

PENGARUH AMELIORAN TERHADAP KADAR Pb TANAH, SERAPANNYA SERTA HASIL TANAMAN BAWANG MERAH PADA INCEPTISOL

THE EFFECT OF AMELIORANT ON Pb ABSORPTION AND SOLUBILITY, AND ONION YIELD IN INCEPTISOLS

Nurjaya¹⁾, Emona Zihan, dan M. Sri Saeni²⁾

¹⁾Balai Penelitian Tanah, Jl. Ir. H. Juanda No. 98, Bogor

²⁾Institut Pertanian Bogor (IPB)

nurjaya26@yahoo.com

ABSTRACT

The presence of heavy metal in soil can reduce the productivity of soil and the quality of agricultural products. The effort for handling the Pb heavy metal pollution in soil is by adding ameliorant. An experiment was conducted with objectives to study zeolit, organic matter and carbon active effectiveness to plant growth, Pb absorption and solubility of Pb in soils, The research was held in a center of vegetable plant on Tegal district. Randomized completely block design used with three replications at 1.20 m x 4.50 m (5.00 m²). Treatment were control, zeolite (1, 2 and 3 tons ha⁻¹), organic matter (5, 10 and 15 tons ha⁻¹), and active carbon (0.5, 1 and 1.5 tons ha⁻¹). The observed parameters were plant height, amount of tuber at 2nd, 4th, 6th, and 8th weeks after cultivation, wet weight, and dry weight of leaves and bulb, availability of Pb (Olsen-EDTA extract) in soil, and Pb adsorption in leaves and bulb of onion. Quantitatively, the ameliorant can reduce Pb adsorption in leaves and bulb of onion. Zeolite treatment with 3 tons ha⁻¹ is more effective to reduce the Pb adsorption in leaves and bulb of onion.

Key words : heavy metal, plumbum (Pb), pollution, absorption

ABSTRAK

Logam berat dalam tanah dapat menurunkan produktivitas tanah dan mutu hasil pertanian. Salah satu upaya untuk menanggulangi bahaya logam berat Pb adalah dengan penambahan amelioran. Tujuan penelitian yaitu untuk mengetahui efektivitas zeolit, bahan organik dan karbon aktif terhadap pertumbuhan dan serapan Pb pada bawang merah serta kelarutan Pb dalam tanah. Penelitian dilaksanakan pada lahan petani di sentra tanaman sayuran di Kabupaten Tegal. Rancangan yang digunakan adalah rancangan acak kelompok (RAK) diulang tiga kali dengan ukuran petak 1.20 m x 4.50 m (5 m²). Perlakuan terdiri atas kontrol, zeolit (takaran 1, 2 dan 3 ton ha⁻¹); bahan organik (takaran 5, 10 dan 15 ton ha⁻¹) dan karbon aktif (takaran 0.5, 1 dan 1.5 ton ha⁻¹). Peubah yang diamati yaitu tinggi tanaman, jumlah anakan umur 2, 4, 6, dan 8 minggu setelah tanam, bobot basah dan bobot kering daun dan umbi, kadar Pb-tersedia tanah terekstrak Olsen – EDTA, dan serapan Pb dalam umbi dan daun bawang merah. Secara kuantitatif perlakuan amelioran dapat menurunkan serapan Pb dalam daun maupun umbi. Perlakuan zeolit 3 ton ha⁻¹ lebih efektif dalam menurunkan serapan Pb dalam daun dan umbi bawang merah.

Kata kunci : logam berat, timbal (Pb), pencemaran, serapan

PENDAHULUAN

Dalam upaya meningkatkan produksi pangan, penggunaan pupuk dan pestisida oleh petani di sentra-sentra produksi tanaman bawang merah di Kabupaten Tegal dan Brebes tidak dapat dihindari.

Dalam jangka panjang, penggunaan pupuk dan pestisida yang berlebih selain dapat meningkatkan kandungan logam berat dalam tanah juga berdampak terhadap kualitas tanaman dan lingkungan. Hasil penelitian Balai Penelitian Tanah (2002) diperoleh bahwa sebagian besar

kandungan logam berat Pb dalam tanah dan bawang merah sudah di atas ambang batas yang diperkenankan yaitu masing-masing sudah di atas 12.75 dan 2 ppm.

Beberapa bahan telah diidentifikasi sebagai sumber pencemar logam berat dalam tanah pertanian. Beberapa bahan tersebut antara lain: asap kendaraan bermotor dan bahan bakar minyak, pupuk pertanian dan pestisida, pupuk organik, buangan limbah rumah tangga maupun industri, dan limbah pertambangan. Selain itu sumber logam berat tanah juga berasal dari bahan induk pembentuk tanah seperti Pb dari batuan granite (Alloway, 1990a), dan kadar Pb pada batuan granite bisa mencapai 24 ppm (berat) (Alloway, 1990b). Menurut Ngriagu (1983) kadar Pb dalam batuan induk bervariasi tergantung jenis batuan induk seperti gabro 1.9 mg Pb kg⁻¹, andesit 8.3 mg Pb kg⁻¹, dan granite 22.7 mg Pb kg⁻¹.

Hasil penelitian Wheeler and Rolfe (1979) dan Alloway (1995), kadar Pb dalam tanah menurun sejalan dengan semakin jauh dari jalan raya di mana kadar Pb dalam tanah berjarak < 10 m, 15 m dan 30 m berturut-turut 192, 161 dan 53 ppm. Hasil survei di sentra produksi bawang merah di Kabupaten Tegal dan Brebes menunjukkan bahwa terjadi penurunan kadar Pb dalam tanah semakin jauh dari jalan raya, dari lima tempat pengambilan contoh tanah masing-masing berjarak 500, 1.000, 1.500 dan 2.500 m dari jalan raya diperoleh kadar Pb dalam tanah berturut-turut 17.69; 16.14; 15.05 dan 14.49 ppm (Nurjaya *et al.*, 2003).

Subowo *et al.* (1999) menyatakan adanya logam berat dalam tanah pertanian dapat menurunkan produktivitas tanah dan mutu hasil pertanian. Selain itu juga logam berat dapat membahayakan kesehatan manusia melalui konsumsi produk pangan yang tercemar. Hal ini dikarenakan logam berat terserap ke dalam jaringan akar yang selanjutnya masuk ke dalam siklus rantai makanan. Logam berat akan terakumulasi pada jaringan tubuh dan dapat menimbulkan keracunan bagi manusia, hewan, tanaman apabila melebihi ambang batas (Buckman and Brady, 1980). Moshman (1997) menyatakan bahwa akumulasi logam berat Pb pada tubuh manusia dapat mengakibatkan anemia,

kemandulan, penyakit ginjal, kerusakan urat saraf bahkan kematian. Hasil penelitian pada sentra tanaman bawang di Kabupaten Tegal dan Brebes, diperoleh kadar Pb-total tanah tinggi berkisar dari 12.33 – 19.74 ppm Pb, sedangkan dalam bawang merah berkisar dari 0.41- 5.51 ppm (Nurjaya *et al.*, 2003).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas pemberian amelioran (zeolit, bahan organik dan karbon aktif) terhadap pertumbuhan dan serapan Pb dalam bawang merah (*Allium oscalonium*) serta tingkat kelarutan Pb dalam tanah pada Inceptisol Tegal.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan pada lahan petani di Kabupaten Tegal yang berkadar Pb tinggi berdasarkan hasil penelitian tahun pertama survei identifikasi dan inventarisasi status Pb dan Cd di sentra tanaman padi/sayuran dataran rendah di Kabupaten Tegal dan Brebes (Balai Penelitian Tanah, 2002). Rancangan yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) 10 perlakuan diulang tiga kali dengan ukuran petak 1.20 m x 4.5 m (5 m²). Sebagai bahan amelioran digunakan zeolit (Zeo) dengan ukuran 80 mesh, bahan organik dari kotoran sapi (BO), dan karbon aktif-teknis (Crb). Takaran zeolit masing-masing 1, 2 dan 3 ton ha⁻¹; pupuk kandang masing-masing 5, 10 dan 15 ton ha⁻¹; dan karbon aktif masing-masing 0.5; 1 dan 1.5 ton ha⁻¹.

Sebagai pupuk dasar diberikan Urea, SP-36 dan KCl masing-masing dengan takaran 400, 250 dan 200 kg ha⁻¹ (200, 125 dan 100 g petak⁻¹). Pupuk SP-36 diberikan satu kali sedangkan pupuk Urea dan KCl dua kali masing-masing ½ bagian 1 hari sebelum tanam dan 25 hari setelah tanam dengan cara disebar.

Analisis tanah awal (sebelum tanam) terdiri atas tekstur (3 fraksi), pH (H₂O) dan pH (KCl), C-organik, N-total, C/N rasio, P ekstrak Olsen, P total (HCl 25%), K-dd, Ca-dd, Mg-dd, K-dd, kapasitas tukar kation (KTK), kejenuhan basa (KB) dan kadar Pb-total dan Pb-tersedia tanah. Tinggi tanaman dan jumlah anakan umur 2, 4, 6 dan 8 mst; bobot basah dan kering bagian daun

dan umbi bawang merah per hektar. Setelah panen ditetapkan serapan Pb dalam daun dan umbi bawang merah dan kadar Pb-tersedia terekstrak Olsen EDTA.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sifat tanah Inceptisol Tegal

Sifat Inceptisol di lokasi penelitian sebelum tanam disajikan pada Tabel 1. Hasil analisis menunjukkan bahwa tanah bertekstur liat, pH (H_2O) 6.5 dan pH (KCl) 5.3. Kadar C-organik dan N-total rendah dengan C/N rasio sangat rendah. Kadar P_2O_5 dan K_2O (HCl 25%) sangat tinggi, P (Olsen) sangat tinggi mencapai 288 ppm P_2O_5 . Kadar Ca-dd dan Mg-dd tergolong sangat tinggi; kation K-dd dan Na-dd masing-masing tergolong tinggi dan sedang. Kapasitas tukar kation (KTK) dan kejenuhan basa (KB) tergolong tinggi. Kadar P-total tergolong tinggi.

Berdasarkan sifat kimia tanah tersebut menunjukkan bahwa tanah lokasi penelitian mempunyai tingkat ketersediaan hara cukup tinggi seperti kadar P- dan K-total, P-tersedia dan K-tertukar, KTK dan kejenuhan basa (KB), tetapi kadar bahan organik (C-organik dan N-total) rendah dengan C/N ratio sangat rendah. Data tersebut menunjukkan juga bahwa tanah lokasi penelitian mempunyai keseimbangan hara yang terganggu, karena kadar N-total yang rendah tidak berimbang dengan hara P, K, Ca, dan Mg yang tinggi. Selain itu, kadar Pb tanah yang tinggi mencapai 16.27 ppm (Pb-total) dapat mengganggu aktivitas mikroorganisme tanah yang bermanfaat dalam transformasi hara dari bentuk organik menjadi anorganik yang pada akhirnya dapat mempengaruhi tingkat kesuburan tanah.

Menurut data yang dikeluarkan oleh Dirjen POM (1989) nilai ambang batas kadar Pb dalam kelompok sayuran berumbi adalah 2 ppm. Korelasi antara kadar Pb dalam tanaman bawang merah dengan kadar Pb-total tanah adalah nyata. Dari kurva regresi hubungan kadar Pb-total tanah dengan tanaman di mana ditetapkan kadar Pb 2

ppm sebagai batas ambang pencemaran, diperoleh nilai ambang batas pencemaran logam berat Pb dalam tanah di sentra produksi bawang merah di Kabupaten Tegal/Brebes sebesar 12.75 ppm. Berdasarkan data analisis tanah awal lokasi penelitian berkadar Pb-total tanah 16.27 ppm, dengan demikian dapat dinyatakan bahwa lokasi pengujian termasuk lahan yang berkadar hara Pb yang tinggi.

Tinggi tanaman bawang merah

Data tinggi tanaman bawang merah sebagai respon terhadap perlakuan zeolit (Zeo), bahan organik (BO), dan karbon aktif (Crb) disajikan pada Tabel 2. Hasil uji statistik menunjukkan bahwa secara umum perlakuan zeolit, bahan organik dan karbon aktif berpengaruh tidak nyata terhadap pertumbuhan tinggi tanaman bawang merah dibandingkan kontrol sampai minggu ke 8, kecuali perlakuan karbon aktif 1 ton ha^{-1} (Crb₂) berbeda nyata terhadap tinggi tanaman pada minggu ke 6 dan 8. Demikian pula antara perlakuan amelioran pada berbagai takaran secara umum berbeda tidak nyata terhadap tinggi tanaman, kecuali pada minggu ke 2, perlakuan karbon aktif 1 ton ha^{-1} (Crb₂) berbeda nyata terhadap tinggi tanaman dibandingkan perlakuan lainnya. Pada minggu ke 4 perlakuan bahan organik 10 ton ha^{-1} (BO₂) berbeda nyata dibandingkan dengan zeolit 2 ton ha^{-1} (Zeo₂) dan 3 ton ha^{-1} (Zeo₃), serta perlakuan karbon aktif 1.5 ton ha^{-1} (Crb₃). Kemudian pada minggu ke 6 dan ke 8, perlakuan karbon aktif 1 ton ha^{-1} (Crb₂) berbeda nyata dengan perlakuan lainnya kecuali dengan perlakuan zeolit 3 ton ha^{-1} (Zeo₃) dan bahan organik 10 ton ha^{-1} (BO₂) pada minggu ke 6 dan dengan perlakuan zeolit 3 ton ha^{-1} (Zeo₃) pada minggu ke 8 berbeda tidak nyata. Pertumbuhan optimum tinggi tanaman bawang merah diperoleh pada perlakuan karbon aktif 1 ton ha^{-1} (Crb₂) mencapai 57.73 cm pada minggu ke 6. Secara umum perlakuan karbon aktif 1 ton ha^{-1} (Crb₂) memberikan respon pertumbuhan tinggi tanaman yang lebih baik sampai minggu ke 8.

Tabel 1. Sifat kimia tanah yang dianalisis dan kriteria penilaiannya menurut Pusat Penelitian Tanah (1983)

Sifat Tanah	Nilai	Harkat
Tekstur:		
Pasir (%)	2	-
Debu (%)	2.4	-
Liat (%)	7.4	-
pH:		
(H ₂ O) 1: 5	6.5	Sangat masam
(KCl) 1: 5	5.3	-
Bahan Organik		
C-organik (%)	0.76	Sangat rendah
N-total (%)	0.16	Rendah
C/N ratio	6	Rendah
Ekstrak HCl 25%		
P ₂ O ₅ (mg 100g ⁻¹)	114	Sangat tinggi
K ₂ O (mg 100g ⁻¹)	60	Sangat tinggi
P-Olsen (ppm P ₂ O ₅)	228	Sangat tinggi
Nilai Tukar Kation		
Ca (me 100g ⁻¹)	26.67	Sangat tinggi
Mg (me 100g ⁻¹)	14.85	Sangat tinggi
K (me 100g ⁻¹)	0.92	Tinggi
Na (me 100g ⁻¹)	0.57	Sedang
KTK (me 100g ⁻¹)	45.18	Sangat tinggi
KB (%)	95	Sangat tinggi
Pb-total (ppm)	16.27	
Pb-tersedia (ppm)	0.44	

Tabel 2. Pengaruh pemberian amelioran terhadap tinggi tanaman bawang merah pada Inceptisol Tegal

Kode Perlakuan	Tinggi tanaman minggu ke- (cm)			
	2	4	6	8
Kontrol	24.87ab	42.93ab	48.70b	40.93 b
Zeo ₁	24.23b	42.57ab	48.77b	39.57 b
Zeo ₂	23.73b	41.60b	48.80b	39.70 b
Zeo ₃	25.37ab	42.03b	50.73ab	43.27 ab
BO ₁	23.97b	42.87ab	47.43b	37.77 b
BO ₂	24.17b	44.20a	49.93ab	41.97 b
BO ₃	24.23b	42.83ab	47.30b	42.47 b
Crb ₁	24.00b	42.60ab	49.19b	39.50 b
Crb ₂	26.43a	43.20ab	53.73a	46.47 a
Crb ₃	24.17b	41.80b	48.33b	40.47 b
CV (%)	4.4	2.4	4.7	5.1

Angka dalam kolom yang diikuti oleh huruf yang sama berbeda tidak nyata pada taraf 5 % menurut uji Duncan

Pada perlakuan karbon aktif 1 ton ha⁻¹ kadar Pb-tersedia tanah setelah panen menurun mencapai 1.71 ppm seperti yang disajikan pada Tabel 6. Pada kondisi tersebut menyebabkan tanaman bawang merah dapat menyerap hara dengan baik. Pada tanah dengan kadar Pb tinggi, Pb akan terakumulasi pada akar yang pada

akhirnya dapat menghambat penyerapan hara oleh tanaman.

Jumlah anakan

Pengaruh pemberian amelioran zeolit, bahan organik dan karbon aktif terhadap jumlah anakan disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Pengaruh pemberian amelioran terhadap jumlah anakan bawang merah pada Inceptisol Tegal

Kode Perlakuan	Jumlah anakan minggu ke:			
	2	4	6	8
Kontrol	5 a	8 a	8 ab	8 bc
Zeo ₁	5 a	8 a	8 ab	9 abc
Zeo ₂	4 a	8 a	8 ab	9 abc
Zeo ₃	5 a	7 a	8 ab	9 abc
BO ₁	4 a	7 a	7 b	7 c
BO ₂	4 a	7 a	8 ab	8 bc
BO ₃	4 a	7 a	8 ab	8 bc
Crb ₁	5 a	8 a	8 ab	9 abc
Crb ₂	5 a	8 a	9 a	10 d
Crb ₃	5 a	8 a	8 ab	9 abc
CV (%)	8.9	8.9	8.9	9.0

Angka dalam kolom yang sama diikuti oleh huruf yang sama berbeda tidak nyata pada taraf 5% menurut uji Duncan.

Hasil uji statistik menunjukkan pemberian amelioran zeolit, bahan organik, dan karbon aktif berbeda tidak nyata dibandingkan kontrol sampai minggu ke 8, kecuali perlakuan karbon aktif 1 ton ha⁻¹ (Crb₂) pada minggu ke 8 berbeda nyata dibandingkan kontrol. Secara umum antara perlakuan amelioran zeolit, bahan organik dan karbon aktif berbeda tidak nyata sampai umur 8 mst, kecuali perlakuan bahan organik 5 ton ha⁻¹ berbeda nyata dengan perlakuan karbon aktif 1 ton ha⁻¹ (Crb₂) pada umur 6 mst, sedangkan pada minggu ke 8 perlakuan karbon aktif 1 ton ha⁻¹ berbeda nyata meningkatkan jumlah anakan dibandingkan dengan perlakuan amelioran lainnya.

Jumlah anakan bawang merah terbanyak sampai umur 6 dan 8 minggu (menjelang panen) diperoleh perlakuan karbon aktif 1 ton ha⁻¹ (Crb₃) masing – masing 9 dan 10 rumpun. Jumlah anakan terendah diperoleh perlakuan bahan organik 5 ton ha⁻¹ (BO₁) dengan jumlah anakan masing–masing hanya mencapai 7 rumpun.

Pada perlakuan karbon aktif 1 ton ha⁻¹ seperti yang sudah disampaikan di muka secara langsung dapat menurunkan kadar Pb-tersebut dalam tanah, pada kondisi tersebut efek toksik dari Pb berkurang sehingga tanaman dapat menyerap hara dengan baik sehingga pertumbuhan tanaman lebih baik. Selain efek toksik dari Pb, pada konsentrasi yang tinggi Pb akan terakumulasi pada akar yang akan menghambat penyerapan hara oleh tanaman. Pada perlakuan bahan organik cenderung menghasilkan

jumlah anakan yang lebih sedikit dibandingkan perlakuan amelioran lainnya. Namun, berdasarkan pengamatan di lapang perlakuan bahan organik memberikan pertumbuhan yang lebih subur dibandingkan perlakuan lainnya. Greenland and Dart (1972) dan Tan (1982) mengemukakan bahwa bahan organik mempunyai peranan penting dalam tanah sebagai sumber N, P, S dan meningkatkan kapasitas tukar kation (KTK) tanah, mengurangi fiksasi P oleh mineral non kristalin, meningkatkan agregat tanah, aerasi, permeabilitas, dan meningkatkan kelembaban tanah.

Bobot daun dan umbi

Pengaruh perlakuan amelioran terhadap bobot basah dan bobot kering daun disajikan pada Tabel 4. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan amelioran zeolit, bahan organik, dan karbon aktif berpengaruh tidak nyata terhadap peningkatan bobot basah daun dibandingkan kontrol maupun antara berbagai taraf perlakuan amelioran lainnya. Demikian pula terhadap bobot kering daun, secara umum perlakuan amelioran berbeda tidak nyata meningkatkan bobot kering daun dibandingkan kontrol maupun antara berbagai taraf takaran amelioran lainnya, kecuali perlakuan bahan organik 10 ton ha⁻¹ berbeda nyata dibandingkan dengan kontrol maupun perlakuan bahan organik 15 ton ha⁻¹ dan perlakuan karbon aktif 1.5 ton ha⁻¹. Bobot daun kering tertinggi 655 kg ha⁻¹ dihasilkan oleh perlakuan bahan organik 10 ton ha⁻¹.

Tabel 4. Pengaruh pemberian amelioran terhadap bobot basah dan kering daun (ton ha⁻¹) pada Inceptisol Tegal

Kode Perlakuan	Bobot daun (kg ha ⁻¹)	
	Basah	Kering
Kontrol	7.062 a	575.0 b
Zeo ₁	7.305 a	606.0 ab
Zeo ₂	6.610 a	590.3 ab
Zeo ₃	6.427 a	607.0 ab
BO ₁	6.531 a	599.7 ab
BO ₂	7.192 a	655.0 a
BO ₃	6.884 a	576.7 b
Crb ₁	6.710 a	624.3 ab
Crb ₂	7.201 a	592.0 ab
Crb ₃	6.973 a	573.3 b
CV (%)	11.3	6.4

Angka dalam kolom yang sama diikuti oleh huruf yang sama berbeda tidak nyata pada taraf 5 % menurut uji Duncan

Peranan bahan organik terhadap peningkatan bobot kering daun, di antaranya adalah melalui perbaikan sifat kimia, kimia dan biologi tanah (Stevenson, 1982). Pemberian bahan organik dapat mensuplai hara makro dan mikro yang diperlukan tanaman, akan tetapi pemberian bahan organik dengan takaran yang lebih tinggi pada bawang merah menyebabkan tanaman menjadi lebih sukulen (kandungan air tinggi), sehingga tidak meningkatkan berat kering tanaman.

Pengaruh perlakuan amelioran terhadap bobot basah dan bobot kering umbi bawang merah disajikan pada Tabel 5. Hasil uji statistik menunjukkan perlakuan amelioran zeolit, bahan organik, dan karbon aktif pada berbagai takaran berbeda tidak nyata meningkatkan bobot basah dan bobot kering umbi bawang merah dibandingkan dengan kontrol. Kecuali perlakuan zeolit 3 ton ha⁻¹ (Zeo₃) yang nyata meningkatkan bobot kering umbi dibandingkan perlakuan karbon aktif takaran 0.5 (Crb₁), 1 (Crb₂) dan 1.5 ton ha⁻¹ (Crb₃). Namun demikian secara umum perlakuan zeolit dan bahan organik menghasilkan bobot kering umbi relatif lebih tinggi dibandingkan perlakuan karbon aktif dan kontrol.

Tingginya hasil bobot kering umbi pada perlakuan zeolit 3 ton ha⁻¹, karena zeolit merupakan mineral dengan struktur berongga yang dapat berperan dalam meningkatkan KTK tanah dan bersifat *slow release* terhadap hara N dalam bentuk amonium serta dapat mensuplai hara

seperti K, Ca dan Mg. Dengan meningkatnya KTK tanah, unsur hara dalam bentuk kation seperti K, Ca dan Mg menjadi lebih tersedia bagi tanaman karena tidak mudah tercuci. Selain itu zeolit juga dapat berperan meningkatkan pH tanah, sehingga berpengaruh terhadap peningkatan ketersediaan P dalam tanah. Hasil penelitian Abdulrachman dan Susanti (2004) pemberian zeolit sebanyak 300 kg ha⁻¹ dapat meningkatkan efisiensi pupuk P dan K sekitar 20% pada tanaman padi. Dengan tingkat ketersediaan hara P dan K dalam tanah yang cukup menyebabkan pertumbuhan tanaman bawang merah menjadi lebih optimal.

Tabel 5. Pengaruh pemberian amelioran terhadap bobot basah dan kering umbi bawang merah pada Inceptisol Tegal.

Kode perlakuan	Bobot umbi (kg ha ⁻¹)	
	Basah	Kering
Kontrol	8870 a	877 ab
Zeo ₁	9224 a	936 ab
Zeo ₂	9124 a	854 ab
Zeo ₃	9779 a	1021 a
BO ₁	9780 a	873 ab
BO ₂	9350 a	855 ab
BO ₃	9787 a	927 ab
Crb ₁	8922 a	830 b
Crb ₂	8892 a	807 b
Crb ₃	9420 a	827 b
CV (%)	6.4	10.8

Angka dalam kolom yang sama diikuti oleh huruf yang sama berbeda tidak nyata pada taraf 5 % menurut uji Duncan

Kadar Pb-tersedia (terekstrak Olsen EDTA)

Pengaruh amelioran zeolit, bahan organik, dan karbon aktif terhadap kandungan Pb-tersedia dalam tanah disajikan pada Tabel 6. Hasil uji statistik menunjukkan pemberian amelioran zeolit dan bahan organik pada berbagai takaran ke dalam tanah setelah inkubasi (sebelum tanam) berbeda tidak nyata terhadap kandungan Pb-tersedia tanah terekstrak Olsen EDTA dibandingkan kontrol, kecuali perlakuan karbon aktif takaran 0.5; 1 dan 1.5 ton ha⁻¹ berbeda nyata menurunkan Pb-tersedia. Sedangkan antara perlakuan amelioran karbon aktif sampai 1 ton ha⁻¹ berbeda nyata menurunkan kadar Pb-tersedia dibandingkan dengan perlakuan zeolit dan bahan organik, kecuali

perlakuan karbon aktif 1.5 ton ha⁻¹ berbeda tidak nyata dengan perlakuan zeolit dan bahan organik masing-masing takaran 2 dan 5 ton ha⁻¹.

Tabel 6. Pengaruh pemberian amelioran terhadap Pb-tersebut terekstrak Olsen EDTA pada Inceptisol Tegal

Kode Perlakuan	Pb tersedia terekstrak Olsen EDTA (ppm)	
	Sebelum tanam	Setelah tanam
Kontrol	3.83 a	2.71 a
Zeo ₁	3.77 a	1.92 bc
Zeo ₂	3.48 ab	2.48 ab
Zeo ₃	3.79 a	2.48 ab
BO ₁	3.45 ab	1.91 bc
BO ₂	3.95 a	1.91 bc
BO ₃	3.94 a	2.12 abc
Crb ₁	2.49 c	1.91 bc
Crb ₂	2.65 c	1.71 c
Crb ₃	3.16 b	2.11 abc
CV (%)	30.1	15.4

Angka dalam kolom yang sama diikuti oleh huruf yang sama berbeda tidak nyata pada taraf 5 % menurut uji Duncan

Setelah panen, perlakuan amelioran zeolit, bahan organik, dan karbon aktif menunjukkan pengaruh yang nyata menurunkan Pb-tersebut dalam tanah terekstrak Olsen EDTA dibandingkan kontrol. Kecuali perlakuan zeolit 2 ton ha⁻¹ (Zeo₂) dan 3 ton ha⁻¹ (Zeo₃), bahan organik 15 ton ha⁻¹ (BO₃), serta karbon aktif 1.5 ton ha⁻¹ (Crb₃) berbeda tidak nyata dibandingkan kontrol. Sedangkan antara perlakuan amelioran zeolit, bahan organik dan karbon aktif berbeda tidak nyata terhadap kadar Pb-tersebut, kecuali perlakuan karbon aktif 1 ton ha⁻¹ (Crb₁) berbeda nyata dibandingkan dengan perlakuan zeolit 2 ton ha⁻¹ (Zeo₂) dan 3 ton ha⁻¹ (Zeo₃). Secara kuantitatif perlakuan amelioran zeolit, bahan organik dan karbon aktif dapat menurunkan kadar Pb-tersebut dalam tanah setelah panen. Penurunan tersebut disebabkan oleh serapan Pb tanaman yang terakumulasi pada bagian daun maupun umbi. Selain itu penurunan terjadi karena adanya perubahan bentuk Pb dalam tanah menjadi bentuk senyawa yang sukar larut.

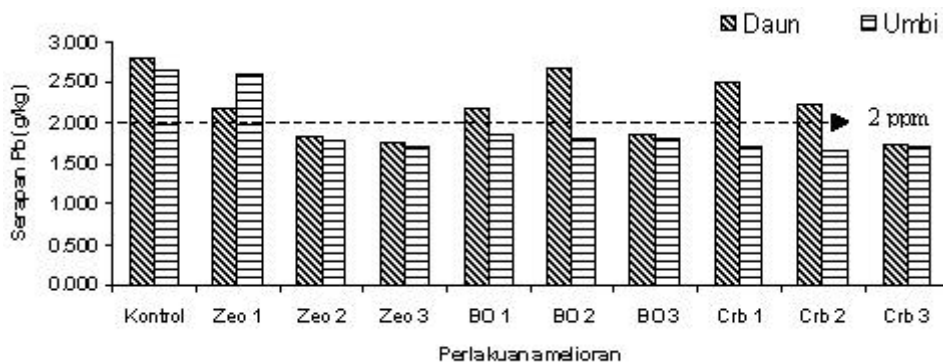
Serapan Pb dalam daun dan umbi

Pengaruh amelioran zeolit, bahan organik, dan karbon aktif terhadap serapan Pb dalam daun dan umbi bawang merah disajikan pada Tabel 7. Hasil uji statistik menunjukkan bahwa perlakuan zeolit, bahan organik, dan karbon aktif dalam berbagai takaran berpengaruh tidak nyata dalam menurunkan serapan Pb dalam daun dibandingkan kontrol maupun antara perlakuan amelioran itu sendiri. Akan tetapi secara kuantitatif terjadi penurunan serapan Pb dalam daun sejalan dengan peningkatan takaran amelioran zeolit, bahan organik dan karbon aktif yang diberikan (Gambar 1). Serapan terendah berturut-turut 1.750, 1.767 dan 1.870 g ha⁻¹ masing-masing diperoleh pada perlakuan karbon aktif 1.5 ton ha⁻¹ (Crb₃), zeolit 3 ton ha⁻¹ (Zeo₃), dan bahan organik 15 ton ha⁻¹ (BO₃) lebih rendah dibandingkan perlakuan kontrol sebesar 2.810 g ha⁻¹. Perlakuan zeolit, bahan organik, dan karbon aktif pada takaran tertinggi masing-masing dapat menurunkan serapan Pb daun 1.060 g ha⁻¹ (37.72%), 1.043 g ha⁻¹ (37.12%), dan 0.94 g ha⁻¹ (33.45%). Walaupun secara statistik berbeda tidak nyata namun persentase penurunannya cukup besar di atas 30%.

Tabel 7. Pengaruh pemberian amelioran terhadap serapan Pb (mg ha⁻¹) pada bawang merah pada Inceptisol Tegal.

Perlakuan	Serapan Pb (g ha ⁻¹)	
	Daun	Umbi
Kontrol	2.810 a	2.650 a
Zeo ₁	2.203 a	2.603 a
Zeo ₂	1.857 a	1.783 b
Zeo ₃	1.767 a	1.710 b
BO ₁	2.207 a	1.867 b
BO ₂	2.683 a	1.810 b
BO ₃	1.870 a	1.800 b
Crb ₁	2.533 a	1.717 b
Crb ₂	2.220 a	1.667 b
Crb ₃	1.750 a	1.697 b
CV (%)	30.1	16.5

Angka dalam kolom yang sama diikuti oleh huruf yang sama berbeda tidak nyata pada taraf 5 % menurut uji Duncan



Gambar 1. Pengaruh perlakuan amelioran zeolit (Zeo), bahan organik (BO) dan karbon aktif (Crb) terhadap serapan Pb dalam daun dan umbi bawang merah di Inceptisol Tegal yang berkadar Pb tinggi

Terhadap serapan Pb dalam umbi, hasil uji statistik menunjukkan perlakuan amelioran zeolit, bahan organik, dan karbon aktif nyata menurunkan serapan Pb dalam umbi dibandingkan kontrol, kecuali perlakuan zeolit 1 ton ha⁻¹ (Zeo₁) berbeda tidak nyata. Sedangkan antara perlakuan amelioran (zeolit, bahan organik, dan karbon aktif) berbeda tidak nyata menurunkan serapan Pb dalam umbi, kecuali perlakuan zeolit 1 ton ha⁻¹ (Zeo₁) berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Namun demikian secara kuantitatif terjadi penurunan serapan Pb dalam umbi sejalan dengan peningkatan takaran amelioran zeolit, bahan organik dan karbon aktif yang diberikan. Penurunan serapan Pb tertinggi pada perlakuan zeolit, bahan organik dan karbon aktif masing-masing pada perlakuan 3 ton, 15 ton dan 1 ton ha⁻¹ mencapai 0.94 g ha⁻¹ (35%), 0.85 g ha⁻¹ (32%) dan 0.983 g ha⁻¹ (37%).

Berdasarkan data tersebut terlihat bahwa karbon aktif lebih efektif menurunkan serapan Pb dalam umbi dibandingkan dengan bahan amelioran lainnya dengan serapan terendah pada takaran 1 ton ha⁻¹. Secara ekonomis penggunaan zeolit lebih murah dan menguntungkan dibandingkan bahan amelioran lainnya, hal ini dilihat dari aspek harga yang lebih murah serta cadangan/deposit yang ada masih besar dan belum dimanfaatkan dengan optimal. Selain itu juga mineral zeolit dapat bertahan dalam tanah relatif lebih lama dibandingkan dengan bahan organik maupun karbon aktif.

Mekanisme pengikatan Pb oleh zeolit berkaitan dengan struktur mineralnya yang spesifik (berongga), sehingga terjadi pengikatan secara fisik. Pb masuk ke dalam struktur zeolit yang berongga, sehingga Pb diikat oleh zeolit dan kelarutan Pb menurun. Hal ini menyebabkan serapan Pb oleh tanaman menurun. Sedangkan mekanisme penurunan serapan Pb pada perlakuan bahan organik yaitu melalui gugus karboksil yang bermuatan negatif akan mengikat Pb membentuk khelat sehingga tidak dapat diserap tanaman.

Logam berat Pb yang terakumulasi di dalam jaringan tanaman melalui dua cara yaitu penyerapan melalui akar dan daun. Timbal (Pb) yang diserap oleh akar rambut akan mengalami pengikatan, inaktivasi, dan pengendapan (Lepp, 1978 dalam Endes, 1989). Pb diikat oleh ion-ion organofosfat di dalam inti akar bawang. Karena kecilnya Pb yang ditranslokasikan dari akar ke bagian atas tanaman, maka serapan Pb pada umbi sangat kecil.

Penyerapan Pb melalui daun terjadi karena partikel Pb di udara jatuh dan mengendap pada permukaan daun. Ukuran stomata yang lebih besar (panjang 10 µm dan lebar 2 – 7 µm) daripada ukuran partikel Pb (kurang dari 4 µm (Smith, 1971) memungkinkan Pb masuk ke dalam jaringan daun melalui celah stomata. Setelah Pb berada dalam jaringan akan terjadi penumpukan diantara sel jaringan pagar atau jaringan akar (Baker and Allen, 1978 dalam Widriani, 1996). Oleh karena itu serapan Pb dalam umbi lebih rendah dibandingkan

dalam daun. Hal ini terjadi karena Pb pada jaringan daun selain berasal dari tanah juga yang berasal dari emisi kendaraan bermotor yang menyebar ke udara (Endes, 1989).

Faktor-faktor yang mempengaruhi kadar Pb dalam tanaman yaitu umur tanaman, morfologi dan fisiologi tanaman, kandungan Pb dalam tanah, dan faktor yang mempengaruhi lahan seperti banyaknya tanaman penutup serta jenis tanaman di sekeliling tanaman tersebut (Darmono, 1995).

KESIMPULAN

Pemberian zeolit, bahan organik dan karbon aktif secara umum berpengaruh tidak nyata terhadap tinggi, jumlah anakan, bobot daun dan umbi dibandingkan kontrol.

Pemberian bahan organik (BO) dan karbon aktif nyata menurunkan serapan Pb dalam umbi dibandingkan kontrol.

Perlakuan zeolit 1 ton ha⁻¹, bahan organik 5 dan 10 ton ha⁻¹, dan karbon aktif 1 ton ha⁻¹ masing-masing dapat menurunkan Pb-tersedia tanah dari 2.71 ppm (kontrol) masing-masing menjadi 1.92; 1.91 dan 1.71 ppm setelah panen.

Untuk mengetahui efektivitas amelioran (zeolit, bahan organik dan karbon aktif) terhadap serapan Pb pada bawang merah dan kelutannya dalam tanah perlu dilakukan penelitian lanjutan pada musim tanam kedua.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Kepala Dinas Pertanian Kabupaten Tegal beserta jajarannya, PPL, dan Ketua Kelompok Tani Desa Sidokaton Kecamatan Dukuh Turi yang telah berperan aktif dalam pelaksanaan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurachman, S. dan Z. Susanti. 2004. Pengaruh pemberian zeolit terhadap peningkatan efisiensi pupuk P dan K pada tanaman padi. *Jurnal Zeolit Indonesia* 3: 1-12
- Alloway, B.J. 1990^a. The origin of heavy metal in soil. *p* 29-39. *In* Alloway (Eds). *Heavy Metal in Soil*. Blackie Glasgow and London Halsted Press. Jhon Wiley & Sons, Inc, New York.
- Alloway, B.J. 1990^b. *Heavy Metal In Soils*. John Willey and Sons, New York.
- Alloway, B.J. 1995. *Heavy Metal In Soils*. Second edition. Blackie Academic & Profesional.
- Balai Penelitian Tanah. 2002. *Penelitian Inventarisasi dan Pengendalian Dampak Lingkungan*. Laporan Akhir. Bagian Proyek Penelitian dan Pengembangan Kesuburan Tanah dan Iklim.
- Buckman, H.O. and N.C Brady. 1980. *The Nature and Properties of Soils*. McMillan, London.
- Darmono. 1995. *Logam dalam Sistem Biologi Makhluk Hidup*. UI-Press, Jakarta.
- Endes, N.D. 1989. *Studi kemampuan tanaman dalam menyerap dan menyerap timbal emisi dari kendaraan bermotor*. Tesis. Fakultas Pascasarjana. IPB, Bogor.
- Greendland, D.J. and Dart P.J. 1972. *Biological and Organic Aspect of Plant Nutrition in Relation to Needed Research in Tropical Soils*. International Institute for Tropical Agriculture, Nigeria.
- Moshman K.D. 1997. *Reference Data Sheet on Lead*. <http://www.meridianeng.com/lead.html>. 20 Maret 2002.
- Nriagu, J.O. 1983. *Lead and Lead Poisoning in Aquicity*. John Wiley & sons, New York.
- Nurjaya, A. Kasno, S. Dwiningsih dan U. Hasanudin. 2003. *Status Sebaran Logam Berat Pb pada sentra tanaman Bawang Merah di Kabupaten Tegal dan Brebes*. hlm. 161-175. *Prosiding Nasional Pengelolaan Lingkungan Pertanian*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat (Loka Penelitian Pencemaran Lingkungan Pertanian), Fakultas Pertanian, Universitas Sebelas Maret, Surakarta, 21 Oktober 2003.
- Smith J. 1981. *Air Pollution and Forest Ecosystem*. Springer Verlag, New York.

- Stevenson FJ. 1982. Humus Chemistry: Genesis, Compositon, and Reaction. A Willey Interscience, New York.
- Subowo, Tuberkih E, Kurniawansyah, A.M. dan Nasution, I. 1999. Indentifikasi dan Pencemaran Kadmium (Cd) untuk Padi Gogo. hlm. 105–123. Prosiding Seminar Nasional Sumber Daya Lahan. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat, Bogor.
- Tan, K.H. 1982. Enviromental Soil Science. Marcel Dekker, Hongkong.
- Widriani, R. 1996. Kandungan Timbal pada Tanaman Teh dan Tanah di Perkebunan Gunung Mas Bogor. Tesis. Fakultas Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.