

Upaya mempercepat perkecambahan biji *Dioscorea hispida* dengan perlakuan cahaya untuk menjamin ketersediaan sumber pangan nasional

Efforts to accelerate *Dioscorea hispida* seed germination as a national food source with light treatment

ELLY KRISTIATI AGUSTIN*

Pusat Penelitian Konservasi Tumbuhan dan Kebun Raya-LIPI. Jl. Ir. H. Juanda No. 13 Bogor 16122, Indonesia. Tel./fax.: +62-251-8311362, *email: ely_kristiati@yahoo.com

Manuskrip diterima: 6 Maret 2020. Revisi disetujui: 29 Juni 2020.

Abstrak. Agustin EK. 2020. Upaya mempercepat perkecambahan biji *Dioscorea hispida* dengan perlakuan cahaya untuk menjamin ketersediaan sumber pangan nasional. Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 6: 643-648. Gadung (*Dioscorea hispida*) merupakan tanaman yang termasuk ke dalam famili Dioscoreaceae. Umbi Gadung ini merupakan salah satu bahan pangan alternatif, oleh sebab itu upaya propagasi sudah selayaknya dilakukan. Penyebaran tumbuhan ini meliputi Asia Tenggara, Afrika, Amerika Tengah dan wilayah tropika atau sub-tropika lainnya, Eropa dan Amerika Utara. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengevaluasi pengaruh cahaya merah, merah jauh dan gelap terhadap perkecambahan biji *D. hispida*. Perlakuan cahaya yang digunakan cahaya merah (25-30°C), cahaya merah jauh (25-30°C), ruang gelap (18°C) dan suhu ruang rumah kaca sebagai kontrol (24.5-34.7°C). Parameter karakterisasi biji diamati secara kualitatif dan kuantitatif. Kadar air rata-rata biji *Dioscorea hispida* ialah 14.66 %. Panjang buah rata-rata ialah 47.15 mm, tebal buah ialah 1.88 mm, dan berat buah ialah 1.18 g. Bijinya berwarna coklat dengan panjang rata-rata 35.69 (biji+sayap), tebal 0.14 dan berat 1.98 g. Cahaya merah jauh memberikan efek daya kecambah *D. hispida* paling tinggi (98.5%), sedangkan daya kecambah terendah ialah ruang gelap atau kontrol (28.5%). Cahaya merah menyebabkan waktu perkecambahan lebih awal dibandingkan dengan perlakuan cahaya merah jauh dan kontrol.

Kata kunci: Cahaya, *Dioscorea hispida*, karakterisasi, perkecambahan

Abstract. Agustin EK. 2020. Efforts to accelerate *Dioscorea hispida* seed germination as a national food source with light treatment. Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 6: 643-648. Gadung (*Dioscorea hispida*) is a plant that belongs to the family Dioscoreaceae. These gadung bulbs are one of the alternative food ingredients, therefore propagation efforts should be made. The spread of this plant covers Southeast Asia, Africa, Central America and other tropical or sub-tropical regions, Europe and North America. The purpose of this study was to evaluate the effect of red, far and dark red light on the germination of *D. hispida* seeds. The light treatments used were red light (25-32°C), far red light (25-30°C), darkroom (18°C) and greenhouse room temperature as a control (24.5-34.7°C). Seed characterization parameters were observed qualitatively and quantitatively. The average water content of *Dioscorea hispida* seeds is 14.66%. The average fruit length is 47.15 mm, fruit thickness is 1.88 mm, and fruit weight is 1.18 g. The seeds are brown with an average length of 35.69 (seeds+wings), 0.14 thick and weighing 1.98 g. The far red light gives the highest *D. hispida* germination effect (98.5%), while the lowest germination power is the darkroom or control (28.5%). The red light causes the germination time earlier than the far red light treatment and control.

Keywords: Characterization, *Dioscorea hispida*, germination, light

PENDAHULUAN

Dioscorea hispida termasuk salah satu tanaman yang memegang peranan dalam menunjang program diversifikasi pangan nasional. Jenis ini merupakan salah satu anggota family Dioscoreaceae yang bijinya memiliki struktur bersayap (Hong et al. 1998). *D. hispida* dikenal dengan nama gadung. Penyebaran tanaman ini di wilayah Asia Tenggara, Afrika, Amerika Tengah dan wilayah tropika atau sub-tropika, beberapa jenis ada di Eropa dan

Amerika Utara. Perkembangbiakan tanaman tersebut dapat dilakukan secara generatif dan vegetatif (Peter 2007). Umumnya perbanyakan dilakukan secara umbi. Perbanyakan dengan biji perlu dilakukan untuk mendapatkan keragaman jenis. Gadung jarang dimanfaatkan karena diketahui umbinya beracun dan mengandung alkaloid. Pengolahan khusus perlu dilakukan apabila akan dikonsumsi, sehingga tanaman *D. hispida* jarang dibudidayakan dan dibiarkan tumbuh liar. *D. hispida* termasuk herba yang merambat dan memanjat (*climber*) dengan panjang rambatannya mencapai 5-20 m dengan

arah rambatan ke kiri berlawanan dengan arah jarum jam. Batang berdiameter $\pm 0,5-1$ cm, ditumbuhi duri halus, berwarna hijau keabu-abuan. Sistem perakarannya berserabut. Umbi membulat kadang memanjang, berwarna kuning pucat sampai abu-abu cerah. Daun tersusun berseling dengan tiga anak daun menjari, berbentuk bundar telur atau bundar telur sungsang, tipis. Bunga jantan berbentuk bulir, sedangkan bunga betina soliter, aksiler. Mahkota bunga berwarna kuning, benang sari berjumlah enam, dan berwarna kuning. Buah berbentuk kapsul bersayap 3, berkayu dan biji bersayap (Wibawa et al. 2011).

Keberhasilan perkecambahan biji gadung tergantung pada kondisi lingkungannya. Banyak biji tidak akan berkecambah jika terpendam terlalu dalam atau jika berada di bawah naungan kanopi hutan. Perkecambahan yang terjadi di bawah kanopi akan terjadi pemanjangan batang (*etiolase*) karena karena mencari cahaya. Perkecambahan biji merupakan proses fisiologis yang berakhir dengan munculnya embrio. Embrio dalam biji gadung dilindungi oleh endosperma, perisperma, testa, atau perikarp (Bewley et al. 2013). Ada tiga fase dalam perkecambahan biji, yaitu fase ke-1 imbibisi terjadi penyerapan air, fase ke-2 munculnya radikula, dan fase ke-3 pasca perkecambahan (Bentsink and Koorneef 2008). Selama imbibisi, biji akan cepat membengkak dan terjadi perubahan bentuk dan ukuran. Awal imbibisi sering disertai dengan kebocoran zat terlarut seluler secara masif. Testa yang permeabel terhadap air, menjadi bagian dari biji yang terbanyak bersentuhan dengan air dan berperan penting dalam tingkat penyerapan biji (Weitbrecht et al. 2011). Pada fase ke-2 kandungan air benih konstan dan aktivitas metabolisme meningkat dengan transkripsi gen baru yang substansial. Testa akan pecah (*rupture*) dan akan muncul tonjolan radikula melalui struktur biji bagian bawah yang menyentuh media tanam pada akhir fase ini yang menandai perkecambahan berakhir. Pada fase ke-3 terjadi pengambilan air lebih lanjut saat bibit muda menjadi tegak, dengan memanfaatkan cadangan makanan yang tersimpan dalam benih (Bentsink and Koorneef 2008). Perkecambahan biji dipengaruhi oleh faktor internal dan eksternal. Tipe perkecambahan dapat dibedakan menjadi dua berdasarkan posisi kotiledon yaitu tipe epigeal dan hipogeal. Epigeal adalah tipe perkecambahan dengan kotiledon terangkat keluar dari tanah dengan pemanjangan hipokotil dan kotiledon ini sering menjadi daun fotosintetik. Hipogeal adalah tipe perkecambahan dengan hipokotil tetap pendek dan padat, kotiledon tinggal di bawah tanah, epikotil akan mengembang untuk mengangkat daun sejati pertama keluar dari tanah (Bewley et al. 2013). Berdasarkan karakter simpan, biji dapat dikelompokkan menjadi biji ortodoks, rekalsitran, dan intermediet. Biji ortodoks adalah biji yang dapat tahan terhadap pengeringan hingga kadar air biji yang rendah, yaitu mencapai sekitar 10% dan dapat disimpan dalam waktu yang lama. Biji rekalsitran adalah biji yang tidak dapat bertahan dari kondisi dehidrasi. Di antara dua karakter simpan biji tersebut terdapat kelompok biji intermediet yang dapat bertahan sampai pengeringan sedang berkisar 7-12% (Anderson 2007). Biji *D. hispida* tergolong biji ortodoks dan dapat disimpan dalam waktu yang lama. Menurut

Hong et al. (1998) famili Dioscoreaceae umumnya memiliki tipe biji ortodoks karena dapat disimpan pada suhu rendah. Benih ortodoks merupakan benih yang toleran terhadap penurunan kadar air (kurang dari 10%) dan penyimpanan pada suhu rendah dan relatif disimpan untuk jangka waktu lama (Yuniarti et al. 2011).

Cahaya merupakan faktor lingkungan yang penting dalam mempengaruhi perkecambahan suatu tumbuhan. Tumbuhan memiliki fitokrom yang berfungsi sebagai fotoreseptor untuk mendeteksi adanya cahaya. Tumbuhan memiliki fitokrom yang berfungsi sebagai reseptor cahaya. Fitokrom memiliki dua bentuk *photo-interconvertible*, yaitu Pr dan Pfr. Pr merupakan pigmen yang menyerap cahaya merah (660 nm) dan akan dikonversi menjadi Pfr. Pfr merupakan pigmen yang menyerap cahaya merah-jauh (730 nm) dan akan dikonversi kembali ke Pr. Penyerapan cahaya merah atau merah-jauh menyebabkan perubahan besar pada bentuk kromofor, mengubah konformasi dan aktivitas protein fitokrom yang terikat. Adanya Pfr ini merupakan salah satu cara tumbuhan mendeteksi cahaya matahari. Pfr adalah bentuk fitokrom yang memicu banyak respons perkembangan tumbuhan terhadap cahaya, diantaranya perkecambahan biji yang memerlukan cahaya untuk mengakhiri dormansi. Sistem fitokrom juga memberikan informasi pada tumbuhan mengenai kualitas cahaya (Campbell et al. 2010).

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengevaluasi pengaruh cahaya merah, merah jauh dan ruang gelap terhadap perkecambahan biji *D. hispida*. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi tambahan yang berkaitan dengan upaya percepatan perbanyakan tanaman *D. hispida* sebagai salah satu bahan pangan nasional.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilakukan di Bank Biji Pusat Penelitian Kebun Raya LIPI pada bulan Juli 2019. Buah dan biji berasal dari koleksi Kebun Raya Bogor. Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah jangka sorong, timbangan analitik ME 204 Mettler Toledo, botol selai, *sprayer*, *petridish*, penggaris, kotak cahaya, filter merah, filter merah jauh, lampu bohlam 100 watt, pinset, *grain moisture tester* PM-410 Kett, RHS Colour Chart 6th edition, sekop, bak kotak, oven merk Binder, RH Meter, desikator, *blue drum kit*, kantong biji, dan *scalpel*. Bahan yang digunakan meliputi buah dan biji *D. hispida*, air, *tissue*, label, polybag, media pasir, aluminium foil, dan *silica gel*.

Karakterisasi buah dan biji *D. hispida*

Kegiatan karakterisasi buah dan biji ini dilakukan dengan cara mengukur diameter, panjang, lebar, tebal, dan berat buah dan biji. Data karakterisasi diambil sampel 25 buah dan 100 butir biji *D. hispida*. Pengukuran dilakukan dengan jangka sorong (*digital caliper*) dan untuk standarisasi warna digunakan RHS Color chart.

Pengukuran kadar air pada biji secara destruktif

Kadar air biji diukur secara destruktif yaitu cawan petri disterilisasi dengan oven pada suhu 105°C selama 30 menit,

kemudian dimasukkan ke dalam desikator. Biji ditimbang seberat 5 g dengan 3 kali ulangan. Berat petri diukur dengan timbangan analitik (M1). Biji seberat 5 g tersebut dimasukkan ke petridish dan ditimbang (M2), dikeringkan dengan oven pada suhu 105°C selama 18 jam, kemudian dimasukkan desikator selama 30 menit. Selanjutnya biji ditimbang kembali (M3) dan dihitung kadar air dengan rumus kadar air menurut Draper et al. (1984) sebagai berikut:

$$KA = \frac{M_2 - M_3}{M_2 - M_1} \times 100\%$$

Perlakuan cahaya

Kegiatan ini diawali dengan cara memanen buah *D. hispida* lalu memisahkan antara kulit biji dan bijinya. Selanjutnya biji direndam dengan air selama 24 jam untuk mempermudah terjadinya imbibisi lalu dikeringanginkan selama 24 jam dan ditanam lalu ditanam pada media mosh dalam 12 polybag. Untuk mengantisipasi cahaya yang dapat menginisiasi perkecambahan seluruh kegiatan dilakukan di ruang tanpa cahaya (ruang gelap). Perlakuan dalam penelitian ini adalah cahaya merah dengan panjang gelombang 660 nm, cahaya merah jauh dengan panjang gelombang 730 nm, ruang gelap (tanpa cahaya) dengan suhu 18°C dan ruang terbuka rumah kaca dengan kisaran suhu 24.5-34.7°C (kontrol). Setiap perlakuan menggunakan 20 biji dengan tiga kali ulangan. Khusus untuk perlakuan cahaya merah dan merah jauh biji yang sudah disemai dalam polybag diletakkan pada kotak kayu yang ditutup dengan cahaya merah dan merah jauh. Lampu yang digunakan yaitu lampu bohlam pijar warna cahaya kuning dengan daya 100 Watt. Perlakuan gelap biji diletakkan pada ruang tanpa cahaya dan sebagai kontrol biji diletakkan pada kamar kaca yang terletak diruang terbuka. Pengamatan dilakukan setiap hari sampai tidak ada biji yang berkecambah lagi. Pengamatan perkecambahan meliputi karakter kualitatif dan kuantitatif. Karakter kualitatif dilakukan dengan mengamati warna daun dan batang kecambah sedangkan karakter kuantitatif meliputi ukuran daun, batang, tinggi tanaman, daya kecambah, awal berkecambah.

1.88 mm, dan berat 1.18 g. Buah *D. hispida* termasuk buah berkayu berbentuk kapsul lonjong bersudut tiga dan berwarna coklat. Biji terletak pada puncak kapsul. Jumlah biji umumnya 5 butir per-buah. Biji memiliki sayap (alae) yang menghadap dasar kapsul (Lim 2016). Bijinya berwarna coklat dengan panjang rata-rata 35.69 mm (biji +sayap); lebar 7.46 mm tebal 0.14 mm dan berat 1.98 g (Tabel 1). Dari hasil pengukuran kadar air awal biji *D. hispida* secara destruktif adalah 14.66%. Hal ini menunjukkan bahwa biji *D. hispida* termasuk jenis biji ortodoks karena kandungan air biji *D. hispida* pada saat masak fisiologis kurang dari 15%. Biji ortodoks pada saat masak fisiologis umumnya memiliki kandungan air 15-30% sedangkan biji rekalsitran 30-50%.



Gambar 1. Buah dan biji *Dioscorea hispida*

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakterisasi buah dan biji *D. hispida*

Hasil pengamatan karakter kuantitatif buah *D. hispida* mempunyai panjang rata-rata 47.15 mm, lebar 32.12, tebal

Tabel 1. Karakter kuantitatif dan kualitatif buah dan biji *D. Hispida*

Jenis buah/biji	Buah				Biji			
	Warna	Panjang dan lebar (mm)	Berat (g)	Tebal (mm)	Warna	Panjang dan lebar (mm)	Berat (mm)	Tebal (mm)
<i>Dioscorea hispida</i>	coklat	47.15 ; 32.12	1.18	1.88	coklat	35.69 ; 7.46	1.98	0.14

Tabel 2. Warna daun dan kondisi batang *D. hispida* pada perlakuan cahaya merah, cahaya merah jauh, ruang gelap dan kontrol

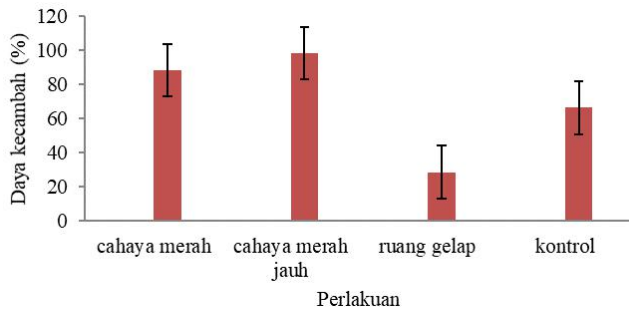
Perlakuan	Warna Daun	Warna Batang	Kondisi Batang
Cahaya merah	Hijau pucat	Hijau pucat	Lemah
Cahaya merah jauh	Hijau pucat	Hijau pucat	Lemah
Ruang gelap	Putih kekuningan	Putih	Lemah
Rumah kaca (kontrol)	Hijau segar	Hijau muda	Kokoh

Perkecambahan biji *D. hispida*

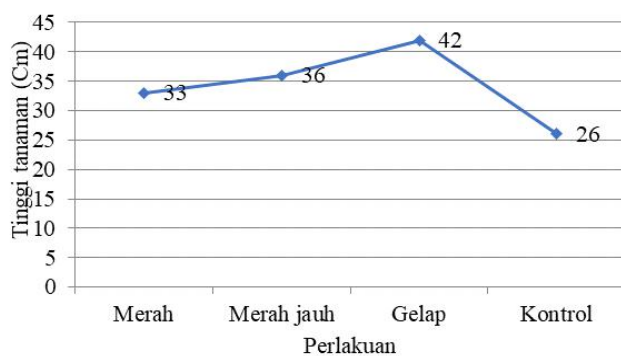
Dioscorea hispida memiliki tipe perkecambahan hipogeal yang ditandai dengan memanjangnya epikotil kemudian plumula tumbuh ke permukaan tanah menembus kulit biji. Kotiledon tetap berada di dalam tanah. Pada perlakuan cahaya merah radikula mulai terlihat pada hari ke-8 diikuti munculnya plumula pada hari ke-9 sedangkan perlakuan merah jauh plumula muncul pada hari ke-11. Perlakuan gelap plumula muncul (hari ke-14) dan kontrol hari ke-10 (Gambar 7). Perbedaan waktu perkecambahan pada setiap perlakuan disebabkan karena pengaruh faktor cahaya yang diterimanya. Pada penelitian Wardani dan Latifah (2016) perlakuan cahaya merah pada perkecambahan *Dictyoneura acuminata* menghasilkan perkecambahan yang lebih cepat dibandingkan perlakuan merah jauh dan gelap. Pada Gambar 2. terlihat kecambah *D. hispida* yang diberi perlakuan merah jauh menghasilkan daun dan batang berwarna pucat dan batang tampak membengkok keatas. Hal ini diduga cahaya merah jauh yang diterima menyebabkan hormon auksin terkumpul dibagian bawah dan berdampak pada keseimbangan sel bagian atas dan bawah sehingga batang dan daun berwarna pucat dan tumbuh membengkok keatas. Cahaya merah menghasilkan awal berkecambah yang paling cepat dibandingkan perlakuan lainnya Kasperbauer dan Peaslee dalam Fitter dan Hay (1991) menyatakan bahwa tanaman yang dibawah naungan cahaya merah dan merah jauh daun-daunnya akan lebih panjang, lebih sempit dan lebih ringan dengan stomata dan klorofil yang lebih sedikit. Perkecambahan yang paling lambat terjadi pada perlakuan gelap, warna daun dan batang putih kekuningan.

Berdasarkan hasil pengamatan pada penelitian ini perlakuan cahaya memberikan daya perkecambahan yang lebih tinggi dibandingkan perlakuan lainnya. Perlakuan cahaya merah jauh menghasilkan daya kecambah yang paling tinggi (98.5 %). Hal ini dapat dilihat pada Gambar 6. pemberian perlakuan cahaya merah jauh merupakan implikasi regenerasi tumbuhan di alam, dimana perkecambahan terjadi pada area dibawah naungan kanopi pohon, sehingga lebih banyak cahaya merah jauh yang diterima tanaman di bawahnya dan terjadi fotokonversi dari Pfr menjadi Pr. Cahaya mempengaruhi pembentukan klorofil, fotosintesis, fototropisme, dan fotoperiodisme. Efek cahaya meningkatkan kerja enzim untuk memproduksi zat metabolik untuk pembentukan klorofil (Stirling et al. 2002). Persentase daya kecambah biji *D. hispida* pada perlakuan merah jauh adalah 98.5% lebih tinggi dari daya kecambah cahaya merah dan kontrol.

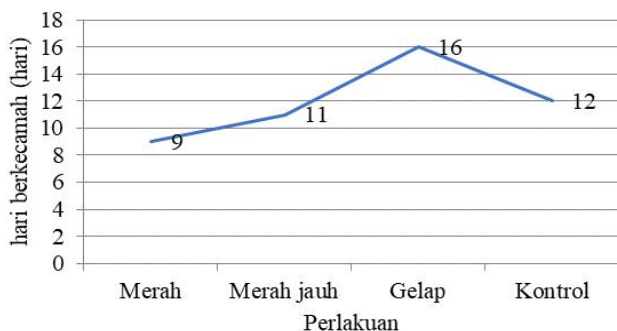
**Gambar 2.** Perlakuan cahaya merah**Gambar 3.** Perlakuan cahaya merah jauh**Gambar 4.** Kontrol



Gambar 5. Persentase perkecambahan biji *D. hispida* pada perlakuan cahaya merah, merah jauh, ruang gelap dan kontrol



Gambar 6. Tinggi kecambah *D. hispida* pada perlakuan merah, merah jauh, ruang gelap dan kontrol



Gambar 7. Awal perkecambahan pada perlakuan merah, merah jauh, ruang gelap dan kontrol

Namun perlakuan cahaya merah menunjukkan muncul kecambah lebih awal 9 hari dibandingkan perlakuan lainnya. Cahaya merah merupakan implikasi regenerasi tumbuhan di alam dimana perkecambahan terjadi pada area bukaan. Pada perlakuan cahaya merah kecambah tetap tumbuh walaupun tidak optimal seperti pada cahaya merah-jauh, hal tersebut menunjukkan bahwa terjadi induksi pertumbuhan perkecambahan karena adanya konversi fitokrom ke bentuk aktif Pfr. Perkecambahan biji *D. hispida* kemungkinan bersifat *sun tolerant* yaitu tanaman

tersebut dapat tumbuh optimal dibawah naungan kanopi pohon dan tidak terkena sinar matahari langsung, namun juga dapat tumbuh dalam keadaan terkena cahaya matahari penuh (De Jong 1981). Tanaman menerima cahaya melalui fotoreseptornya yaitu fitokrom yang merupakan pigmen untuk menyerap atau mendeteksi cahaya. Fitokrom memiliki dua bentuk photo-interconvertible yaitu Pr dan Pfr. Pr menyerap cahaya merah (660 nm) dan akan dikonversi ke Pfr. Pfr menyerap cahaya merah-jauh (730 nm) dan dengan cepat dikonversi kembali ke Pr. Perkecambahan pada tempat gelap terjadi sangat lambat, namun setelah biji tumbuh penambahan panjang batang sangat cepat. Tanaman yang diletakkan pada tempat gelap pertumbuhan batangnya akan memanjang dan cenderung warnanya pucat kekuningan. Hal ini disebabkan karena kerja hormon auksin tidak dihambat oleh sinar matahari (Widiastuti et al. 2004). Sedangkan pertumbuhan kecambah pada rumah kaca (kontrol) cenderung lambat namun tekstur batangnya kokoh, warna daunnya hijau segar hal ini disebabkan karena kebutuhan tanaman terhadap sinar matahari cukup sehingga tanaman dapat melakukan fotosintesis dengan baik (Gambar 4). Lakitan (1993) menyatakan bahwa cahaya matahari merupakan sumber energi utama bagi tumbuhan untuk melakukan fotosintesis yang hasilnya akan ditranslokasikan keseluruh jaringan tanaman untuk mengaktifkan dan memaksimalkan pertumbuhan organ tanaman seperti daun, batang sehingga tanaman tumbuh optimal.

Kesimpulan dari penelitian ini adalah cahaya merah dan merah-jauh mempengaruhi percepatan perkecambahan *Dioscorea hispida* dan kondisi gelap menghambat perkecambahan. Cahaya merah jauh memberikan daya kecambah paling tinggi (98.5%) dan terendah ialah ruang gelap (28.5%). Cahaya merah memberikan waktu perkecambahan lebih awal 9 hari setelah tanam.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih ditujukan kepada rekan-rekan di Unit Bank Biji Kebun Raya LIPI dan Venesia (mahasiswa Universitas Gajah Mada, Yogyakarta) yang telah membantu penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Anderson NO. 2007. Flower Breeding and Genetics. Springer, Dordrecht.
- Bentsink L, Koornneef M. 2008. Seed Dormancy and Germination. Arabidopsis Book 6: e0119. DOI: 10.1199/tab.0119.
- Bewley JD, Bradford KJ, Hilhorst HWM, Nonogaki H. 2013. Seeds: Physiology of Development, Germination and Dormancy Third Edition. Springer, New York.
- Campbell NA, Jane BR, Lisa AU, Michael LC, Steven AW, Peter VM, Robert BJ. 2010. Biologi Edisi Ke-8. Erlangga, Jakarta.
- De Jong J. 1981. Flower initiation of chrysanthemum seedling grown continuously in short days at four levels of irradiance. Sci Hortic 14 (3): 277-284.
- Draper SR, Bass LN, Bous A, Gouling P, Hutin MC, Rennie WJ, Steiner AM, Tonkin JHB. 1984. Seed Science and Technology. International Seed Testing Association, Zurich.
- Fitter AH, Hay RKM. 1991. Fisiologi Lingkungan Tanaman. Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.

- Hong TD, Linington S, Ellis RH. 1998. Compendium of Information on Seed Storage Behaviour. The Royal Botanic Gardens, Melbourne.
- Lakitan B. 1993. Dasar-Dasar Fisiologi Tumbuhan. Raja Grafindo Persada, Jakarta.
- Lim TK. 2016. Edible Medicinal and Non-Medicinal Plants, Volume 10, Modified Stems, Roots, Bulbs. Springer, Dordrecht.
- Peter KV. 2007. Underutilized and Underexploited Horticultural Crops Volume 1. New Publishing Agency, New Delhi.
- Stirling KJ, Clark RJ, Brown PH, Wilson SJ. 2002. Effect of Photoperiod on Flower Bud Initiation and Development in Myoga (*Zingiber Mioga* Roscoe). *Sci Hort* 95 (3): 261-268.
- Wardani FF, Latifah D. 2016. Perkecambahan biji *Dictyoneura acuminata* Blume pada cahaya merah dan merah jauh. *Jurnal Hortikultura Indonesia* 7 (1): 49-55.
- Weitbrecht K, Muller K, Leubner-Metzher G. 2011. First off the mark: Early seed germination. *J Exp Bot* 62 (10): 3289-3309.
- Wibawa IPA, Kurniawan A, Adjie B. 2011. Studi keragaman jenis, kandungan gizi esensial dan kalsium oksalat *Dioscorea* di Pulau Bali dan Lombok. *Buletin Kebun Raya* 14 (2): 1-8.
- Widiastuti, Tohari, Endang S. 2004. Pengaruh intensitas cahaya dan kadar daminosida terhadap iklim makro dan pertumbuhan tanaman krisan dalam pot. *Jurnal Ilmu Pertanian* 11 (2): 35-42.
- Yuniarti N, Suita E, Zanzibar M, Nurhasibiy. 2011. Teknik penanganan benih tanaman hutan. Prosiding Seminar hasil-hasil Penelitian Teknologi Perbenihan untuk Meningkatkan Produktifitas Hutan Rakyat di Propinsi Jawa Tengah. Semarang, 20 Juli 2011.