

PENGARUH PUPUK ORGANIK KAYA HARA SANTAP NM1 DAN SANTAP NM2 TERHADAP PERTUMBUHAN DAN HASIL KEDELAI PADA TANAH VERTISOL

The Influence of Formulated Organic Fertilizer Santap NM1 and Santap NM2 on the Growth and Yield of Soybean at Vertisol

Siti Muzaiyanah, Afandi Kristiono, dan Subandi ¹⁾

ABSTRAK

Di Indonesia, rata-rata produktivitas kedelai Indonesia yang sebagian besar diusahakan pada lahan non-masam masih rendah. Hal ini disebabkan antara lain kesuburan atau kandungan hara dalam tanah rendah. Oleh karenanya pemupukan yang sesuai merupakan salah satu upaya penting yang harus mendapat perhatian dalam meningkatkan produktivitas kedelai nasional. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh pupuk organik kaya hara Santap NM1 dan Santap NM2 beserta kombinasinya dengan pupuk anorganik (Phonska ber kandungan 15% N, 15% P₂O₅, 15% K₂O, dan 10% S) dalam memperbaiki pertumbuhan dan hasil kedelai pada tanah Vertisol. Penelitian dilaksanakan di Kebun Percobaan Ngale (Ngawi, Jawa Timur), mulai bulan Februari hingga April 2012. Percobaan menggunakan 12 perlakuan pemupukan (meliputi beberapa jenis, takaran, dan kombinasi pupuk) disusun dalam rancangan acak kelompok dengan tiga ulangan. Pada tanah Vertisol, penggunaan pupuk Santap NM1 dan Santap NM2 baik secara terpisah maupun yang dikombinasikan dengan pupuk anorganik (Phonska) meningkatkan jumlah bintil akar efektif, kandungan klorofil dalam daun, dan tinggi tanaman kedelai varietas Anjasmoro. Hal ini juga meningkatkan jumlah polong isi per tanaman, bobot 100 biji, dan hasil biji kedelai. Penggunaan pupuk organik Santap NM1 atau Santap NM2 pada takaran 1.500 kg/ha mampu menggantikan 50% takaran pupuk anorganik NPKS, setara dengan 150 kg Phonska dan memberi hasil kedelai 2,21–2,56 t/ha.

Kata kunci: Pupuk organik, Santap NM, kedelai, *Glycine soya*, Vertisol

ABSTRACT

In Indonesia, the average productivity of soybean which mostly grown on non-acid soils is low.

¹⁾ Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi Kotak Pos 66 Malang Telp. (0341) 801468, Fax: 0341-801496; e-mail: muzayanahid@yahoo.com

Naskah diterima 31 Juli 2015; disetujui untuk diterbitkan tanggal 31 September 2015.

Diterbitkan di Buletin Palawija Vol. 13 No. 1:74–82.

It is partly because the low soil fertility or nutrient content, so that proper fertilization is important in increasing soybean productivity. The objective of this study was to determine the effect of organic fertilizer Santap NM1 and Santap NM2 and its combination with inorganic fertilizer (Phonska, containing 15% N, 15% P₂O₅, 15% K₂O, dan 10% S) in improving the growth and yield of soybean on Vertisol soil. The research was done from February until April 2012 at Ngale experimental station (Ngawi, East Java). The experiment was using 12 variation of fertilization treatments (kind, rates, and combinations of fertilizer) and laid in a randomized block design and three replications. On Vertisol, the application of organic fertilizer Santap NM1 and Santap NM2 individually or in combination with inorganic fertilizer increased the number of effective root nodule, chlorophyll content, and plant height. As consequently, improving these variables also affect in the increase of the number of filled pods, weight of 100 grains, and soybean yield. Application of organic fertilizer Santap NM1 and NM2 at the rate of 1,500 kg/ha was able to substitute the use of 50% inorganic fertilizer NPKS equal with 150 kg Phonska, and gave soybean grain yield of 2,21–2,56 t/ha.

Keywords: organic fertilizer, Santap NM, soybean, *Glycine soya*, Vertisol

PENDAHULUAN

Permasalahan mendasar yang dihadapi dalam produksi kedelai di Indonesia adalah areal panen tidak luas yakni hanya sekitar 459–723 ribu ha dengan rata-rata produktivitas nasional yang masih rendah yaitu 1,30–1,38 t/ha (BPS 2011). Petani kurang berminat untuk menanam kedelai sebab berusaha tani kedelai kurang bahkan tidak menguntungkan. Untuk memecahkan permasalahan tersebut, dari segi teknis upaya yang harus dilakukan adalah meningkatkan produktivitas dan atau menurunkan biaya produksi agar keuntungannya meningkat. Sehubungan dengan hal ini, maka perlu dicari komponen teknologi dan rakitan teknologi budidaya yang semakin produktif dan efisien.

Di Indonesia sekarang telah tersedia sejumlah varietas unggul kedelai yang dilepas setelah tahun 2000 dengan potensi hasil 2,5–3,4 t/ha (Balitkabi 2008). Namun demikian masih terjadi kesenjangan antara potensi hasil varietas dan rata-rata hasil kedelai nasional, sebagian disebabkan oleh kesuburan tanah rendah dan input pupuk yang digunakan petani belum sesuai dengan kebutuhan atau kesuburan tanahnya.

Kini ketergantungan petani terhadap penggunaan pupuk anorganik sangat besar. Dari segi pupuk, di samping jenis dan takaran, pupuknya harus disesuaikan dengan kebutuhan. Hal lain yang perlu diperhatikan adalah ke depan petani potensial akan menghadapi kesulitan dalam pengadaan pupuk, khususnya pupuk anorganik, sebab pemerintah terus berupaya mengurangi subsidi harga pupuk anorganik, sehingga perlu meningkatkan penggunaan pupuk organik. Peningkatkan penggunaan pupuk organik selain mengurangi ketergantungan pada pupuk anorganik buatan pabrik, juga untuk memperbaiki lahan-lahan pertanian yang terbukti telah banyak mengalami kemunduran kesuburan karena kandungan bahan organiknya sangat rendah yakni kandungan C-organiknya kurang dari 2,0%, sedangkan untuk memperoleh produktivitas tanaman yang optimal dibutuhkan kandungan C-organik lebih besar 2,5% (Suriadikarta dan Simanungkalit 2006). Menyadari hal ini, maka perlu dicari dan dikembangkan jenis pupuk lain yang dapat menggantikan atau mengurangi penggunaan pupuk anorganik, di antaranya adalah pupuk organik. Pupuk organik dapat meningkatkan P tersedia dan K-dapat ditukar (K-dd) dalam tanah (Sarno 2009), meningkatkan Kapasitas Tukar Kation (KTK) tanah (Anggraini *et al.* 2009) dan mengurangi serapan ion logam berat (Pb) oleh tanaman (Hayati 2010). Pupuk organik meningkatkan keanekaragaman dan aktivitas populasi mikrobial tanah, memperbaiki struktur tanah dan pertukaran hara serta banyak perubahan lain yang berkaitan dengan perbaikan sifat fisika, kimia dan biologi tanah selain sebagai sumber hara (Albiach *et al.* 2000; Ferreras *et al.* 2006; Mugwe *et al.* 2007; Xu *et al.* 2008; Chiezey and Odunze 2009; Pan *et al.* 2009; Bandyopadhyay *et al.* 2010; Passos *et al.* 2014).

Pupuk kandang sapi dan ayam sebagai dua sumber daya pupuk organik yang paling potensial (Hartatik dan Widowati 2006) dapat diproduksi oleh dan/atau dekat dengan petani. Kelemahan pupuk organik antara lain untuk memper-

oleh pertumbuhan dan hasil panen kedelai yang memadai, pupuk organik diperlukan dalam jumlah besar, yakni 5–11 t/ha (Munir 1991; Adimiharja *et al.* dalam Hartatik & Widowati 2006), sehingga dalam penerapannya menghadapi permasalahan dalam pengadaan, pengangkutan, dan aplikasinya sebab banyak membutuhkan tenaga dan biaya. Sehubungan dengan itu, penggunaan pupuk organik kaya hara yang mengandung unsur hara lebih tinggi daripada pupuk kandang sapi dan ayam untuk mengurangi jumlah kebutuhan pupuk organik merupakan solusi untuk mengatasi permasalahan tersebut.

Dalam hal penyebaran areal panen, sebagian besar areal tanaman kedelai berada pada wilayah yang lahannya didominasi lahan kering non-masam ($\text{pH} \geq 6,0$), seperti tercermin dari penjumlahan areal panen di Jawa, Sulawesi, Bali, Nusa Tenggara Barat, dan Nusa Tenggara Timur yang sebesar 570.623 ha (BPS 2011). Oleh karena itu, maka upaya peningkatan produktivitas kedelai pada tanah non-masam harus mendapat perhatian yang besar. Tanah Vertisol atau Grumusol adalah tanah non-masam yang penyebarannya luas dan banyak digunakan untuk pengembangan komoditas pangan, termasuk kedelai.

Balitkabi telah merakit dua formulasi pupuk organik kaya hara (“Santap NM1” dan “Santap NM2”) yang diperuntukkan bagi lahan non masam (lahan sawah maupun lahan kering) sebagai lahan pertanaman kedelai utama di Indonesia. Keefektifan kedua pupuk Santap NM tersebut perlu diujikan pada berbagai lahan baik pada lahan sawah maupun lahan kering non masam antara lain Vertisol atau Grumusol. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh pupuk organik Santap NM1 dan Santap NM2 beserta kombinasinya dengan pupuk anorganik dalam meningkatkan pertumbuhan dan hasil kedelai pada tanah Vertisol.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan pada lahan kering bertanah Vertisol (Grumusol) di kebun percobaan Ngale, Kabupaten Ngawi pada musim hujan kedua (MH 2) yang berlangsung dari bulan Februari sampai April tahun 2012. Lokasi penelitian ditetapkan di Ngawi (Jawa Timur) dengan pertimbangan: (1) Jawa Timur menempati urutan pertama sebagai penghasil kedelai Nasional (BPS 2011), serta (2) Ngawi adalah salah satu kabupaten sentra produksi kedelai

di Jawa Timur (BPS Provinsi Jawa Timur, 2010), dan banyak dijumpai tanah Vertisol atau Grumusol.

Percobaan disusun berdasarkan Rancangan Acak Kelompok dengan 12 perlakuan pemupukan, dan setiap perlakuan diulang tiga kali. Perlakuan pemupukan adalah sebagai berikut: 1) Tanpa pupuk (kontrol); 2) Phonska (15% N, 15% P₂O₅, 15% K₂O, 10% S) 300 kg/ha (merupakan rekomendasi umum untuk pemupukan kedelai); 3) Pupuk kandang kotoran sapi 5.000 kg/ha; 4) Pupuk kandang kotoran ayam 3.000 kg/ha; 5) Pupuk organik Santap NM1 1.500 kg/ha; 6) Pupuk organik Santap NM1 1.500 kg/ha + Phonska 150 kg/ha; 7) Pupuk organik Santap NM1 2.500 kg/ha; 8) Pupuk organik Santap NM1 2.500 kg/ha + Phonska 150 kg/ha; 9) Pupuk organik Santap NM2 1.500 kg/ha; 10) Pupuk organik Santap NM2 1.500 kg/ha + Phonska 150 kg/ha; 11) Pupuk organik Santap NM2 2500 kg/ha; dan 12) Pupuk organik Santap NM2 2.500 kg/ha + Phonska 150 kg/ha. Pupuk kandang sapi yang digunakan dalam percobaan ini berasal dari sapi pedaging/penggemukan dan pupuk kandang ayam bersumber dari ayam petelur.

Lahan penelitian dipersiapkan dengan cara dibajak dua kali dengan menggunakan traktor tangan, dan kemudian secara manual (dengan cangkul) permukaan tanah diratakan. Selanjutnya pada lahan tersebut dibuat plot-plot percobaan dengan ukuran 3 m x 4 m. Kedelai varietas Anjasmoro ditanam dengan jarak 40 cm x 15 cm, 2-3 benih per lubang. Aplikasi pupuk kandang (pk) sapi maupun ayam dilakukan dengan cara dilarik di samping barisan tanaman bersamaan dengan waktu tanam. Aplikasi

pupuk organik kaya hara Santap NM1 dan Santap NM2 dilakukan dengan sistem tugal di samping lubang tanam, yang juga diberikan pada saat tanam. Aplikasi pupuk Phonska dilakukan dengan sistem tugal di samping tanaman dan diberikan pada 7 HST. Pengendalian gulma dilakukan dua kali yaitu pada saat tanaman berumur dua minggu dan empat minggu setelah tanam. Pengendalian hama dilakukan secara optimal sesuai dengan kondisi di lapangan.

Variabel yang diamati meliputi: analisis tanah sebelum tanam (pH, C-organik, N-total, P-tersebut, K-dapat ditukar (K-dd), Na-dd, Ca-dd, Mg-dd, dan Kapasitas Tukar Kation (KTK); serta komposisi kimia/kandungan hara pupuk Santap NM1, Santap NM2, pupuk kandang sapi, dan pupuk kandang ayam (pH, C-organik, dan total kandungan N, P, K, dan S), kandungan khlorofil daun pada saat tanaman berumur 45 HST dan 60 HST (menggunakan klorofilmeter SPAD-502), jumlah bintil akar efektif pada saat tanaman berumur 45 HST, tinggi tanaman umur 45 HST dan 60 HST, jumlah polong isi saat panen, bobot 100 biji kering, dan hasil biji kering.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sifat Kimia Tanah Lokasi Penelitian

Hasil analisis sifat kimia tanah Vertisol lapisan atas (0–20 cm) lokasi penelitian (petak percobaan) menunjukkan bahwa tanah mempunyai pH (H₂O) 6,74, sehingga reaksi tanahnya tergolong netral (Tabel 1). Kandungan C-organik sebesar 1,35%, ini tergolong rendah. Bahan organik merupakan sumber utama hara N dalam tanah, karena kandungan bahan orga-

Tabel 1. Sifat kimia tanah (Vertisol) lapisan atas (0–20 cm) di KP Ngale (Ngawi), MH 2 2012.

Sifat kimia [*]	Metode Analisis/Ekstraktan	Hasil analisis	
		Data	Status ^{**}
pH-H ₂ O (tanah:H ₂ O)	1:5	6,74	Netral
C-organik (%)	Kurmis	1,35	Rendah
N-Total (%)	Micro Kjeldahl	0,16	Rendah
P ₂ O ₅ -tersedia (ppm)	Bray 1 (<i>Spectro photometer</i>)	9,52	Sedang
K-dd (me/100g)	1 N NH ₄ OAC pH 7 (<i>Flame photometer</i>)	0,29	Rendah
Ca-dd (me/100g)	1 N NH ₄ OAC pH 7 (<i>Atomic Absortion</i>)	52,5	Sangat tinggi
Mg-dd (me/100g)	1 N NH ₄ OAC pH 7 (<i>Atomic Absortion</i>)	7,22	Tinggi
KTK (me/100g)	1 N NH ₄ OAC pH 7	75,90	Sangat tinggi

Keterangan: ^{*} -dd (-dapat ditukar); KTK: Kapasitas Tukar Kation.

niknya (C-organik) rendah maka kandungan N (N-Kjeldahl) dalam tanah juga rendah, yakni 0,16%. Kandungan P-tersedia (Bray-1) yang sebesar 22,4 ppm (P_2O_5) tergolong sedang, sementara kandungan Ca-dd dan Mg-dd tergolong sangat tinggi yaitu berturut-turut 52,50 dan 7,22 me/100 g, serta kandungan K-dd tergolong rendah yakni 0,29 me/100 g tanah. Nilai Kapasitas Tukar Kation (KTK) tanah tergolong sangat tinggi dengan nilai 75,90 me/100 g tanah. Hasil analisis contoh tanah tersebut menunjukkan bahwa tanah lokasi penelitian tergolong kurang subur.

Masalah keharaan yang dihadapi di antaranya: (a) kekurangan N, jika tanaman kedelai tidak cukup membentuk bintil akar yang efektif memfiksasi N_2 -udara, serta (b) kekurangan K. Selain kandungan K-dd tergolong rendah juga penyerapan K oleh akar menjadi terhambat mengingat tingkat kejenuhan K-dd pada kompleks pertukaran rendah (0,38%) atau K-dd relatif kuat diikat pada kompleks pertukaran tanah karena nilai KTK tanah tergolong sangat tinggi, dan penyerapan ion K dihambat oleh ion Ca dan Mg karena kandungan Ca-dd dan Mg-dd tergolong sangat tinggi (Sudarman 1987).

Kandungan Hara Pupuk Organik

Hasil analisis komposisi kimia/kandungan hara pupuk organik Santap NM1, Santap NM2,

pupuk kandang Sapi, dan pupuk kandang Ayam disajikan pada Tabel 2. Pupuk Santap NM1 bereaksi netral (pH 6,90), sedangkan pupuk Santap NM2 bereaksi masam (pH 5,25). Nilai pH Santap NM2 lebih rendah daripada Santap NM1, karena dalam pembuatan Santap NM2 lebih banyak menggunakan belerang atau lebih tinggi mengandung sulfat (SO_4) (Harsono 2012). Nilai pH pupuk Santap NM (Santap NM1 dan Santap NM2) lebih rendah daripada pupuk kandang Sapi maupun pupuk kandang Ayam berturut-turut pH-nya 6,75 dan 7,63. Kandungan N-total Santap MM2 adalah 2,49%, lebih tinggi daripada Santap NM1 yang sebesar 1,64%.

Pada suasana masam (Santap NM2) kecepatan perombakan bahan organik dan peluang kehilangan $N-NH_3$ akan lebih rendah daripada suasana netral (Santap NM1), sehingga kandungan N-total pada Santap NM2 lebih tinggi daripada Santap NM1. Karena pH-nya netral dan masam maka pupuk Santap NM1 dan Santap NM2 diharapkan sesuai untuk lahan non masam (netral hingga basis) yang potensial banyak dijumpai pada tanah yang berkembang dari batuan induk kapur, di antaranya tanah Vertisol (Grumusol).

Pupuk Santap NM1 dan Santap NM2 cukup tinggi mengandung N total (berturut-turut 1,64 dan 2,49%), P_2O_5 total (5,31 dan 5,35%), dan K_2O total (1,71 dan 1,93%). Imbangan kan-

Tabel 2. Komposisi kimia atau kandungan hara pupuk organik Santap-NM, MH II 2012.

No.	Macam analisis kimia atau kandungan hara	Hasil analisis			
		Santap NM1	Santap NM2	Pupuk Kandang Sapi ^{*)}	Pupuk Kandang Ayam ^{**)}
1	pH- H_2O (1:5)	6,90	5,25	6,75	7,63
2	C-organik (%)	10,07	14,12	15,51	11,38
3	N-total (%)	1,64	2,49	1,84	1,47
4	C/N-ratio	6,14	5,70	8,43	7,74
5	P_2O_5 -total (%)	5,31	5,35	3,89	6,80
6	K_2O -total (%)	1,71	1,93	1,35	0,90
7	CaO-total (%)	1,93	0,94	0,59	10,72
8	MgO-total (%)	0,77	0,57	0,62	0,33
9	SO_4 -total (%)	6,32	12,75	1,92	3,09
10	Fe-total (ppm)	7.653	6.000	6.769	998
11	Zn-total (ppm)	545	430	145	910

^{*)} Sapi penggemukan dengan pakan utama jerami padi ditambah Urea + Polar (bekatul gandum).

^{**)} Ayam petelur, pembesaran (*grower*).

dungan C-organik dan N-total atau C/N-ratio yang nilainya 6,14 dan 5,70 menunjukkan bahwa pemberian pupuk Santap NM1 dan Santap NM2 ke dalam tanah dari pertimbangan kemungkinan terjadinya immobilisasi N-tersedia dalam tanah adalah sangat aman, karena tidak akan menyebabkan immobilisasi N-tersedia dalam tanah oleh mikrobia, sehingga pemberian pupuk Santap NM1 maupun Santap NM2 sejak awal tidak mengganggu ketersediaan N bagi dan penyerapan N oleh tanaman. Dibandingkan dengan pupuk kandang sapi, pupuk organik Santap NM lebih tinggi mengandung N (khusus untuk Santap NM2), SO_4 , P_2O_5 , dan K_2O (Santap NM1 maupun Santap NM2). Kandungan N, K_2O , MgO, dan Fe pupuk Santap NM1 dan Santap NM2 juga lebih unggul dibanding pupuk kandang ayam (Tabel 2).

Pertumbuhan dan Hasil Tanaman

Pemberian pupuk anorganik-NPKS Phonska (15% N, 15% P_2O_5 , 15% K_2O , 10% S) dan organik pupuk kandang sapi, pupuk kandang ayam, serta pupuk organik kaya hara Santap NM1 maupun Santap NM2 pada takaran dan kombinasi seperti pada perlakuan secara umum mampu meningkatkan tinggi tanaman (Tabel 3) dan kandungan klorofil daun (Tabel 4), khususnya pada umur 60 HST. Pemberian

pupuk organik kaya hara Santap NM2 pada takaran 1.500 kg/ha mampu memberikan pengaruh yang sama dengan pemupukan 300 kg Phonska/ha, 5.000 kg/ha pupuk kandang sapi, dan 3.000 kg/ha pupuk kandang ayam terhadap tinggi tanaman dan kandungan klorofil daun kedelai umur 60 HST. Pemberian pupuk kandang sapi 5.000 kg/ha, pupuk kandang ayam 3.000 kg/ha, serta pupuk organik kaya hara Santap NM1 dan Santap NM2 pada takaran 1.500 dan 2.500 kg/ha baik yang dikombinasikan maupun tidak dengan pemberian 150 kg Phonska/ha meningkatkan jumlah bintil akar efektif (Tabel 4). Hasil ini sejalan dengan penelitian Devi *et al.* (2013) yang mengamati adanya peningkatan jumlah bintil akar per tanaman, bobot kering bintil, tinggi tanaman, dan jumlah polong tanaman kedelai yang mendapat perlakuan kombinasi pupuk organik dan anorganik. Hasil penelitian yang sama juga dilaporkan Babhulkar (2000); Hati *et al.* (2006) dan Bandyopadhyay *et al.* (2010). Bacaan kandungan klorofil tersebut sejalan dengan data kandungan N dalam daun seperti yang disajikan pada Tabel 5. Jumlah bintil akar efektif per tanaman berkorelasi positif dengan kandungan klorofil daun umur 60 HST ($r=0,59^*$) sedangkan kandungan klorofil daun umur 60 HST berkorelasi positif dengan kadar N daun ($r=0,73^{**}$) (Gambar 1).

Tabel 3. Pengaruh pemberian macam, takaran, dan kombinasi pupuk pada tanah Vertisol terhadap tinggi tanaman kedelai Anjasmoro umur 45 dan 60 HST. Ngawi, MH II 2012.

No.	Macam, takaran, dan kombinasi pupuk (kg/ha)					Tinggi tanaman (cm)**)	
	Santap NM1	Santap NM2	Pk. Sapi	Pk. Ayam	NPKS (Phonska) ^{*)}	Umur 45 HST	Umur 60 HST
1	–	–	–	–	–	40,6 e	46,5 d
2	–	–	–	–	300 (100%)	56,7 abc	70,4 a
3	–	–	5000	–	–	55,5 abc	67,5 ab
4	–	–	–	3000	–	60,4 a	68,9 a
5	1500	–	–	–	–	49,0 cde	58,7 bc
6	1500	–	–	–	50%	58,5 ab	69,6 a
7	2500	–	–	–	–	45,1 de	52,8 cd
8	2500	–	–	–	50%	49,8 bcde	65,2 ab
9	–	1500	–	–	–	51,5 abcd	66,6 ab
10	–	1500	–	–	50%	53,3 abcd	65,7 ab
11	–	2500	–	–	–	47,9 cde	59,2 bc
12	–	2500	–	–	50%	57,2 abc	67,4 ab

^{*)} Phonska: mengandung 15% N, 15% P_2O_5 , 15% K_2O , dan 10% S.

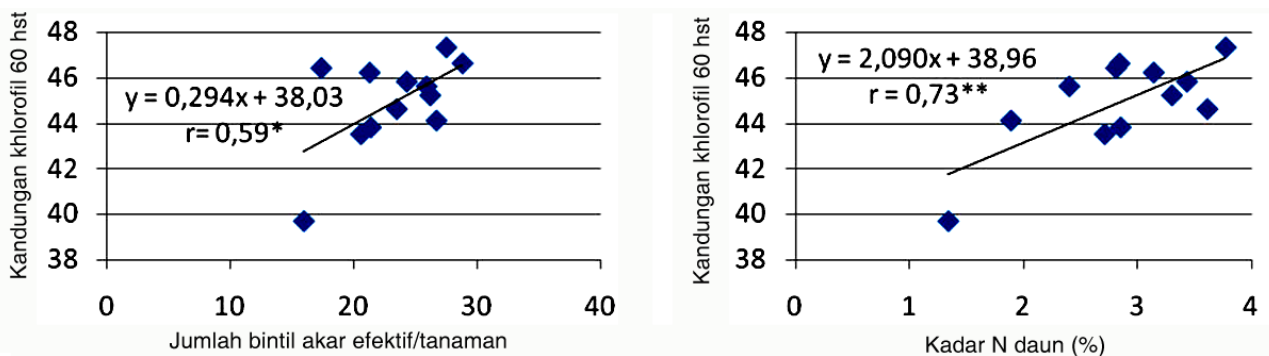
^{**)} Data dalam kolom yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut uji BNT 5%.

Tabel 4. Pengaruh pemberian macam, takaran, dan kombinasi pupuk pada tanah Vertisol terhadap jumlah bintil akar efektif kedelai Anjasmoro umur 45 HST serta kandungan klorofil umur 45 HST dan 60 HST. Ngawi, MH 2 2012.

No.	Macam, takaran, dan kombinasi pupuk (kg/ha)					Jumlah bintil akar efektif per tanaman		Klorofil (SPAD, unit)
	Santap NM1	Santap NM2	Pk. Sapi	Pk. Ayam	NPKS (Phonska)*)	Umur 45 HST	Umur 60 HST	
	1	-	-	-	-	-	16,0 f	
2	-	-	-	-	300 (100%)	17,4 ef	33,2 ab	46,4 ab
3	-	-	5000	-	-	28,8 a	33,4 ab	46,6 ab
4	-	-	-	3000	-	25,9 abc	35,2 a	45,6 ab
5	1500	-	-	-	-	26,7 ab	31,8 ab	44,1 ab
6	1500	-	-	-	50%	27,5 a	29,6 bc	47,3 a
7	2500	-	-	-	-	20,6 def	31,1 b	43,5 b
8	2500	-	-	-	50%	23,5 abcd	26,3 c	44,6 ab
9	-	1500	-	-	-	21,3 cde	31,3 ab	46,2 ab
10	-	1500	-	-	50%	24,3 abcd	30,7 b	45,8 ab
11	-	2500	-	-	-	21,4 bcde	30,1 bc	43,8 b
12	-	2500	-	-	50%	26,2 abc	30,0 bc	45,2 ab

*) Phonska: mengandung 15% N, 15% P₂O₅, 15% K₂O, dan 10% S.

**) Data dalam kolom yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut uji BNT 5%.



Gambar 1. Hubungan antara jumlah bintil akar efektif dengan kandungan klorofil daun (kiri), dan kandungan klorofil daun dengan kadar N daun (kanan).

Pada tanah Vertisol di KP Ngale (Ngawi), pemupukan 5.000 kg/ha pupuk kandang sapi, 3.000 kg/ha pupuk kandang ayam, 300 kg/ha Phonska (100% NPKS), dan pupuk kaya hara Santap NM1 maupun Santap NM2 pada takaran 1.500 dan 2.500 kg/ha baik yang tidak maupun yang dikombinasikan dengan 50% NPKS (150 kg/ha Phonska) mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman, jumlah polong isi per tanaman, dan bobot per 100 biji kering, yang pada gilirannya meningkatkan hasil biji kering kedelai (Tabel 6).

Pemberian pupuk organik Santap NM1 maupun Santap NM2 pada takaran 1.500 kg/ha yang dikombinasikan dengan pemberian 150 kg/ha Phonska mampu memberikan hasil biji kedelai setara dengan pemupukan 300 kg/ha Phonska yang memadai dan tidak berbeda nyata dengan hasil pada pemberian pupuk 300 kg/ha Phonska, 5.000 kg/ha pupuk kandang sapi, maupun 3.000 kg/ha pupuk kandang ayam. Penggunaan pupuk organik kaya hara Santap NM1 maupun Santap NM2 mampu menggantikan 50% takaran pupuk anorganik NPKS (150 kg/ha Phonska).

Tabel 5. Pengaruh pemberian macam, takaran, dan kombinasi pupuk terhadap kandungan hara daun kedelai umur 60 HST pada tanah Vertisol. Ngawi, MH 2 2012.

No.	Macam, takaran, dan kombinasi pupuk (kg/ha)					Kandungan hara (%) ^{**}			
	Santap NM1	Santap NM2	Pk Sapi	Pk Ayam	NPKS Phonska [*]	N	P	K	S
1	–	–	–	–	–	1,34	0,18	1,00	0,10
2	–	–	–	–	300 (100%)	2,81	0,25	1,40	0,15
3	–	–	5000	–	–	2,84	0,68	1,50	0,08
4	–	–	–	3000	–	2,40	0,68	2,20	0,09
5	1500	–	–	–	–	1,89	0,35	0,90	0,25
6	1500	–	–	–	50%	3,77	0,28	1,00	0,08
7	2500	–	–	–	–	2,71	0,43	1,00	0,18
8	2500	–	–	–	50%	3,61	0,58	2,00	0,11
9	–	1500	–	–	–	3,14	0,20	0,80	0,08
10	–	1500	–	–	50%	3,43	0,22	1,10	0,13
11	–	2500	–	–	–	2,85	0,27	0,80	0,08
12	–	2500	–	–	50%	3,30	0,25	1,00	0,24

^{*}) Phonska: mengandung 15% N, 15% P₂O₅, 15% K₂O, dan 10% S.

^{**}) Dalam daun termuda membuka penuh (daun ketiga) pada umur 60 HST, contoh daun secara komposit dari tiga ulangan.

Tabel 6. Pengaruh pemberian macam, takaran, dan kombinasi pupuk terhadap jumlah polong isi per tanaman, bobot 100 biji, dan hasil biji kering kedelai Anjasmoro pada tanah Vertisol. Ngawi, MH 2 2012.

No.	Macam, takaran, dan kombinasi pupuk (kg/ha)					Jumlah polong isi/ tanaman ^{**}	Bobot 100 biji kering (g) ^{**}	Hasil biji kering (t/ha) ^{**}
	Santap NM1	Santap NM2	Pk. Sapi	Pk. Ayam	NPKS Phonska [*]			
1	–	–	–	–	–	13,27 e	11,17 c	0,61 e
2	–	–	–	–	300(100%)	37,40 bc	14,15 a	2,69 a
3	–	–	5000	–	–	39,87 bc	13,61 a	2,72 a
4	–	–	–	3000	–	38,87 bc	13,90 a	2,53 ab
5	1500	–	–	–	–	26,93 d	11,92 c	1,39 de
6	1500	–	–	–	50%	36,47 bcd	14,12 a	2,56 ab
7	2500	–	–	–	–	30,23 cd	11,80 c	1,72 cd
8	2500	–	–	–	50%	60,60 a	13,54 a	2,30 abc
9	–	1500	–	–	–	32,13 cd	12,30 bc	1,86 bcd
10	–	1500	–	–	50%	43,83 b	13,29 ab	2,21 abc
11	–	2500	–	–	–	33,30 cd	12,26 bc	1,74 cd
12	–	2500	–	–	50%	34,30 bcd	13,43 ab	2,20 abc

^{*}) Phonska: mengandung 15% N, 15% P₂O₅, 15% K₂O, dan 10% S.

^{**}) Data dalam kolom yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut uji BNT 5%.

KESIMPULAN

Pada tanah Vertisol, penggunaan pupuk organik Santap NM1 dan Santap NM2 baik secara terpisah maupun yang dikombinasikan dengan pupuk anorganik NPKS (Phonska) meningkatkan jumlah bintil akar efektif, kandungan klorofil dalam daun, dan tinggi tanaman kedelai. Selain itu juga meningkatkan jumlah polong isi per tanaman, bobot 100 biji, dan hasil biji kedelai. Penggunaan pupuk organik Santap NM1 maupun Santap NM2 pada takaran 1.500 kg/ha mampu menggantikan 50% takaran pupuk anorganik NPKS, setara dengan 150 kg/ha Phonska, dan memberi hasil kedelai 2,21–2,56 t/ha.

DAFTAR PUSTAKA

- Angraini, D., F. Barchia dan Y. Erfieni. 2009. Hubungan Berat Tandam Buah Segar Kelapa Sawit dengan Ca, Mg dan KTK Tanah pada Ultisol Bengkulu. *Akta Agrosia* 12(2):173–176.
- Albiach, R., R. Canet, F. Pomares, and F. Ingelmo. 2000. Microbial Biomass Content and Enzymatic Activities after the Application of Organic Amendments to a Horticultural Soil. *Bioresource Tech.* 75(1):43–48.
- Babhulkar, P.S., R.M. Wandile, W.P. Badole, and S.S. Balpande. 2000. Residual effect of long-term application of FYM and fertilizers on soil properties (Vertisols) and yield of soybean. *J. of the Ind. Soc. of Soil Sci.* 48 (1):89–92.
- Bandyopadhyay, K.K., A.K. Misra, P.K. Ghosh, and K.M. Hati. 2010. Effect of Integrated Use of Farmyard Manure and Chemical Fertilizers on Soil Physical Properties and Productivity of Soybean. *Soil and Tillage Res.* 110(1):115–25.
- BPS. 2011. Statistik Indonesia. Badan Pusat Statistik Indonesia 2011. 620 hlm.
- BPS Provinsi Jawa Timur. 2010. Provinsi Jawa Timur Dalam Angka. Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Timur. 543 p
- Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian. 2013. Deskripsi Varietas Unggul Kacang-Kacangan dan Umbi-Umbian. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Kementerian Pertanian. 180 hlm.
- Chiezey, U.F., and A.C. Odunze. 2009. Soybean Response to Application of Poultry Manure and Phosphorus Fertilizer in the Sub-Humid Savanna of Nigeria. *J. of Ecol. and Nat. Environ.* 1(2):25–31.
- Dikshit, P.R., Khatik S.K. 2002. Influence of organic manures in combination with chemical fertilizers on seed yield. *Leg. Res.* 25(1):53–56.
- Devi, K.N., T.B. Singh, H.S. Athokpam, and N. Brajendra. 2013. Influence of Inorganic, Biological and Organic Manures on Nodulation and Yield of Soybean (*Glycine max* Merrill L.) and Soil Properties. *Australian J. and Crop Sci.* 7 (9):1407–15.
- Ferreras, L., E. Gomez, S. Toresani, I. Firpo, and R. Rotondo. 2006. Effect of Organic Amendments on Some Physical, Chemical and Biological Properties in a Horticultural Soil. *Bioresource Tech.* 97 (4):635–40.
- Hartatik, W. dan L.R. Widowati. 2006. Pupuk Kandang hlm. 59–82 dalam Simanungkalit R.D.M., et al. (Ed.) Pupuk Organik dan Pupuk Hayati. Balai Besar Litbang Sumberdaya Pertanian. Badan Litbang Pertanian.
- Harsono, A. 2012. Perbaikan komponen teknologi produksi untuk peningkatan produktivitas aneka kacang kacang dan ubi 30–50% dari rata-rata nasional. Laporan Akhir Tahun 2012. Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian. 91 hlm.
- Hati, K.M., K.G. Mandal, A.K. Misra, P.K. Ghosh, and K.K. Bandyopadhyay. 2006. Effect of inorganic fertilizer and farmyard manure on soil physical properties, root distribution, and water-use efficiency of soybean in Vertisols of central India. *Bioresource Tech.* 97:2182–2188.
- Hayati, E. 2010. Pengaruh pupuk organik dan anorganik terhadap kandungan logam berat dalam tanah dan jaringan tanaman selada. *J. Floratek* (5):113–123.
- Jayabal, A., S.P. Palayyappan, S. Chelliah. 2000. Effect of integrated nutrient management techniques on yield attributes and yields of sunflower (*Helianthus annuus*). *Ind. J. Agron.* 45(2):384–386.
- Jones, J.B., Jr.B. Wolf, and H.A. Mills. 1991. Plant Analysis Handbook. Micro-Macro Publ. Inc. 213 pp.
- Munir, R. 1991. Pengaruh pupuk kandang dan pupuk P terhadap pertumbuhan dan hasil kedelai pada tanah Podsolik Merah-Kuning. *Pemberitaan Penelitian Sukarami.* 19:43–45.
- Mugwe, J., D. Mugendi, and J. Kungu. 2007. Effect Of Plant Biomass, Manure and Inorganic Fertiliser On Maize Yield In The Central Highlands Of Kenya. Soil Fertility Decline is Increasingly Viewed as a Critical Problem Affecting Agricultural Productivity and Environmental Welfare in Sub-Saharan Afr. 15 (3):111–26.
- Sulaeman, Suparto dan Eviati, 2005. Petunjuk Teknis Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air, dan Pupuk. Balai Penelitian Tanah. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. 136 hlm.
- Pan, G., P. Zhou, Z. Li, P. Smith, L. Li, D. Qiu, X. Zhang, X. Xu, S. Shen, and X. Chen. 2009. Combined Inorganic/organic Fertilization Enhances N Efficiency and Increases Rice Productivity

- through Organic Carbon Accumulation in a Rice Paddy from the Tai Lake Region, China. *Agric., Ecosystems & Environ.* 131(3–4):274–80.
- Passos, A.M.A.D, P.M. De Rezende, E.R. Carvalho, and A.M. Aker. 2014. Residual Effects of the Organic Amendments Poultry Litter, Farmyard Manure and Biochar on Soybean Crop. *Agric. Sci.* 05:1376–83.
- Sarno, 2009. Pengaruh Kombinasi NPK dan Pupuk Kandang terhadap Sifat Tanah dan Pertumbuhan serta Produksi Tanaman Caisim. *J. Tanah Trop.* 14(3):211–219.
- Sudarman, S. 1987. Kajian pengaruh pemberian kapur pada tanah Ultisol atas kelakuan kalium dan agihan aluminium. Tesis Doktor, Univ. Gadjah Mada. 305 hlm.
- Suyanto, L. Suyanto, M. Soleh, Suwono, D.P. Saraswati, A.G. Pratomo, D. Setyorini, C. Ismail, Marjuki dan Sutrisno. 2001. Pemetaan Kesuburan Tanah Lahan Sawah dan Sistem Produksi Padi di Jawa Timur. Laporan Hasil Penelitian Kerjasama Dinas Pertanian Provinsi Jawa Timur dengan Balai Pengkajian Teknologi Teknologi Pertanian Jawa Timur. 51 hlm.
- Suriadikarta, D.A., dan R.D.M. Simanungkalit. 2006. Pendahuluan *dalam* Pupuk Organik dan Pupuk Hayati. BBSDLP. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. hlm 1–10.
- Xu, M., D. Li, J. Li, D. Qin, Y. Kazuyuki, and Y. Hosen. 2008. Effects of Organic Manure Application with Chemical Fertilizers on Nutrient Absorption and Yield of Rice in Hunan of Southern China. *Agricultural Sciences in China. Chinese Acad. of Agric. Sci.* 7(10):1245–52.
-