**PENGARUH APLIKASI BOKASHI TERHADAP DINAMIKA
KETERSEDIAAN N, P, DAN S PADA INCEPTISOL
KARANGPLOSO, MALANG**

**The Effect of Bokashi Application on Dynamics of N, P, and S
Availability in an Inceptisol of Karangploso, Malang**

Ursulin Sacer Setyastika, Retno Suntari*

Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya

*Penulis korespondensi: retnosuntari@ub.ac.id

Abstract

The Inceptisol of Karangploso has low soil pH, low organic matter (OM), medium total soil N, very low C/N ratio, and low available sulphur that cause low soil productivity. The application of bokashi preserves strongly productivity and organic matter in the soil. This research aimed to determine the effect of bokashi application in improving soil chemical properties and N, P, S-available in an Inceptisol of Karangploso. The experiment was conducted in greenhouse of Faculty of Agriculture, Brawijaya University using a completely randomized design with 7 treatments and 3 replications. The treatments consisted of O₁ = dose of 5 t ha⁻¹ + ½ A, O₂ = dose of 10 t ha⁻¹ + ½ A, O₃ = dose of 15 t ha⁻¹ + ½ A, O₄ = dose of 20 t ha⁻¹ + ½ A, O₅ = dose of 25 t ha⁻¹ + ½ A, and O₆ = dose of 30 t ha⁻¹ + ½ A. The results showed that the increasing dose of bokashi significantly increased soil pH (from 5.1 to 5.4), C/N ratio (from 9.64 to 9.93), P-available (from 141 to 142.6 ppm P) at 60 DAI (days after incubation), total N (from 0.21 to 0.24% at 30 DAI and 0.18% to 0.24% at 60 DAI) and NO₃⁻ (from 24.96 to 65.47 ppm at 30 DAI and 14.91 ppm to 39.20 ppm at 60 DAI) compared to the control, but it had no significantly effect on organic carbon, OM, SO₄²⁻ in soil. The correlation test showed that there was a strong and positive correlation between pH and NO₃⁻ (r=0,77*), organic carbon and NO₃⁻ (r=0,63), organic carbon and P-available (r=0,78*), OM to NO₃⁻ (r=0,70*), and OM to P-available (r=0,86*).

Keywords : *availability of N, P, S, bokashi, inceptisol, soil chemical properties*

Pendahuluan

Inceptisol merupakan salah satu ordo tanah yang tersebar luas di Indonesia, yaitu 70,52 juta hektar (ha) atau 37,5% dari wilayah daratan Indonesia. Inceptisol memiliki nilai yang cukup prospektif untuk budidaya tanaman pertanian dan perkebunan, khususnya pengembangan tanaman pangan (padi, jagung, kacang-kacangan) dan hortikultura (sayuran), seperti di Desa Tawangargo, Karangploso, Malang yang menjadi salah satu dari empat kawasan sentra tanaman hortikultura terbesar di Malang Raya. Inceptisol dari Karangploso memiliki pH tanah masam (5,3), C-organik dan bahan organik (BO)

yang rendah (1,39% dan 2,41%), N-total sedang (0,38%), C/N rasio sangat rendah (3,66), NO₃⁻ tinggi (18,34 ppm), P-tersedia sangat tinggi (184,08 ppm), dan SO₄²⁻ rendah (21,57 ppm). Pemanfaatan tanah secara intensif/terus menerus untuk budidaya tanaman hortikultura tanpa pengembalian bahan organik menurunkan ketersediaan hara dan kesuburan tanah. Aplikasi BO dibutuhkan untuk memperbaiki sifat kimia Inceptisol yang masam dengan kandungan BO dan S tersedia rendah. Kaya (2012), menyatakan bahwa Inceptisol memiliki sifat fisik yang baik, tetapi beberapa sifat kimia tidak menguntungkan seperti pH masam, BO rendah, dan unsur hara N, P, K yang rendah.

Upaya perbaikan dengan aplikasi bokashi dari kotoran ternak dan sekam padi diharapkan mampu meningkatkan sifat kimia tanah dan ketersediaan N, P, dan S dalam tanah. Bokashi merupakan bahan-bahan organik yang telah difermentasikan menggunakan decomposer EM4, dan dapat memperbaiki tanah yang miskin hara menjadi tanah yang produktif melalui proses alamiah (Kusuma, 2012). Kelebihan bokashi yang digunakan dalam penelitian adalah memiliki pH 8, kadar air 25%, C-organik 16,20%, N-total 1,23%, P-total 0,53%, K-total 1,72%, S-total 0,26%, dan KTK 76,89 cmol/100 g. Aplikasi 10 t/ha bokashi dan 10 t/ha *Crotalaria juncea* nyata meningkatkan BO, KTK, N-total, P-tersedia, dan K (Yuliana, Sumarni, dan Islami, 2015). Aplikasi bokashi sekam padi dapat meningkatkan pH, N-total, dan K dalam tanah (Kesumaningwati, 2014 dalam Wijayanto *et al.*, 2016).

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh bokashi terhadap ketersediaan nitrogen (N), fosfor (P), dan sulfur (S) pada Inceptisol Karangploso, Malang.

Metode Penelitian

Waktu dan lokasi penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret hingga Juli 2018 di Rumah Kaca (*greenhouse*) Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya. Analisis tanah dan bahan dasar pupuk dilakukan di Laboratorium Kimia Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya, dan Laboratorium Balingtan Pati, Jawa Tengah.

Persiapan tanah

Pengambilan sampel tanah dilakukan di Dusun Leban, Desa Tawangargo, Kecamatan Karangploso, Malang. Tanah diambil pada lapisan olah tanah (kedalaman 0-20 cm). Tanah lolos ayakan 2 mm ditimbang dengan berat tanah 0,93 kg.

Pembuatan bokashi

Bokashi dibuat berdasarkan Irawan (2012), sebagai berikut:

- Pembuatan 1 t bokashi memerlukan bahan berupa 350 kg kotoran sapi, 350 kg kotoran kambing, 300 kg sekam padi (perbandingan

7:7:6), larutan EM4 dengan perbandingan 1 L EM4 ke dalam 300 L air;

- Bahan bokashi dicampur dan diaduk merata membentuk gundukan di atas lantai yang kering;
- Larutan EM4 ditambahkan sedikit demi sedikit ke dalam gundukan bahan bokashi, diaduk secara merata hingga air tidak menetes dan bahan tercampur tidak pecah ketika dibentuk/diremas dengan kepalan;
- Bahan yang telah tercampur merata ditutup dengan plastik atau karung goni dan didiamkan selama 7 hari;
- bahan tercampur dibolak-balik ketika suhunya lebih dari 50°C;
- Bokashi telah terfermentasi dan siap digunakan sebagai pupuk organik bilamana suhu telah mencapai 30°C setelah 7 hari.

Rancangan percobaan dan pelaksanaan penelitian

Percobaan disusun dengan rancangan acak lengkap, tujuh perlakuan dan tiga ulangan. Perlakuan dosis mengacu hasil penelitian dari Amijaya, Pata'dunga, dan Thaha (2015), yang terdiri atas O_0 = kontrol (tanpa bokashi), O_1 = dosis 5 t ha⁻¹ + ½ A, O_2 = dosis 10 t ha⁻¹ + ½ A, O_3 = dosis 15 t ha⁻¹ + ½ A, O_4 = dosis 20 t ha⁻¹ + ½ A, O_5 = dosis 25 t ha⁻¹ + ½ A, dan O_6 = dosis 30 t ha⁻¹ + ½ A.

Masing-masing perlakuan diberikan tambahan pupuk anorganik sebagai pupuk dasar yang sesuai dengan rekomendasi dari Balitsa (2013), yaitu 250-500 kg ha⁻¹ NPK, 50-100 kg ha⁻¹ SP36, 30-60 kg ha⁻¹ KCl, 90-180 kg ha⁻¹ Urea, 200-400 kg ha⁻¹ ZA, dan dolomit 1-2 t ha⁻¹. Pemupukan anorganik dilakukan pada 7 HSI, dilanjutkan dengan dua kali susulan yaitu pada saat 10-15 HSI, dan 30-35 HSI. Penambahan dolomit bertujuan agar unsur hara tetap tersedia dengan dosis 1,60 g polibag⁻¹. Penyiraman yang diberikan sesuai dengan kondisi kapasitas lapang menggunakan air bebas ion.

Analisis laboratorium

Analisis dilakukan pada tanah dan bokashi yang diteliti pada 0, 30, dan 60 HSI. Analisis bertujuan untuk mengetahui dinamika pH, C-organik, ketersediaan N, P, S, dan dilanjutkan perhitungan BO dan C/N rasio pada Inceptisol Karangploso, Malang.

Analisis Data

Analisis data menggunakan *analysis of variance* (anova) berdasarkan metoderancangan acak lengkap (RAL). Apabila diperoleh pengaruh nyata, maka dilanjutkan dengan uji *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT 5%) untuk mengetahui beda nyata antar perlakuan. Selanjutnya, analisis korelasi digunakan untuk mengetahui hubungan antar sifat kimia tanah (pH, C/N, C-organik, BO) dengan ketersediaan N, P, dan S pada Inceptisol.

Hasil dan Pembahasan

Analisis dasar terhadap sifat kimia Inceptisol Karangploso, Malang. Inceptisol Karangploso tersaji dalam Tabel 1, Malang memiliki tekstur debu dengan kesuburan dan produktivitas tanah yang rendah. Rendahnya tingkat kesuburan tanah inidisebabkan oleh bahan organik rendah (1,7%-3,5%), pH masam (4,5-5,5), dan SO_4^{2-} rendah (20-40 ppm).

Tabel 1. Analisis sifat kimia dasar pada Inceptisol Karangploso, Malang

Parameter Tanah	Nilai	Kriteria*)
pH (H_2O)	5,3	Masam
C-organik (%)	1,39	Rendah
BO (%)	2,41	Rendah
N (%)	0,38	Sedang
C/N rasio	3,66	Sangat rendah
NO_3^- (ppm)	18,34	Tinggi
P-tersedia (ppm P)	91,60	Sangat tinggi
SO_4^{2-} (ppm)	21,57	Rendah
KTK ($\text{cmol } 100 \text{ g}^{-1}$)	28,98	Tinggi
Kation dapat ditukar:		
Ca ($\text{me } 100 \text{ g}^{-1}$)	12,05	Tinggi
Mg ($\text{me } 100 \text{ g}^{-1}$)	1,94	Sedang
K ($\text{me } 100 \text{ g}^{-1}$)	1,05	Sangat tinggi
Na ($\text{me } 100 \text{ g}^{-1}$)	1,23	Sangat tinggi
Kejenuhan Basa (%)	56,14	Sedang
Tekstur:		
Pasir (%)	5	Debu
Debu (%)	85	
Liat (%)	10	

*) Kriteria berdasarkan BALITAN (2009)

Muyassir *et al.* (2012), menyatakan bahwa Inceptisol pada dasarnya memiliki pH masam

(4,5-6,5), unsur hara esensial (N, P, K) rendah, dan tingkat KB rendah hingga sedang. Rendahnya kandungan bahan organik menyebabkan pentingnya aplikasi bokashi mendukung pertanian keberlanjutan dan efisiensi pupuk anorganik, antara lain dengan memanfaatkan bokashi. Hasil analisis dasar bokashi (Tabel 2) menunjukkan bahwa kandungan hara, C-organik, dan kadar air pada bokashi yang digunakan telah memenuhi kriteria standar baku pupuk organik menurut BALITAN (2009). Bokashi mengandung unsur makro dan mikro yang lengkap, meskipun kandungannya termasuk kriteria rendah. Aplikasi bokashi dapat mendukung perbaikan sifat kimia dan unsur hara dalam tanah (Yuliana *et al.*, 2015; dan Wijayanto *et al.*, 2016).

Tabel 2. Hasil analisis pupuk bokashi

Paramereer Pupuk Bokashi	Nilai	Kriteria*)
pH (H_2O)	8	4-8
Kadar air (%)	25,0	15-25
C (%)	16,20	>12
N (%)	1,23	<6
P_2O_5 (%)	0,53	<6
K (%)	1,72	<6
C/N	13,17	15-25
KTK ($\text{me } 100 \text{ g}^{-1}$)	76,89	-
Susunan kation :		
Ca (%)	2,02	-
Mg (%)	0,63	-
Na (%)	5,65	-
SO_4 (%)	0,26	-

*)Kriteria berdasarkan BALITAN (2009)

pH tanah

Aplikasi bokashi tidak berpengaruh nyata terhadap pH tanah pada 30 HSI, tetapi berpengaruh nyata pada 60 HSI. Nilai pH tanah termasuk ke dalam kriteria masam pada saat 30 dan 60 HSI yang berkisaran 5,1-5,4 (Tabel 3). Tabel 1 menunjukkan bahwa tanah mempunyai kriteria masam, setelah diaplikasikan bokashi pada 30 dan 60 HSI tetap memiliki kriteria masam. Nilai pH pada perlakuan O_0 , berbeda nyata dengan perlakuan $\text{O}_5 + \frac{1}{2} \text{A}$ dan $\text{O}_6 + \frac{1}{2} \text{A}$ (60 HSI). Pemberian bokashi meningkatkan pH tanah dibandingkan perlakuan tanpa bokashi. Menurut Yuliana *et al.* (2015), aplikasi pupuk anorganik tanpa atau dengan

penambahan bahan organik yang rendah akan mengakibatkan pH tanah menjadi lebih masam, disebabkan oleh penambahan H^+ dalam tanah dari proses sintesis pupuk anorganik dalam tanah.

Tabel 3. Nilai pH tanah akibat aplikasi bokashi

Perlakuan	Rerata pH Tanah	
	30 HSI	60 HSI
O ₀	5,1	5,1 a
O ₁ + ½ A	5,3	5,3 ab
O ₂ + ½ A	5,2	5,1 a
O ₃ + ½ A	5,2	5,2 a
O ₄ + ½ A	5,4	5,2 a
O ₅ + ½ A	5,3	5,4 b
O ₆ + ½ A	5,3	5,4 b

Keterangan: Angka pada kolom yang sama, yang diikuti huruf sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada Uji Duncan 5%. O₀ = kontrol (tanpa bokashi), O₁ + ½ A = dosis 5 t/ha, O₂ + ½ A = dosis 10 t/ha, O₃ + ½ A = dosis 15 t/ha, O₄ + ½ A = dosis 20 t/ha, O₅ + ½ A = dosis 25 t/ha, dan O₆ + ½ A = dosis 30 t/ha, ½ A = ½ dosis pupuk anorganik.

Bahan organik

Aplikasi bokashi tidak berpengaruh nyata terhadap C-organik dan bahan organik (BO) pada pengamatan 30 HSI dan 60 HSI. Kandungan C-organik dan BO termasuk ke dalam kriteria rendah pada 30 dan 60 HSI masing-masing yaitu 1,49%-1,98% C-organik dan 2,59%-3,43% BO (Tabel 4). C-organik dan BO hasil analisis dasar (Tabel 1) menunjukkan kriteria rendah. Setelah diaplikasikan bokashi pada 30 dan 60 HSI tetap menunjukkan kriteria rendah. C-organik dan BO dalam tanah tertinggi terdapat pada perlakuan O₆ + ½ A (30 dan 60 HSI). Aplikasi bokashi dapat meningkatkan karbon dalam tanah yang erat kaitannya dengan peningkatan aktivitas mikroorganisme. Peningkatan C-organik setelah aplikasi pupuk organik dapat meningkatkan kesuburan tanah disebabkan terjadinya peningkatan aktivitas mikroorganisme dalam tanah yang menggunakan bahan organik sebagai sumber energi yang dapat mempercepat proses dekomposisi dan reaksi lainnya yang memerlukan bantuan mikroorganisme (Hernandez *et al.*, 2014).

Tabel 4. Pengaruh aplikasi bokashi terhadap kandungan C-organik dan BO dalam tanah

Perlakuan	C-organik (%)		BO (%)	
	30 HSI	60 HSI	30 HSI	60 HSI
O ₀	1,64	1,72	2,84	2,97
O ₁ + ½ A	1,62	1,49	2,81	2,59
O ₂ + ½ A	1,79	1,68	3,10	2,90
O ₃ + ½ A	1,74	1,66	3,00	2,88
O ₄ + ½ A	1,95	1,81	3,38	3,13
O ₅ + ½ A	1,97	1,62	3,40	2,80
O ₆ + ½ A	1,98	1,82	3,43	3,15

Keterangan: Angka pada kolom yang sama, yang diikuti huruf sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada Uji Duncan 5%.

C/N rasio

Aplikasi bokashi tidak berpengaruh nyata terhadap C/N pada 60 HSI. C/N rasio termasuk dalam kriteria rendah yaitu berkisaran 7,40-9,93 (Tabel 5). C/N rasio tanah hasil analisis dasar (Tabel 1) menunjukkan kriteria sangat rendah. Setelah aplikasi bokashi pada 30 dan 60 HSI mengalami peningkatan dari kriteria sangat rendah menjadi rendah. Perlakuan O₂ + ½ A (30 HSI) dan O₄ + ½ A (60 HSI) memberikan nilai C/N rasio tertinggi yaitu 8,98 dan 9,93. Rendahnya C/N rasio bokashi (kurang dari kisaran 15-25) yang digunakan dalam penelitian menyebabkan C/N rasio dalam tanah setelah diaplikasikan bokashi juga masih memiliki kriteria rendah.

Tabel 5. C/N rasio tanah akibat aplikasi bokashi

Perlakuan	Rerata C/N Rasio	
	30 HSI	60 HSI
O ₀	7,82	9,64 b
O ₁ + ½ A	7,87	7,70 a
O ₂ + ½ A	8,98	8,78 ab
O ₃ + ½ A	7,95	8,40 ab
O ₄ + ½ A	8,87	9,93 b
O ₅ + ½ A	8,24	7,40 ab
O ₆ + ½ A	8,16	8,79 ab

Keterangan: Angka pada kolom yang sama, yang diikuti huruf sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada Uji Duncan 5%.

N-total tanah

Aplikasi bokashi berpengaruh nyata terhadap N-total tanah pada 30 HSI dan 60 HSI. N-total termasuk kriteria rendah hingga sedang pada 30 dan 60 HSI yaitu dalam kisaran 0,18%-0,24% (Tabel 6). N-total pada perlakuan O₀ berbeda nyata dengan perlakuan O₅ + ½ A, O₆ + ½ A pada 30 dan 60 HSI. N-total tertinggi terdapat pada perlakuan O₆ + ½ A (30 HSI) dan O₅ + ½ A (60 HSI). Dibandingkan dengan perlakuan kontrol, perlakuan bokashi mampu meningkatkan N-total dalam tanah. Hal ini disebabkan bokashi yang diteliti memiliki konsentrasi C dan N sebesar 16,24% dan 1,23% yang lebih tinggi dibandingkan bokashi yang diteliti oleh Suriadikarta dan Setyorini (2006), Velasco *et al.* (2014), dan Solis *et al.* (2016).

Tabel 6. Pengaruh aplikasi bokashi terhadap N-total pada 30 dan 60 HSI

Perlakuan	Rerata N-total (%)	
	30 HSI	60 HSI
O ₀	0,21 a	0,18 a
O ₁ + ½ A	0,21 a	0,20 abc
O ₂ + ½ A	0,20 a	0,19 ab
O ₃ + ½ A	0,22 ab	0,20 abc
O ₄ + ½ A	0,22 ab	0,18 ab
O ₅ + ½ A	0,24 bc	0,22 c
O ₆ + ½ A	0,24 c	0,21 bc

Keterangan: Angka pada kolom yang sama, yang diikuti huruf sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada Uji Duncan 5%.

Nitrat (NO₃⁻)

Aplikasi bokashi berpengaruh nyata terhadap nilai NO₃⁻ pada 30 dan 60 HSI. NO₃⁻ termasuk

kriteria tinggi hingga sangat tinggi pada 30 dan 60 HSI yaitu dalam kisaran 14,91-65,47 ppm (Tabel 7). Rerata NO₃⁻ tertinggi terdapat pada perlakuan O₄ + ½ A (65,47 ppm) pada 30 HSI dan O₅ + ½ A (39,20 ppm) pada 60 HSI. Perlakuan O₀ berbeda nyata dengan perlakuan O₄ + ½ A dan O₅ + ½ A (30 HSI). Sedangkan pada 60 HSI, O₀ berbeda nyata dengan O₃ + ½ A dan O₅ + ½ A. Sebanding dengan penelitian Boechat *et al.* (2013), menyatakan bahwa aplikasi fermentasi kompos bokashi secara nyata mempercepat proses mineralisasi nitrogen dengan peningkatan mencapai 54% dibandingkan kontrol pada 7-90 HSI. Dengan demikian, proses mineralisasi nitrogen dalam tanah akan meningkat dengan penambahan bokashi dalam tanah.

Tabel 7. Pengaruh aplikasi bokashi terhadap NO₃⁻ pada 30 dan 60 HSI

Perlakuan	Rerata NO ₃ ⁻ (ppm)	
	30 HSI	60 HSI
O ₀	24,96 a	14,91 a
O ₁ + ½ A	36,70 ab	24,61 abc
O ₂ + ½ A	28,73 a	27,99 abc
O ₃ + ½ A	37,55 ab	36,69 bc
O ₄ + ½ A	65,47 c	26,29 abc
O ₅ + ½ A	50,73 bc	39,20 c
O ₆ + ½ A	35,48 ab	22,54 ab

Keterangan: Angka pada kolom yang sama, yang diikuti huruf sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada Uji Duncan 5%.

Gambar 1. menunjukkan bahwa semua perlakuan dosis bokashi meningkatkan nilai NO₃⁻ pada 30 HSI, dan menurun pada 60 HSI.

Gambar 1. Dinamika NO₃⁻ pada berbagai perlakuan dosis bokashi

Penurunan NO_3^- ini disebabkan penurunan aktivitas bakteri. Bakteri nitrifikasi (*Nitrosomonas* dan *Nitrobacter*) bekerja optimum pada pH 7-8 sehingga terjadi proses oksidasi lengkap dari amonia menjadi nitrat (Bhaskar dan Chryulu, 2005; dan Gee, *et al.*, 2014).

P-tersedia

Aplikasi bokashi tidak berpengaruh nyata terhadap P-tersedia pada 30 HSI tetapi berpengaruh nyata pada 60 HSI. Nilai P-tersedia dalam tanah termasuk kriteria sangat tinggi dengan kisaran 120,5-168,1 ppm P (Tabel 8).

Tabel 8. Pengaruh aplikasi bokashi terhadap P-tersedia pada 30 dan 60 HSI

Perlakuan	Rerata P-tersedia tanah (ppm P)	
	30 HSI	60 HSI
O ₀	144,3	141 c
O ₁ + ½ A	145,5	142,6 c
O ₂ + ½ A	143,6	120,5 a
O ₃ + ½ A	153,0	121,4 a
O ₄ + ½ A	150,9	125,9 ab
O ₅ + ½ A	166,5	132,2 bc
O ₆ + ½ A	168,1	128,2 ab

Keterangan: Angka pada kolom yang sama, yang diikuti huruf sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada Uji Duncan 5%.

P-tersedia dalam hasil analisis dasar (Tabel 1) menunjukkan kriteria sangat tinggi. Setelah aplikasi bokashi pada 30 dan 60 HSI tetap menunjukkan kriteria sangat tinggi. Rerata P-tersedia tertinggi terdapat pada perlakuan O₆ + ½ A (30 HSI) dan O₁ + ½ A (60 HSI). Perlakuan O₀ berbeda nyata dengan perlakuan O₂ + ½ A, O₃ + ½ A, O₄ + ½ A, dan O₆ + ½ A. Pupuk organik meningkatkan ketersediaan P disebabkan sebagai komponen organik akan melepaskan CO₂ dan konsentrasi CO₂ yang lebih tinggi, dan akan meningkatkan proses dekomposisi mineral fosfat sehingga ketersediaan P dalam tanah akan meningkat pula (Hernandez *et al.*, 2014).

Gambar 2. menunjukkan bahwa semua perlakuan dosis bokashi meningkatkan ketersediaan P pada 30 HSI, dan menurun pada 60 HSI. Hal ini disebabkan aplikasi bokashi mendorong pelepasan P yang terfiksasi oleh Al dan Fe pada tanah masam, sehingga meningkatkan P tersedia dalam larutan tanah. Pengaruh bahan organik terhadap ketersediaan P dapat secara langsung melalui proses mineralisasi atau secara tidak langsung melalui pelepasan P yang terfiksasi. Hasil dekomposisi bahan organik berupa asam-asam organik membentuk ikatan khelasi dengan ion Al dan Fe, sehingga menurunkan kelarutan ion Al dan Fe.

Gambar 2. Dinamika P-tersedia pada berbagai perlakuan dosis bokasi.

Asam-asam organik melepaskan P yang terjerap dan meningkatkan ketersediaan P larutan tanah (Sari *et al.*, 2017).

Sulfat (SO_4^{2-})

Aplikasi bokashi tidak berpengaruh nyata terhadap SO_4^{2-} pada 30 dan 60 HSI. Nilai SO_4^{2-} pada 30 dan 60 HSI termasuk kriteria rendah hingga sedang dengan kisaran 66,99-172,5 ppm (Tabel 9).

Tabel 9. Pengaruh aplikasi bokashi terhadap SO_4^{2-} pada 30 dan 60 HSI

Perlakuan	Rerata SO_4^{2-} Tanah (ppm)	
	30 HSI	60 HSI
O ₀	178,7	67,52
O ₁ + ½ A	158,1	66,99
O ₂ + ½ A	171,1	72,63
O ₃ + ½ A	172,5	94,44
O ₄ + ½ A	159,5	79,58
O ₅ + ½ A	152,1	103,19
O ₆ + ½ A	167,7	71,36

Keterangan: Angka pada kolom yang sama, yang diikuti huruf sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada Uji Duncan 5%.

Nilai SO_4^{2-} hasil analisis dasar (Tabel 1) menunjukkan kriteria rendah. Setelah diaplikasikan bokashi pada pengamatan 30 HSI menunjukkan peningkatan dari rendah menjadi sedang. Nilai SO_4^{2-} dalam tanah tertinggi terdapat pada perlakuan O₀ (30 HSI) dan O₅ + ½ A (60 HSI). Kondisi tanah yang aerob (tidak tergenang) dan masam dapat mendorong pembentukan ion SO_4^{2-} lebih cepat melalui proses mineralisasi senyawa belerang organik yang akan membebaskan H₂S dan teroksidasi menjadi SO_4^{2-} oleh bakteri belerang khemotrof (*Beggiatoa thiothrix*) atau mikroorganisme dari genus *Thiobacillus* (Sari *et al.*, 2017). Adanya kemungkinan faktor ini ditunjukkan pada nilai SO_4^{2-} perlakuan O₀ (30 HSI) yang memiliki nilai SO_4^{2-} lebih tinggi dibandingkan perlakuan lain.

Gambar 3. menunjukkan bahwa semua perlakuan dosis bokashi meningkat pada 30 HSI, kemudian SO_4^{2-} menurun pada 60 HSI. Peningkatan yang terjadi disebabkan adanya penambahan bokashi dengan kandungan SO_4^{2-} (0,26%) yang diaplikasikan ke tanah. Selain itu, penambahan pupuk ZA yang memiliki 24% kadar S dalam bentuk SO_4^{2-} .

Gambar 3. Dinamika SO_4^{2-} pada berbagai perlakuan dosis bokashi.

Hubungan sifat kimia tanah dengan ketersediaan N, P, dan S

Hasil korelasi menunjukkan adanya hubungan atau korelasi antara sifat kimia tanah (pH, C-organik, BO) dengan NO_3^- , P-tersedia, dan SO_4^{2-} . Nilai pH tanah memiliki korelasi kuat dan positif dengan NO_3^- ($r=0,77^*$) pada pengamatan

30 HSI. Sedangkan pada pengamatan 60 HSI, nilai pH berkorelasi sangat kuat dan positif dengan N-total ($r=0,85^*$). Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan pH tanah memiliki hubungan yang berbanding lurus dengan N-total dan NO_3^- dalam tanah. Kyveryga *et al.* (2004), menyatakan bahwa pH tanah merupakan faktor penting yang mempengaruhi

proses nitrifikasi dalam menghasilkan nitrat dalam tanah. Semakin tinggi nilai pH tanah, maka semakin tinggi nitrat yang tersedia dalam tanah. Sebaliknya, semakin rendah pH tanah, maka nitrat yang tersedia juga semakin rendah. pH memberikan pengaruh sebesar 59,28% terhadap NO_3^- , sisanya 40,72% dipengaruhi oleh faktor lain pada 30 HSI. Pada pengamatan 60 HSI, pH memberikan pengaruh sebesar 72% terhadap N-total dan sisanya 28% dipengaruhi oleh faktor lain.

C-organik memiliki korelasi kuat dan positif dengan NO_3^- ($r=0,63^*$), dan P-tersedia ($r=0,78^*$) pada pengamatan 30 HSI. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan C-organik memiliki hubungan yang berbanding lurus dengan NO_3^- , dan P-tersedia dalam tanah. Bahan organik memiliki korelasi sangat kuat dan positif dengan P-tersedia ($r=0,86^*$) dan berkorelasi kuat dengan NO_3^- ($r=0,70^*$) pada pengamatan 30 HSI. Hal ini menunjukkan bahwa BO memiliki hubungan yang berbanding lurus dengan NO_3^- , dan P-tersedia dalam tanah. Hasil dekomposisi bokashi dapat meningkatkan ketersediaan N dan P dalam tanah disebabkan adanya aktivitas mikroorganisme dalam tanah yang menggunakan bahan organik sebagai sumber energi yang dapat mempercepat proses dekomposisi dan reaksi lain (Hernandez *et al.*, 2014). C-organik memberikan pengaruh sebesar 61,21% terhadap P-tersedia. Sedangkan BO mempengaruhi sebesar 49,14% terhadap NO_3^- , dan 73,80% terhadap P-tersedia, sedangkan sisanya sebesar 50,86% dan 26,20% dipengaruhi oleh faktor lain.

Kesimpulan

Aplikasi bokashi meningkatkan pH dan C/N rasio pada 60 HSI (Hari Setelah Inkubasi) dibandingkan kontrol, tetapi tidak berpengaruh nyata terhadap C-organik dan BO dalam tanah. Aplikasi bokashi meningkatkan P-tersedia pada 60 HSI, serta N-total dan NO_3^- pada 30 dan 60 HSI dibandingkan kontrol, tetapi tidak berpengaruh nyata terhadap ketersediaan SO_4^{2-} .

Daftar Pustaka

- Amijaya, M., Pata'dunga, Y. dan Thaha, A.R. 2015. Pengaruh pupuk kandang sapi terhadap serapan posfor dan hasil tanaman bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) varietas lembah palu di entisol Sidera. E-jurnal Agrotekbis 3 (2) : 187-197.
- BALITAN. 2009. Petunjuk Teknis Edisi 2: Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air, dan Pupuk. Balai Penelitian Tanah. Bogor.
- Balitsa. 2013. Budidaya Bawang Merah dalam balitsa.litbang.pertanian.go.id/ind/index.php/berita-terbaru/171-budidaya-bm.html . Diakses pada tanggal 30 Desember 2017.
- Bhaskar, K.V. and Charyulu, P.B.B.N. 2005. Effect of environmental factors on nitrifying bacteria isolated from the rhizosphere of *Setaria italica* (L.) Beauv. African Journal of Biotechnology 4 (10): 1145-1146.
- Boechat, C.L., Santos, J.A.G. and de Accioly, A.M.. 2013. Net mineralization nitrogen and soil chemical changes with application of organic wastes with 'fermented bokashi compost'. Acta Scientiarum Agronomy 35 (2) : 257-264.
- Gee, C.S., Preffer, J.T. and Suidan, M.T. 2014. Nitrosomonas dan Nitrobacter interactions in biological nitrification. *Journal of Environmental Engineering* 1 (4): 4-17.
- Hernandez, M.I.S., Alvarez, R.G., M.del Cruz, C.R., Solis, J.D.A., Fernandez, J.M.P. and Garcia, C.F.O. 2014. The Influence of organic fertilizers on the chemical properties of soil and the production of *Alpinia purpurata*. Ciencia e Investigación Agraria 41 (2) : 215-224.
- Irawan, H.S. 2012. Teknik Pembuatan Pupuk Bokashi. Jakarta: DANIDA. pp.8-13.
- Kaya, E. 2012. Pengaruh pemberian bokashi ela sagu dan pupuk ABG bunga-buah terhadap N-tersedia, serapan-N, serta hasil tanaman jagung (*Zea mays* L.) pada Inceptisol. Jurnal Budidaya Pertanian 8 (2) : 89-94.
- Kusuma, M.E. 2012. Pengaruh beberapa jenis pupuk kandang terhadap kualitas bokashi. Jurnal Ilmu Hewani Tropika 1 (2) : 41-46.
- Kyveryga, P.M., Blackmer, A.M., Ellsworth, J.W. and Isla, R. 2004. Soil pH effects on nitrification of fall-applied anhydrous ammonia. Soil Science Society of America Journal 68 : 545-551.
- Muyassir, Sufardi, dan I. Saputra. 2012. Perubahan sifat fisika inceptisol akibat perbedaan jenis dan dosis pupuk organik. Jurnal Lentera 12 (1) : 1-8.
- Sari, M.N., Sudarsono, dan Darmawan. 2017. Pengaruh bahan organik terhadap ketersediaan fosfor pada tanah-tanah kaya Al dan Fe. Buletin Tanah dari Lahan 1(1) : 65-71.
- Solis, J.D.A., Nunez, J.A.M., Martinez, N.S.L. Albores, J.C. and Miceli, F.A.G. 2016. Effect of bokashi and vermicompost leachate on yield and quality of pepper (*Capsicum annuum*) and onion (*Allium cepa*) under monoculture and intercropping cultures. Ciencia E-Investigacion Agraria 43 (2) : 243-252.

- Suriadikarta, D.A. dan Setyorini, D. 2016. Pupuk Organik dan Pupuk Hayati. Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Bogor.
- Velasco, D.A.G., Solis, J.D.A., Valdiviezo, V.M.R., Archila, M.A., Molina, J.A.M., Miguel, A., Joaquin, A., Montes-Molina, L. Dendooven, and Miceli, F.A.G. 2014. Enzymatic activities in soil cultivated with coffee (*Coffea arabica* L. cv. 'Bourbon') and amended with organic material. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 45 : 2529-2538.
- Wijayanto, Zulfikar, T., Tufaila, M., Sarman, A.M. and Zamrun, M. 2016. Influence of bokashi on soil chemical properties, soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) yield compnents and production. *WSEAS Transactions on Biology and Biomedicine* 13 : 134-141.
- Yuliana, A.I., Sumarni, T. and Islami, T. 2015 Application of bokashi and sunn hemp (*Crotalaria juncea* L.) to improve inorganic fertilizer efficiency on maize (*Zea mays* L.). *Journal of Degraded and Mining Lands Mangement* 3 (1) : 433-438.