

Pengelolaan bank biji Kebun Raya Eka Karya Bali

Management of Eka Karya Bali Botanic Garden's seed bank

DEWI LESTARI[✉], NI PUTU SRI ASIH[✉]

UPT Balai Konservasi Tumbuhan Kebun Raya "Eka Karya" Bali, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI), Candikuning, Baturiti, Tabanan 82191, Bali. Tel. +62 368 2033211, ✉email: dewi016@lipi.go.id, ✉nipu002@lipi.go.id

Manuskrip diterima: 17 Februari 2015. Revisi disetujui: 30 April 2015.

Abstrak. Lestari D, Asih NPS. 2015. *Pengelolaan bank biji Kebun Raya Eka Karya Bali. Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 1: 515-520.* Saat ini terjadi penurunan keanekaragaman hayati secara signifikan di dunia. Hal ini terjadi karena adanya tekanan atau perubahan terhadap populasi tumbuhan, peningkatan populasi manusia dan kebutuhannya, program pemuliaan tanaman yang mengakibatkan keseragaman genetik dan perubahan bentuk lahan yang menyebabkan kerusakan habitat. Bank biji merupakan salah satu metode konservasi yang dianggap paling efisien karena tidak memerlukan ruang yang luas, waktu penyimpanannya relatif lebih lama, jumlah keanekaragaman yang dilestarikan relatif lebih banyak dan mempermudah penyediaan produk genetik. Bank biji Kebun Raya Eka Karya Bali (KREKB) telah dirintis sejak tahun 2006, sehingga diperlukan kajian untuk mereview sejauh mana pengelolaannya selama ini, kegiatan apa yang dilakukan dan bagaimana hasil yang didapatkan. Kajian dilakukan dengan observasi maupun studi pustaka. Hasil kajian menunjukkan bahwa kegiatan bank biji KREKB masih terbatas pada pemrosesan biji ortodoks untuk penyimpanan suhu rendah, menyimpan biji-biji dari tanaman koleksi KREKB yang tahan terhadap pengeringan (ortodoks), melakukan karakterisasi sifat biji dan monitoring viabilitas biji yang disimpan dengan melakukan test perkecambahan dan melakukan regenerasi ketika jumlah biji tinggal sedikit atau ketika viabilitasnya mulai menurun. Pengelolaan bank biji KREKB masih jauh dari kondisi ideal yang diharapkan. Hal ini terjadi karena terbatasnya sumber biji dan masih terbatasnya kuantitas dan kualitas SDM pelaksanaannya.

Kata kunci: Bank biji, Kebun Raya Eka Karya, penyimpanan, biji ortodoks, viabilitas

Abstract. Lestari D, Asih NPS. 2015. *Management of Eka Karya Bali Botanic Garden's seed bank. Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 1: 515-520.* Global biodiversity is decline significantly. This occurs due to pressure or changes in plant populations, increasing human population, and its needs, plant breeding programs that resulted in genetic uniformity and landform changes that causing habitat destruction. The seed bank is one of the conservation methods that considered as the most efficient because it does not require a large space, a relatively longer storage time, the more amount of diversity that being conserved and facilitate the provision of genetic products. Seed bank of Eka Karya Botanic Garden, Bali has been initiated since 2006, thus, it is necessary to review its management, what its activities and how the results were obtained. The study was conducted by observation and literature. The results showed that the seed bank of Eka Karya Botanic Garden activity was limited to process orthodox seed from their plant's collection, storing the seeds that resistant to drying (orthodox), characterizing the seed storage through the germination test and restocking when its number was low or when its viability was declining. The seed bank management was still far from expected conditions. This was due to limited resources and the limited quantity and quality of its administrators.

Keywords: Seed bank, Eka Karya Botanical Garden, seed storage, orthodox seed, seed viability

PENDAHULUAN

Saat ini terjadi penurunan keanekaragaman hayati di Indonesia dan dunia pada umumnya. Hal ini terjadi karena adanya tekanan atau perubahan terhadap populasi tumbuhan (budidaya dan liar), peningkatan populasi manusia dan kebutuhan, program pemuliaan tanaman yang menimbulkan keseragaman genetik, konversi lahan yang menyebabkan kerusakan habitat, perubahan iklim, invasi spesies eksotik dan pemanfaatan yang tidak diatur (Ledig 2012; Ogwu et al. 2014). Oleh karena itu, diperlukan berbagai upaya konservasi baik *ex-situ* maupun *in-situ* untuk menyelamatkan keanekaragaman hayati tersebut, baik di tingkat genetik, spesies maupun ekosistem.

Bank biji merupakan salah satu metode konservasi *ex-situ* yang efisien untuk menyelamatkan keanekaragaman hayati di tingkat spesies dan genetik. Bank biji efisien karena murah dan mudah dilakukan, tidak memerlukan ruang yang luas namun dapat menyimpan biodiversitas di tingkat genetik dalam waktu yang relatif lama dan jumlah keanekaragaman genetik yang dilestarikan pun relatif lebih banyak (Kasso et al. 2013; Salazar et al. 2013). Dengan demikian, bank biji memiliki peran yang strategis dalam menekan laju kepunahan biodiversitas.

Semula konservasi keanekaragaman genetik melalui bank biji hanya mengumpulkan benih tumbuhan pangan, namun sejak *Global Strategy for Plant Conservation* (GPSC) diadopsi pada tahun 2002, biji tumbuhan liar (wild species) pun mulai dikumpulkan (Li dan Pritchard 2009;

Seaton dan Pritchard 2011; Hay dan Probert 2013). Kebun raya dan jaringannya pun mulai bergerak melalui program *Millennium Seed Bank Partnership*. Hal ini sesuai amanat *Convention on Biological Diversity (CBD)*, *Botanical Garden Conservation International (BGCI)*, *International Plant Genetic Resource Institute (IPGRI)* dan FAO (Rao et al. 2006).

Pusat Konservasi Tanaman Kebun Raya Bogor (PKT KRB) sebagai salah satu lembaga konservasi *ex-situ* pun mulai mengadopsi upaya tersebut dengan menyusun tolok ukur konservasi biji koleksi kebun raya pada tahun 2006-2011. Kegiatan ini bertujuan mengembangkan metode pengecambahan dan penyimpanan biji yang sesuai untuk setiap jenis tanaman koleksi yang terseleksi, melengkapi sarana dan prasarana yang diperlukan untuk kegiatan pemrosesan, pengujian dan penyimpanan biji dan memperbaiki sistem pengelolaan bank biji (Aryati 2006). Mulai saat itulah bank biji di empat kebun raya Indonesia, termasuk Kebun Raya Eka Karya Bali (KREKB) berdiri.

Kini bank biji KREKB telah melakukan kegiatan konservasi biji selama delapan tahun sehingga diperlukan kajian untuk mereview sejauh mana pengelolannya selama ini. Review ini dilakukan untuk mengetahui kegiatan apa yang telah dilakukan dan bagaimana hasil yang didapatkan. Diharapkan kegiatan ini dapat digunakan sebagai dasar untuk merumuskan upaya perbaikan ataupun peningkatan untuk pencapaian tujuan bank biji selanjutnya.

BAHAN DAN METODE

Kajian ini dilakukan di bank biji Kebun Raya Eka Karya Bali (KREKB) yang berlokasi di Desa Candikuning, Kecamatan Baturiti, Kabupaten Tabanan, Bali. Kajian dilakukan dengan mengobservasi kegiatan dan hasil bank biji serta melakukan kajian pustaka. Data yang didapatkan kemudian dianalisis secara deskriptif, ditampilkan dalam bentuk tabel dan diagram.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bank biji KREKB telah berdiri sejak tahun 2006, bersamaan dengan bank biji kebun raya Indonesia lainnya. Awal pendirian diisi dengan kegiatan menyiapkan sumber daya manusia (SDM) dan sarana-prasarana. Penyiapan SDM dilakukan dengan mengirim staf untuk mengikuti pelatihan konservasi biji, pelatihan pengelolaan bank biji dan melakukan studi banding ke Balai Penelitian Teknologi Perbenihan (BPTP) Bogor. Kini, bank biji dikelola oleh dua orang, satu peneliti dan satu kandidat peneliti serta berada di bawah koordinasi laboratorium konservasi *ex situ*.

Kegiatan bank biji awalnya dilakukan di ruangan laboratorium kultur dan museum biji karena ketiadaan alat. Namun kini, bank biji telah memiliki ruangan dan alat tersendiri (Gambar 1). Peralatan minimal untuk penelitian dan penyimpanan biji ortodoks seperti desikator, oven, neraca, botol, gerinda dan lemari pendingin juga telah tersedia.

Kegiatan bank biji KREKB terdiri atas 7 kegiatan, yaitu pengumpulan biji, ekstraksi biji, pengeringan biji, pengujian viabilitas, penyimpanan biji, pengumpulan data pada database dan pemanfaatan.

Pengumpulan biji

Biji yang diproses bank biji saat ini adalah biji yang dikumpulkan dari tumbuhan koleksi KREKB. Hal ini belum sesuai praktik bank biji pada umumnya. Bank biji idealnya mengambil koleksinya dari banyak individu di populasi alamnya supaya keanekaragaman genetik yang ada di alam terselamatkan dan tujuan konservasi *ex situ* untuk membentuk populasi baru, reintroduksi, atau memperkaya populasi yang sudah ada dapat tercapai (Rao et al. 2006). Bank biji juga harus mengumpulkan jenis yang tak hanya dinyatakan telah langka, namun juga jenis-jenis lain yang rentan langka karena terjadinya perubahan iklim saat ini (Godefroid dan Vanderborgh 2010).

Idealnya, biji yang menjadi prioritas untuk dikumpulkan adalah biji yang bersifat ortodoks, status konservasinya punah, langka, rentan dan seterusnya, biji dari tumbuhan yang endemik, unik atau memiliki potensi ekonomi tinggi (Ensconet 2009). Mengingat tumbuhan koleksi KREKB dominan berusia muda dan produksi buahnya masih rendah, maka yang menjadi prioritas pengumpulan adalah jenis tumbuhan yang produksi buahnya melimpah dan terutama memiliki sifat penyimpanan ortodoks.

Biji idealnya dikumpulkan dari populasi tumbuhan pada saat kadar air, viabilitasnya dan kemampuannya berkecambah telah maksimum (Newton et al. 2013). Untuk itu, diperlukan beberapa pengujian. Namun hal ini sulit dilakukan di KREKB karena produksi biji terbatas sehingga pengujian secara terus menerus tidak dimungkinkan dilakukan. Biji dikumpulkan dari tumbuhan koleksi setelah melakukan pengamatan terhadap morfologi buah. Buah yang warnanya lebih gelap, daging buahnya matang, mudah dipetik dari tangkai buah dan ukurannya lebih besar dianggap layak untuk dikumpulkan bijinya. Hal ini seperti yang dilakukan Setyowati dan Utami (2008).

Ekstraksi biji dan pengukuran kadar air pasca panen

Ekstraksi dilakukan segera setelah biji dikumpulkan. Namun ada pula yang dilakukan beberapa saat setelahnya, terutama untuk biji yang memerlukan waktu pematangan lebih lanjut maupun memerlukan perlakuan khusus untuk ekstraksinya. Misalnya buah *Dysoxylum caulostachyum* (Lestari 2009).

Pengukuran kadar air biji mulai dilakukan segera setelah ekstraksi. Pengukuran kadar air dilakukan dengan mengukur berat biji sebelum dan sesudah dioven pada suhu 104°C selama 18 jam (Aryati 2006). Pengukuran kadar air dilakukan kembali sebelum biji ortodoks dikemas dan disimpan dalam suhu dingin, serta setelah biji disimpan dan akan diuji viabilitasnya.

Pengukuran kadar air pasca panen ini penting bagi bank biji KREKB. Jumlah biji yang dikumpulkan umumnya tidak memungkinkan untuk pengujian kadar air secara rutin, sehingga kadar air dan massa biji menjadi salah satu acuan dalam menentukan perilaku simpan. Ini sesuai

penelitian terdahulu yang menyatakan bahwa biji yang intoleran terhadap pengeringan (*recalcitrant*) umumnya besar, ukurannya $>0,5$ g, *fleshy*, berbentuk bulat atau lonjong, berkadar air tinggi, cepat berkecambah, kulitnya tipis dan tumbuh di habitat yang basah (hutan hujan tropis atau tempat yang basah di habitat yang lebih kering (Liu et al. 2005; Daws et al. 2006; Lan et al. 2014). Idealnya setelah ekstraksi, sejumlah pengujian biji harus dilakukan (Ensonet 2009), misalnya *cut test* dan analisis *x-ray*, namun jumlah biji tidak memungkinkan sehingga hal ini belum dapat dilakukan.

Pengeringan

Pengeringan biji bank biji KREKB dilakukan di dalam desikator. Namun karena jumlah dan kapasitas desikator terbatas, maka pengeringan dilakukan dengan membiarkan biji bersih terbuka pada suhu ruang. Penghitungan kadar air saat pengeringan ini sering terlewatkan, tidak terdata rutin karena jumlah SDM yang terbatas sehingga kadar air terakhir biji saat akan disimpan biasanya tidak diketahui. Biji biasanya baru dikemas dalam botol/plastik kemas dan dimasukkan ke freezer jika sudah berada di desikator selama setahun atau 3 bulan lebih dalam suhu ruang.

Pengujian viabilitas

Jumlah biji yang diperoleh umumnya terbatas jumlahnya sehingga pengujian viabilitas dengan perkecambahan tidak dapat dilakukan rutin. Uji perkecambahan dilakukan pada pasca panen, sebulan setelahnya, setahun setelahnya atau setahun sekali pada biji ortodoks yang telah disimpan pada *freezer*. Sekali uji membutuhkan 20 biji dan dilakukan sebanyak dua ulangan.

Praktik pengujian viabilitas KREKB tersebut belum sesuai dengan standar yang umum digunakan, namun Fay et al. (2013) menyatakan bahwa standar tersebut memang memerlukan banyak penyesuaian jika biji yang dikoleksi

adalah *wild species*. Pengumpulan biji *wild species* sering tidak dapat diprediksi. Jumlah yang didapatkan biasanya terbatas. Godefroid et al. (2010) juga menyatakan bahwa uji viabilitas melalui perkecambahan tidak disarankan dilakukan pada biji yang telah disimpan selama beberapa waktu. Biji yang telah disimpan dingin biasanya akan mengalami dormansi dan membutuhkan perlakuan pra tanam untuk memecahkan dormansinya. Jika tidak, uji tersebut tidak akan menunjukkan viabilitas yang sebenarnya.

Lebih lanjut menurut BSNI (2006), uji viabilitas alternatif yang bisa dilakukan untuk stok yang terbatas adalah uji *cut* (uji belah), uji TTZ dan uji aksisi. Hingga kini, uji dengan TTZ belum dilakukan di KREKB karena bahannya baru tersedia pada akhir tahun 2014 dan pengetahuan petugas masih terbatas untuk mempraktikkannya.



Gambar 1. Ruangan dan peralatan bank biji KREKB

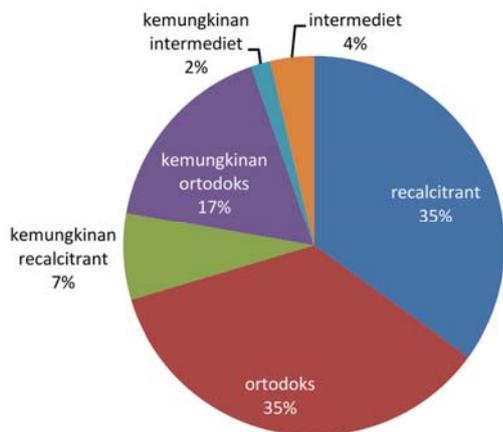
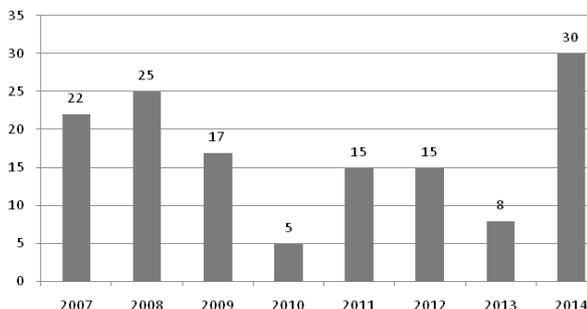


Gambar 2. A. Pengukuran kadar air pra dan pasca simpan. B. Penyimpanan biji ortodoks pada suhu -20°C . C. Pengujian viabilitas dengan tes perkecambahan di bak pasir

Tabel 1. Rekapitulasi hasil kegiatan bank biji KREKB

Nama	Jumlah (jenis)	Persentase
Koleksi kebun*	2392	
Karakterisasi	243	10,16%
Penyimpanan	132	5,52%

Keterangan: *) Data dari Registrasi KREKB per Maret 2015.

**Gambar 3.** Sifat penyimpanan biji yang telah dikarakterkan oleh bank biji KREKB**Gambar 4.** Jumlah jenis biji yang berhasil disimpan bank biji tahun 2007-2014.

Penyimpanan

Sifat penyimpanan biji terbagi menjadi 3, yaitu biji ortodoks, recalcitrant dan intermediet (Hong et al. 2004). Biji ortodoks adalah biji yang tahan dikeringkan hingga kadar air 5-10% tanpa menyebabkan kematian biji. Biji tersebut tahan pada pengeringan dan penyimpanan dalam suhu rendah dan penyimpanan suhu rendah tersebut dapat meningkatkan umur simpannya. Biji recalcitrant adalah biji yang tidak tahan pengeringan dan penyimpanan suhu rendah sementara biji intermediet adalah biji yang kadar airnya tinggi seperti biji recalcitrant namun tahan terhadap

desikasi, meskipun tidak setahan biji ortodoks (Berjak dan Pammeter 2008).

Pada praktiknya, penentuan karakter simpan di KREKB tidak hanya berdasarkan viabilitas biji setelah desikasi dan penyimpanan suhu rendah namun juga oleh morfologi biji dan kadar air pasca panennya. Sifat penyimpanan biji juga ditentukan melalui tinjauan pustaka karena banyaknya penelitian yang telah dilakukan oleh peneliti lain, semisal Sutarno dan Utami (2007); Setyowati (2009); Hisham et al. (2013).

Hingga Februari 2015, koleksi yang berhasil dikarakterkan sifat penyimpanannya dan berhasil disimpan bijinya adalah sebanyak 343 spesies dan 132 spesies (Tabel 1). Jumlah tersebut baru mencapai 10, 16% dan 5,52% dari keseluruhan spesies yang dikoleksi di KREKB.

Capaian yang masih rendah ini disebabkan oleh keterbatasan kuantitas dan kualitas SDM yang mengelola bank biji. Pengelola yang hanya berjumlah dua orang tidak mampu menjangkau keseluruhan kebun yang luasnya 157 ha. Kedua, adalah karena produksi buah dan biji tumbuhan koleksi yang masih rendah. Tumbuhan koleksi kebun dominan berumur muda sehingga produktivitas buahnya masih rendah. Perbedaan habitat antara tumbuhan di alam dan ketika ditanam di kebun raya juga menyebabkan produktivitas pembuahan lebih lama dan lebih sedikit.

Jika dilihat dari sifat penyimpanan bijinya (Gambar 3), maka 243 spesies yang telah dikarakterkan terdiri atas 86 jenis ortodoks (35%), 85 jenis rekalsitran (35%), 9 jenis intermediet (4%), 41 jenis kemungkinan ortodoks (17%), 18 jenis kemungkinan rekalsitran (7%) dan 4 jenis kemungkinan intermediet (2%). Biji yang digolongkan kemungkinan recalcitrant dan kemungkinan ortodoks masih perlu diuji ulang viabilitasnya karena jumlah bijinya saat ini belum mencukupi untuk dikecambahkan secara rutin dan berulang.

Jika karakterisasi terus rutin dilakukan hingga mencakup seluruh koleksi tumbuhan KREKB, diduga biji recalcitrant akan lebih mendominasi karena biji dari tumbuhan tropis atau beriklim dingin dan basah biasanya bersifat recalcitrant (Warrier et al. 2009; Hay et al. 2013). Oleh karena itu, diperlukan upaya penyimpanan alternatif supaya biji recalcitrant ini juga tetap terjaga keberlanjutannya, salah satunya dengan kriopreservasi (Pieruzzi et al. 2011; Kaviani 2011; Walters et al. 2013; Xia et al. 2014).) Dengan demikian, sarana prasarana untuk teknik kriopreservasi sebaiknya mulai dipersiapkan.

Biji ortodoks yang berhasil disimpan per tahun sejak tahun 2007 hingga tahun 2014 sebanyak 22, 17, 17, 5, 15, 15, 8 dan 30, sehingga jumlah totalnya sebanyak 137 jenis (Gambar 4). Namun hingga Februari 2015, jumlah biji yang disimpan dan viabilitasnya masih terjaga > 20% adalah sebanyak 132 spesies. Biji yang berjumlah sedikit telah diperbanyak dan diperbarui stoknya.

Untuk penyimpanan biji dari tahun 2007 hingga 2014, jumlah jenis biji yang disimpan mengalami fluktuasi yang tajam. Penyimpanan biji yang paling banyak jenisnya terjadi pada tahun 2014 yaitu sebanyak 30 jenis dan paling sedikit 5 jenis pada tahun 2010. Fluktuasi jumlah spesies yang berhasil disimpan terjadi karena terbatasnya jumlah

SDM pengelola. Pengelola bank biji pada awal pendirian hingga tahun 2008 hanya 1 orang dan ditambah menjadi 2 orang pada tahun 2009. Namun pada tahun 2010 - 2013, pengelolaan kembali ditangani satu staf dan baru ditambah seorang staf mulai tahun 2014. Pengelolaan rutin bank biji serta tanggung jawabnya yang luas idealnya memang tidak ditangani satu atau dua staf. Kebun Raya Purwodadi menempatkan 8 stafnya untuk mengelola bank biji: 1 orang untuk menangani karakterisasi dan uji kadar air, 1 orang melakukan uji viabilitas dan pengamatan perkecambahan, 4 orang untuk pengamatan pembuahan dan pengumpulan biji, 2 orang untuk pemrosesan/ekstraksi biji (Irawanto et al. 2009).

Pengumpulan data

Pengumpulan koleksi biji tanpa disertai data adalah sebuah kerugian karena data biji sangat penting artinya di kemudian hari. Data koleksi biji seperti ukuran, bentuk, morfologi bunga, buah dan bijinya sangat penting untuk pengenalan tumbuhan (memahami taksonomi dan sistematika tumbuhannya). Data habitat, seperti curah hujan, ketinggian, kemiringan, bentuk lahan, geologi, fisiognomi vegetasi, tanaman yang berasosiasi dengannya dan karakter tanahnya penting untuk kebutuhan restorasi. Sedangkan karakter populasi, seperti fenologi, jumlah tanaman, persentase produsen biji, polinasi dan mekanisme pemencaran, predasi menjadi data yang penting untuk menetapkan kebijakan konservasinya (Ensonet 2009)

Pengumpulan data ini masih minim dilakukan di bank biji KREKB. Selama ini, pencatatan baru dilakukan pada morfologi biji, data perkecambahan dan foto biji koleksi. Pendataan tidak rutin dilakukan karena keterbatasan jumlah SDM. Database koleksi bank biji juga belum tersusun. Sebagian foto koleksi bank biji KREKB bisa diakses dalam sebuah blog tak berbayar beralamat <http://seedbankofekakarya.tumblr.com>. Ke depan, penyusunan data base bank biji ini sebaiknya terkoneksi dengan website resmi Kebun Raya Bali.

Pemanfaatan

Koleksi bank biji KREKB baru digunakan untuk menyumbang ke pihak lain (KR Bogor maupun Guangzhou), memperbanyak koleksi yang sudah ada dan untuk kegiatan reboisasi di luar lingkungan KREKB. Koleksi juga dimanfaatkan untuk kegiatan penelitian mengenai perkecambahan.

Kegiatan tersebut baru memenuhi 2 fungsi, yaitu fungsi *complementary* dan *active collection*, dalam skala yang masih sangat kecil, dari 3 fungsi yang diharapkan dari keberadaan bank biji di kebun raya: (i) *complementary collections*, yaitu sebagai duplikat dari tanaman-tanaman koleksi kebun raya sehingga kesinambungan eksistensi jenis-jenis tanaman koleksi dapat terjaga, (ii) *supplementary collections*, yaitu meningkatkan keanekaragaman koleksi kebun raya, dan (iii) *active collections*, yaitu koleksi biji untuk pemanfaatan yang lebih luas seperti untuk penelitian, reintroduksi dan tukar-menukar biji (Aryati 2006).

Pemanfaatan tersebut masih jauh dari tujuan utama bank biji, yaitu menyediakan material yang layak untuk

membentuk populasi baru, reintroduksi, atau memperkaya populasi yang sudah ada (Menges et al. 2004). Oleh karena itu, diperlukan upaya penambahan koleksi dari populasi yang terdapat di alam. Hal ini bisa ditempuh dengan melakukan eksplorasi tersendiri maupun bekerja sama dengan stakeholder lain, semisal instansi lokal, hobiist, sukarelawan maupun komunitas lokal seperti yang dilakukan UWBG (2014). Meskipun melihat stakeholder lain, pengambilan harus mengacu pada protokol pengambilan material yang telah ada dan didahului penelitian reproduktif, genetik dan demografi, sejarah sehingga penentuan populasi yang menjadi target memang tepat (Richard et al. 2007). Oleh karena itu, diperlukan pelatihan-pelatihan terlebih dahulu. Hal ini seperti yang diungkapkan Merrit dan Dixon (2011) bahwa bank biji harus meningkatkan skalanya supaya mampu menyimpan dalam skala besar dan harus meningkatkan kapasitasnya untuk mendiseminasikan pengetahuan mengenai restorasi dan teknologi perbenihan melalui pelatihan-pelatihan kepada masyarakat luas. Kerja sama antar instansi, antar kebun raya dan masyarakat di tingkat lokal dan internasional harus dikembangkan dan kesadaran pentingnya konservasi genetik harus terus ditingkatkan. Hal ini bisa dilakukan dengan terus menerus meyakinkan pada stakeholder apa kegunaan keanekaragaman genetik tersebut bagi kehidupan dan apa risikonya jika tidak dikonservasi (Ford-Lloyd et al. 2011).

DAFTAR PUSTAKA

- Aryati SR. 2006. Seed storage. Presentasi pada Pelatihan Konservasi Biji. Kebun Raya Bali, 29 Juni 2006.
- Berjak P, Pammeter NW. 2008. From Avicennia to Zizania: seed recalcitrance in perspective. *Ann Bot* 101: 213-228.
- BSNI. 2006. Uji Cepat Viabilitas Benih Tanaman Kehutanan: Tusam, Mangium, Sengon, Mahoni dan Gmelina. BSNI, Bogor.
- Daws MI, Garwood NC, Pritchard HW. 2006. Prediction of desiccation sensitivity in seeds of woody species: a probabilistic model based on two seed traits and 104 species. *Ann Bot* 97: 667-674.
- Ensonet. 2009. Ensonet Curation Protocol and Recommendation. Ensonet. Royal Botanic Garden, London.
- Ford-Lloyd BV, Schmidt M, Armstrong SJ et al. Crop wild relatives- undervalued underutilized and under the threat? *Bioscience* 61: 559-565.
- Godefroid S, de Vyver AV, Vanderborgh T. 2010. Germination capacity and viability of threatened species collections in seed banks. *Biodivers Conserv* 19: 1365-1383.
- Godefroid S, Vanderborgh T. 2010. Seed banking of endangered plants: are we conserving the right species to address climate change. *Biodivers Conserv* 19: 3049-3058.
- Hay FR, Probert RJ. 2013. Advances in seed conservation of wild plant species: a review of recent research. *Conserv Physiol* 1: 1-11.
- Hisham MM, Tahir HMM, Abbas MA et al. 2013. Modeling the effect of storage duration on germination percentage of the seeds of *Azadirachta indica* A. Juss, *Conocarpus lancifolius* Engl & Diel and *Sterculia setigera* Delile. *JFPI* 2: 47-52.
- Hong TD, Lington S, Ellis RH. 2004. Compendium of Information on Seed Storage Behaviour. Royal Botanic Garden, Kew, London.
- Irawanto R, Fiqa AP, Marsono R, Mistijah. 2009. Laporan Hasil Kegiatan Peningkatan Mutu Koleksi Biji Kebun Raya Purwodadi. Kebun Raya Purwodadi, Pasuruan.
- Kasso M, Balakhrisan M. 2013. Ex Situ conservation of biodiversity with particular emphasis to Ethiopia. Hindawi ISRN Biodiversity. DOI: 10.1155/2013/985037.
- Kaviani B. 2011. Conservation of plant genetic resources by cryopreservation. *AJCS* 5:778-800.

- Lan Q, Xia K, Wang X, Liu J, Zhao J, Tan Y. Seed storage behavior of 101 woody species from the tropical rainforest of southern China: a test of the seed-coat ratio-seed mass (SCR-SM) model for determination of desiccation sensitivity. *Austr J Bot* 62: 305-311.
- Ledig FT. 2012. Climate change and conservation. *Acta Silv Lign Hung* 8: 57-74.
- Lestari D. 2009. Daya hidup biji majegau (*Dysoxylum caulostachyum* Miq) dan rijasa (*Elaeocarpus grandiflorus* Je.Smith. Prosiding Seminar "Peranan Konservasi Flora Indonesia dalam Mengatasi Dampak Pemanasan Global". Kebun Raya Eka Karya Bali, 14 Juli 2009.
- Li DZ, Pritchard HW. 2009. The science and economics of ex situ plant conservation. *Trends Pl Sci* 14: 614-621.
- Liu Y, Qiu YP, Zhang L et al. 2005. Dormancy breaking and storage behavior of *Garcinia cowa* Roxb. (Guttiferae) seeds: implications for ecological function and germplasm conservation. *JIPB* 47: 38-49.
- Menges ES, Guerrant EO Jr, Hamzé S. 2004. Effects of seed collection on the extinction risk of perennial plants. In: Guerrant EO Jr, Havens K, Maunder M (eds.) *Ex Situ Plant Conservation: Supporting Species Survival in the Wild*. Island Press, Covelo.
- Merritt DJ, Dixon KW. 2011. Restoration seed bank a matter of scale. *Science* 332: 424-425.
- Newton RJ, Hay FR, Ellis RH. 2013. Seed development and maturation in early spring-flowering *Galanthus nivalis* and *Narcissus pseudonarcissus* continues post-shedding with little evidence of maturation in planta. *Ann Bot* 111: 945-955.
- Ogwu MC, Osawaru ME, Ahana CM. 2014. Challenging in conserving and utilizing plant genetic resource (PGR). *Int J Genet Mol Biol* 6: 16-22.
- Pieruzzi FP, dos Santos LW, Walters C et al. 2011. Cryopreservation of embryonic cell lines of *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Kuntze. *J Cryobiol* 63: 339-339.
- Rao NK, Hanson J, Dulloo ME, Ghosh K, Nowell D, Larinde M. 2006. *Manual of Seed Handling in Genebanks*. Biodiversity International, Rome.
- Richards CM, Antolin MF et al. 2007. Capturing genetic diversity of wild populations for ex situ conservation: Texas wild rice (*Zizania texana*) as a model. *Genet Resour Crop Evol* 54:837-848.
- Seaton PT, Pritchard HW. 2011. Orchid seed stores for sustainable use: a model for future seed-banking activities. *Lankesteriana* 11: 349-353.
- Salazar A, Maschinski J, Powell D. 2013. Ex-situ seed conservation of endangered key tree cactus (*Pilosocereus robinii*). *J Biodivers Endanger Sp* 1: 1-4.
- Setyowati N, Utami NW. 2008. Pengaruh tingkat ketuaan buah, perlakuan perendaman dengan air dan larutan GA3 terhadap perkecambahan *Brucea javanica* (L.) Merr. *Biodiversitas* 9: 13-16
- Setyowati N. 2009. The effect of seed maturity, temperature and storage period on vigor of *Picrasma javanica* Bl. seedling. *Biodiversitas* 10: 49-53.
- Sutarno H, Utami NW. 2007. Suhu kardinal perkecambahan biji *Brucea javanica* (L.) Merr. dan respon fisiologi pengeringan bijinya. *Biodiversitas* 8: 138-140.
- UWBG [University of Washington Botanical Garden]. 2014. *Ex-situ Conservation of Rare Native Plants 2014 Annual Report*. School of Environmental and Forest Sciences College of the Environment, Washington.
- Walters C, Berjak P, Pammenter N, Kennedy K, Raven P. 2013. Preservation of recalcitrant seeds. *Science* 339: 915-916.
- Warrier RR, Singh BG, Anandalaksmi R, Sivakumar V, Geetha S, Kumar AM, Hedge MT. 2009. Standardization of storage conditions to prolong viability of seeds of *Artocarpus heterophyllus* Lam- a tropical fruit tree. *ARPN J Agric Biol Sci* 4: 6-9.
- Xia K, Hill LM, Li D, et al. 2014. Factors affecting stress tolerance in recalcitrant embryonic axes from seeds of four *Quercus* (Fagaceae) species native to the USA or China. *Ann Bot* 114: 1747-1759.