

**Invigorasi dan Pengurangan Pupuk N untuk Meningkatkan
Pertumbuhan, Hasil, dan Mutu Benih Kacang Bambara**

***Invigoration and Reduction of N Fertilizer in Improving Plant
Growth, Yield, and Quality of Bambara Groundnut Seed***

Sophia Fitriasa¹, Satriyas Ilyas^{2*}, dan Abdul Qadir²

¹Program Studi Ilmu dan Teknologi Benih, Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor

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

Diterima 10 Juli 2015/Disetujui 6 Januari 2016

ABSTRACT

Bambara groundnut can be cultivated in marginal land, however, its productivity is still low. In order to increase productivity, high quality seed must be used. The objective of the experiment was to evaluate the effects of seed invigoration using matriconditioning plus Rhizobium sp. and fungicide and reduction of N fertilizer on plant growth, yield, and quality of bambara groundnut seed. The experiment was conducted at Experimental Station in Cikarawang, green house in Cikabayan, and Seed Health Laboratory, Bogor Agricultural University from June 2013 until March 2014. This experiment was arranged in a split plot design according to completely randomized block design. The first factor was N fertilizer. Four levels of N fertilizer used were 0, 15.35, 30.7, 46.04, and 61.39 kg N ha⁻¹. The second factor was seed invigoration. Seed invigoration consisted of without invigoration treatment (untreated), matriconditioning plus Rhizobium sp. and fungicide, matriconditioning plus Rhizobium sp., and matriconditioning plus fungicide. Result of the experiment indicated that matriconditioning plus Rhizobium sp. and fungicide improved plant growth (number of leaves, number of stem, nodule dry weight, root dry weight, and leaf dry weight), yield (weight of seed), and seed vigor (index of vigor). Matriconditioning plus Fungicide treatments significantly decreased the infection level of diseases on seed. Fertilizer application at the rate of 30.7 kg N ha⁻¹ (half of optimum dose) was recommended because it showed the best result in pod fresh weight and dry weight, and seed weight.

Keywords: benomyl, fertilization, fungicide, matriconditioning, Rhizobium sp.

ABSTRAK

Kacang bambara dapat dibudidayakan pada tanah yang miskin hara akan tetapi produktivitasnya masih tergolong rendah. Oleh karena itu benih yang bermutu tinggi perlu digunakan untuk mengatasi masalah ini. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh invigorasi menggunakan matriconditioning plus Rhizobium sp. dan fungisida serta pengurangan pupuk N dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman, hasil, dan mutu benih kacang bambara. Benih kacang bambara yang digunakan adalah aksesi asal Sumedang dengan warna testa hitam keunguan. Percobaan menggunakan rancangan petak terbagi yang disusun secara rancangan kelompok lengkap teracak (RKLT). Petak utama adalah dosis pupuk N yang terdiri atas 0, 15.35, 30.7, 46.04, dan 61.39 kg N ha⁻¹, sedangkan anak petak adalah perlakuan invigorasi benih yang terdiri atas tanpa perlakuan invigorasi (kontrol), matriconditioning plus Rhizobium sp. dan fungisida, matriconditioning plus Rhizobium sp., dan matriconditioning plus fungisida. Hasil percobaan menunjukkan bahwa perlakuan benih dengan matriconditioning plus Rhizobium sp. dan fungisida dapat meningkatkan pertumbuhan vegetatif (jumlah daun, jumlah tangkai daun, bobot kering bintil akar, bobot kering daun, dan bobot kering akar) dan mutu benih (indeks vigor) dibanding perlakuan lainnya. Perlakuan fungisida yang diintegrasikan ke dalam matriconditioning dapat mengurangi tingkat infeksi penyakit pada benih. Pemupukan dengan dosis 30.7 kg N ha⁻¹ (setengah dari dosis optimum) menunjukkan hasil terbaik dan tidak berbeda nyata dengan dosis optimum pada peubah produksi benih, sehingga dapat menghemat penggunaan pupuk.

Kata kunci : benomil, fungisida, matriconditioning, pemupukan, Rhizobium sp.

* Penulis untuk korespondensi. e-mail: satriyas252@gmail.com

PENDAHULUAN

Kacang bamba (*Vigna subterranea* (L.) Verdcourt merupakan tanaman yang termasuk dalam famili *Leguminosae*. Menurut Mabhaudhi *et al.* (2013) kacang bamba memiliki kandungan protein (17-25%) dan karbohidrat (46-65%) yang tinggi. Vurayai *et al.* (2011) menyatakan bahwa kacang bamba tahan terhadap cekaman kekeringan sehingga mampu berproduksi dengan ketersediaan air terbatas. Daerah penyebaran kacang bamba di Indonesia masih terbatas dan hanya dijadikan tanaman sampingan saja karena produktivitasnya yang masih tergolong rendah. Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk meningkatkan produktivitas adalah dengan penggunaan benih bermutu.

Invigorasi merupakan perlakuan benih pratanam yang dilakukan untuk meningkatkan viabilitas dan vigor benih dengan memperbaiki perkecambahan benih. Banyak cara yang dapat digunakan untuk memperbaiki perkecambahan benih yaitu *presoaking*, *matriconditioning*, *wetting and drying*, *humidifying*, *osmoconditioning*, dan *pregermination*. Perlakuan benih yang terbukti efektif dan paling mudah dilakukan adalah *matriconditioning*. *Matriconditioning* adalah perlakuan hidrasi benih terkontrol dengan media lembab yang didominasi oleh kekuatan matriks untuk memperbaiki pertumbuhan bibit. Perlakuan *matriconditioning* tidak hanya bertujuan untuk meningkatkan viabilitas dan vigor benih saja, pemanfaatan *Rhizobium* sp. atau fungusida dapat diinkorporasikan dalam *matriconditioning* untuk meningkatkan kegunaannya (Ilyas, 2012). Menurut Ilyas dan Sopian (2013) perlakuan *matriconditioning* plus *Rhizobium* sp. dapat meningkatkan tinggi tanaman dan hasil dibanding perlakuan invigorasi yang lain dan kontrol.

Penggunaan inokulan mikroba atau pupuk hayati mampu meningkatkan efisiensi pemupukan dan menekan penggunaan pupuk kimia sintetis yang apabila digunakan terus menerus dapat berdampak negatif bagi kesehatan tanah dan menyebabkan kerusakan lingkungan (Eickhout *et al.*, 2006). Pengurangan penggunaan pupuk kimia khususnya pupuk N atau dengan pemanfaatan mikroba tanah seperti *Rhizobium* sp. perlu dilakukan untuk mengatasi masalah ini. Hasil penelitian Faisal (2005) menunjukkan bahwa perlakuan benih menggunakan *matriconditioning* plus *Bradyrhizobium japonicum* dan *Azospirillum lipoferum* mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman, hasil, dan mutu kedelai serta dapat menghemat penggunaan pupuk N hingga 50%. Pada penelitian ini selain *Rhizobium* sp., fungusida Benlox dengan bahan aktif benomil juga akan diintegrasikan dalam *matriconditioning* untuk menekan serangan cendawan. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh invigorasi menggunakan *matriconditioning* plus *Rhizobium* sp. dan fungusida serta pengurangan pupuk N dalam meningkatkan pertumbuhan, hasil, dan mutu benih kacang bamba.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan pada bulan Juni 2013 sampai dengan Maret 2014 di kebun percobaan Cikarawang, rumah kaca Cikabayan, dan Laboratorium Kesehatan Benih, AGH, IPB. Benih kacang bamba yang digunakan berasal dari aksesori Sumedang dengan warna testa hitam keunguan. Percobaan pendahuluan dilakukan dua tahap, percobaan pendahuluan pertama dilakukan untuk menentukan konsentrasi fungusida yang non fitotoksik pada benih kacang bamba. Rancangan yang digunakan adalah rancangan acak lengkap (RAL) satu faktor yaitu konsentrasi fungusida dengan bahan aktif benomil (0.05, 0.1, dan 0.15%). Masing-masing perlakuan diulang sebanyak tiga kali dengan jumlah benih per ulangan 25 butir. Pengamatan dilakukan terhadap daya berkecambah benih. Bahan perekat *arabic gum* dengan konsentrasi 0.25 g mL⁻¹ dilarutkan dalam aquades dan diaduk merata menggunakan *magnetic stirrer*. Fungusida dimasukkan sampai terbentuk suspensi yang homogen. Volume suspensi adalah 1.5 L larutan untuk 600 g benih. Benih dimasukkan ke dalam suspensi sambil diaduk hingga tercampur merata, kemudian disaring dan dikeringkan selama 2 hari.

Percobaan pendahuluan ke dua merupakan uji kemampuan tumbuh *Rhizobium* sp. pada berbagai konsentrasi fungusida. Rancangan yang digunakan adalah RAL dengan tiga ulangan. Bakteri *Rhizobium* sp. dicampur dengan fungusida benomil, kemudian dilakukan pengenceran serial sampai 10⁻⁵, lalu dipipet 0.1 mL suspensi dan dimasukkan dalam cawan petri yang telah berisi media YEMA (*yeast extract mannitol agar*) sebagai media dasar. Inkubasi dilakukan pada suhu kamar (27-28 °C). Penghitungan koloni dilakukan pada hari ke-5.

Percobaan di lapangan menggunakan rancangan petak terbagi (*split plot design*) yang disusun secara rancangan kelompok lengkap teracak dengan tiga ulangan. Faktor pertama sebagai petak utama adalah dosis pemupukan N yang terdiri atas lima taraf, 0, 15.35, 30.7, 46.04, dan 61.39 kg N ha⁻¹. Dosis rekomendasi pupuk N ditetapkan berdasarkan hasil penelitian Nnadi *et al.* (1976) yang menganalisis jumlah N optimum yang dibutuhkan tanaman berdasarkan kandungan N tanaman kacang bamba dan bobot kering tanaman ha⁻¹. Faktor ke dua sebagai anak petak adalah perlakuan invigorasi yang terdiri atas empat taraf: tanpa perlakuan invigorasi (kontrol), *matriconditioning* plus *Rhizobium* sp. dan fungusida, *matriconditioning* plus *Rhizobium* sp., dan *matriconditioning* plus fungusida.

Perlakuan *matriconditioning* menggunakan perbandingan 5 : 3 : 3 (benih : arang sekam : air) pada suhu ± 25 °C (Ilyas dan Sopian, 2013) dengan menggunakan arang sekam yang lolos saringan berukuran 0.5 mm. *Matriconditioning* dilakukan dengan cara melembabkan arang sekam dengan air di dalam wadah transparan bervolume 1 L, kemudian benih dimasukkan dan diaduk sampai semua permukaan benih tertutup arang sekam,

kemudian disimpan di dalam ruang AC suhu rata-rata 25 °C selama tiga hari. Selama perlakuan berlangsung dilakukan pengadukan sekali setiap hari.

Pemberian pupuk kandang ayam dilakukan satu minggu sebelum tanam. Setiap satuan petak percobaan berukuran 3.5 m x 3.6 m dengan jarak antar petak 0.5 m dan jarak tanam 50 cm x 40 cm. Pupuk urea diberikan sesuai dengan perlakuan, Pupuk SP-36 diberikan dengan dosis 45.5 kg SP-36 ha⁻¹ dan pupuk KCl dengan dosis 61.63 kg KCl ha⁻¹. Pengamatan dilakukan terhadap peubah: panjang tangkai daun, jumlah daun, jumlah tangkai daun, diameter kanopi, bobot basah polong per petak, bobot basah polong per tanaman, bobot benih per petak, bobot benih per tanaman, bobot 100 butir benih, bobot kering bintil akar efektif, bobot kering akar, batang, daun, bunga, dan polong, daya berkecambah, kecepatan tumbuh, indeks vigor, potensi tumbuh maksimum, dan tingkat infeksi penyakit pada benih.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Percobaan pendahuluan pertama bertujuan untuk mendapatkan konsentrasi fungisida yang tepat dan non fitotoksik terhadap benih kacang bambara. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan konsentrasi fungisida tidak berpengaruh terhadap daya berkecambah benih, akan tetapi terlihat bahwa semakin tinggi konsentrasi fungisida semakin rendah daya berkecambah.

Nodulasi dipengaruhi oleh penggunaan fungisida yang diberikan secara langsung terhadap tanaman maupun fungisida yang digunakan pada perlakuan benih. Ada indikasi yang mengarah kepada terhambatnya kemampuan tumbuh bakteri bintil akar apabila terjadi kontak langsung dengan fungisida yang digunakan pada perlakuan benih, oleh sebab itu percobaan pendahuluan ke dua dilakukan dalam upaya mencari konsentrasi fungisida yang tidak mematikan bakteri penyubur tanah. Hasil percobaan menunjukkan bahwa pemberian fungisida dengan bahan aktif benomil konsentrasi 0.05% merupakan perlakuan terbaik yang memiliki jumlah koloni 1.53x10⁷ cfu mL⁻¹ diikuti dengan perlakuan konsentrasi benomil 0.1% (1.05x10⁷ cfu mL⁻¹) dan tidak berbeda nyata dengan kontrol (1.66 x10⁷ cfu mL⁻¹), oleh karena itu konsentrasi terpilih yang dapat ditolerir oleh bakteri *Rhizobium* sp. adalah 0.05%. Penentuan

konsentrasi fungisida yang tepat juga dapat menentukan efektifitasnya dalam mengendalikan cendawan di lapangan. Hasil penelitian Setiyowati *et al.* (2007) menyatakan bahwa perlakuan terbaik untuk menurunkan tingkat infeksi cendawan *Colletotrichum capsici* pada benih dan hipokotil adalah perlakuan *seed coating* dengan benomil 2.5 g L⁻¹.

Pertumbuhan Vegetatif Kacang Bambara

Benih yang diberi perlakuan invigorasi (V1, V2, dan V3) memiliki presentase daya tumbuh per petak dan diameter kanopi yang lebih tinggi dibanding dengan benih yang tidak diberikan perlakuan invigorasi (Tabel 1). Hasil pengamatan pada 3 MST menunjukkan bahwa *matriconditioning* plus *Rhizobium* sp. dan fungisida merupakan perlakuan yang menghasilkan jumlah tangkai daun tertinggi walaupun tidak berbeda dengan *matriconditioning* plus fungisida. Perlakuan *matriconditioning* plus *Rhizobium* sp. dan fungisida pada 5 MST juga menghasilkan jumlah daun dan tangkai paling tinggi dibanding dengan perlakuan invigorasi lainnya (Tabel 2). Benih kacang bambara yang diberi perlakuan invigorasi terutama pada perlakuan *matriconditioning* plus *Rhizobium* sp. dan fungisida dapat meningkatkan pertumbuhan vegetatif tanaman kacang bambara. Hal ini dapat disebabkan karena adanya proses hidrasi pada perlakuan *matriconditioning* yang berlangsung sempurna. Penambahan inokulan *Rhizobium* sp. juga membantu memperbaiki perkembangan akar tanaman sehingga mendukung pertumbuhan tanaman, sedangkan perlakuan fungisida melindungi tanaman dari serangan cendawan. Hasil ini sejalan dengan penelitian Faisal (2005) yang menunjukkan bahwa perlakuan benih menggunakan *matriconditioning* plus *Bradyrhizobium japonicum* dan *Azospirillum lipoferum* mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman, hasil kedelai, dan mutu benih yang dihasilkan.

Appunu *et al.* (2008) menyatakan bahwa metode yang paling sesuai untuk menentukan efektivitas *Rhizobium* adalah dengan melihat bobot kering tanaman karena dapat digunakan sebagai parameter untuk mengukur kemampuan simbiosis isolat. Perlakuan *matriconditioning* plus *Rhizobium* sp. dan fungisida merupakan perlakuan yang menghasilkan bobot kering bintil akar paling tinggi pada 4 dan 16 MST (Tabel 3). Perlakuan *matriconditioning* plus *Rhizobium* sp. merupakan perlakuan terbaik dan berbeda nyata dengan perlakuan lainnya pada 8 MST. Interaksi perlakuan *matriconditioning*

Tabel 1. Pengaruh invigorasi benih terhadap daya tumbuh dan diameter kanopi

Perlakuan invigorasi	Daya tumbuh (%)	Diameter kanopi pada umur tanaman (MST)					
		10	11	12	13	14	15
-----cm-----							
Kontrol (tanpa perlakuan invigorasi)	87.7b	60.06b	64.27	64.95	66.91	67.61	70.55
<i>Matriconditioning</i> + <i>Rhizobium</i> sp. + fungisida	96.9a	64.25a	66.02	67.53	68.06	68.91	72.85
<i>Matriconditioning</i> + <i>Rhizobium</i> sp.	94.7a	63.33a	66.83	66.02	68.03	69.93	73.15
<i>Matriconditioning</i> + fungisida	93.4a	64.96a	66.99	68.95	69.76	70.33	73.52

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada uji DMRT taraf 5%; MST = minggu setelah tanam

plus *Rhizobium* sp. dan fungisida pada perlakuan tanpa pemupukan N serta perlakuan *matriconditioning* plus *Rhizobium* sp. pada perlakuan tanpa pemupukan N dan pemupukan N ½ dari dosis optimum mampu meningkatkan bobot kering bintil akar dibandingkan dengan perlakuan

tanpa invigorasi (Tabel 4). Hasil ini menunjukkan bahwa perlakuan *matriconditioning* plus *Rhizobium* sp. cukup efektif dalam meningkatkan bobot kering bintil akar sehingga dapat mengurangi penggunaan pupuk N. Menurut Bambara dan Ndakidemi (2010), inokulasi *Rhizobium* pada

Tabel 2. Panjang tangkai daun, jumlah daun, dan jumlah tangkai daun pada berbagai perlakuan invigorasi

Perlakuan invigorasi	Umur tanaman			
	2 MST	3 MST	4 MST	5 MST
	Panjang tangkai daun (cm)			
Kontrol (tanpa perlakuan invigorasi)	8.32	17.81	21.28	19.94b
<i>Matriconditioning</i> + <i>Rhizobium</i> sp. + fungisida	8.33	18.26	21.57	22.19a
<i>Matriconditioning</i> + <i>Rhizobium</i> sp.	8.21	17.56	21.47	21.39a
<i>Matriconditioning</i> + fungisida	8.53	17.47	21.67	21.60a
	Jumlah daun (helai)			
Kontrol (tanpa perlakuan invigorasi)	2.8	4.6	9.9	13.6c
<i>Matriconditioning</i> + <i>Rhizobium</i> sp. + fungisida	2.9	4.9	10.6	17.6a
<i>Matriconditioning</i> + <i>Rhizobium</i> sp.	2.8	4.6	9.8	15.5b
<i>Matriconditioning</i> + fungisida	3.0	4.6	9.8	15.9b
	Jumlah tangkai daun			
Kontrol (tanpa perlakuan invigorasi)	4.0	7.7b	12.6	16.1c
<i>Matriconditioning</i> + <i>Rhizobium</i> sp. + fungisida	4.1	8.4a	13.5	22.2a
<i>Matriconditioning</i> + <i>Rhizobium</i> sp.	4.0	7.7b	13.0	19.5b
<i>Matriconditioning</i> + fungisida	4.0	7.9ab	13.0	20.3b

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada uji DMRT taraf 5%

Tabel 3. Pengaruh invigorasi benih terhadap bobot kering tanaman

Perlakuan invigorasi	Umur tanaman							
	4 MST	8 MST	12 MST	16 MST	4 MST	8 MST	12 MST	16 MST
	Bobot kering bintil akar (mg)				Bobot kering akar (g)			
V0	1.29c	4.33b	13.15	12.2b	0.85	0.98	1.18	1.12b
V1	4.93a	6.57b	21.29	35.0a	0.83	1.09	1.22	1.54a
V2	3.51b	10.38a	14.83	17.0b	0.84	1.09	1.18	1.21b
V3	2.59bc	7.34b	12.66	14.9b	0.83	1.08	1.17	0.99b
	Bobot kering batang (g)				Bobot kering bunga (mg)			
V0	0.73b	4.36c	14.31	21.64	36.84b	55.27b	67.81	
V1	1.21a	8.06a	16.88	30.74	67.02a	97.34a	78.19	
V2	0.98a	6.73ab	16.45	25.86	81.29a	91.00a	79.34	
V3	1.10a	6.00b	15.69	24.36	67.02ab	73.96ab	58.43	
	Bobot kering daun (g)				Bobot kering polong (g)			
V0	1.18b	5.40c	15.00	21.48b		3.33	10.88b	
V1	1.85a	9.57a	17.30	32.67a		3.30	20.28a	
V2	1.57a	7.56b	16.45	24.08b		2.51	11.79b	
V3	1.59a	7.15b	14.62	23.73b		1.85	9.66b	

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada uji DMRT 5%; V0 (tanpa perlakuan invigorasi), V1 (*matriconditioning* plus *Rhizobium* sp. dan fungisida), V2 (*matriconditioning* plus *Rhizobium* sp.), V3 (*matriconditioning* plus fungisida)

Tabel 4. Interaksi pemupukan N dan invigorasi benih terhadap bobot kering bintil akar 8 MST (mg)

Perlakuan invigorasi	Dosis N (kg N ha ⁻¹)				
	0	15.35	30.7	46.04	61.39
Kontrol (tanpa perlakuan invigorasi)	3.40Ac	3.63Aa	3.07Ac	2.93Aa	8.6Aa
<i>Matriconditioning</i> + <i>Rhizobium</i> sp. + fungisida	7.63Ab	3.97Aa	6.3Abc	7.17Aa	7.8Aa
<i>Matriconditioning</i> + <i>Rhizobium</i> sp.	12.07ABa	8.33BCa	18.13Aa	3.57Ca	9.8BCa
<i>Matriconditioning</i> + fungisida	2.67Bc	9.17ABa	11.57Aab	7.23ABa	6.07ABa

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf kapital yang berbeda pada baris yang sama dan angka yang diikuti oleh huruf kecil yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata pada taraf 5%

tanaman kacang hijau mampu meningkatkan bobot kering bintil akar hingga 150%.

Hasil pengamatan bobot kering tanaman menunjukkan bahwa seluruh perlakuan benih yang diinvigorasi dapat meningkatkan bobot kering batang dan daun pada 4 dan 8 MST (Tabel 3). Perlakuan *matriconditioning* plus *Rhizobium* sp. dan fungisida menghasilkan bobot kering daun dan polong tertinggi dibandingkan perlakuan lainnya pada 16 MST. Berdasarkan peubah vegetatif dapat disimpulkan bahwa invigorasi benih mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman kacang bambara. Hasil ini sejalan dengan penelitian Legwaila *et al.* (2013) yang menunjukkan bahwa perlakuan *conditioning* benih kacang bambara dengan perendaman selama 24 jam dapat meningkatkan pertumbuhan kecambah, daya tumbuh serta bobot kering batang dan daun.

Hasil penelitian ini juga menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan yang nyata antara dosis pupuk N yang digunakan. Hal ini diduga karena sifat N yang labil dan mudah mengalami pencucian. Kacang bambara sebagai tanaman legum juga mempunyai sifat dapat merangsang nodulasi sehingga walaupun diberikan hara tambahan N, tanaman tidak memberikan pengaruh yang nyata. Nweke

dan Emeh (2013) menambahkan bahwa penanaman kacang bambara bermanfaat sebagai sumber pupuk organik yang terjangkau yang dapat menjaga status kesuburan di dalam tanah karena adanya residu nitrogen yang dihasilkan untuk musim tanam berikutnya.

Produksi Benih Kacang Bambara

Dosis pemupukan N berpengaruh nyata terhadap bobot basah polong per tanaman, bobot kering polong per tanaman, dan bobot benih per tanaman. Perlakuan pemupukan setengah dari dosis optimum rekomendasi dengan 30.7 kg N ha⁻¹ menghasilkan bobot yang paling tinggi dan tidak berbeda nyata dengan dosis optimum rekomendasi (Tabel 5). Hal ini menunjukkan bahwa pengurangan pupuk N tetap dapat menghasilkan produksi benih yang sama baiknya dengan pupuk N optimum. Kacang bambara merupakan tanaman yang lebih adaptif dan toleran pada daerah yang miskin hara (Kanu dan Dakora, 2012). Kacang bambara dapat meningkatkan kesuburan tanah karena akarnya bersimbiosis dengan bakteri *Rhizobium* yang mampu mengikat nitrogen bebas dari udara. Tanaman legum seperti *cowpea*, kacang

Tabel 5. Produksi benih kacang bambara pada berbagai dosis pupuk N dan invigorasi (g)

Perlakuan	BB polong per petak	BK polong per petak	BB polong per tanaman	BK polong per tanaman	Bobot benih per tanaman	Bobot benih per petak
Dosis N (kg N ha ⁻¹)						
0	2048.5	611.18	180.24b	63.35b	8.50b	421.95
15.35	1734.2	513.04	150.4b	57.70b	9.10b	365.05
30.7	1931.9	587.54	257.47a	92.96a	13.76a	416.33
46.04	1467.4	428.92	152.28b	55.50b	8.52b	297.19
61.39	2194.4	662.72	204.69ab	74.97ab	11.32ab	479.94
Invigorasi						
V0	1758.6	508.68	155.86	54.613b	8.03c	356.01
V1	2066.1	640.27	219.73	81.669a	12.12a	449.65
V2	1872.6	550.45	175.72	62.919ab	9.34bc	392.33
V3	1803.9	543.31	204.75	76.381a	11.47ab	386.37

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom dan faktor yang sama tidak berbeda nyata pada uji DMRT taraf 5%; V0 (tanpa perlakuan invigorasi), V1 (*matriconditioning* plus *Rhizobium* sp. dan fungisida), V2 (*matriconditioning* plus *Rhizobium* sp.), V3 (*matriconditioning* plus fungisida); BB = bobot basah; BK = bobot kering

tanah, dan kedelai dapat berkontribusi secara signifikan terhadap simbiotik N (Belane dan Dakora, 2009).

Perlakuan *matriconditioning* plus *Rhizobium* sp. dan fungisida meningkatkan bobot kering polong per tanaman dan bobot benih per tanaman dibandingkan dengan perlakuan tanpa invigorasi (Tabel 5). Hasil ini sesuai dengan penelitian Saryoko (2011) pada benih kedelai yang menunjukkan bahwa perlakuan *matriconditioning* plus inokulan komersial mampu meningkatkan jumlah polong total, jumlah polong berisi, dan potensi hasil sebesar 0.19 ton ha⁻¹ dibanding dengan kontrol.

Mutu Benih Kacang Bambara

Seluruh perlakuan benih yang diinvigorasi memiliki daya berkecambah, potensi tumbuh maksimum, dan kecepatan tumbuh yang lebih tinggi dibanding dengan benih yang tidak diberi perlakuan invigorasi (Tabel 6). Perlakuan *matriconditioning* plus *Rhizobium* sp. dan fungisida

merupakan perlakuan yang memiliki indeks vigor lebih tinggi dibanding dengan perlakuan lainnya. Hasil ini sejalan dengan penelitian Sucahyono *et al.* (2013) pada benih kedelai yang menyatakan bahwa perlakuan *matriconditioning* dan *matriconditioning* plus pupuk hayati berpengaruh positif terhadap viabilitas dan vigor benih saat benih ditanam.

Pemupukan N dengan dosis $\frac{3}{4}$ dari dosis optimum (46.04 kg N ha⁻¹) mengakibatkan tingkat infeksi yang paling tinggi dibanding dengan perlakuan lainnya. Perlakuan *matriconditioning* plus *Rhizobium* sp. dan fungisida serta perlakuan *matriconditioning* plus fungisida memiliki tingkat infeksi penyakit pada benih yang paling rendah dibanding dengan perlakuan lainnya (Tabel 6). Perlakuan *matriconditioning* plus *Rhizobium* sp. dan fungisida pada perlakuan tanpa pemupukan N, pemupukan N $\frac{1}{4}$ dan $\frac{1}{2}$ dari dosis optimum, mampu mengurangi tingkat infeksi penyakit pada benih dibandingkan dengan kontrol ataupun *matriconditioning* plus *Rhizobium* sp. (Tabel 7). Penggunaan fungisida benomil efektif dalam menekan tingkat infeksi

Tabel 6. Mutu benih kacang bambara pada berbagai dosis pupuk N dan invigorasi

Perlakuan	Daya berkecambah (%)	Potensi tumbuh maksimum (%)	Kecepatan tumbuh (% per etmal)	Indeks vigor (%)	Infeksi pada benih (%)	Bobot 100 butir (g)
Dosis N (kg N ha ⁻¹)						
0	93.36	95.20	12.39	1.51	28.33b	87.20
15.35	87.36	91.06	11.58	2.28	31.67b	85.61
30.7	92.85	94.72	12.24	1.35	28.33b	89.09
46.04	88.62	91.88	11.47	1.68	43.33a	84.03
61.39	88.94	92.83	11.63	2.21	31.67b	88.01
Invigorasi						
V0	82.92b	88.46b	10.38b	0.94b	48.00a	84.57
V1	93.73a	94.8a	12.86a	3.07a	14.67b	90.44
V2	91.92a	94.64a	12.09a	1.71b	52.00a	88.31
V3	92.34a	94.66a	12.11a	1.5b	16.00b	83.83

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom dan faktor yang sama tidak berbeda nyata pada uji DMRT taraf 5% ; V0 (tanpa perlakuan invigorasi), V1 (*matriconditioning* plus *Rhizobium* sp. dan fungisida), V2 (*matriconditioning* plus *Rhizobium* sp.), dan V3 (*matriconditioning* plus fungisida)

Tabel 7. Interaksi pemupukan N dan invigorasi benih terhadap tingkat infeksi penyakit pada benih (%)

Perlakuan invigorasi (V)	Dosis N (kg N ha ⁻¹)				
	0	15.35	30.7	46.04	61.39
V0	53.3ABa	46.7ABa	33.3Bab	66.7Aa	40.0ABa
V1	6.7Bb	6.7Bb	6.7Bc	33.3Aab	20.0ABb
V2	53.3ABa	46.7ABa	53.3ABa	66.7Aa	40.0Ba
V3	0.0Cb	26.7Aab	20.0ABbc	6.7BCb	26.7Aab

Keterangan: V0 (tanpa perlakuan invigorasi), V1(*matriconditioning* plus *Rhizobium* sp. dan fungisida), V2 (*matriconditioning* plus *Rhizobium* sp.), dan V3 (*matriconditioning* plus fungisida). Angka yang diikuti oleh huruf kapital yang berbeda pada baris yang sama dan angka yang diikuti oleh huruf kecil yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata pada taraf 5%

penyakit. Benomil bekerja secara sistemik, cara kerja demikian sangat efektif untuk mematikan cendawan baik di permukaan maupun dalam jaringan benih.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan invigorasi mampu meningkatkan mutu benih karena dapat mengaktifkan kegiatan metabolisme sehingga benih siap berkecambah. Benih yang diberi perlakuan invigorasi mengalami imbibisi terkontrol sehingga air masuk ke dalam benih secara perlahan sampai terjadi keseimbangan. Hal ini memungkinkan benih mengoptimalkan faktor internalnya untuk memulai perkecambahan, seperti pemulihan integritas membran sel (Ilyas, 1995).

KESIMPULAN

Perlakuan *matriconditioning* plus *Rhizobium* sp. dan fungisida efektif meningkatkan pertumbuhan vegetatif (jumlah daun, jumlah tangkai daun, bobot kering bintil akar, bobot kering daun, dan bobot kering akar) dan mutu benih (indeks vigor). Perlakuan *matriconditioning* plus *Rhizobium* sp. dan fungisida pada perlakuan tanpa pemupukan N, pemupukan N $\frac{1}{4}$ dan $\frac{1}{2}$ dari dosis optimum rekomendasi, mampu mengurangi tingkat infeksi penyakit pada benih dibandingkan dengan kontrol ataupun *matriconditioning* plus *Rhizobium* sp. Pemupukan dengan dosis setengah dari dosis optimum rekomendasi (30.7 kg N ha⁻¹) menunjukkan hasil terbaik dan tidak berbeda dengan dosis optimumnya (61.39 kg N ha⁻¹), sehingga dapat menghemat penggunaan pupuk pada peubah produksi benih (bobot basah polong per tanaman, bobot kering polong per tanaman, dan bobot benih per tanaman).

DAFTAR PUSTAKA

- Appunu, C.N., A. Zoue, G. Laguerre. 2008. Genetic diversity of native bradyrhizobia isolated from soybeans in different agricultural-ecological-climatic regions of India. *Appl. Environ. Microbiol.* 74:5991-5996.
- Belane, A.K., F.D. Dakora. 2009. Measurement of N₂ fixation in 30 cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp.) genotypes under field conditions in Ghana using 15N natural abundance technique. *Symbiosis* 48:47-57.
- Bambara, S., P.A. Ndakidemi. 2010. The potential roles of lime and molybdenum on the growth, N₂ fixation and assimilation of metabolites in nodulated legume: A special reference to *Phaseolus vulgaris*. *Afr J. Biotechnology* 8:2482-2489.
- Eickhout, B., A.F. Bouwman, H. Van Zeijts. 2006. The role of nitrogen in world food production and environmental sustainability. *Agric Ecosyst Environ* 116:4-14.
- Faisal. 2005. Perlakuan benih menggunakan *matriconditioning* plus inokulan mikroba untuk meningkatkan efisiensi pemupukan nitrogen, pertumbuhan, dan hasil tanaman kedelai. Tesis. Sekolah Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Ilyas, S., O. Sopian. 2013. Effect of seed maturity and invigoration on seed viability and vigor, plant growth, and yield of bambara groundnut. *Acta Hort.* 979:695-701.
- Ilyas, S. 1995. Perubahan fisiologis dan biokemis dalam proses "*seed conditioning*". *Keluarga Benih* 6:70-79.
- Ilyas, S. 2012. Ilmu dan Teknologi Benih: Teori dan Hasil-hasil Penelitian. IPB Press, Bogor, ID.
- Kanu, S.A., F.D. Dakora. 2012. Symbiotic nitrogen contribution and biodiversity of bacteria nodulating *Psoralea* species in the Cape Fynbos of South Africa. *Soil Biol. Biochem.* 54:68-76.
- Legwaila, G.M., S.K. Karikari, K. Mogamisi., T. Mathowa. 2013. Response of three bambara groundnut landraces to pre-sowing hydration in Botswana. *Agric. Biol. J. N. Am.* 4:430-434.
- Mabhaudhi, T., A.T. Modi, Y.G. Beletse. 2013. Growth, phenological, and yield responses of a bambara groundnut accession to imposed water stress: II. rain shelter conditions. *Water SA* 39:191-198.
- Nnadi, L.A., V. Balasubramanian, L. Singh. 1976. Yield and mineral composition of grain legume. *Ghana Jnl Agric. Sci.* 9:211-215.
- Nweke, I.A., H.O. Emeh. 2013. The response of bambara groundnut (*Vigna subterranea* (L.) Verdc). to phosphate fertilizer levels in Igbariam South East Nigeria. *J. Agric. Vet. Sci.* 2:28-34.
- Saryoko, A. 2011. Sistem penyediaan benih dan teknologi invigorasi untuk mendukung ketersediaan benih kedelai bermutu di Provinsi Banten. Tesis. Sekolah Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Setiyowati, H., M. Surahman, S. Wiyono. 2007. Pengaruh *seed coating* dengan benomil dan tepung curcuma terhadap patogen antraknosa terbawa benih dan viabilitas benih cabai besar. *Bul. Agron.* 35:176-182.
- Sucahyono, D., M. Sari, M. Surahman, S. Ilyas. 2013. Pengaruh perlakuan invigorasi pada benih kedelai hitam terhadap vigor benih, pertumbuhan tanaman, dan hasil. *Bul. Agron.* 41:126-132.
- Vurayai, R., V. Emongor, B. Moseki. 2011. Effect of water stress imposed at different growth and development stages on morphological traits and yield of bambara groundnuts. *Am. J. Plant Physiol.* 6:17-27.