



PENGELOLAAN DAN PENGAYAAN KOLEKSI BIJI *BEGONIA* DI BANK BIJI KEBUN RAYA CIBODAS JAWA BARAT

MANAGEMENT AND ENRICHMENT OF *BEGONIA* SEED COLLECTIONS IN SEED BANK OF CIBODAS BOTANIC GARDENS, WEST JAVA

Intani Quarta Lailaty^{1*}, Yulita Ratna Mufida², Vandira Kurniawan¹, Muhammad Efendi¹

¹Pusat Riset Konservasi Tumbuhan, Kebun Raya dan Kehutanan – Badan Riset dan Inovasi Nasional,
Jl. Raya Jakarta-Bogor Km. 46 Cibinong Bogor, 16911 Jawa Barat

²Direktorat Pengelolaan Koleksi Ilmiah – Badan Riset dan Inovasi Nasional, Gedung B.J. Habibie
Jl M.H. Thamrin No. 8, 10340 Jakarta Pusat

*Corresponding author: inta009@brin.go.id

Naskah Diterima: 17 Januari 2022; Direvisi: 24 Maret 2022; Disetujui: 6 September 2022

Abstrak

Bank biji merupakan salah satu solusi yang baik dalam pemeliharaan plasma nutfah secara *ex-situ*, karena dianggap lebih efektif dan efisien dalam penyimpanan. Bank biji di Kebun Raya Cibodas (KRC) telah mengoleksi 147 jenis biji dari 102 marga dan 61 suku. Penyimpanan biji ukuran kecil masih menjadi suatu tantangan dan peluang tersendiri untuk diteliti dan dikembangkan. Dalam tulisan ini akan dibahas mengenai pengelolaan dan pengayaan koleksi biji ukuran kecil, seperti *Begonia*, di bank biji KRC. Prosedur pengelolaan biji di bank biji KRC meliputi pemanenan, pemrosesan, pengujian, dan penyimpanan biji. Tiap jenis biji akan diberi nomor koleksi sesuai prosedur di bank biji. Pengujian viabilitas biji menggunakan metode *cut test* dan uji *Triphenyl Tetrazolium Chloride* (TTC). Biji-biji yang dikoleksi di bank biji KRC berasal dari tumbuhan koleksi kebun dan hasil eksplorasi biji secara khusus di wilayah Jawa dan Sumatra. Terdapat 12 penambahan jenis biji *Begonia* di bank biji KRC, antara lain *Begonia multangula*, *B. muricata*, *B. isoptera*, *B. areolata*, *B. stictopoda*, *B. repanda*, *B. chiasmogyna*, dan *B. atricha* yang berasal dari Gunung Tilu, Jawa Barat dan Gunung Slamet, Jawa Tengah. Uji viabilitas menggunakan TTC menunjukkan warna merah dengan perlakuan perendaman 24 jam dan *pre-treatment* pada *B. repanda*. *B. longifolia* memiliki karakter simpan serupa biji ortodoks berdasarkan studi literatur dan *100 seed test* termodifikasi.

Kata Kunci: Bank biji; *Begonia*; Ortodoks; *Tetrazolium*; Viabilitas biji

Abstract

Seed bank is a good solution for *ex-situ* germplasm maintenance. It is considered more effective and efficient in storage. The seed bank at Cibodas Botanic Gardens (CBG) has collected 128 types of seeds from 102 genera and 61 families. Storage of microscopic seeds still be a challenge and opportunity to be observed and developed. In this paper, we will discuss the management and enrichment of microscopic seed collections, such as *Begonia*, at the CBG's seed bank. Seed management procedures at the CBG's seed bank include harvesting, processing, testing and storage of seeds. Each type of seed will be assigned a collection number according to the procedure at the seed bank. The seed viability test used the *cut test* method and the *Triphenyl Tetrazolium Chloride* (TTC) test. The seeds collected from collection plants of CBG and seed exploration specifically in Java and Sumatra. There are 12 additional species of *Begonia* seeds in the CBG's seed bank, including *Begonia multangula*, *B. muricata*, *B. isoptera*, *B. areolata*, *B. stictopoda*, *B. repanda*, *B. chiasmogyna*, and *B. atricha* from Mount Tilu, West Java and Mount Slamet, Central Java. Viability test using TTC showed a red color with 24 hours immersion treatment and *pre-treatment* on *B. repanda*. *B. longifolia* has storage characteristics similar to orthodox seeds based on literature studies and 100 modified seed tests.

Keywords: *Begonia*; Orthodox; Seed bank; Seed viability; *Tetrazolium*

Permalink/DOI: <http://dx.doi.org/10.15408/kauniyah.v16i2.24265>

PENDAHULUAN

Biji merupakan bagian tumbuhan yang dapat disimpan dalam waktu cukup lama dan ditanam kembali pada waktu tertentu sebagai upaya konservasi, terutama pada tumbuhan langka maupun tumbuhan sumber pangan bagi kehidupan. Penyimpanan biji memerlukan lokasi khusus untuk pemeliharannya, salah satunya melalui bank biji yang berperan dalam penyelamatan keanekaragaman hayati di tingkat spesies dan genetik secara *ex-situ*. Bank biji dianggap efisien karena lebih murah, mudah dilakukan, dan tidak membutuhkan ruangan yang luas, serta lebih efektif untuk menyimpan biodiversitas pada tingkat genetik dalam waktu yang lama dengan jumlah yang relatif lebih banyak (Kasso & Balakrishnan, 2013).

Saat ini ketersediaan lahan sebagai kawasan konservasi cukup terbatas. Hal tersebut menjadikan bank biji sebagai solusi yang baik karena tidak memakan tempat yang luas untuk penyimpanannya. Selain itu, bank biji dapat menyediakan biji-biji berpotensi pangan, hias dan obat yang memiliki nilai ekonomi, sehingga dapat dijadikan sebagai penggerak ekonomi masyarakat sekitar. Penyimpanan biji dapat dilakukan dalam jangka waktu yang cukup panjang dengan mempertahankan daya hidup serta tidak banyak mengurangi komponen genetiknya. Balai Konservasi Tumbuhan Kebun Raya Cibodas (KRC) mengkonservasi tumbuhan secara *ex-situ*, khususnya tumbuhan dataran tinggi basah Indonesia. Kebun Raya Cibodas memiliki bank biji yang berada di dalam rumah kaca Unit Pembibitan di area belakang *Guest House* KRC. Menurut Surya et al. (2013) tercatat 461 nomor koleksi biji di bank biji KRC pada tahun 2013. Terdapat berbagai kegiatan untuk memperoleh koleksi biji, di antaranya dengan cara eksplorasi di dataran tinggi basah (pegunungan) dan hasil dari pertukaran biji (*seed exchange*) dari berbagai Kebun Raya di dunia, sehingga tidak hanya terdapat koleksi tumbuhan Indonesia (endemik), tetapi ada juga tumbuhan eksotik berasal dari luar Indonesia.

Pengelolaan biji di bank biji KRC dilakukan secara konvensional di mana biji yang disimpan hanya biji-biji yang bersifat ortodoks. Selain itu, sebagian besar biji-biji yang disimpan merupakan biji yang berasal dari koleksi tumbuhan di Kebun Raya Cibodas. Oleh karena itu, diperlukan penelitian-penelitian yang mampu mendukung keberadaan bank biji di Kebun Raya Cibodas dan penambahan koleksi biji yang berasal dari hutan Indonesia, sehingga fungsinya sebagai konservasi *ex-situ* dapat lebih maksimal. Informasi mengenai biji-biji berukuran kecil atau mikroskopis di bank biji masih sangat minim. Hal tersebut karena proses pengamatannya memiliki berbagai tantangan yang sulit, misalnya pada biji *Begonia* yang masuk dalam kategori “debu”. Tumbuhan berbiji kecil ini dapat melakukan penyebaran melalui angin atau anemokori. Dalam upaya ini masalah yang sering muncul, yaitu mengenai karakteristik penyimpanan benih, prosedur pembersihan benih, pengujian viabilitas, dan pertumbuhan bibit selanjutnya (Clement et al., 2004).

Keanekaragaman *Begonia* di kawasan Jawa dan Sumatra cukup tinggi hingga mencapai 75 jenis dengan endemisitas mencapai 50% (Hughes et al., 2015; Ardi & Hughes, 2018). Tetapi, laju deforestasi dan aktivitas antropogenik yang cukup tinggi menyebabkan *Begonia* menjadi rawan terancam punah. Padahal, *Begonia* memiliki berbagai macam potensi. Selain sebagai tanaman hias, *Begonia* juga berpotensi sebagai bahan pangan, contohnya *Begonia comestibilis* dimanfaatkan untuk bumbu masakan dan sayur (Thomas et al., 2011). *Begonia* juga digunakan sebagai obat-obatan, misalnya *Begonia muricata*, *B. multangula*, dan *Begonia* “Bacem keco” yang memiliki senyawa antimikroba terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* (Hartutiningsih et al., 2009; Putri et al., 2019). Lebih lanjut Zubair et al. (2016) melaporkan bahwa *B. medicinalis* memiliki senyawa antikanker. Melihat potensi *Begonia* yang begitu beragam diperlukan upaya pelestarian dan budi daya yang berkelanjutan. Upaya konservasi *Begonia* secara *ex-situ* di KRC dilakukan melalui bank biji dan koleksi jenis tumbuhan hidupnya. Oleh karena itu, diperlukan penelitian dan penelusuran lebih lanjut mengenai karakteristik biji *Begonia*, terutama jenis *Begonia* asli Pegunungan Jawa dan Sumatra yang dikelola di bank biji Kebun Raya Cibodas.

MATERIAL DAN METODE

Penelitian dilakukan pada bulan September 2020 hingga Mei 2021. Lokasi penelitian di bank biji Kebun Raya Cibodas, Cianjur, Jawa Barat. Tahapan penelitian meliputi:

Pendataan Koleksi Biji di Bank Biji dan Museum Biji Kebun Raya Cibodas

Pengumpulan data koleksi biji berdasarkan data terbaru per Februari 2021. Pendataan koleksi biji di bank biji meliputi jumlah jenis, jumlah marga, jumlah suku, asal koleksi, dan sifat penyimpanan biji. Sementara pendataan koleksi biji di museum biji terdiri dari total spesimen biji, jumlah jenis, jumlah marga dan jumlah jenis biji yang disimpan di *Cianjur Herbarium Hortus Botanicus Tjibodasensis* (CHTJ). Pendataan ini dilakukan untuk memilah koleksi biji yang ada, terutama biji *Begonia* di Kebun Raya Cibodas.

Penambahan Koleksi Biji *Begonia* Asli Pegunungan Jawa dan Sumatra

Eksplorasi khusus koleksi biji dilakukan di beberapa pegunungan Jawa dan Sumatra, yakni Gunung Tilu dan Gunung Gede-Pangrango (Jawa Barat), serta Gunung Slamet (Jawa Tengah). Pengoleksian biji-biji *Begonia* lain juga dilakukan melalui eksplorasi flora pegunungan di Gunung Pesagi (Lampung), Gunung Ketambe (Aceh), dan Cikaniki (Jawa Barat). Pengumpulan biji-biji *Begonia* menggunakan metode jelajah untuk masing-masing wilayah. Sebelum biji dikumpulkan dilakukan perhitungan populasi dan jumlah biji per masing-masing tumbuhan yang dicatat pada formulir *pre-collection* yang diadaptasi dari Kew Royal Botanic Gardens, United Kingdom (UK).

Pengelolaan Bank Biji di Kebun Raya Cibodas

Proses pengelolaan biji meliputi pengumpulan biji, pemrosesan biji, pengujian biji (uji viabilitas dan karakter simpan), serta penyimpanan biji. Uji viabilitas metode *cut test*, yaitu dengan membelah biji menjadi dua dengan menggunakan pisau *scalpel* lalu diamati embrio dan endospermnya. Sementara uji viabilitas lain menggunakan larutan *Triphenyl Tetrazolium Chloride* (TTC) 1%. Khusus untuk biji *Begonia* dilakukan *pre-treatment*, biji direndam dalam *sodium hypochlorite* (NaOCl) 10% selama 10 menit. Kemudian dibilas dengan ddH₂O selama tiga kali (Haba, 2015). Selanjutnya biji *Begonia* dimasukkan dalam petri, diletakkan di atas *waterbath* suhu 20 °C selama 2 jam. Biji *Begonia* direndam dalam TTC 1% selama 24 jam, ditempatkan pada tempat gelap (International Seed Test Association, 2017). Masing-masing jenis menggunakan 25 biji, dengan empat ulangan pada tiap jenis. Selanjutnya, perubahan warna biji diamati di bawah mikroskop. Apabila biji viabel akan berubah warna menjadi merah, sementara jika biji viabilitasnya rendah tidak menunjukkan perubahan warna.

Pengujian karakter penyimpanan biji dilakukan dengan modifikasi metode *100-seed test* (Pritchard et al., 2004; Gold & Hay, 2014). Metode ini dilakukan melalui uji germinasi terhadap biji yang bersifat “biji segar”, “biji yang dikeringkan”, dan “biji yang disimpan pada kondisi lembap” menggunakan media agar. Masing-masing tipe biji sebanyak 13 biji dilakukan uji germinasi dengan dua ulangan. Selanjutnya dilakukan uji kadar air relatif menggunakan oven dengan cara menimbang biji tipe segar, biji yang dikeringkan, dan biji yang disimpan pada kondisi lembap, masing-masing 50 biji. Tipe penyimpanan biji, yakni rekalsitran atau ortodoks diketahui berdasarkan pola perkecambahan biji yang dihasilkan.

Analisis Data

Data kualitatif berupa morfologi buah dan biji *Begonia*, uji viabilitas, serta data pendukung lain dianalisis secara deskriptif. Sementara data kuantitatif dianalisis menggunakan aplikasi Ms. Excel, seperti jumlah koleksi biji dan uji germinasi.

HASIL

Kondisi Terkini Koleksi Biji di Bank Biji Kebun Raya Cibodas

Berdasarkan data yang diperoleh per Februari 2021, diketahui bahwa terdapat 61 suku, 102 marga, dan 147 jenis biji yang telah dikoleksi di Bank Biji Kebun Raya Cibodas. Data jenis biji, suku, asal koleksi dan sifat penyimpanan biji disajikan pada Tabel 1. Koleksi biji berasal dari kawasan tumbuhan koleksi di KRC maupun hasil eksplorasi di luar kawasan KRC. Koleksi biji dari luar KRC terdiri dari wilayah Resort Cibodas (TNGGP), Selabintana (TNGGP), dan hasil eksplorasi flora pegunungan. Koleksi biji di dalam kawasan KRC sebagian besar berasal dari tanaman koleksi KRC, yaitu sebanyak 91 jenis. Selain itu, biji dikoleksi dari hutan kompos, hutan

lumut, Cibogo, jalan akar, dan hutan Wornojiwo. Jenis biji yang dikoleksi di bank biji dikelompokkan berdasarkan sifat penyimpanan, terdiri dari atas biji ortodoks, rekalsitran, dan intermediet. Biji ortodoks adalah yang paling banyak dikoleksi di bank biji KRC, yaitu sebanyak 85 jenis. Terdapat 32 jenis biji rekalsitran, seperti *Cinnamomum camphora* dan *Ardisia crenata*; 2 jenis biji intermediet, yaitu *Araucaria columnaris* dan *Camellia sinensis*; serta 28 jenis biji yang belum terdata sifat penyimpanannya berdasarkan *Seed Information Database* Kew Royal Botanic Gardens.

Selain bank biji, terdapat lokasi penyimpanan biji Kebun Raya Cibodas yang lain, yakni di museum biji, *Cianjur Hortus Botanicus Tjibodasensis* (CHTJ). Biji yang dikoleksi di museum biji sudah tidak viabel (biji mati), berbeda dengan biji yang disimpan di bank biji. Biji-biji ini digunakan sebagai metadata atau pelengkap untuk identifikasi tumbuhan selain menggunakan spesimen herbarium. Total spesimen biji yang dikoleksi di museum biji KRC per Februari 2021 berjumlah 1.048 spesimen, dimana terdapat 159 suku, 498 marga, dan 1030 jenis. Hanya terdapat empat jenis biji *Begonia* yang disimpan di museum biji, yaitu *Begonia bowerae* Ziesenh., *B. cooperi* C.DC, *B. glabra* Ruiz ex. Klotzsch, dan *B. ulmifolia* Wild.

Kondisi Terkini Koleksi Biji *Begonia* di Bank Biji Kebun Raya Cibodas

Pada awalnya satu jenis *Begonia*, yakni *B. lepida* telah dikoleksi pada bank biji di KRC dari 75 jenis *Begonia* di Jawa dan Sumatra yang ditargetkan untuk dikoleksi. Jika dibandingkan dengan jenis tumbuhan lainnya, jumlah koleksi *Begonia* spp. (*Begoniaceae*) masih lebih rendah dibandingkan dengan *Rubiaceae* (13 jenis), *Arecaceae* (10 jenis), *Caesalpiniaceae* (7 jenis), *Moraceae* (7 jenis), *Primulaceae* (7 jenis), dan *Myrtaceae* (5 jenis). *Begonia lepida* dikoleksi dari Selabintana, Jawa Barat (kawasan Taman Nasional Gunung Gede Pangrango/TNGGP) dan bersifat ortodoks.

Penambahan koleksi biji *Begonia* diperoleh melalui eksplorasi secara intensif yang telah dilakukan, yakni sebanyak delapan nomor koleksi dan empat jenis berasal dari koleksi tumbuhan hidup di KRC (Tabel 2). Kedelapan jenis *Begonia* tersebut merupakan *Begonia* asli pegunungan Jawa yang terbagi ke dalam tiga seksi, yaitu seksi *Petermannia*, *Platycentrum*, dan *Jackia*. Selain hasil eksplorasi, empat jenis *Begonia* ditambahkan dari koleksi *Begonia* yang ada di unit Pembibitan KRC, yaitu *B. stictopoda* (Sumatra), *B. cf multangula* (Sumatra), *B. chiasmogyna* (Sulawesi), dan *B. leuserensis* (Sumatra). Tipe buah *Begonia* yang ditemukan terdiri dari buah *capsule* (kering) dan buah *berry* (berdaging), sehingga penanganan bijinya juga berbeda. Biji *Begonia* yang dikoleksi memiliki bentuk yang sama, yaitu bentuk seperti gallon (*barrel*).

Tabel 1. Penambahan koleksi biji *Begonia* di bank biji Kebun Raya Cibodas

Jenis	Seksi	Perawakan	Asal koleksi	Tipe buah	Tipe penyimpanan
<i>Begonia isoptera</i> Dryand. ex Sm.	<i>Petermannia</i>	Herba tegak	Gn. Slamet, Jawa Tengah	Kering	Belum diketahui
<i>Begonia longifolia</i> Blume.	<i>Platycentrum</i>	Herba tegak	Gn. Slamet, Jawa Tengah	Berdaging	Ortodoks
<i>Begonia multangula</i> Blume.	<i>Platycentrum</i>	Herba tegak	Gn. Slamet, Jawa Tengah	Berdaging	Belum diketahui
<i>Begonia atricha</i> (Miq.) Miq. ex A.DC.	<i>Petermannia</i>	Herba tegak	Gn. Slamet, Jawa Tengah	Kering	Belum diketahui
<i>Begonia muricata</i> Blume.	<i>Jackia</i>	Herba menjalar	Gn. Slamet, Jawa Tengah	Kering	Belum diketahui
<i>Begonia robusta</i> Blume.	<i>Platycentrum</i>	Herba tegak	Cibodas, TNGP, Jawa Barat	Berdaging	Belum diketahui

Jenis	Seksi	Perawakan	Asal koleksi	Tipe buah	Tipe penyimpanan
<i>Begonia areolata</i> Miq.	<i>Platycentrum</i>	Herba tegak	Gn. Tilu, Jawa Barat	Kering	Belum diketahui
<i>Begonia repanda</i> Blume.	<i>Petermannia</i>	Herba tegak	Cibodas, TNGP, Jawa Barat	Kering	Belum diketahui
<i>Begonia stictopoda</i> (Miq.) A. DC. *)	<i>Jackia</i>	Herba menjalar	Sumatra	Kering	Belum diketahui
<i>Begonia chiasmogyna</i> M.Hughes. *)	<i>Petermannia</i>	Herba tegak	Sulawesi	Kering	Belum diketahui
<i>Begonia cf multangula</i> Blume. *)	<i>Platycentrum</i>	Herba tegak, merambat	Gn. Pesagi, Lampung	Berdaging	Belum diketahui
<i>Begonia leuserensis</i> M.Hughes. *)	<i>Platycentrum</i>	Herba tegak, merambat	Gn. Ketambe, Aceh	Kering	Belum diketahui

Keterangan: *)= *Begonia* koleksi Kebun Raya Cibodas yang ditanam di Unit Pembibitan

Dari 8 jenis biji *Begonia* yang diuji karakter simpannya, satu jenis diketahui bersifat ortodoks, yaitu *Begonia longifolia* berdasarkan uji *100 seed test* yang termodifikasi dan studi literatur pada laman *Seed Information Database Kew Royal Botanic Gardens*. Uji perkecambahan *Begonia* menggunakan media agar, sehingga tiap fase pertumbuhan dapat diamati dengan jelas. Fase perkecambahan biji *Begonia* tergolong unik dibandingkan biji dikotil pada umumnya. Biasanya fase germinasi biji dikotil meliputi imbibisi, pecahnya kulit biji, munculnya radikula, diikuti pemanjangan hipokotil dan epikotil hingga muncul daun, sedangkan pada biji *Begonia*, radikula muncul setelah tahap pemanjangan hipokotil. Fase perkecambahan biji *Begonia* meliputi proses imbibisi, pembukaan operkulum, perpanjangan hipokotil, produksi rambut akar pada dasar hipokotil, kotiledon terbuka, dan tumbuh menjadi individu mandiri.

Tabel 2. Koleksi biji di Bank Biji Kebun Raya Cibodas

Suku	Jenis	Asal koleksi	Sifat penyimpanan*	Suku	Jenis	Asal koleksi	Sifat penyimpanan*
Actinidiaceae	<i>Saurauia cauliflora</i> DC.	Selabintana	Ortodoks	Mimosaceae	<i>Acacia caffra</i> (Thunb.) Will.	KRC	Ortodoks
	<i>S. nudiflora</i>	Cibodas	Ortodoks		<i>Calliandra</i> sp.	Eksplorasi	Uncertain
	<i>S. pendula</i> Blume.	KRC	Ortodoks		<i>C. calothyrsus</i> Meisn.	KRC	Ortodoks
Adoxaceae	<i>Viburnum</i> sp.	Selabintana	Ortodoks		<i>Enterolobium timbouva</i> Mart.	KRC	Ortodoks
Alangiaceae	<i>Alangium chinense</i> (Lour.) Harms.	KRC	Uncertain	Moraceae	<i>Maclura cochinchinensis</i> (Lour.) Corner.	KRC	Ortodoks
Amaryllidaceae	<i>Clivia miniata</i> Regel.	KRC	Uncertain		<i>Ficus ampelas</i> Burm.f.	Selabintana	Ortodoks
Annonaceae	<i>Polyalthia subcordata</i> (Blume) Blume.	Selabintana	Rekalsitran		<i>F. cuspidata</i> Reinw. ex Blume.	Selabintana	Ortodoks
Apocynaceae	<i>Tabernaemontana sphaerocarpa</i> Blume.	KRC	Ortodoks		<i>F. deltoidea</i> Jack.	KRC	Ortodoks
Aquifoliaceae	<i>Ilex cymosa</i> Blume.	KRC	Ortodoks		<i>F. fistulosa</i> Reinw. ex Blume.	Selabintana	Ortodoks
Araceae	<i>Arisaema filiforme</i> (Reinw.) Blume.	Selabintana	Ortodoks		<i>F. ribes</i> Reinw. ex Blume.	Jalan Akar	Ortodoks
Araliaceae	<i>Arthropodium diversifolium</i> Blume.	KRC	Ortodoks	<i>F. variegata</i> Blume.	KRC	Ortodoks	
	<i>Schefflera scandens</i> (Blume) R. Vig.	KRC	Ortodoks	Myrsinaceae	<i>Embelia pergamacea</i> A.DC.	KRC	Ortodoks
Araucariaceae	<i>Araucaria columnaris</i> Hook.T.	KRC	Intermediet	Myrtaceae	<i>Callistemon formosus</i> S.T.Blake.	KRC	Ortodoks
	<i>A. cunninghamii</i> Aiton ex D.Don.	KRC	Ortodoks		<i>C. polandii</i> F.M.Balley .	KRC	Ortodoks
Arecaceae	<i>Archontophoenix alexandrae</i> (F.Meuell.) H.Wendl. & Drude.	KRC	Rekalsitran		<i>Rhodomyrtus tomentosa</i> (Aiton) Hassk.	KRC	Ortodoks
	<i>Areca vestiaria</i> Giseke.	KRC	Rekalsitran		<i>Syzygium polycephaloides</i> (C.B.Robinson) Merr.	KRC	Rekalsitran
	<i>Calamus ciliaris</i> Blume.	KRC	Rekalsitran	<i>Xanthostemon chrysanthus</i> F.Muell ex Benth.	KRC	Ortodoks	
	<i>C. reinwardtii</i> Mart.	KRC	Rekalsitran	Papaveraceae	<i>Bocconia frutescens</i> L.	KRC	Ortodoks
	<i>Calamus</i> sp.	KRC	Rekalsitran	<i>Ormosia penangensis</i> Ridl.	KRC	Ortodoks	
	<i>Chamaedorea oblongata</i> Mart.	KRC	Rekalsitran	Papilionaceae	<i>Erythrina abyssinica</i> Lam.	KRC	Ortodoks
	<i>Daemonorops rubra</i> (Reinw. ex Mart.)	Cibodas	Rekalsitran		<i>Sophora tomentosa</i> L.	KRC	Ortodoks
	<i>Pinanga coronata</i> (Blume ex Mart.) Blume.	Selabintana	Rekalsitran	Phyllanthaceae	<i>Antidesma tetrandum</i> Blume.	Selabintana	Ortodoks
	<i>P. javanica</i> Blume.	Selabintana	Rekalsitran		<i>Bridelia insulana</i> Hance.	KRC	Ortodoks
	<i>Ptychosperma</i> sp.	KRC	Rekalsitran	Polygalaceae	<i>Polygala venenosa</i> Jack.	Cibogo	Ortodoks

Suku	Jenis	Asal koleksi	Sifat penyimpanan*	Suku	Jenis	Asal koleksi	Sifat penyimpanan*	
<i>Aristolochiaceae</i>	<i>Aristolochia</i> sp.	Selabintana	Ortodoks	<i>Primulaceae</i>	<i>Ardisia crenata</i> (Sims.) Little.	KRC	Rekalsitran	
<i>Asparagaceae</i>	<i>Eucomis comosa</i> (Houtt.) Wehrh.	KRC	Ortodoks		<i>A. crispa</i> (Thunb.) A.DC.	KRC	Rekalsitran	
<i>Asteraceae</i>	Gendub	Eksplorasi	<i>Uncertain</i>		<i>A. fuliginosa</i> Blume.	Selabintana	Rekalsitran	
	<i>Montanoa grandiflora</i> (DC.) Sch. Bip. ex Hemsl.	KRC	Ortodoks		<i>A. javanica</i> A.DC.	KRC	Rekalsitran	
<i>Balsaminaceae</i>	<i>Impatiens platypetala</i> Lindl.	Selabintana	Ortodoks		<i>A. polysticta</i> Miq.	KRC	Rekalsitran	
<i>Begoniaceae</i>	<i>Begonia lepida</i> Jack.	Selabintana	Ortodoks		<i>A. solanace</i> (Pair.) Roxb.	KRC	Rekalsitran	
<i>Berberidaceae</i>	<i>Berberis nepaulensis</i> (DC.) Spreng.	KRC	Ortodoks		<i>A. villosa</i> Roxb.	KRC	Rekalsitran	
	<i>Nandina domestica</i> Thunb.	KRC	Ortodoks		<i>Rapanea hasseltii</i> (Blume ex Scheff.) Mez.	Selabintana	Rekalsitran	
<i>Bignoniaceae</i>	<i>Tecoma stans</i> (L.) H.B. & K.	KRC	Ortodoks		<i>Proteaceae</i>	<i>Macadamia integrifolia</i> Maiden & Betche.	KRC	<i>Uncertain</i>
	<i>Spathodea campanulata</i> P.Beauv.	KRC	Ortodoks			<i>M. ternifolia</i> F.Muell. cv Kokensos.	KRC	<i>Uncertain</i>
<i>Caesalpiniaceae</i>	<i>Bauhinia corymbosa</i> Roxb.	KRC	Ortodoks	<i>Macadamia</i> sp.		KRC	<i>Uncertain</i>	
	<i>B. variegata</i> L.	KRC	Ortodoks	<i>Rosaceae</i>	<i>Rhaphiolepis indica</i> (L.) Lindl. ex Ker.	KRC	Ortodoks	
	<i>Caesalpinia gillesi</i> (Hook.) Dietr.	KRC	Ortodoks		<i>R. integrifolia</i> Maiden & Betche.	Cibodas	Ortodoks	
	<i>C. spinosa</i> (Molina) Kuntze.	KRC	Ortodoks	<i>Rubus fraxinifolius</i>	Cibodas	Ortodoks		
	<i>Gleditsia fera</i> (Lour.) Merr.	KRC	Ortodoks	<i>Rubiaceae</i>	<i>Lasianthus capitatus</i> Blume.	Selabintana	<i>Uncertain</i>	
	<i>Senna didymobotrya</i> (Fresen.) H.S.Irwin & Barneby.	KRC	Ortodoks		<i>L. laevigatus</i> Blume.	Cibodas	<i>Uncertain</i>	
	<i>S. obtusifolia</i> (L.) H.S.Irwin & Barneby.	KRC	Ortodoks		<i>L. puppureus</i> Blume.	Selabintana	<i>Uncertain</i>	
<i>Caprifoliaceae</i>	<i>Viburnum odoratissimum</i> Ker Gawl.	KRC	Ortodoks		<i>L. rigidus</i> Miq.	Cibodas	<i>Uncertain</i>	
<i>Commelinaceae</i>	<i>Commelina paludosa</i> Blume.	Selabintana	Ortodoks		<i>L. stercorarius</i>	Cibodas	<i>Uncertain</i>	
<i>Cucurbitaceae</i>	<i>Melothria leucocarpa</i> (Blume) Coegn.	Selabintana	Ortodoks	<i>Lasianthus</i> sp.	Selabintana	<i>Uncertain</i>		
	Gendub	Eksplorasi	<i>Uncertain</i>	<i>Lasianthus</i> sp.	Selabintana	<i>Uncertain</i>		
<i>Cupressaceae</i>	<i>Cupressus lusitanica</i> Mill.	KRC	Ortodoks	<i>Lasianthus</i> sp.	Selabintana	<i>Uncertain</i>		
<i>Elaeocarpaceae</i>	<i>Elaeocarpus angustifolius</i> Blume.	KRC	Rekalsitran	<i>Lasianthus</i> sp.	Selabintana	<i>Uncertain</i>		
	<i>E. pierrei</i> Koord. & Valetton.	KRC	Rekalsitran	<i>Mycetia cauliflora</i> Reinw.	Selabintana	Ortodoks		
	<i>Sloanea sigun</i> (Blume) K.Schum.	KRC	Rekalsitran	<i>Pavetta montana</i> Reinw. ex Blume.	Selabintana	Ortodoks		
<i>Ericaceae</i>	<i>Vaccinium korthalsii</i> Miq.	Eksplorasi	<i>Uncertain</i>	<i>Psychotria angulata</i> Korth.	KRC	Ortodoks		
<i>Euphorbiaceae</i>	<i>Endospermum moluccanum</i> (Teijsm. & Binn.) Kurz.	KRC	Ortodoks	<i>P. montana</i>	Cibodas	Ortodoks		

Suku	Jenis	Asal koleksi	Sifat penyimpanan*	Suku	Jenis	Asal koleksi	Sifat penyimpanan*
Euphorbiaceae	<i>Homalanthus gigantean</i> Zoll. & Moritzi.	Cibodas	Ortodoks	Rutaceae	<i>Acronychia pedunculata</i> (L.) Miq.	KRC	Rekalsitran
	<i>Vernicia montana</i> Lour.	KRC	Ortodoks		<i>Clausena excavata</i> Burm.f.	KRC	Rekalsitran
Fagaceae	Gendub	Eksplorasi	Uncertain	Sapindaceae	<i>Acer laurinum</i> Hassk.	KRC	Ortodoks
	<i>Castanopsis tungurru</i> (Blume) A.DC.	KRC	Rekalsitran		<i>Allophylus cobbe</i> (L.) Raeusch.	KRC	Ortodoks
	<i>Quercus griffithii</i> Hook.f. & Thomson ex Miq.	KRC	Rekalsitran	Solanaceae	<i>Solanum macrantha</i> Dunal.	KRC	Ortodoks
Flacourtiaceae	<i>Flacourtia rukam</i> Zoll. & Moritzi.	Hutan kompos	Ortodoks	Staphyleaceae	<i>Turpinia sphaerocarpa</i> Hassk.	Wornojiwo	Uncertain
Gesneriaceae	Gendub	Eksplorasi	Uncertain	Sterculiaceae	<i>Sterculia subpeltata</i> Blume.	KRC	Ortodoks
Hamamelidaceae	<i>Altingia excelsa</i> Noronha.	KRC	Uncertain	Symplocaceae	<i>Symplocos costata</i> (Blume) Choisy.	KRC	Uncertain
Hydrangeaceae	<i>Dichroa febrifuga</i> Lour.	KRC	Ortodoks		<i>Symplocos</i> sp.	Selabintana	Uncertain
Lauraceae	<i>Cinnamomum camphora</i> (L.) J.Presl.	KRC	Rekalsitran	Theaceae	<i>Camellia sinensis</i> (L.) Kuntze.	Selabintana	Intermediet
	<i>Cryptocarya chinensis</i>	KRC	Rekalsitran		<i>Gordonia excelsa</i> Blume.	KRC	Ortodoks
	<i>C. ferrea</i> Blume.	KRC	Rekalsitran		<i>Pyrenaria serrata</i> Blume.	KRC	Uncertain
	<i>C. laevigata</i> Blume.	KRC	Rekalsitran		<i>Schima wallichii</i> (DC.) Korth.	KRC	Rekalsitran
Lamiaceae	<i>Coleus galeatus</i> (Vahl) Benth.	Hutan lumut	Uncertain	Ulmaceae	<i>Celtis philippinensis</i> Blanco.	KRC	Ortodoks
Leguminosae	<i>Flemingia macrophylla</i> (Willd.) Merr.	KRC	Ortodoks	Urticaceae	<i>Boehmeria diversifolia</i> (Blume) Miq.	Selabintana	Ortodoks
	<i>Zapoteca tetragona</i> (Willd.) H.M. Hern.	KRC	Ortodoks		<i>Maoutia diversivolia</i> Blume.	Cibodas	Ortodoks
Magnoliaceae	<i>Magnolia blumei</i>	KRC	Ortodoks		<i>Oreocnide rubescens</i> (Blume) Miq.	Selabintana	Ortodoks
	<i>M. liliifera</i> var. <i>Liliifera</i> (L.) Baill.	KRC	Ortodoks		<i>Procris</i> sp.	Selabintana	Ortodoks
	<i>Magnolia</i> sp.	KRC	Ortodoks	Vitaceae	<i>Tetrastigma</i> sp.	Cibodas	Ortodoks
Malvaceae	<i>Sida rhombifolia</i> L.	Cibogo	Ortodoks	Zingiberaceae	<i>Alpinia malaccensis</i> (Burm.f.) Roscoe.	KRC	Ortodoks
Melastomataceae	<i>Medinilla speciosa</i> Blume.	Selabintana	Ortodoks		<i>Hedychium roxburghii</i> Blume	Selabintana	Ortodoks
	<i>Melastoma malabathricum</i> L.	KRC	Ortodoks		Gendub	Eksplorasi	Uncertain
Menispermaceae	<i>Limacia cerasifera</i> Becc.	KRC	Uncertain				

Keterangan: Sifat penyimpanan berdasarkan studi literatur di laman *Seed Information Database Kew Royal Botanic Gardens*

Pengelolaan Biji *Begonia* pada Bank Biji Kebun Raya Cibodas

Pengelolaan biji *Begonia* yang dilakukan di KRC meliputi pengumpulan biji, pemrosesan biji, pengujian lanjutan biji, dan penyimpanan biji. Secara umum, kegiatan pengumpulan hingga penyimpanan biji yang dilakukan di KRC sebagai berikut:

Pengumpulan Biji

Proses pengumpulan biji dilakukan pada tanaman koleksi maupun tumbuhan liar di kawasan di KRC, serta melalui kegiatan eksplorasi biji terutama di kawasan Pegunungan Jawa. Sampai saat ini, penambahan koleksi *Begonia* lebih banyak diperoleh dari hasil eksplorasi di hutan pegunungan Jawa dibandingkan dengan pengambilan dari kebun koleksi. Proses pengumpulan biji diawali dengan mengisi formulir *pre-collection* yang diadaptasi dari Kew Royal Botanic Gardens (Gambar 1) untuk memperkirakan populasi sampel yang tersedia, mengetahui karakteristik tumbuhan, lokasi pengambilan dan biji yang akan dikoleksi. Jumlah biji yang dapat diambil yaitu sebanyak 2.000–10.000 atau sekitar 20% sesuai dengan keperluan biji berdasarkan skala penyimpanan di bank biji.

The image shows a detailed 'pre-collection' form for botanical specimens, specifically adapted for *Begonia*. The form is divided into several color-coded sections:

- FIELD DATA FORM:** Includes fields for Project, Accession No., and a note to complete mandatory fields marked with an asterisk.
- COLLECTION DATA:** Contains fields for Collected From (Wild Plants, Cultivated Plants, Donor Organisation), Date Collected, Main Collector, Other Collector(s), and Names & Institutes.
- PLANT NAME & IDENTIFICATION DATA:** Includes Family, Genus, Species, Infraspecific, ID Status, ID From, Plant Description, Plant Form, and Uses.
- LOCATION DATA:** Includes Country, Province/State, District/Municipality, Description of Location, Latitude/Easting, Longitude/Northing, Method, Altitude, and Altitude Method.
- HABITAT DATA:** Includes Habitat, Associated Species, and Factors Affecting Habitat.
- SAMPLING DATA:** Includes Number of Plants Sampled, Number of Plants Found, Herbarium Specimen, Area Sampled, and % Plants Producing Seed.
- PRE-COLLECTION ASSESSMENT:** Includes Assessment Date, Location, and Latitude/Longitude or Grid Ref.
- IDENTIFICATION:** Includes a section for Taxon identified and similar taxa distinguished, and fields for Family, Genus, and Species.
- POPULATION ASSESSMENT:** Includes Approx. area of population & units, Approx. number of accessible individual plants, and Evidence of damage/disturbance.
- READINESS OF POPULATION FOR SEED COLLECTION:** Includes Most frequently occurring stages (Vegetative, Flowering, Around natural dispersal) and Estimated number of plants at natural dispersal.
- PHYSICAL QUALITY OF SEEDS:** Includes Cut-test 10-20 seeds from the sample examined and indicate the most frequently occurring state (Full seeds, Infested seeds, Empty seeds, Immature seeds).
- AVAILABILITY OF SEEDS:** Includes Average number of seeds per fruit/dispersal unit, Average number of fruits/dispersal units per individual plant, and a question about the possibility of collecting 5,000-10,000 healthy seeds.

Gambar 1. Formulir *pre-collection* biji yang diadaptasi dari Kew Royal Botanic

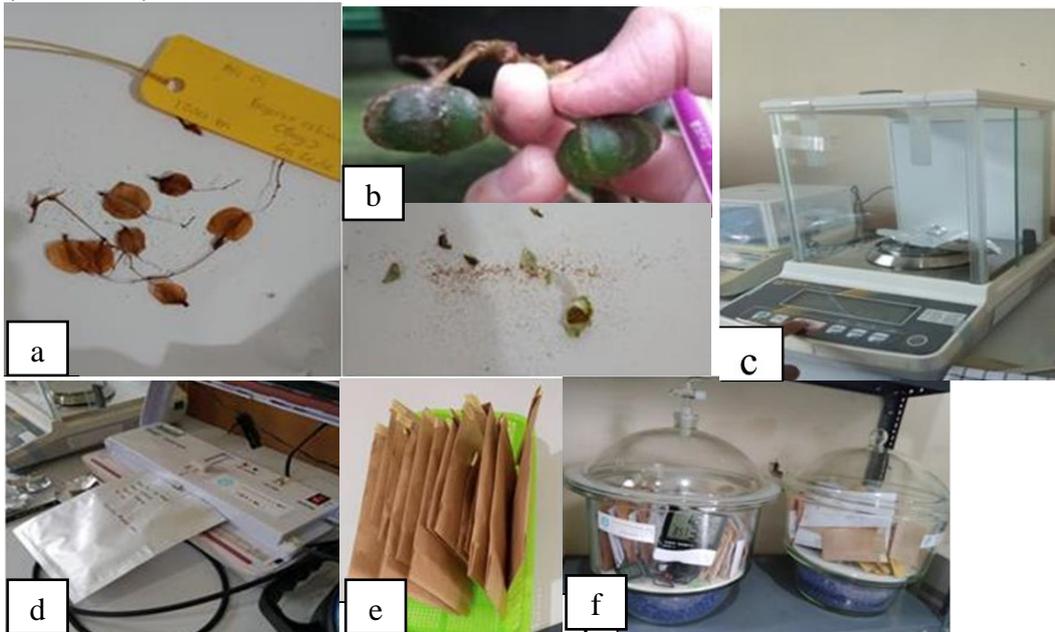
Pemrosesan Biji

Biji yang telah dipanen selanjutnya diproses lebih lanjut sesuai dengan karakteristik biji. Biji *Begonia* dikeringanginkan di dalam suhu ruang tanpa melalui proses pencucian terutama untuk tipe buah kering, misalnya *B. repanda*. Proses pengeringan pada *Begonia* tipe buah berdaging (*berry*), misalnya *B. longifolia* dan *B. scottii* dilakukan hingga daging buah menjadi kering. Lama pengeringan bergantung pada tipe buah. Selanjutnya biji dipisahkan dari daging buah, kemudian diukur kadar airnya dengan ditimbang, lalu dikemas dengan aluminium foil dan dimasukkan dalam amplop untuk disimpan.

Buah yang telah dipanen dikeringanginkan di dalam suhu ruang atau ruang ber-AC untuk menghindari kehilangan kelembapan secara drastis. Lama pengeringan juga bergantung pada tipe buahnya. *Begonia* dengan tipe buah tipe berdaging dikeringanginkan lebih lama (7–10 hari) dibandingkan dengan tipe buah kering (3–5 hari). Hal ini dilakukan untuk mempermudah dalam pemisahan biji dengan daging buah. Selanjutnya biji disimpan dalam desikator. Pemrosesan biji *Begonia* ditunjukkan pada Gambar 2.

Proses pengeringan biji di bank biji berbeda dengan di museum biji. Prinsip pengeringan di bank biji tetap memfasilitasi biji supaya tetap viabel. Sementara biji di museum biji telah mati

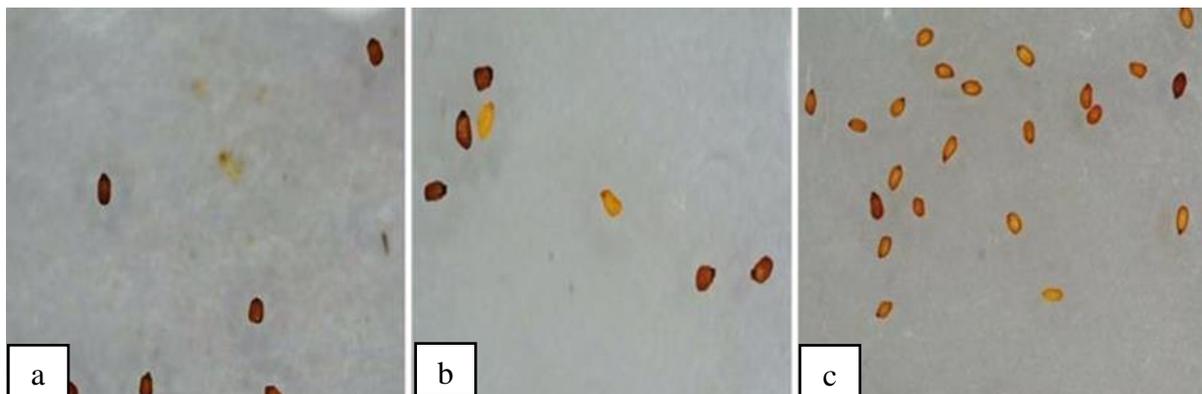
karena pengeringan dengan oven suhu tinggi hingga biji benar-benar kering. Koleksi biji di museum biji disimpan dalam botol kaca dan diberi silika gel untuk menjaga supaya tetap awet dan mengurangi kadar air. Silika gel akan diganti tiap satu bulan sekali ketika telah jenuh oleh uap air (Gambar 3).



Gambar 2. Pemrosesan biji *Begonia*, yaitu tipe buah kering (a), tipe buah berdaging (b), penimbangan biji (c), pengemasan biji dengan aluminium foil (d), pengemasan biji dalam amplop kertas (e), dan penyimpanan biji dalam desikator (f)



Gambar 3. Penyimpanan biji *Begonia* di museum biji *Cianjur Herbarium Hortus Botanicus Tjibodasensis* (CHTJ)



Gambar 4. Uji viabilitas dengan *Triphenyl Tetrazolium Chloride* (TTC), yaitu biji *Begonia repanda* Blume. normal tanpa TTC 1% (a), biji *B. repanda* Blume. dengan TTC 1% tanpa *pre-treatment* (b), dan biji *Begonia repanda* Blume. dengan *pre-treatment* dan TTC 1% 24 jam (c)

Uji Viabilitas Biji

Viabilitas merupakan daya hidup benih yang dapat menunjukkan proses pertumbuhan benih. Pengujian viabilitas biji yang dilakukan di KRC meliputi beberapa metode di antaranya melalui uji belah (*cut test*), uji H₂O₂, uji eksisi embrio, dan uji tetrazolium (*Triphenyl Tetrazolium Chloride*). Uji belah merupakan uji viabilitas yang dilakukan di bank biji KRC secara umum. Biji dipotong menggunakan pisau *scalpel*, kemudian diamati kondisi embrio dan endospermnya. Apabila embrio dan endosperm dalam keadaan utuh dan baik, biji dianggap masih viabel. Untuk biji *Begonia* menggunakan uji tetrazolium karena ukuran biji yang kecil, termasuk *Begonia* (Gambar 4).

Penyimpanan Biji

Setelah proses pengeringan biji telah memenuhi nilai kadar air menurut jenis biji rekalsitran maupun ortodoks, selanjutnya dilakukan proses penyimpanan biji. Biji dimasukkan dalam kantong berbahan alumunium lalu di-*press*, kemudian dimasukkan ke dalam stoples kaca kedap udara. Stoples disimpan ke dalam *freezer* maupun kulkas. Untuk biji ortodoks dengan kadar air $\pm 15\%$, biji disimpan dalam *freezer* pada suhu $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$. Sementara untuk biji rekalsitran dengan kadar air 30–40% disimpan di kulkas pada suhu $4\text{--}7\text{ }^{\circ}\text{C}$. Sebagian besar biji yang ada di bank biji KRC bersifat ortodoks, sehingga lebih tahan lama dan tidak memerlukan penanganan khusus. Untuk biji rekalsitran terdapat alternatif penyimpanan yang lebih efektif, yaitu melalui kriopreservasi. Akan tetapi, untuk saat ini bank biji KRC belum memiliki fasilitas tersebut.

PEMBAHASAN

Sampai saat ini, sebanyak 13 nomor koleksi *Begonia* telah dikoleksi di KRC. Jumlah koleksi tersebut telah mengakomodasi sekitar 75% dari jumlah *Begonia* di Jawa atau seluruh jenis *Begonia* pegunungan Jawa. Dua jenis dengan persebaran sempit di Jawa dan Sumatra juga berhasil dikoleksi, yakni *Begonia robusta*, *B. atricha*, dan *B. areolata* memiliki persebaran sempit di Jawa, sedangkan *B. leuserensis*, endemik Sumatra bagian Utara juga berhasil disimpan pada bank biji. Namun demikian, dua jenis *Begonia* Jawa lainnya, yaitu *B. tenuifolia* dan *B. coriacea* belum dikoleksi karena sebarannya di dataran rendah atau kurang dari 1000 mdpl (Girmansyah, 2008). Selain itu, jumlah biji *Begonia* dari Sumatra masih tergolong minim sehingga peningkatan jumlah koleksi biji terus dilakukan, baik pemanenan biji di kebun koleksi maupun kegiatan eksplorasi.

Secara umum, prinsip-prinsip pengelolaan bank biji di KRC mengikuti standar pengelolaan yang ditetapkan oleh bank biji di KRB dan Kew Royal Botanical Gardens. Namun, beberapa modifikasi dilakukan karena masih minimnya informasi mengenai pengelolaan biji *Begonia* di kedua bank biji tersebut, misalnya pada pemanenan dan pemrosesan biji. Untuk buah tipe kering pemanenan dilakukan ketika buah hampir kering dan belum pecah, sedangkan tipe buah berdaging buah tua ditandai dengan stigma sudah lepas dan warna buah sudah lebih kusam dan gelap dibandingkan dengan buah mudanya. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian sebelumnya, bahwa terdapat perbedaan pola perkecambahan biji pada tingkat kematangan dan tipe buah yang berbeda pada *Begonia* (Efendi et al., 2019). Ukuran biji *Begonia* sangat kecil sehingga sulit untuk diukur kelembapan bijinya. Setidaknya terdapat dua cara pengukuran kadar air di bank biji KRC, yakni metode destruktif dan metode non destruktif. Metode destruktif atau metode konvensional menggunakan prinsip pengurangan bobot biji setelah dikeringkan menggunakan oven. Biji diletakkan di dalam cawan petri yang telah dikeringkan, lalu ditimbang sebagai berat basah. Selanjutnya biji dan cawan petri di oven pada suhu $105\text{ }^{\circ}\text{C}$ selama 18 jam, lalu ditimbang berat keringnya. Selisih berat basah dan berat kering dikurangi berat cawan dikali 100% merupakan kadar air biji. Sementara untuk metode non destruktif menggunakan alat ukur kadar air, yaitu *tiny tag data logger* berupa sensor kelembapan digital. Prinsipnya udara dan biji dalam kondisi “*equilibrium*” di dalam wadah tertutup. Pengukuran kadar air secara destruktif atau termogravimetri relatif lebih mudah dan ekonomis. Akan tetapi metode ini dipengaruhi oleh suhu dalam ruang oven pengering, ukuran partikel sampel, serta bentuk wadah timbangnya (ratio diameter dan tinggi). Selain itu, metode destruktif memiliki kelemahan, antara lain bahan organik lain dapat ikut menguap bersama dengan air, misalnya minyak atsiri, serta selama pemanasan pada suhu tinggi senyawa lain di dalam

biji dapat mengalami dekomposisi, denaturasi, oksidasi, dan lain sebagainya yang mengakibatkan biji dapat menjadi tidak viabel lagi (Daud et al., 2019). Sementara pengukuran menggunakan alat seperti *tiny tag data logger* dapat lebih akurat dan menjamin viabilitas biji. Namun, jumlah dan ukuran biji juga harus mencukupi di dalam tabung ukurnya (minimal 1/3 tabung). Biasanya alat ini digunakan untuk pengukuran kadar air biji ukuran sedang hingga besar. Sementara ukuran biji *Begonia* sangat kecil dan terbatas apabila pengukuran kadar airnya menggunakan *tiny tag data logger*, sehingga pada penelitian ini tidak dapat menggunakan alat tersebut.

Uji viabilitas biji *Begonia* dapat dilakukan untuk memastikan kualitas biji yang disimpan di bank biji. Dua cara yang dilakukan untuk biji begonia yakni dengan metode potong dan uji tetrazolium. Metode potong perlu dilakukan di bawah mikroskop karena ukuran biji yang sangat kecil dan kandungan endospermanya sedikit. Pada umumnya, *Begonia* di Jawa dan Sumatra memiliki ukuran dengan panjang 250–500 μm dan lebar 160–300 μm (Efendi et al., 2019; Girmansyah et al., 2021).

Pengujian viabilitas dengan tetrazolium juga dianjurkan untuk biji *Begonia*. Berdasarkan penelitian yang dilakukan diketahui bahwa terdapat perubahan warna biji menjadi lebih terang (merah kekuningan) setelah direndam dalam larutan TTC 1% dibandingkan biji normal tanpa perendaman. Biji *Begonia repanda* yang diberi *pre-treatment* NaOCl menghasilkan warna merah yang lebih banyak dibandingkan biji tanpa *pre-treatment* (Gambar 8). NaOCl berperan untuk membantu melunakkan kulit biji, sehingga imbibisi larutan TTC dapat terjadi dan mempengaruhi sel-sel di dalam biji. Prinsip larutan TTC dalam uji viabilitas biji melalui mekanisme reduksi-oksidasi TTC pada sel hidup. TTC oleh aksi *enzym dehydrogenase* dirubah dari bentuk oksidasi, tak berwarna, terlarut menjadi bentuk reduksi berwarna merah, tak terlarut yang disebut formazan. Enzim dehidrogenase terdapat dalam sel hidup, aktivitasnya semakin berkurang apabila sel semakin menuju kematian atau membusuk (deteriorasi). Biji yang menghasilkan warna menjadi merah menunjukkan bahwa sel-selnya masih hidup dan diasumsikan biji bersifat viabel (França-Neto et al., 2019).

Pengujian viabilitas menggunakan larutan tetrazolium memiliki kelebihan, di antaranya dapat memberikan hasil yang lebih cepat (1–2 hari) dari pada uji perkecambahan secara langsung serta dapat membantu perkecambahan untuk benih-benih yang dorman dan lambat berkecambah. Selain itu, untuk kelompok benih yang gagal dan lambat berkecambah disebabkan oleh tipe dormansi *after ripening* dapat diketahui viabilitasnya dengan cepat melalui uji tetrazolium. Tetapi, uji tetrazolium juga memiliki kelemahan, seperti efek fitotoksik dari fungisida, insektisida atau fumigasi dengan metil bromida yang telah diperlakukan pada benih tidak dapat diketahui. Uji tetrazolium juga tidak selalu dapat memberi keterangan tentang kerusakan pada benih yang diakibatkan oleh proses pengeringan serta memerlukan lebih banyak ketrampilan dan justifikasi untuk dapat mempelajari dengan teliti pola lokasi daerah yang berwarna maupun yang tidak berwarna (Sutopo, 2004; International Seed Test Association, 2017).

Karakteristik penyimpanan biji berdasarkan kadar air yang dimiliki oleh masing-masing biji. Pada biji ortodoks kadar air mencapai 14–15%, sedangkan biji rekalsitran kadar air dapat mencapai 30–70% (Rahardjo & Hartatri, 2010). Pada uji karakter simpan biji *Begonia* dilakukan melalui metode *100 seed test*. Pola perkecambahan *100 seed test* dibedakan menjadi biji segar, biji yang dikeringkan, dan biji yang disimpan pada kondisi lembap. Pada biji tipe ortodoks, biji dapat tetap berkecambah pada ketiga perlakuan, sementara pada biji rekalsitran tidak dapat berkecambah pada perlakuan biji yang dikeringkan (Gold & Hay, 2014).

Beberapa kendala yang dialami dalam pengujian biji *Begonia*, antara lain ukuran biji yang sangat kecil sehingga dibutuhkan jumlah yang banyak untuk memenuhi botol ukur e-rH. Selain itu, produksi buah pada *Begonia* seksi *Petermannia* dan seksi *Platycentrum* relatif sedikit karena bunga jantan dan bunga betina matang tidak bersamaan. Jumlah biji yang diperoleh hanya dapat digunakan untuk penyimpanan saja (*base collection*). Masa berbuah dari *Begonia* juga beragam, sehingga untuk penelitian tidak dapat dilakukan secara serentak pada semua jenis *Begonia* dan diperlukan waktu yang cukup lama.

SIMPULAN DAN SARAN

Pengelolaan bank biji di Kebun Raya Cibodas (KRC) meliputi serangkaian tahapan, yaitu pengumpulan biji, pemrosesan biji, pengujian, dan penyimpanan biji. Koleksi biji di Bank Biji KRC terdiri dari 61 suku, 102 marga, dan 147 jenis. Sebanyak 12 nomor koleksi *Begonia*, yaitu *B. isoptera*, *B. longifolia*, *B. multangula*, *B. atricha*, *B. muricata*, *B. robusta*, *B. areolata*, *B. stictopoda*, *B. repanda*, *B. chiasmogyna*, dan *B. leuserensis* menambah koleksi biji *Begonia* yang disimpan di bank biji KRC. Penambahan jumlah tersebut diperoleh melalui eksplorasi biji dari pegunungan Jawa dan pemanenan biji *Begonia* dari kebun koleksi. Ketiga belas jenis *Begonia* yang telah dikoleksi hanya jenis *B. longifolia* yang telah diketahui secara pasti karakter simpan, yakni biji ortodoks berdasarkan studi literatur dan *100-seed test* termodifikasi, sedangkan 12 jenis lainnya belum diketahui. Oleh karena itu, ke depannya diperlukan penelitian lebih lanjut dan mendalam untuk jenis-jenis biji mikroskopik seperti *Begonia*. Hal ini penting dilakukan sebagai langkah dalam konservasi *ex-situ*, terutama konservasi benih.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Pusat Riset Konservasi Tumbuhan, Kebun Raya dan Kehutanan-Badan Riset dan Inovasi Nasional serta Millenium Seed Bank Partnerships - Royal Botanic Gardens KEW UK melalui kerja sama kegiatan penelitian "*Threatened Biodiversity Hotspots Programme - Indonesia: Ecological Studies and Seed Conservation*", atas dukungan sarana dan prasarana dalam penelitian. Ucapan terima kasih juga penulis tujukan kepada Hani Soleha, Usul Kurni, Sunaryo, Dadang Sunandar, Abidin Ibrahim, dan Ujang Rustandi yang terlibat dalam eksplorasi biji *Begonia* di Gunung Slamet dan Gunung Tilu.

REFERENSI

- Ardi, W. H., & Hughes, M. (2018). *Two new species of Begonia from Sumatra*. *Edinburgh Journal of Botany*, 75, 297-304.
- Clement, A. C., Hall, A., & Broccoli, A. J. (2004). The importance of precessional signals in the tropical climate. *Climate Dynamics*, 22(4), 327-341.
- Daud, A., Suriati, S., & Nuzulyanti. (2019). Kajian penerapan faktor yang mempengaruhi akurasi penentuan kadar air metode thermogravimetri. *Lutjanus*, 24(2), 11-16.
- Efendi, M., Handayani, A., & Lailaty, I. Q. (2019). Short communication: Seed germination of twelve Indonesian *Begonias* for conservation. *Biodiversitas*, 20(4), 1192-1197.
- França-Neto, J. D. B., & Krzyzanowski, F. C. (2019). Tetrazolium: An important test for physiological seed quality evaluation. *Journal of Seed Science*, 41(3), 359-366.
- Girmansyah, D. (2008). Keanekaragaman jenis *Begonia* (*Begoniaceae*) liar di Jawa Barat. *Berita Biologi*, 9(2), 195-203.
- Girmansyah, D., Rugayah., Sulistijorini., & Chikmawati, T. (2021). Variasi ciri morfologi biji *Begonia* (*Begoniaceae*) di Sumatra. *Floribunda*, 6(6), 225-235.
- Gold, K., & Hay, F. (2014). *Identifying desiccation sensitive seeds*. Kew: Board of Trustees of the Royal Botanic Gardens.
- Haba, S. R. (2015). Conservation of *Begonia* germplasm through seeds: Characterization of germination and vigor in different species (Tesis master). Graduate Program in Horticulture and Crop Science, Ohio State University, Ohio, US.
- Hartutiningsih, S., Purwantoro, R. S., Sudarmono, & Augusta, A. (2009). Pengungkapan potensi obat pada tiga jenis *Begonia* terpilih (*B. muricata* Blume, *B. multangula* Blume, *B. "Bacem Kebo"*) melalui uji antibakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus* secara in vitro. Prosiding Seminar Nasional Sains II Bogor, Indonesia.
- Hughes, M., Girmansyah, D., & Ardi, W. H. (2015). Further discoveries in the ever-expanding genus *Begonia* (*Begoniaceae*): Fifteen new species from Sumatra. *European Journal of Taxonomy*, 167, 1-40.
- International Seed Testing Association. (2017). *International rules for seed testing*. Bassersdorf: International Seed Testing Association.

- Kasso, M., & Balakrishnan, M. (2013). Ex situ conservation of biodiversity with particular emphasis to Ethiopia. *ISRN Biodiversity*, 2013, 1-11.
- Pritchard, H. W., Wood, C. B., Hodges, S., & Vautier, H. J. (2004). 100-seed test for desiccation tolerance and germination: A case study on eight tropical palm species. *Seed Science and Technology*, 32(2), 393-403.
- Putri, N. H. S., Nurdiwiyati, D., Lestari, S., Ramdhan, B., Efendi, M., & Nurhidayat, N. (2019). Aktivitas antibakteri ekstrak tangkai dan daun *Begonia multangula* Blume. terhadap *Porphyromonas gingivalis*. *Jurnal Biologi Universitas Andalas*, 7(1), 51-58.
- Rahardjo, P., & Hartatri, D. F. S. (2010). Penggunaan acrylic acid sodium polymer dalam upaya mempertahankan viabilitas benih kakao (*Theobroma cacao* L.). *Pelita Perkebunan*, 26(2), 83-93.
- Surya, M. I., Lailati, M., Ekasari, I., Nurlaeni, Y., Astutik, S., Normasiwi, S., ... Rozak, A. H. (2013). *Konservasi tumbuhan di Kebun Raya Cibodas sebagai penyelamat keanekaragaman hayati pegunungan Indonesia*. Lokakarya Nasional Keanekaragaman Hayati Sebagai Modal Dasar Pembangunan. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/283570883_Konservasi_tumbuhan_di_Kebun_Raya_Cibodas_sebagai_penyelamat_keanekaragaman_hayati_pegunungan_Indonesia
- Sutopo, L. (2004). *Teknologi benih*. Jakarta: Rajawali Pers.
- Thomas, D. C., Ardi, W. H., & Hughes, M. (2011). Nine new species of *Begonia* (*Begoniaceae*) from South and West Sulawesi, Indonesia. *Edinburgh Journal of Botany*, 68(2), 225-255.
- Zubair, M. S., Anam, S., Khumaidi, A., Susanto, Y., Hidayat, M., & Ridhay, A. (2016). Molecular docking approach to identity potential anticancer compounds from *Begonia* (*Begonia* spp.). Proceeding of the International conference on Science and Technology (ICST 2015), Yogyakarta, Indonesia.