

JRL	Vol.7	No.3	Hal. 295 - 305	Jakarta, Juli 2011	ISSN : 2085.3866 No.376/AU1/P2MBI/07/2011
-----	-------	------	----------------	-----------------------	--

PENGARUH PUPUK HAYATI TERHADAP PENYERAPAN LOGAM BERAT TEMBAGA DAN TIMBAL PADA TANAMAN *BABY CORN*

Sudaryono

Pusat Teknologi Lingkungan-BPPT
Jl MH Thamrin no 8 Jakarta 10340, email : daryono19@yahoo.com

Abstrak

Penyerapan logam berat oleh tanaman sangat dipengaruhi faktor tanah dan biologi tanaman. Logam berat terserap kedalam jaringan tanaman melalui akar, selanjutnya masuk kedalam siklus rantai makanan. Logam akan terakumulasi pada jaringan tubuh dan dapat menimbulkan dampak negatif bagi manusia, hewan, dan tumbuhan apabila melebihi batas toleransi. Akumulasi logam berat ke dalam jaringan tanaman dapat langsung berpengaruh terhadap laju pertumbuhan tanaman dan produksi, secara tidak langsung dapat mempengaruhi kesehatan manusia jika mengkonsumsi makanan yang telah terkontaminasi logam berat. Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui kemampuan pupuk hayati yang mengandung bakteri *Azotobacter* sp. dan *Pseudomonas* sp., dalam menyerap logam berat (Cu dan Pb) yang terdapat pada kompos sampah TPA, yang digunakan untuk memupuk tanaman jagung muda (*baby corn*). Metodologi penelitian menggunakan rancangan split plot yang diatur dalam Rancangan Acak Lengkap dengan 3 blok sebagai ulangan. Faktor pertama yang berfungsi sebagai main plot yaitu pemberian pupuk hayati, terdiri dari 2 aras, yaitu: tanpa pupuk hayati dan diberi pupuk hayati . Faktor kedua yang berfungsi sebagai sub plot yaitu kombinasi kompos sampah TPA dengan pupuk NPK, terdiri dari 4 perlakuan, yaitu: Kompos sampah TPA : tanpa pupuk NPK = 1 : 0; Kompos sampah TPA : pupuk NPK = $\frac{2}{3}$: $\frac{1}{3}$; Kompos sampah TPA : pupuk NPK = $\frac{1}{3}$: $\frac{2}{3}$; Tanpa kompos sampah TPA : pupuk NPK = 0 : 1. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian pupuk hayati yang dikombinasikan dengan pupuk kompos sampah TPA lebih dominan untuk meningkatkan dan memperbaiki fisik kimia tanah, seperti meningkatkan pH tanah, hara nitrogen, fospor dan kalium serta Kapasitas Pertukaran Kation (KPK). Pemberian pupuk hayati yang mengandung bakteri *Azotobacter* sp. dan *Pseudomonas* sp. dapat mengurangi serapan logam berat Cu sampai dibawah ambang batas yaitu 2,526 - 15,79 ppm, batas maksimal kandungan Cu berkisar antara 20 - 100 ppm. Rerata kandungan Pb pada jaringan dan tongkol tanaman jagung berada diatas batas maksimal yaitu 29,80 - 42,69 ppm, kandungan Pb yang masih diperbolehkan antara 0,1 sampai 10 ppm. Berarti tanaman *baby corn* tersebut tidak aman untuk dikonsumsi.

kata kunci: kompos dari TPA, logam berat, biologi pupuk

BIOLOGICAL FERTILIZER EFFECT OF HEAVY METAL ABSORPTION OF COPPER AND LEAD TO BABY CORN CROP

Abstract

*Absorption of heavy metals by plants is influenced by soil and plant biology. Heavy metals are absorbed into plant tissues through the root, then enter the food chain cycle. Metal will accumulate in body tissues and can have negative impacts for humans, animals, and plants when exceeding the limit of tolerance. Heavy metal accumulation in plant tissues can directly affect plant growth and production, can indirectly affect human health when consuming food contaminated heavy metals. The research objective was to determine the ability of biological fertilizers containing bacteria *Azotobacter* sp. and *Pseudomonas* sp., in absorbing heavy metals (Cu and Pb) contained in landfill waste compost, which is used to fertilize crops corn (baby corn). The research methodology uses a split plot design arranged in Completely Randomized Design with 3 blocks as replicates. The first factor that serves as the main plot of the biological fertilizer, consisting of two cedars, namely: no biological fertilizers and biological fertilizers. The second factor that functions as a sub plot that is a combination of landfill waste compost with NPK fertilizer, consisting of four treatments, namely: Compost waste landfill: no fertilizer NPK = 1: 0; compost waste landfill: NPK = $2/3 : 1/3$; compost waste landfill: fertilizer NPK = $1/3 : 2/3$; Without landfill waste compost: NPK = 0: 1. The results showed that administration of biological fertilizers in combination with compost waste landfill is more dominant for increasing and improving soil physical chemistry, such as increasing soil pH, nutrients nitrogen, phosphorus and potassium and cation exchange capacity (KPK). Biological fertilizer containing bacteria *Azotobacter* sp. and *Pseudomonas* sp. may reduce the uptake of heavy metals Cu to below the threshold of 2.526 to 15.79 ppm, the maximum content of Cu ranges between 20-100 ppm. The mean content of Pb in tissues and cobs of corn is above the maximum limit of 29.80 to 42.69 ppm, which is still allowed Pb content between 0.1 to 10 ppm. Means baby corn crop is not safe for consumption.*

key words: *compost from the landfill, heavy metals, biological fertilizer*

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Baby corn, sering disebut juga jagung muda. Sebutan tersebut tidaklah salah, karena varietas *baby corn* sengaja dipanen pada saat masih sangat muda sehingga banyak dimanfaatkan untuk sayur. Sebagai tanaman komersial, tanaman jagung memerlukan pemupukan. Pemakaian pupuk kompos sangat dianjurkan untuk mengurangi ketergantungan pemakaian pupuk kimia dan memperbaiki kualitas tanah, baik secara fisik, kimia maupun biologi tanah. Sumber kompos dapat berasal dari berbagai limbah, seperti dari kotoran ternak, limbah rumah tangga dan kompos yang berasal dari kegiatan pembuangan sampah di TPA (Tempat Pembuangan Akhir).

Secara kimia, kompos dapat meningkatkan kapasitas pertukaran kation (KPK) dan ketersediaan unsur hara dalam tanah. Secara biologi, kompos merupakan bahan organik yang menjadi sumber makanan bagi mikroorganisme tanah. Kompos dapat mempercepat perkembangan banyaknya fungi, bakteri, serta mikroorganisme lainnya, sehingga dapat berkembang lebih cepat. Banyaknya mikroorganisme dalam tanah dapat menambah kesuburan tanah (Yuwono, N. W. 2006, Simamora, S., dan Salundik. 2006).

Pupuk kompos dari hasil pembusukan sampah TPA, selanjutnya disebut kompos sampah TPA, yaitu kompos yang berasal dari berbagai sumber tidak menutup kemungkinan mengandung logam berat yang sengaja dibuang ke TPA. Tingginya material logam pencemar pada kompos TPA seperti timbal (Pb), tembaga (Cu), kadmium (Cd), kromium (Cr), dan nikel (Ni) dapat berpengaruh terhadap tanah dan tanaman yang tumbuh di atasnya.

Penyerapan logam berat oleh tanaman sangat dipengaruhi berbagai faktor, antara lain: tanah dan biologi tanaman (jenis, fase pertumbuhan dan fase perkembangan tanaman) (Notohadiprawiro, T. 1995).

Logam berat terserap kedalam jaringan tanaman melalui akar, selanjutnya masuk kedalam siklus rantai makanan. Logam akan terakumulasi pada jaringan tubuh dan dapat menimbulkan keracunan bagi manusia, hewan, dan tumbuhan apabila melebihi batas toleransi. Akumulasi logam berat ke dalam jaringan tanaman dapat langsung berpengaruh terhadap laju pertumbuhan tanaman dan produksi, secara tidak langsung dapat mempengaruhi kesehatan manusia jika mengkonsumsi makanan yang telah terkontaminasi logam berat (Supriyambodo, P. 1994).

Penghambatan akumulasi logam berat ke dalam jaringan tanaman dapat dilakukan dengan memanfaatkan bantuan mikrobia sebagai pupuk hayati. Beberapa bakteri dari genus *Azotobacter* sp. dan *Pseudomonas* sp. mampu menghambat translokasi logam berat di dalam tanah dan mampu menghasilkan zat pengatur tumbuh pada tanaman (Priyambada, 2006). Serapan logam berat Cd, Cu, Pb, Zn, dan Cr ditemukan lebih rendah pada tanah organik daripada tanah mineral (Simamora, S., dan Salundik. 2006).

Beberapa pupuk hayati yang digunakan untuk meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman, merupakan formulasi beberapa bakteri yang memiliki fungsi tertentu terhadap tanaman. Penambat N atmosfer oleh mikrobia dapat membantu ketersediaan unsur N bagi tanaman dan dapat mengefisienkan penggunaan pupuk Urea yang berasal dari pupuk organik. *Azotobacter* sp. merupakan salah satu mikrobia yang dapat menambat N atmosfer baik sebagai organisme yang hidup bebas atau berasosiasi dengan akar tanaman (Rao, N.S.S. 1982). *Pseudomonas* sp. merupakan mikrobia tanah yang mempunyai kemampuan melarutkan P tidak tersedia menjadi tersedia. Hal ini karena bakteri tersebut mengeluarkan asam-asam organik yang dapat membentuk komponen stabil dengan kation-kation mengikat P di dalam tanah. Selain itu *Azotobacter* sp.

dan *Pseudomonas* sp. sering disertakan dalam pupuk hayati karena kemampuan masing-masing dalam menambat nitrogen dan melarutkan fosfat. Beberapa jenis *Azotobacter* sp. memiliki kemampuan menghasilkan auksin, *giberelin* dan *sitokinin* yang membantu proses metabolisme tanaman. Senyawa-senyawa ini, diketahui dapat merangsang proses-proses enzimatik pada akar dan mempercepat sintesis senyawa yang mengandung nitrogen organik.

1.2 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan pupuk hayati yang mengandung bakteri *Azotobacter* sp. dan *Pseudomonas* sp., dalam menyerap logam berat (Cu dan Pb) yang terdapat pada kompos sampah TPA, yang digunakan untuk memupuk tanaman jagung muda (*baby corn*)

II. METODE PENELITIAN

2.1 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah benih jagung P-11, pupuk hayati Biocon NP (produk Laboratorium Mikrobiologi, Fakultas Pertanian, UGM) yang mengandung *Azotobacter* sp. dan *Pseudomonas* sp., pupuk kimia (Urea, SP36 dan KCl), dan kompos sampah dari TPA Piyungan, Yogyakarta.

2.2 Metode

Metodologi penelitian menggunakan rancangan *split plot* yang diatur dalam Rancangan Acak Lengkap dengan 3 blok sebagai ulangan. Faktor pertama yang berfungsi sebagai *main plot* yaitu pemberian pupuk hayati, terdiri dari 2 aras, yaitu:

- a. Tanpa pupuk hayati (B0)
- b. Diberi pupuk hayati (B1)

Faktor kedua yang berfungsi sebagai sub plot yaitu kombinasi kompos sampah TPA dengan pupuk NPK, terdiri dari 4 perlakuan, yaitu:

- a. Kompos sampah TPA : tanpa pupuk NPK = 1 : 0 (P1)
- b. Kompos sampah TPA : pupuk NPK = $\frac{2}{3} : \frac{1}{3}$ (P2)
- c. Kompos sampah TPA : pupuk NPK = $\frac{1}{3} : \frac{2}{3}$ (P3)
- d. Tanpa kompos sampah TPA : pupuk NPK = 0 : 1 (P4)

Pupuk NPK

- | | | |
|----------------------|---|--------------------|
| 1 bagian | = | 300,00 kg/ha Urea |
| | | 100,00 kg/ha SP 36 |
| | | 100,00 kg/ha KCl |
| $\frac{2}{3}$ bagian | = | 200,00 kg/ha Urea |
| | | 66,67 kg/ha SP 36 |
| | | 66,67 kg/ha KCl |
| $\frac{1}{3}$ bagian | = | 100,00 kg/ha Urea |
| | | 33,33 kg/ha SP 36 |
| | | 33,33 kg/ha KCl |
| 0 bagian | = | tanpa pupuk NPK |

Jadi terdapat 8 kombinasi perlakuan, yakni :

1.	Kompos sampah TPA	+	NPK	=	1 : 0	(B0P1)
2.	Kompos sampah TPA	+	NPK	=	$\frac{2}{3} : \frac{1}{3}$	(B0P2)
3.	Kompos sampah TPA	+	NPK	=	$\frac{1}{3} : \frac{2}{3}$	(B0P3)
4.	Kompos sampah TPA	+	NPK	=	0 : 1	(B0P4)
5.	Kompos TPA + pupuk hayati	+	NPK	=	1 : 0	(B1P1)
6.	Kompos TPA + pupuk hayati	+	NPK	=	$\frac{2}{3} : \frac{1}{3}$	(B1P2)
7.	Kompos TPA + pupuk hayati	+	NPK	=	$\frac{1}{3} : \frac{2}{3}$	(B1P3)
8.	Kompos TPA + pupuk hayati	+	NPK	=	0 : 1	(B1P4)

Keterangan:

1 bagian kompos sampah TPA setara dengan 4 ton berat kering kompos sampah TPA
 1 bagian pupuk NPK terdiri dari: N = 300 kg/ ha, P = 100 kg/ ha, K = 100 kg/ ha.

2.3 Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan di Dusun Gunung Gebang, Desa Sumberharjo, Kecamatan Prambanan, Kabupaten Sleman, Yogyakarta pada bulan Juni-September 2007.

2.4 Pelaksanaan

1) Pemberian kompos sampah TPA . Kompos sampah TPA diberikan pada masing-masing perlakuan, yaitu :

P1 : (4 ton/ha),

P2 : (2,67 ton/ha) dan

P3 : (1,33 ton/ha) ,

P4 : (tanpa pupuk kompos)

Pemupukan kedua diberikan 3 minggu setelah tanam (MST) dan ketiga 7 MST, pupuk yang diberikan hanya Urea dengan dosis masing-masing 33,3 kg/ha.

Perlakuan Ketiga (P3) : pemupukan pertama terdiri dari pupuk Urea, SP-36 dan KCl masing-masing sebanyak 66,6 kg/ha, sedangkan pada pemupukan kedua dan ketiga diberikan Urea masing-masing 66,6 kg/ha. Perlakuan Keempat (P4) : pemupukan pertama terdiri dari pupuk Urea, SP-36 dan KCl masing-masing sebanyak 100 kg/ha, pemupukan kedua, dan ketiga pupuk yang diberikan hanya Urea, masing-masing 100 kg/ha.

Tabel 1. Analisis Kompos dari TPA Piyungan

No	Parameter	Satuan	Nilai		
			TPA Piyungan	SNI 19-7030-2004	
				Minim	Maks
1	pH	-	7,1	6,80	7,49
2	C	(%)	21,66	9,80	32
3	N	(%)	1,01	0,40	-
4	C/N	-	21,4	10	20
5	P tersedia	(ppm)	158,61	0,10	-
6	K tersedia	(me %)	1,28	0,20	*
7	Kromium (Cr)	(ppm)	18,7	*	210
8	Kadmium (Cd)	(ppm)	0,092	*	3
9	Seng (Zn)	(ppm)	15,24	*	500
10	Nikel (Ni)	(ppm)	0,67	*	62
11	Tembaga (Cu)	(ppm)	148,4	*	100
12	Timbal (Pb)	(ppm)	215,68	*	150

Keterangan : * Nilainya tidak terdeteksi

2) Pemberian pupuk N, P, K
Perlakuan Pertama (P1) tanpa diberi pupuk kimia (NPK).

Perlakuan Kedua (P2)

Pemupukan pertama diberikan secara bersamaan dengan waktu tanam, yaitu sebagai pupuk dasar. Pemupukan pertama terdiri dari pupuk Urea, SP-36 dan KCl masing-masing sebanyak 33,3 kg/ha,

Sebelum ditanam, terlebih dahulu benih jagung direndam kedalam pupuk hayati dengan dosis 1 kg untuk luasan lahan 1 hektar, dengan jarak tanam 75 cm x 25 cm.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Karakteristik Kompos Sampah TPA

Hasil analisis kimia kompos sampah

TPA Piyungan, Yogyakarta yang digunakan sebagai sumber bahan organik dapat dilihat pada Tabel 1.

Hasil analisis laboratorium menunjukkan bahwa kualitas kompos TPA Piyungan memiliki keasaman (pH) netral, kadar C organik tinggi (21,66%), kadar N rendah (1,01%), berarti kompos sampah TPA Piyungan memiliki nisbah C/N = 21,4 (sangat tinggi), melebihi batas maksimum yang diperbolehkan berdasarkan standar SNI 19-7030-2004). Berarti kompos sampah TPA Piyungan masih belum terdekomposisi secara sempurna, sehingga masih memerlukan beberapa waktu lagi untuk proses perombakan sampai C/N nya turun di bawah nisbah C/N maksimum yang disyaratkan yaitu 10 – 20. Kandungan hara makronya relatif tinggi, kandungan hara N dan K tersedia pada kompos > 0,2 % sedangkan hara P tersedia sangat tinggi, sedang kandungan tembaga (Cu) tinggi dan timbal (Pb) sangat tinggi (Ross, S.M. 1994).

3.2 Analisis tanah

1) Karakteristik tanah sebelum penelitian

Hasil analisis kimia tanah sebelum penelitian menunjukkan bahwa tanah di lokasi penelitian memiliki kandungan N rendah, P dan K sangat tinggi, pH agak asam, dengan kadar Kapasitas Pertukaran Kation (KPK) rendah. Unsur P dibutuhkan tanaman untuk pertumbuhan vegetatif seperti pembentukan akar dan biji, sedangkan unsur K untuk meningkatkan potensial osmotik. Kandungan tembaga (Cu) tergolong rendah sedang kandungan Pb sangat rendah. Jumlah total tembaga dalam tanah yang aman untuk ditanami kurang dari 50 ppm, kandungan Pb pada tanah antara 2-200 ppm (Ross, S.M. 1994).

2) Karakteristik tanah setelah penelitian

Hasil analisis sifat kimia tanah setelah penelitian seperti pada Tabel 3.

Tabel 2. Hasil analisis kimia tanah

No.	Kandungan	Hasil Analisis	Satuan	Keterangan
1	N	0,08	%	Rendah
2	P	579,30	ppm	Sangat tinggi
3	K	45,20	me/100g	Sangat tinggi
4	Cu	17,37	ppm	rendah
5	Pb	6,30	ppm	Sangat rendah
6	pH	5,21	-	asam
7	KPK	8,50	me/100g	rendah

Tabel 3 : Kimia tanah pasca penelitian di desa sumberharjo

No.	Parameter	Tanpa Pupuk Hayati				Pupuk Hayati			
		P1 (1 : 0)	P2 ($\frac{2}{3} : \frac{1}{3}$)	P3 ($\frac{1}{3} : \frac{2}{3}$)	P4(0:1)	P1 (1 : 0)	P2 ($\frac{2}{3} : \frac{1}{3}$)	P3 ($\frac{1}{3} : \frac{2}{3}$)	P4(0:1)
1	N (%)	0,02	0,02	0,07	0,15	0,06	0,23	0,15	0,03
2	P (ppm)	543,39	543,39	570,46	654,54	589,54	587,19	537,32	1.095,24
3	K (me/100g)	9,79	9,79	9,69	9,30	11,93	10,91	12,12	8,50
4	Cu (ppm)	16,35	16,35	17,17	15,75	16,85	15,37	16,30	11,78
5	Pb (ppm)	5,12	5,12	6,65	5,80	6,60	5,87	6,15	23,15
6	pH	5,17	5,17	5,21	5,17	5,43	5,30	5,21	5,21
7	KPK (me/100g)	7,85	7,85	8,83	10,07	9,74	10,28	9,19	8,15

a) Kemasaman Tanah (pH)

Kemasaman (pH) tanah dapat mempengaruhi ketersediaan hara tanah dan menjadi faktor yang berhubungan dengan kualitas tanah. pH tanah sangat penting dalam menentukan aktivitas dan dominasi mikroorganisme tanah yang berhubungan dengan proses-proses yang sangat erat kaitannya dengan siklus hara, penyakit tanaman, dekomposisi dan sintesa senyawa kimia organik dan transpor gas ke atmosfer oleh mikroorganisme, seperti gas metana (Supriyambodo, P. 1994).

Kisaran pH 6,0 - 7,3 merupakan pH optimum, dimana P tersedia dalam jumlah maksimal karena pada kondisi ini kemampuan tanah mengikat P adalah paling rendah. Pada pH yang semakin rendah (sangat masam) atau semakin tinggi (sangat alkalis) jumlah P-tersedia semakin sedikit, karena semakin banyak P-tersedia yang diikat menjadi senyawa-senyawa yang sukar larut (Supriyambodo, P. (1994).

pH tanah pada akhir penelitian hampir tidak mengalami perubahan yang signifikan, pH tanah menunjukkan kriteria asam, namun perlakuan yang mendekati pH netral adalah perlakuan pemberian pupuk hayati, pupuk kompos 1 bagian (setara 4 ton/hektar) tanpa pupuk NPK

b) Nitrogen

Hasil analisis sifit kimia tanah setelah penelitian menunjukkan bahwa kandungan N mengalami perubahan, perlakuan pemberian pupuk hayati dengan kombinasi kompos $\frac{2}{3}$ bagian atau 2,57 ton/hektar ditambah NPK $\frac{1}{3}$ bagian dan perlakuan pupuk hayati ditambah pupuk kompos $\frac{1}{3}$ bagian atau 1,33 ton/hektar dan pupuk NPK $\frac{2}{3}$ bagian, menunjukkan peningkatan kandungan N paling tinggi, dan dapat dikategorikan sedang. Hal tersebut karena serapan unsur hara pada tanaman tercukupi dengan penambahan pupuk hayati dengan kombinasi kompos TPA dengan pupuk NPK tersebut, sehingga tidak merubah kriteria tanah sebelum ditanami. Sedang perlakuan yang lain, baik dengan maupun tanpa pupuk hayati

penambahan nitrogennya tergolong rendah. Hal tersebut karena unsur hara pada komposisi kompos TPA dan pupuk NPK kurang sesuai untuk pertumbuhan tanaman jagung. Pada banyak kasus pemberian N melebihi yang dibutuhkan tanaman, namun N yang dapat diserap oleh tanaman tidak dapat mencukupi kebutuhan tanaman. Hal ini disebabkan karena rendahnya efisiensi serapan akibat pemberian N pada waktu yang tidak menguntungkan bagi tanaman dan kondisi lingkungan.

c) Kandungan P dan K tersedia

Hara fosfor (P) merupakan hara makro esensial (penting) setelah unsur hara N. Hara fosfor diserap dari tanah dalam bentuk $H_2PO_4^-$ dan atau HPO_4^{2-} . Kadar hara fosfor tersedia yang tinggi akan menguntungkan bagi tanaman, tanah cenderung lebih subur. Tidak ada unsur lain yang dapat menggantikan fungsinya di dalam tanaman, sehingga tanaman harus mendapatkan unsur hara P secara cukup untuk pertumbuhannya. Fungsi penting fosfor di dalam tanaman yaitu dalam proses fotosintesis, merangsang pertumbuhan akar, juga berfungsi membantu asimilasi, mempercepat pembungaan, pemasakan biji dan buah, respirasi, transfer dan penyimpanan energi, pembelahan dan pembesaran sel serta proses-proses yang lainnya.

Kandungan fosfor hampir tidak mengalami perubahan yang signifikan, hara fosfor (P) di wilayah studi tergolong sangat tinggi. Nilai fosfor (P) sebelum penelitian sebesar 579,30 ppm, dan setelah penelitian hara fosfor tertinggi pada perlakuan pemberian pupuk hayati, tanpa pupuk kompos dan diberi pupuk NPK 1 bagian.

Hara kalium (K) merupakan unsur hara ketiga setelah N dan P yang dibutuhkan tanaman dalam jumlah banyak dan berperan penting dalam proses fotosintesa, pembentukan karbohidrat dan protein. Pemupukan kalium pada lahan kering baik padi maupun jagung serta umbi-umbian menunjukkan hasil yang nyata, apabila

pupuk nitrogen dan fosfor diberikan dalam jumlah yang cukup, tetapi apabila konsumsi kalium berlebihan, maka konsentrasi kalium dalam jaringan tanaman akan meningkat, akibatnya translokasi kation lain terutama Mg akan terganggu sehingga terjadi penurunan kadar Mg dalam daun, apabila penurunan terlalu rendah dapat berakibat fotosintesa terganggu. Sebaliknya bila kadar Mg dalam tanah tinggi, maka kadar K yang tersedia bagi tanaman akan menurun, karena difiksasi oleh koloid tanah atau tercuci bersama air drainase (curah hujan tinggi) (Charlena 2004).

Unsur kalium berperan dalam memperkuat tubuh tanaman agar daun, bunga dan buah tidak mudah gugur. Kalium merupakan sumber kekuatan bagi tanaman dalam menghadapi kekeringan dan penyakit tanaman. Apabila tanah dengan kandungan unsur kalium rendah menyebabkan daun tanaman keriting, mengerut, timbul bercak merah coklat, mengering dan akhirnya mati. Nilai Kalsium di wilayah studi berkisar antara 795 ppm – 1462 ppm, kadar Kalium tertinggi dicapai pada perlakuan kompos dengan penambahan pupuk hayati. Hara kalium tidak mengalami perubahan untuk semua perlakuan, kandungan K paling tinggi adalah perlakuan pemberian pupuk hayati, kompos $\frac{1}{3}$ bagian atau setara dengan 1,33 ton/hektar ditambah pupuk NPK $\frac{2}{3}$ bagian.

Dari perlakuan pemberian pupuk hayati (Azotobacter sp. dan Pseudomonas sp.) ternyata dapat meningkatkan hara fosfor dan kalium dalam tanah dibandingkan dengan perlakuan tanpa pupuk hayati.

d) Kapasitas pertukaran kation (KPK)

Pengukuran Kapasitas Pertukaran Kation (KPK) pada tanah sebelum ditanami perlu dilakukan karena KPK berfungsi sebagai daya pegang tanah terhadap unsur hara. Apabila KPK rendah maka unsur hara yang dapat ditranslokasikan ke tanaman menjadi terhambat (Raihan, S., Hairunyah, A. Noor, Y. Raihana. 1996). KPK tanah tergolong rendah, Kapasitas Pertukaran Kation paling tinggi adalah perlakuan

pemberian pupuk hayati, kompos TPA $\frac{2}{3}$ bagian atau setara 2,67 ton/hektar ditambah pupuk NPK $\frac{1}{3}$ bagian.

3.3 Analisa Tanaman Jagung

1) Kandungan Cu dan Pb pada jaringan tanaman jagung

Kandungan tembaga (Cu) dan timbal (Pb) pada jaringan tanaman jagung perlu diketahui karena pada umumnya tajuk daun dan tongkol jagung pada umumnya dimanfaatkan petani sebagai sumber hijauan pakan ternak. Dengan bantuan bakteri Azotobacter sp. dan Pseudomonas sp. diharapkan akan mampu mengurangi akumulasi logam Cu dan Pb kedalam jaringan tanaman, karena bakteri Pseudomonas, sp merupakan bakteri anaerob yang memiliki ketahanan terhadap logam Cu. Pengikatan logam Cu oleh Pseudomonas, sp dengan pembentukan kompleks logam organik sehingga terjadi pengkelatan logam berat, demikian pula bakteri Azotobacter, sp. dapat memproduksi polimer yang mempunyai kemampuan dalam mengikat logam seperti Cu (jumlah kecil) (Emtiaz, G., Z. Ethemadifar, dan M. H. Habibi. 2004).

Tembaga (Cu) sebagai unsur hara mikro mutlak dibutuhkan bagi pertumbuhan tanaman. Tembaga berfungsi sebagai anasir protein kloroplas dan menjadi bagian dari sistem transport elektron. Rerata hasil akumulasi logam Cu pada jaringan daun dan tongkol jagung ditunjukkan pada Tabel 3 dan Tabel 4. Logam Cu dan Pb merupakan hara mikro yang esensial bagi metabolisme tanaman, akan tetapi ketersediaan logam Cu dan Pb yang berlebihan dapat menyebabkan toksik bagi tanaman.

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa tidak ada beda antar perlakuan dengan maupun tanpa pupuk hayati terhadap penyerapan logam berat Cu pada tajuk tanaman jagung muda. Kandungan Cu pada akhir penelitian tergolong rendah, kandungan tertinggi terdapat pada perlakuan tanpa pupuk hayati di kombinasi dengan $\frac{2}{3}$ bagian kompos TPA (2,67 ton/hektar), $\frac{1}{3}$

bagian pupuk NPK. Kadar logam Cu pada tujuk tanaman jagung sebanyak 14.015 ppm, dan kandungan Cu terendah pada perlakuan tanpa pupuk hayati dengan kombinasi pupuk kompos 4 ton/hektar tanpa pupuk NPK, dengan kandungan Cu sebanyak 2,526 ppm.

Tabel 4. Akumulasi Logam Cu (ppm) pada Tajuk Jagung pada Umur 8-10 MST

No.	Kompos TPA: NPK	Perlakuan		Rerata (ppm)
		Non Ppk Hayati (ppm)	P p k Hayati (ppm)	
1.	P1 (1 : 0)	7,046	7,221	7,134
2.	P2 ($\frac{2}{3}$: $\frac{1}{3}$)	14,015	3,383	8,699
3.	P3 ($\frac{1}{3}$: $\frac{2}{3}$)	6,704	3,274	4,989
4.	P4 (0 : 1)	2,526	3,104	2,814
	Rerata	7,573	4,245	

Rerata kandungan logam Cu pada perlakuan tanpa pupuk hayati sebesar 7,573 ppm, sedang rerata perlakuan dengan penambahan pupuk hayati kandungan Cu sebanyak 4,245 ppm. Kandungan logam Cu yang terdapat pada tajuk tanaman baby corn masih aman untuk dijadikan bahan konsumsi karena kandungan logam Cu berada dibawah standar yang diperbolehkan, yaitu antara 20 sampai 100 ppm (Ross, S.M. (1994).

Tabel 5 : Akumulasi Cu pada Tongkol Jagung pada Umur 8-10 Minggu

No.	Kompos TPA: NPK	Perlakuan		Rerata (ppm)
		Non Ppk Hayati (ppm)	Ppk Hayati (ppm)	
1.	P1 (1 : 0)	15,79	4,13	9,96
2.	P2 ($\frac{2}{3}$: $\frac{1}{3}$)	5,27	9,45	7,36
3.	P3 ($\frac{1}{3}$: $\frac{2}{3}$)	10,48	3,46	6,97
4.	P4 (0 : 1)	9,62	6,88	8,25
	Rerata	10,29	5,98	

Dari hasil pengamatan terhadap kandungan logam Cu pada tongkol jagung menunjukkan bahwa perlakuan pupuk hayati dengan kombinasi kompos TPA dan pupuk NPK ada interaksi. Kandungan Cu yang paling tinggi terdapat pada perlakuan tanpa pupuk hayati dikombinasi dengan kompos sampah TPA (1 bagian) atau setara 4 ton/hektar tanpa menggunakan pupuk NPK, sedang kandungan hara Cu terendah terdapat pada perlakuan pemberian pupuk dengan kombinasi pupuk kompos TPA $\frac{1}{3}$ bagian (1,33 ton/hektar) dan pupuk NPK $\frac{2}{3}$ bagian.

Rerata kandungan logam berat Cu pada tongkol tanaman jagung ternyata mempunyai perbedaan yang signifikan antara perlakuan pemberian pupuk hayati dengan tanpa pupuk hayati, perbedaannya hampir mencapai 50% (10,29 ppm tanpa pupuk hayati, dan 5,98 ppm pada perlakuan pupuk hayati), akan tetapi keduanya masih tergolong normal karena masih jauh dibawah standar kandungan logam Cu yang diperbolehkan.

2). Kandungan Pb pada jaringan tanaman jagung

Tingginya kandungan Pb menyebabkan gangguan metabolisme pada ternak dan manusia. Logam Pb tidak termasuk hara esensial bagi tanaman, karena sejauh ini belum diketahui manfaat hara Pb dalam metabolisme tanaman. Hasil pengamatan kandungan Pb pada tajuk jagung disajikan pada Tabel 5.

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa tidak ada beda antar perlakuan, baik pada perlakuan dengan pupuk hayati maupun tanpa pupuk hayati terhadap penyerapan logam berat Pb oleh tajuk tanaman jagung muda. Kandungan Pb pada akhir penelitian tergolong tinggi. Kandungan tertinggi terdapat pada perlakuan tanpa pupuk hayati di kombinasi $\frac{2}{3}$ bagian pupuk kompos TPA (2,67 ton/hektar) dengan $\frac{1}{3}$ bagian pupuk NPK. Kadar logam Pb pada tujuk tanaman jagung tertinggi 45,04 ppm,

sedang kandungan logam Pb terendah pada perlakuan pemakaian pupuk hayati dengan kombinasi pupuk kompos 4 ton/hektar tanpa pupuk NPK, kandungan logam Pb pada jaringan tanaman jagung muda sebanyak 18,13 ppm.

Tabel 6 : Kandungan Pb pada Tajuk Jagung (ppm) Umur 8-10 Minggu

No.	Kompos TPA: NPK	Perlakuan		Rerata (ppm)
		Non Ppk Hayati (ppm)	Ppk Hayati (ppm)	
1.	P1 (1 : 0)	21,19	18,13	19,66
2.	P2 ($\frac{2}{3}$: $\frac{1}{3}$)	38,91	27,71	33,31
3.	P3 ($\frac{1}{3}$: $\frac{2}{3}$)	45,04	35,46	40,25
4.	P4 (0 : 1)	28,73	37,90	33,32
	Rerata	33,47	29,80	

Tabel 7 :Kandungan Pb pada Tongkol Jagung Umur 8-10 Minggu

No.	Kompos TPA: NPK	Perlakuan		Rerata
		Non Ppk Hayati (ppm)	Ppk Hayati (ppm)	
1.	P1 (1 : 0)	24,07	45,04	34,55
2.	P2 ($\frac{2}{3}$: $\frac{1}{3}$)	39,94	32,81	36,37
3.	P3 ($\frac{1}{3}$: $\frac{2}{3}$)	39,94	55,01	47,48
4.	P4 (0 : 1)	32,81	37,91	35,36
	Rerata	34,19	42,69	

Hasil analisis kandungan logam Pb pada tongkol jagung muda tidak menunjukkan perubahan yang signifikan. Kadar logam berat Pb pada perlakuan tanpa pupuk hayati berkisar antara 24,07 - 39,94 ppm, sedang perlakuan pemberian pupuk hayati kandungan logam Pb berkisar antara 32,81 - 55,01 ppm. Nilai tersebut berada diatas ambang batas maksimum yang diizinkan, yaitu antara 0,1 sampai 10 ppm.

Hal tersebut menunjukkan bahwa bakteri *Pseudomonas*, sp dan *Azotobacter*,

sp. dapat memproduksi polimer yang dapat menyerap unsur essensial seperti Cu, namun menolak unsur lain yaitu Pb. Bakteri memang bersifat spesifik terhadap unsur yang dapat diserap, sehingga tiap bakteri mempunyai karakteristik terhadap unsur hara tertentu (Palar, H. (1994).

IV. KESIMPULAN

1) Pemberian pupuk hayati yang dikombinasikan dengan pupuk kompos sampah TPA lebih dominan untuk meningkatkan dan memperbaiki fisik kimia tanah, seperti meningkatkan pH tanah, hara nitrogen, fospor dan kalium serta Kapasitas Pertukaran Kation (KPK)

2) Pemberian pupuk hayati yang mengandung bakteri *Azotobacter* sp. dan *Pseudomonas* sp. dapat mengurangi serapan logam berat Cu sampai dibawah ambang batas yaitu 2,526 - 15,79 ppm, sedangkan kandungan Cu yang bersifat meracuni berkisar antara 20 - 100 ppm.

3) Rerata kandungan Pb pada jaringan dan tongkol tanaman jagung berkisar antara 29,80 - 42,69 ppm, kandungan Pb yang masih diperbolehkan pada tanaman antara 0,1 sampai 10 ppm, berarti tanaman baby corn tersebut tidak aman untuk dikonsumsi.

DAFTAR PUSTAKA

- Charlena., 2004. *Pencemaran Logam Berat Timbal (Pb) dan Cadmium (Cd) pada Sayur-sayuran*. Program Pasca. Institut Pertanian Bogor.
- Emtiazi, G., Z. Ethemadifar, dan M. H. Habibi. 2004. *Production of Extracellular Polymer in Azotobacter and biosorption of Metal by Exopolymer*. Afr. J. Biotechnol.
- Notohadiprawiro, T., 1995. *Logam Berat dalam Pertanian*. J. Manusia dan Lingkungan. 7 (2).
- Palar, H., 1994. *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Rineka Cipta, Jakarta.
- Prijambada, (2006). *Bioteknologi untuk*

- Penanganan Limbah Logam Berat. Makalah dalam Bioteknologi dan Kelestarian Lingkungan.* Universitas Sebelas Maret.
- Raihan, S., Hairunsyah, A. Noor, Y. Raihana., 1996. *Peranan Bahan Organik dan Abu Sekam Padi serta Cara Pemberian Kalium Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Jagung di Lahan Kering.*
- Rao, N.S.S., 1982. *Advanced of Agricultural Microbiology.* IBH Publishing co. New Delhi, India.
- Ross, S.M., 1994. *Toxic Metal in Soil-Plant Systems.* John Wiley and Sons, Singapor.
- Simamora, S. dan Salundik. 2006. *Meningkatkan Kualitas Kompos.* Agromedia Pustaka, Jakarta.
- Supriyambodo, P., 1994. *Pengaruh Penggunaan Sari Kering Limbah Industri Penyamakan Kulit sebagai Pupuk Organik terhadap Pertumbuhan Bayam (Amaranthus Spinousus L.) dan Penyerapan Cr pada Tanah Vertisol dan Regosol.* Tesis. Fakultas Pertanian UGM. Yogyakarta.
- Yuwono, N. W., 2006. *Pupuk Organik dan Hayati dalam Pertanian Organik.* Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.