

Pengaruh Bahan Organik Kompos Jerami terhadap Penyerapan Kadmium (Cd) oleh Tiga Jenis Tanaman di Bantaran Sungai Tercemar

The Effect of Organic Straw Compost Materials on Cadmium Absorption (Cd) by Three Types of Plants in Contaminated River Plates

Alfandi^{1*}

¹Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian
Universitas Swadaya Gunung Jati

*Penulis korespondensi: alfandiraden@yahoo.com

ABSTRACT

Contamination of pollutants in rivers and soil water in polluted river banks is caused more by human activities (anthropogenic), such as industrial waste disposal and domestic waste. One type of inorganic pollutant that is toxic to living things is cadmium (Cd). The Cd metal from the river water will move to the riverbank area naturally as well as by human activity, and will in turn be absorbed by the plant and enter into the human food chain. It is therefore necessary to reduce the uptake of Cd metal by plants by using organic materials as a life-saving heavy metals. This study aims to study how the effect of organic matter on Cd uptake by plants. Provision of organic matter (in the form of straw compost) has a very significant effect on increasing the yield of test crops (kale, spinach and caisin) but reducing Cd uptake by plants. At a dose of 15 tons of straw / ha (12 kg / plot) compost can reduce the content of Cd in roots and plant canopy by 31.37%.

Keywords: Cadmium, Cd Absorbtion, Straw Compost

ABSTRAK

Kontaminasi zat pencemar pada air sungai dan tanah di bantaran sungai yang tercemar lebih banyak diakibatkan oleh aktivitas manusia (antropogenik), seperti pembuangan limbah industri dan limbah domestik. Salah satu jenis polutan inorganik yang bersifat toksik bagi makhluk hidup adalah kadmium (Cd). Logam Cd dari air sungai akan berpindah ke lahan bantaran sungai secara alami maupun oleh aktivitas manusia, dan pada gilirannya akan diserap oleh tanaman dan masuk ke dalam rantai makanan manusia. Oleh karena itu diperlukan upaya untuk menurunkan serapan logam Cd oleh tanaman dengan menggunakan bahan organik sebagai se-nyawa penjerap logam berat. Penelitian ini bertujuan mempelajari bagaimana pengaruh bahan organik terhadap serapan Cd oleh tanaman. Pemberian bahan organik (dalam bentuk kompos jerami) berpengaruh sangat nyata meningkatkan hasil tanaman uji (kangkung, bayam dan caisin) tetapi menurunkan serapan Cd oleh tanaman. Pada takaran 15 ton kompos jerami/ha (12 kg/petak) dapat menurunkan kandungan Cd dalam akar maupun tajuk tanaman sebesar 31,37%.

Kata Kunci: Kadmium, Kompos Jerami, Serapan Cd

PENDAHULUAN

Komponen lingkungan yang mendapat beban pencemaran cukup intens adalah sumberdaya air (air permukaan maupun air tanah) dan sumberdaya tanah.

Kedua komponen tersebut banyak digunakan manusia untuk berbagai aktivitas dalam memenuhi kebutuhan hidupnya, misalnya kegiatan pertanian, transportasi, maupun sebagai tempat pembuangan limbah. Salah satu sungai yang melewati

daerah padat pemukiman dan industri adalah Sungai Cikarang Bekasi Laut (CBL) yang terletak di Kabupaten Bekasi provinsi Jawa Barat.

Salah satu jenis polutan inorganik yang berpotensi menimbulkan resiko toksik (*hazardous*) adalah logam kadmium (Cd). Menurut Murray dkk. (2004), bantaran sungai pada kawasan industri dari suatu daerah aliran sungai mempunyai konsentrasi logam berat yang sangat tinggi dibandingkan kawasan permukiman maupun wilayah perdesaan. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Fachrul dkk. (2004), menunjukkan bahwa muara Sungai CBL telah mengalami pencemaran berat oleh limbah industri dan domestik.

Di Sungai Cikarang maupun Sungai Bekasi banyak terdapat jenis industri yang berpotensi menghasilkan limbah yang mengandung logam Cd, oleh karena itu air Sungai CBL juga berpotensi mengandung logam Cd. Sementara itu air Sungai CBL oleh petani digunakan sebagai air irigasi, sehingga memungkinkan masuknya logam Cd ke dalam rantai makanan manusia. Kadmium sebagai unsur logam berat bukanlah merupakan unsur hara esensial bagi tanaman, namun unsur ini mempunyai sifat-sifat yang hampir mirip dengan unsur Zn (hara mikro esensial) seperti muatan valensinya dan kelarutannya. Oleh karena itu tanaman juga akan menyerap logam Cd apabila kandungannya dalam tanah relatif tinggi. Sungai yang mengandung logam Cd dapat mencemari tanah sekitarnya, baik melalui irigasi, luapan banjir maupun oleh pembuangan sedimen yang dikeruk. Hasil penelitian di Jepang menunjukkan bahwa sungai dapat mengangkut Cd sampai jarak yang cukup jauh yaitu hingga 50 km dari sumber (Tsuchiya, 1978 dalam World Health Organization, 1992). Menurut Robert (1999) sumbangan limbah domestik di wilayah perkotaan terhadap logam Cd dalam perairan sebesar 11 % dari total

kandungan dalam air sungai dan sisanya (89%) berasal dari industri, dan sumber alami.

Kadmium sangat penting untuk dikaji dalam ekosistem sungai CBL, salah satunya karena toksisitas Cd terhadap kesehatan manusia. Salah satu penyakit yang disebabkan oleh keracunan Cd adalah penyakit *itai-itai* (*itai-itai disease*). Gejala ini merupakan kasus keracunan massal akibat keracunan Cd di Toyama Prefecture, Jepang sekitar tahun 1912. Kadmium tersebut dibuang ke sungai oleh perusahaan tambang yang terletak di pegunungan (hulu sungai). Keracunan Cd menyebabkan pelunakan tulang dan gagal ginjal.

Hampir sebagian besar bantaran Sungai CBL digunakan oleh petani untuk lahan budidaya tanaman pangan dan sayuran. Sumber utama air irigasi untuk lahan pertanian tersebut berasal dari air Sungai CBL. Logam tersebut selanjutnya akan masuk ke jaringan tanaman melalui mekanisme serapan (*absorption*) dari lahan bantaran sungai. Petani pada umumnya tidak menyadari akan hal tersebut, karena bagi petani yang lebih penting adalah tingkat produksi tanaman yang tinggi. Selain itu serapan logam (Cd) yang melebihi batas aman belum tentu menunjukkan adanya gejala keracunan (*khlorosis*) pada tanaman.

Terkait dengan hal tersebut, maka perlu dilakukan upaya menurunkan serapan logam berat oleh tanaman. Menurut Li dkk (2001), penggunaan bahan organik (*biosolid*) akan menambah fase adsorptif dalam tanah, dan selanjutnya akan menurunkan tingkat ketersediaan logam berat bagi tanaman. Penelitian ini akan mengkaji bagaimana pengaruh bahan organik terhadap serapan logam Cd oleh ketiga jenis tanaman uji, yaitu kangkung, bayam dan caisin.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk : (1) Mempelajari pengaruh bahan

organik terhadap ketersediaan dan serapan Cd oleh tanaman (sayuran), dan (2) mempelajari kandungan Cd dalam sayuran tersebut yang dikaitkan dengan nilai ambang batas berdasar Standar Nasional Indonesia (SNI) untuk konsumsi.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilakukan dengan metode percobaan yang dilakukan di lahan bantaran sungai CBL (Field experiment) dengan menggunakan bahan organik berupa kompos jerami terhadap pertumbuhan, produksi dan serapan Cd tanaman uji. Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) dan perlakuannya menggunakan rancangan pola faktorial. Faktor perlakuan terdiri dari dua faktor yaitu faktor Jenis Tanaman (3 jenis tanaman uji) dan Bahan Organik (terdapat 4 takaran), sehingga terdapat 12 macam perlakuan. Masing-masing perlakuan diulang sebanyak tiga kali, sehingga secara keseluruhan terdapat 36 unit percobaan (*experiment units*). Satuan percobaan berupa petak dengan ukuran 2 m x 4 m. Tiap ulangan terdiri dari 12 petak percobaan. Jarak antar petak adalah 40 cm dan jarak antar ulangan (kelompok) 100 cm.

Perlakuan takaran bahan organik (pupuk kompos jerami) dan jenis tanaman yang digunakan adalah sebagai berikut :

Faktor Bahan Organik (kompos jerami) terdiri dari empat taraf takaran yaitu :

$b_0 = 0$ ton kompos/ha (Kontrol)

$b_1 = 5$ ton kompos/ha, setara dengan 4 kg/petak

$b_2 = 10$ ton kompos/ha, setara dengan 8 kg/petak

$b_3 = 15$ ton kompos/ha, setara dengan 12 kg/petak

Faktor jenis Tanaman, terdiri dari :

$v_1 =$ Kangkung

$v_2 =$ Bayam

$v_3 =$ Caisin

Pengamatan dalam percobaan ini meliputi komponen pertumbuhan (tinggi tanaman) dan hasil (berat segar tanaman per petak, serta kandungan Cd dalam akar dan tajuk tanaman. Beberapa pengamatan yang telah dilakukan adalah sebagai berikut :

1. pH tanah pada masing-masing petak percobaan dilakukan pada saat tanaman berumur 22 Hari setelah tanam,
2. Tinggi Tanaman (cm), diukur mulai dari pangkal batang sampai ujung tanaman tertinggi. Pengukuran dimulai pada saat tanaman berumur 15, 22 dan 29 hari setelah tanam,
3. Produksi tanaman berupa bobot segar tanaman per petak (kg/petak), merupakan rata-rata bobot segar bagian atas tanaman (batang dan daun) yang ditimbang pada saat panen yaitu pada saat umur 34 hari setelah tanam, dan
4. Kandungan Cd-tanaman, pengambilan sampel tanaman untuk analisis jaringan ini dilakukan pada saat panen, yaitu pada bagian atas atau tajuk (daun dan batang) dan bagian akar tanaman.

Analisis data statistik untuk mengetahui pengaruh bahan organik dan jenis tanaman terhadap variabel pengamatan dilakukan dengan uji keragaman atau Uji F, dengan model linier :

$$Y_{ijk} = \mu \dots + u_i + b_j + v_k + (bv)_{jk} + \epsilon_{ijk}.$$

Apabila hasil analisis uji F menunjukkan pengaruh yang nyata, maka dilanjutkan dengan uji beda nilai tengah *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT). Selain itu, apabila pengaruh bahan organik signifikan terhadap serapan kadmium, maka dilakukan analisis regresi linier atau kuadrat. Analisis ini untuk melihat pola hubungan pemberian bahan organik dengan serapan Cd pada setiap jenis tanaman. Analisis data statistik menggunakan program statistik SPSS ver. 17,0.

Prosedur dalam analisis parameter kimia (pH dan Cd) terhadap contoh tanah dan tanaman didasarkan kepada Petunjuk Teknis Analisis Kimia Tanah, Tanaman Air dan Pupuk oleh Balai Penelitian Tanah (2005).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kajian Kualitas Air Sungai CBL

Analisis kualitas air sungai CBL menggunakan data sekunder dari Perum Jasa Tirta II, dengan tiga parameter utama yaitu BOD, COD dan pH selama lima tahun (2002-2006). Dari data tersebut menunjukkan bahwa ketiga parameter tersebut telah melewati ambang Baku Mutu Air Gol. B, C, dan D (SK Gubernur Jawa barat No. 39 Tahun 2000). Kebutuhan Oksigen Biokimiawi (BOD) tertinggi terjadi sepanjang tahun 2004, khususnya pada bulan Januari sampai dengan bulan Agustus. Terdapat kecenderungan nilai BOD mulai meningkat pada bulan Mei sampai bulan Agustus, karena pada bulan-bulan tersebut berada pada musim kemarau dan debit sungai relatif rendah.

Untuk parameter COD selama 5 tahun, selalu berada di atas ambang batas (>10 mg/L). Kondisi ini menunjukkan bahwa polutan organik dan anorganik dalam sungai

CBL sangat tinggi. Selain itu, perubahan secara temporal COD sungai CBL berfluktuasi, dimana secara umum nilainya akan naik mulai bulan Mei dan turun pada bulan September.

Pengaruh Bahan Organik terhadap Pertumbuhan dan Serapan Cd oleh Tanaman

Hasil analisis menunjukkan bahwa pada umumnya terdapat pengaruh yang sangat nyata dari pemberian bahan organik (kompos jerami) terhadap variabel pertumbuhan, produksi (disajikan pada Tabel 1). Adapun hasil analisis kandungan Cd dalam akar dan tajuk, akibat pengaruh bahan organik dari 3 jenis tanaman uji disajikan pada Tabel 2. Namun demikian tidak terdapat interaksi antara perlakuan kompos jerami dengan jenis tanaman.

Dari kedua Tabel tersebut menunjukkan bahwa kompos jerami berpengaruh sangat nyata terhadap pertumbuhan (tinggi tanaman pada umur 15, 22 dan 29 HST). Demikian pula kandungan Cd dalam akar dan tajuk tanaman, yang menunjukkan bahwa pemberian kompos jerami secara signifikan menurunkan serapan Cd tersebut.

Tabel 1. Hasil Analisis Pengaruh Bahan Organik dan Jenis Tanaman terhadap Tinggi Tanaman (cm) dan Produksi (kg/petak)

No.	Perlakuan	Rata-rata Nilai Parameter			Produksi
		TT-15	TT-22	TT-29	
Bahan Organik					
1.	0 ton/ha	11.37 a	23.26 a	32.77 a	6.51 a
2.	5 ton/ha	15.23 b	27.01 b	37.49 b	8.19 b
3.	10 ton/ha	16.43 b	29.22 bc	40.76 c	8.96 c
4.	15 ton/ha	17.41 b	30.97 c	41.61 c	8.97 c
Jenis Tanaman					
1.	Kangkung	18.50 c	29.42 b	38.89 a	6.64 b
2.	Bayam	11.02 a	22.98 a	36.60 a	4.17 a
3.	Caisin	15.82 b	30.45 b	38.98 a	13.66 c

Keterangan : - Angka rata-rata yang diikuti oleh huruf kecil yang sama pada kolom yang sama, tidak berbeda nyata menurut Uji Duncan pada taraf 5%.
- TT-15 = tinggi tanaman pada umur 15 HST

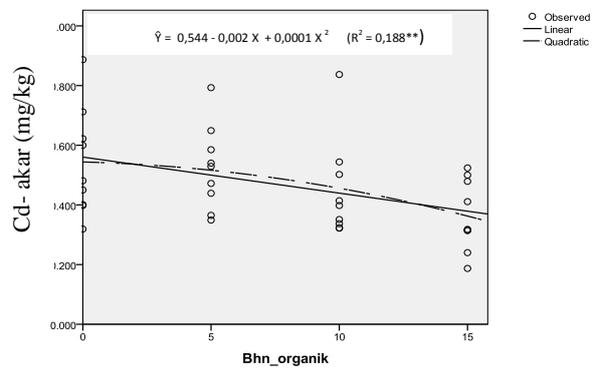
Tabel 2. Hasil Analisis Pengaruh Bahan Organik dan Jenis Tanaman terhadap pH tanah dan Kandungan Cd dalam Tanaman (mg/kg) serta Translokasi Faktor

No.	Perlakuan	Rata-rata Nilai Parameter			
		pH tanah	Cd-akar	Cd -Tajuk	Translokasi Faktor
Bahan Organik					
1.	0 ton/ha	6,34 a	0,541 b	0,424 c	0,808 a
2.	5 ton/ha	6,40 a	0,525 b	0,342 b	0,673 a
3.	10 ton/ha	6,39 a	0,448 ab	0,300 ab	0,699 a
4.	15 ton/ha	6,34 a	0,365 a	0,291 a	0,848 a
Jenis Tanaman					
1.	Kangkung	6,35 a	0,410 a	0,307 a	0,803 a
2.	Bayam	6,40 a	0,593 b	0,415 b	0,746 a
3.	Caisin	6,35 a	0,407 a	0,295 a	0,721 a

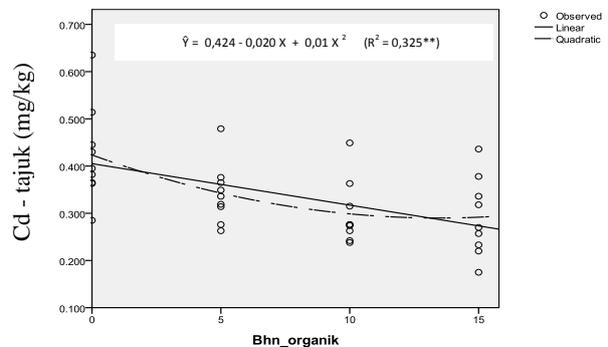
Keterangan : Angka rata-rata yang diikuti oleh huruf kecil yang sama pada kolom yang sama, tidak berbeda nyata menurut Uji Duncan pada taraf 5%.

Hasil analisis regresi secara keseluruhan menunjukkan pengaruh bahan organik terhadap kandungan Cd dalam akar dan bagian atas tanaman (tajuk), diperlihatkan pada Gambar 1 dan 2.

Dari kedua Gambar tersebut menunjukkan bahwa kandungan Cd dalam tanaman, baik dalam akar maupun dalam tajuk tanaman, kurvanya menurun dan bersifat kuadrat dengan bertambahnya bahan organik yang diberikan ke dalam tanah. Walaupun nilai R^2 relatif rendah, tapi model persamaan kuadrat tersebut sangat signifikan. Penurunan kandungan Cd akibat pemberian bahan organik sangat penting dalam upaya menurunkan serapan logam Cd oleh tanaman.



Gambar 1. Kurva Kandungan Cd dalam Akar Tanaman Uji sebagai Fungsi Dosis Bahan Organik



Gambar 2. Kurva Kandungan Cd dalam Tajuk Tanaman Uji sebagai Fungsi Dosis Bahan Organik

Pemberian bahan organik (kompos) sampai dengan takaran 15 ton/ha (12 kg/petak) telah meningkatkan pertumbuhan dan produksi dari ketiga jenis tanaman uji, tetapi menurunkan kandungan Cd dalam organ akar maupun tajuk tanaman. Pemberian bahan organik pada takaran 15 ton/ha sangat nyata menurunkan kandungan kadmium dalam akar dan tajuk tanaman sebesar 31,37 %. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Eriksson (1988) yang menunjukkan bahwa penambahan bahan organik dalam tanah dapat meningkatkan kemampuan tanah dalam menyerap Cd dari bentuk tersedia menjadi Cd tidak tersedia, sehingga mengurangi serapan Cd oleh tanaman. Pengaruh bahan organik semakin bertambah apabila kandungan bahan organik dalam tanah rendah. Sebagian besar Cd teradsorpsi dalam bentuk non-tukar (*non exchangeable*) yang menunjukkan keberadaan kompleks organik yang kuat.

Untuk mengevaluasi kandungan logam berat dalam tanaman yang akan dikonsumsi oleh manusia, maka digunakan konsep Acceptable Daily Intake (ADI) dari FAO dan SNI. Jumlah Asupan Harian Cd yang masih dapat ditolerir berdasar rekomendasi dari WHO tidak melebihi dari 0,057 - 0,071 mg/hari atau 0,4 -0,5 mg/minggu (WHO, 1972). Hasil perhitungan menunjukkan bahwa kandungan Cd dalam tiga jenis tanaman uji masih relatif aman untuk dikonsumsi, karena Berat Segar maksimum yang dapat dikonsumsi masih di atas 1 kg/hari, sementara masyarakat di Indonesia masih rendah tingkat konsumsi sayuran, yaitu rata-rata 97,2 g/hari.

Dari perhitungan menunjukkan bahwa rata-rata kandungan Cd dalam organ dari ketiga jenis tanaman berdasar berat basah adalah sebesar 0,099 mg/kg \pm 0,006 di bagian akar dan 0,036 mg/kg \pm 0,006 di bagian tajuk. Nilai tersebut ternyata masih

berada di bawah batas maksimum yang diperkenankan menurut SNI No. 7387, yaitu sebesar 0,20 mg/kg.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan tersebut, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan, yaitu :

1. Pemberian bahan organik berpengaruh sangat nyata menurunkan serapan Cd oleh tanaman, dimana model persamaan garis regresi hubungan antara takaran bahan organik dengan serapan Cd oleh tanaman, memenuhi model persamaan kuadrat.
2. Pemberian bahan organik dengan takaran 15 ton/ha atau 12 kg/petak dapat menurunkan kandungan Cd dalam akar maupun tajuk tanaman sebesar 31,37%.

DAFTAR PUSTAKA

- Eriksson, J. E. 1988. The Effects of Clay, Organic Matter and Time on Adsorption and Plant Uptake of Cadmium Added to The Soil. *J. Water, Air, and Soil Pollution*. 40: 359-373.
- Fachrul, M.F., H. Haeruman, dan L.C. Sitepu. 2004. Komunitas Fitoplankton Sebagai Bio-Indikator Kualitas Perairan Teluk Jakarta. Seminar Nasional MIPA 24-26 November 2005. FMIPA – Universitas Indonesia, Depok.
- Li, Z., J.A. Ryan, J.-L. Chen, dan S.R. Al-Abed. 2001. Adsorption of Cadmium on Biosolids-Amended Soils. Published in *J. Environ. Qual.* 30:903–911.
- Murray, K. S., D.T. Rogers, dan M.M. Kaufman. 2004. Heavy Metals in an Urban Watershed in Southeastern

Michigan. Published in J. Environ.
Qual. 33:163–172.

Robert. 1999. Chemicals. The
Environmental Council.
http://www.wasteonline.org.uk/resources/Wasteguide/mn_wastetypes_chemicals.html. Diakses pada Tanggal
2 November 2010.

World Health Organization (WHO). 1992.
International Programme on Chemical
Safety. Environmental Health Criteria
134. Cadmium. Geneva.
<http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc134.htm>, diakses pada tanggal
20 Mei 2011.