

## BIOKONSENTRASI DAN TRANSLOKASI LOGAM BERAT Cd PADA TANAMAN BAWANG MERAH DENGAN APLIKASI AMELIORAN

### Bioconcentration and Translocation of Cd Heavy Metal in Red Onion Plant with Amelioran Application

C.O Handayani\*, Triyani Dewi, Anik Hidayah

Balai Penelitian Lingkungan Pertanian

Jl. Raya Jakenan-Jaken Km.5 Kotak Pos 5, Jaken-Pati Jawa Tengah

\*Penulis Korespondensi: cicik.oktasari@yahoo.com

---

#### Abstract

Onion is a strategic commodity with many benefits and high economic value. So the production and quality of onion quality must be improved, one of which is quality support is free from heavy metal content which can have direct effect to human health. One source of heavy metals in vegetables is obtained from fertilizer applications. This study aimed to obtain information on bioaccumulation and translocation value of onion crops that had been given ameliorant application. This research was conducted in shallot field at Igirklanceng Village, Sirampog Sub-district, Brebes Regency. The treatment was done in the field by utilizing biochar, compost, and biofertilizer. The results showed the BCF > 1 score on the roots and stems of biochar treatment and biological fertilizer. TF value > 1 on stem was observed in biochar treatment, biochar + biological fertilizer, biocompos + biological fertilizer, farmer treatment. BCF and TF values of tuber < 1 were observed in all treatments.

**Keywords :** *bioaccumulation, cadmium, heavy metal, red onion, translocation*

---

#### Pendahuluan

Bawang merah merupakan komoditas strategis dengan banyak manfaat dan bernilai ekonomis tinggi. Permintaan akan bawang merah untuk konsumsi dan benih setiap tahunnya mengalami peningkatan, baik untuk memenuhi permintaan konsumsi segar maupun untuk memenuhi kebutuhan berbagai industri makanan, minuman dan obat-obatan. Sehingga produksi dan kualitas mutu hasil bawang merah harus ditingkatkan baik melalui intensifikasi maupun ekstensifikasi. Kualitas bawang merah salah satunya ditunjang dengan bebas dari kandungan residu pestisida dan logam berat yang dapat berpengaruh langsung terhadap kesehatan manusia. Adanya kandungan residu pestisida dan logam berat pada bawang merah salah satunya dapat disebabkan oleh pemakaian pestisida dan pupuk. Sumber kontaminan Cd di

lahan pertanian adalah aplikasi *sludge*, serta pupuk fosfat (Chien *et al.*, 2003). Namun konsentrasi Cd di dalam pupuk P bermacam-macam tergantung pada bahan asal fosfat. Aplikasi pupuk fosfat bersamaan dengan pupuk KCl juga dapat meningkatkan konsentrasi Cd tanaman karena terbentuk  $CdCl_2$  yang mobil di larutan tanah (Chien *et al.*, 2003).

Logam berat non esensial seperti Kadmium (Cd), timbal (Pb) dan tembaga (Cu) secara alami ada di dalam tanah karena bahan induk tanah mengandung logam tersebut (Hindersah *et al.*, 2004). Kadmium adalah logam berat yang paling mendapat perhatian karena lebih mudah teradsorpsi daripada logam Zn, Ni, Cu, dan P sehingga mudah memasuki rantai makanan tanaman-hewan-manusia. Selain itu, Kadmium adalah logam berat yang dapat diakumulasi tanaman dalam jumlah

berlebih tanpa memperlihatkan gejala keracunan, sehingga akan mengancam kesehatan manusia dan hewan. Logam berat Cadmium ini bersama timbal dan merkuri sebagai *the big three heavy metal* yang memiliki tingkat bahaya tertinggi pada kesehatan manusia.

Menurut badan dunia FAO/WHO, konsumsi per minggu yang ditoleransikan bagi manusia adalah 400-500 g per orang atau 7 mg per kg berat badan. Kadmium yang terdapat dalam tubuh manusia sebagian besar diperoleh melalui makanan dan tembakau, hanya sejumlah kecil berasal dari air minum dan polusi udara. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Laegreid *et al.* (1999), pemasukan Cd melalui makanan adalah 10-40 mg hari<sup>-1</sup>, sedikitnya 50% diserap oleh tubuh.

Sayuran mengakumulasi kadmium lebih banyak dibandingkan tanaman pangan yang lain. Petani di daerah Brebes yang dikenal sebagai salah satu pusat produksi bawang merah di Jawa Tengah, cenderung menggunakan pupuk dan pestisida secara berlebihan (Sumarni dan Hidayat, 2005). Padahal adanya logam berat dalam tanah pertanian dapat menurunkan produktifitas pertanian dan kualitas hasil pertanian selain dapat membahayakan kesehatan manusia melalui konsumsi pangan yang dihasilkan dari tanah yang tercemar logam berat tersebut sebagai residu pada lahan pertanian.

Hasil studi kasus pada lahan pertanian bawang merah di Kecamatan Gemuh, Kabupaten Kendal, berdasarkan hasil pemeriksaan oleh Balai Penelitian dan Pengembangan Industri Semarang, menunjukkan bahwa pada beberapa pestisida mengandung logam berat Pb yaitu *Antracol* 70 WP, *Dithane M* 45 80 WP, *Furadan* 3G, *Goal* 240 EC, *Buldog* 25 EC, *Hostathion* 200 EC, dan *Profile* 430 EC.

Penelitian ini bertujuan mendapatkan informasi nilai faktor bikonsentrasi (BCF) dan faktor translokasi (TF) dari tanaman bawang merah yang telah diberikan aplikasi amelioran. Faktor biokonsentrasi (BCF) adalah nilai yang dihitung untuk menunjukkan kemampuan tanaman dalam menghilangkan senyawa logam dari tanah/ substrat. Faktor translokasi (TF) adalah nilai yang menunjukkan

kemampuan senyawadipindahkan dari akar tanaman ke organ lain (Mellen *et al.*, 2012)

## Bahan dan Metode

Penelitian dilaksanakan bulan Januari-Desember 2017 di lahan sayuran bawang merah di Desa Igrklanceng, Kecamatan Sirampog, Kabupaten Brebes. Perlakuan yang diuji adalah kombinasi kompos, biochar, pupuk hayati yang dibandingkan dengan kebiasaan petani dalam budidaya tanaman bawang merah. Perlakuan tersebut adalah T0 : control, T1 : kompos, T2 : biochar, T3 : biochar + kompos (biokompos), T4 : pupuk hayati, T5 : biochar + pupuk hayati, T6 : kompos+pupuk hayati, T7 : biochar + kompos + pupuk hayati, T8 : perlakuan petani. Sembilan perlakuan tersebut disusun dalam rancangan acak kelompok dengan tiga ulangan. Ukuran petak menyesuaikan dengan petak petani.

Pupuk hayati, kompos, biochar, dan biokompos diberikan sebelum tanam. Kompos, biochar, dan biokompos yang digunakan sebanyak 2 t ha<sup>-1</sup> (sesuai dengan dosis yang digunakan oleh petani) yang diberikan sebelum tanam pada saat pengolahan tanah. Biokompos dengan perbandingan biochar:kompos (1:4 w/w). Semua perlakuan ini diaplikasikan pada saat pengolahan tanah, kemudian tanah dibiarkan selama 1 minggu.

Pupuk anorganik N, P, dan K yang digunakan adalah 200 kg N ha<sup>-1</sup>, 90 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>, dan 150 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup>. Sebagai sumber N,P, dan K digunakan urea, SP-36, dan KCl. Pupuk P diberikan sekaligus sebelum tanam. Pupuk N dan K diberikan dua kali pada umur 15 dan 30 hari setelah tanam (HST), masing-masing setengah dosis dengan cara ditabur pada setiap plot tanaman bawang merah. Umbi bibit ditanam dengan jarak tanam 15 cm x 20 cm.

Parameter yang diamati antara lain yaitu kandungan Cd pada tanah awal setelah aplikasi amelioran dan konsentrasi Cd pada tanaman (daun dan umbi bawang merah). Analisa kandungan Cd pada tanah dan tanaman dilakukan di Laboratorium Balai Penelitian Lingkungan Pertanian. Analisa nilai faktor biokonsentrasi (BCF) dan faktor translokasi (TF) pada tanaman bawang merah dilakukan dengan rumus sebagai berikut:

$$(1) BCF = \frac{\text{logam berat Cd pada akar dan daun}}{\text{logam berat Cd pada tanah}}$$

$$(2) TF = \frac{BCF \text{ daun}}{BCF \text{ akar}}$$

Tanaman yang memiliki nilai faktor biokonsentrasi dan translokasi > 1 dapat digunakan sebagai bioakumulator (Usman *et al.*, 2013). Biokonsentrasinilai > 2 dianggap bernilai tinggi (Mellem *et al.*, 2012). Tanaman dapat digunakan sebagai fitostabilizer jika memiliki faktor biokonsentrasi > 1 dan faktor translokasi < 1 dan sebagai fitoekstraktor jika mereka memiliki bio-konsentrasifaktor < 1 dan faktor translokasi > 1 (Sopyan *et al.*, 2014).

## Hasil dan Pembahasan

### Kandungan Cd pada tanah dan tanaman

Kandungan Cd total tanah menunjukkan tidak ada beda nyata antar perlakuan yaitu sekitar 2,33 – 2,76 mg kg<sup>-1</sup> (Tabel 1). Kandungan Cd total tidak menggambarkan bahwa nilai Cd tersebut tersedia dan diserap seluruhnya oleh tanaman. Kandungan Cd tersedia tanah yang digunakan dalam penelitian terlihat ada perbedaan yang signifikan antar perlakuan yaitu sekitar 0,043 – 0,441 mg kg<sup>-1</sup>.

Tabel 1. Kandungan Cd pada tanah di lahan bawang merah di Sirampog, Brebes

Perlakuan	Cd total tersedia mg kg <sup>-1</sup>	
	Kontrol (T0)	2,68 a
Kompos (T1)	2,68 a	0,051 b
Biochar (T2)	2,42 a	0,069 b
Biokompos (T3)	2,76 a	0,180 a
Pupuk hayati (T4)	2,33 a	0,043 b
Biochar + pupuk hayati (T5)	2,40 a	0,441 b
Kompos + pupuk hayati (T6)	2,68 a	0,047 b
Biokompos + pupuk hayati (T7)	2,72 a	0,051 b
Perlakuan petani (T8)	2,68 a	0,048 b

Keterangan : Rerata dalam kolom yang samadiikuti huruf yang sama tidak beda nyata menurut Uji Tukey pada taraf 5%

Perlakuan pemberian biokompos memberikan pengaruh yang nyata dalam ketersediaan Cd dalam tanah. Kadmium dalam bentuk tersedia inilah yang nantinya akan dimanfaatkan/diserap oleh tanaman melalui akar kemudian ditranslokasikan ke bagian tanaman yang lain. Logam berat Cd dibutuhkan tanaman dalam jumlah yang sangat kecil, jika yang diserap oleh tanaman lebih besar tentunya akan terakumulasi pada beberapa bagian tanaman. Hal ini juga akan berdampak negatif jika kadmium sudah masuk dalam rantai makanan, bagi lingkungan, manusia, maupun hewan.

Logam berat biasanya ditemukan di akar dan daun (Siahaan *et al.*, 2013). Pada tanaman bawang merah ditemukan kandungan logam berat Cd pada akar, batang dan umbi (Tabel 2). Kandungan Cd pada tanaman bawang merah cukup tinggi lebih dari 1 mg kg<sup>-1</sup> baik pada umbi, akar, maupun daun. Penyerapan logam berat Cd oleh tanaman bawang merah dari akar, umbi, sampai ke daun mencapai 2 mg kg<sup>-1</sup>. Kandungan Cd yang cukup tinggi ini mungkin disebabkan karena sumbangan dari aplikasi pestisida yang cukup intensif dalam pemeliharannya. Aplikasi pestisida yang sangat intensif untuk tanaman sayuran ikut memberikan kontribusi yang cukup tinggi bagi kandungan logam berat baik pada tanah maupun tanaman.

Tabel 2. Kandungan Cd pada tanaman bawang merah di Sirampog, Brebes

Perlakuan	Cd total mg kg <sup>-1</sup>		
	Akar	Batang	Umbi
Kontrol (T0)	2,23	2,12	1,71
Kompos (T1)	2,86	2,19	1,81
Biochar (T2)	2,43	2,44	1,63
Biokompos (T3)	2,36	2,29	2,00
Pupuk hayati (T4)	2,93	2,38	1,65
Biochar + pupuk hayati (T5)	2,16	2,18	1,70
Kompos + pupuk hayati (T6)	2,40	2,34	1,60
Biokompos + pupuk hayati (T7)	2,55	2,64	1,46
Perlakuan petani (T8)	2,38	2,57	1,59

Di sentra bawang merah Kabupaten Tegal dan Brebes dilaporkan bahwa kandungan logam berat timbal (Pb) dan kadmium (Cd) dalam tanaman bawang merah masing-masing berkisar antara 0,41-5,71 mg kg<sup>-1</sup> dan 0,05-0,34 mg kg<sup>-1</sup> (Widaningrum *et al.*, 2007). Pada komoditi sayuran biasanya disebabkan oleh pemakaian pupuk fosfat yang mengandung kadmium secara berlebihan dan pH tanah yang rendah sehingga menaikkan kesediaan kadmium dalam tanah.

Pemasok logam berat pada tanah pertanian antara lain bahan agrokimia melalui pupuk sintetik dan pestisida. Pemupukan kimia terbukti telah meningkatkan keberadaan logam berat pada tanah. Pemanfaatan logam berat Arsenik (Cu), Tembaga (Cu), Timbal dan Merkuri (Hg) pada berbagai jenis pestisida juga terbukti memberikan kontribusi kepada peningkatan konsentrasinya pada tanah dan tanaman (Ogunlade dan Agbeniyi, 2010).

Kandungan Cd pada tanaman bawang merah masih banyak terakumulasi pada akar, terserap oleh umbi dan daun bawang merah. Artinya bahwa logam berat dapat masuk dalam rantai makanan, jika hal ini dikonsumsi oleh manusia terus menerus dalam jangka waktu yang lama dikhawatirkan akan berdampak negatif pada kesehatan manusia. Toksisitas logam berat selain berakibat pada tanaman dan lingkungan, yang harus diwaspadai adalah dampaknya terhadap manusia. Beberapa logam berat seperti Cd, As, dan Pb bersifat karsinogenik dan teratogenik.

#### **Nilai Faktor Biokonsentrasi (BCF) dan Faktor Translokasi (TF)**

Biokonsentrasilebih besar dari 1 dapat ditemukan pada akar di perlakuan kompos, biochar dan pupuk hayati, pada batang di perlakuan biochar dan pupuk hayati (Tabel 3). Hal tersebut menunjukkan bahwa pemberian aplikasi amelioran kompos, biochar dan pupuk hayati secara tunggal dapat meningkatkan nilai biokonsentrasi tanaman bawang merah. Jika antara kompos, biochar dan pupuk hayati di gabung sebagai bahan amelioran maka nilai biokonsentrasi tanaman bawang merah masih < 1 sehingga masih dalam kondisi yang aman. Selain meningkatkan biokonsentrasi pada batang, penggunaan biochar dan pupuk hayati secara tunggal juga meningkatkan nilai

biokonsentrasi pada batang. Tanaman yang mempunyai nilai biokonsentrasi >1 merupakan tanaman bioakumulator logam berat. Hal tersebut tidak diinginkan untuk tanaman yang dikonsumsi manusia seperti pada bawang merah.

Tabel 3. Nilai Faktor Biokonsentrasi (BCF) pada tanaman bawang merah

<b>Perlakuan</b>	<b>Akar</b>	<b>Batang</b>	<b>Umbi</b>
Kontrol (T0)	0,83	0,79	0,64
Kompos (T1)	1,07	0,82	0,67
Biochar (T2)	1,00	1,01	0,67
Biokompos (T3)	0,86	0,83	0,73
Pupuk hayati (T4)	1,26	1,02	0,71
Biochar + pupuk hayati (T5)	0,90	0,91	0,71
Kompos + pupuk hayati (T6)	0,90	0,87	0,60
Biokompos + pupuk hayati (T7)	0,94	0,97	0,54
Perlakuan petani (T8)	0,89	0,96	0,59

Pada umbi nilai biokonsentrasi disemua perlakuan <1. Hal tersebut menunjukkan bahwa umbi tidak banyak mengakumulasi logam berat Cd dari tanah. Sehingga diharapkan kandungan logam berat Cd pada umbi masih dalam batas normal dikonsumsi oleh manusia.

Tanaman dapat menjadi bioakumulator jika memiliki nilai translokasi >1. Nilai translokasi pada batang yang lebih dari 1 ditemukan pada perlakuan biochar, biochar+pupuk hayati, biokompos+pupuk hayati, perlakuan petani. Pada perlakuan dengan menggunakan biochar secara tunggal maupun digabung dengan kompos dan pupuk hayati dapat meningkatkan factor translokasi logam pada tanaman bawang merah. Meskipun beberapa perlakuan menghasilkan nilai faktor translokasi tanaman bawang merah > 1 bukan berarti tanaman bawang merah merupakan tanaman hiperakumulator karena tanaman hiperakumulator bisa mengakumulasi konsentrasi logam berat yang tinggi pada jaringan tanaman (di atas tanah) bila ditemukan di dalam habitat alami (Baker *et al.*, 1989). Sedangkan tanaman bawang merah ini sengaja ditanam pada petak penelitian.

Nilai translokasi pada umbi menunjukkan nilai <1 di semua perlakuan. Hal tersebut menunjukkan bahwa translokasi logam berat Cd dari akar ke umbi tidak banyak sehingga diharapkan umbi bawang merah memiliki kandungan logam berat Cd yang masih aman untuk dikonsumsi manusia.

Tabel 4. Nilai Faktor Translokasi (TF) pada tanaman bawang merah

Perlakuan	Batang	Umbi
Kontrol (T0)	0,95	0,77
Kompos (T1)	0,76	0,63
Biochar (T2)	1,00	0,67
Biokompos (T3)	0,97	0,85
Pupuk hayati (T4)	0,81	0,56
Biochar+pupuk hayati (T5)	1,01	0,79
Kompos+pupuk hayati (T6)	0,97	0,66
Biokompos + pupuk hayati (T7)	1,04	0,57
Perlakuan petani (T8)	1,08	0,67

## Kesimpulan

Konsentrasi Cd total di lahan bawang merah yang telah di aplikasi amelioran di Desa Igirklanceng, Kecamatan Sirampog, Kabupaten Brebes antara 2,33-2,76 mg kg<sup>-1</sup>. Nilai faktor biokonsentrasi (BCF) > 1 pada akar dan batang perlakuan biochar dan pupuk hayati. Nilai faktor translokasi (TF) > 1 pada batang untuk perlakuan biochar, biochar + pupuk hayati, biokompos + pupuk hayati, dan perlakuan petani. Nilai BCF dan TF pada umbi <1 di semua perlakuan.

## Ucapan Terimakasih

Penelitian ini dilaksanakan dengan menggunakan anggaran DIPA Balai Penelitian Lingkungan Pertanian Tahun 2017. Kami ucapkan terima kasih kepada seluruh peneliti dan teknisi Kelti EP3 khususnya Ibu Triyani Dewi sebagai penanggungjawab kegiatan dan pembimbing dalam penulisan makalah ini.

## Daftar Pustaka

Baker, A.J.M. dan Brooks, R.R. 1989. Terrestrial higher plants which hyperaccumulate metallic elements-a review of their distribution, ecology and phytochemistry. *Biorecovery*. 1: 81-126.

- Chien, S.H., Carmona, G., Prochnow, L.L. dan Austin, E.R. 2003. Cadmium availability from granulated and bulk-blended phosphate-potassium fertilizers. *Journal of Environmental Quality* 32:1911-1914
- Hindersah, R. dan Simarmata, T. 2004. Kontribusi rizobakteri *Azotobacter* dalam meningkatkan kesehatan tanah melalui fiksasi N<sub>2</sub> dan produksi fitohormon di rizosfir. *Jurnal Natur Indonesia*. 6:127-133.
- Leag Reid, M., Buckman, O.C. and Kaarstad, O. 1999. *Agriculture, Fertilizers, and The Environment*. Cabi Publishing, Norway.
- Mellem, J.J., Baijnath, H. and Odhav, B. 2012. Bioaccumulation of Cr, Hg, As, Pb, Cu and Ni with the ability for hyperaccumulation by *Amaranthus dubius*. *African Journal of Agricultural Research*. 7(4): 591-596, doi: 10.5897/AJAR11.1486.
- Ogunlade, M.O. and Agbeniyi, S.O. 2011. Impact of pesticides use on heavy metal pollution in cacao soil of Cross- River, Nigeria. *African Journal of Agriculture Research* 6(16): 3725-3728.
- Siahaan, M.T.A., Ambariyanto, dan Yulianto, B. 2013. Pengaruh pemberian timbal (Pb) dengan konsentrasi berbeda terhadap klorofil, kandungan timbal pada akar dan daun, serta struktur histologi jaringan akar anakan mangrove *Rhizophora sp. mucronata*. *Journal of Marine Research* 2(2): 111-119.
- Sopyan, R. Sikanna, dan Sumarni, N.K. 2014. Fitoakumulasi merkuri oleh akar tanaman bayam duri (*Amarantus spinosus* Linn.) pada tanah tercemar. *Online Journal of Natural Science*. 3(1): 31-39, <http://dx.doi.org/10.2012/>.
- Sumarni, N dan Hidayat, A. 2005. *Panduan Teknis: Budidaya Bawang Merah*. Balai Penelitian Tanaman Sayuran. Puslitabang Horti. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.
- Usman, A.R.A., Alkredaa, R.S. and Al-Wabel, M.I. 2013. Heavy metal contamination in sediments and mangroves from the coast of Red Sea: *Avicennia sp. marina* as potential metal bioaccumulator. *Ecotoxicol Environ Saf*. 97: 263-270, <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecoenv.2013.08.009>.
- Widaningrum, Miskiyah, dan Suismono. 2007. Bahaya kontaminasi logam berat dalam sayuran dan alternatif pencegahan cemarannya. *Buletin Teknologi Pascapanen Pertanian* 3: 16-27.