

# Pertumbuhan awal biji-biji tanaman asli Cagar Biosfer Cibodas, Jawa Barat yang berpotensi sebagai penyimpan stok karbon tinggi

## Early growth of native plant seeds in Cibodas Biosphere Reserve, West Java potentially as high carbon stock storage

INTANI QUARTA LAILATY<sup>✉</sup>, AISYAH HANDAYANI

Balai Konservasi Tumbuhan Kebun Raya Cibodas, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. PO Box 19, Sindanglaya, Cianjur 43253, Jawa Barat.  
Tel.: +62-263-512233, 520448; Fax.: +62-263-512233, ✉email: intani.quarta.lailaty@lipi.go.id

Manuskrip diterima: 26 Agustus 2017. Revisi disetujui: 27 Desember 2017.

**Abstrak.** Lailaty IQ, Handayani A. 2017. *Pertumbuhan awal biji-biji tanaman asli Cagar Biosfer Cibodas yang berpotensi sebagai penyimpan stok karbon tinggi.* Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 3: 412-419. Cagar Biosfer Cibodas (CBC) merupakan salah satu cagar biosfer tertua di Indonesia yang menjadi model pengelolaan kawasan berkelanjutan dalam rangka adaptasi dan mitigasi perubahan iklim. CBC meliputi beberapa tipe ekosistem, baik ekosistem alami berupa kawasan Taman Nasional Gunung Gede Pangrango (TNGGP) maupun ekosistem buatan, salah satunya Kebun Raya Cibodas (KRC) sebagai area penyangga (*buffering zone*). Salah satu tahapan dalam upaya mitigasi perubahan iklim yang dilakukan oleh KRC adalah dengan perbanyak tumbuhan asli yang berpotensi sebagai penyimpan stok karbon tinggi. *Acer laurinum* Hassk. dan *Altingia excelsa* Noronha merupakan jenis tumbuhan asli kawasan Gunung Gede Pangrango yang memiliki potensi tersebut. Penelitian ini menggunakan desain percobaan berupa Rancangan Acak Lengkap (RAL) Faktorial untuk membandingkan pertumbuhan biji *A. laurinum* dan *A. excelsa* dengan perlakuan sungkup dan tanpa sungkup, serta lima media tanam yang berbeda (*cocopeat*, humus, humus-sekam, pasir, dan sekam). Analisis data dilakukan dengan menggunakan program *Statistical Tool for Agricultural Research* (STAR) dan uji lanjut *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf signifikansi 5%. Hasil penelitian menunjukkan pertumbuhan biji *A. laurinum* lebih cepat dibandingkan *A. excelsa*. Perlakuan tanpa sungkup menghasilkan persentase germinasi yang lebih tinggi pada biji *A. laurinum*, sedangkan daya kecambah *A. excelsa* lebih cepat pada perlakuan sungkup. Secara umum, media humus menghasilkan daya kecambah yang paling baik untuk kedua perlakuan tanaman. Media humus dan perlakuan sungkup merupakan perpaduan terbaik untuk pertumbuhan biji *A. laurinum* dilihat dari parameter tinggi batang, jumlah daun, panjang dan lebar daun, serta panjang akar. Sementara itu, media pasir dan perlakuan tanpa sungkup menghasilkan *A. excelsa* dengan tinggi batang, jumlah daun, serta panjang daun yang lebih tinggi dibandingkan perlakuan lainnya. Kelembapan dan pH media optimum untuk pertumbuhan kedua biji berturut-turut berkisar antara 40-80% dan 5,8-6,8. Perbanyak tanaman yang berpotensi menyimpan cadangan karbon tinggi perlu terus ditingkatkan serta diupayakan untuk dapat diaklimatisasi kembali ke alam dalam rangka mitigasi perubahan iklim.

**Kata kunci:** Cagar Biosfer Cibodas, mitigasi, perkecambahan, stok karbon, tumbuhan asli, media tanam

**Abstract.** Lailaty IQ, Handayani A. 2017. *Early growth of original plant seeds in Cibodas Biosphere Reserve, West Java potentially as high carbon stock storage.* Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 3: 412-419. The Cibodas Biosphere Reserve (CBR) is one of the oldest biosphere reserves in Indonesia that to be a model of sustainable area management in the climate change adaptation and mitigation. CBR includes several ecosystem types, both natural ecosystems of Mount Gede Pangrango National Park and artificial ecosystems, one of them is Cibodas Botanical Garden (CBG) as a buffering zone. One of the stages of climate change mitigation effort conducted by CBG is the propagation of native plants that have the potential as carbon stock storage. *Acer laurinum* Hassk. and *Altingia excelsa* Noronha are native plants of Mount Gede Pangrango that have the potential. This study used a Completely Randomized Factorial Design to compare the seeds growth of *A. laurinum* and *A. excelsa* by the treatment of hoods and without hoods, and five different planting media (*cocopeat*, humus, humus-husk, sand, and husk). Data analysis was performed using *Statistical Tool for Agricultural Research* (STAR) and *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) at the significance level of 5%. The results showed that the seed growth of *A. laurinum* was faster than *A. excelsa*. The treatment without hood resulted in a higher percentage of germination in *A. laurinum* seeds, while *A. excelsa* germination was faster at the hood treatment. In general, the humus medium produced the best germination for both plants. Humus medium and hood treatment was the best combination for *A. laurinum* seed growth seen from the stem height parameter, number of leaf, length and width of leaf, and length of root. Meanwhile, the sand medium and the treatment without hood produced *A. excelsa* with stem height, leaf number, and leaf length that higher than other treatments. The optimum humidity and pH of media for the growth of both seeds between 40-80% and 5.8-6.8, respectively. Plant propagation that has the potential to store the high carbon reserve needs to be continuously improved and strived to be acclimatized back to nature in the context of climate change mitigation.

**Keywords:** Carbon stock, Cibodas Botanical Garden, germination, mitigation, native species, planting media

## PENDAHULUAN

Sesuai dengan *Holocene Concept*, adanya perubahan lingkungan di suatu ekosistem akan mempengaruhi kondisi lingkungan yang lain. Perubahan global (*global change*) diartikan sebagai perubahan lingkungan secara menyeluruh, meliputi perubahan iklim, perubahan kondisi atmosfer di udara, serta perubahan kondisi lahan dan sistem ekologi yang mempengaruhi kehidupan dan pemenuhan kebutuhan di bumi. Salah satu isu *global change* yang saat ini sedang terjadi dan berdampak cukup besar bagi dunia adalah pemanasan global. Fenomena peningkatan temperatur global ini secara gradual disebabkan oleh meningkatnya emisi Gas Rumah Kaca (GRK). Salah satu dampak dari pemanasan global yang mempengaruhi suhu lingkungan adalah perubahan iklim (*climate change*). Berbagai dampak dari perubahan iklim telah kita rasakan di berbagai sektor kehidupan hingga saat ini, antara lain di bidang pertanian, sosial, ekonomi, kemerosotan biodiversitas, dan juga politik (Lailaty 2015). Oleh karena itu, diperlukan upaya untuk menghadapi perubahan lingkungan melalui adaptasi dan mitigasi perubahan iklim. Salah satu upaya mitigasi yaitu melalui konservasi sumber daya alam.

Mitigasi bertujuan untuk membatasi dan menurunkan emisi GRK yang dapat dilakukan dengan cara mengurangi penggunaan sumber daya energi yang banyak menghasilkan emisi CO<sub>2</sub> (disebut *source*) yang dihasilkan oleh pembangunan dan aktivitas antropogenik lainnya. Upaya mitigasi juga dapat dilakukan dengan cara menambah, memperkuat, atau memperluas sistem bumi yang berfungsi sebagai penyerap dan penyimpan karbon secara alami (disebut *sink*), yaitu hutan dan lautan, agar emisi CO<sub>2</sub> dan GRK yang terlepas ke udara dapat ditangkap, diserap, dan disimpan kembali di dalam pepohonan, hutan, lahan gambut, dan, dalam kondisi tertentu, laut. Menurut Hairiah et al. (2011), langkah awal dalam mitigasi perubahan iklim adalah menginventarisasi cadangan karbon pada berbagai tipe ekosistem melalui pengukuran dan pendugaan (estimasi) biomassa dengan metode-metode yang telah distandardisasi. Selanjutnya, disebutkan oleh Lailaty (2015), diperlukan upaya perluasan berbagai kawasan konservasi sesuai komitmen global, seperti Undang-Undang mengenai Tata Ruang Nasional, *Convention on Biological Diversity* (CBD), *Committee on Climate Change* (CCC), dan *Seville Strategy* sebagai upaya mitigasi perubahan iklim.

Kawasan konservasi global di Indonesia yang telah diakui UNESCO terdiri dari 10 Cagar Biosfer (CB), yaitu Cibodas, Siberut, Leuser, Tanjung Puting, Lore Sindu, Pulau Komodo, Giam Siak Kecil-Pulau Batu, Wakatobi, dan dua CB yang diresmikan pada tahun 2015, yaitu Bromo Tengger Semeru-Arjuno dan Takabonerate-Kepulauan Selayar (Gibbons 2015). Pada 18-20 Maret 2016, melalui sidang Dewan Koordinasi International (*International Coordinating Council/ICC*), Program MAB (*Man and the Biosphere*) ke-28 di Lima, Peru, UNESCO menetapkan Belambangan, Jawa Timur, sebagai Cagar Biosfer baru di Indonesia (UNESCO 2016). Cagar Biosfer Cibodas (CBC) merupakan salah satu cagar biosfer tertua

yang telah dijadikan lokasi riset perubahan iklim. CBC memiliki posisi strategis di Sundaland dan termasuk dalam *Global Hotspot Biodiversity*, yang menjadi bagian penting dalam menghadapi perubahan iklim. Kawasan biogeografi tersebut berfungsi sebagai gudang biodiversitas, akan tetapi keberadaannya terancam oleh manusia (Myers et al. 2000 dalam Widyatmoko dan Astutik 2013). CBC meliputi beberapa tipe ekosistem, baik ekosistem alami berupa kawasan Taman Nasional Gunung Gede Pangrango (TNGGP) maupun ekosistem buatan, salah satunya Kebun Raya Cibodas (KRC) sebagai area penyangga (*buffering zone*). Kebun raya sebagai area konservasi *ex situ* memiliki signifikansi tinggi dalam penyimpanan karbon dan sekaligus sebagai tempat konservasi keanekaragaman tumbuhan, khususnya spesies asli. Berdasarkan hasil riset Widyatmoko dan Astutik (2013) di KRC, diperoleh hasil bahwa kebun raya sebagai ekosistem buatan memiliki stok karbon yang lebih tinggi, yaitu sebesar 117,55 ton C/ha, dibandingkan dengan ekosistem buatan lainnya, diantaranya perkebunan teh (55,51 ton C/ha) dan agropolitan (5,05 ton C/ha). Tanaman yang berada di KRC sebagian besar berupa pohon dengan usia tahunan. Oleh karena itu, diperlukan upaya konservasi dan perlindungan terhadap pohon-pohon berkayu yang berpotensi dalam penyerapan karbon sebagai bentuk mitigasi perubahan iklim global.

Gerakan nasional penurunan emisi gas rumah kaca, salah satunya dilakukan melalui penanaman satu miliar pohon dengan misi *One Billion Indonesian Trees for The World* yang telah dimulai pada tahun 2010. Dalam pemilihan jenis tanaman perlu diperhatikan asas keseimbangan ekosistem, meliputi keserasian, keselarasan, kelestarian, pemulihan, homeostasis, penghematan, dan integritas (Astutik et al. 2013). Selain itu, diperlukan juga perbanyak spesies asli Indonesia untuk menghindari banyaknya tanaman introduksi yang dikhawatirkan berpotensi invasif. Pada penelitian Astutik et al. (2013), diperoleh 10 jenis tumbuhan dari 98 jenis yang berada di plot permanen Resort Cibodas, TNGGP yang menghasilkan nilai cadangan karbon tertinggi dengan menggunakan persamaan alometrik Feldpausch. Nilai tertinggi diperoleh dari *Altingia excelsa* Noronha (Rasamala, Sunda) yaitu sebesar 142.529,910 ton C per hektar, sedangkan nilai terendah diperoleh dari *Acer laurinum* Hassk. (Calik angin, Sunda) yaitu sebesar 2.550,367 ton C per hektar. Kesepuluh jenis tumbuhan penyimpan cadangan karbon tertinggi tersebut selanjutnya direkomendasikan sebagai jenis pohon yang dimanfaatkan sebagai penutup lahan berbasis vegetasi, khususnya pada tipe ekosistem dataran tinggi basah. Perbanyak jenis-jenis tanaman melalui biji relatif lebih mudah untuk dilakukan. Hal ini dilakukan dalam upaya mendukung ketersediaan bibit secara kontinu yang selanjutnya digunakan untuk keperluan konservasi. Dalam penelitian ini dilakukan penanaman biji *A. laurinum* dan *A. excelsa* dengan menggunakan berbagai perlakuan dan media tanam untuk mengetahui pertumbuhan awal dan media terbaik bagi bibit kedua jenis tanaman penyimpan cadangan karbon tersebut.

## BAHAN DAN METODE

### Waktu dan tempat penelitian

Penelitian dilakukan di rumah kaca penelitian Balai Konservasi Tumbuhan Kebun Raya Cibodas, Cianjur. Penelitian dilakukan pada bulan Januari hingga Agustus 2017. Kondisi rumah kaca penelitian memiliki suhu udara antara 20-21°C dan kelembapan udara antara 70-80%.

### Metode penelitian

Penelitian ini terdiri dari tiga faktor percobaan, yaitu jenis tanaman, perlakuan sungkup dan tanpa sungkup, serta media tanam. Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) Faktorial. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini berupa biji *A. laurinum* dan *A. excelsa* koleksi Kebun Raya Cibodas. Media tanam yang digunakan yaitu media sekam, humus, pasir, *cocopeat*, dan campuran humus-sekam. Terdapat 20 kombinasi perlakuan untuk dua jenis tumbuhan dengan perlakuan sungkup dan tanpa sungkup. Masing-masing kombinasi perlakuan terdiri dari tiga ulangan, sehingga terdapat 60 satuan percobaan (bak perkecambahan). Tiap satuan percobaan terdiri atas 10 biji, sehingga terdapat 600 satuan pengamatan.

### Cara kerja

#### Karakterisasi dan pemilihan biji

Karakteristik biji diamati secara visual kualitatif. Biji dipilih dengan bentuk dan ukuran yang serupa, serta dipilih biji yang tua dan viabel untuk ditanam.

#### Penyemaian biji

Media penyemaian yang digunakan terdiri dari media sekam, humus, pasir, *cocopeat*, dan campuran humus-sekam. Masing-masing media dimasukkan ke dalam bak plastik berukuran 40 cm x 30 cm x 15 cm yang bagian bawahnya sudah dilubangi. Tiap bak masing-masing ditanami sejumlah 10 biji *A. laurinum* dan *A. excelsa* sesuai perlakuan (sungkup dan tanpa sungkup) dan diulang sebanyak tiga kali. Masing-masing media diukur pH dan kelembapan media. Seluruh bak semai disimpan di rumah kaca, dan selanjutnya dilakukan penyiraman secukupnya.

#### Pengamatan pertumbuhan

Pengamatan dilakukan setiap seminggu sekali dengan parameter pertumbuhan yaitu daya kecambah, tinggi batang, dan jumlah daun. Daya kecambah dihitung dengan rumus menurut Draper et al. (1985), yaitu:  $DK = (n/N) \times 100\%$ ; dimana DK = daya kecambah, n = biji yang berkecambah, dan N = biji yang dikecambahkan. Pengamatan daya kecambah dihentikan ketika tanaman perlakuan telah mencapai germinasi 100%. Pertumbuhan kecambah berupa tinggi batang diamati dengan cara mengukur menggunakan penggaris secara berkala. Jumlah daun dihitung berdasarkan keberadaan helai daun yang telah muncul sempurna. Pengamatan dilakukan hingga 5 bulan setelah tanam. Selanjutnya, pada akhir pertumbuhan diamati secara keseluruhan tinggi batang, jumlah daun, panjang dan lebar daun, serta panjang akar.

### Analisis data

Data yang diperoleh dianalisis menggunakan metode deskriptif serta analisis ragam dengan uji F pada taraf nyata 5%. Jika uji F berpengaruh nyata, dilakukan uji lanjut nilai tengah dengan uji jarak berganda Duncan (*Duncan Multiple Range Test/DMRT*) pada taraf nyata 5%. Perangkat lunak yang digunakan adalah *Microsoft Excel* dan *Statistical Tool for Agricultural Research (STAR 2.0.1)*.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Karakteristik biji dan pola perkecambahan

Rasamala (*A. excelsa*, Altingiaceae) merupakan tanaman khas hutan basah campuran di perbukitan dan pegunungan. Di Indonesia, jenis tumbuhan tersebut banyak tersebar di daerah Jawa Barat, Sumatera Utara, Sumatera Barat, dan Bengkulu. Rasamala umumnya tumbuh secara berkelompok dan tumbuh dengan baik di daerah dengan iklim basah serta kemarau sedang dengan tipe curah hujan A-B, pada ketinggian 500-1500 m dpl. *Altingia* sering ditemukan berasosiasi dengan pohon oak, *Podocarpus*, *Quercus* dan *Castanopsis*. Tumbuhan ini dapat tumbuh dengan kebutuhan air hujan sekurang-kurangnya 100 mm pada musim kemarau. Rasamala dapat tumbuh pada tanah vulkanik dengan drainase yang baik, tanah berpasir atau berbatu, serta di daerah bukit dan pegunungan (Martawijaya et al. 1981). Rasamala mampu tumbuh hingga sangat tinggi, mencapai 40-60 meter, dengan nilai ekonomi cukup tinggi yang dimanfaatkan untuk diambil kayunya maupun bahan campuran pewangi alami. Di Jawa, jenis ini berbunga dan berbuah sepanjang tahun. Puncak pembungaan terjadi pada bulan April hingga Mei, sedangkan waktu terbaik untuk pengumpulan biji pada bulan Agustus hingga Oktober. Bunga rasamala tidak memiliki petal dan sepal dengan banyak stamen, diindikasikan polinasi terjadi dengan bantuan angin. Biji beraroma harum dan disebarkan oleh semut, monyet, dan burung pemakan biji. Biji rata, *obovate*, dan dikelilingi oleh sayap sempit yang beraroma wangi (Orwa et al. 2009). Perkecambahan bersifat epigeal dengan masa germinasi 10-20 hari dan tumbuh hingga 70 hari (Bisjt et al. 1999).

Calik angin (*A. laurinum*) adalah satu-satunya tanaman mapel tropis yang dapat tumbuh hingga 40-48 meter. Habitus tanaman ini berupa pohon dengan pertumbuhan mengelompok atau terpecah di hutan primer maupun hutan sekunder, daerah perbukitan, dan montan dengan ketinggian 700-2500 m dpl (Priyadi et al. 2010; Sukarya et al. 2013). Persebaran tanaman ini meliputi Asia Timur, Cina Selatan, Myanmar, Thailand, Kamboja, Laos, Vietnam, Malaysia, Filipina, dan Indonesia. *Acer laurinum* banyak ditemukan di daerah dengan curah hujan sepanjang tahun yang membutuhkan naungan dari sinar matahari. Tanaman ini membutuhkan unsur hara tinggi untuk dapat tumbuh. Tumbuhan calik angin dapat berupa *monoecious* ataupun *dioecious*. Tanaman ini banyak dimanfaatkan kayunya untuk furnitur maupun pembuatan alat musik. *Acer laurinum* memiliki bentuk biji pipih bersayap dengan ukuran 3,5-7,5 cm. Perkecambahan biji tipe epigeal dengan

proses polinasi yang dibantu oleh lebah (Fern 2014).

### Daya kecambah

Perkecambahan merupakan tahapan awal dari proses terbentuknya individu baru pada tumbuhan berbiji. Di dalam biji, terkandung berbagai senyawa kimia yang berperan penting dalam perkecambahan, sehingga embrio dapat tumbuh aktif menjadi individu baru apabila berada pada kondisi lingkungan yang sesuai, diantaranya kesesuaian air, udara, cahaya, dan sumber hara. Dalam penelitian ini, digunakan dua jenis biji rekalsitran, yaitu biji dengan kadar air yang tinggi dan tidak dapat disimpan lama karena dapat menghilangkan daya kecambah dan mengakibatkan kematian biji. Daya kecambah merupakan proporsi dari suatu sampel benih secara normal selama masa uji perkecambahan dan umumnya dinyatakan dalam persentase. Menurut Departemen Kehutanan (2004), daya kecambah dapat digunakan untuk menyatakan viabilitas biji suatu tanaman.

Hasil pada Gambar 1 menunjukkan bahwa daya kecambah *A. laurinum* lebih tinggi dibandingkan *A. excelsa*. Germinasi biji *A. laurinum* mencapai 100% pada media *cocopeat* dengan perlakuan tanpa sungkup pada 5 minggu setelah tanam. Sementara itu, pertumbuhan *A. excelsa* tidak ada yang mencapai 100% germinasi hingga akhir pengamatan selama 5 bulan setelah tanam. Secara umum, media humus menghasilkan daya kecambah yang paling baik untuk kedua perlakuan tanaman. Perlakuan tanpa sungkup menghasilkan persentase germinasi lebih tinggi pada biji *A. laurinum*, sedangkan daya kecambah *A. excelsa* lebih cepat pada perlakuan sungkup. Menurut Mahdi (1986), pohon induk sebagai sumber biji berpengaruh pada perkecambahan biji dan pertumbuhan semai. Setiap pohon menghasilkan biji dengan sifat unggul yang berbeda-beda, salah satunya kandungan kimia dalam biji. Disampaikan juga oleh De La Cruz (1982), bahwa komposisi kimia dalam biji dikendalikan oleh faktor genetik, sedangkan jumlah masing-masing komponen kimia tersebut dipengaruhi oleh faktor lingkungan, seperti lingkungan tumbuh pohon induk dan juga iklim. Dalam penelitian ini, kondisi biji yang digunakan relatif sama karena dipetik pada waktu yang tidak jauh berbeda dan dalam keadaan matang. Selain itu, Hartmann dan Kester (1976) juga menyebutkan bahwa viabilitas biji yang berasal dari pohon dan semak bervariasi, dari tahun ke tahun, berbeda antarlokasi, dan berbeda antarpohon.

Kecepatan perkecambahan berkaitan erat dengan komposisi kimia dalam biji. Faktor dormansi dan kadar promotor serta inhibitor mempengaruhi daya kecambah biji. Asam absisat dan fenol umumnya bersifat menghambat pertumbuhan biji, sedangkan giberelin memacu germinasi biji. Pemberian sungkup plastik memberikan iklim mikro yang berbeda untuk masing-masing tanaman. Sungkup plastik menurunkan intensitas cahaya matahari yang menyebabkan suhu dan kelembapan udara menjadi menurun. Kondisi tersebut juga berpengaruh terhadap daya kecambah kedua jenis tanaman uji. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *A. excelsa* membutuhkan kondisi yang lebih lembap dan teduh dibandingkan dengan *A. laurinum* yang dapat tumbuh dengan baik pada kondisi

tanpa sungkup. Akan tetapi, perlakuan ada dan tidaknya penyungkupan tidak berbeda nyata apabila diuji secara statistik (Tabel 3).

Secara umum, media humus menghasilkan daya kecambah yang lebih tinggi dibandingkan perlakuan media yang lain. Humus daun merupakan hasil pelapukan bahan organik oleh mikroorganisme. Menurut Normasiwi dan Lailaty (2016), daya serap humus daun cukup tinggi, sehingga dapat mempertahankan media agar tetap lembap. Kandungan air yang tinggi dapat menginisiasi proses germinasi biji menjadi semakin cepat. Sebaliknya, media sekam menghasilkan daya kecambah paling rendah pada seluruh perlakuan dan media tanam (Gambar 1). Hal ini dikarenakan sekam memiliki kemampuan mengikat air yang rendah. Selain itu, unsur hara pada sekam kurang memadai untuk biji berkecambah dibandingkan dengan media tanam lainnya.

### Perbandingan pertumbuhan semai *Acer laurinum* dan *Altingia excelsa*

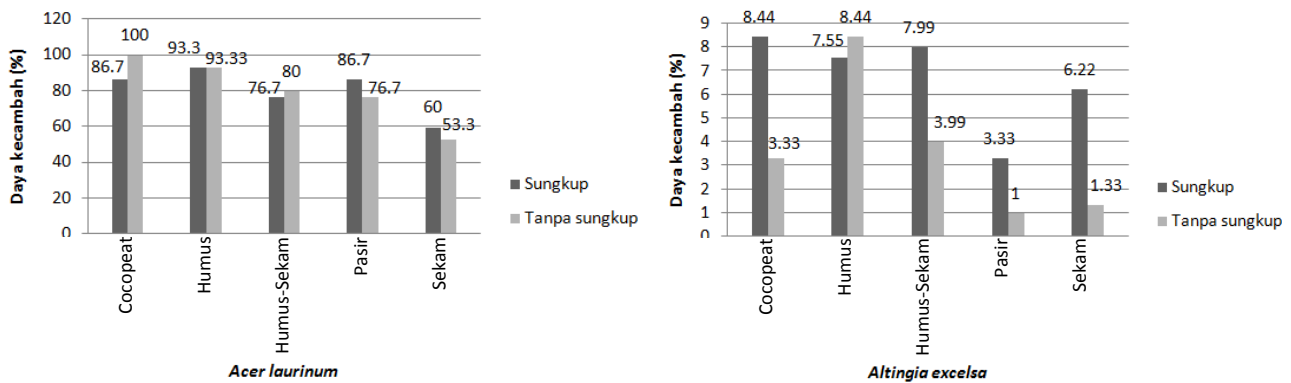
Propagasi tanaman sebagai cadangan karbon telah banyak dilakukan, baik melalui stek maupun perbanyakan dari biji dengan berbagai media tanam. Prayugo (2007) menjelaskan bahwa media tanam yang baik harus memenuhi beberapa persyaratan, antara lain memiliki kemampuan mengikat air dan menyuplai unsur hara yang dibutuhkan tanaman, mampu mengontrol kelebihan air, memiliki sirkulasi dan aerasi yang baik, dapat mempertahankan kelembapan di sekitar akar tanaman, dan tidak mudah lapuk atau rapuh. Pada penelitian ini digunakan lima jenis bahan organik sebagai media tanam *A. laurinum* dan *A. excelsa*, yaitu humus, sekam, pasir, *cocopeat*, dan campuran humus-sekam. Secara umum, media sekam menghasilkan tinggi batang dan panjang akar yang lebih tinggi pada tanaman *A. laurinum*, sedangkan jumlah daun serta panjang dan lebar daun tertinggi diperoleh dari penanaman di media humus (Tabel 2). Sekam membentuk struktur fisik media yang remah dengan porositas optimal. Kondisi tersebut menciptakan interaksi yang baik antara media, akar, dan air, sehingga akar dapat tumbuh dengan baik serta menyerap air dan unsur hara organik dengan lebih optimal. Pada tanaman rasamala, tinggi batang tertinggi diperoleh dari perlakuan penambahan media *cocopeat*, sedangkan jumlah daun, lebar daun, dan panjang akar tertinggi diperoleh pada tanaman dengan media pasir (Tabel 2).

Pertumbuhan dan perkembangan suatu tanaman dipengaruhi oleh faktor internal, berupa faktor genetik tumbuhan itu sendiri, serta faktor eksternal, seperti iklim dan media. Media dapat dimanipulasi struktur dan komposisinya berdasarkan kebutuhan masing-masing tanaman. Setiap media tanam memiliki kelebihan dan kekurangan. Menurut Wuryaningsih dan Andyantoro (1998), sekam bersifat porous dan tidak dapat menggumpal atau memadat, sehingga akar tanaman dapat tumbuh dengan baik dan sempurna. Akan tetapi, sekam cenderung lebih miskin unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman. *Cocopeat* yang berasal dari serbuk sabut kelapa memiliki kemampuan menyerap air delapan kali dari berat keringnya. Selain itu, media tersebut mengandung unsur

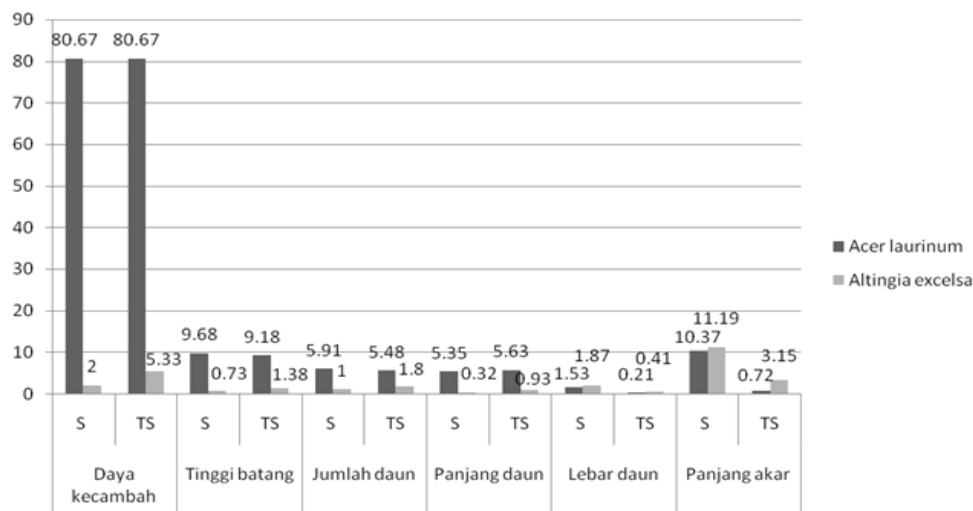
hara utama, seperti N, P, K, Ca, dan Mg. Media *cocopeat* memiliki pori mikro yang mampu menghambat gerakan air lebih besar, sehingga ketersediaan air pada media menjadi lebih tinggi. Namun, disebutkan oleh Istomo dan Valentino (2012), bahwa pada kondisi tertentu hal tersebut dapat menyebabkan media menjadi jenuh air akibat terhambatnya pertukaran udara. Hal ini dapat mengakibatkan pertumbuhan akar dan proses perkembangan tanaman menjadi terhambat.

Dari Gambar 2, dapat dilihat bahwa perlakuan tanpa sungkup memberikan hasil yang lebih baik untuk semai *A. excelsa* yang ditunjukkan dengan nilai yang lebih tinggi pada parameter tinggi batang, jumlah daun, panjang dan lebar daun, serta panjang akar. Sementara itu, *A. laurinum* membutuhkan tambahan sungkup untuk parameter pertumbuhan yang lebih baik. Secara keseluruhan, media humus dan perlakuan sungkup merupakan kombinasi yang paling baik untuk pertumbuhan biji *A. laurinum* dilihat dari parameter tinggi batang, jumlah daun, panjang dan lebar daun, serta panjang akar. Media pasir dan perlakuan tanpa sungkup memberikan hasil pada *A. excelsa* dengan tinggi batang, jumlah daun, serta panjang daun yang lebih tinggi dibandingkan perlakuan lainnya (Tabel 1). Media humus berasal dari hasil pelapukan bahan organik oleh mikroorganisme. Humus banyak ditemukan pada lapisan

*top soil*, dengan kemampuan daya tukar ion yang tinggi, sehingga dapat menyimpan unsur hara yang berfungsi dalam menunjang kesuburan tanah dan meningkatkan pertumbuhan tanaman. Daya serap humus daun juga tinggi, sekitar 80-90% dari bobotnya, sehingga media dapat tetap basah. Tetapi, menurut Prayugo (2007), media tanam ini mudah ditumbuhi jamur, terlebih ketika terjadi perubahan suhu, kelembapan, dan aerasi yang ekstrim. Untuk mencegahnya, media humus dapat ditambah dengan media lain. Media campuran humus dan sekam juga dapat menghasilkan pertumbuhan yang baik pada *A. laurinum* (Tabel 1). Dalam penelitian ini, rasamala dapat tumbuh dengan baik pada media berpasir. Pasir sering digunakan sebagai alternatif pengganti tanah. Sejauh ini, pasir dianggap memadai dan paling mudah didapatkan serta sesuai untuk penyemaian benih, pertumbuhan bibit tanaman, dan perakaran stek batang. Pasir memiliki sistem aerasi dan drainase yang baik sebagai media tanam. Selain itu, bobot pasir yang cukup berat mempermudah tegaknya batang tanaman. Namun demikian, media pasir memiliki pori-pori makro yang menyebabkan pasir lebih mudah basah dan kering akibat penguapan. Oleh karena itu, media pasir membutuhkan pengairan yang lebih banyak dibandingkan media lainnya.



Gambar 1. Daya kecambah biji *A. laurinum* dan *A. excelsa* pada berbagai media tanam dan perlakuan



Gambar 2. Parameter pertumbuhan biji *A. laurinum* dan *A. excelsa* dengan perlakuan sungkup dan tanpa sungkup

**Tabel 1.** Parameter pertumbuhan biji *A. laurinum* dan *A. excelsa* pada berbagai media tanam dan perlakuan.

Perlakuan	Jenis	Cocopeat	Humus	Humus-Sekam	Pasir	Sekam
<b>Tinggi batang (cm)</b>						
Sungkup	<i>A. laurinum</i>	4,80 <sup>a</sup>	5,91 <sup>a</sup>	6,39 <sup>a</sup>	6,76 <sup>a</sup>	5,69 <sup>a</sup>
	<i>A. excelsa</i>	0,00 <sup>b</sup>	0,00 <sup>b</sup>	3,67 <sup>b</sup>	1,33 <sup>b</sup>	0,00 <sup>b</sup>
Tanpa sungkup	<i>A. laurinum</i>	3,00 <sup>a</sup>	7,51 <sup>a</sup>	6,13 <sup>a</sup>	6,56 <sup>a</sup>	4,22 <sup>a</sup>
	<i>A. excelsa</i>	1,67 <sup>a</sup>	0,00 <sup>b</sup>	0,00 <sup>b</sup>	6,33 <sup>a</sup>	1,00 <sup>b</sup>
<b>Jumlah daun</b>						
Sungkup	<i>A. laurinum</i>	4,80 <sup>a</sup>	5,91 <sup>a</sup>	6,39 <sup>a</sup>	6,76 <sup>a</sup>	5,69 <sup>a</sup>
	<i>A. excelsa</i>	0,00 <sup>b</sup>	0,00 <sup>b</sup>	3,67 <sup>b</sup>	1,33 <sup>b</sup>	0,00 <sup>b</sup>
Tanpa sungkup	<i>A. laurinum</i>	3,00 <sup>a</sup>	7,51 <sup>a</sup>	6,13 <sup>a</sup>	6,56 <sup>a</sup>	4,22 <sup>a</sup>
	<i>A. excelsa</i>	1,67 <sup>a</sup>	0,00 <sup>b</sup>	0,00 <sup>b</sup>	6,33 <sup>a</sup>	1,00 <sup>b</sup>
<b>Panjang daun (cm)</b>						
Sungkup	<i>A. laurinum</i>	5,16 <sup>a</sup>	5,49 <sup>a</sup>	5,29 <sup>a</sup>	5,81 <sup>a</sup>	4,99 <sup>b</sup>
	<i>A. excelsa</i>	0,00 <sup>b</sup>	0,00 <sup>b</sup>	1,08 <sup>b</sup>	0,53 <sup>a</sup>	0,00 <sup>a</sup>
Tanpa sungkup	<i>A. laurinum</i>	3,00 <sup>a</sup>	7,51 <sup>a</sup>	6,13 <sup>a</sup>	6,56 <sup>a</sup>	4,22 <sup>a</sup>
	<i>A. excelsa</i>	0,91 <sup>b</sup>	0,00 <sup>b</sup>	0,00 <sup>b</sup>	2,74 <sup>b</sup>	0,99 <sup>b</sup>
<b>Lebar daun (cm)</b>						
Sungkup	<i>A. laurinum</i>	1,54 <sup>a</sup>	1,59 <sup>a</sup>	1,39 <sup>a</sup>	1,62 <sup>a</sup>	1,50 <sup>a</sup>
	<i>A. excelsa</i>	0,00 <sup>b</sup>	0,00 <sup>b</sup>	0,64 <sup>a</sup>	0,42 <sup>b</sup>	0,00 <sup>b</sup>
Tanpa sungkup	<i>A. laurinum</i>	1,22 <sup>a</sup>	2,63 <sup>a</sup>	1,98 <sup>a</sup>	1,72 <sup>a</sup>	1,82 <sup>a</sup>
	<i>A. excelsa</i>	0,51 <sup>a</sup>	0,00 <sup>b</sup>	0,00 <sup>b</sup>	1,33 <sup>a</sup>	0,22 <sup>b</sup>
<b>Panjang akar (cm)</b>						
Sungkup	<i>A. laurinum</i>	1,54 <sup>a</sup>	1,59 <sup>a</sup>	1,39 <sup>a</sup>	1,62 <sup>a</sup>	1,50 <sup>a</sup>
	<i>A. excelsa</i>	0,00 <sup>b</sup>	0,00 <sup>b</sup>	0,64 <sup>a</sup>	0,42 <sup>b</sup>	0,00 <sup>b</sup>
Tanpa sungkup	<i>A. laurinum</i>	1,22 <sup>a</sup>	2,63 <sup>a</sup>	1,98 <sup>a</sup>	1,72 <sup>a</sup>	1,82 <sup>a</sup>
	<i>A. excelsa</i>	0,51 <sup>a</sup>	0,00 <sup>b</sup>	0,00 <sup>b</sup>	1,33 <sup>a</sup>	0,22 <sup>b</sup>

Keterangan: Angka-angka yang diikuti dengan huruf yang sama untuk masing-masing kolom tidak berbeda nyata pada uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf signifikansi 5%

Proses pertumbuhan dan perkembangan kecambah dimulai dengan bertambahnya tinggi tanaman dan munculnya helaian daun. Selain pengaruh unsur hara dalam media, pertumbuhan tinggi semai juga dipengaruhi oleh faktor internal tanaman, salah satunya hormon, seperti auksin, giberelin, dan sitokinin. Dengan perlakuan penyungkupan, kadar auksin dan giberelin semakin meningkat sehingga menyebabkan bertambahnya pertumbuhan tinggi batang. Pengaktifan auksin dan giberelin juga memacu aktifnya sitokinin yang berperan dalam proses pembelahan sel. Disebutkan juga oleh Kimball (1991) bahwa pada tahap semai, aktivitas jaringan meristem apikal sangat aktif melakukan pembelahan mitosis untuk menghasilkan sel-sel baru yang berperan dalam pertumbuhan batang.

Unsur-unsur hara makro dan mikro dibutuhkan tanaman untuk membentuk organ-organ tanaman. Unsur P dan K dibutuhkan dalam pembentukan akar, sedangkan unsur N banyak diperlukan dalam organogenesis daun. Terbentuknya akar yang baik akan memicu pertumbuhan daun dan batang. Dari Tabel 2, terlihat bahwa humus dengan kandungan hara yang tinggi menghasilkan jumlah daun paling banyak dibandingkan media tanam yang lain.

Jumlah daun serta panjang dan lebar daun memberikan gambaran luas area daun. Luas daun dapat digunakan untuk menggambarkan kandungan total klorofil daun tiap individu tanaman. Permukaan daun yang semakin luas diharapkan mengandung klorofil yang lebih banyak (Sulistyansih et al. 2005). Daun yang memiliki kandungan klorofil tinggi diharapkan lebih efisien dalam menangkap energi foton yang selanjutnya digunakan dalam proses fotosintesis.

Perbedaan perlakuan sungkup dan tanpa sungkup mempengaruhi iklim mikro tanaman, seperti intensitas cahaya, suhu, dan kelembapan. Intensitas cahaya yang didapatkan tidak akan jauh berbeda karena sungkup yang digunakan berupa plastik bening, sehingga cahaya yang ditangkap oleh tanaman masih berupa cahaya merah dan merah jauh yang berperan dalam fotosintesis. Selain kondisi udara, kondisi media tanam juga berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman. Dari pengukuran seluruh media, terlihat bahwa pH media *A. laurinum* dan *A. excelsa* berkisar antara 5,8 hingga 6,8. Sementara itu, kelembapan media (RH) cukup beragam, terendah pada media sekam (10-18%) dan tertinggi pada media humus yaitu sebesar 77% (Tabel 4).

**Tabel 2.** Pertumbuhan biji *A. laurinum* dan *A. excelsa* dengan berbagai media tanam

Parameter	Jenis	Cocopeat	Humus	Humus-sekam	Pasir	Sekam
Daya kecambah	<i>A. laurinum</i>	93,33 <sup>a</sup>	93,33 <sup>a</sup>	78,33 <sup>a</sup>	81,67 <sup>a</sup>	56,67 <sup>a</sup>
	<i>A. excelsa</i>	1,67 <sup>b</sup>	0,00 <sup>b</sup>	0,00 <sup>b</sup>	6,67 <sup>b</sup>	6,67 <sup>b</sup>
Tinggi batang (cm)	<i>A. laurinum</i>	7,83 <sup>a</sup>	1,07 <sup>a</sup>	1,04 <sup>a</sup>	1,04 <sup>a</sup>	7,86 <sup>a</sup>
	<i>A. excelsa</i>	8,67 <sup>a</sup>	0,00 <sup>a</sup>	1,06 <sup>a</sup>	3,00 <sup>a</sup>	3,50 <sup>a</sup>
Jumlah daun	<i>A. laurinum</i>	3,90 <sup>a</sup>	6,71 <sup>a</sup>	6,26 <sup>a</sup>	6,66 <sup>a</sup>	4,95 <sup>a</sup>
	<i>A. excelsa</i>	0,83 <sup>b</sup>	0,00 <sup>b</sup>	1,83 <sup>b</sup>	3,83 <sup>b</sup>	0,50 <sup>a</sup>
Panjang daun (cm)	<i>A. laurinum</i>	4,53 <sup>a</sup>	6,08 <sup>a</sup>	5,69 <sup>a</sup>	5,82 <sup>a</sup>	5,35 <sup>a</sup>
	<i>A. excelsa</i>	4,55 <sup>a</sup>	0,00 <sup>b</sup>	5,42 <sup>a</sup>	1,64 <sup>b</sup>	4,95 <sup>a</sup>
Lebar daun (cm)	<i>A. laurinum</i>	1,38 <sup>a</sup>	2,11 <sup>a</sup>	1,68 <sup>a</sup>	1,67 <sup>a</sup>	1,66 <sup>a</sup>
	<i>A. excelsa</i>	0,26 <sup>b</sup>	0,00 <sup>b</sup>	0,32 <sup>b</sup>	0,88 <sup>b</sup>	0,11 <sup>b</sup>
Panjang akar (cm)	<i>A. laurinum</i>	9,77 <sup>a</sup>	11,07 <sup>a</sup>	12,09 <sup>a</sup>	7,45 <sup>a</sup>	13,50 <sup>a</sup>
	<i>A. excelsa</i>	2,50 <sup>b</sup>	0,00 <sup>b</sup>	1,43 <sup>a</sup>	4,87 <sup>a</sup>	0,88 <sup>b</sup>

Keterangan: Angka-angka yang diikuti dengan huruf yang sama untuk masing-masing kolom tidak berbeda nyata pada uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf signifikansi  $p < 0,05$

**Tabel 3.** Pengaruh antar perlakuan dan media tanam terhadap pertumbuhan biji *A. laurinum* dan *A. excelsa*.

Parameter	Media (M)	Jenis (J)	Perlakuan (P)	M x J	J x P	M x P	M x J x P
Daya kecambah	**	**	ns	**	ns	ns	ns
Tinggi batang	**	**	ns	ns	ns	ns	ns
Jumlah daun	**	**	ns	**	ns	**	**
Panjang daun	ns	**	ns	ns	ns	ns	ns
Lebar daun	ns	ns	**	**	ns	ns	**
Panjang akar	ns	**	ns	**	ns	ns	ns

Keterangan: ns = Tidak berbeda nyata ( $p > 0,05$ ), \*\* = berbeda nyata secara signifikan ( $p < 0,05$ )

**Tabel 4.** Rerata pH dan kelembapan media tanam pada pertumbuhan biji *A. laurinum* dan *A. excelsa*.

Jenis	Media	pH Media		RH Media (%)	
		Sungkup	Tanpa Sungkup	Sungkup	Tanpa Sungkup
<i>A. laurinum</i>	Cocopeat	5,87 <sup>a</sup>	5,93 <sup>a</sup>	36,67 <sup>b</sup>	35,00 <sup>c</sup>
	Humus	6,20 <sup>a</sup>	6,53 <sup>a</sup>	77,67 <sup>a</sup>	77,00 <sup>a</sup>
	Humus-sekam	6,27 <sup>a</sup>	6,47 <sup>a</sup>	20,83 <sup>c</sup>	54,00 <sup>b</sup>
	Pasir	6,40 <sup>a</sup>	6,20 <sup>a</sup>	26,00 <sup>c</sup>	26,67 <sup>cd</sup>
	Sekam	6,78 <sup>a</sup>	6,77 <sup>a</sup>	18,67 <sup>c</sup>	17,50 <sup>d</sup>
<i>A. excelsa</i>	Cocopeat	6,00 <sup>a</sup>	6,13 <sup>a</sup>	89,33 <sup>a</sup>	91,67 <sup>a</sup>
	Humus	6,53 <sup>a</sup>	6,63 <sup>a</sup>	59,33 <sup>b</sup>	54,33 <sup>b</sup>
	Humus-sekam	6,63 <sup>a</sup>	6,67 <sup>a</sup>	31,67 <sup>c</sup>	27,83 <sup>d</sup>
	Pasir	6,67 <sup>a</sup>	6,73 <sup>a</sup>	35,83 <sup>c</sup>	40,17 <sup>c</sup>
	Sekam	6,80 <sup>a</sup>	6,73 <sup>a</sup>	12,50 <sup>d</sup>	10,83 <sup>c</sup>

Keterangan: Angka-angka yang diikuti dengan huruf yang sama untuk masing-masing kolom tidak berbeda nyata pada uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) dengan taraf signifikansi  $p < 0,05$

### Jenis-jenis tumbuhan asli Cagar Biosfer Cibodas yang berpotensi tinggi sebagai penyimpan karbon

Cagar Biosfer Cibodas (CBC) memiliki beberapa potensi jasa lingkungan, diantaranya kemampuannya dalam menyerap karbon (*carbon sequestration*). Penyerapan karbon menjadi penting karena berhubungan dengan upaya

mitigasi perubahan iklim. Penurunan emisi karbon bukan suatu usaha yang mudah, diperlukan peningkatan usaha konservasi agar terjadi penyerapan karbon yang optimum. Penyerapan karbon yang terjadi di CBC tentunya tidak hanya sebatas wilayah inti, yaitu Taman Nasional Gunung Gede Pangrango, namun dapat juga dilakukan pada zona

penyangga dan transisi. Kebun Raya Cibodas (KRC) sebagai kawasan konservasi *ex situ* pada zona penyangga CBC telah memulai upaya mitigasi perubahan iklim. Dari laporan Astutik et al. (2013), diketahui terdapat 10 jenis tanaman asli CBC yang memiliki kemampuan stok karbon tinggi, yaitu *Altingia excelsa*, *Schima wallichii*, *Castanopsis javanica*, *Castanopsis tungurrut*, *Oreocnide scabra*, *Castanopsis argentea*, *Sundacarpus amara*, *Lithocarpus sundaicus*, *Dacrycarpus imbricatus*, dan *Acer laurinum*. Diperlukan perbanyakan dan penanaman jenis-jenis tersebut untuk memenuhi kebutuhan konservasi. Penyimpanan biji jenis-jenis asli juga telah dilakukan di unit Bank Biji KRC. Tujuannya adalah untuk menyimpan dan mengkonservasi plasma nutfah yang ada. Pengelolaan dan penanganan biji diperlukan supaya sumber plasma tetap terjaga dan berkualitas, antara lain melalui pengumpulan biji, ekstraksi biji, dan penyimpanan biji yang sesuai standar. Selanjutnya, proses perbanyakan dan budidaya biji-biji yang berpotensi sebagai penyimpan karbon tinggi harus terus diupayakan dan diaplikasikan dalam usaha mitigasi perubahan lingkungan.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kepala dan staf Balai Konservasi Tumbuhan Kebun Raya Cibodas, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI), Cianjur, Jawa Barat yang telah memberikan dukungan dalam pelaksanaan kegiatan ini. Ucapan terima kasih juga diberikan kepada Muslim, Sudrajat Rahdiana, dan Ikhsan Noviadly, yang telah membantu dalam penelitian ini.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Astutik S, Widyatmoko D, Rozak AH. 2013. Seleksi dan evaluasi jenis-jenis pohon lokal yang berpotensi tinggi dalam sekustrasi karbon pada tipe ekosistem dataran tinggi basah. Laporan Teknis Program Tematik. BKT Kebun Raya Cibodas-LIPI, Cianjur.
- Bisht NS, Ahlawat SP, Singh UV. 1999. Nursery techniques of local tree species. SFRI Information Bulletin No. 9. State Forest Research Institute, Istanagar.
- De La Cruz RE. 1982. Seed biology. Training Course in Biological Aspect of Silviculture. BIOTROP, Bogor.
- Departemen Kehutanan. 2004. Kamus biologi teknologi benih tanaman hutan. Direktorat Perbenihan Tanaman Hutan, Departemen Kehutanan, Jakarta.
- Fern K. 2014. *Acer laurinum*. Useful tropical database. tropical.theferns.info. [29 Agustus 2017].
- Gibbons Z. 2015. Bromo-Semeru dan Takabonerate diakui UNESCO. Antara News, London.
- Hairiah K, Ekadinata A, Sari RR et al. 2011. Pengukuran cadangan karbon: Dari tingkat lahan ke tingkat bentang lahan. World Agroforestry Centre, Bogor.
- Hartmann HT, Kester DE. 1976. Plant propagation. 3<sup>rd</sup> edition. Prentice Hall of India, Private Limited, New Delhi.
- Istomo, Valentino N. 2012. Pengaruh perlakuan kombinasi media terhadap pertumbuhan anakan tumih (*Combretocarpus rotundatus* (Miq.) Danser). Jurnal Silviculture Tropika 3 (2): 81-84.
- Kimball JW. 1991. Biologi. Edisi kelima, Jilid I. Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Lailaty IQ. 2015. Dampak perubahan iklim global terhadap stabilitas kehidupan: Pembangunan vs konservasi. Kumpulan *Essay* Terpilih Seminar Nasional Pembangunan Indonesia yang Berkelanjutan di Era *Sustainable Development Goals*. Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Mahdi A. 1986. The biology of *Santalum album* seed with special emphasis on its germination characteristics. Biotrop Technical Buletin 1 (1): 1-9.
- Martawijaya A, Kartasujana I, Mandang YI et al. 1981. Atlas kayu Indonesia. Jilid 2. Departemen Kehutanan, Balai Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Bogor.
- Myers N, Mittermeier RA, Mittermeier CG et al. 2000. Biodiversity hotspot for conservation priorities. Nature 403: 853-858.
- Normasiwi S, Lailaty IQ. 2016. Inisiasi perlakuan media tanam terhadap pertumbuhan stek daun violces (*Saintpaulia ionantha* H. Wendl.). Prosiding Seminar Nasional Biologi V. Universitas Negeri Semarang, Semarang.
- Orwa C, Mutua A, Kindt R et al. 2009. Agroforestry database: A tree reference and selection guide version 4.0. www.worldagroforestry.org. [29 Agustus 2017].
- Prayogo S. 2007. Media tanam untuk tanaman hias. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Priyadi H, Takao G, Rahmawati I et al. 2010. Five hundred plant species in Gunung Halimun Salak National Park West Java. CIFOR, Bogor.
- Sukarya DG, Witono JR, Ariati SR et al. 2013. 3500 plant species of the botanic gardens of Indonesia. PT Sukarya dan Sukarya Pandetama, Jakarta.
- Sulistyaningsih E, Kurniasih B, Kurniasih E. 2005. Pertumbuhan dan hasil caisin pada berbagai warna sungkup plastik. Ilmu Pertanian 12 (1): 65-76.
- UNESCO. 2016. Belambangan Biosphere Reserve. www.unesco.org. [29 Agustus 2017].
- Widyatmoko D, Astutik S. 2013. Peran strategis Cagar Biosfer Cibodas dalam menghadapi perubahan lingkungan. Mangemen Hulu: Pengelolaan Kawasan Cagar Biosfer Cibodas. ICIAR-LIPI, Bogor.
- Wuryaningsih S, Andyantoro S. 1998. Pertumbuhan setek melati berbuku satu dan dua pada beberapa macam media. Agri Journal 5 (1-2): 32-41.