaning Up by Using Phytoextraction. *Hayati Journal of Biosciences*. Vol. 16, No. 3: 88-94.
- Muin, A. 2003. Penggunaan Mikoriza untuk Menunjang Pembangunan Hutan pada Lahan Kritis atau Marginal. <http://www.hayati-ipb.com/users/PPs702.htm>
- Nursyamsi D., L. O. Syafuan, D. W. Purnomi. 2005. Peranan Bahan Organik dan Dolomit dalam Memperbaiki Sifat-Sifat Tanah Podsolik dan Pertumbuhan Jagung (*Zea Mays* L.). *Jurnal Penelitian Pertanian*.
- Sudiana, I. M. 2004. Revegetation of degraded land using *Enterolobium cyclocarpum* inoculated with rhizobium, phosphate solubilizing bacteria, and mycorrhiza. *Agrikultura* 15: 5-9.
- Stevenson, F. J. 1997. *Humus Chemistry: Genesis, Composition, Reaction*. John Wiley & son. New York.
- Verloo, M. 1993. Chemical Aspect of Soil Pollution. ITC-Gen Publications series No. 4:17-46
- Yuwono, N. W. 2009. Membangun Kesuburan Tanah Di Lahan Marginal. *Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan*, Vol.9, No.2, p: 137-141.