

PEMANFAATAN TANAMAN AKAR WANGI (*Vetiveria zizanioides* (L.) Nash) UNTUK PENYERAPAN LOGAM BERAT TEMBAGA (Cu)

UTILIZATION OF AKAR WANGI PLANTS (*Vetiveria zizanioides* (L.) Nash) FOR ABSORPTION OF HEAVY METALS COPPER (Cu)

Livia Sisilia Ui¹, L. Indah Murwani Yulianti², A. Wibowo N J²
Program Studi Teknobiologi Lingkungan, Fakultas Teknobiologi
Universitas Atma Jaya Yogyakarta
liviasisilia@yahoo.com

Abstrak

Tanaman akar wangi (*Vetiveria zizanioides* (L.) Nash) merupakan tanaman hiperakumulator logam yang memiliki sifat daya penyerapan atau akumulasi yang tinggi terhadap logam berat di jaringan tumbuhan. Tanaman ini sangat toleran terhadap kekeringan dan banjir, embun beku, panas, pH tanah yang ekstrim, toksisitas Al dan Mn, serta sangat toleran untuk berbagai macam logam seperti As, Cd, Cu, Cr, dan Ni. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan tanaman akar wangi dalam menurunkan kadar logam berat tembaga (Cu) dan mengetahui efektifitas penyerapan serta akumulasi logam berat Cu pada tanaman akar wangi setelah proses fitoremediasi. Rancangan penelitian yang digunakan adalah rancangan acak lengkap dengan perlakuan variasi jumlah tanaman yaitu 4 batang, 8 batang dan 12 batang. Parameter yang digunakan adalah kandungan Cu dalam tanah dan tanaman, berat kering, dan fisiologis tanaman. Data yang diperoleh dianalisis dengan ANOVA dan dilanjutkan DMRT untuk mengetahui letak beda nyata. Hasil menunjukkan variasi jumlah tanaman berpengaruh terhadap penurunan kadar logam berat tembaga (Cu) pada tanah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi jumlah tanaman 12 batang mempunyai efektifitas penyisihan dan efektifitas penyerapan yang lebih besar dibandingkan dengan 8 batang dan 4 batang. Efektifitas penyisihan tanaman akar wangi berturut-turut sebesar 95,56%, 93,46% dan 92,87%. Efektifitas penyerapan tanaman akar wangi berturut-turut sebesar 72,23%, 63,47% dan 60,15%.

Kata kunci : fitoremediasi, akar wangi, Cu, tanah

Abstrack

*Vetiver plants (*Vetiveria zizanioides* (L.) Nash) is a plant that has the metal hiperakumulator power absorption or high accumulation of heavy metals in tissues of plants. These plants are very tolerant of drought and flood, frost, heat, extreme soil pH, toxicity of Al and Mn, and very tolerant to many types of metals such as the US, Cd, Cu, Cr, and Ni. This research aims to know the ability of plant vetiver in lowering the levels of heavy metals of copper (Cu) and knowing the effectiveness of absorption and accumulation of heavy metals Cu on the vetiver plant after fitoremediasi process. Research design used was randomized complete design with a number of variations of the treatment plant that is 4 stems, 8 stems and 12 stems. The parameters used are the content of Cu in soil and plants, dry weight, and physiological plants. The data obtained were analyzed*

with ANOVA and proceeded to reconnoitre DMRT real difference. The results show the variation of the total number of plants to decrease the levels of heavy metals of copper (Cu) on the ground. The results showed that the variation of the total number of plants are 12 stems have the effectiveness of provision and effectiveness greater absorption compared with 8 stems and 4 stems. The effectiveness of successive vetiver plant allowance amounting to 95.56%, 93.46% and 37.00%. Effectiveness of vetiver plant absorption in a row of 72,23%, 63.47% and 60,15%.

Keywords: phytoremediation, vetiver, Cu, soil

- 1) Mahasiswa Universitas Atma Jaya Yogyakarta
- 2) Dosen Universitas Atma Jaya Yogyakarta

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara yang melaksanakan pembangunan di berbagai sektor seperti bidang ekonomi, sosial dan budaya. Salah satu pembangunan di sektor ekonomi adalah kegiatan industri. Suatu kegiatan industri dalam menghasilkan bahan jadi tidak terlepas dari limbah yang mengakibatkan pencemaran lingkungan. Limbah industri mengandung bahan kimia yang beracun dan berbahaya (B3), salah satunya logam berat. Kontaminasi logam berat di lingkungan merupakan masalah besar saat ini. Dampak kontaminasi logam berat di lingkungan khususnya sektor industri menyebabkan terjadinya peningkatan jumlah dan jenis pencemar yang masuk ke lingkungan, sehingga kesetimbangan lingkungan menjadi terganggu (Pikir, 1991).

Kontaminasi logam berat banyak terjadi diantaranya pada areal penambangan emas, pembuangan limbah industri, dan pertanian (Miseri *et al.* 2000). Beberapa logam berat yang berbahaya dan sering mencemari lingkungan terutama adalah merkuri (Hg), timbal/timah hitam (Pb), arsenik (As), tembaga (Cu), kadmium (Cd), khromium (Cr), dan nikel (Ni) (Fardiaz, 1992).

Pencemaran lingkungan, khususnya pada tanah, dibutuhkan suatu tindakan pemulihan tanah yang tercemar sehingga dapat digunakan kembali dengan aman. Tindakan yang dilakukan harus dapat mewakili kondisi riil di lapangan seperti kontur dan jenis tanah serta sifat aliran pencemar. Saat ini ada banyak teknologi yang digunakan untuk remediasi tanah yang tercemar logam berat. Salah satu cara untuk memulihkan tanah dari suatu kontaminan logam berat adalah dengan menggunakan tanaman. Caranya dengan menanam tanaman yang mampu menyerap logam dari tanah (Hardiani, 2009).

Fitoremediasi merupakan teknik pemulihan lahan tercemar dengan menggunakan tumbuhan untuk membersihkan, menyerap, mendegradasi, mentransformasi dan mengimobilisasi bahan pencemar, baik itu logam berat maupun senyawa organik dan anorganik. Tanaman akar wangi (*Vetiveria zizanioides* (L.) Nash) merupakan tanaman hiperakumulator logam yang memiliki sifat daya penyerapan atau akumulasi yang tinggi terhadap logam berat di jaringan tumbuhan (MacGrath *et al.*, 1993; Komar *et al.*, 1995). Selain itu, tanaman akar

wangi (*Vetiveria zizanioides* (L.) Nash) memiliki sifat antara lain, tidak memerlukan persyaratan tumbuh khusus, dapat tumbuh dengan baik pada media yang sangat ekstrim, dan sistem perakarannya masif (Truong, 2001). Tanaman ini sangat toleran terhadap kekeringan dan banjir, embun beku, panas, pH tanah yang ekstrim, toksisitas Al dan Mn, serta sangat toleran untuk berbagai macam logam seperti As, Cd, Cu, Cr, dan Ni (Truong and Claridge, 1996, Truong dan Baker, 1998. Truong, 1999).

METODE PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini telah dilakukan pada bulan Agustus 2015 sampai bulan Februari 2015. Penelitian ini bersifat eksperimental dan telah dilaksanakan di Kebun Biologi, Fakultas Teknobiologi Universitas Atma Jaya Yogyakarta untuk proses pemeliharaan tanaman, pemberian perlakuan dan proses fitoremediasi. Analisis logam berat Cu pada tanah dan tanaman dilakukan di Laboratorium Che-Mix Pranata, Yogyakarta.

B. Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah polybag, plastik, AAS (*Atomic Absorbtion Spectrofotometer*), timbangan, neraca analitik, penggaris, gelas kimia, pipet, Erlenmeyer, sekop, gunting, dan oven. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah tanaman akar wangi (*Vetiver zizanioides* (L.) Nash), $\text{CuSO}_4\cdot 5\text{H}_2\text{O}$, HNO_3 , aquades dan media tanam.

C. Rancangan Penelitian

Rancangan percobaan yang dilakukan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari empat variasi perlakuan dengan tiga kali ulangan. Sebagai perlakuannya adalah variasi jumlah tanaman akar wangi yang berbeda-beda yaitu, 4 batang, 8 batang, dan 12 batang.

D. Tahap Penelitian

1. Pembibitan, Persiapan Penanaman, dan Uji Pendahuluan

Pengambilan bibit tanaman akar wangi (*Vetiveria zizanioides* (L.) Nash) di Desa Conto, Kecamatan Bulukerto, Kabupaten Wonogiri. Bibit kemudian ditanam pada media tanah di Kebun Percobaan Fakultas Teknobiologi UAJY dan dipelihara selama 2 bulan. Sebelum dilakukan proses fitoremediasi, dilakukan uji pendahuluan untuk mengetahui kadar Cu pada media tanam.

2. Aklimasi Tanaman Akar Wangi

Tumbuhan akar wangi (*Vetiveria zizanioides* (L.) Nash) yang telah berumur 2 bulan, terlebih dahulu dilakukan aklimatisasi selama 1 minggu sebelum digunakan dalam penelitian. Tujuannya agar tanaman mampu beradaptasi dengan kondisi

lingkungan yang baru, menghilangkan kandungan atau senyawa lain yang ada pada tanaman, sehingga menghindari bias dalam penelitian ini.

3. Perlakuan Fitoremediasi Pada Sampel

Tanah terkontaminasi Cu didapatkan dengan mencemari media tanam dengan pencemar buatan setelah dilakukan proses aklimatisasi. Pencemar buatan didapatkan dengan mencemari media tanam dengan $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 60 ppm. Tanaman yang telah disiapkan ditanam di dalam polybag yang terisi oleh media tanam tersebut.

4. Analisis kandungan logam berat pada tanah dan tanaman

Analisis kadar Cu, dilakukan pada hari ke 0 (untuk tanah) dan ke-28 (untuk tanah dan tumbuhan). Pengujian dilakukan dengan menggunakan AAS, dengan beberapa tahapan: Tanah/tumbuhan dikeringkan dalam oven (80°C) selama 24 jam. Tanah/tumbuhan yang akan dianalisis dihaluskan, kemudian ditimbang $\pm 1-3$ gram, dan dimasukkan ke dalam tabung *microwave*. Tambahkan asam nitrat pekat (HNO_3) sebanyak 10 ml dan dimasukkan kembali ke dalam *microwave* sampai larutan larut. Kemudian ditambahkan aquades hingga larutan menjadi 50 ml. Kandungan tembaga (Cu) dibaca dengan AAS pada panjang gelombang 213,9 nm.

5. Pengukuran Berat Kering Tanaman

Pengukuran berat kering tanaman dilakukan karena berat kering dianggap sebagai hasil dari semua proses atau peristiwa yang terjadi selama pertumbuhan tanaman. Tanaman dipisahkan dari polybag kemudian dibersihkan dan dibilas dengan aquades. Tanaman akar wangi kemudian dioven pada suhu 80°C selama ± 48 jam. Berat kering diperoleh dengan menimbang tanaman yang telah dikeringkan sampai diperoleh berat yang konstan. Pengukuran berat kering tanaman dilakukan pada hari ke-28 (Guritno dan Sitompul, 1995).

6. Analisis Data

Data yang diperoleh kemudian dianalisis menggunakan ANAVA ($\alpha 0,05$), yaitu dengan melihat pengaruh jumlah tanaman akar wangi (*Vetiveria zizanioides* (L.) Nash) dalam menurunkan konsentrasi kadar tembaga (Cu) yang terdapat dalam tanah selama perlakuan hari ke-0, dan 28. Bila ada beda nyata dilanjutkan dengan uji Duncan Multiple Range Test (DMRT), menggunakan program SPSS. Data-data yang dianalisis meliputi efektifitas fitoremediasi yang merupakan tingkat keberhasilan tanaman dalam menyerap logam Cu. Dilihat dari besarnya nilai efektifitas penyisihan (*removal efectifity*) logam Cu pada tanah yang dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$RE (\%) = \left(\frac{\text{Konsentrasi awal} - \text{Konsentrasi akhir}}{\text{Konsentrasi awal}} \right) \times 100 \%$$

Perhitungan efektifitas penyerapan didasarkan pada konsentrasi logam Cu dalam tanaman serta konsentrasi Cu yang ditambahkan ke dalam tanah. Rumus yang digunakan adalah :

$$\text{Efektifitas penyerapan} = \frac{\text{konsentrasi penyerapan logam dalam tanaman}}{\text{konsentrasi penurunan logam dalam media tanam}} \times 100\%$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Analisis Awal Kadar Logam Berat Tembaga (Cu)

Sebelum dilakukan penelitian, terlebih dahulu dilakukan pengujian awal terhadap media tanam dan tanaman akar wangi (*Vetiveria zizanioides* (L.) Nash) untuk mengetahui kandungan logam Cu yang terdapat pada tanah dan tanaman. Hasil pengujian yang diperoleh dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Pengukuran Awal Kadar Cu pada Tanah dan Tanaman

Logam	Sampel	Konsentrasi Logam (ppm)
Cu	Tanah	12,83
	Akar wangi (<i>Vetiveria zizanioides</i> (L.) Nash)	0

B. Pengaruh Jumlah Tanaman terhadap Penurunan Kadar Tembaga (Cu) pada Tanah dan Tanaman

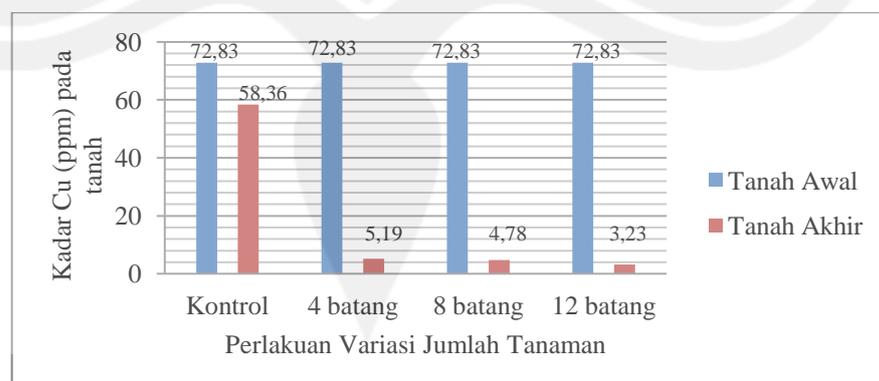
1. Kadar Logam Cu pada Tanah

Pada penelitian ini dilakukan pengukuran kadar logam Cu pada tanah sebelum perlakuan fitoremediasi (Tabel 3), dan setelah perlakuan fitoremediasi selama 28 hari. Hasil pengukuran konsentrasi logam Cu awal dan akhir setelah perlakuan ditunjukkan pada Tabel 4 dan Gambar 4 berikut.

Tabel 4. Kadar Cu pada tanah sebelum dan sesudah proses fitoremediasi

Variasi Rumpun	Kadar Cu di tanah (ppm)	
	Awal	Akhir
Kontrol (0 batang)	72,83	58,36 ^w
4 batang	72,83	5,19 ^x
8 batang	72,83	4,78 ^y
12 batang	72,83	3,23 ^z

Keterangan: Huruf yang berbeda menunjukkan ada beda nyata pada tingkat kepercayaan 95%



Gambar 4. Kadar Cu pada tanah sebelum dan sesudah proses fitoremediasi

Berdasarkan Tabel 3, dapat dilihat konsentrasi Cu pada tanah sebelum perlakuan sebesar 12,83 ppm. Setelah diberi perlakuan dengan penambahan

konsentrasi Cu sebesar 60 ppm maka total konsentrasi Cu pada tanah yakni 72,83 ppm. Hasil pada Tabel 4, menunjukkan terjadi penurunan konsentrasi Cu dari awal perlakuan (hari ke-0), sampai waktu densitas 28 hari setelah perlakuan pada kontrol dan semua variasi jumlah tanaman. Penurunan kadar Cu dalam tanah mengindikasikan bahwa telah terjadi pemindahan logam dari tanah ke tumbuhan. Penurunan konsentrasi logam berat pada tanah akan terjadi setelah fitoremediasi (Zhu dkk, 1999).

Tanah mempunyai peranan terhadap pengangkutan dan pencucian bahan-bahan pencemar yang sangat besar. Tanah juga merupakan pengangkut bahan pencemar (*pollutant*). Proses pengangkutan dapat dibedakan menjadi tiga, yaitu pengaliran (*flow on*), peresapan (*absorption*) dan pelumeran (*leaching*) (Palar, 1994). Pada perlakuan kontrol (tanah tercemar Cu tanpa tanaman) juga mengalami penurunan kadar logam Cu. Hal ini mungkin disebabkan terjadinya *leaching* atau pelepasan logam berat dari tanah yang terbawa oleh air saat penyiraman dan terkena air hujan.

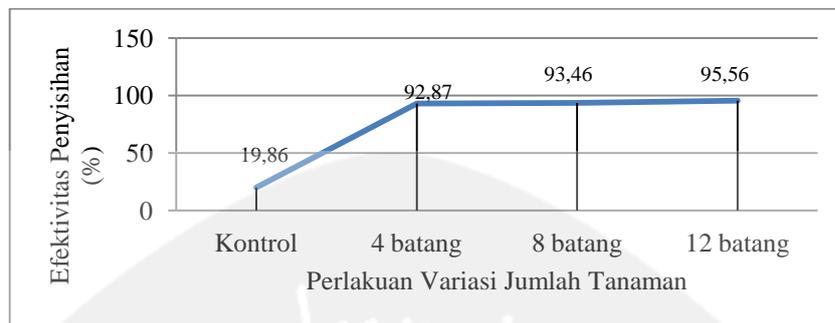
Dari data yang diperoleh, kadar logam Cu tertinggi pada tanah terdapat pada perlakuan kontrol (tanpa tanaman) dengan nilai 58,36 ppm. Sedangkan kadar logam Cu terendah pada tanah terdapat pada perlakuan variasi jumlah tanaman sebanyak 12 batang dengan nilai 3,23 ppm. Hal ini disebabkan karena kemungkinan sebagian besar logam yang terdapat di tanah telah diserap oleh tanaman sehingga logam berat berpindah ke tanaman yang mengakibatkan peningkatan kadar logam Cu pada tanaman. Dari data tersebut dapat juga dilihat pengaruh jumlah tanaman terhadap penurunan kadar Cu pada (efektifitas penyisihan) setelah proses fitoremediasi.

Analisis lebih selanjutnya dilakukan untuk melihat tingkat keberhasilan tanaman dalam menyerap kadar logam berat atau efektifitas fitoremediasi dengan pengaruh perbedaan perlakuan. Efektifitas fitoremediasi dapat dilihat dari besarnya nilai *Removal Efectivity* (efektifitas penyisihan) logam berat dalam tanah (Khoiriyah, 2015). Hasil perhitungan nilai efektifitas penyisihan logam Cu pada tanah dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Efektifitas penyisihan logam Cu pada tanah

Variasi Rumpun	Konsentrasi Awal	Efektifitas Penyisihan (%)
Kontrol (0 batang)	72,83 ppm	19,86 ^w
4 batang	72,83 ppm	92,87 ^x
8 batang	72,83 ppm	93,46 ^y
12 batang	72,83 ppm	95,56 ^z

Keterangan: Huruf yang berbeda menunjukkan ada beda nyata pada tingkat kepercayaan 95%



Gambar 5. Diagram efektifitas penyisihan logam Cu pada tanah

Hasil uji statistik menunjukkan bahwa variasi rumpun tanaman akar wangi menunjukkan beda nyata terhadap nilai efektifitas penyisihan logam Cu pada tanah. Nilai penyisihan tertinggi terjadi pada variasi rumpun yang berjumlah 12 batang yakni 95,56% dan nilai penyisihan terendah pada variasi rumpun 4 batang yakni 92,87%.

2. Kadar Logam Cu pada Tanaman Akar Wangi (*Vetiveria zizanioides* (L.) Nash)

Pada penelitian ini pengukuran konsentrasi logam berat tembaga (Cu) dilakukan pada seluruh organ tanaman pada akhir proses fitoremediasi (hari ke-28). Hasil akumulasi logam berat Cu pada tanaman akar wangi dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Kadar Logam Cu pada Tanaman Akar Wangi (*Vetiveria zizanioides*(L.) Nash)

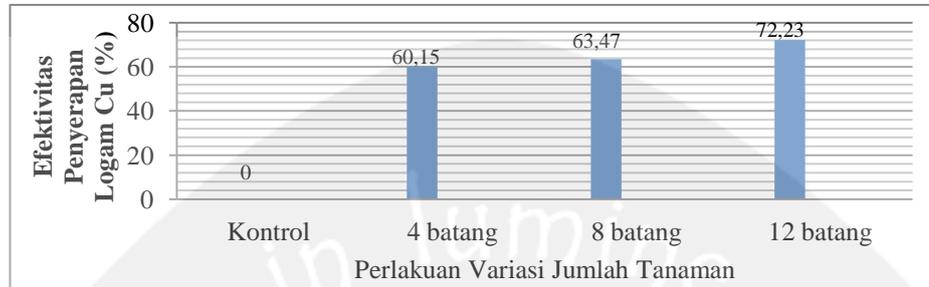
Variasi Rumpun	Konsentrasi Logam Cu (ppm)			Efektifitas Penyerapan (%)
	Tanah Awal	Tanaman		
		Awal	Akhir	
Kontrol	72,83 ppm	0	0	0 ^a
4 batang	72,83 ppm	0	43,81	60,15 ^b
8 batang	72,83 ppm	0	46,23	63,47 ^c
12 batang	72,83 ppm	0	52,61	72,23 ^d

Keterangan: Huruf yang berbeda menunjukkan ada beda nyata pada tingkat kepercayaan 95%

Berdasarkan Tabel 6, dapat diketahui penyerapan logam Cu tertinggi diperoleh pada perlakuan variasi jumlah tanaman yaitu 12 batang dengan akumulasi logam sebesar 52,61 ppm pada tanaman. Hal ini menunjukkan pengaruh jumlah tanaman akar wangi terhadap akumulasi kadar logam Cu pada tanaman. Semakin banyak jumlah tanaman, maka semakin banyak kadar logam yang terserap pada tanaman.

Efektifitas penyerapan oleh tanaman merupakan informasi lanjutan untuk menggambarkan kemampuan tanaman dalam menyerap logam Cu. Dari hasil perhitungan dapat dilihat pengaruh jumlah tanaman akar wangi terhadap nilai

efektifitas penyerapan logam Cu. Besarnya nilai efektifitas penyerapan ditampilkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Efektifitas Penyerapan Logam Cu pada Tanaman Akar Wangi

Efektifitas penyerapan logam Cu tertinggi terdapat pada tanaman dengan variasi jumlah 12 batang dengan nilai 72,23% dan terendah pada perlakuan variasi jumlah tanaman 4 batang dengan nilai 60,15%. Hasil menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan pada tingkat kepercayaan 95%.

Adanya akumulasi logam berat pada tanaman mengindikasikan adanya mekanisme fitoremediasi, yaitu fitoekstraksi (Rismawati, 2012). Lokalisasi, translokasi dan akumulasi merupakan mekanisme penyerapan oleh tanaman ketika mengambil logam, ditinjau dari mekanisme penyerapan (Priyanto dan Prayitno, 2007). Penyerapan logam dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti konsentrasi, muatan ion dan ada tidaknya transporter dalam sel (Manara 2012; Szöllösi et al. 2011). Logam Cu yang merupakan mikronutrien yang dibutuhkan tumbuhan memiliki transporter khusus sehingga mudah diserap oleh tanaman. Penyerapan dilakukan secara simplas dan apoplas, sehingga banyak ditemukan akumulasi Cu pada jaringan pengangkut dan silinder tengah. Pengakumulasian logam-logam berat pada tumbuhan juga tidak lepas dari peranan mikroba-mikroba tanah yang membantu tumbuhan dalam mengakumulasi logam berat tersebut (Merian, 1994).

C. Pengamatan Fisiologis Tanaman Akar Wangi (*Vetiveria zizanioides* (L.) Nash)

Pada penelitian ini dilakukan juga pengamatan fisiologis tanaman. Pencemaran logam berat di tanah menyebabkan kerusakan dan perubahan fisiologi tanaman ditandai dengan terganggunya pertumbuhan. Pencemaran menyebabkan perubahan pada tingkatan biokimia sel kemudian diikuti perubahan fisiologi pada tingkat individu hingga tingkat komunitas tanaman (Fontes dan Cox, 1995). Logam Cu merupakan salah satu mineral mikro yang bersifat esensial bagi tanaman dan berperan dalam proses fisiologis tumbuhan. Akumulasi Cu yang tinggi dapat mengganggu proses seluler yang penting seperti gangguan transport elektron saat fotosintesis (Pourakbar *et al.*, 2007).

Gejala awal yang timbul akibat keracunan Cu pada tanaman adalah klorosis (kehilangan klorofil ditandai dengan menguningnya daun) dan nekrosis (gejala kematian sel tanaman yang ditandai dengan daun yang menggulung dan keriput)

(Yruela, 2005). Pada hari ke 0 terlihat semua daun dari tanaman akar wangi masih berwarna hijau. Setelah hari ke 28 terlihat bahwa daun tanaman akar wangi mengalami perubahan. Pada beberapa daun menjadi menjadi kering dan berwarna coklat. Hal ini dikarenakan kandungan Cu pada tanaman di hari ke 28 semakin bertambah sehingga menyebabkan gejala nekrosis daun. Selain gejala nekrosis, tanaman akar wangi mengalami pertumbuhan tunas baru yang mulai muncul pada hari ke 14. Hal ini menunjukkan bahwa tanaman akar wangi dapat mampu tumbuh pada kondisi tanah yang mengandung logam tembaga (Cu).

Tunas baru yang muncul hanya terjadi pada perlakuan 4 batang tanaman akar wangi. Hal tersebut tidak terjadi pada perlakuan 8 batang dan 12 batang kemungkinan disebabkan karena semakin banyak jumlah tanaman akan semakin banyak nutrisi yang dibutuhkan, sehingga terjadi persaingan pada tanaman untuk memperoleh nutrisi dalam proses perkembangan tanaman. Cekaman Cu dapat menyebabkan terganggunya penyerapan mineral esensial dan pembelahan sel, rusaknya jaringan dinding sel, terhambatnya pertumbuhan akar dan tunas dan polimerasi lignin (Fry *et al.* 2002; Mahmood *et al.* 2004; Jiang *et al.* 2001).

D. Berat Kering Tanaman

Parameter lain yang dilakukan setelah perlakuan fitoremediasi adalah pengukuran kering tanaman. Hasil pengukuran rata-rata berat kering tanaman pada masing-masing perlakuan ditunjukkan pada Tabel 8 dan Gambar 7.

Tabel 8. Berat Kering Tanaman setelah perlakuan fitoremediasi

Variasi Rumpun	Berat Kering (gram)
4 batang	48,3 ^a
8 batang	70,63 ^b
12 batang	124,8 ^c

Keterangan: Huruf yang berbeda menunjukkan ada beda nyata pada tingkat kepercayaan 95%

Pengukuran berat kering tanaman berkaitan dengan kemampuan tanaman dalam mengakumulasi kontaminan. Berat kering tanaman dianggap sebagai hasil dari semua proses atau peristiwa yang terjadi selama proses pertumbuhan. Berat kering merupakan hasil dari penimbunan hasil bersih asimilasi CO₂ (Larcher, 1975). Hasil menunjukkan berat kering tanaman terbesar pada perlakuan jumlah tanaman 12 batang sedangkan terkecil pada perlakuan jumlah tanaman 4 batang. Hal ini berkaitan dengan kadar Cu yang terserap oleh tanaman. Semakin banyak logam yang terserap oleh tanaman, semakin besar juga berat kering pada tanaman. Pada proses fitoremediasi tanaman melalui proses fitoekstraksi, rizofiltrasi dan fitodegradasi memungkinkan terjadinya peningkatan berat kering.

SIMPULAN DAN SARAN

A. SIMPULAN

1. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, tanaman akar wangi mampu menurunkan kadar logam Cu pada tanah terbukti dari terjadinya penurunan kadar Cu pada akhir perlakuan fitoremediasi.

2. Efektifitas penyisihan tertinggi tanaman akar wangi dalam menurunkan kadar tembaga (Cu) pada tanah terdapat pada perlakuan variasi jumlah tanaman 12 batang dengan nilai 95,56%.
3. Akumulasi logam tembaga (Cu) tertinggi pada tanaman akar wangi dalam densitas waktu 28 hari, terjadi pada variasi rumpun 12 batang dengan nilai 52,61 ppm, dan efektifitas penyerapan sebesar 72,23%.

B. SARAN

Penelitian selanjutnya diharapkan jumlah tanaman, konsentrasi logam Cu dan waktu densitas ditambah agar lebih terlihat jelas kemampuan penyerapan tanaman akar wangi. Untuk analisis kadar logam Cu pada tanaman sebaiknya dipisahkan menurut organ tanaman sehingga dapat diketahui akumulasi logam terbesar terdapat pada bagian organ tanaman yang mana.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terimakasih kepada keluarga tercinta, sahabat serta teman-teman FTb atas bimbingan, dukungan dan bantuannya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian ini dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Fardiaz, S. 1992. *Polusi Air dan Udara*. Penerbit Kanisius, Yogyakarta.
- Fontes, R.L.F. dan Cox, F.R. 1995. Effects of Sulfur Supply on Soybean Plant Exposed To Zinc Toxicity. *Journal of Plant Nutrition* 18: 1893-1906.
- Fry, S.C., Miller, J.C., dan Dumville, J.C. 2002. A Proposed Role for Copper Ions in Cell Wall Loosening. *Plant Soil* 247 : 57-67.
- Guritno dan Sitompul S. M. 1995. *Analisis Pertumbuhan Tanaman*. Penerbit UGM Press, Yogyakarta.
- Hardiani, H. 2009. Potensi Tanaman Dalam Mengakumulasi Logam Cu Pada Media Tanah Terkontaminasi Limbah Padat Industri Kertas. *BS* 44 (1): 27-40.
- Jiang, W., Liu, D., dan Liu, X. 2001. Effects of Copper on Root Growth, Cell Division and Nucleolus of *Zea mays*. *Biol Plant* 44 : 105-109.
- Khoiriah, 2015. Fitoremediasi Tanah Tercemar Logam Cd dan Pb dengan Menggunakan Tanaman Akar Wangi (*Vetiveria zizanioides*). *Naskah Skripsi S1*. Universitas Hasanudin, Makasar.
- Larcher, W. 1995. *Physiological Plant Ecology : Ecophysiology and Stress Physiology of Functional Groups*. Third Edition. Springer. New York.
- Mahmood, T., Islam, K.R., dan Muhammad, S. 2007. Toxic Effects of Heavy Metal on Early Growth and Tolerance of Cereal Crops. *Pak J Bot* 39: 451-462.
- Manara A. 2012. Plants responses in heavy metal toxicity. *SpringerBriefs in Biometals*: 27- 53

- McGrath S. P., dan Zhao F. J. 2003. Phytoextraction of Metals and Metalloids from Contaminated Soils. *Curr Opin Biotechnology* 277-282.
- Merian, E. 1994. *Metals and Their Compounds in The Environment Occurrence Analysis and Biological Relevance*. UCH Verlagsgelesicchat mbH. Weinheim, Germany.
- Miseri, R.A., Santoso, A.Z.P.B., Novianto, I. 2000. Dampak asap kendaraan bermotor terhadap kadar timbal (Pb) dalam tanah dan tanaman di sekitar jalan raya Palimanan Cirebon. Dalam: *Prosiding Kongres Nasional VII Himpunan Ilmu Tanah Indonesia*. 2-4 November 1999. Bandung. Hal 1457-1466.
- Palar, H. 1994. *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Penerbit Rineka Cipta, Jakarta.
- Pikir, S.1991. Sedimen Dan Kerang Sebagai Indikator Adanya Logam Berat Cd, Hg, dan Pb dalam Pencemaran di Lingkungan Estuari. *Disertasi Doktor*, UNAIR, Surabaya.
- Pourakbar, L., M. Khayami, J. Khara and T. Farbodnia, 2007. Copper- induce change in antioxidative system in maize (*Zea mays L.*). *Pak. J. Biol. Sci.*, 10: 3662-3667.
- Priyanto, B., dan Prayitno, J. 2007. Fitoremediasi sebagai Sebuah Teknologi Pemulihan Pencemaran khususnya logam Berat. <http://lil.bppt.tripod.com/sublab/lflora1.htm>. 14 Mei 2016.
- Rismawati S. I. 2012. Fitoremediasi Tanah Tercemar Logam Berat Zn Menggunakan Tanaman Jarak Pagar (*Jatropha curcas*). *Skripsi-S1*. Jurusan Biologi Fakultas MIPA Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.
- Szöllösi R, Kálmán E, Medvegyi A, Pető A, Varga SI. 2011. Studies on oxidative stress caused by Cu and Zn excess in germinating seeds of Indian mustard (*Brassica juncea L.*) *Acta Biol Szeg* 55:175-178.
- Truong P, Claridge J. 1996. Effect of heavy metals toxicities on vetiver growth. *Vetiver Network (TVN) Newsletter*, 15. Bangkok, Thailand
- Truong, P. and Baker, D. 1998. Vetiver grass for stabilization of acid sulfate soil. *In Proc. 2nd Nat. Conf. Acid Sulfate Soils. Coffs Harbour, Australia*. (2) : 196-198.
- Truong P.N.V, 1999. Vetiver Grass Technology for Mine Rehabilitation .Office of Royal Development Projects Board. *Technical Bulletin 1999/2 (1999)* 12. Bangkok.
- Truong, P. and Hart, B. 2001. Vetiver System for Wastewater Treatment. *Pacific Rim Vetiver Network Technical Bulletin*, No. 2001/2. Bangkok, Thailand. P.1-26.
- Yruela I. 2005. Cooper in Plannts. *Braz. J. Hydrol.* 145-156.
- Zhu Y. L., Pilon-Smits E. A. H., Jouanin L., dan Terry N. 1999. Overexpression of Glutathione Synthetase In Indian Mustard Enhances Cadmium Accumulation And Tolerance. *Plant Physiology*. 119: 73-79.