

Viabilitas Awal, Daya Simpan dan Invigorasi Benih Kemangi (*Ocimum basilicum* L.)

*Initial Viability, Storability and Invigoration Treatments of Basil (*Ocimum basilicum* L.) Seed*

Faiza Chairani Suwarno*, Maryati Sari, dan Raden Enen Rindi Manggung

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

Diterima 17 Juni 2013/Disetujui 27 Desember 2013

ABSTRACT

*Basil (*Ocimum basilicum* L.) is cultivated in many countries as vegetable crop, and as herbal medicine or pesticide for mosquito larvae, but there is limited information on its seed viability. Three experiments were conducted at Seed Science and Technology Laboratory Departement of Agronomy and Horticulture IPB from January to June 2011. Experiment one tested viability of basil seeds with different maturation obtained from different fruit maturity and drying treatment. Experiment two stored basil seed for 12 weeks in ambient condition and tested seed viability weekly. In experiment three, two seed lots that have been stored for 2 and 14 weeks in ambient condition were invigorated with GA_3 1,000 ppm and KH_2PO_4 1.5% and light treatment 820 lux m^{-2} . It was revealed that basil seed was physiologically mature at 44-49 days after flowering with 12.5% moisture content and low viability of 34.0%. After-ripening period of basil seed was two week where the seed viability increase to 56.7%. Seed viability did not significantly change during 12 weeks stored in ambient condition. Maximum viability of basil seed (64.34-66.52%) could be achieved by invigoration treatment with GA_3 1,000 ppm and light treatment 820 lux m^{-2} .*

Keywords: dormancy, germination, seed maturity, vegetable crop

ABSTRAK

Kemangi merupakan tanaman yang dibudidayakan di berbagai negara, selain sebagai sayuran juga untuk obat herbal atau pestisida larva nyamuk. Tanaman ini diperbanyak secara generatif, namun informasi mengenai viabilitas benih masih terbatas. Penelitian terdiri atas tiga percobaan dan dilaksanakan di Laboratorium Ilmu dan Teknologi Benih Departemen Agronomi dan Hortikultura IPB pada bulan Januari sampai Juni 2011. Percobaan satu menguji viabilitas benih kemangi pada beberapa tingkat kemasakan berdasarkan umur buah dan lama pengeringan. Percobaan dua adalah penyimpanan benih selama 12 minggu pada kondisi kamar, kemudian viabilitas benih diuji setiap minggu. Percobaan tiga menguji dua lot benih yang telah disimpan selama 2 dan 14 minggu, selanjutnya dilakukan invigorasi menggunakan GA_3 1,000 ppm, KH_2PO_4 1.5% dan perlakuan cahaya 820 lux m^{-2} . Hasil penelitian menunjukkan bahwa benih kemangi mencapai masak fisiologi pada 44-49 hari setelah berbunga dengan kadar air 12.5% dan daya berkecambah 34.0%. Benih kemangi mengalami periode after-ripening selama 2 minggu, setelah itu viabilitas benih meningkat menjadi 56.7%. Benih yang disimpan selama 12 minggu pada kondisi kamar tidak menunjukkan perubahan viabilitas secara nyata. Perlakuan invigorasi terbaik yang menghasilkan viabilitas benih tertinggi (64.34-66.52%) adalah perendaman benih dalam larutan GA_3 1,000 ppm dan perlakuan cahaya 820 lux m^{-2} .

Kata kunci: dormansi, kemasakan benih, perkecambahan, tanaman sayuran

PENDAHULUAN

Kemangi (*Ocimum basilicum* L.) adalah tanaman sayuran yang dikonsumsi di berbagai negara, di antaranya Indonesia. Selain digunakan sebagai sayuran, daun kemangi juga digunakan untuk mencegah tumor (Dasgupta *et al.*, 2004), sakit kepala, dan inflamasi pada telinga (Andarwulan *et al.*, 2010). Ekstrak daun kemangi juga berguna untuk membasmi larva nyamuk (Maurya *et al.*, 2009). Kemangi

mengandung berbagai senyawa fitokimia, namun senyawa fenolik merupakan kontributor utama bagi aktivitas antioksidan (Hodzic *et al.*, 2009). Total kandungan fenol pada kemangi sebesar 0.812 ± 0.119 mg GAE (g bobot basah)⁻¹ (Andarwulan *et al.*, 2010).

Perbanyak tanaman kemangi umumnya dilakukan secara generatif. Budidaya kemangi sebaiknya menggunakan benih yang memiliki mutu yang tinggi. Viabilitas benih yang tinggi akan menghasilkan produksi maksimal. Informasi mengenai viabilitas benih kemangi pada saat panen, selama di penyimpanan, dan upaya untuk meningkatkan viabilitas benih belum banyak diteliti.

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

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui viabilitas awal, viabilitas selama penyimpanan, dan perlakuan untuk meningkatkan viabilitas (invigorasi) benih kemangi.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Ilmu dan Teknologi Benih, Departemen Agronomi dan Hortikultura IPB pada bulan Januari sampai Juni 2011. Penelitian terdiri atas tiga percobaan, yaitu (1) Viabilitas benih saat masak fisiologi, (2) Viabilitas benih selama penyimpanan dan (3) Perlakuan invigorasi benih.

Percobaan pertama dilakukan saat benih dalam proses pemasakan (*physiological maturity*) dengan buah berwarna hijau kekuningan hingga cokelat pada umur 41 hingga 49 hari setelah berbunga (HSB). Benih diambil dari tandan buah segar, sebagian benih langsung diekstraksi, sebagian lagi dikeringkan pada kondisi kamar selama 2-4 hari (Tabel 1). Benih kemangi tergolong kecil dengan bobot 1,000 butir sebesar 1.174 g dan kadar air 11%, sehingga viabilitas benih diuji dengan metode uji di atas kertas (UDK) atau *top of paper* (TP) (Purbojati dan Suwarno, 2006). Benih ditanam di atas kertas tisu yang diletakkan pada boks dengan ukuran 20 cm x 14 cm x 9 cm. Benih dikecambahkan pada kondisi kamar (suhu 20-29 °C dan RH 72-96%).

Percobaan ke-2 menggunakan benih yang telah mencapai masak fisiologi kemudian dikeringkan selama 2 hari dengan daya berkecambah 38.9% dan kadar air 11.8%. Benih dikemas dalam plastik polietilen (PE), selanjutnya disimpan pada kondisi kamar selama 12 minggu. Percobaan ini menggunakan rancangan kelompok lengkap teracak dengan satu faktor yaitu periode simpan terdiri atas tujuh taraf, yaitu 0, 2, 4, 6, 8, 10 dan 12 minggu.

Percobaan ke-3 adalah perlakuan invigorasi benih yang dilakukan dalam dua tahap, yaitu percobaan pendahuluan untuk mendapatkan perlakuan terbaik dan percobaan invigorasi berdasarkan perlakuan terbaik yang diperoleh dari percobaan pendahuluan. Percobaan pendahuluan menggunakan 10 perlakuan invigorasi yaitu kontrol, benih direndam air selama 9 jam, benih direndam dalam larutan GA₃ 250, 500, 750 dan 1,000 ppm selama 9 jam, dan benih direndam dalam larutan KH₂PO₄ 0.5, 1.0, 1.5 dan 2% selama 9 jam. Benih yang telah diberi perlakuan, kemudian dikecambahkan pada kondisi kamar. Perlakuan invigorasi

yang terpilih adalah perlakuan yang menghasilkan viabilitas tinggi. Rancangan percobaan yang digunakan adalah rancangan kelompok lengkap teracak satu faktor yaitu perlakuan benih.

Percobaan invigorasi berikutnya menggunakan perlakuan terpilih yaitu GA₃ 1,000 ppm, KH₂PO₄ 1.5%, dan air. Rancangan percobaan yang digunakan adalah rancangan kelompok lengkap teracak dengan dua faktor yaitu perlakuan invigorasi terpilih dan perlakuan cahaya. Benih yang digunakan terdiri atas dua lot, yaitu lot A yang telah disimpan 2 minggu dan lot B disimpan 14 minggu. Kedua lot benih diberi perlakuan invigorasi terpilih, kemudian dikecambahkan pada dua perlakuan cahaya yaitu tanpa cahaya (gelap) dan cahaya lampu 820 lumen (lux m⁻²) dalam kabinet berukuran 100 cm x 50 cm x 75 cm.

Peubah yang diamati adalah daya berkecambah (DB) yang diamati pada hari ke 5 dan 7, indeks vigor (IV) pada hari ke 5, dan kecepatan tumbuh (K_{CT}) diamati setiap hari hingga hari ke 7. Setiap satuan percobaan menggunakan 50 butir benih dengan tiga ulangan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kadar Air dan Viabilitas Benih Kemangi pada Saat Masak Fisiologi

Hasil percobaan 1 menunjukkan bahwa benih kemangi mencapai masak fisiologi pada 44-49 HSB dengan ciri-ciri buah berwarna cokelat, benih berwarna hitam, dan kadar air benih 12.5%. Penundaan saat panen lebih dari 49 HSB menyebabkan benih menjadi keras, sulit diekstraksi, dan sebagian benih keluar dari buah. Benih yang keluar dari buah apabila terkena hujan akan membentuk jeli di permukaan benih, kemudian saling menempel dengan benih yang lain dan mengeras sehingga sulit dipisahkan.

Benih kemangi memiliki daya berkecambah yang rendah pada saat masak fisiologi sebesar 34.0%. Apabila benih dikeringkan selama 2 hari maka kadar air benih menjadi 11.8%, daya berkecambah 38.9% dan indeks vigor 25.8%. Benih kemangi yang disimpan selama 2 minggu pada kondisi kamar nilai daya berkecambah dan indeks vigor meningkat menjadi 56.7% dan 32% (Tabel 1). Peningkatan viabilitas tersebut menunjukkan bahwa benih kemangi mengalami *after-ripening* selama 2 minggu. Umumnya

Tabel 1. Kadar air dan viabilitas pada beberapa tingkat kemasakan dan perlakuan pengeringan benih kemangi

Tingkat kemasakan dan pengeringan buah	KA (%)	DB (%)	K _{CT} (% etmal ⁻¹)	IV (%)
Buah hijau kekuningan, umur 41-43 HSB	28.1	25.0	4.7	7.5
Buah hijau kekuningan, umur 41-43 HSB, dikeringkan 4 hari	12.3	26.3	5.0	16.2
Buah cokelat mulai mengering, umur 44-49 HSB	12.5	34.0	6.9	20.3
Buah cokelat mulai mengering, umur 44-49 HSB, dikeringkan 2 hari	11.8	38.9	7.4	25.8
Buah cokelat mulai mengering, umur 44-49 HSB, dikeringkan 2 hari, benih disimpan pada kondisi kamar selama 1 minggu	10.2	56.7	9.8	32.0

Keterangan: HSB = hari setelah berbunga; KA = kadar air; DB = daya berkecambah; K_{CT} = kecepatan tumbuh; IV = indeks vigor

benih yang mengalami *after-ripening* membutuhkan waktu penyimpanan kering selama 2 minggu sampai dengan beberapa bulan tergantung dari benihnya. Ekpong (2009) menyatakan bahwa benih kubis Afrika (*Cleome gynandra* L.) perlu disimpan selama 3 bulan pada kondisi kamar agar dapat berkecambah. Menurut Santika (2006) pada padi gogo varietas Sentani memiliki periode *after-ripening* selama 2 minggu, varietas Arias selama 4 minggu, varietas Way Rarem selama 5 minggu, varietas Tondano, Singkarak, Danau Tempe, dan Danau Atas selama 6 minggu, varietas Klemas dan Batur selama 7 minggu, sedangkan varietas Dodokan selama 8 minggu.

Viabilitas dan Vigor Benih Selama di Penyimpanan

Hasil percobaan ini menunjukkan bahwa benih kemangi yang disimpan selama 2 minggu tidak lagi mengalami peningkatan viabilitas (Tabel 2). Hal ini menunjukkan bahwa benih kemangi hanya mengalami *after-ripening* selama 2 minggu. Doijode (2001) menyatakan bahwa benih pepaya (*Carica papaya* L.) mengalami *after ripening* selama 35 hari sedangkan pada benih paprika (*Capsicum annum* L.) selama 4 hari.

Periode simpan 2 hingga 12 minggu menunjukkan bahwa tidak terjadi perubahan viabilitas benih yang nyata. Daya berkecambah benih berkisar antara 56.7-58.7%, indeks vigor 42.7-44.8%, kecepatan tumbuh 10.78-10.82% etmal⁻¹, dan kadar air benih 10.2-12.1%. Rendahnya viabilitas benih kemangi kemungkinan dapat disebabkan oleh berbagai faktor, diantaranya faktor genetik (seperti pada benih wortel hanya berpotensi untuk berkecambah sebesar 60%), keseimbangan antara promotor (GA₃) dan inhibitor (ABA), serta kebutuhan akan ion-ion sebagai kofaktor enzim seperti kalium dan cahaya untuk mensintesis giberelin.

Percobaan Pendahuluan Perlakuan Invigorasi

Perlakuan invigorasi menggunakan GA₃ dan KH₂PO₄ pada kondisi kamar tidak mempengaruhi viabilitas benih secara nyata, meskipun nilai yang dihasilkan meningkat dari 56.7% (kontrol) menjadi 76% (KH₂PO₄ 1.5%) dan 77% (GA₃ 1,000 ppm) (Tabel 3). Hal ini diduga lot benih yang

digunakan tidak seragam karena memiliki ukuran benih yang beragam. Selain itu, pada saat pengujian viabilitas sebagian benih terkena cahaya (dekat jendela laboratorium), sehingga koefisien keragaman (KK) percobaan ini mencapai 13.43%. Meskipun demikian, perlakuan yang menghasilkan viabilitas benih tertinggi adalah KH₂PO₄ 1.5% dan GA₃ 1,000 ppm yang digunakan sebagai perlakuan terpilih untuk percobaan berikutnya.

Perlakuan Invigorasi Terpilih dan Cahaya terhadap Viabilitas Benih

Hasil dari percobaan ini menunjukkan bahwa selain cahaya, GA₃ memberikan pengaruh yang nyata terhadap daya berkecambah benih, baik pada lot A yang telah disimpan 2 minggu maupun lot B yang telah disimpan 14 minggu (Tabel 4). Benih lot A yang dikecambahkan dalam keadaan tanpa cahaya, nilai daya berkecambah sangat rendah 24.64% yang diberi perlakuan KH₂PO₄ 1.5% dan 24.66% diberi perlakuan air, kecuali apabila diberi perlakuan GA₃ 1,000 ppm nilai daya berkecambah menjadi 53.21%. Sebaliknya, perlakuan GA₃ 1,000 ppm, KH₂PO₄ 1.5% maupun kontrol air dalam keadaan ada cahaya menjadi tidak berbeda nyata yang menghasilkan daya berkecambah benih berkisar antara 53.23-66.52%. Hal ini menunjukkan bahwa benih kemangi memerlukan cahaya untuk perkecambahannya. Fenomena ini terjadi juga pada benih guayule (*Parthenium argentatum* Gray) dalam keadaan gelap menghasilkan daya berkecambah 18.3% sedangkan yang diberi cahaya 63.3%. Tanpa cahaya, perlakuan GA₃ 50, 150 dan 250 ppm juga dapat meningkatkan daya berkecambah benih tersebut menjadi 63.4%, 76.0%, dan 86.0%. Pemberian GA₃ mendorong pertumbuhan benih guayule dan menggantikan kebutuhan cahaya untuk mematahkan dormansi (Dissanayake *et al.*, 2010).

Perlakuan cahaya juga dapat meningkatkan daya berkecambah benih dengan perlakuan air sebesar 48.55%, GA₃ 64.34%, KH₂PO₄ 1.5% sebesar 40.96% pada benih lot B yang disimpan lebih lama (14 minggu). Kondisi tanpa cahaya, pemberian GA₃ 1,000 ppm juga dapat menghasilkan daya berkecambah yang tinggi yaitu 51.68%, sedangkan perlakuan KH₂PO₄ 1.5% hanya menghasilkan 17.83% dan perlakuan air menghasilkan 18.84%.

Tabel 2. Kadar air dan viabilitas benih kemangi selama disimpan pada kondisi kamar

Periode simpan (minggu)	Kadar air (%)	Daya berkecambah (%)	Indeks vigor (%)	Kecepatan tumbuh (% etmal ⁻¹)
0	11.8	38.9	25.8	7.03
2	10.2	56.7	44.8	10.78
4	11.1	60.0	42.7	11.01
6	11.4	52.0	40.0	9.71
8	11.6	55.3	43.3	10.38
10	11.1	52.7	40.7	9.85
12	12.1	58.7	42.7	10.82

Keterangan: Pengujian viabilitas dan vigor benih dilakukan dengan metode uji di atas kertas (UDK) pada suhu kamar (20 °C-29 °C) dan RH 72%-6%

Tabel 3. Daya berkecambah benih kemangi pada berbagai perlakuan invigorasi

Perlakuan invigorasi	Daya berkecambah (%)
Kontrol (kering)	56.7
Air	60.0
GA ₃ 250 ppm	70.5
GA ₃ 500 ppm	64.3
GA ₃ 750 ppm	73.9
GA ₃ 1,000 ppm	77.0
KH ₂ PO ₄ 0.5%	66.2
KH ₂ PO ₄ 1.0%	63.0
KH ₂ PO ₄ 1.5%	76.0
KH ₂ PO ₄ 2.0%	69.5

Keterangan: Benih yang digunakan adalah benih yang telah disimpan 1 minggu pada kondisi kamar. Perlakuan invigorasi dan pengujian daya berkecambah benih dilakukan pada kondisi kamar (suhu 20-29 °C dan RH 72-96%)

Hasil penelitian Ortega-Baes dan Rojas-Arechiga (2007) pada benih *Trichocereus terscheckii* juga menunjukkan bahwa perlakuan GA₃ 1,000 ppm dapat meningkatkan daya berkecambah dari 53% (kontrol) menjadi 66%. Kambizi *et al.* (2006) menyatakan bahwa benih *Withania somnifera* L. membutuhkan cahaya berganti dengan gelap (tanpa cahaya) selama 16 dan 8 jam untuk mendapatkan viabilitas benih 36-46%. Benih *Withania somnifera* L. diduga selain membutuhkan cahaya, juga memerlukan suhu berganti.

Hasil percobaan invigorasi menunjukkan bahwa cahaya dan GA₃ merupakan faktor penting untuk mendorong perkecambahan benih kemangi, tetapi tidak dengan perlakuan KH₂PO₄. Pengaruh cahaya terhadap peningkatan daya berkecambah benih berkaitan dengan fitokrom yang merupakan pigmen yang mengabsorpsi cahaya. Fitokrom merah (P-r) mengabsorpsi cahaya merah dan berubah menjadi fitokrom inframerah (aktif). Fitokrom inframerah mengatur biosintesis giberelin selama perkecambahan. Fitokrom inframerah (P-fr) kemudian mengabsorpsi cahaya inframerah dan berubah lagi menjadi fitokrom merah (P-r) (pasif). Fenomena *photoreversible* yang dapat mengatur benih untuk berkecambah atau dorman karena fitokrom dalam bentuk aktif atau pasif (Jian-wei *et al.*, 2011).

Fungsi giberelin dalam proses metabolisme benih adalah mengaktifkan enzim amilase untuk merombak polisakarida (pati) menjadi monosakarida (glukosa). Perombakan tersebut sangat mempengaruhi proses perkecambahan benih untuk tumbuh menjadi kecambah normal. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kebutuhan benih terhadap cahaya dapat digantikan dengan perlakuan GA₃ 1,000 ppm, tetapi tidak dengan perlakuan KH₂PO₄.

Perlakuan KH₂PO₄ berfungsi sebagai sumber kation K⁺ dalam proses metabolisme perkecambahan benih dimana K⁺ berfungsi sebagai kofaktor beberapa enzim diantaranya enzim kinase (Widajati, 1999). Kekurangan K⁺ mengakibatkan terhambatnya sintesis protein. Bertambahnya fosfat (PO₄⁻) dengan perlakuan KH₂PO₄ juga meningkatkan ATP di dalam benih sebagai sumber energi untuk perkecambahan. Benih kemangi lot A dan lot B tampak tidak mengalami defisiensi K⁺ maupun PO₄⁻. Perkecambahan benih kemangi pada kondisi tanpa GA₃ tetapi ada cahaya sama dengan kondisi gelap ditambah GA₃. Hal ini menunjukkan bahwa fungsi GA₃ dapat menggantikan faktor cahaya.

Tabel 4. Pengaruh perlakuan invigorasi dan cahaya terhadap daya berkecambah benih kemangi

Perlakuan invigorasi	Kondisi perkecambahan		Rata-rata
	Gelap	Cahaya	
Lot benih A (telah disimpan 2 minggu)			
Air	24.66b	54.93a	39.79Q
GA ₃ 1,000 ppm	53.21a	66.52a	53.21P
KH ₂ PO ₄ 1.5%	24.64b	53.23a	38.94Q
Rata-rata	34.17Y	53.23X	
Lot benih B (telah disimpan 14 minggu)			
Air	18.84c	48.55b	33.69Q
GA ₃ 1,000 ppm	51.68a	64.34a	58.01P
KH ₂ PO ₄ 1.5%	17.83c	40.96b	29.39Q
Rata-rata	29.45Y	51.28X	

Keterangan: Angka pada masing-masing lot yang diikuti dengan huruf kecil yang sama pada baris atau kolom yang sama, dan angka yang diikuti huruf besar yang sama pada baris atau kolom yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT pada taraf α = 5%

KESIMPULAN

Benih kemangi mencapai masak fisiologi pada umur 44 sampai 49 hari setelah berbunga dengan ciri-ciri buah berwarna coklat, benih berwarna hitam dan kadar air benih 12.5%. Benih kemangi memiliki daya berkecambah yang rendah pada saat masak fisiologi sebesar 34.0%. Periode *after ripening* dialami oleh benih kemangi selama disimpan 2 minggu. Benih kemangi yang disimpan selama 12 minggu tidak menunjukkan perubahan yang nyata pada semua peubah viabilitas yang diamati, nilai daya berkecambah berkisar antara 56.7-58.7%, indeks vigor 42.7-44.8%, kecepatan tumbuh 10.78-10.82% etmal⁻¹, dan kadar air benih 10.2-12.1%. Perlakuan invigorasi benih yang terbaik adalah kombinasi perlakuan cahaya dan GA₃ yang menghasilkan daya berkecambah tertinggi yaitu 66.52% untuk benih yang disimpan 2 minggu dan 64.34% untuk benih yang disimpan 14 minggu.

DAFTAR PUSTAKA

- Andarwulan, A., R. Batari, D.A. Sandrasari, B. Bolling, H. Wijaya. 2010. Flavonoid content and antioxidant activity of vegetables from Indonesia. *Food Chem.* 121:1231-1235.
- Dasgupta, T., A.R. Rao, P.K. Yadava. 2004. Chemomodulatory efficacy of basil leaf (*Ocimum basilicum*) on drug metabolizing and antioxidant enzymes, and on carcinogen-induced skin and forestomach papillomagenesis. *Phytomedicine* 11:139-151.
- Dissanayake, P., D.L. George, M.L. Gupta. 2010. Effect of light, gibberellic acid and abscisic acid on germination of guayule (*Parthenium argentatum* Gray) seed. *Ind. Crop. Prod.* 32:111-117.
- Doijode, S.D. 2001. *Seed Storage of Horticulture Crops.* Food Product Press, New York.
- Ekpong, B. 2009. Effect of seed maturity and pre-germination on seed germination of cleome (*Cleome gynandra* L.). *Sci. Hort.* 119:236-240.
- Hodzic, Z., H. Pasalic, A. Memisevic, M. Srabovic, M. Polyakovic. 2009. The influence of total phenols content on antioxidant capacity in the whole grain extract. *European J. Sci. Res.* 28:471- 477.
- Jian-wei, G., L. Jing, X. Yan-jiu, Z. Xin, X. Xian-zhi. 2011. Function of phytochrome in rice growth and development. *Rice Sci.* 18:231-237.
- Kambizi, L., P.O. Adebola, A.J. Afolayan. 2006. Effect of temperature, pre-chilling and light on seed germination of *Withania somnifera* L., a high value medicinal plant. *S. Afr. J. Bot.* 72:11-14.
- Maurya, P., P. Sharma, L. Mohan, L. Batabyal, C.N. Srivastava. 2009. Evaluation of the toxicity of different phytoextracts *Ocimum basilicum* against *Anopheles stephensi* and *Culex quinquefasciatus*. *J. Asia-Pacific Entomol.* 12:113-115.
- Ortega-Baes, P., M. Rojas-Arechiga. 2007. Seed germination of *Trichocereus terscheckii* (Cactaceae): light, temperature and gibberellic acid effects. *J. Arid Environ.* 69:169-176.
- Purbojati, L., F.C. Suwarno, 2006. Studi alternatif substrat kertas untuk pengujian viabilitas benih dengan metode uji diatas kertas. *Bul. Agron.* 34:55-61.
- Santika, A. 2006. Teknik pengujian masa dormansi benih padi (*Oryza sativa* L.). *Buletin Teknik Pertanian* 11:67-71.
- Widajati, E. 1999. Deteksi vigor biokimia dan vigor fisiologi untuk fenomena pemulihan vigor pada tingkat awal deteriorasi dan devigorasi benih kedelai (*Glycine max* L.) melalui proses invigorasi. Disertasi. Sekolah Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor. Bogor.