

# Perkecambahan Biji *Dictyoneura acuminata* Blume. pada Cahaya Merah dan Merah Jauh

## *Dictyoneura acuminata* Blume. Germination on Red and Far Red Light

Fitri Fatma Wardani<sup>1\*</sup> dan Dian Latifah<sup>1</sup>

Diterima 06 Januari 2016/Disetujui 16 Maret 2016

### ABSTRACT

*Dictyoneura acuminata* Blume is one of species from Sapindaceae which is native to Borneo (Sabah, South Kalimantan, East Kalimantan), the Philippines, Sulawesi, Maluku and Papua New Guinea. Economically, *D. acuminata* is usually used as an ornamental plant because it has attractive leaves and flowers. *D. acuminata* propagation can be done by using seed but information on seeds and their germination is still limited. The aim of this study was to determine the pattern of germination and the effect of red and far red light on *D. acuminata* germination. The experimental design was completely randomized design with one factor and 5 levels. The factors was light with red light, far red light, dark, greenhouse control, and laboratory controls as levels. Each level was repeated 4 times with 10 seeds in each experimental unit. Data showed that far red light causes the seeds germinate 10 days faster than seeds germinated in the greenhouse. *D. acuminata* seedling height was affected by light. The seedling could grow higher when the light intensity decreased, a process called etiolation.

Keywords: *Dictyoneura acuminata* Blume, germination, light

### ABSTRAK

*Dictyoneura acuminata* Blume adalah salah satu spesies dalam famili Sapindaceae yang merupakan tanaman asli Borneo (Sabah, Kalimantan Selatan, Kalimantan Timur), Filipina, Sulawesi, Maluku dan Papua Nugini. Secara ekonomi, *D. acuminata* biasanya dimanfaatkan sebagai tanaman hias karena memiliki daun dan bunga yang menarik. Perbanyakannya dapat dilakukan dengan menggunakan biji tetapi informasi mengenai biji dan perkecambahannya masih terbatas. Tujuan penelitian ini ialah mengetahui pola perkecambahan dan pengaruh cahaya merah dan merah jauh terhadap perkecambahan biji *D. acuminata*. Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan satu faktor dan 5 taraf. Faktor yang digunakan yaitu cahaya dengan cahaya merah, cahaya merah jauh, gelap, kontrol rumah kaca, dan kontrol laboratorium sebagai tarafnya. Setiap taraf diulang sebanyak 4 kali dengan 10 biji pada setiap satuan percobaan. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa cahaya merah jauh menyebabkan biji berkecambah lebih cepat 10 hari dibandingkan dengan biji yang dikecambahkan di rumah kaca. Tinggi kecambah *D. acuminata* dipengaruhi oleh perlakuan cahaya yaitu semakin sedikit intensitas cahaya semakin panjang tinggi kecambah, suatu proses yang disebut etiolasi.

Kata kunci: cahaya, *Dictyoneura acuminata* Blume, perkecambahan

### PENDAHULUAN

*Dictyoneura acuminata* Blume adalah salah satu jenis dari famili Sapindaceae yang merupakan tanaman asli Borneo (Sabah, Kalimantan Selatan, Kalimantan Timur),

Filipina, Sulawesi, Maluku dan Papua Nugini (Dick, 1986; Adema *et al.*, 1994). Di dalam hutan primer dan sekunder, *D. acuminata* berperan sebagai tanaman bawah karena berperawakan seperti perdu atau pohon yang tidak terlalu tinggi (12-15 m) dengan diameter

<sup>1</sup>Pusat Konservasi Tumbuhan Kebun Raya-Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia  
Jl. Ir. H. Juanda 13 Bogor, Jawa Barat.  
e-mail: wardani.fitri05@gmail.com, (\*penulis korespondensi)

20-30 cm. *D. acuminata* sering ditemukan di daerah pinggiran sungai dan di tebing-tebing maupun bukit di dalam hutan-hutan primer yang padat pada ketinggian 20-450 m di atas permukaan laut. Di hutan sekunder, *D. acuminata* biasanya muncul sebagai tanaman yang mampu bertahan bila terdapat kerusakan hutan.

Secara ekonomi, *D. acuminata* biasanya dimanfaatkan sebagai tanaman hias karena memiliki daun dan bunga yang menarik (Dick, 1986). Daun *D. acuminata* merupakan daun majemuk yang tersusun *alternate*. Anak daunnya *penni-veined*, *glabrous*, dan tepinya bergerigi. Bunga *D. acuminata* berwarna putih kekuningan yang terlihat sangat menarik. Jenis ini juga merupakan kerabat dari marga *Dictyoneura* yang secara umum memiliki potensi anti tumor (Chan *et al.*, 2009; berdasarkan informasi pada spesimen herbarium BO-1863021).

*D. acuminata* memiliki manfaat yang baik dan perlu dilakukan upaya perbanyakannya agar kelestariannya tetap terjaga. Salah satu upaya perbanyakannya yang dapat dilakukan adalah dengan menggunakan biji. Biji tanaman dari famili *Sapindaceae* tergolong ke dalam biji yang mudah berkecambah karena termasuk ke dalam tipe biji rekalsitran (Hong *et al.*, 1998), tetapi viabilitas biji akan berkurang seiring dengan hilangnya kadar air biji secara perlahan (Widyawati *et al.*, 2009), oleh karena itu, diperlukan metode perkecambahan yang tepat agar viabilitas biji tetap tinggi.

Informasi mengenai biji dan metode perkecambahan *D. acuminata* masih jarang ditemukan. Salah satu metode yang dapat digunakan adalah metode perkecambahan dengan menggunakan cahaya. Hasil penelitian Rosida *et al.* (2015) menunjukkan bahwa standar minimal daya berkecambah benih harus tetap terpenuhi untuk menjaga kualitas vigor. Cahaya merupakan salah satu faktor yang menentukan proses perkecambahan (Copeland dan Mc Donald, 2011). Cahaya dapat memanipulasi kondisi habitat alami *D. acuminata* baik di tempat terbuka seperti tepi sungai maupun di bawah naungan di hutan-hutan primer yang padat, oleh karena itu, tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui pengaruh cahaya terhadap proses perkecambahan dan pertumbuhan kecambah *D. acuminata*.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan di Laboratorium Biji dan Rumah Kaca Bank Biji Pusat Konservasi Tumbuhan Kebun Raya-LIPI pada bulan Februari sampai April 2015.

Biji *D. acuminata* dipanen dari tumbuhan koleksi Kebun Raya Bogor. Tumbuhan tersebut berada pada vak III.J.130a dan berasal dari Kalimantan Selatan. Pohon tersebut memiliki habitus perdu dengan tinggi sekitar 10 m. Batang lurus berwarna hitam dengan kulit yang halus. Daunnya merupakan daun majemuk yang tersusun *alternate* dengan anak daun menyirip dengan tepi daun yang bergerigi. Ukuran anak daunnya adalah panjang 12-13.5 cm dan lebar 3-3.5 cm. Bunga dan buah tersusun mengelompok seperti payung di ujung tunas daun muda. Bunga berwarna putih kekuningan. Buah berwarna kuning dan berwarna hitam setelah kering. Buah yang kering akan pecah dan menjatuhkan biji yang berada di dalamnya.

Pemrosesan biji dilakukan dengan cara mengupas kulit buah langsung dari bijinya. Proses pemisahan ini dilakukan di ruang gelap dengan tujuan agar biji tidak terpapar cahaya yang dapat menginisiasi perkecambahan.

Kadar air biji dihitung dengan menggunakan metode Oven Temperature Konstan (Draper *et al.*, 1984). Biji yang telah diproses kemudian diambil sebanyak 10 biji untuk dihitung kadar air awalnya. Biji kemudian dihancurkan dengan menggunakan palu kayu. Cawan petri yang telah disterilisasi di dalam oven dengan suhu 107 °C selama 60 menit ditimbang ( $M_1$ ), kemudian dimasukkan biji *D. acuminata* yang telah dihancurkan ke dalamnya dan ditimbang lagi ( $M_2$ ). Cawan petri yang berisi biji kemudian dioven dengan suhu 107 °C selama 17 jam dan ditimbang kembali ( $M_3$ ). Kadar air biji dapat dihitung dengan menggunakan rumus  $KA = \frac{M_3 - M_1}{M_2 - M_1} \times 100\%$ . Penghitungan kadar air ini dilakukan sebanyak 3 kali ulangan.

### Rancangan Percobaan dan Analisis Data

Rancangan percobaan yang digunakan adalah rancangan acak lengkap dengan satu faktor yaitu cahaya dengan 5 taraf. Kelima taraf tersebut adalah gelap (P1) di laboratorium (intensitas cahaya 0% atau 0 lux), terbuka di laboratorium (P2) dengan

intensitas cahaya 0.057% (25 lux), kotak dengan cahaya merah jauh (P3) dengan panjang gelombang 730 nm dan intensitas cahaya 0.009% (4 lux) di laboratorium, kotak dengan cahaya merah (P4) dengan panjang gelombang 660 nm dan intensitas cahaya 0.013% (6 lux) di laboratorium, dan terbuka di rumah kaca dengan intensitas cahaya 64.55% (28 400 lux). Suhu dan kelembaban udara di laboratorium biji yaitu 25.1-30.5 °C dan 54.5-75.5%, sedangkan suhu dan kelembaban udara di rumah kaca yaitu 22.3-35.0 °C dan 46.1-80.9%. Setiap perlakuan diulang 4 kali dan setiap ulangan disemai 10 biji *D. acuminata*. Setiap unit percobaan disemai 10 biji. Media semai yang digunakan adalah serbuk gergaji dari kayu angkana. Derajat kemasannya masih tergolong rendah (6.03) dan memiliki kelembaban yang cukup tinggi (87.3%).

Sebelum ditanam, biji direndam pada air selama 24 jam untuk mempercepat proses imbibisi. Pengamatan dilakukan setiap hari setelah diketahui terdapat biji yang berkecambah lagi yaitu selama 41 hari setelah semai. Peubah yang diamati adalah jumlah yang berkecambah setiap harinya, hari pertama berkecambah (HP), hari terakhir berkecambah (HT), daya kecambah (DB), tinggi kecambah (T), koefisien kecepatan berkecambah (x), dan koefisien keserempakan berkecambah (y). Daya kecambah dihitung dengan rumus:

$$DK = \frac{n}{N} \times 100\%$$

Keterangan:

DK= daya kecambah;  
n= biji yang berkecambah;  
N= biji yang dikecambahkan.

Koefisien kecepatan berkecambah dihitung dengan rumus:

$$x = \frac{\sum_{i=0}^{41} n_i}{\sum_{i=0}^{41} (t \times n_i)} \times 100$$

Keterangan:

x= koefisien kecepatan daya berkecambah;  
n<sub>i</sub>= biji yang berkecambah pada hari ke-I;  
t= hari saat biji berkecambah.

Koefisien keserempakan berkecambah dihitung dengan rumus:

$$y = \frac{\sum_{i=0}^{41} n_i}{\sum_{i=0}^{41} (T-t)^2 \cdot n_i} \times 100;$$

$$T = \frac{\sum_{i=0}^{41} (t \times n_i)}{\sum_{i=0}^{41} n_i}$$

(Draper *et al.*, 1985).



Gambar 1. Daun dan buah *Dictyoneura acuminata* Blume

Penentuan keserempakan dan kecepatan berkecambah suatu biji dapat dilihat dengan nilai koefisiennya yaitu semakin besar nilai koefisien, semakin cepat dan serempak biji tersebut berkecambah (Bewley dan Black, 1994; ISTA, 2015).

Data yang diperoleh kemudian dianalisis keragamannya (ANOVA) dengan uji F menggunakan program *Statistical Tools for Agriculture Research* (STAR) pada derajat kepercayaan 95% ( $\alpha=5\%$ ). Apabila faktor memberikan pengaruh yang nyata terhadap parameter yang diamati kemudian dilanjutkan dengan uji *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Biji dan Pola Perkecambahan Biji *D. acuminata*

*D. acuminata* berbuah di Kebun Raya Bogor pada bulan Januari hingga Februari. Buah *D. acuminata* berwarna kuning hingga orange yang tersusun dalam rumpun seperti payung (*umbel*) dengan panjang 29-38 cm. Panjang cabang rumpun buahnya sekitar 3.5-11 cm dengan jumlah buah per rumpun sekitar 34-66 buah. Setiap buah memiliki berat 0.20-0.90 g dengan panjang 7.53-15.02 mm dan diameter 7.01-11.73 mm. Buah yang masak akan pecah dengan jumlah biji 1-2 dan kadang-kadang 3. Tebal kulit buah 1.41-2.12 mm. Biji berwarna coklat tua hingga kehitaman dengan pangkal kuning keputihan. Biji memiliki berat 0.05-0.27 g dengan panjang 5.04-9.78 mm dan diameter 3.56-6.76 mm (Gambar 3.a.). Biji *D. acuminata* memiliki kadar air yang cukup tinggi yaitu sebesar 59.4%. Berdasarkan Widyawati *et al.* (2009), biji yang memiliki kadar air yang cukup tinggi yaitu lebih dari 10% masuk ke dalam tipe biji rekalsitran.

Sebelum ditanam, biji diberikan perlakuan perendaman dengan menggunakan air terlebih dahulu. Perendaman ini dilakukan agar proses imbibisi lebih cepat terjadi sebelum biji ditanam. Imbibisi adalah proses masuknya air ke dalam biji. Masuknya air ke dalam biji ini akan mengaktifkan enzim giberelin sehingga proses perkecambahan dimulai (Finch-Savage dan Leubner-Metzger, 2006). Perendaman dilakukan selama 24 jam

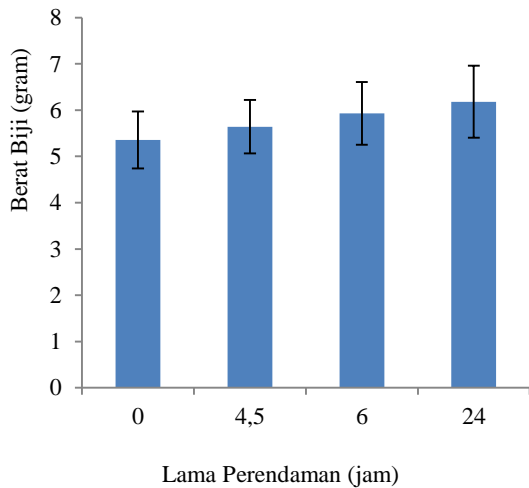
dengan ditimbang pada waktu-waktu tertentu untuk melihat pertambahan kandungan air dalam biji. Gambar 2 menunjukkan bahwa pada 6 jam pertama, berat biji masih mengalami peningkatan. Peningkatan juga masih berlangsung setelah biji direndam selama 24 jam. Pada perlakuan perendaman kali ini, tidak didapatkan bobot biji yang konstan. Perendaman dihentikan karena biji yang direndam sudah mulai pecah setelah 24 jam sehingga biji langsung ditanam. Pecahnya biji ini menandakan bahwa biji sudah jenuh dengan air. Apabila proses perendaman masih dilakukan, biji akan mengalami pembusukan dan viabilitas biji akan berkurang.

Setelah kandungan air dalam biji jenuh, biji disemai pada media serbuk gergaji. Serbuk gergaji digunakan sebagai media perkecambahan karena menyerupai serasah di dalam hutan. Proses perkecambahan dimulai dengan munculnya cendawan pada biji yang disemai. Munculnya cendawan ini membuat kulit biji menjadi busuk sehingga mempercepat proses perkecambahan. Biji mulai pecah pada hari ke-3 sampai 5 setelah semai (Gambar 3.b.). Hal ini sesuai dengan pernyataan Adema *et al.* (1994) yang menyatakan bahwa biji dari famili Sapindaceae akan berkecambah dalam rentang waktu selama satu minggu.

Setelah biji pecah kemudian muncul radikel yang diikuti dengan tumbuhnya epikotil. Epikotil pada *D. acuminata* bersisik dan apabila diraba akan terasa bulu-bulu halus pada batangnya (Gambar 3.c.). Setelah 7-10 hari setelah semai kuncup, daun mulai muncul dan akan membuka pada 24-26 hari setelah semai (Gambar 3. d-f.). Daun anakan *D. acuminata* merupakan daun majemuk dengan bentuk anak daun elips dan tepinya bergerigi (Gambar 3.e.).

Tipe perkecambahan *D. acuminata* termasuk dalam karakter perkecambahan hipogeal tipe *horsfieldia* sub tipe *horsfieldia* yaitu tidak ada pemanjangan hipokotil sehingga kotiledon berada di dekat permukaan atau di dalam media perkecambahan (tidak terangkat) (Vogel, 1980). Ketika biji berkecambah, kotiledon yang semula tertutup kulit biji akan membuka terbagi dua dengan ukuran kotiledon tidak simetris (Vogel, 1980), karena hipokotil tidak memanjang dan biji merupakan dua keping kotiledon asimetris (Gambar 3.b.). Pada fase bibit ini, *D. acuminata* juga mampu beregenerasi dengan

menumbuhkan tunas baru ketika tunas (epikotil) yang pertama mengalami kematian/kekeringan.



Gambar 2. Peningkatan bobot biji *D. acuminata* Blume setelah direndam air selama 24 jam



Gambar 3. a) Biji *D. acuminata*; Proses perkecambahan *D. acuminata* b) Biji pecah tumbuh radikel dan epikotil (3-5 hari), c) Radikel dan epikotil mulai memanjang (5-7 hari), d) bakal daun mulai muncul (7-10), e) kuncup daun muncul (10-14 hari), f) daun membuka (24-26 hari) (skala 1 cm)

### Perkecambahan Biji *D. acuminata* dengan Perlakuan Cahaya

Berdasarkan hasil pengamatan didapatkan bahwa biji *D. acuminata* yang diberikan perlakuan cahaya merah dan cahaya merah jauh mempunyai daya kecambah yang lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan yang tanpa cahaya (Tabel 1). Cahaya merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi perkecambahan. Cahaya dapat menstimulasi perkecambahan dan juga dapat menghentikan dormansi (Finch-Savage dan Leubner-Metzger, 2006). Pada biji *D. acuminata*, cahaya merupakan salah satu faktor yang menstimulasi perkecambahan dengan nilai daya kecambah yang lebih besar dibandingkan dengan perlakuan tanpa cahaya.

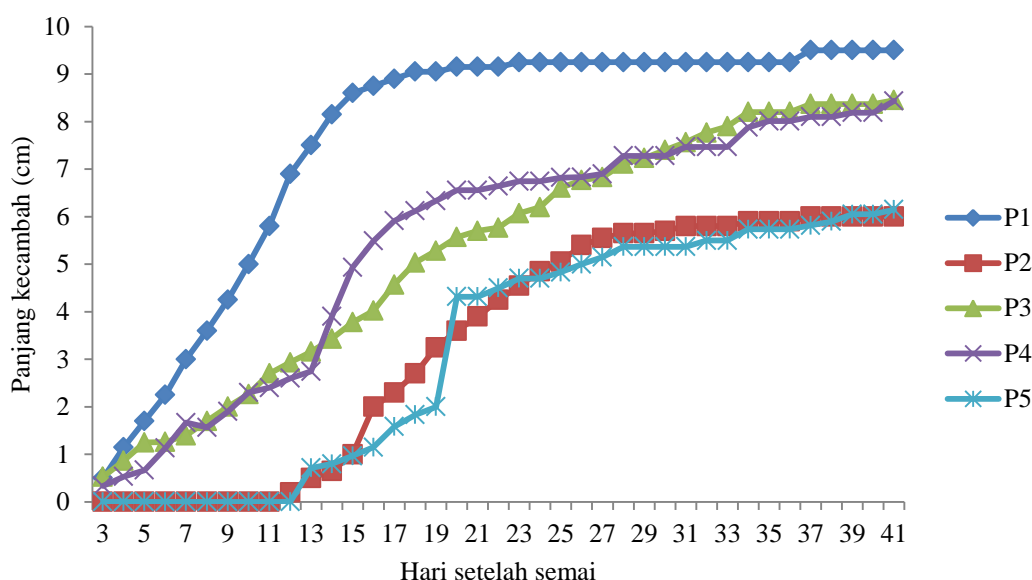
Koefisien kecepatan berkecambah menunjukkan bahwa perkecambahan *D. acuminata* pada perlakuan cahaya merah lebih cepat 2 kali lipat dibandingkan dengan perlakuan cahaya merah jauh, dan 3 kali lipat pada perlakuan gelap (Tabel 1). Hal ini menunjukkan bahwa cahaya merah memberikan stimulasi yang cukup bagus pada perkecambahan *D. acuminata*. Hal ini sesuai dengan pernyataan Finch-Savage dan Leubner-Metzger (2006) yang menyebutkan bahwa cahaya merah dapat berpengaruh langsung pada proses perkecambahan, sedangkan untuk koefisien keserempakan berkecambah menunjukkan bahwa, perkecambahan pada ruangan terbuka di dalam laboratorium lebih serempak dibandingkan dengan perkecambahan pada perlakuan lainnya (Tabel 1). Hal ini terjadi karena paparan cahaya di laboratorium lebih merata sehingga perkecambahan dapat terjadi lebih serempak.

Biji dengan perlakuan cahaya merah jauh memiliki hari pertama berkecambah yang lebih cepat dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Perlakuan pada ruangan gelap, tempat terbuka di laboratorium, dan cahaya merah memiliki hari pertama berkecambah yang hampir sama, sedangkan biji dengan perlakuan di tempat terbuka di rumah kaca memiliki hari pertama berkecambah yang paling lama. Oleh karena itu, biji dengan perlakuan cahaya merah jauh memiliki selang waktu berkecambah yang paling lama. Perlakuan di tempat terbuka pada rumah kaca memiliki selang waktu berkecambah yang paling singkat (Tabel 1).

Tabel 1. Daya kecambah (DK), koefisien kecepatan berkecambah (x), koefisien keserempakan berkecambah (y), hari pertama berkecambah (HP), dan hari terakhir berkecambah pada proses perkecambahan *D. acuminata*

Perlakuan	DK	X	Y	HP	HT
P1	15.0 tn	4.29 tn	0.63 tn	9.0 tn	19.0 tn
P2	20.0 tn	8.68 tn	8.09 tn	9.3 tn	16.5 tn
P3	25.0 tn	7.55 tn	1.02 tn	2.5 tn	15.0 tn
P4	22.5 tn	14.03 tn	2.93 tn	10.5 tn	16.5 tn
P5	12.5 tn	2.80 tn	0.62 tn	21.8 tn	25.5 tn

Keterangan: P1= ruangan gelap; P2= ruangan terbuka di dalam laboratorium, P3= ruangan dengan cahaya merah jauh; P4= ruangan dengan cahaya merah; P5= ruangan terbuka di dalam rumah kaca, tn=perlakuan tidak berpengaruh terhadap parameter yang diamati ( $\alpha=5\%$ ).



Gambar 4. Pertumbuhan kecambah *D. acuminata* pada perlakuan ruangan gelap (P1), ruangan terbuka di laboratorium (P2), ruangan dengan cahaya merah jauh (P3), ruangan pada cahaya merah (P4), dan pada ruangan terbuka di rumah kaca (P5)

Gambar 4 menunjukkan bahwa kecambah pada ruangan gelap memiliki tinggi yang lebih panjang dibandingkan dengan kecambah pada perlakuan lainnya. Hal ini terjadi karena terjadinya proses etiolasi. Etiolasi adalah proses pemanjangan sel akibat produksi auksin yang terus-menerus. Produksi auksin dapat terhambat oleh adanya cahaya (Bunyamin dan Aqil, 2010; Alridiwirsa *et al.*, 2015). Kecambah pada perlakuan cahaya merah dan merah jauh mempunyai tinggi kecambah yang sama dan lebih panjang bila dibandingkan dengan panjang kecambah yang berada di ruangan terbuka baik di dalam laboratorium maupun di rumah kaca. Cahaya merah dan merah jauh memiliki intensitas yang lebih

kecil dibandingkan dengan cahaya pada ruangan terbuka sehingga produksi auksin masih ada meskipun sedikit (Alridiwirsa *et al.*, 2015).

## KESIMPULAN

Biji *D. acuminata* mulai berkecambah setelah 3-10 hari setelah semai dengan karakter hipogeal tipe horsfieldia sub tipe horsfieldia. Kualitas cahaya (cahaya merah (660 nm) dan cahaya merah jauh (730 nm) lebih mempengaruhi daya kecambah biji *D. acuminata* dibandingkan kuantitas/intensitas cahaya. Cahaya merah jauh menyebabkan biji



berkecambah lebih cepat 10 hari dibandingkan dengan biji yang dikecambahkan pada rumah kaca. Tinggi kecambah *D. acuminata* dipengaruhi oleh perlakuan cahaya yaitu semakin sedikit intensitas cahaya semakin panjang kecambah. Kecambah *D. acuminata* mulai membutuhkan cahaya untuk pertumbuhannya pada sekitar seminggu setelah berkecambah. Implikasi dari penelitian ini adalah perlunya konservasi habitat tersebut untuk keberlangsungan regenerasi *D. acuminata* di alam yang dipengaruhi kondisi kanopi.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didanai oleh DIPA LIPI 2015 melalui Program Tematik Bank Biji sebagai Strategi Konservasi Ex Situ Anggrek, Tumbuhan Langka dan Tumbuhan Berpotensi. Kami mengucapkan terima kasih atas bantuan teknis, bimbingan dan fasilitas dari Unit Bank Biji Pusat Konservasi Tumbuhan Kebun Raya dan Herbarium Bogoriense LIPI (Dr. D. Afriastini, A.H. Widjaya, Harto dan Mimin).

#### DAFTAR PUSTAKA

- Adema, F., P.W. Leenhouts, P.C. van Welzen. 1994. Flora Malesiana Series I, Spermatophyta: Flowering Plants. Foundation Flora Malesiana. Den Haag. Netherland.
- Alridiwirah, H. Hamidah, M. H. Erwin, Y. Muchtar. 2015. Uji toleransi beberapa varietas padi (*Oryza sativa* L.) terhadap naungan. J. Pertanian Tropik. 2(2):93-101.
- Bewley, J.D., M. Black. 1994. Seeds Physiology of Development and Germination. Plenum Press. New York and London.
- Bunyamin, Z., M. Aqil. 2010. Analisis iklim mikro tanaman jagung (*Zea mays* L. pada sistem tanam sisip. Hal. 294-300. Dalam Prosiding Pekan Serealia Nasional. 2010.
- Chan, P.K., M.S. Mak, Y. Wang. 2005. Composition comprising xanthoceras sorbifolia extracts, compounds isolated from same, methods for preparing same and uses thereof. (US007488753B2). United States Patent: 1-60.
- Copeland, L.O., M.B. Mc. Donald. 2001. Principles of Seed Science and Tecnology 4<sup>th</sup> Edition. Kluwer Academic Publisher, Boston.
- De Vogel, E.F. 1980. Seedlings of Dicotyledons: Structure, Development, Types, Descriptions of 150 Woody Malesian Taxa. Centre for Agricultural Publishing and Documentation, Wageningen, The Netherlands.
- Dijk, J.V. 1986. A taxonomy revision of *Dictyoneura* (Sapindaceae). Blumea. 31: 437-449.
- Draper, S.R., L.N. Bass, A. Bouls, P. Gouling, M.C. Hutin, W.J. Rennie, A.M. Steiner, J.H.B. Tonkin. 1985. Seed Science and Technology. International Seed Testing Association, Zurich.
- Finch-Savage W.E., G. Leubner-Metzger. 2006. Seed dormancy and the control of germination. New Phytologist. 171: 501-523.
- Hong, T.D., S. Linington, R.H. Ellis. 1998. Compendium of Information on Seed Storage Behaviour. The Trustees, Royal Botanic Gardens, Kew, UK.
- ISTA. 2015. International Rules for Seed Testing. International Seed Testing Association, Basserdorf, Switzerland.
- Rosida, A., M. Sari, A. Qadir. 2015. Pendugaan vigor daya simpan benih kubis (*Brassica oleracea* L. var *capitata*) menggunakan metode pengusangan cepat dengan etanol. J. Hort. Indonesia. 6(3): 152-160.
- Widyawati, N., Tohari, P. Yudono, I. Soemardi. 2009. Permeabilitas dan perkecambahan benih aren (*Arenga pinnata* (Wurmb.) Merr.). J. Agron. Indonesia. 37(2): 152-158.