

**PERTUMBUHAN TANAMAN BAYAM (*Amaranthus tricolor* L.)
PADA TANAH YANG DIBERI KOMPOS DAN KADMIUM**

**Growth of Spinach (*Amaranthus tricolor* L.) Planted in a Soil
Contaminated Cd and Amended by Composts**

**Dedik Budianta¹, Marsi¹ dan Marwantinah²
Faperta Unsri¹ dan Faperta Univ. Tamansiswa Palembang²**

ABSTRACT

Spinach is one of vegetable materials that is often consumed by human being. Before consuming this crop, it is needed to know where the spinach was cultivated, because the spinach is able to absorb a heavy metal in the high quantity. To that respect, in this experiment, the spinach was planted in the soil applied by Cd at a rate of 100 mg kg⁻¹ and compost at a rate of 20 ton ha⁻¹. The result showed that the uptake of Cd by root was around 47.53 mg kg⁻¹ and 29.08 mg kg⁻¹ was uptaken by shoot. In this regard, the spinach can be used as a Cd bioaccumulator. Furthermore, application of compost was able to decrease the Cd contents amounting to 32.68-38.42 mg kg⁻¹ uptaken by root and 18.81-23.12 mg kg⁻¹ uptaken by shoot. The sequence of compost potential to remediate the soil contaminated Cd was compost derived from fruit empty bunch > vegetable garbish ≈ leguminosae ≈ rice straw.

Key words: cadmium, compost, fruit empty bunch, vegetable garbish, rice straw, and spinach

PENDAHULUAN

Bayam (*Amaranthus tricolor* L.) merupakan tanaman semusim yang umurnya kurang dari satu tahun dan spesies tanaman bayam ini berasal dari Asia, sedangkan spesies yang lain ada yang berasal dari Eropa Timur (Zeven dan Zhukovsky, 1975). Bayam dimanfaatkan oleh manusia sebagai bahan sayuran yang mana dipasaran terdapat bayam potong dan bayam cabut. Bayam cabut umurnya lebih pendek (sekitar satu bulan) dan tanamannya juga lebih pendek dibandingkan dengan

bayam potong. Tanaman bayam dapat tumbuh di sembarang tempat dan di berbagai jenis tanah baik tanah yang terkontaminasi oleh logam berat maupun tanah subur yang belum terkontaminasi logam berat asal tidak dalam keadaan tergenang.

Menurut Marth dan Szabados (1998) tanaman bayam dikategorikan sebagai salah satu jenis tanaman sayuran yang mampu menyerap kadmium (Cd) dan mengakumulasinya dalam jumlah banyak pada jaringan tanaman. Dengan sifat yang dimilikinya, maka perlu kehati-hatian dalam mengkonsumsi tanaman tersebut terutama apabila terjadi akumulasi Cd pada bagian tanaman yang akan dikonsumsi. Hal ini disebabkan Cd merupakan salah satu jenis logam berat yang sangat berbahaya bagi manusia sebagai penyebab penyakit kanker (Marth dan Szabados, 1998). Dalam tubuh tanaman, kadmium merupakan salah satu logam berat yang dapat mempengaruhi reaksi biokimia tanaman. Selama proses biokimia, Cd mempengaruhi gugus hidroksil pada protein sehingga membuat protein tidak aktif. Selain itu Cd mengganggu reaksi fotosintesa terutama pada bagian klorofil daun, dan menghambat pembentukan jaringan terutama pada sistem perkembangan batang (Lambers, 1998 Cit. Marwantinah, 2001).

Untuk menghindari tingkat akumulasi Cd yang tinggi pada tanaman bayam, maka salah satu usaha yang dapat dilakukan adalah menurunkan kelarutan Cd dalam tanah, sehingga peluang untuk terserap tanaman lebih kecil. Batas kritis kelarutan Cd dalam tanah yang diijinkan tidak boleh melebihi 3 mg kg⁻¹ (Mengel dan Kirkby, 1987), sedangkan batas toleransi dalam tanaman, konsentrasi Cd harus lebih kecil dari 0,5 mg kg⁻¹ (Kurniawansyah et al., 1999).

Untuk mengetahui kemampuan tanaman bayam dalam menyerap Cd dan besarnya penurunan Cd dalam tanaman, maka tanaman tersebut akan ditumbuhkan pada tanah yang sangat miskin dengan Cd, sehingga perlu ditambah Cd sebagai polutan berbahaya dengan konsentrasi yang berlebihan (100 mg kg⁻¹). Sedangkan disisi lain tanah yang telah terpolusi Cd akibat pemberian Cd tersebut diremediasi dengan berbagai jenis kompos. Pemberian kompos diharapkan dapat menekan kelarutan Cd dalam tanah, sehingga serapan tanaman bayam terhadap Cd akan menurun.

TUJUAN PENELITIAN DAN MANFAAT

Untuk mengetahui kemampuan tanaman bayam dalam menyerap Cd dan besarnya penurunan Cd dalam tanaman, sedangkan dengan pemberian kompos diharapkan dapat menekan kelarutan Cd dalam tanah, sehingga serapan tanaman bayam terhadap Cd akan menurun.

BAHAN DAN METODE

Percobaan ini merupakan percobaan pot yang dilakukan di rumah kaca pada Program Pasca Sarjana Universitas Sriwijaya, dengan memanfaatkan tanah Ultisol yang sangat dominan di Sumatera Selatan, sebagai media penerima polutan Cd. Tanah tersebut diambil dari desa Sukajadi, Banyuasin, Sumatera Selatan. Rancangan percobaan yang digunakan adalah rancangan acak lengkap dengan dua faktor yaitu larutan kadmium (Cd) dalam bentuk $CdSO_4$ sebagai sumber polutan dengan takaran 0 dan 100 mg kg^{-1} dan 20 ton ha^{-1} kompos yang masing-masing berasal dari jerami padi, tandan buah kosong kelapa sawit, sampah sayuran dan legum penutup tanah jenis *Colopogonium*. Kombinasi perlakuan yang diuji adalah tanpa kompos dan tanpa Cd, tanpa kompos plus Cd, jerami padi plus Cd, tandan buah kosong plus Cd, sampah sayuran plus Cd dan legum plus Cd (semua bahan organik tersebut telah dikomposkan).

Percobaan ini dilakukan dengan menggunakan pot plastik yang dapat memuat 5 kg tanah kering angin lolos diameter 2 mm, dan setiap perlakuan (kompos dan Cd) dicampur sampai homogen. Selanjutnya lima benih tanaman bayam ditanam pada setiap perlakuan yang telah disiapkan dan diiri dengan kondisi kapasitas lapangan, selanjutnya pertumbuhan tanaman dipelihara selama satu bulan. Setelah masa percobaan selesai, tanah setiap perlakuan dianalisis pH (H_2O , 1:1), KTK (NH_4OAc , pH 7), dan Cd terlarut (double acid extract). Sedangkan pada tanaman bayam diukur kandungan Cd dengan metode yang sama.

Untuk mengetahui karakteristik tanah dan kompos yang digunakan untuk percobaan, dilakukan juga beberapa analisis tanah, antara lain: pH (H_2O dan KCl , 1:1), C-organik (Walkey dan Black), N-total (metode Kjeldahl), basa-basa tertukar dan KTK (ekstraksi $1N NH_4OAc$, pH 7), H-dd dan Al-dd (ekstraksi $1N KCl$), Cd (double acid extract), dan tekstur tanah (metode hidrometer). Sedangkan analisis kompos yang dilakukan adalah pH (H_2O , 1:1), C-organik (Walkey dan

Black), N-total (metode Kjeldahl), basa-basa tertukar dan KTK (ekstraksi $1N NH_4OAc$, pH 7), Cd (double acid extract), gugus fenolik dan karboksilat (ekstraksi $0,1N CaOAc$, pH 7) dan kandungan lignin. Untuk mengetahui pertumbuhan tanaman bayam, diukur tinggi, berat basah dan berat kering tanaman.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Karakteristik tanah dan Kompos yang digunakan

Hasil analisis tanah menunjukkan bahwa tanah yang digunakan pada penelitian ini mempunyai kandungan Cd yang sangat rendah sekali, bahkan tidak dapat terukur (Tabel 1), sehingga tanah ini sangat cocok untuk digunakan sebagai media penerima polutan yang akan dimanfaatkan untuk uji pertumbuhan tanaman bayam karena tanah belum terkontaminasi oleh logam berat jenis Cd. Selain itu, tanah tersebut juga mempunyai kandungan C-organik dan liat yang sangat rendah yaitu masing-masing sebesar $16,29 \text{ g kg}^{-1}$ dan $145,9 \text{ g kg}^{-1}$ dengan nilai KTK yang dimiliki oleh tanah tersebut juga rendah yaitu $10 \text{ cmol}(+) \text{ kg}^{-1}$. Sementara itu, sifat-sifat kimia tanah lainnya yang dianggap dapat mendukung untuk pertumbuhan tanaman semuanya juga dalam kondisi sangat rendah.

Ditinjau dari sifat fisiknya, tanah ini didominasi oleh fraksi debu dengan nilai $492,2 \text{ g kg}^{-1}$, sedangkan fraksi pasir dan liatnya masing-masing $361,9$ dan 145 g kg^{-1} . Berdasarkan segitiga tekstur USDA perbandingan ketiga fraksi tersebut membentuk tekstur lempung liat berpasir (Tabel 1).

Selanjutnya sifat-sifat kimia kompos seperti C, N, basa-basa tertukar dan fraksi humat, yang berasal dari berbagai sumber bahan organik mempunyai nilai yang sangat beragam (Tabel 2). Diantara keempat kompos yang digunakan, ternyata kompos yang berasal dari tandan buah kosong kelapa sawit memiliki nilai C-organik yang paling tinggi ($187,7 \text{ g kg}^{-1}$) dengan urutan nilai dari besarnya kandungan C-organik adalah tandan buah kosong > jerami padi > legum penutup tanah > sampah organik, dan urutan tersebut hampir sebanding untuk kandungan lignin, kecuali untuk legum penutup tanah yang mempunyai kandungan lignin yang paling rendah yaitu $66,1 \text{ g kg}^{-1}$.

Tabel 1. Beberapa Sifat Fisik dan Kimia Tanah yang Diuji

Sifat tanah	Nilai	Satuan	Kriteria
pH H ₂ O	5,40		Masam
pH KCl	4,45		
C-organik	16,2	g kg ⁻¹	Rendah
N-Total	1,3	g kg ⁻¹	Rendah
P-Bray	6,45	mg kg ⁻¹	Sangat rendah
K-dd	0,19	cmol(+) kg ⁻¹	Rendah
Na-dd	0,54	cmol(+) kg ⁻¹	Sedang
Ca-dd	1,10	cmol(+) kg ⁻¹	Sangat rendah
Mg-dd	0,33	cmol(+) kg ⁻¹	Sangat rendah
KTK	10,00	cmol(+) kg ⁻¹	Rendah
Al-dd	0,13	cmol(+) kg ⁻¹	
H-dd	0,11	cmol(+) kg ⁻¹	
Tekstur:			Lempung debu berpasir
-Pasir	36,19	%	
-Debu	49,22	%	
-Liat	14,59	%	
Cd total	tidak terukur (tt)		

Berbagai laporan hasil penelitian menyebutkan bahwa tandan buah kosong kelapa sawit segar mempunyai kandungan lignin berkisar antara 300-500 g kg⁻¹ dengan nisbah C/N lebih dari 40 (Loebis, 1992, Panji, 1996). Hal ini berarti pengomposan yang dilakukan dalam penelitian ini mampu menurunkan kandungan lignin mencapai 3-5 kali dengan nilai mendekati 100 g kg⁻¹ dan nisbah C/N sekitar 21 (Tabel 2). Sementara itu, kompos yang berasal dari sampah organik dan legum mempunyai kandungan lignin dan nisbah C/N yang rendah, hal ini menunjukkan bahwa kedua kompos tersebut akan lebih cepat termineralisasi dibandingkan dengan kedua bahan organik lainnya. Kompos dengan nisbah C/N yang rendah merupakan sumber hara yang cepat untuk tanaman, tetapi kalau akan digunakan sebagai bahan ameloran efektifitasnya sangat rendah (Camire et al., 1991; Curtin dan Wen, 1999).

Tabel 2. Karakteristik Kompos Sebagai bahan bioremediasi

Karakteristik Kompos	Satuan	Asal Kompos			
		Jerami padi	Tandan buah kosong	Sampah sayuran	Legum penutup tanah
C-organik	G kg ⁻¹	145,8	187,7	84,0	110,6
N-total	g kg ⁻¹	7,0	8,6	8,0	7,5
C/N rasio		20,82	21,86	10,5	14,75
K-dd	cmol(+) kg ⁻¹	2,00	2,88	1,88	2,63
Na-dd	cmol(+) kg ⁻¹	5,44	10,88	10,88	10,88
Ca-dd	cmol(+) kg ⁻¹	15,95	17,90	30,80	20,85
Mg-dd	cmol(+) kg ⁻¹	2,85	2,90	3,00	4,20
Kandungan Cd	mg kg ⁻¹	4,00	4,01	8,00	8,00
Kandungan	g kg ⁻¹	100,4	100,9	93,7	66,1
Lignin	cmol(+) kg ⁻¹ humat	99,75	155,0	102,50	87,50
KTK fraksi humat	g kg ⁻¹	10,70	5,40	18,60	5,60
Asam humat	g kg ⁻¹	135,10	184,30	92,9	78,60
Asam fulvat	cmol(+) kg ⁻¹ humat	94	157	68	55
Gugus fenolik	cmol(+) kg ⁻¹ humat	110	190	135	105
Gugus karboksilat	cmol(+) kg ⁻¹ humat	205	347	203	160
Kemasaman total					

Hasil analisis kandungan Cd menunjukkan bahwa semua kompos ternyata telah terkontaminasi oleh Cd dari lingkungan biosfer. Untuk kompos yang berasal dari jerami padi dan tandan buah kosong kelapa sawit memiliki kandungan Cd yang hampir sama yaitu 4 mg kg⁻¹, sedangkan kompos lainnya yaitu kompos sampah sayuran dan legum *Colopogonium* mempunyai kandungan Cd dua kalinya lebih besar dibanding dua kompos yang pertama. Terjadinya akumulasi pada kompos tersebut diduga disebabkan oleh Cd yang berasal dari luar sistem yang masuk bersama-sama bahan pupuk atau bahan pestisida. Mule dan Melis (2000) telah melaporkan bahwa kompos yang berasal dari limbah sayuran ternyata mengandung Cd berkisar antara 5,2-6,9 mg kg⁻¹. Dengan demikian perlu diperhatikan dalam memilih bahan sayuran untuk dikonsumsi oleh manusia. Menurut FAO/WHO, batas kritis Cd dalam tanaman maksimum 1 mg kg⁻¹ (Kurniawansyah et al., 1999), sedangkan

kandungan Cd dalam tanah boleh diijinkan mencapai 3 mg kg^{-1} (Mengel dan Kirkby, 1987).

Pemanfaatan bahan organik sebagai bioremediasi perlu diperhatikan kualitas dan kuantitasnya agar diperoleh manfaat yang optimal. Jumlah fraksi humat dalam kompos merupakan peubah yang penting untuk menilai kualitas suatu bahan organik dalam peranannya sebagai amelioran (Linharnes dan Martin, 1988; Fox et al., 1990; Naidu dan Harter, 1998). Fraksi humat secara umum didefinisikan sebagai polimer padat dari senyawa-senyawa aromatik dan alifatik yang dihasilkan selama proses dekomposisi sisa-sisa tanaman dan hewan oleh kegiatan jasad renik (Martin dan Haider, 1986). Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa kompos sampah sayuran memiliki kandungan asam humat yang paling tinggi ($18,60 \text{ g kg}^{-1}$), kemudian diikuti oleh jerami padi > legum penutup tanah = tandan kosong kelapa sawit. Sedangkan asam fulvat berlaku sebaliknya dan peranannya diduga sangat sedikit karena asam fulvat ini merupakan senyawa organik yang mudah sekali larut dan hilang bersama air irigasi atau air hujan bila dibandingkan dengan asam humat.

Ditinjau dari karakteristik kompos sebagai amelioran Cd maka keempat jenis kompos yang diduga memiliki potensi paling tinggi adalah kompos yang berasal dari tandan buah kosong kelapa sawit, sedangkan kompos yang memiliki kualitas yang paling rendah adalah legum penutup tanah (*Colopogonium sp.*).

B. Pertumbuhan Tanaman Bayam

Tanaman bayam yang ditumbuhkan pada tanah yang diberi Cd sebagai sumber polutan logam berat sebanyak 100 mg kg^{-1} , menunjukkan bahwa penambahan larutan Cd tanpa amelioran menurunkan pertumbuhan tanaman bayam secara nyata atau dengan perkataan lain tanaman bayam yang ditumbuhkan pada tanah tanpa Cd dan tanpa amelioran lebih subur dibandingkan dengan tanah yang diberi Cd (Tabel 3). Penurunan komponen pertumbuhan tanaman bayam tersebut sebesar 58,65 % untuk tinggi tanaman dan 81,56 % untuk berat basah dibandingkan dengan kontrol (tanpa kompos dan tanpa Cd).

Tabel 3. Pengaruh Kompos dan Cd terhadap Pertumbuhan Tanaman Bayam

Perlakuan 20 ton ha ⁻¹ Kompos dan 100 mg kg ⁻¹ Cd	Tinggi tanaman (cm)			Berat berangkas (g/tanaman)	
	Minggu II	Minggu III	Minggu IV	Basah	Kering
Kontrol (-kompos-Cd)	6,08 b	13,79 b	24,55 d	14,27 d	7,32 d
Kontrol (-kompos+Cd)	4,80 a	7,87 a	10,15 a	3,08 a	1,35 a
Legum (<i>Colopogonium</i>)	4,95 a	9,01 a	12,34 b	5,95 b	3,23 b
Sampah sayuran	5,05 a	9,55 a	14,00 b	7,59 bc	3,66 b
Jerami padi	4,81 a	9,02 a	12,86 b	6,78 bc	3,18 b
Tandan buha kosong kelapa sawit	5,39 ab	10,56 ab	18,05 c	8,60 c	4,90 c
Uji F BNT 5%	n 0,989	N 3,580	Sn 2,130	sn 2,666	n 1,08

Hasil ini sejalan dengan penelitian yang telah dilaporkan oleh Lehoczky et al., 1996, bahwa penurunan berat basah bayam yang ditumbuhkan pada tanah yang diberi larutan Cd 100 mg kg^{-1} , mencapai 73%. Hal ini berarti Cd sebagai sumber polutan logam berat menghambat pertumbuhan tanaman bayam, karena Cd pada tanaman menyebabkan gangguan proses metabolisme karbohidrat dalam sel tanaman dengan menggantikan secara tidak dapat balik mikronutrien lain pada reaksi enzimatik. Selain itu, Cd juga mengganggu pembentukan khlorofil dengan mempengaruhi reduksi protochlorophyllid dan sintesa asam amino-evulik. Dilain pihak, Cd mengganggu serapan logam lain, serta dapat mengganti secara tidak dapat baik Co dan Zn dalam metalloenzim yang berperan dalam metabolisme DNA, RNA dan protein sehingga Cd mempunyai efek penghancuran pada banyak reaksi biokimia yang diperlukan dalam ketahanan Sel (Jackson et al., 1990).

Pada percobaan ini, penambahan berbagai jenis kompos pada tanah yang mengandung Cd, pertumbuhan tanaman bayam dapat diperbaiki secara nyata tetapi tingkat pertumbuhannya masih lebih jelek dibandingkan dengan kontrol (tanpa kompos dan tanpa Cd). Pemberian kompos yang berasal dari tandan buah kosong kelapa sawit memberikan perbaikan pertumbuhan yang paling besar yang berkisar antara 79-179%. Urutan manfaat kompos dalam memperbaiki pertumbuhan bayam yang ditumbuhkan pada tanah yang mengandung Cd adalah tandan buah kosong kelapa sawit > sampah sayuran ≈ jerami padi ≈ legum *Colopogonium*. Secara statistik ketiga bahan amelioran yang terakhir mempunyai pengaruh yang hampir sama dalam menurunkan serapan Cd oleh tanaman.

C. Kandungan Kadmium Pada Jaringan Tanaman Bayam

Tanaman bayam yang ditumbuhkan pada tanah yang diberi larutan Cd sebanyak 100 mg kg⁻¹ menunjukkan bahwa sekitar 47,53 mg kg⁻¹ Cd diserap oleh akar, dan 29,08 mg kg⁻¹ diserap oleh batang dan daun, dan sisanya diduga dijerap oleh tanah maupun bahan organik. Dengan demikian tanaman bayam mampu menyerap Cd yang cukup banyak lebih dari 25%, dan ini menunjukkan bahwa tanaman bayam sangat baik dijadikan sebagai bioakumulator logam berat. Untuk itu perlu diperhatikan kandungan logam berat dalam tanaman, apabila akan mengkonsumsi bayam sebagai bahan sayuran.

Selanjutnya tanah yang mengandung Cd diberi kompos, maka penyerapan Cd oleh tanaman menurun dan konsentrasinya menunjukkan sekitar 32,68-38,42 mg kg⁻¹ Cd diserap oleh akar dan 18,81-23,12 mg kg⁻¹ diserap oleh batang dan daun. Hasil ini juga memberikan petunjuk bahwa kandungan Cd pada akar tanaman lebih tinggi dibandingkan pada batang dan daun, serta konsentrasi Cd pada kedua bagian tanaman tersebut melebihi dari nilai batas kritis yang diperkenankan. Hasil ini juga mendukung penelitian yang telah dilaporkan oleh Lehoczy et al (1996) bahwa akumulasi Cd pada suatu tanaman lebih banyak terdapat dalam akar. Tanah yang diberi kompos dari tandan buah kosong memberikan serapan Cd yang paling kecil. Urutan potensi kompos dalam menurunkan serapan Cd dalam tanaman mulai yang paling baik adalah kompos tandan buah kosong > sampah sayuran ≈ legum ≈ jerami padi

(Tabel 4), dan pemberian tiga jenis kompos dari sampah sayuran, legum dan jerami padi secara statistik pengaruhnya hampir mirip.

Tabel 4. Pengaruh kompos terhadap Kandungan Cd Tanaman Bayam

Perlakuan Kompos (20 ton ha ⁻¹ , 100 mg kg ⁻¹ Cd)	pH (H ₂ O)	KTK	Kandungan Cd akar	Kandungan Cd batang dan daun
		cmol(+) kg ⁻¹	mg kg ⁻¹	
Kontrol (-kompos-Cd)	5,32 a	11,70 a	1,02 a	1,04 a
Kontrol (-kompos+Cd)	5,27 a	11,95 a	47,53 d	29,08 d
Legum (<i>Colopogonium</i>)	5,65 b	12,90 b	38,42 c	23,12 c
Sampah sayuran	5,81 d	13,60 bc	38,37 c	20,62 bc
Jerami padi	5,51 b	13,15 bc	39,54 c	23,03 c
Tandan buah kosong kelapa sawit	5,74 cd	13,75 c	32,68 b	18,81 b
Uji F BNT 5%	sn 0,14	Sn 0,727	sn 2,208	sn 2,725

Dengan demikian kandungan logam berat pada suatu tanaman sangat dipengaruhi oleh ketersediaan logam dalam tanah dan jenis amelioran. Jackson et al., 1990, telah melaporkan bahwa selain konsentrasi logam, sifat-sifat tanah dan jenis tanaman juga mempengaruhi kandungan logam dalam tanaman. Pada Tabel 3, memperlihatkan juga bahwa tanah yang memiliki KTK dan pH yang paling tinggi menghasilkan serapan Cd yang paling rendah kecuali pada kontrol (tanpa kompos dan tanpa Cd).

Untuk itu agar logam berat tidak banyak terserap oleh tanaman, perlu dilakukan usaha untuk mengimobilisasi logam tersebut supaya tidak terserap. Pada percobaan ini menampakan bahwa kompos yang ditambahkan pada tanah yang mengandung Cd mampu menurunkan kandungan Cd baik pada akar maupun tanaman (Tabel 3). Mobilitas Cd dalam tanah dan kemudahannya untuk diserap tanaman tergantung dari bentuk kimiawi senyawa tersebut. Hal ini berhubungan dengan jumlah

Cd dalam tanah, pH tanah, keberadaan unsur lain dan kehadiran kompleks ligan dan KTK tanah.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa, tanaman bayam dapat digunakan sebagai bioakumulator logam berat Cd. Kadmium yang diserap akar sekitar $47,53 \text{ mg kg}^{-1}$ dan $29,08 \text{ mg kg}^{-1}$ oleh batang dan daun dari $100 \text{ mg Cd kg}^{-1}$ yang ditambahkan. Pemberian kompos mampu menurunkan serapan Cd oleh tanaman yang ditumbuhkan pada tanah yang terkontaminasi Cd yaitu konsentrasi Cd menjadi $32,68\text{-}38,42 \text{ mg kg}^{-1}$ dalam akar dan $18,81\text{-}23,12 \text{ mg kg}^{-1}$ dalam batang dan daun. Urutan potensi kompos dalam meremediasi tanah yang mengandung Cd adalah kompos tandan buah kosong > sampah sayuran \approx legum \approx jerami padi.

DAFTAR PUSTAKA

- Camire, C., B. Cote, and S. Brulote. 1991. Decomposition of roots of black alder and hybrid poplar in short rotation plantings: nitrogen and lignin controls. *Plant and Soil* 138: 123 – 132.
- Curtin, D. and G. Wen. 1999. Organic matter fractions contributing to soil nitrogen mineralization potential. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 63: 410 – 415.
- Fox, R.H., R.J.K. Yers, and I. Vallis. 1990. The nitrogen mineralization rate of legume residues in soils as influenced by their polyphenol, lignin and nitrogen contents. *Plant and Soil* 129: 251 – 259
- Jackson, P.J., P.J. Unkever, E. Delhaize, and N.J. Robinson. 1990. Mechanisms of trace metal tolerance in plants. *In Environmental injury to plants*. Academic Press. New York.
- Kurniawansyah, A.M., Subowa, dan A. Abdurachman. 1999. Pengaruh pemberian kadmium (Cd) terhadap beberapa sifat tanah grumosol kromik dan hasil padi varietas IR64. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat. Bogor.
- Lehoczky, E., I. Szabados, and P. Marth. 1996. Cadmium content of plants as affected by soil cadmium concentration. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 27: 1765 – 1777.
- Linharnes, L.S., and J.P. Martin. 1988. Decomposition in soil of the humic acid-type polymers of *Eurotium chinolatum*, *Aspergillus glaucus* Sp. and other fungi. *Soil Sci. Am. J.* 42: 738 – 743

Pertumbuhan Tanaman Bayam (*Amaranthus tricolor* L)

- Loebis, A. 1992. Kelapa sawit di Indonesia. Puslitbun. Marihat, Bandar Kuala. Medan.
- Marth, P. and I. Szabados. 1998. Cadmium uptake by lettuce in different soils. *Commun. Soil Sci. plant. Anal.*, 29 (11 – 14)
- Martin, J.P., and Haider. 1986. Influence of mineral colloids on turnover rates of soil organic carbon. p. 283 – 304. *In*. P.M. Huang and Schnitzer (ed.). Interaction of soil minerals with natural organics and microbes. *Soil Sci. Soc Spec. Publ. No.17*
- Marwantinah. 2001. Peran bahan organik dalam ameliorasi tanah tercemar kadmium dan pengaruhnya terhadap pertumbuhan tanaman bayam (*Amaranthus tricolor* L). Tesis S-2. Program Pasca Sarjana. Universitas Sriwijaya.
- Mengel, K. and E.A. Kirkby. 1987. Principle of plant nutrition. International potash Institute. Bern/Switzerland.
- Mule, P. and P. Melis. 2000. Methods for remediation of metal contaminated soils: Preliminary results. *Commun. Soil. Sci. Plant. Anal.* 31 (19 & 20): 3193 - 3204
- Naidu, R., and R.D. Harter. 1998. Effectiveness of different organic ligands on sorption and extractability of cadmium by soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 62: 644 – 650.
- Panji, H. T. Tahang, H. Yusuf dan D.H. Goenadi. 1996. Optimasi pH, kadar air, dan suhu pada biodelignifikasi in vitro tandan kosong kelapa sawit. *Menara Perkebunan.* 64(2) 79 – 91.
- Zeven, A.C. and P.M. Zhukovsky. 1975. Dictionary of cultivated plants and their centres of diversity. Excluding ornamentals, forest trees and lower plants. Centre for Agricultural Publishing and Documentation. Wageningen. 219 p.