

FITOREMEDIASI LOGAM BERAT KADMIUM (Cd) PADA TANAH YANG TERCEMAR DENGAN TANAMAN BIDURI (*Caloptropis gegantea*) DAN RUMPUT GAJAH (*Panicum maximum*)

Hapsari, R. I dan Lestari, S. U

Prodi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Tribhuwana Tungadewi

Email : rickindri@unitri.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan tanaman remediator dalam menyerap logam berat kadmium (Cd) pada tanah tercemar. Penelitian ini dilaksanakan dalam 2 seri meliputi : Seri pertama, dilakukan pengambilan sampel tanah dan dianalisis kandungan hara dan logam berat. Seri kedua, percobaan pot untuk mengetahui mekanisme dan karakteristik tanaman remediator dalam menyerap logam berat. Percobaan disusun dalam RAL dengan 4 ulangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tingkat kesuburan tanah di lokasi penelitian memiliki kandungan unsur hara makro yang rendah. Sedangkan kandungan logam berat kadmium (Cd) pada masing-masing lokasi sudah melewati ambang batas minimum, yaitu $> 2.00 \text{ mg kg}^{-1}$. Sebagai tanaman remediator, biduri memiliki kemampuan menyerap logam berat pada akar 1,26 ppm dan pada bagian atas tanaman 1,01 ppm, lebih tinggi dibandingkan dengan rumput gajah. Tingkat reduksi logam berat oleh tanaman biduri sebesar 64,76% lebih tinggi dari rumput gajah.

Kata Kunci : tanaman remediator, biduri, rumput gajah, kadmium

ABSTRACT

This study aims to determine the ability of plants to absorb heavy metals Remediator cadmium (Cd) in the contaminated soil. The research was conducted in two series include: The first, carried out soil sampling and analyzed content of nutrients and heavy metals. The second series, pot experiments to determine the mechanism and characteristics Remediator plants to absorb heavy metals. The experiment was arranged in CRD with 4 replications. The results showed that soil fertility levels at the study site contains macro nutrients are low. While the content of heavy metal cadmium (Cd) at each of the locations already passed the minimum thresholds, namely $> 2:00 \text{ mg kg}^{-1}$. As the plant Remediator, Biduri has the ability to absorb heavy metals at the root of 1.26 ppm and at the top of the crop of 1.01 ppm, higher than the elephant grass. The level of reduction of heavy metals by plants Biduri amounted to 64.76% higher than the elephant grass.

Keywords: plant Remediator, Biduri, elephant grass, cadmium

PENDAHULUAN

Permasalahan pencemaran lahan pertanian juga terjadi di sebagian wilayah Kota Batu dan Kabupaten Malang. Kota Batu selain sebagai kota wisata juga merupakan salah satu sentra produksi hortikultura di Jawa Timur yang memiliki kontribusi besar dalam memasok bahan pangan. Intensitas penggunaan pupuk dan pestisida yang tinggi dalam jangka waktu yang lama memunculkan dugaan bahwa beberapa beberapa wilayah telah terindikasi tercemar. Hasil analisis awal kandungan logam berat kadmium (Cd) pada beberapa wilayah sebesar 2,26 ppm. Hasil ini menunjukkan telah terjadi kontaminasi Cd karena telah melewati nilai ambang batas yang ditetapkan (0,1 – 1

ppm).

Fitoremediasi adalah salah satu upaya untuk mengurangi kerusakan tanah akibat tingginya akumulasi logam berat dengan memanfaatkan tanaman yang dapat menyerap logam berat (Wulandari dkk, 2014). Hiperakumulator merupakan tanaman yang memiliki daya adaptasi dan toleransi tinggi, mampu memproduksi biomassa, serta mengakumulasi logam berat pada jaringan tajuk tanaman dalam jumlah yang relatif besar. Berdasarkan hasil penelitian Nur (2013), tanaman biduri dan rumput gajah termasuk dalam tanaman yang teridentifikasi dapat dimanfaatkan pada proses fitoremediasi karena kemampuannya mengakumulasi logam

berat kadmium (Cd).

Berdasarkan permasalahan diatas maka penelitian ini perlu dilakukan untuk memperbaiki tanah yang tercemar kadmium agar kembali normal, aman dan sehat bagi lingkungan dan konsumsi pangan.

METODE PENELITIAN

Tempat dan Waktu Pelaksanaan

Penelitian ini dilaksanakan dengan mengambil sampel tanah tercemar di 3 lokasi lahan pertanian Desa Sumberbrantas, Kecamatan Bumiaji, Kota Batu. Sedangkan analisis tanah dan cemaran logam berat dilakukan di laboratorium Jurusan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya.

Pelaksanaan Penelitian

1. Pengambilan Contoh Tanah, Analisis Sifat Tanah dan Logam Berat

Pengambilan contoh tanah dilakukan secara acak pada pada 3 plot di masing-masing lokasi yang berbeda. Pengambilan sampel tanah dilakukan secara komposit pada berbagai kedalaman. Contoh tanah kemudian dianalisis di laboratorium, dan sebagian dari tanah tersebut dijadikan sebagai media percobaan. Sedangkan analisis logam berat hanya Kadmium (Cd), karena berdasarkan analisis tanah sebelumnya menunjukkan kandungan kadmium (Cd) cukup tinggi. Metode yang digunakan untuk analisis logam berat ini dengan menggunakan AAS (*Atomic Absorbtion Spectrometry*).

2. Studi Kemampuan Tanaman Dalam Meremediasi Logam Berat

Pada tahap ini akan dilakukan percobaan pot untuk mengetahui mekanisme dan karakteristik tanaman remediator dalam menyerap logam berat. Percobaan ini menggunakan pot ukuran 10 kg, dengan media tanah yang tercemar logam berat yang

didatangkan dari lokasi penelitian. Tanaman remediator yang digunakan adalah 2 (dua) jenis tanaman 2 jenis tanaman yang memiliki potensinya sebagai tanaman remediator yaitu tanaman biduri (*Calotropis gigantea*) dan rumput gajah (*Panicum maximum*). Dengan demikian akan diujicobakan 2 jenis tanaman pada 3 lokasi yang berbeda dengan kondisi yang sudah tercemar. Percobaan disusun dalam rancangan acak lengkap (RAL) dengan 3 ulangan sehingga terdapat 18 satuan percobaan.

Pengamatan dilakukan setiap minggu sampai tanaman menjelang panen (3-4 bulan). Parameter yang diamati meliputi pertumbuhan dan keadaan visual yang merupakan gejala defisiensi nutrient serta kandungan hara tanaman dan logam berat. Analisis logam berat pada tahap ini sama seperti analisis logam berat pada tahap awal yaitu dengan menggunakan AAS (*Atomic Absorbtion Spectrophotometer*). Disamping itu juga dilakukan analisis tanah untuk memastikan sisa dari logam berat (Cd) yang tertinggal dan ketersediaan hara di dalam tanah.

Analisis Data

Data hasil pengamatan parameter penduga kemudian dilakukan analisis of varians (ANOVA) pada taraf 5% dan 1% untuk mengetahui pengaruh perlakuan. Jika ada yang menunjukkan perbedaan nyata akan dilanjutkan dengan uji beda nyata terkecil (BNT) pada taraf nyata 5% ($\alpha = 0,05$).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Tanah dan Cemaran Logam Berat

Hasil analisis tanah menunjukkan bahwa secara fisik tanah di tiga lokasi penelitian memiliki tekstur yang sama yaitu lempung berpasir. Dari aspek sifat kimia

sebagian besar kandungan unsur makro cenderung rendah sebagaimana disajikan pada Tabel1.

Tabel 1. Hasil Analisa Tanah Tercemar

No	Unsur	Lokasi 1	Lokasi 2	Lokasi 3	Kategori *
1	pH H ₂ O	6,22	6,20	6,08	netral
3	C-organik (%)	1,73	1,63	1,70	rendah
4	N-total (%)	0,13	0,20	0,11	rendah
5	C/N	13,30	8,15	15,45	rendah
6	P-olsen (mg kg ⁻¹)	0,64	0,65	0,64	rendah
7	K (me/100g)	0,03	0,03	0,03	rendah
9	Ca (me/100g)	1,00	1,02	1,01	rendah
10	Mg (me/100g)	0,35	0,35	0,34	rendah
11	KTK (me/100g)	6,00	6,00	6,00	rendah
12	Kadmium (Cd) (mg kg ⁻¹)	2,16	2,27	2,39	tinggi
13	Tekstur	Lempung berpasir			

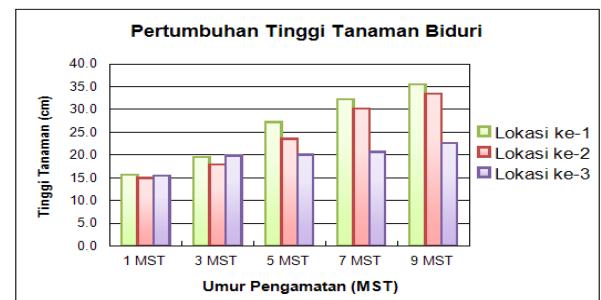
Hasil analisa kandungan logam berat sebagai indikator pencemaran tanah, menunjukkan bahwa kandungan kadmium telah melewati nilai ambang batas yang dipersyaratkan yaitu 0,1 ppm. Kandungan logam berat Cd yang dianalisa telah melewati nilai ambang batas yaitu sebesar 2,16 mg kg⁻¹ (lokasi ke-1), 2,27 mg.kg⁻¹ (lokasi ke-2) dan 2,39 mg.kg⁻¹ (lokasi ke-3). Kadmium (Cd) merupakan logam berat yang sangat berbahaya jika keberadaannya di dalam tanah telah melewati ambang batas. Pemaparan kadmium ke lingkungan pertanian berpotensi menimbulkan kerusakan lingkungan dan menjadi toksik bagi kesehatan manusia. Kadar kadmium 200 mg/L dapat menyebabkan kerusakan ginjal dan menyebabkan penyakit degeneratif tulang (Nur, 2013).

Jumlah normal kadmium di tanah seharusnya berada di bawah 1 mg kg⁻¹ (Nopriani, 2011). Pemasok logam berat dalam tanah pertanian antara lain bahan agrokimia (pupuk dan pestisida), asap kendaraan bermotor, bahan bakar minyak, pupuk organik,

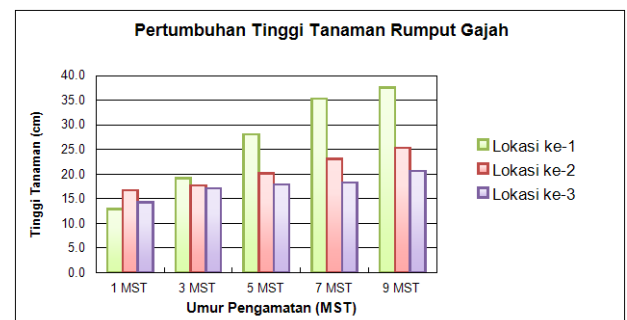
buangan limbah rumah tangga, industri, dan pertambangan. Kondisi ini akan mempengaruhi kesehatan tanah dan tanaman dalam jangka panjang. Dampak utama yang terlihat adalah perubahan metabolisme tanaman yang pada akhirnya dapat menyebabkan penurunan hasil pertanian (Alloway, 2013).

Pertumbuhan Tinggi Tanaman Remediator

Tinggi tanaman merupakan parameter yang sangat mudah dilihat apabila suatu tanaman keracunan logam berat atau tidak selama pertumbuhan tanaman. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan dua tanaman remediator (tanaman biduri dan rumput gajah) untuk mereduksi logam berat menunjukkan pertumbuhan tinggi tanaman yang cukup baik meskipun tidak terdapat perbedaan yang nyata. Hal ini seperti yang disajikan pada Gambar 1 dan 2.



Gambar 1. Pertumbuhan tinggi tanaman biduri pada ketiga lokasi tanah tercemar



Gambar 2. Pertumbuhan tinggi tanaman rumput gajah pada ketiga lokasi tanah tercemar

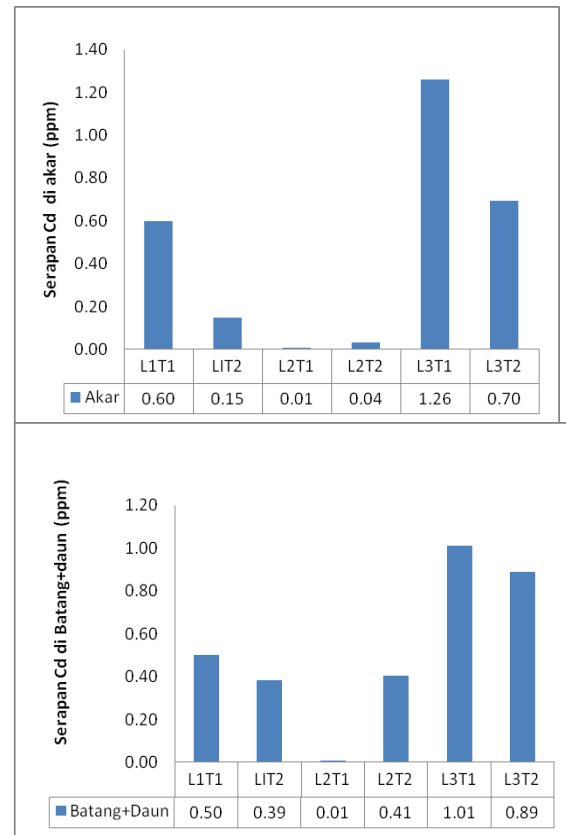
Seperti terlihat pada Gambar 1 dan 2, bahwa tinggi tanaman dari 2 jenis tanaman remediator meningkat seiring bertambahnya umur tanaman di semua lokasi. Hal ini menunjukkan bahwa tanaman biduri dan rumput gajah merupakan tanaman yang memiliki kemampuan adaptasi tinggi. Tanaman yang digunakan sebagai agen fitoremediasi harus tumbuh secara lokal, memiliki tingkat toleransi tinggi terhadap kontaminan (Nur, 2013).

Keberhasilan fitoremediasi didasarkan pada kemampuan tanaman dalam mengakumulasi kontaminan. Tanaman cukup mampu menyerap kontaminan dalam konsentrasi tinggi tanpa menimbulkan kerusakan yang lebih besar pada pertumbuhan tanaman (Palar, 2008). Perbedaan respon pertumbuhan tinggi tanaman oleh kedua jenis tanaman (biduri dan rumput gajah) terhadap peningkatan dosis logam berat kadmium, menunjukkan bahwa tanaman biduri lebih bisa beradaptasi pada keadaan tanah yang tercemar dibandingkan tanaman rumput gajah yang menunjukkan gejala keracunan.

Gosh and Singh (2005), menyatakan bahwa perbedaan respon dikarenakan tanaman mempunyai karakteristik morfologi dan proses fisiologi yang berbeda. Biduri merupakan tanaman perdu berakar tunggang yang mudah tumbuh dimana saja dan sangat sulit untuk dibasmi karena perkembangbiakannya yang cepat, sedangkan rumput gajah adalah golongan rumput-rumputan dengan sistem perakaran serabut. Hambatan pertumbuhan pada tanaman yang terpapar logam-logam berat ditentukan oleh tingkat toleransi tanaman itu sendiri. Semakin rendah tingkat toleransinya, maka tanaman akan semakin terhambat pertumbuhannya.

Penyerapan dan Reduksi Logam Berat Pada Tanaman Remediator

Hasil penelitian ini menunjukkan analisis logam berat pasca remediasi mengalami penurunan kandungan logam berat (Cd) yang signifikan. Penurunan logam berat Cd pada percobaan ini disajikan pada Gambar 3.



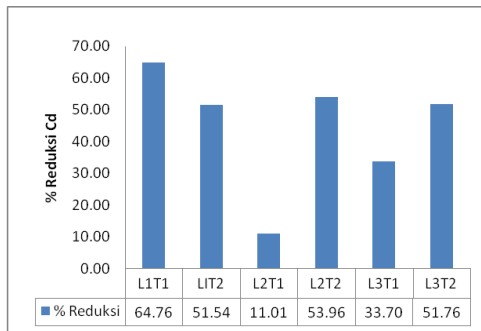
Keterangan L1 : Lokasi 1; L2 : Lokasi 2; L3 : Lokasi 3; T1= Tanaman Biduri ; T2 = Rumput gajah

Gambar 3. Serapan Cd pada akar dan tajuk tanaman remediator

Hasil analisis menunjukkan bahwa serapan Cd di akar dan bagian atas tanaman di dominasi pada perlakuan L3 (Lokasi 3). Serapan Cd tertinggi terdapat pada tanaman biduri yaitu serapan pada akar (1,26) ppm, sedangkan pada bagian atas tanaman (1,01) ppm (Gambar 3). Serapan logam berat pada masing-masing bagian tanaman berkorelasi positif dengan kemampuan reduksi masing-masing tanaman. Perbedaan tanaman dalam mereduksi logam berat Cd di tiga lokasi yang berbeda, terlihat bahwa tanaman biduri

memiliki kemampuan reduksi lebih tinggi dari tanaman rumput gajah pada lokasi 1 (L1) yaitu sebesar 64,76%. Sedangkan pada lokasi 2 dan 3 (L2, L3) reduksi tertinggi terdapat pada tanaman rumput gajah, masing-masing sebesar 53,96 dan 51,76 % (Gambar 4).

Perbedaan kemampuan reduksi ini di akibatkan masing-masing tanaman memiliki karakter yang berbeda, begitu juga dengan perbedaan lokasi. Perbedaan lokasi memungkinkan perbedaan kondisi agroekosistem sehingga mempengaruhi pertumbuhan tanaman dan penyerapan logam berat. Faktor penyebab lain juga diakibatkan perbedaan konsentrasi logam berat di dalam tanah.



Keterangan L1 : Lokasi 1; L2 : Lokasi 2; L3 : Lokasi 3;
T1= Tanaman Biduri ; T2 = Rumput gajah

Gambar 4. % Reduksi logam berat Cd oleh tanaman remediator.

Hindersah (2004) mengemukakan bahwa ada beberapa faktor yang mengendalikan akumulasi logam berat termasuk Cd pada tanaman diantaranya adalah konsentrasi dan jenis logam berat itu sendiri. Logam berat memiliki distribusi yang berbeda-beda tergantung jenis dan bagian tanaman. Hamzah (2012), menyatakan bahwa merkuri lebih banyak terkonsentrasi di akar, sedangkan logam lain seperti Pb lebih banyak terkonsentrasi di bagian akar dan daun. Distribusi logam berat diberbagai jaringan tanaman dengan konsentrasi yang berbeda-beda disebabkan oleh kemampuan tanaman untuk mengeluarkan enzim dan

eksudat yang mampu mendegradasi kontaminan dalam tanah.

Dalam penelitian ini terlihat bahwa mekanisme yang terjadi dalam proses fisiologi berjalan secara baik sehingga mampu mereduksi logam berat. Penyerapan dan akumulasi logam berat oleh tumbuhan meliputi penyerapan logam berat oleh akar, translokasi logam dari akar ke bagian tumbuhan lain, serta lokalisasi logam berat pada bagian sel tertentu. Dalam menyerap logam berat, tumbuhan membentuk enzim reduktase pada membran akar yang berfungsi mereduksi logam. Dari akar kemudian logam berat diangkut melalui jaringan pengangkut (xilem dan floem) ke bagian lain tumbuhan. Untuk meningkatkan efisiensi pengangkutan, logam diikat oleh molekul khelat (molekul pengikat). Selanjutnya, logam berat diakumulasikan di seluruh bagian tanaman terutama pada akar, batang, dan daun (Gosh dan Singh, 2005).

KESIMPULAN

- Hasil penelitian menunjukkan bahwa :
1. Tingkat kesuburan tanah di lokasi penelitian memiliki kandungan unsur hara makro yang rendah. Sedangkan kandungan logam berat kadmium (Cd) pada masing-masing lokasi sudah melewati ambang batas minimum, yaitu > 2.00 mg kg
 2. Sebagai tanaman remediator, biduri memiliki kemampuan menyerap logam berat pada akar 1,26 ppm dan pada bagian atas tanaman 1,01 ppm, lebih tinggi dibandingkan dengan rumput gajah
 3. Tingkat reduksi logam berat oleh tanaman biduri sebesar 64,76% lebih tinggi dari rumput gajah.

UCAPAN TERIMA KASIH

Disampaikan penghargaan dan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat, Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi Republik Indonesia yang telah membiayai penelitian ini dan difasilitasi oleh Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) Universitas Tribhuwana Tungadewi.

DAFTAR PUSTAKA

- Alloway, B.J., 2013. Heavy Metals in Soils : Trace Metals and Metalloids in Soils and their Bioavailability. Environmental Pollution. Vol 22. 3rd Edition. Netherlands : Springer.
- Ghosh, M., and Singh, S.P., 2005. A review on phytoremediation of heavy metals and utilization of its by product. Journal Applied Ecology and Environmental Research 3 (1): 1–18.
- Hamzah A., Kusuma Z., Utomo, WH., Guritno, B. 2012. Siam weed (*Chromolaena odorata* L.) for phytoremediation of artisanal gold mine tailing. Journal Tropical of Agriculture, 50 (1-2): June-December 2012.
- Nopriani, L.S. 2011. Teknik Uji Cepat Identifikasi Pencemaran Logam Berat Tanah di Lahan Apel Batu. Disertasi Fakultas Pertanian. Universitas Brawijaya.
- Nur, F. 2013. Fitoremediasi Logam Berat Kadmium (Cd). Biogenesis Jurnal Ilmu Biologi, Vol 1 (1) : 74-83.
- Palar, H. 2008, Pencernaan dan Toksikologi Logam Berat, PT Rineka Cipta : Jakarta
- Wulandari, Resmaya, Purnomo, T. Dan Winarsih. 2014. Kemampuan Tanaman Kangkung Air (*Ipomoea aquatica*) dalam Menyerap Logam Berat Kadmium (Cd) Berdasarkan Konsentrasi dan Waktu Pemaparan yang Berbeda. Lentera Bio 3(1):83-89.