

Pertumbuhan, Serapan Hara dan Hasil Kedelai Organik Melalui Aplikasi Pupuk Kandang Sapi

Growth, Nutrient Uptake and Yield of Organic Soybean with Cow Manure Application

Wahyu Arif Sudarsono^{1*}, Maya Melati², dan Sandra Arifin Aziz²

¹Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Halu Oleo
Jl. H.E.A. Mokodompit, Kampus Hijau Bumi Tridharma Anduonohu 93232, Kendari, Indonesia

²Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor
(Bogor Agricultural University), Jl. Meranti, Kampus IPB Dramaga, Bogor 16680, Indonesia

Diterima 30 April 2013/Disetujui 3 Oktober 2013

ABSTRACT

The study aimed to investigate the effect of application rates of cow manure on growth, nutrient uptake and yield of organic soybean. The study was conducted from May to August 2012 in Blora, Central Java, Indonesia. The experiment used randomized complete block design with single factor i.e. cow manure rates consisted of four treatments and four replications. Two organic fertilizers as control treatments were used in the experiment and were compared to the best cow manure treatment using t test. The four cow manure treatments were 0, 7.5, 10, and 15 tons cow manure ha⁻¹ with spacing of 40 cm x 20 cm and two seeds per hole. The two organic control treatments were (1) 7.5 tons sheep manure ha⁻¹ with spacing of 40 cm x 20 cm and two seeds per hole, and (2) 7.5 tons cow manure ha⁻¹ with spacing of 40 cm x 25 cm x 15 cm and one seed per hole. Two tons ha⁻¹ of rice-hull ash was added into all plots. The study showed that the application of 7.5 tons cow manure ha⁻¹ or 7.5 tons sheep manure ha⁻¹ were more efficient in producing organic soybean than other treatments.

Keywords: dry season, grumosol, organic farming, rice-hull ash, sheep manure

ABSTRAK

Percobaan ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh dosis pupuk kandang sapi terhadap pertumbuhan, serapan hara dan hasil kedelai organik. Percobaan dilaksanakan pada bulan Mei hingga Agustus 2012 di Blora, Jawa Tengah, Indonesia. Percobaan ini menggunakan rancangan kelompok lengkap teracak dengan faktor tunggal yaitu dosis pupuk kandang sapi dengan 4 perlakuan dan 4 ulangan. Dua perlakuan pupuk organik sebagai perlakuan pembanding dan dibandingkan dengan perlakuan pupuk kandang sapi terbaik menggunakan uji t. Empat perlakuan pupuk kandang sapi yang digunakan yakni 0, 7.5, 10, 15 ton pupuk kandang sapi ha⁻¹ dengan jarak tanam 40 cm x 20 cm dan 2 benih per lubang tanam. Dua perlakuan pembanding organik yakni (1) 7.5 ton pupuk kandang kambing ha⁻¹ dengan jarak tanam 40 cm x 20 cm dan 2 benih per lubang tanam, dan (2) 7.5 ton pupuk kandang sapi ha⁻¹ dengan jarak tanam 40 cm x 25 cm x 15 cm dan 1 benih per lubang tanam. Dua ton abu sekam ha⁻¹ ditambahkan pada semua petak. Hasil percobaan menunjukkan bahwa aplikasi 7.5 ton pupuk kandang sapi ha⁻¹ atau 7.5 ton pupuk kandang kambing ha⁻¹ lebih efisien diaplikasikan dalam produksi kedelai organik dibandingkan perlakuan lainnya.

Kata kunci: abu sekam, grumosol, musim kemarau, pertanian organik, pupuk kandang kambing

PENDAHULUAN

Seiring dengan perubahan gaya hidup konsumen di Indonesia, permintaan produk pangan organik seperti kedelai semakin meningkat. Saat ini konsumen terutama konsumen menengah ke atas menghendaki produk pangan yang sehat, aman, bernutrisi tinggi dan ramah lingkungan (Melati dan Andriyani, 2005). Peningkatan permintaan produk pangan organik juga terjadi di negara lain seperti Inggris yang laju permintaan produk organiknya lebih besar dibandingkan

produksi sehingga 75% dari total kebutuhan pangan organik diimpor dari negara lain (Rigby *et al.*, 2001).

Penambahan pupuk kandang yang dikombinasikan dengan pupuk kimia sintetis pada tanaman kedelai dapat meningkatkan panjang dan kerapatan akar, luas daun, biomassa, serapan nitrogen (N), produksi biji, efisiensi penggunaan air dan N dan memperbaiki sifat fisik tanah (Bandyopadhyay *et al.*, 2010). Ketersediaan dan keragaman Rhizobium dalam bintil akar kedelai pada lahan pertanian organik lebih tinggi daripada pada lahan konvensional. Input pemupukan, pengendalian hama yang digunakan, tingkat keragaman tanah dan meningkatnya rekombinasi genomik Rhizobium yang dipengaruhi oleh sejarah jenis legum

* Penulis untuk korespondensi. e-mail: wahyoe_as@yahoo.com

yang pernah ditanam berpengaruh terhadap keragaman Rhizobium (Grossman *et al.*, 2011).

Penelitian oleh Melati dan Andriyani (2005) dan Melati *et al.* (2008) menunjukkan bahwa penggunaan jenis pupuk organik yang berbeda pada berbagai tingkatan dosis dan residunya mampu meningkatkan produktivitas kedelai panen muda. Selain itu, Susanti *et al.* (2008) melaporkan bahwa pemberian pupuk kandang dapat memperbaiki sifat tanah seperti pH dan kegemburan tanah.

Penggunaan tanaman penolak organisme pengganggu tanaman (OPT) juga berperan dalam sistem produksi pertanian organik. Penelitian Kusheryani dan Aziz (2006) menunjukkan bahwa kombinasi kedelai organik dengan tanaman *Tagetes erecta* menghasilkan pertumbuhan dan produksi kedelai yang lebih baik dibandingkan kedelai yang diusahakan secara konvensional.

Umumnya lahan pertanian di Blora, Jawa Tengah merupakan lahan tadah hujan dengan curah hujan per tahun rendah hingga sedang sehingga air menjadi faktor pembatas bagi tanaman saat musim kemarau. Sebagian besar (56%) jenis tanah di Blora merupakan tanah grumosol (Pemerintah Kabupaten Blora, 2011). Tanah ini kering dan retak ketika musim kemarau sehingga memiliki kemampuan menahan air yang rendah. Pemberian pupuk organik diharapkan memperbaiki sifat tanah grumosol terutama kemampuan menahan air dan mempermudah akar menembus tanah sehingga mampu mendukung pertumbuhan tanaman secara optimal terutama saat musim kemarau. Selain itu, menurut Bai *et al.* (2006) penambahan pupuk organik dan unsur mineral N dan P dapat meningkatkan toleransi tanaman terhadap kekeringan sehingga mengurangi resiko kehilangan hasil. Namun, saat ini masih sedikit petani di Blora yang menggunakan pupuk organik sebagai penyedia hara utama tanaman, padahal pupuk organik seperti pupuk kandang dari ternak yang mereka miliki dapat dimanfaatkan.

Percobaan dilaksanakan di Blora dengan tujuan untuk mempelajari potensi pengembangan kedelai secara organik, mengingat produksi kedelai di daerah ini rendah. Produksi kedelai di Blora pada tahun 2007 tercatat sebesar 5,805 ton, lebih rendah jika dibandingkan produksi padi dan jagung sebesar 301,972 ton dan 284,730 ton (Pemerintah Kabupaten Blora, 2011). Selain itu, belum pernah dilakukan penelitian kedelai organik di Blora.

Percobaan ini menggunakan jenis pupuk kandang yang banyak tersedia di lokasi percobaan terutama pupuk kandang sapi. Oleh karena itu, percobaan ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh dosis pupuk kandang sapi terhadap pertumbuhan, serapan hara dan hasil tanaman kedelai organik.

BAHAN DAN METODE

Percobaan dilakukan di lahan tadah hujan dengan ketinggian ± 31 m dpl dan rata-rata curah hujan 1,697 mm per tahun (tahun 2003-2011). Percobaan dilaksanakan pada bulan Mei hingga Agustus 2012 di Desa Nglebur, Kecamatan Jiken, Kabupaten Blora, Jawa Tengah. Percobaan ini menggunakan kedelai varietas Anjasmoro, pupuk kandang

sapi, pupuk kandang kambing, abu sekam dan pestisida nabati seperti ekstrak bawang putih (*Allium sativum*), daun sambiloto (*Andrographis paniculata*) dan gamal (*Gliricidia sepium*). Kandungan hara pupuk kandang ditunjukkan pada Tabel 1.

Percobaan ini menggunakan rancangan kelompok lengkap teracak dengan faktor tunggal yaitu dosis pupuk kandang sapi dengan 4 perlakuan dan 4 ulangan. Dua perlakuan pupuk kandang dengan 4 ulangan digunakan sebagai pembanding dan dibandingkan dengan perlakuan pupuk kandang sapi terbaik dengan menggunakan uji t. Perlakuan dosis pupuk kandang sapi yang digunakan yaitu 0, 7.5, 10, 15 ton pupuk kandang sapi ha⁻¹ dengan jarak tanam 40 cm x 20 cm dan 2 benih per lubang tanam (populasi 250,000 tanaman ha⁻¹). Dua perlakuan pembanding yaitu (1) 7.5 ton pupuk kandang kambing ha⁻¹ dengan jarak tanam 40 cm x 20 cm dan 2 benih per lubang tanam (populasi 250,000 tanaman ha⁻¹) dan (2) 7.5 ton pupuk kandang sapi ha⁻¹ dengan jarak tanam 40 cm x 25 cm x 15 cm dan 1 benih per lubang tanam (populasi ± 215,278 tanaman ha⁻¹). Semua perlakuan mendapatkan tambahan abu sekam sebanyak 2 ton ha⁻¹. Masing-masing petak percobaan berukuran 4 m x 8 m. Analisis tanah dilakukan sebanyak dua kali yaitu sebelum dan setelah percobaan. Analisis kandungan N, P dan K daun kedelai dilakukan saat 7 minggu setelah tanam (MST).

Lahan yang digunakan merupakan lahan bekas padi organik pada percobaan sebelumnya dan tidak diolah (tanpa olah tanah) untuk mempertahankan kelembaban tanah selama percobaan. Sisa rumpun padi digunakan sebagai penanda titik tanam kedelai. Pupuk kandang dan abu sekam ditaburkan di atas tanah sesuai dengan perlakuan dan ditutup dengan mulsa jerami padi. Pupuk dan abu sekam tersebut didiamkan selama 2 minggu agar terdekomposisi, kemudian baru dilakukan penanaman.

Sebelum tanam, benih kedelai diinokulasi dengan pupuk hayati yang mengandung Rhizobium dengan dosis 8 g kg⁻¹ benih. Penanaman serai wangi sebagai tanaman penolak OPT dilakukan di setiap sudut petak percobaan mengikuti penelitian Kusheryani dan Aziz (2006). Pemanenan kedelai dilakukan bila sebagian besar daun dari 75% populasi tanaman telah menguning dan gugur, polong dan batang berubah warna menjadi kuning kecokelatan, dan pengisian polong telah maksimal.

Peubah pertumbuhan vegetatif yang diamati meliputi tinggi tanaman, jumlah daun *trifoliolate*, serangan OPT, luas daun, bobot kering tanaman, jumlah bintil akar aktif, kandungan NPK daun dan serapan total NPK tanaman saat 7 MST. Peubah komponen produksi yang diamati meliputi jumlah polong per tanaman, bobot kering brangkas

Tabel 1. Kandungan hara pupuk kandang

Pupuk kandang	Kandungan hara (%)				Rasio C/N
	C	N	P	K	
Sapi	24.57	1.63	0.26	2.80	15.07
Kambing	19.50	0.93	0.17	3.28	20.97

panen per tanaman, bobot 100 biji dan dugaan hasil per hektar. Akibat intensitas serangan hama kepik penghisap polong (*Riptortus linearis*) dan penggerek polong (*Etiella* sp.) selama pengisian polong sangat tinggi (> 50%), maka dugaan hasil per ha dihitung berdasarkan jumlah polong per tanaman, jumlah biji per polong, dan bobot 100 biji dengan asumsi populasi maksimum sebesar 60%.

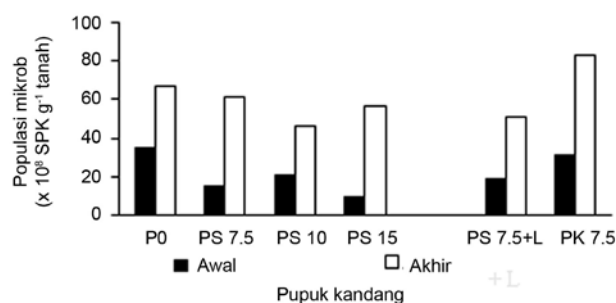
Data perlakuan pupuk kandang sapi dianalisis dengan menggunakan analisis ragam (uji F). Hasil uji F yang nyata kemudian diuji lanjut dengan uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf $\alpha = 5\%$. Data pada perlakuan pupuk kandang sapi terbaik kemudian dibandingkan dengan data perlakuan pembandingan menggunakan uji t pada taraf 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Umum

Curah hujan selama percobaan cukup rendah karena memasuki musim kemarau (0-70 mm per bulan) sehingga dilakukan pengairan menggunakan pompa air. Tanah lahan percobaan merupakan jenis tanah grumosol dengan pH agak masam hingga netral (6.1-6.8). Secara umum terjadi peningkatan nilai pH, kandungan P-tersedia, Ca, Mg, kejenuhan basa dan populasi mikrob tanah pada akhir percobaan, termasuk pada perlakuan tanpa pupuk kandang (Tabel 2 dan Gambar 1). Penambahan pupuk kandang meningkatkan populasi mikrob tanah sebesar 170.6-490.5% dan pada tanpa pupuk sebesar 95.6%. Peningkatan nilai sifat tanah pada perlakuan tanpa pupuk kandang ini diduga akibat dekomposisi bahan organik yakni brangkas jagung dan abu sekam yang diaplikasikan ke dalam tanah pada percobaan sebelumnya. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Melati *et al.* (2008) yang menunjukkan bahwa adanya residu pupuk organik pada musim tanam sebelumnya turut meningkatkan ketersediaan hara tanah.

Hama yang dominan menyerang tanaman selama percobaan antara lain kepik penghisap polong (*Riptortus linearis*) dan penggerek polong (*Etiella* sp.) dan penyakit



Gambar 1. Populasi mikrob tanah sebelum dan setelah percobaan. P0 = tanpa pupuk kandang; PS 7.5 = pukan sapi (7.5 ton ha⁻¹); PS 10 = pukan sapi (10 ton ha⁻¹); PS 15 = pukan sapi (15 ton ha⁻¹); PS 7.5+L = pukan sapi (7.5 ton ha⁻¹, jarak tanam 40 cm x 25 cm x 15 cm; PK 7.5 = pukan kambing (7.5 ton ha⁻¹); SPK = satuan pembentuk koloni

yang menyerang adalah pustul bakteri (*Xanthomonas axonopodis*). Tanaman mulai berbunga ketika berumur 6 MST dan membentuk polong pada 7 MST. Pemanenan dilakukan pada saat tanaman berumur 14 MST.

Pertumbuhan Vegetatif

Hasil analisis menunjukkan bahwa secara umum penambahan pupuk kandang sapi 15 ton ha⁻¹ menghasilkan pertumbuhan vegetatif dan komponen produksi kedelai lebih baik daripada perlakuan lainnya, meskipun tidak semuanya nyata secara statistik. Nilai peubah akibat perlakuan ini selanjutnya dibandingkan dengan nilai peubah perlakuan pembandingan dengan menggunakan uji t.

Penambahan pupuk kandang sapi meningkatkan tinggi tanaman saat 7 MST (P<0.01) dengan tinggi tanaman yang diberi pupuk mencapai 62-67 cm, sedangkan tanpa pupuk hanya 54 cm. Penambahan pupuk kandang sapi tidak berpengaruh nyata terhadap luas daun, meskipun meningkatkan jumlah daun *trifoliata* secara nyata (P<0.05) (Tabel 3). Pertumbuhan tanaman kedelai diduga tidak terlalu

Tabel 2. Pengaruh penambahan pupuk kandang terhadap sifat kimia tanah

Sifat kimia tanah	Pupuk kandang sapi (ton ha ⁻¹)								Pembandingan			
	0		7.5		10		15		PS7.5 + L		PK7.5	
	awal	akhir	awal	akhir	awal	akhir	awal	akhir	awal	akhir	awal	akhir
pH H ₂ O	6.20	6.40	6.10	6.30	6.50	6.30	6.10	6.50	6.80	6.80	6.20	6.40
N total (%)	0.09	0.11	0.10	0.09	0.05	0.09	0.12	0.19	0.13	0.14	0.09	0.08
P ₂ O ₅ Bray I (ppm)	9.00	21.30	10.20	22.20	11.50	31.60	12.30	35.90	17.20	34.20	11.00	28.20
K [me (100 g tanah) ⁻¹]	0.17	0.32	0.50	0.63	0.41	0.87	0.19	0.48	0.48	0.36	0.48	0.46
Ca [me (100 g tanah) ⁻¹]	27.14	35.21	33.68	38.36	34.65	36.20	22.84	40.22	35.29	36.51	33.46	39.70
Mg [me (100 g tanah) ⁻¹]	3.05	3.96	4.08	4.59	3.81	4.37	2.44	4.54	3.96	3.92	4.15	4.73
Kejenuhan basa (%)	85	100	94	100	100	100	94	100	97	100	90	100

Keterangan: awal = analisis dilakukan sebelum percobaan; akhir = analisis dilakukan setelah percobaan; PS7.5+L = pupuk kandang sapi (7.5 ton ha⁻¹) dengan jarak tanam 40 cm x 25 cm x 15 cm; PK 7.5 = pupuk kandang kambing (7.5 ton ha⁻¹) dengan jarak tanam 40 cm x 20 cm

Tabel 3. Pertumbuhan vegetatif tanaman kedelai saat 7 MST

Peubah	Pupuk kandang sapi (ton ha ⁻¹)				Pembanding	
	0	7.5	10	15	PS7.5+L	PK7.5
Jumlah daun <i>trifoliolate</i> (helai)	14.1b	15.4ab	15.6ab	16.5a	16.9	15.5
Jumlah bintil akar	56.5	56.9	65.6	57.1	50.9	57.5
Luas daun (cm ²)	1,302.7	1,503.5	1,783.3	1,692.7	1,733.4	1,919.7

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada baris yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan DMRT pada taraf $\alpha = 5\%$; PS 7.5+L = 7.5 ton pukan sapi ha⁻¹, jarak tanam 40 cm x 25 cm x 15 cm; PK 7.5 = 7.5 ton pukan kambing ha⁻¹

dipengaruhi oleh aktivitas simbiosis antara bintil akar dan bakteri *Rhizobium* karena jumlah bintil akar yang dihasilkan antar perlakuan tidak berbeda nyata secara statistik.

Aplikasi pupuk kandang sapi nyata meningkatkan kandungan hara K daun dan serapan total hara N dan K tanaman ($P < 0.05$) (Tabel 4). Berdasarkan kriteria kecukupan hara daun kedelai oleh Vitosh *et al.* (1995) secara umum tanaman kedelai organik percobaan mengandung hara P yang cukup, namun mengalami defisiensi hara N dan K yang diduga akibat curah hujan yang rendah sehingga tanaman tidak mampu menyerap hara secara optimal. Tanaman yang mengandung cukup hara K adalah tanaman akibat penambahan 15 ton pupuk kandang sapi ha⁻¹ yakni sebesar 2.21%. Penambahan 15 ton pupuk kandang sapi ha⁻¹ ini menghasilkan kandungan hara K yang lebih tinggi ($P < 0.05$) dibandingkan akibat perlakuan pembanding 7.5 ton pupuk kandang sapi ha⁻¹ dengan jarak tanam 40 cm x 25 cm x 15 cm, dan menghasilkan serapan total hara N yang lebih rendah ($P < 0.05$) daripada akibat perlakuan pembanding 7.5 ton pupuk kandang kambing ha⁻¹.

Walaupun pupuk kandang sapi memiliki kandungan hara N dan P yang lebih tinggi dibandingkan pupuk kandang kambing, nilai serapan total hara akibat penambahan pupuk kandang sapi pada semua tingkatan dosis lebih rendah dibandingkan akibat pembanding 7.5 ton pupuk kandang kambing ha⁻¹. Lebih tingginya serapan hara pada aplikasi pupuk kandang kambing ini menyebabkan bobot kering

akar, tajuk dan bobot kering total tanaman tertinggi, berturut-turut 47.5, 69.2 dan 67.3% lebih besar dibandingkan tanpa pupuk (Gambar 2). Jika dibandingkan, penambahan 7.5 ton pupuk kandang kambing ha⁻¹ menghasilkan bobot kering tajuk dan bobot kering total tanaman lebih tinggi daripada akibat penambahan 15 ton pupuk kandang sapi ha⁻¹ saat 7 MST ($P < 0.05$). Sementara itu, tanpa pupuk menyebabkan serapan total hara N, P dan K tanaman lebih rendah akibat rendahnya bobot biomassa tanaman.

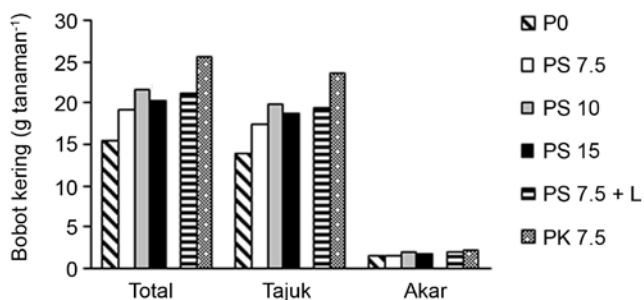
Komponen Produksi

Penambahan pupuk kandang sapi meningkatkan jumlah polong per tanaman dan bobot kering brangkasan panen per tanaman masing-masing hingga 26.7 dan 57.9% dibandingkan tanpa pupuk ($P < 0.01$) (Tabel 5). Penambahan pupuk kandang sapi meningkatkan dugaan hasil kedelai hingga 34% daripada tanpa pupuk ($P < 0.01$), namun tidak berbeda antar dosis yang diaplikasikan. Penambahan 15 ton pupuk kandang sapi ha⁻¹ atau pembanding 7.5 ton pupuk kandang kambing ha⁻¹ menghasilkan dugaan hasil kedelai tertinggi melalui mekanisme yang berbeda. Penambahan 15 ton pupuk kandang sapi ha⁻¹ meningkatkan dugaan hasil dengan cara menghasilkan bobot 100 biji lebih besar, sementara penambahan 7.5 ton pupuk kandang kambing ha⁻¹ menghasilkan jumlah polong per tanaman lebih banyak. Pembanding 7.5 ton pupuk kandang sapi ha⁻¹ dengan jarak

Tabel 4. Kandungan dan serapan total hara N, P dan K kedelai saat 7 MST

Peubah	Pupuk kandang sapi (ton ha ⁻¹)				Pembanding	
	0	7.5	10	15	PS7.5+L	PK7.5
Kandungan hara daun (%)						
N	3.59	3.71	3.65	3.77	3.53	3.63
P	0.29	0.31	0.32	0.32	0.29	0.29
K	1.71b	1.93ab	1.97ab	2.21a ^(x)	1.96	1.92
Serapan total hara (mg tanaman ⁻¹)						
N	535.57b	745.22a	828.13a	720.36ab ^(y)	767.64	974.46
P	43.75	62.00	74.38	62.03	64.50	79.53
K	254.24b	387.49a	448.44a	422.04a	427.54	516.64

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada baris yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan DMRT pada taraf $\alpha = 5\%$; ^(x) = perlakuan berbeda nyata dengan pembanding PS7.5+L pada uji t taraf 5%, ^(y) = perlakuan berbeda nyata dengan pembanding PK7.5 pada uji t taraf 5%; PS 7.5+L = 7.5 ton pukan sapi ha⁻¹, jarak tanam 40 cm x 25 cm x 15 cm; PK 7.5 = 7.5 ton pukan kambing ha⁻¹



Gambar 2. Bobot kering tanaman saat 7 MST. P0 = tanpa pupuk kandang; PS 7.5 = pukan sapi (7.5 ton ha⁻¹); PS 10 = pukan sapi (10 ton ha⁻¹); PS 15 = pukan sapi (15 ton ha⁻¹); PS 7.5+L = pukan sapi (7.5 ton ha⁻¹), jarak tanam 40 cm x 25 cm x 15 cm; PK 7.5 = pukan kambing (7.5 ton ha⁻¹)

tanam 40 cm x 25 cm x 15 cm menghasilkan jumlah polong per tanaman terbanyak (69.3 polong), namun menghasilkan dugaan hasil yang lebih rendah (3.34 ton ha⁻¹) karena populasi tanaman per ha yang lebih rendah.

Penambahan 10 ton pupuk kandang sapi ha⁻¹ menghasilkan luas daun per tanaman tertinggi yakni 1,783.3 cm² atau 36.9% lebih tinggi daripada tanpa pupuk, meskipun tidak berbeda nyata secara statistik. Menurut Reed *et al.* (1999) luas daun perlu diperhitungkan karena mempengaruhi dua proses utama dalam tanaman yakni produktivitas dan transpirasi. Dugaan hasil kedelai percobaan (Y) meningkat seiring dengan meningkatnya luas daun per tanaman (X) berdasarkan persamaan fungsi kuadrat $Y = -5.10 \cdot 10^{-6}x^2 + 0.018x - 12.26$ dengan $R^2 = 0.99^*$ (Gambar 3). Hal ini sesuai dengan pernyataan Kastono (2005) bahwa pertumbuhan organ *source* seperti daun yang semakin tinggi akan meningkatkan pertumbuhan organ *sink* yang akhirnya meningkatkan produktivitas tanaman. Namun, dalam percobaan ini dugaan hasil kedelai menurun saat luas daun lebih dari 1,800 cm² akibat pengaruh penutupan daun. Menurut Francescangeli *et al.* (2006), peningkatan derajat penutupan daun dan rasio luas daun tanaman akibat semakin banyaknya daun yang saling menutupi menurunkan laju asimilasi bersih tanaman. Menurut Ruiz dan Bertero (2008) daun yang berada di bagian bawah (yang tertutup) memiliki efisiensi penggunaan radiasi matahari (*radiation use efficiency*) yang lebih rendah dibandingkan daun bagian atas. Hal ini mengakibatkan daun bagian bawah tersebut

tidak dapat berfotosintesis secara maksimal hingga akhirnya berpotensi menurunkan hasil.

Pola kurva kuadrat juga ditunjukkan oleh hubungan antara dosis pupuk kandang sapi dengan dugaan hasil kedelai per hektar. Peningkatan dosis pupuk kandang sapi (X) yang diaplikasikan meningkatkan dugaan hasil (Y) mengikuti persamaan fungsi kuadrat $Y = -0.003x^2 + 0.116x - 2.556$ dengan $R^2 = 0.99^*$ dan dosis optimum hasil ekstrapolasi data sebesar 19.3 ton ha⁻¹ (Gambar 4). Hal ini menunjukkan bahwa dosis pupuk kandang sapi yang diaplikasikan (dosis tertinggi dalam percobaan 15 ton ha⁻¹) masih dapat ditingkatkan untuk menghasilkan dugaan hasil kedelai maksimum.

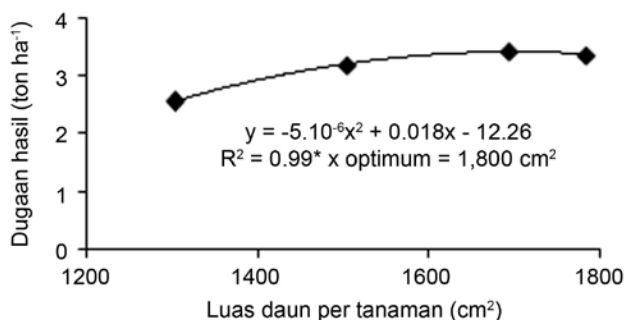
Hasil percobaan menunjukkan bahwa aplikasi pupuk kandang sapi meningkatkan bobot 100 biji kedelai hingga 6.8% dibandingkan tanpa pupuk. Menurut deskripsi varietas kedelai oleh Litbang Kementerian Pertanian, bobot 100 biji kedelai varietas Anjasmoro yaitu 14.8-15.3 g dengan potensi hasil sebesar 2.03-2.25 ton ha⁻¹, namun bobot biji kedelai hasil percobaan lebih tinggi yaitu 17.82-19.03 g per 100 biji sehingga menghasilkan dugaan hasil yang lebih besar yakni 2.56-3.43 ton ha⁻¹.

Secara umum perlakuan pembanding yakni aplikasi 7.5 ton pupuk kandang kambing ha⁻¹ menghasilkan pertumbuhan tanaman dan dugaan hasil yang lebih baik dibandingkan akibat penambahan pupuk kandang sapi, meskipun dosis pupuk kandang kambing yang diaplikasikan lebih rendah dan memiliki rasio C/N yang lebih tinggi (20.97) daripada pupuk kandang sapi (15.07). Padahal, umumnya pupuk organik dengan rasio C/N yang rendah terdekomposisi lebih cepat dan haranya segera tersedia bagi tanaman (Kastono, 2005). Kelebihan pupuk kandang kambing diduga karena pupuk kandang ini mengandung hara K yang lebih tinggi (3.28%) daripada pupuk kandang sapi (2.80%). Hal ini sesuai dengan pernyataan Hartatik dan Widowati (2006) bahwa pupuk kandang kambing mengandung hara K yang relatif lebih tinggi daripada pupuk kandang lainnya, sedangkan pupuk kandang sapi mengandung selulosa dan kadar C tinggi yang berpotensi menghambat pertumbuhan tanaman. Shukla *et al.* (2008) melaporkan bahwa kebutuhan hara K sangat penting bagi tanaman untuk meningkatkan aktivitas translokasi asimilat hasil fotosintesis dari *source* ke *sink*. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa aplikasi hara K pada tanaman tebu meningkatkan pertumbuhan tanaman, partisi bahan kering, jumlah *ratoon* dan hasil tebu.

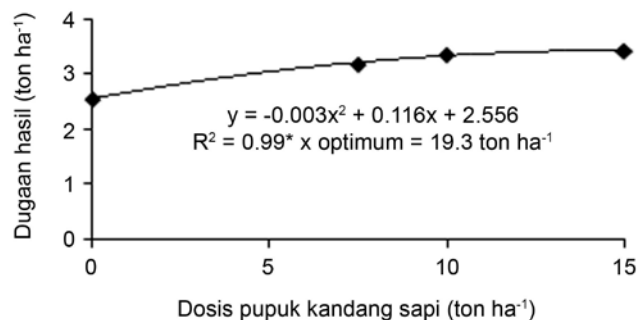
Tabel 5. Pengaruh penambahan pupuk kandang terhadap komponen produksi tanaman

Peubah	Pupuk kandang sapi (ton ha ⁻¹)				Pembanding	
	0	7.5	10	15	PS7.5+L	PK7.5
Jumlah polong per tanaman	47.9b	56.1a	60.7a	59.6a	69.3	61.2
Bobot 100 biji (g)	17.82	19.03	18.47	19.02	18.52	18.64
Bobot brankasan per tanaman (g)	16.76c	21.21bc	23.88ab	26.46a	27.05	26.05
Dugaan hasil (ton ha ⁻¹)	2.56b	3.19a	3.36a	3.43a	3.34	3.43

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada baris yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan DMRT pada taraf $\alpha = 5\%$; PS 7.5+L = 7.5 ton pukan sapi ha⁻¹, jarak tanam 40 cm x 25 cm x 15 cm; PK 7.5 = 7.5 ton pukan kambing ha⁻¹

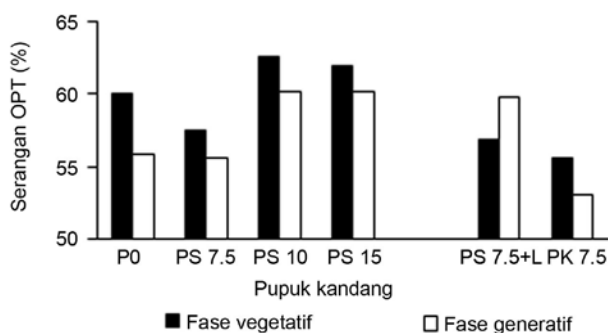


Gambar 3. Hubungan antara luas daun per tanaman dengan dugaan hasil per ha



Gambar 4. Hubungan antara dosis pupuk kandang dengan dugaan hasil per ha

Penambahan 7.5 ton pupuk kandang kambing ha⁻¹ cenderung menghasilkan tanaman yang lebih tahan terhadap serangan OPT, baik pada saat vegetatif maupun generatif (Gambar 5). Hal ini diduga akibat tingginya serapan total hara K tanaman (516.64 mg per tanaman) akibat penambahan pupuk kandang kambing yang mengandung hara K lebih tinggi. Menurut Dordas (2008) hara K dalam tanaman berperan penting dalam sistem pertahanan tanaman terhadap serangan OPT dengan membentuk dinding luar sel epidermis yang tebal.



Gambar 5. Serangan OPT saat fase vegetatif dan generatif tanaman. P0 = tanpa pupuk kandang; PS 7.5 = pukan sapi (7.5 ton ha⁻¹); PS 10 = pukan sapi (10 ton ha⁻¹); PS 15 = pukan sapi (15 ton ha⁻¹); PS 7.5+L = pukan sapi (7.5 ton ha⁻¹), jarak tanam 40 cm x 25 cm x 15 cm; PK 7.5 = pukan kambing (7.5 ton ha⁻¹)

KESIMPULAN

Penambahan pupuk kandang sapi menghasilkan pertumbuhan dan serapan hara tanaman kedelai yang lebih baik dibandingkan tanpa pupuk. Penambahan pupuk kandang sapi meningkatkan dugaan hasil kedelai, walaupun tidak berbeda nyata antar dosis yang diaplikasikan. Penambahan 7.5 ton pupuk kandang sapi ha⁻¹ atau pembeding 7.5 ton pupuk kandang kambing ha⁻¹ lebih efisien diaplikasikan dalam produksi kedelai organik daripada perlakuan lainnya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didanai oleh program I-MHERE (Indonesia Managing Higher Education for Relevance and Efficiency) Performance-Based Contract IPB B2.c dalam rangkaian penelitian “Good Agricultural Practices (GAP) of Rice and Soybean Production under Organic Farming System” dengan SPK No. 17/IT3.24/SPP/I-MHERE /2012 yang diterima oleh penulis ke-2.

DAFTAR PUSTAKA

- Bai, L.P., F.G. Sui, T.D. Ge, Z.H. Sun, Y.Y. Lu, G.S. Zhou. 2006. Effect of soil drought stress on leaf water status, membrane permeability and enzymatic antioxidant system of maize. *Pedosphere* 16:326-332.
- Bandyopadhyay, K.K., A.K. Misra, P.K. Ghosh, K.M. Hati. 2010. Effect of integrated use of farmyard manure and chemical fertilizers on soil physical properties and productivity of soybean. *Soil Till. Res.* 110:115-125.
- Dordas, C. 2008. Role of nutrients in controlling plant diseases in sustainable agriculture: a review. *Agron. Sustain. Dev.* 28:33-46.
- Francescangeli, N., M.A. Sangiacomo, H. Marti. 2006. Effects of plant density in broccoli on yield and radiation use efficiency. *Sci. Hort.* 110:135-143.
- Grossman, J.M., M.E. Schipanski, T. Sooksanguan, S. Seehaver, L.E. Drinkwater. 2011. Diversity of rhizobia in soybean (*Glycine max* (Vinton)) nodules varies under organic and conventional management. *Appl. Soil Ecology* 50:14-20.
- Hartatik, W., L.R. Widowati. 2006. Pupuk kandang. *Dalam* R.D.M. Simanungkalit, D.A. Suriadikarta, R. Saraswati, D. Setyorini, W. Hartatik (*Eds*). *Pupuk Organik dan Pupuk Hayati*. Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian, Bogor.

- Kastono, D. 2005. Tanggapan pertumbuhan dan hasil kedelai hitam terhadap penggunaan pupuk organik dan biopestisida gulma siam (*Chromolaena odorata*). Ilmu Pertanian 12:103-116.
- Kusheryani, I., S.A. Aziz. 2006. Pengaruh jenis tanaman penolak organisme pengganggu tanaman terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman kedelai (*Glycine max* (L.) Merr) yang diusahakan secara organik. Bul. Agron. 34:39-45.
- Melati, M., A. Asiah, D. Rianawati. 2008. Aplikasi pupuk organik dan residunya untuk produksi kedelai panen muda. Bul. Agron. 36:204-213.
- Melati, M., W. Andriyani. 2005. Pengaruh pupuk kandang ayam dan pupuk hijau *Calopogonium mucunoides* terhadap pertumbuhan dan produksi kedelai panen muda yang dibudidayakan secara organik. Bul. Agron. 33:8-15.
- Pemerintah Kabupaten Blora. 2011. Topografi keadaan wilayah kabupaten Blora. <http://www.blorakab.go.id>. [20 Januari 2013].
- Reed, R.A., M.E. Finley, W.H. Romme, M.G. Turner. 1999. Aboveground net primary production and leaf-area index in early postfire vegetation in Yellowstone national park. Ecosystem 2:88-94.
- Rigby, D., T. Young, M. Burton. 2001. The development of and prospects for organic farming in the UK. Food Policy 26:599-613.
- Ruiz, R.A., H.D. Bertero. 2008. Light interception and radiation use efficiency in temperate quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) cultivars. Europ. J. Agronomy 29:144-152.
- Shukla, S.K., R.L. Yadav, P.N. Singh, I. Singh. 2008. Potassium nutrition for improving stubble bud sprouting, dry matter partitioning, nutrient uptake and winter initiated sugarcane (*Saccharum* ssp. hybrid complex) ratoon yield. Europ. J. Agronomy 30:27-33.
- Susanti, H., S.A. Aziz, M. Melati. 2008. Produksi biomassa dan bahan bioaktif kolesom (*Talinum triangule* (Jacq.) Willd) dari berbagai asal bibit dan dosis pupuk kandang ayam. Bul. Agron. 36:48-55.
- Vitosh, M.L., J.W. Johnson, D.B. Mengel. 1995. Tri-state Fertilizer Recommendation for Corn, Soybeans, Wheat, and Alfalfa. Michigan State University, East Lansing Michigan, USA.