

Produksi dan Kualitas Benih Kedelai dalam Sistem Produksi Bersih

Production and Quality of Soybean Seed from Zero Waste Production System

Rudi Hartawan^{1*}, Yulistiati Nengsih¹, dan Edy Marwan²

¹Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Batanghari
Jl. Slamet Riyadi, Broni, Kota Jambi, 36122, Indonesia

²Prodi Agribisnis, Fakultas Pertanian, Universitas Muhammadiyah Bengkulu
Jl. Bali Bengkulu, 38119, Indonesia

Diterima 26 November 2017/Disetujui 30 Juli 2018

ABSTRACT

Production of high quality seed is one of the key factors for soybean self-sufficiency. The study was aimed to produce high quality soybean seed from zero waste system. The trial was carried out at Sebao Experimental Station, Jambi, Center for Agricultural Post Harvest Research and Development, and Center for Agricultural Land Resources Research and Development, The Ministry of Agriculture, Bogor, from January until October 2017. The experiment used a complete randomized design with a treatments combination both organic nutrient of composted soybean litter (5 tons ha⁻¹) and inorganic nutrient (25 kg Nitrogen ha⁻¹, 50 kg P₂O₅ ha⁻¹, and 50 kg K₂O ha⁻¹). The treatments were designed as follow : K₀ (control), K₁ (100% organic), K₂ (75% organic + 25% inorganic), K₃ (50% organic + 50% inorganic), K₄ (25% organic + 75% inorganic), and K₅ (100% inorganic). The results showed that the treatment K₃ produced the highest seed production (1.72 tons ha⁻¹) and the highest 1,000 seed weight (147.71 g). After 3 months storage at room temperature, the seed with treatment K₃ could maintain its quality with indicator 1,000 seed weight (140.98 g), 10.82% water content, 34.98% protein content, 57.42 μScm⁻¹g⁻¹ electrical conductivity, 80.98% germination percentage and 27.48% etmal⁻¹ rate of germination speed.

Keywords: Compost, litter, seed technology

ABSTRAK

Produksi benih bermutu merupakan salah satu faktor kunci untuk menunjang swasembada kedelai. Penelitian bertujuan untuk menghasilkan benih kedelai bermutu dari sistem produksi bersih. Percobaan telah dilakukan di Balai Benih Induk Palawija Sebao, Jambi, Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian, dan Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian, Kementerian Pertanian di Bogor pada bulan Januari sampai Oktober 2017. Percobaan menggunakan rancangan lingkungan acak lengkap satu faktor dengan rancangan perlakuan kombinasi hara organik dari kompos serasah kedelai (5 ton ha⁻¹) dan hara anorganik (25 kg Nitrogen ha⁻¹, 50 kg P₂O₅ ha⁻¹, dan 50 kg K₂O ha⁻¹). Perlakuan disusun sebagai berikut: K₀ (kontrol), K₁ (100% organik), K₂ (75% organik + 25% anorganik), K₃ (50% organik + 50% anorganik), K₄ (25% organik + 75% anorganik), dan K₅ (100% anorganik). Hasil percobaan menunjukkan perlakuan K₃ menghasilkan produksi benih tertinggi (1.72 ton ha⁻¹) dan bobot 1,000 butir tertinggi (147.71 g). Setelah penyimpanan selama 3 bulan pada suhu kamar, benih dari tanaman dengan perlakuan K₃ dapat mempertahankan kualitasnya dengan indikator bobot 1,000 butir benih 140.98 g, kadar air 10.82%, kandungan protein 34.98%, daya hantar listrik 57.42 μScm⁻¹g⁻¹, daya berkecambah 80.98%, dan kecepatan tumbuh 27.48% etmal⁻¹.

Kata kunci: Kompos, serasah, teknologi benih

PENDAHULUAN

Produksi benih kedelai menempati posisi yang penting bila dikaitkan dengan upaya meningkatkan produktivitas guna mewujudkan swasembada kedelai. Saat ini kebutuhan kedelai nasional mencapai 2.3 juta ton per tahun (Balai

Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi, 2018). Selanjutnya dinyatakan bahwa pada tahun 2018 dialokasikan lahan pertanaman kedelai seluas 2 juta hektar. Jika setiap hektar memerlukan 40 kg benih bermutu, maka kebutuhan benih kedelai tahun tersebut sebanyak 80,000 ton.

Produksi benih kedelai yang mengandalkan pupuk anorganik telah banyak dilakukan dan memberikan hasil yang baik. Kelemahan penggunaan pupuk anorganik adalah tidak ramah lingkungan. Kegiatan produksi benih kedelai

* Penulis untuk korespondensi. e-mail: rudi2810@yahoo.com

menghasilkan sampah (*waste*) yang terbangung percuma karena tidak dimanfaatkan. Pada umumnya sampah ini dibakar karena dianggap sebagai limbah (Hartawan *et al.*, 2017). Pemanfaatan sampah dari kegiatan produksi benih kedelai diharapkan dapat mengurangi penggunaan pupuk anorganik.

Sampah hasil sampingan dalam produksi benih kedelai adalah serasah (potongan-potongan kecil batang, ranting, dan polong). Serasah ini langsung terbentuk saat dilakukan perontokan benih. Penelitian pendahuluan yang dilaksanakan oleh Hartawan *et al.* (2017) menunjukkan dalam satu hektar lahan kedelai dihasilkan sebanyak 0.5 ton serasah. Kandungan hara serasah kedelai adalah 0.55% atau 2.75 kg Nitrogen (N), 0.23% atau 1.15 kg Fosfor (P_2O_5), dan 0.30% atau 1.50 kg Kalium (K_2O). Hasil penelitian tersebut juga menunjukkan bahwa kandungan hara kompos yang berasal dari serasah kedelai adalah; 0.6% N, 0.25% P_2O_5 total, 0.34% K_2O total, rasio C/N 18, kadar air 46%, dan pH 6 sampai 7. Kandungan hara ini berpotensi sebagai fortifikasi untuk menurunkan penggunaan pupuk anorganik. Penggunaan serasah dari hasil panen ini merupakan sebuah prinsip dari produksi bersih dalam produksi benih kedelai.

Penggunaan hara organik untuk produksi kedelai telah banyak dilaporkan dan memberikan hasil yang baik (Nkoa *et al.*, 2014; Yagoub *et al.*, 2015; Shaheen *et al.*, 2017). Penggunaan hara organik dalam produksi benih memerlukan sebuah pengkajian yang cermat guna mengetahui mutu benih yang dihasilkan serta kemampuannya bertahan pada penyimpanan alami. Hasil penelitian Garud *et al.* (2014) mengindikasikan bahwa protein berperan dalam menjaga konsistensi mutu benih kedelai dalam penyimpanan. Penelitian Noviana *et al.* (2016) mendapatkan bahwa kebocoran ion berkorelasi nyata dengan kemunduran benih kedelai yang disimpan dalam ruang terkendali. Protein pada membran akan menjaga konsistensi dan menghambat laju kebocoran ion. Menurut Mattioni *et al.* (2015) kebocoran ion merupakan salah satu indikator mutu benih.

Penggunaan hara organik tidak serta merta menghasilkan benih dengan kualitas yang tinggi. Perlu dicari kombinasi-kombinasi yang tepat, dimulai dari pengomposan serasah batang dan polong kedelai, persentase substitusi hara anorganik dengan kompos serasah sehingga didapatkan benih dengan kualitas yang tinggi dan mampu bertahan dalam penyimpanan alami.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan selama 10 bulan dari Januari sampai Oktober 2017 di Balai Benih Induk Sebapo, Muaro Jambi. Pengujian benih dilaksanakan di Laboratorium Dasar Universitas Batanghari. Pengujian protein di Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian, Kementerian Pertanian di Bogor. Pengujian kualitas kompos dilakukan di Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian, Kementerian Pertanian di Bogor.

Percobaan menggunakan rancangan lingkungan acak lengkap satu faktor dengan tiga ulangan. Rancangan perlakuan kombinasi pupuk organik (berasal dari serasah kedelai) dan anorganik. Dosis pupuk organik adalah 5 ton ha^{-1} . Dosis pupuk anorganik 100% adalah 25 kg Nitrogen ha^{-1} , 50 kg P_2O_5 ha^{-1} , dan 50 kg K_2O ha^{-1} . Kombinasi pupuk organik dan anorganik (K) disusun sebagai berikut; K0= kontrol, K1 = 100% pupuk organik, K2 = 75% pupuk organik + 25% pupuk anorganik, K3 = 50% pupuk organik + 50% pupuk anorganik, K4 = 25% pupuk organik + 75% pupuk anorganik, dan K5 = 100% pupuk anorganik.

Pembuatan Kompos

Pengomposan menggunakan metode *wind row system* seperti yang dijelaskan oleh Kurnia *et al.* (2017). Serasah kedelai dikomposkan dengan perlakuan 450 ml EM_4 per 10 kg serasah dan dikomposkan selama 2 bulan. Dosis kompos (hara organik) yang digunakan dalam produksi benih kedelai adalah 5 ton ha^{-1} . Kualitas kompos mengacu pada SNI No. 19-7030-2004 dan disajikan pada Tabel 1.

Percobaan dilaksanakan di lapangan pada tanah jenis Ultisol. Masing-masing petak percobaan berukuran 4.5 m x 4.5 m. Pemberian hara organik sesuai dengan perlakuan dilakukan pada saat pengolahan tanah. Bahan tanam yang digunakan adalah benih kedelai varitas Anjasmoro yang didapat dari BPSB TPH Provinsi Jambi. Benih ditanam dengan jarak tanam 40 cm x 15 cm. Perlakuan hara anorganik dilakukan saat tanam secara larikan. Seleksi tanaman terbaik dilakukan pada umur 14 hari setelah tanam dan dipilih dua tanaman. Metode panen dan pasca panen mengacu pada SNI 01-6234.4-2003. Hasil panen digrading menggunakan ayakan dengan diameter 4 sampai 8 mm.

Tabel 1. Kualitas kompos serasah kedelai dengan perlakuan 450 mL EM_4 per 10 kg serasah dan dikomposkan selama 2 bulan

Kompos serasah kedelai	Kualitas						
	pH	Kadar air (%)	P_2O_5 (%)	K_2O (%)	N- total (%)	C-total (%)	Rasio C/N
	7.20	42.00	0.30	0.38	0.75	11.50	15.33
Min.*	6.80	-	0.10	0.20	0.40	9.80	10.00
Maks.*	7.49	50.00	-	-	-	32.00	20.00

Keterangan: *berdasarkan SNI: 19-7030-2004

Biji kedelai yang lolos pada diameter 4 mm tidak dihitung sebagai benih. Benih dikeringkan dengan sinar matahari sampai kadar air 10%. Benih dibungkus dengan plastik *high density poly etilen* (HDPE) lalu disimpan dalam ruangan pada kelembaban 65% dan suhu antara 25 sampai 27 °C selama 3 bulan.

Peubah yang diamati adalah indeks luas daun (ILD), laju asimilasi bersih (LAB), dan laju tumbuh relatif (LTR) pada fase berbunga aktif (49 hari setelah tanam) dan fase pembentukan dan pengisian polong (70 hari setelah tanam) dengan metode yang dijelaskan oleh Muhammad *et al.* (2013). Rumus: $ILD = \frac{LA}{P}$ dimana ILD adalah indeks luas daun ($\text{cm}^2 \text{cm}^{-2}$); LA adalah luas daun total dan P adalah luas areal pertanaman.

$$\text{Rumus: } LAB = \frac{W_2 - W_1}{T_2 - T_1} \times \frac{\ln A_2 - \ln A_1}{LA_2 - LA_1}$$

dimana LAB adalah laju asimilasi bersih ($\text{mg cm}^{-2} \text{hari}^{-1}$); W_1 adalah bobot kering total saat T_1 ; W_2 adalah bobot kering total saat T_2 ; T_1 adalah pengukuran waktu 1; dan T_2 adalah pengukuran waktu 2; LA_1 adalah total luas daun saat pengukuran 1; LA_2 adalah total luas daun saat pengukuran 2; dan Ln adalah logaritma natural.

$$\text{Rumus: } LTR = \frac{1}{P} \times \frac{W_2 - W_1}{T_2 - T_1}$$

dimana LTR adalah laju tumbuh relatif ($\text{mg g}^{-1} \text{hari}^{-1}$); P adalah luas area pertanaman; W_1 adalah bobot kering total saat T_1 ; W_2 adalah bobot kering total saat T_2 ; T_1 adalah pengukuran waktu 1; dan T_2 adalah pengukuran waktu 2.

Peubah produktivitas, bobot 1,000 butir, dan kadar air ditentukan dengan metode gravimetri seperti yang dijelaskan oleh Yagoub *et al.* (2015). Produktivitas dihitung dengan cara menimbang produksi benih per petak lalu dikonversikan ke satuan hektar. Sampel 1,000 butir benih diambil dari 10 tanaman per petak percobaan. Benih ditentukan bobotnya dengan timbangan analitik.

$$\text{Kadar air dihitung dengan rumus: } KA = \frac{(M_2 - M_3)}{(M_2 - M_1)} \times 100\%$$

dimana M_1 adalah berat wadah (g), M_2 adalah berat wadah + isi sebelum pengeringan (g), dan M_3 adalah berat wadah + isi setelah pengeringan (g).

Kandungan protein benih diukur dengan metode semi mikro Kjeldhal. Sebanyak 0.50 g sampel benih dihaluskan dengan *grinder* lalu dimasukkan ke dalam labu Kjeldahl 100 mL. Sebanyak 25 mL H_2SO_4 pekat dan 2 g Selenium ditambahkan ke dalam sampel. Dilakukan pemanasan sampai mendidih dan warna larutan menjadi jernih kehijau-hijauan. Larutan yang telah dingin diencerkan dalam labu ukur 100 mL. 5 mL larutan dimasukkan ke dalam alat penyuling lalu tambahkan 5 mL NaOH 30% serta beberapa tetes indikator PP. Lakukan penyulingan selama 10 menit, kemudian ditampung dalam 10 mL larutan asam borat 2% yang telah dicampur indikator. Larutan dititrasi dengan HCl 0.01 N. Kadar protein dihitung dengan mengkonversikan jumlah nitrogen yang diperoleh.

$$\text{Protein (\%)} = \frac{(V_1 - V_2) \times N \times 0.014 \times f_k \times f_p}{W} \times 100$$

dimana V_1 adalah volume HCl 0.01 N yang digunakan untuk titrasi sampel (mL), V_2 adalah volume HCl 0.01 N yang digunakan untuk titrasi blanko (mL), N adalah normalitas HCl, f_k adalah faktor konversi N pada kedelai (5.75), f_p adalah faktor pengenceran, dan W adalah bobot sampel (g).

Kualitas benih diamati sebanyak empat kali yaitu pada 0, 1, 2, dan 3 bulan setelah simpan (BSS). Peubah yang diamati adalah bobot 1,000 butir, kadar air, kandungan protein, daya hantar listrik (DHL), daya berkecambah dan kecepatan tumbuh.

Nilai DHL diukur dengan alat *electric conductivity* meter (Mattioni *et al.*, 2015). Sebanyak 50 butir benih yang telah diketahui beratnya direndam dalam 100 mL air distilasi selama 24 jam pada suhu kamar.

$$\text{Rumus yang digunakan adalah: } DHL = \frac{X - Y}{\text{bobot benih}}$$

dimana X adalah DHL air rendaman benih ($\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$), Y adalah DHL blanko ($\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$).

Daya berkecambah dan kecepatan tumbuh diukur dengan metode yang dijelaskan oleh Rastegar *et al.* (2011). Dua puluh butir benih disemai pada media pasir dan diamati maksimal 7 hari lalu dihitung daya kecambahnya dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Daya Berkecambah} = \frac{\text{Jumlah benih berkecambah normal}}{\text{Jumlah benih yang dikedekambahkan}} \times 100\%$$

Kecepatan tumbuh diukur dengan cara menyemai 20 butir benih di lapangan dengan ukuran petak 50 cm x 50 cm. Kecambah normal yang muncul ke permukaan dihitung setiap 24 jam.

$$\text{Rumus yang digunakan adalah: } Kct = \sum_{t=0}^{tn} \frac{N}{t}$$

dimana Kct adalah kecepatan tumbuh ($\% \text{etmal}^{-1}$), t adalah waktu pengamatan, N adalah persentase kecambah normal setiap waktu pengamatan dan t_n waktu akhir pengamatan. Data dianalisis dengan sidik ragam untuk menentukan perlakuan yang berpengaruh terhadap peubah yang diukur dan selanjutnya dilakukan uji Duncan taraf α 0.05.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Produksi Benih

Pengaturan komposisi hara organik dan anorganik disesuaikan dengan perlakuan. Tujuan penggabungan hara organik dan anorganik ini adalah untuk mengatasi permasalahan kesuburan tanah yang berwawasan lingkungan.

Lahan percobaan di Balai Benih Induk Palawija Sebapo di Muaro Jambi yang digunakan dalam percobaan terkategori miskin hara. Salah satu penyebabnya adalah penggunaan lahan yang terus-menerus dengan menggunakan pupuk anorganik untuk menghasilkan benih palawija. .

Tabel 2 menunjukkan bahwa lahan percobaan memiliki kejenuhan Aluminium (Al) yang tinggi (53%) dan pH yang rendah (5) sehingga hara yang diberikan terjerap oleh ion Al. Sejalan dengan pendapat Muzaiyanah dan Subandi (2016) bahwa lahan-lahan semacam ini memerlukan hara organik untuk memperbaiki struktur tanah, meningkatkan pH dan menurunkan kejenuhan Al sehingga jerapan terhadap unsur hara dapat dikurangi. Beberapa komponen analisis tanah pada akhir percobaan adalah pH 6.30 (meningkat 26%), KTK 18 $\mu\text{g g}^{-1}$ (meningkat 80%), dan kejenuhan Al 29% (turun 45.28%). Hanum (2013) dan Jaili dan Purwono (2016) menyatakan bahwa peran penting bahan organik terhadap sifat fisiko-kimia tanah adalah meningkatkan KTK dan pH tanah.

Tabel 3 menggambarkan nilai LTR perlakuan K_3 lebih tinggi 8.88% dibanding K_1 dan 6.52% dibandingkan K_5 . Produktivitas tanaman perlakuan K_3 lebih tinggi 49.15% dibandingkan K_1 dan 16.55% dibandingkan K_5 . Kandungan

protein K_3 lebih tinggi 15.45% dibandingkan K_1 dan 17.36% dibandingkan K_5 . Fakta ini menunjukkan bahwa penggabungan hara organik dengan anorganik meningkatkan pertumbuhan, produktivitas, dan kualitas benih kedelai. Hasil percobaan ini didukung oleh pendapat Shaheen *et al.* (2017) bahwa penggunaan hara anorganik secara tunggal tidak mendukung pertumbuhan tanaman terutama pada lahan-lahan yang aktif dibudidayakan.

Laju tumbuh relatif dan produktivitas tanaman pada perlakuan K_3 lebih tinggi 20.49% dan 134.66% dibandingkan K_0 (Tabel 3). Pertumbuhan dan produktivitas tanaman pada K_0 lebih rendah karena unsur hara yang ada di dalam tanah tidak tersedia optimal. Hasil analisis tanah menunjukkan kandungan hara terkategori rendah (Tabel 2). Menurut Nkoa *et al.* (2015), agar tumbuh dan berproduksi dengan baik, kedelai membutuhkan hara nitrogen sebesar 25 kg ha^{-1} , fosfor setara P_2O_5 sebanyak 50 sampai 60 kg ha^{-1} , dan kalium setara K_2O sebanyak 50 kg ha^{-1} .

Tabel 2. Hasil analisis kesuburan lahan di lokasi percobaan

No.	Sifat	Satuan	Hasil analisis tanah sebelum percobaan (Februari 2017)		Hasil analisis tanah setelah percobaan (Juli 2017)	Kriteria*
1	pH (H_2O) 1:1	-	5.00	Masam	6.30	Agak masam
2	C-organik	%	1.05	Sangat rendah	2.20	Sedang
3	N-total	%	0.08	Sangat rendah	0.28	Sedang
4	P_2O_5 -Bray	$\mu\text{g g}^{-1}$	10.00	Rendah	16.00	Sedang
5	K-dd	$\mu\text{g g}^{-1}$	0.19	Rendah	0.28	Rendah
6	Na	$\mu\text{g g}^{-1}$	0.33	Rendah	0.40	Sedang
7	Ca	$\mu\text{g g}^{-1}$	0.44	Sangat rendah	0.45	Sangat rendah
8	Mg	$\mu\text{g g}^{-1}$	0.05	Sangat rendah	1.10	Sedang
9	KTK	$\mu\text{g g}^{-1}$	15.00	Rendah	18.00	Sedang
10	Kejenuhan Al	%	53.00	Tinggi	29.00	Sedang

Keterangan: *Kriteria berdasarkan Balai Penelitian Tanah (2005)

Tabel 3. Analisis pertumbuhan tanaman, produktivitas dan kualitas benih kedelai dari tanaman dengan perlakuan kombinasi hara organik dan anorganik

Kode perlakuan	ILD	LAB (mg cm^{-2} per hari)	LTR (mg g^{-1} per hari)	Produktivitas (ton ha^{-1})	Bobot 1,000 butir (g)	Kandungan protein (%)
K_0 (Kontrol)	3.05d	5.67c	1.22c	0.75d	131.45d	36.46c
K_1 (100% organik)	3.42c	6.32b	1.35b	1.18c	143.15c	37.59c
K_2 (75% organik + 25% anorganik)	3.88ab	6.68a	1.40a	1.59b	146.68a	39.13b
K_3 (50% organik + 50% anorganik)	3.98a	6.72a	1.47a	1.76a	147.71a	43.40a
K_4 (25% organik + 75% anorganik)	4.02a	6.70a	1.46a	1.72a	143.45c	43.89a
K_5 (100% anorganik)	3.67b	6.45b	1.38b	1.51b	145.81b	36.98c

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama tidak berbeda nyata menurut uji Duncan taraf α 0.05. ILD = indeks luas daun; LAB = laju asimilasi bersih; LTR = laju tumbuh relatif

Efektivitas penggunaan hara anorganik akan meningkat bila aplikasinya dikombinasikan dengan hara organik. Menurut Yagoub *et al.* (2015), penambahan hara organik akan meningkatkan kesuburan kimia lahan kering masam melalui dua fungsi penting, yakni (a) menurunkan unsur Al terlarut dan meningkatkan pH, dan (b) sebagai sumber hara makro dan mikro. Kristiono dan Sambudi (2013) menyatakan bahwa aktivitas mikrobia tanah menjadi salah satu indikator kesuburan biologi tanah. Muzaiyanah dan Subandi (2016) menambahkan bahwa asam organik yang terkandung pada pupuk organik mampu menurunkan

kejenuhan Al melalui mekanisme pengikatan Al monomer (Al^{3+}) sehingga P_2O_5 menjadi lebih tersedia.

Kualitas Benih

Kualitas benih menurun sejalan dengan waktu penyimpanan. Benih dari tanaman yang diberi perlakuan K_3 penurunan kualitasnya paling rendah dibandingkan perlakuan lainnya sampai 3 BSS (Tabel 4).

Tabel 4 menunjukkan rata-rata penurunan kualitas benih bersifat konstan. Setelah 3 bulan disimpan, bobot

Tabel 4. Kualitas benih kedelai pada periode 0, 1, 2, dan 3 bulan setelah simpan dari tanaman yang diberi perlakuan kombinasi hara organik dan anorganik

Perlakuan tanaman induk	Periode simpan (bulan)			
	0	1	2	3
	Bobot 1,000 butir benih (g)			
K_0 (Kontrol)	131.45c	130.12c	129.34c	126.87c
K_1 (100% organik)	143.15b	142.34b	140.95b	138.47b
K_2 (75% organik + 25% anorganik)	146.68a	145.72a	142.41a	140.12a
K_3 (50% organik + 50% anorganik)	147.71a	146.68a	143.32a	140.98a
K_4 (25% organik + 75% anorganik)	143.45b	142.32b	142.41a	140.11a
K_5 (100% anorganik)	145.81a	144.25ab	143.27a	141.07a
Rata-Rata	143.04	141.91	140.28	137.94
	Kadar air (%)			
K_0 (Kontrol)	9.98a	9.99a	10.25a	10.67c
K_1 (100% organik)	9.97a	9.99a	10.28a	10.81b
K_2 (75% organik + 25% anorganik)	9.89a	10.10a	10.35a	10.88a
K_3 (50% organik + 50% anorganik)	9.97a	10.15a	10.45a	10.82b
K_4 (25% organik + 75% anorganik)	9.99a	10.00a	10.29a	10.81b
K_5 (100% anorganik)	10.00a	10.02a	10.25a	10.82b
Rata-Rata	9.97	10.04	10.31	10.80
	Protein (%)			
K_0 (Kontrol)	36.46c	34.13c	30.90c	29.98c
K_1 (100% organik)	37.59b	35.59b	33.40b	32.23b
K_2 (75% organik + 25% anorganik)	39.13b	37.7b	34.05b	33.43ab
K_3 (50% organik + 50% anorganik)	43.40a	41.46a	36.05a	34.98a
K_4 (25% organik + 75% anorganik)	43.89a	41.89a	36.19a	34.79a
K_5 (100% anorganik)	36.98c	34.27b	33.05b	32.12b
Rata-Rata	39.58	37.51	33.94	32.92
	Daya hantar listrik ($\mu S cm^{-1} g^{-1}$)			
K_0 (Kontrol)	57.13a	57.41a	58.87a	59.17a
K_1 (100% organik)	55.01a	55.16b	52.01c	54.98c
K_2 (75% organik + 25% anorganik)	55.43a	55.87b	55.05b	57.25b
K_3 (50% organik + 50% anorganik)	53.00a	53.72c	56.02b	57.42b
K_4 (25% organik + 75% anorganik)	53.15a	53.75c	55.67b	56.58bc
K_5 (100% anorganik)	54.88a	55.01b	55.89b	56.52bc
Rata-Rata	54.77	55.15	55.59	56.99

1,000 butir benih turun 3.57% (dari 143.04 g menjadi 137.04 g), kadar air benih meningkat 8.43% (dari 9.97% menjadi 10.81%), protein benih turun 16.83% (dari 39.58 menjadi 32.92%), DHL meningkat 4.05% (dari 54.77 $\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$ menjadi 56.99 $\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$), daya berkecambah dan kecepatan tumbuh turun masing-masing 21.27% (dari 99.62% menjadi 78.43%), dan 32.92% (dari 38.70% etmal^{-1} menjadi 25.96% etmal^{-1}). Penurunan kualitas benih yang konstan juga didapat oleh Mattioni *et al.* (2015) dan Noviana *et al.* (2016).

Setelah penyimpanan 3 bulan, bobot 1,000 butir benih pada perlakuan K_3 (140.98 g) lebih tinggi 11.12% dibandingkan perlakuan K_0 (126.87 g). Bobot benih yang tinggi akan meningkatkan luas permukaan kontak benih dengan uap air sehingga ada kecenderungan peningkatan kadar air benih selama penyimpanan. Kadar air benih perlakuan K_3 meningkat 8.52%, pada perlakuan K_0 meningkat 7.71%. Hal yang sama diperoleh oleh Anto dan Jayaram (2010) bahwa benih dengan ukuran besar memiliki kecenderungan peningkatan kadar air yang lebih tinggi. Peningkatan kadar air benih akan meningkatkan perombakan protein sehingga mendorong laju kebocoran ion.

Kandungan protein benih menurun selama penyimpanan. Pada perlakuan K_3 menurun sebesar 21.61% dan perlakuan K_0 menurun 24.07%. Penyebab menurunnya kandungan protein pada benih kedelai yang disimpan berhubungan dengan reaksi oksidasi asam amino dan peningkatan kadar air. Kandungan protein yang tinggi pada membran sel akan meningkatkan integritas membran

sel tersebut sehingga tidak mudah mengalami kebocoran. Menurut Bellaloui dan Gillen (2010) bahwa protein tersebar secara individual dan bersifat hidrofilik, tertanam dan menembus kedalam interior membran. Kebocoran membran sel terjadi karena protein yang tertanam dan terhubung dengan interior membran terdegradasi sehingga sel menjadi terbuka.

Membran sel yang terdegradasi akan meningkatkan kebocoran ion jika benih direndam dalam air. Peningkatan kebocoran ion benih perlakuan K_3 setelah 3 BSS sebesar 8.34%, pada perlakuan K_0 meningkat 62.29%. Hasil penelitian Noviana *et al.* (2016) menunjukkan peningkatan kebocoran ion sebesar 15.55% selama 6 BSS. Peningkatan ini termasuk rendah karena penyimpanan benih di ruang terkontrol pada suhu 19-22 °C. Hasil penelitian ini didukung oleh Mattioni *et al.* (2015), degradasi protein menyebabkan membran sel rusak sehingga kebocoran ion menjadi tinggi.

Daya berkecambah benih pada perlakuan K_3 menurun sebesar 24.49%, pada perlakuan K_0 menurun sebesar 42.57%. Kecepatan tumbuh benih pada perlakuan K_3 menurun sebesar 39.05%, pada perlakuan K_0 menurun sebesar 65.06%. Pada akhir penyimpanan, daya berkecambah dan kecepatan tumbuh benih pada perlakuan K_3 dapat dipertahankan sebesar 80.08% dan 27.48% etmal^{-1} . Hasil percobaan ini menunjukkan bahwa benih kedelai dari perlakuan K_3 memiliki laju penurunan daya berkecambah dan kecepatan tumbuh yang paling rendah dibandingkan perlakuan lainnya.

Tabel 4. Kualitas benih kedelai pada periode 0, 1, 2 dan 3 bulan setelah simpan dari tanaman yang diberi perlakuan kombinasi hara organik dan anorganik (*lanjutan*)

Perlakuan tanaman induk	Periode simpan (Bulan)			
	0	1	2	3
	Daya berkecambah (%)			
K_0 (Kontrol)	100.00a	95.41b	81.14d	70.14c
K_1 (100% organik)	98.32a	95.32b	90.75a	78.75b
K_2 (75% organik + 25% anorganik)	100.00a	97.45a	83.42c	79.42b
K_3 (50% organik + 50% anorganik)	100.00a	96.67a	84.98c	80.98a
K_4 (25% organik + 75% anorganik)	99.72a	95.54b	83.73c	80.73a
K_5 (100% anorganik)	99.68a	95.56b	85.53b	80.53a
Rata-Rata	99.62	95.99	84.93	78.43
	Kecepatan berkecambah (% etmal^{-1})			
K_0 (Kontrol)	38.97a	38.45a	27.45c	23.61b
K_1 (100% organik)	38.64a	38.32a	32.74a	24.32b
K_2 (75% organik + 25% anorganik)	38.92a	38.81a	30.34b	25.41b
K_3 (50% organik + 50% anorganik)	38.21a	37.98a	30.76b	27.48a
K_4 (25% organik + 75% anorganik)	38.65a	38.45a	29.54b	27.32a
K_5 (100% anorganik)	38.81a	38.72a	30.23b	27.61a
Rata-Rata	38.7a	38.46	30.18	25.96

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama tidak berbeda nyata menurut uji Duncan taraf α 0.05

KESIMPULAN

Kombinasi hara organik dan anorganik pada perlakuan K₃ menghasilkan benih sebanyak 1.76 ton ha⁻¹, bobot 1,000 butir sebesar 147.47 g dan kandungan protein sebanyak 43.40%. Benih yang berasal dari tanaman yang diberi perlakuan K₃ menunjukkan kualitas benih yang masih baik saat memasuki periode simpan alami selama 3 BSS dengan indikator bobot 1,000 butir benih 140.98 g, kadar air 10.82%, kandungan protein 34.98%, DHL 57.42 μScm⁻¹g⁻¹, daya berkecambah 80.98% dan kecepatan tumbuh 27.48% etmal⁻¹. Kompos serasah kedelai sebanyak 2.5 ton dapat mensubstitusi penggunaan hara anorganik sebanyak 50% dan merupakan salah satu upaya menciptakan proses produksi bersih dalam produksi benih kedelai.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada Direktur Riset dan Pengabdian Masyarakat Kementerian Ristekdikti atas bantuan dana dalam pelaksanaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Anto, K.B., K.M. Jayaram. 2010. Effect of temperature treatment on seed water content and viability of green pea (*Pisum sativum* L.) and soybean (*Glycine max* L. Merr.) seeds. *Int. J. Bot.* 6:122-126.
- Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi. 2018. Tahun 2018 tahun kedelai. <http://balitkabi.litbang.pertanian.go.id> [30 April 2018].
- Balai Penelitian Tanah. 2005. Petunjuk Teknis Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air dan Pupuk. Balai Penelitian Tanah, Departemen Pertanian, Bogor, ID.
- Bellaloui, N., A.M. Gillen. 2010. Soybean seed protein, oil, fatty acids, N, and S partitioning as affected by node position and cultivar differences. *Agric. Sci.* 1:110-118.
- Garud, C.B., S.B. Borgaonkar, B.N. Chinchane. 2014. Correlation and path analysis of seed quality characters in Soybean. *Int. J. Plant Sci.* 9:293-294.
- Hanum, C. 2013. Pertumbuhan, hasil, dan mutu biji kedelai dengan pemberian pupuk organik dan fosfor. *J. Agron. Indonesia* 41:209-214.
- Hartawan, R., Y. Nengsih., E. Marwan. 2017. Pemanfaatan serasah kedelai sebagai bahan kompos. hal. 89-91. *Dalam* Faridah, Rachmawati, Suryati, Harzukil (*Eds.*) Prosiding Seminar Nasional Politeknik Negeri Lhokseumawe. Lhokseumawe 1 September 2017.
- Jaili, M.A.B., Purwono. 2016. Pengurangan dosis pupuk anorganik dengan pemberian kompos blotong pada budi daya tanaman tebu (*Saccharum officinarum* L.) lahan kering. *Bul. Agrohorti* 4:113-121.
- Kristiono, A., Sambudi. 2013. Evaluasi efektivitas pupuk organik untuk tanaman kedelai di lahan kering masam. hal. 49-58. *Dalam* N. Saleh, A. Harsono, N. Nugrahaeni, A.A. Rahmiana, Solihin, M. Jusuf, Herianto, I.K. Tastra, M.M. Adie, Hermanto, D. Harnowo (*Eds.*). Prosiding Seminar Hasil Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi. Malang 22 Mei 2013.
- Kurnia, V.C., S. Sumiyati, G. Samudro. 2017. Pengaruh kadar air terhadap hasil pengomposan sampah organik dengan metode open wind row. *J. Teknik Mesin* 6:58-62.
- Mattioni, N.M., L.L. Mertz, A.P.P. Barbieri, F.M. Haesbaert, W. Giordani, S.J. Lopes. 2015. Individual electrical conductivity test for the assessment of soybean seed germination. *Ciênc. Agrár.* 36:31-38.
- Muhammad, A., S.K. Khalil, A.Z. Khan, Amanullah, S. Mehmood. 2013. Growth analysis of indigenous soybean land races. *Pak. J. Bot.* 45:941-949.
- Muzaiyanah, S., Subandi. 2016. Peranan bahan organik dalam peningkatan produksi kedelai dan ubi kayu pada lahan kering masam. *Iptek Tan. Pangan* 11:149-157.
- Nkoa, R., B. Ondoua, P. Voroney, J. Tambong. 2014. Evidence of the interaction between crop species and organic amendments: modelling of the differential grain yield response of wheat, soybean, and canola to organic amendments. *Sustainable Agric. Res.* 3:33-45.
- Noviana, I., A. Qadir, F.C. Suwarno. 2016. Perilaku biokimia benih kedelai selama penyimpanan dalam kondisi terkontrol. *J. Agron. Indonesia* 44:255-260.
- Rastegar, Z., M. Sedghi, S. Khomari. 2011. Effects of accelerated aging on soybean seed germination indexes at laboratory conditions. *Not. Sci. Biol.* 3:126-129.
- Shaheen, A., R. Tariq, A. Khaliq. 2017. Comparative and interactive effects of organic and inorganic amendments on soybean growth, yield and selected soil properties. *Asian J. Agri. Biol.* 5:60-69.
- Yagoub, S.O., A.S.K.A. Salam, M. M. Hassan, M. A. Hassan. 2015. Effects of organic and mineral fertilizers on growth and yield of soybean (*Glycine max* L. Merril). *IJAAR.* 7:45-52.