

**PENGARUH SUHU DAN MEDIA PERKECAMBAHAN TERHADAP VIABILITAS DAN VIGOR
BENIH PURWOCENG UNTUK MENENTUKAN METODE PENGUJIAN BENIH**
*Effect of germination temperature and media on seed viability and vigour of Pruatjans seed to
determine the seed testing method*

Devi Rusmin¹⁾, Faiza C Suwarno²⁾, Ireng Darwati¹⁾, dan Satriyas Ilyas²⁾

¹⁾Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat Jalan Tentara Pelajar No. 3, Bogor

balittro@litbang.deptan.go.id, rdevirusmin@yahoo.com

²⁾Departemen Agronomi dan Hortikultura, Institut Pertanian Bogor

Jalan Meranti, Kampus Darmaga, Bogor

faizasuwarno@yahoo.com

(diterima 01 April 2014, direvisi 15 April 2014, disetujui 30 April 2014)

ABSTRAK

Informasi tentang metode pengujian benih purwoceng (*Pimpinella pruatjan*) masih terbatas, terutama kebutuhan suhu dan media perkecambahan yang tepat. Percobaan bertujuan untuk mengetahui suhu dan media perkecambahan yang tepat dalam pengujian daya berkecambah benih purwoceng. Percobaan dilaksanakan di Laboratorium Fisiologi Tanaman, Balai Penelitian Tanaman Obat dan Aromatik, Bogor, sejak Maret sampai Mei 2009. Percobaan disusun dalam rancangan petak terbagi dengan tiga ulangan. Sebagai petak utama adalah suhu perkecambahan yang terdiri atas dua taraf (1) 18-20^oC (T1), dan (2) 23-25^oC (T2). Sebagai anak petak adalah lima jenis media (1) media kertas stensil/CD (*cross-machine direction*) (M1), (2) media pasir (M2), (3) media tanah (M3), (4) campuran media tanah dan kompos (1:1) (M4), dan (5) campuran media tanah, pasir dan kompos (1:1:1) (M5), sehingga diperoleh 30 kombinasi perlakuan. Hasil percobaan menunjukkan suhu perkecambahan 23-25^oC dengan media kertas stensil merupakan kombinasi perlakuan terbaik untuk metode pengujian viabilitas dan vigor benih purwoceng, berdasarkan nilai daya berkecambah (44%), potensi tumbuh maksimum (45,33%), indeks vigor (23,33%), dan kecepatan tumbuh (0,97% etmal⁻¹).

Kata kunci: *Pimpinella pruatjan*, suhu, media, perkecambahan benih, viabilitas

ABSTRACT

Information about purwoceng (Pimpinella pruatjan) seed testing method are still limited, especially the needs on the best germination temperature and media. The aim of the experiment was observing the optimum germination temperature and media for seed viability testing of Pimpinella pruatjan. The experiment was conducted at Plant Physiology Laboratory of Indonesian Medicinal and Aromatic Crops Research Institute (IMACRI), from March to May 2009. The experiment was arranged in a split plot design with three replications. Mainplot was two levels of germination temperature i.e. (1) 18-20^oC (T1), and (2) 23-25^oC (T2). Sub plot were five kind germination medium (1) CD (cross-machine direction) paper media (M1), (2) sand media (M2), (3) soil media (M3), (4) mixture of soil and compost (1:1) (M4), and (5) mixture of soil, sand and compost (1:1:1) (M5). The results of the experiment showed that germination temperature with CD paper media was the best treatment combination, based on germination percentage (44%), maximum growth potential (45.33%), vigor index (23.33%), and germination rate (0.97% etmal⁻¹).

Keywords: *Pimpinella pruatjan*, temperature, medium, seed germination, viability

PENDAHULUAN

Tanaman purwoceng (*Pimpinella pruatjan*) umumnya diperbanyak dengan cara generatif (biji). Pada kondisi optimal tanaman mulai berbuah pada umur 5-6 bulan setelah tanam dan menghasilkan biji dalam jumlah ribuan dengan daya berkecambah sangat rendah (kurang dari 20%), waktu rata-rata berkecambah antara 1-2 bulan (Sukarman *et al.*, 2007). Untuk pengembangan tanaman secara komersial skala luas dibutuhkan benih bermutu.

Sampai saat ini belum banyak dilakukan penelitian tentang benih purwoceng, sehingga informasi tentang benih purwoceng masih sangat terbatas, terutama metode pengujian benih. Pedoman pengujian benih tanaman pangan dan hortikultura sudah ditetapkan oleh lembaga pengujian benih, antara lain *International Seed Testing Association* (ISTA) dan Balai Pengujian Mutu Benih Tanaman Pangan dan Hortikultura (BPMBTPH). Kriteria penilaian ditetapkan sebagai panduan umum dalam pengujian viabilitas benih, diantaranya suhu dan media perkecambahan.

Serhat dan Mut (2007) menyebutkan bahwa pengaruh suhu perkecambahan terhadap daya berkecambah penting untuk dipelajari, karena variasi kebutuhan suhu perkecambahan optimal tergantung pada spesies tanaman.

Suhu perkecambahan yang tepat sangat diperlukan dalam pengujian viabilitas benih purwoceng. Tanaman endemik seperti purwoceng dan belum dibudidayakan secara intensif, biasanya membutuhkan kisaran suhu perkecambahan yang lebih rendah. Benih bunga lili yang berasal dari dataran tinggi (2.000 m dpl) membutuhkan suhu 10-20°C untuk mencapai daya berkecambah lebih dari 90%. Pada suhu 25°C daya berkecambah turun menjadi delapan persen, pada suhu 30°C benih tidak mampu berkecambah (Lee dan Yang, 1999). Benih *Actinotus helianthi* (famili Apiaceae), suhu untuk perkecambahan tertinggi 15°C, baik untuk benih yang baru dipanen maupun benih yang telah disimpan (Lee and Goodwin,

2006).

Selain faktor suhu, media perkecambahan juga merupakan salah satu faktor eksternal yang mempengaruhi perkecambahan. Media perkecambahan yang baik harus mempunyai sifat fisik yang baik, mempunyai kemampuan menyerap air, oksigen dan bebas dari organisme penyebab penyakit (Sutopo, 2000). Beberapa jenis media yang digunakan dalam pengujian viabilitas benih di antaranya adalah media kertas (kertas saring, kertas CD, dan kertas merang), pasir, kompos dan tanah. Pemilihan jenis media perkecambahan yang tepat sangat penting dalam pengembangan prosedur pengujian viabilitas benih, agar metode pengujian dapat distandarisasi.

Jenis media yang digunakan umumnya tergantung pada jenis dan ukuran benih yang diuji. Setyaningsih (2002) menyebutkan bahwa pada benih adas (*Foeniculum vulgare* Mill.) dari famili Apiaceae, media pengujian yang terbaik adalah media pasir. Pada benih padi, jagung, dan kacang buncis media kertas CD merupakan media yang terbaik (Suwarno dan Hapsari, 2008). Pada benih mengkudu media tanah campur kompos adalah media pengujian terbaik (Murniati dan Suminar, 2006).

Penelitian bertujuan untuk mengobservasi suhu dan media perkecambahan yang tepat untuk pengujian daya berkecambah benih purwoceng.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Fisiologi Tanaman, Balai Penelitian Tanaman Obat dan Aromatik Bogor, sejak Maret sampai Mei 2009. Percobaan disusun dalam rancangan petak terbagi dan diulang tiga kali. Petak utama adalah dua taraf suhu perkecambahan (1) 18-20°C (T1), dan (2) 23-25°C (T2). Anak petak adalah lima jenis media perkecambahan (1) media kertas CD (M1), (2) media pasir (M2), (3) media tanah (M3), (4) media tanah campur kompos (1:1) (M4), dan (5) media tanah campur pasir dan kompos (1:1:1) (M5), sehingga diperoleh 30 kombinasi perlakuan.

Benih merupakan hasil panen di KP. Gunung Putri dengan kriteria biji berwarna hijau kecokelatan. Benih hasil panen, dikering anginkan selama satu minggu sampai mencapai kadar air kurang dari 15%. Selanjutnya benih dikecambahkan pada media kertas stensil/CD, pasir, tanah, campuran tanah dan kompos (1:1), dan campuran pasir, tanah serta kompos (1:1:1), yang sudah disterilkan terlebih dahulu. Jumlah benih yang digunakan untuk setiap satuan percobaan adalah 50 butir benih, sehingga total benih yang digunakan untuk ke dua percobaan adalah 1.500 butir. Perkecambahan benih dilakukan di dalam kotak plastik (10 cm x 15 cm), setelah itu benih dikecambahkan pada ruang pengujian dengan suhu terkontrol di laboratorium dengan suhu 18-20°C, dan 23-25°C, sesuai perlakuan yang diuji.

Peubah yang diamati meliputi viabilitas potensial, yang terdiri atas daya berkecambah, berat kering kecambah normal dan potensi tumbuh maksimum; dan vigor benih yang terdiri atas indeks vigor, kecepatan tumbuh, dan laju pertumbuhan kecambah.

Daya berkecambah (DB) ditentukan berdasarkan rumus:

$$DB = \frac{\sum \text{KN hitung I} + \sum \text{KN hitung II}}{\sum \text{benih}} \times 100 \%$$

Keterangan/Note:

DB = daya berkecambah/seed germination percentage.

KN = kecambah normal/normal seedling.

Bobot kering kecambah normal (mg), ditentukan berdasarkan hasil pengukuran bobot kering oven kecambah normal tanpa kotiledon. Potensi tumbuh maksimum (PTM) adalah semua kecambah yang menunjukkan gejala hidup. Indeks vigor (IV), adalah persentase kecambah normal yang muncul pada hitungan pertama. Kecepatan tumbuh (K_{CT}) rumus (Sadjad, 1993):

$$K_{CT} = \sum_0^m \frac{N}{t}$$

Keterangan/Note:

K_{CT} = kecepatan tumbuh/germination speed.

t = waktu pengamatan/observation time.

N=% kecambah normal/percentage of normal seedling.

tn = waktu akhir pengamatan/end of observation time.

Laju pertumbuhan kecambah (mg kecambah normal⁻¹), ditentukan dengan cara menimbang berat kering kecambah normal, kemudian dibagi dengan jumlah kecambah normal. Data hasil percobaan dianalisis menggunakan sidik ragam dengan taraf kepercayaan 95%. Uji nilai tengah dilakukan menurut DMRT (Duncan Multiple Range Test) jika hasil uji F menunjukkan perbedaan yang nyata.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Viabilitas potensial

Daya berkecambah

Interaksi antara suhu perkecambahan dan media perkecambahan berpengaruh nyata terhadap daya berkecambah benih purwoceng. Daya berkecambah tertinggi (44%), diperoleh pada kombinasi suhu perkecambahan 23-25°C dengan media kertas stensil/CD, kemudian diikuti oleh kombinasi suhu perkecambahan 23-25°C dengan media pasir (35,33%) dan media tanah (34,00%). Sedangkan daya berkecambah yang paling rendah diperoleh pada kombinasi suhu perkecambahan 18-20°C dengan campuran media tanah dan kompos (Tabel 1).

Kombinasi suhu perkecambahan 23-25°C dengan media kertas stensil/CD, memberikan hasil terbaik. Benih purwoceng membutuhkan suhu yang lebih tinggi untuk berkecambah lebih optimal dengan media pengujian yang dapat menyerap air dan oksigen dengan baik dan steril. Berbeda dengan bunga lili dan *Actinotus helianthi* yang membutuhkan suhu rendah untuk berkecambah (Lee and Yang, 1999; Lee and Goodwin, 2006).

Suhu mempunyai peranan penting dalam proses perkecambahan karena suhu mempengaruhi berbagai reaksi kimia yang terjadi selama proses perkecambahan benih. Dalam hal ini suhu berfungsi dalam mengaktifkan kerja enzim yang berperan dalam proses perkecambahan, diantaranya amilase, lipase, dan proteinase. Copeland dan McDonald (1995) menyebutkan bahwa proses imbibisi, hidrolisis cadangan makanan, respirasi dan proses-proses

lainnya mempunyai suhu kardinal yang berbeda-beda, sehingga respon terhadap suhu bisa berubah selama periode perkecambahan. Gairola *et al.* (2011) menyebutkan bahwa respon benih terhadap suhu perkecambahan bervariasi berdasarkan spesies.

Pengaruh suhu terhadap perkecambahan sangat erat kaitannya dengan media perkecambahan. Singh *et al.* (2001) melaporkan bahwa, suhu perkecambahan optimum untuk benih semangka adalah 22°C dengan media tanah yang steril. Berbeda dengan semangka, pada benih purwoceng, kertas stensil/CD merupakan media perkecambahan terbaik dalam meningkatkan perkecambahan dan mempercepat perkecambahan benih purwoceng. Hal ini diduga karena media kertas stensil/CD mampu mengikat air dengan baik dan mempunyai aerasi yang baik sehingga ketersediaan air dan O₂ selama perkecambahan tercukupi. Hal ini didukung oleh Suwarno dan Hapsari (2008) bahwa kertas CD merupakan substrat perkecambahan yang dapat menyerap air lebih banyak setelah kertas merang yaitu sebanyak 28,14 g unit media⁻¹. Kertas CD juga memberikan daya berkecambah yang tinggi pada benih padi, jagung, dan kacang buncis baik pada lot benih viabilitas tinggi maupun viabilitas rendah. Hal yang sama Kumar dan Sharma (2012) melaporkan pada benih *Salvia sclarea*, media kertas merupakan media terbaik.

Bobot kering kecambah normal

Interaksi antara suhu perkecambahan dan media perkecambahan berpengaruh nyata terhadap bobot kering kecambah normal. Bobot kering kecambah normal tertinggi diperoleh pada kombinasi suhu perkecambahan 23-25°C dengan media pasir. Bobot kering kecambah normal terendah diperoleh pada kombinasi suhu perkecambahan 23-25°C dengan campuran media tanah dan kompos (Tabel 1).

Media pasir memberikan nilai tertinggi terhadap peubah bobot kering kecambah normal pada suhu perkecambahan 23-25°C. Media pasir selain lebih steril juga mengandung sedikit zat hara, terutama Fosfor yang dibutuhkan untuk pertumbuhan kecambah. Setyaningsih (2002) menyebutkan bahwa pada benih adas (*Foeniculum vulgare* Mill.) dari famili Apiaceae, media pengujian yang terbaik adalah media pasir, karena menghasilkan daya berkecambah tertinggi dengan bobot yang lebih tinggi.

Potensi tumbuh maksimum (%)

Interaksi antara suhu perkecambahan dan media perkecambahan berpengaruh nyata terhadap potensi tumbuh maksimum benih purwoceng. Potensi tumbuh maksimum yang tertinggi diperoleh pada suhu perkecambahan 23-25°C dengan media kertas CD, suhu perkecambahan 23-25°C dengan media pasir, dan

Tabel 1. Interaksi antara suhu perkecambahan dengan media perkecambahan terhadap daya berkecambah (DB), bobot kering kecambah normal (BKKN), dan potensi tumbuh maksimum (PTM) benih purwoceng.

Table1. The interaction between germination temperature with germination media on seed germination percentage of pruatjan (GP), normal seedling dry weight (NSDW), and maximum growth potential (MGP).

Perlakuan	DB/GP (%)	BKKN/NSDW (mg)	PTM /MGP (%)
(18-20°C) (kertas stensil)	34,00 b	18,10bc	44,00 a
(18-20°C) (pasir)	21,33 c	15,27cd	27,33 c
(18-20°C) (tanah)	20,00 c	18,83bc	23,33 d
(18-20°C) (tanah+kompos (1:1))	8,67 e	10,60ef	8,67 f
(18-20°C) (pasir+tanah+kompos 1:1:1)	16,67 d	20,63ab	20,67 d
(23-25°C) (kertas stensil)	44,00 a	17,15bc	45,33 a
(23-25°C) (pasir)	35,33 b	23,06 a	44,00 a
(23-25°C) (tanah)	34,00 b	16,37 c	39,33 b
(23-25°C) (tanah+kompos 1:1)	14,67d	8,47 f	14,67 e
(23-25°C) (pasir+tanah+kompos 1:1:1)	22,67c	12,07ef	23,33 d

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5% DMRT.
 Note: The numbers followed by the same letter in the same columns are not signifi cantly different at 5% DMRT.

suhu perkecambahan 18-20⁰C dengan media kertas CD. Sedangkan potensi tumbuh maksimum yang paling rendah diperoleh pada suhu perkecambahan 18-20⁰C dengan campuran media tanah dan kompos (Tabel 1).

Pada suhu 18-20⁰C dengan media kertas CD, benih purwoceng sudah mampu menunjukkan gejala perkecambahan, walaupun belum mampu menunjukkan persentase kecambah normal yang tinggi sampai akhir pengamatan (43 hari). Pada kombinasi suhu perkecambahan 23-25⁰C dengan media kertas stensil/CD, mampu menghasilkan potensi tumbuh tertinggi, dengan persentase kecambah normal tertinggi (44%). Menurut Probert (2000) terdapat tiga proses fisiologi benih yang dipengaruhi oleh suhu (1) suhu bersama dengan kadar air, menentukan laju kemunduran benih, (2) menentukan laju pelepasan dormansi pada benih kering, dan perubahan pola dormansi pada benih basah, dan (3) menentukan laju perkecambahan untuk benih non dorman. Respon populasi benih terhadap suhu dipengaruhi oleh distribusi geografi dan ekologi masing-masing spesies atau ekotipe. Gairola (2012) menyebutkan bahwa perkecambahan ditentukan oleh kondisi ekologi habitat, tergantung pada kondisi lingkungan di antaranya suhu dan kelembaban media perkecambahan.

Gairola (2012) menyebutkan tanaman

jarak yang tersebar luas di dunia, mempunyai kisaran suhu perkecambahan 25-37⁰C, dengan suhu perkecambahan optimum adalah 30⁰C (84%). Hal ini berbeda dengan purwoceng yang hidup endemik di dataran tinggi membutuhkan suhu perkecambahan yang lebih rendah. Selanjutnya Gairola (2012) menyebutkan juga bahwa media perkecambahan terbaik untuk benih jarak adalah vermikulit dan pasir (85%), karena mempunyai aerasi yang baik dan kapasitas menyerap air yang sedang. Hal yang sama pada penelitian ini, media kertas dan pasir juga memberikan aerasi yang baik dengan kapasitas menyerap air yang sedang.

Pada penelitian ini kombinasi suhu dan media terbaik belum mampu meningkatkan perkecambahan dan potensi tumbuh maksimum lebih dari 60%. Sukarman et al. (2007) menyebutkan bahwa benih purwoceng mempunyai daya berkecambah yang rendah (kurang dari 20%). Hal ini disebabkan benih purwoceng yang baru dipanen mengalami fenomena dormansi *afterripening*, sehingga membutuhkan periode penyimpanan dalam kondisi kering untuk mengontrol keseimbangan hormon giberelin dan ABA (mengontrol pelepasan dormansi). Hal ini didukung oleh hasil penelitian Nazimah (2010) bahwa benih purwoceng apabila disimpan pada suhu 18-20⁰C selama 8-10 minggu pada kondisi kering bisa mencapai daya berkecambah lebih dari 70%.

Tabel 2. Interaksi antara suhu perkecambahan (T) dengan media perkecambahan (M) terhadap indeks vigor benih purwoceng (IV), Kecepatan tumbuh (KcT), dan laju pertumbuhan kecambah (LPK).

Table 2. The interaction between germination temperature with germination media on vigour index of pruatjan seed (VI), germination speed (GSP), and seedling growth rate (SGR).

Perlakuan	IV/VI (%)	KcT/GSP (% etmal ⁻¹)	LPK/SGR (mg KN ⁻¹)
(18-20 ⁰ C) (kertas stensil)	16,00 b	0,707 b	1,067 de
(18-20 ⁰ C) (pasir)	11,33 c	0,417 d	1,430 c
(18-20 ⁰ C) (tanah)	8,67cd	0,403 d	1,881 b
(18-20 ⁰ C) (tanah+kompos (1:1))	6,00 def	0,187 g	2,465 a
(18-20 ⁰ C) (pasir+tanah+kompos 1:1:1)	6,67 de	0,327 e	2,478 a
(23-25 ⁰ C) (kertas stensil)	23,33 a	0,967 a	0,779 f
(23-25 ⁰ C) (pasir)	6,00 def	0,550 c	1,307 cd
(23-25 ⁰ C) (tanah)	4,67 ef	0,550 c	0,963 ef
(23-25 ⁰ C) (tanah+kompos 1:1)	2,67 f	0,250 f	1,158 de
(23-25 ⁰ C) (pasir+tanah+kompos 1:1:1)	5,33def	0,403 d	1,064 de

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5% DMRT.

Note: The numbers followed by the same letter in the same columns are not significantly different at 5% DMRT.

Vigor benih

Indeks vigor

Interaksi antara suhu perkecambahan dan media perkecambahan berpengaruh nyata terhadap indeks vigor benih purwoceng. Indeks vigor yang tertinggi didapatkan pada kombinasi suhu perkecambahan 23-25°C dengan media kertas CD, sedangkan nilai indeks vigor yang paling rendah diperoleh pada suhu perkecambahan 23-25°C dengan campuran media tanah dan kompos (Tabel 2).

Kecepatan tumbuh

Interaksi antara suhu perkecambahan dan media perkecambahan berpengaruh nyata terhadap kecepatan tumbuh benih purwoceng. Kecepatan tumbuh tertinggi didapatkan pada kombinasi suhu perkecambahan 23-25°C dengan media kertas CD, sedangkan nilai kecepatan perkecambahan yang paling rendah diperoleh pada suhu perkecambahan 18-20°C dengan campuran media tanah dan kompos (Tabel 2).

Kombinasi suhu perkecambahan 23-25°C dengan media kertas CD/stensil memberikan nilai vigor terbaik, berdasarkan nilai indeks vigor dan kecepatan tumbuh. Suhu perkecambahan dengan media perkecambahan yang tepat akan menghasikan benih yang tumbuh lebih cepat dan serempak. Suhu perkecambahan 23-25°C lebih sesuai untuk perkecambahan benih purwoceng yang berasal dari dataran tinggi, dibanding suhu 18-20°C. Sebelumnya pada uji pendahuluan, perkecambahan pada suhu ruang 28-32°C, benih purwoceng tidak dapat berkecambah.

Media campuran tanah dan kompos pada suhu perkecambahan 23-25°C, dan media campuran tanah dan kompos pada suhu perkecambahan 18-20°C, masing-masing menghasilkan nilai indeks vigor dan kecepatan tumbuh terendah. Hal ini diduga karena media campuran tanah dan kompos, menyebabkan cendawan berkembang baik, sehingga kecambah banyak yang mati dan tubuh abnormal, walaupun dikecambahkan pada suhu optimal 23-25°C. Hal

yang sama juga telah dikemukakan oleh Rofik dan Murniati (2008) pada benih aren.

Laju pertumbuhan kecambah

Berbeda dengan peubah daya berkecambah, indeks vigor, kecepatan tumbuh dan potensi tumbuh maksimum, maka pada peubah laju pertumbuhan kecambah, kombinasi suhu perkecambahan 18-23°C dengan media campuran tanah dan kompos, media campuran pasir, tanah dan kompos memberikan nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan kombinasi perlakuan lainnya (Tabel 2). Hal ini diduga karena habitat purwoceng adalah dataran tinggi (1.450 m dpl) sehingga untuk pertumbuhan kecambah maksimal memerlukan suhu lebih rendah. Setiap tanaman secara genetis membutuhkan suhu yang berbeda untuk pertumbuhan maksimalnya dan tergantung pada spesies dan varietas tanaman. Selain itu campuran media tanah dan kompos, mengandung unsur hara yang dibutuhkan untuk proses pertumbuhan tanaman. Setelah kecambah mempunyai daun dan akar yang tumbuh sempurna maka tanaman akan berfotosintesis dengan giat dan dapat memanfaatkan unsur hara pada media dengan baik. Murniati dan Suminar (2006) melaporkan bahwa media tanah yang dicampur dengan kompos baik untuk meningkatkan daya berkecambah benih mengkudu maupun pertumbuhan kecambah yang dilihat dari peubah panjang epikotil dan jumlah daun.

KESIMPULAN

Suhu perkecambahan 23-25°C dengan media kertas stensil (CD) merupakan kombinasi perlakuan terbaik untuk metode pengujian viabilitas dan vigor benih purwoceng, berdasarkan nilai daya berkecambah, potensi tumbuh maksimum, indeks vigor, dan kecepatan tumbuh.

DAFTAR PUSTAKA

- Copeland LO and MB McDonald. 1995. Seed science and technology. Washington: Chapman & Hall. Thomson Publishing. 408 p.

- Gairola KC, AR Nautiyal and AK Dwivedi. 2011. Effect of Temperatures and germination Media on Seed Germination of *Jatropha curcas* Linn. *Adv. Biores.* 2 [2]: 66-71.
- Kumar R and S Sharma. 2012. Effect of light and temperature on seed germination of important medicinal and aromatic plant in North Western Himalayas. *Int. J. Arom. Plants.* 2 (3): 468-475.
- Lee YJ and CM Yang. 1999. Effect of temperature and substrate medium on seed germination of *Lilium formosanum* Wall. *J Agric Assoc Chin* 187: 10-19.
- Lee LA and PB Goodwen. 2006. Development, germination and dormancy of *Actinotus helianthi* (flannel flower) Seeds. Final Research Report for The Australian Flora Foundation Research Grant 1993. Departement of Crops Sciences, Univ. of Sydney. 17 hlm.
- Murniati E dan M Suminar. 2006. Pengaruh jenis media perkecambahan dan perlakuan pra perkecambahan terhadap viabilitas benih mengkudu (*Morinda citrifolia* L.) dan hubungannya dengan sifat dormansi. *Bul. Agron.* 34: 119-123.
- Nazimah. 2010. Pengaruh kemasan dan periode simpan serta invigorasi terhadap viabilitas dan vigor benih purwoceng (*Pimpinella pruatjan* Molk.) (tesis). Program Pasca Sarjana, IPB. Bogor. 68 hlm.
- Probert RJ. 2000. The role of temperature in the regulation of seed dormancy and germination. *dalam* Seeds: The Ecology of Regeneration in Plant Communities, 2nd edition(ed. M. Fenner). CAB International. hlm. 261-292.
- Rofik A dan E Murniati. 2008. Pengaruh perlakuan deoperkulasi benih dan media perkecambahan untuk meningkatkan viabilitas benih aren (*Arenga pinnata* (Wurmb.) Merr). *Bul. Agron.* 36: 33-40.
- Sadjad S. 1993. Dari Benih Kepada Benih. Gramedia. Jakarta. 144 hlm.
- Serhat M and Z Mut. 2007. Modeling the effect of temperature and duration of seed germination in grain legumes and cereals. *American Journal of Plant Physiology*2 (5): 303-310.
- Setyaningsih MC. 2002. Pengaruh tingkat masak, penyimpanan dan invigorasi terhadap perubahan fisiologis benih adas (*Foeniculum vulgare* Mill) (tesis). Program Pasca sarjana, IPB Bogor. 63 hlm.
- Singh S, P Singh, DC Sanders and TC Wehner. 2001. Germination of watermelon seeds at low temperature. Cucurbit Genetics Cooperative Report 24:59-64
- Sukarman, D Rusmin dan Melati. 2007. Studi peningkatan viabilitas benih purwoceng. Laporan Teknis. Balai Penelitian Tanaman Obat dan Aromatik. Bogor. 388 hlm.
- Sutarno H dan NW Utami. 2007. Suhu kardinal perkecambahan biji *Brucea javanica* (L.) Merr. dan respon fisiologi pengeringan bijinya. *Biodiversitas* 8(2): 138-140.
- Sutopo L. 2000. Teknologi Benih. Jakarta: Rajawali Press. 248 hlm.
- Suwarno FC dan I Hapsari. 2008. Studi alternatif substrat kertas untuk pengujian viabilitas benih dengan metode uji UKDPdp. *Bul. Agron.* 36: 84-91.

