

# KONSERVASI DAN DISTRIBUSI SUMBER DAYA GENETIK TANAMAN

Chaireni Martasari

## PENDAHULUAN

Sumber daya genetik adalah substansi yang terdapat dalam setiap makhluk hidup dan merupakan sumber sifat keturunan yang dapat dimanfaatkan dan dikembangkan atau ditarik untuk menciptakan jenis unggul atau kultivar baru. Sumber daya genetik meliputi kerabat liar, kultivar landras, dan kultivar/varietas unggul.

Kerabat liar yang dimaksud adalah kelompok tumbuhan yang memiliki hirarki genetik dengan kultivar budidaya namun belum tereksploitasi dan termanfaatkan untuk kebutuhan manusia. Berdasarkan sejarah pembudidayaan dan penggunaan potensinya, kerabat liar digolongkan menjadi tiga kelompok yaitu : (1) jenis-jenis yang mungkin mempunyai nilai ekonomi, tetapi sama sekali belum dibudidayakan atau dipetik hasilnya; (2) jenis-jenis yang sudah dipetik dan dimanfaatkan hasilnya tetapi belum atau tidak dibudidayakan; (3) jenis-jenis yang tidak dipetik hasilnya, akan tetapi setelah mengalami atau melalui pemuliaan baru kemudian dibudidayakan dan dimanfaatkan.

Kultivar landras adalah kelompok tumbuhan yang pembudidayaannya dilakukan secara sederhana dan telah dipetik hasilnya oleh masyarakat. Kultivar ini biasanya mempunyai daya adaptasi tinggi terhadap habitatnya dan tahan terhadap tekanan lingkungan yang bersifat fisik maupun biologi. Hal ini dimungkinkan karena seleksi gen tahan lingkungan biotik dan abiotik telah terjadi secara alamiah.

Kultivar/varietas unggul diciptakan dengan merakit sifat-sifat yang baik melalui pemuliaan dari beberapa sumber daya genetik. Pemuliaan dilakukan dengan berbagai metode konvensional dan inkonvensional dengan memanfaatkan keragaman genetik. Kegiatan pemuliaan berlangsung terus menerus sesuai dengan perkembangan zaman. Hal ini dilakukan untuk mengantisipasi perubahan dan peningkatan kebutuhan manusia, serta perkembangan hama dan penyakit.

Konservasi terhadap berbagai jenis sumber daya genetik dapat diartikan sebagai suatu upaya pengelolaan yang pemanfaatannya dilakukan secara bijaksana untuk menjamin kesinambungan persediaannya dengan tetap memelihara dan meningkatkan kualitas nilai dan keanekaragamannya. Tujuan dari konservasi sumber daya genetik sangat tergantung dari *goal* yang ingin dicapai (Soekotjo, 2004) :

1. Bagi *breeders dan/atau biotechnologists*, kegiatan ini bertujuan untuk menyediakan sumber daya genetik sehingga dapat digunakan saat diperlukan.
2. Bagi ahli biologi evolusioner, konservasi sumber daya genetik bertujuan untuk menjamin dan memelihara kemampuan adaptasi, evolusi dan seleksi dari jenis dalam populasinya agar mampu menyesuaikan diri dengan perubahan yang akan terjadi khususnya dari persyaratan ekologi, ekonomi serta viabilitas yang mendukung ekosistem.
3. Bagi ahli kekonservasian, konservasi bertujuan agar jenis-jenis target dan habitatnya lestari.
4. Bagi awam, konservasi bertujuan agar keanekaragaman hayati terjamin keberlangsungan hidupnya.

## **METODE KONSERVASI SDG**

Ada beberapa cara yang dapat diterapkan untuk melakukan konservasi genetik yaitu: (1) Konservasi *in-situ*, yang dikerjakan/dibangun di wilayah tanaman berasal. Secara teoritis, konservasi *in-situ* lebih menguntungkan sebab selain jenis tumbuhan yang akan dikonservasi, dipertahankan juga habitat atau ekosistem dimana tumbuhan tersebut tumbuh dan berkembang; (2) Konservasi *ex situ*, yang dikerjakan/dibangun di luar wilayah asal tanaman, meliputi kebun benih, kebun klon, bank klon, dan pertanaman uji provenans. Konservasi dengan cara ini sangat menguntungkan guna kepentingan pemuliaan dan program pengkonservasian kembali yang dikaitkan dengan peningkatan kualitas genetik.

Masing-masing metode konservasi ini memiliki kelebihan dan kelemahan masing-masing. Namun kedua metode ini saling melengkapi (*complementary*) dalam penyelamatan sumberdaya genetik. Konservasi *ex situ* akan efektif dilakukan apabila memang sangat tidak dimungkinkan untuk melakukan konservasi *in situ* pada jenis yang diinginkan, atau terdapat ancaman kerawanan yang tinggi sehingga keamanan jenis tidak dapat dijamin pada lingkungan aslinya. Sedangkan konservasi *in situ* akan efektif dilakukan apabila fungsi dan proses ekosistem serta proses interaksi antar spesies dalam kawasan konservasi berjalan sesuai dengan sifat alaminya, tanpa gangguan, sehingga memunculkan karakteristik yang tepat untuk konservasi *in situ*.

### **1. Konservasi *in situ***

Cara konservasi ini adalah melestarikan plasma nutfah di dalam komunitas dan ekosistemnya. Cara konservasi ini pada umumnya cocok untuk jenis-jenis liar, sebab untuk konservasi jenis liar sering timbul kesukaran-kesukaran yang disebabkan oleh faktor

adaptasi terhadap daerah dan iklim yang baru, faktor hama dan penyakit dan ukuran perawakan serta daur hidupnya.

Menurut Maxted *et al.*, (1997), konservasi sumber daya genetik secara *in situ* yang umum dilakukan adalah dalam bentuk cagar alam (*genetic reserve*), peladangan petani (*on farm*) dan pekarangan rumah (*home garden*). Pengawasan pada konservasi *in situ* harus dilakukan secara teratur, berkesinambungan dengan menjaga kestabilan keseimbangan ekosistem sehingga tujuan konservasi dapat dicapai.

a) Cagar alam (*Genetic reserve*)

Cagar alam ialah pengelolaan dan pengawasan terhadap keragaman genetik dalam populasi di lokasi habitat alami pada jangka waktu yang lama. Menurut Undang-undang no. 5 tahun 1990, konservasi *in situ* dilakukan di cagar alam yang menjadi bagian dari Kawasan Suaka Alam. Bentuk konservasi ini memiliki keuntungan dan kelemahan (Tabel 1). Konservasi ini memiliki keuntungan karena bersifat dinamis dimana sumber daya genetik dapat mengikuti perubahan lingkungan biotik dan abiotik, penyimpanan yang tepat untuk spesies rekalsitran dan mampu menyimpan banyak taxa dan kerabat liar. Kelemahan cagar alam adalah pemanfaatan materinya tidak dapat dilakukan dengan mudah, rentan kepunahan karena gangguan alam dan manusia secara langsung, dan diperlukan kegiatan supervisi dan monitoring pada level tinggi (Tabel 1).

Tabel 1. Keuntungan dan kelemahan bentuk konservasi sumber daya genetik secara *in situ*

Bentuk konservasi	Keuntungan	Kelemahan
Cagar alam ( <i>Genetic reserve</i> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dinamis; sumber daya genetik dapat mengikuti perubahan lingkungan biotik dan abiotik</li> <li>• Tepat untuk spesies rekalsitran</li> <li>• Menyimpan banyak taxa dan kerabat liar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Materi tidak dapat dimanfaatkan dengan mudah</li> <li>• Kepunahan karena gangguan alam dan manusia secara langsung</li> <li>• Membutuhkan supervisi dan monitoring pada level tinggi</li> </ul>
Peladangan petani ( <i>On-farm</i> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Konservasi dinamis dalam hubungannya terhadap perubahan lingkungan, hama dan penyakit</li> <li>• Menjamin konservasi tanaman landras</li> <li>• Menjamin konservasi kerabat liar, weedy dan tanaman tetua</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rapuh terhadap perubahan praktek pertanian</li> <li>• Membutuhkan pemeliharaan dan pendanaan yang cukup untuk petani</li> <li>• Terbatas pada jenis tanaman tertentu</li> <li>• Satu on farm hanya bisa untuk komoditas terbatas, untuk multi komoditas butuh areal yang luas</li> </ul>
Pekarangan	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Konservasi dinamis</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rapuh terhadap perubahan praktek pertanian</li> </ul>

rumah ( <i>Home garden</i> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menjamin konservasi tanaman landras selain tanaman pangan (buah-buahan, sayuran, tanaman obat, tanaman bumbu, dll)</li> <li>• Menjamin konservasi kerabat dan tanaman tetua</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Membutuhkan pemeliharaan dan subsidi pendanaan untuk petani</li> </ul>
------------------------------	---	---

Sumber: Maxted *et al.*, (1997)

b) Peladangan petani (*On-farm*)

Konservasi ini dilakukan pada peladangan petani, dimana pengelolaan dilaksanakan secara berkelanjutan. Keragaman genetik varietas tanaman ditumbuhkan dan dikembangkan secara lokal tradisional bersama-sama dengan spesies liar dan jenis *weedy* oleh petani dalam sistem budidaya tradisional. Keuntungan bentuk konservasi ini hampir sama dengan bentuk konservasi cagar alam (Tabel 1). Disini juga dijamin konservasi tanaman landras, kerabat liar, *weedy* dan tanaman tetua. Terdapat kelemahan konservasi ini diantaranya rapuh terhadap perubahan praktek pertanian, membutuhkan pemeliharaan dan pendanaan yang cukup untuk petani, terbatas pada jenis tanaman tertentu dan satu *on farm* hanya bisa untuk komoditas terbatas, untuk multi komoditas butuh areal yang luas

(c) Pekarangan rumah (*Home garden*)

Bentuk konservasi ini mirip dengan konservasi *on farm* dalam skala lebih kecil tetapi spesies yang dikonservasi adalah jenis tanaman yang digunakan oleh rumah tangga. Demikian juga keuntungan dan kelemahan dari konservasi ini sama dengan *on-farm*.

Keanekaragaman genetik pada konservasi *in situ* sesungguhnya merupakan sebuah hal yang kompleks, heterogen dan dinamis; keanekaragaman tersebut terwujud oleh adanya interaksi antara lingkungan secara fisik, sistem biologis dan populasinya, serta pengaruh manusia dan lingkungan sosial sekitar konservasi. Untuk melakukan konservasi atas konservasi tersebut diperlukan kebijakan yang tepat sehingga dapat menguntungkan semua pihak. Ada beberapa faktor yang perlu diperhatikan untuk mencapai tujuan konservasi *in situ* yang diharapkan (Anonim, 2010):

1. Pertimbangan atas berbagai macam kepentingan konservasi dikaitkan dengan hak masyarakat yang tinggal di sekitar wilayah konservasi. Konflik lahan yang seringkali terjadi pada kawasan konservasi, dimana masyarakat sekitar berusaha untuk menggarap tanah yang selanjutnya diakui sebagai miliknya membuat pemerintah tidak dapat mengabaikan keberadaan mereka. Tidak adanya pendekatan

yang tepat terhadap masyarakat akan menyebabkan setiap program yang direncanakan terhadap wilayah konservasi akan mendapat hambatan yang serius. Hal ini bukan saja karena ketidaktahuan masyarakat, tetapi juga karena masyarakat mencoba untuk mendapatkan atau memperluas tanah garapannya. Kondisi semacam ini dapat diatasi apabila pemerintah berusaha untuk mengakomodasi kepentingan mereka sejalan dengan program yang direncanakan. Keikutsertaan masyarakat dalam program yang direncanakan diharapkan akan membuat masyarakat berpikir/mengerti akan kepentingannya sehingga turut mewujudkan atau paling tidak menjaganya;

2. Kebijakan integrasi, koordinasi dan inovasi. Guna memperoleh hasil seperti yang diharapkan, maka harus ada wewenang dan tanggung jawab yang jelas antara pihak-pihak yang bekerja dalam lingkup kekonservasian. Pemerintah yang berusaha melakukan konservasi konservasi dan instansi swasta yang pada umumnya mementingkan aspek komersial, harus mengadakan integrasi dan koordinasi sehingga masing-masing pihak dapat mengambil keuntungan tanpa merugikan pihak yang lain dalam hal ini berkaitan dengan pengelolaan konservasi konservasi.
3. Kapasitas dan kerjasama antar institusi pemerintah. Program yang dicanangkan pemerintah, seringkali menimbulkan dampak yang tidak diharapkan dari adanya kebijakan antar departemen yang saling berbenturan. Sebagai contoh, tidak jarang kebijakan pada bidang pertanian membuat program penghijauan kawasan konservasi menjadi tidak mungkin dilaksanakan karena perubahan tata guna lahan secara sepihak. Hal seperti ini seharusnya bisa dihindari apabila masing-masing departemen saling menghargai dan bias menyamakan persepsi atas status suatu lahan. Bahkan akan sangat menguntungkan apabila antar departemen melakukan kerjasama untuk mengelola lahan sehingga pemanfaatannya bias maksimal.
4. Penunjukan secara tepat berkait dengan tipe konservasi yang sesuai. Untuk dapat memutuskan secara tepat tipe konservasi yang diperlukan, harus dipahami lebih dahulu bahwa ekosistem konservasi sangat kompleks, baik menyangkut jenis-jenis tumbuhan yang ada di dalamnya, nilai ekonomi kayu atau tumbuhannya maupun status populasinya.
5. Pengembangan kebijakan konservasi yang terintegrasi. Mengingat pentingnya konservasi genetik maka pihak-pihak yang bergerak di bidang plasma nutfah, pemerintah maupun swasta, hendaknya menangani permasalahan ini secara khusus. Apabila perlu sangat dimungkinkan pelaksanaan konservasi genetik ini dengan melibatkan berbagai unsur secara terpadu agar diperoleh hasil yang maksimal.

## 2. Konservasi ex situ

Konservasi ex situ ialah pengelolaan sumber daya genetik di luar habitat alaminya. Sering kali digunakan juga istilah *gene bank* sebagai pengganti istilah *ex situ*, bilamana materi konservasi genetik yang dibangun berbentuk koleksi klon yang ada di lapangan, kebun benih maupun pertanaman (Maxted *et al.*, 1997). Menurut Ford-Llyod dan Jackson (1986) konservasi plasma nutfah secara *ex situ* merupakan cara pelestarian yang aman dan efisien dan membuat sumber genetik selalu tersedia bagi para pemulia dan pengguna lainnya. Teknik ini secara umum tepat untuk tanaman yang biasa dibudidayakan, family dan kerabat liarnya.

Menurut Maxted *et al.*, (1997), terdapat beberapa bentuk konservasi *ex situ* yaitu koleksi lapang, penyimpanan biji, penyimpanan persediaan meristem dan jaringan, *in vitro*, penyimpanan DNA/pollen dan kriopreservasi.

### a) Koleksi lapang/tumbuhan hidup

Koleksi benih atau bahan hidup dari satu lokasi yang ditransfer dan ditanam di lokasi lain (Hawkes *et al.*, 2000). Konservasi ini biasanya mengumpulkan banyak aksesori dari sedikit spesies. Koleksi ini dapat dilakukan pada kebun raya, Arboreta, kebun buah-buahan, kebun tanaman luar (introduksi), kebun pemuliaan dan bentuk kebun-kebun yang lain. Keuntungan dari bentuk konservasi ini adalah kemudahan dalam karakterisasi, evaluasi tanaman, persilangan pemuliaan dan perbanyakan klonal dapat dilakukan sewaktu-waktu. Kelemahan yang sering dijumpai dalam konservasi ini ialah rawan kepunahan akibat hama/penyakit, iklim yang ekstrim, konsumsi benih simpan oleh petani akibat bencana kelaparan/panen yang gagal, kebakaran lahan, konflik sosial, serta perubahan fungsi lahan (Acheampong 1996, Morales *et al.* 1996, Ng dan Ng 1996, Taylor 1996a, Taylor dan Murikami 2000), dan tingginya biaya operasional.

### b) Bentuk penyimpanan biji

Konservasi ini dimulai dengan pengambilan sampel biji di satu lokasi dan mentransfernya ke bank gen untuk penyimpanan. Sampel biasanya dikeringkan dengan kadar air rendah dan kemudian disimpan pada suhu dibawah nol. Diperoleh data dari Scarascia-Mugnozza dan Perrino (2002) yang menyatakan bahwa dari 6 juta koleksi *ex situ* yang dikelola di berbagai bank gen di dunia, 39% di antaranya berasal dari tanaman biji-bijian dan 15%-nya tanaman kacang-kacangan. Kelompok tanaman lain seperti golongan sayuran, umbian, rerumputan, dan lain-lain, berjumlah 8% atau kurang.

Dalam konservasi ini harus memperhatikan jenis biji yang akan disimpan, sebab atas dasar sifatnya ada 2 kelompok jenis biji yaitu :

- (i) Jenis yang orthodog yaitu jenis biji yang bereaksi positif terhadap pengeringan dan pendinginan atau juga disebut mempunyai kepekaan positif terhadap suhu rendah. Cara penyimpanan jenis ini dapat dilakukan dalam kondisi berikut :
  - kadar air sampai 5%
  - suhu penyimpanan 10°C, atau 0° sampai 20°C
  - tempat gelap, tidak terjadi pertukaran uap air, gas dan kelembaban udara kurang dari 70%, tempat penyimpanan dapat berupa kaleng, gelas atau kantong aluminium.
  - tekanan O<sub>2</sub> rendah dan CO<sub>2</sub> tinggi
- (ii) Jenis yang rekalsitran yaitu jenis biji yang bereaksi negatif terhadap pengeringan dan mungkin juga dengan pendinginan. Jenis ini banyak terdapat pada pertumbuhan tropis yang tumbuh di konservasi atau daerah basah. Contoh: *Cola*, *Artocarpus*, *Coffea*, *Theobroma*, *Havea* dan macam-macam palmae, cara penyimpanan setiap jenis mempunyai persyaratan yang berbeda dengan jenis yang lain.

Keuntungan yang diperoleh dari konservasi ini diantaranya efisien dan dapat diperbanyak, cocok untuk jangka menengah dan panjang, mampu mengkonservasi banyak taxa, mudah di akses untuk karakterisasi, evaluasi dan pemanfaatan, dan dapat konservasi dalam jumlah kecil. Kelemahan yang mungkin ditemui dalam konservasi ini adalah tidak dapat dilakukan pada biji rekalsitran dan keragaman genetik dapat hilang pada setiap siklus regenerasi.

(c) Bentuk penyimpanan persediaan meristem dan jaringan

Dalam bentuk konservasi ini daya berkembangmateri koleksi ditekan sekecil mungkin atau dihilangkan sama sekali tetapi daya hidupnya dipertahankan sebaik mungkin.Keuntungan dari konservasi ini adalah ruang yang diperlukan relatif sempit, emeliharaan murah dan sederhana, tidak ada erodi genetika, potensi perbanyakan tinggi, dan materi bebas pathogen dapat dipelihara dan diperbanyak dengan mudah. Keslemahan yang sering ditemui adalah tidak semua jenis dapat dilakukan dengan cara ini, regenerasi tumbuhan dari jaringan tidak selalu berhasil, dan potensi perkembangan materi dapat hilang pada jangka penyimpanan tertentu.

(d) Konservasi *in vitro*

Konservasi sumber daya genetik tidak hanya bermaksud mempertahankan hidupnya materi tetapi juga kesamaan susunan genetik materi sebelum dan sesudah koleksi. Hal ini memungkinkan pemanfaatannya sesuai potensi genetik yang dimiliki dikemudian hari. Konservasi *in vitro* memungkinkan ketersediaan materi sepanjang tahun, proteksi terhadap risiko lingkungan dan patogen, kemudahan dalam duplikasi materi untuk disimpan pada lokasi berbeda, observasi materi secara berkala terhadap penurunan vigor, kualitas, serta serangan patogen (Dodds 1991, Kartha 1985, Taylor dan Murikami 2000). Namun demikian, penggunaan kultur *in vitro* terutama aplikasi pertumbuhan lambat (*slow growth*) untuk menunda periode subkultur dengan cara mengubah kondisi pertumbuhan optimum atau menginduksi kondisi stres pada media kultur, dapat menyebabkan mutasi atau variasi somaklonal (Scowcroft 1984). Harding (1994) melaporkan bahwa penggunaan manitol dalam upaya pertumbuhan lambat kentang setelah enam bulan menunjukkan perubahan morfologi yang berkorelasi dengan *hiper metilasi* pada DNA inti dan RNA ribosom yang disimpulkan sebagai tanggapan terhadap kondisi kultur yang menekan. Hasil penelitian Harding (1994) dapat berimplikasi pada pemanfaatan kultur jaringan dalam konservasi genetik tanaman kentang yang berbiak secara vegetatif, karena status metilasi dapat diturunkan dan mengubah fenotipe generasi berikutnya.

(e) Bentuk penyimpanan DNA/polen

Pada konservasi ini materi DNA atau polen disimpan dalam kondisi dingin, kadar air dan tekanan O<sub>2</sub> yang rendah. Menurut Maxted *et al.*, (1997) keuntungan dari bentuk konservasi ini ialah tekniknya relatif mudah dan biaya yang dibutuhkan rendah. Sementara kelemahan dari konservasi ini adalah dibutuhkan protokol untuk mengembangkan tanaman haploid dan diploid, dan sumber materi hanya berasal dari tetua betina, sehingga perlu dipertimbangkan konservasi dari berbagai individu.

(f) Kriopreservasi

Penggunaan metode kriopreservasi dapat mengatasi masalah keterbatasan ruang melalui penyimpanan dalam tangki (*cryo container*). Sebagai contoh sebuah tabung kriopreservasi yang memuat enam rak dengan kapasitas 11 kotak per rak dan 120 tabung per kotak akan menampung 7920 tabung. Apabila satu tabung diisi dengan 20 eksplan tanaman koleksi maka satu *container* dapat menampung sekitar 158 ribu eksplan. Melalui penyimpanan pada nitrogen cair (suhu -196°C), koleksi materi kriopreservasi dapat bertahan hingga waktu tak terbatas dan diasumsikan dapat menjaga konsistensi genetik ketika dipanaskan kembali. Hal ini dimungkinkan karena pada suhu yang ekstrim rendah, seluruh proses biologis materi berada pada kondisi

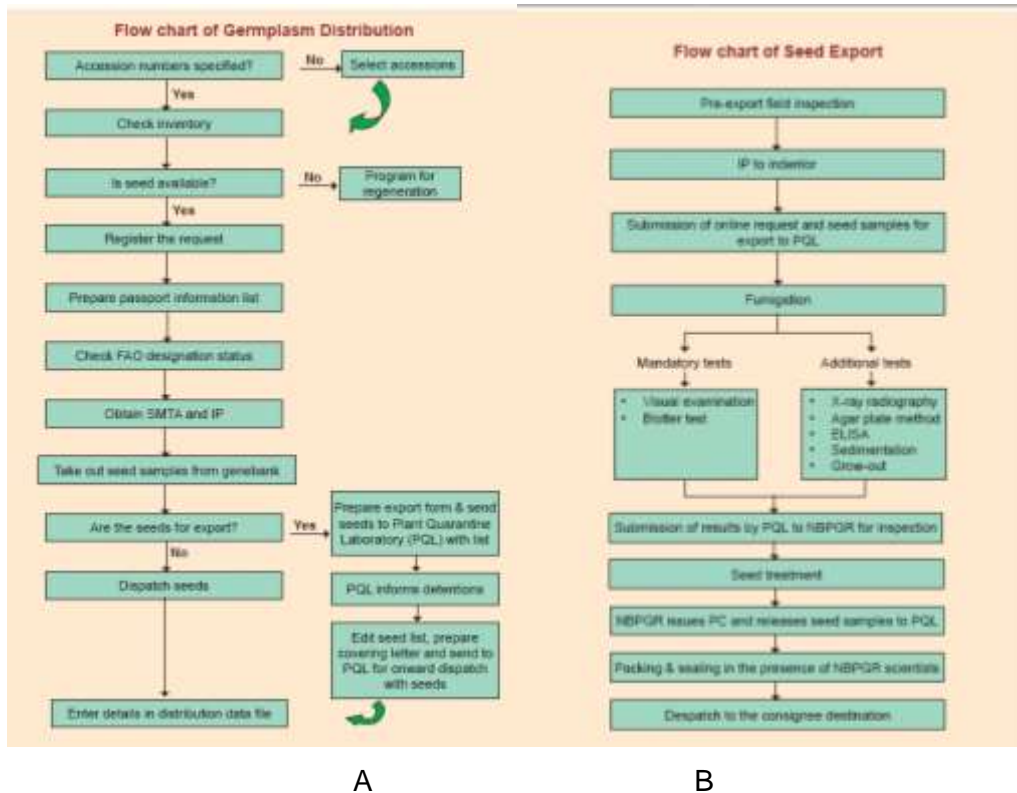


*stand still* atau berlangsung sangat lambat (Kantha dan Engelmann 1994). Pertumbuhan kembali (*recovery*) setelah kriopreservasi akan berlangsung dari hanya sejumlah kecil sel yang mampu bertahan hidup (*survive*), dengan demikian akan dihasilkan tanaman *in vitro* bebas virus dan patogen lainnya bahkan melebihi efektifitas kultur meristem (Brison *et al.* 1997, Helliot *et al.* 2002). Selanjutnya koleksi kriopreservasi dapat mengurangi ketergantungan pada aliran listrik karena nitrogen cair dapat ditambahkan secara manual. Kemungkinan penyimpanan untuk jangka waktu tak terhingga dengan kriopreservasi (dengan catatan masukan nitrogen cair dilakukan secara rutin) akan meniadakan perlunya penanaman kembali atau subkultur, memungkinkan pemanfaatan yang efisien dari tenaga teknis yang terbatas serta mengurangi biaya operasional sebagaimana terjadi pada koleksi lapang dan koleksi *in vitro*. Kelebihan lain dari kriopreservasi adalah koleksi dapat dilakukan pada berbagai eksplan meliputi protoplas, suspensi sel, kalus, tunas/pucuk, embrio, serbuk sari hingga biji (Bajaj 1995, Ng dan Daniel 2000; Reinhoud *et al.* 2000, Stanwood 1985, Towill dan Walters 2000).

### **DISTRIBUSI SUMBER DAYA GENETIK**

Distribusi merupakan pemindahan materi sumber daya genetik dari bank gen kepada pengguna. Distribusi dapat terjadi dalam satu negara atau antar negara. Kegiatan distribusi ini memiliki beberapa resiko diantaranya kematian materi selama proses perpindahan, ikut berpindahnya hama/penyakit tertentu, dan kehilangan informasi genetik karena hilangnya dokumen. Oleh karena itu distribusi sumber daya genetik harus dilakukan dengan beberapa persyaratan sebagai berikut:

- Pengemasan materi dengan baik; sesuai dengan jenis materi dan jarak perpindahan
- Jaminan kesehatan materi; *phytosanitary certificate* yang dikeluarkan oleh pejabat yang berwenang
- Dokumen legal; *Material Transfer Agreement* menjadi salah satu dokumen wajib jika ada perpindahan antar negara
- Informasi akurat materi; Keterangan spesifik tentang karakter yang harus diperhatikan



Gambar 1. Alur prosedur distribusi plasma nutfah dalam bentuk biji yang diterapkan oleh India (A) Prosedur umum distribusi biji (B) Prosedur Ekspor biji

Pelaksanaan distribusi materi plasma nutfah harus mengikuti suatu prosedur yang jelas dan baku. Beberapa negara telah memiliki prosedur distribusi SDG/plasmanutfah dalam bentuk biji. Pada gambar 1 diperlihatkan alur distribusi biji yang diterapkan negara India (Anonim, 2010). Untuk distribusi materi vegetatif selain dengan cara konvensional, telah dikembangkan pula teknologi in vitro dan kriopreservasi oleh beberapa negara (Engelman, 1991; Chaoyu dan Liu Xu, 1992; Chou-Tou Shii et al., 1994; Sharkar dan P.S. Naik, 1998).

## DAFTAR PUSTAKA

- Acheampong, E. 1996. *In vitro* genebank management of clonally propagated crops under minimal conditions. In Engelman, F. (Ed.). Management of Field and *In Vitro* Germplasm Collections. IPGRI-FAO, Cali, Columbia, p. 75-75.
- Anonim. 2010. <http://pengertian-definisi.blogspot.com/2010/11/konservasi-sumber-daya-genetik.html>. diakses 3 desember 2010.
- Anonim. 2010. Germplasm distribution. [www.icrisat.org/what-we-do/genebank/.../germplasm-distribution-6.pdf](http://www.icrisat.org/what-we-do/genebank/.../germplasm-distribution-6.pdf). diakses 7 Desember 2010.

- Bajaj, Y.P.S. 1995. Cryopreservation of medicinal and aromatic plants. *Biotechnology in Agriculture and Forestry* 1:419-434.
- Brisson, M., De Boucaud M.T., A. Pierronnet, and F.Dosba. 1997. Effect of cryopreservation on the sanitary state of a cv *Punus* rootstock experimentally contaminated with Plum Pox *Potyvirus*. *Plant Sci.* 123:189-196.
- Chaoyu, Jiang dan Liu Xu. 1992. The progress of research work on crop germplasm resources in China. *Genetic Resources and Crop Evolution* 39 : 5 5-58, 1992
- Chou-Tou Shii, Su-Shien Ma, Pung-Ling Huang, Shih Wen Chin. 1994. Current and Future Development In Clonal Germplasm Conservation Of Vegetatively Propagated Crops. *Plant Germplasm Conservation:Perspective for the 2000s.* 83-99p.
- Dodds, J.H. 1991. Conservation of plant genetic resourcesthe need for tissue culture. *In* Dodds, J.H., Chapman, and Hall (*Eds.*). *In Vitro Methods for Conservation of Plant Genetic Resources.* University press, Cambridge.p. 1-9.
- Engelmann,F. 1991. In vitro conservation of tropical plant germplasn-a review. *Euphytica* 57: 227-243
- Ford-Llyod, B. and M. Jackson. 1986. *Plant Genetic Resources; an Introduction to their conservation and use.* Edward Arnold, London.
- Hawkes, J.G., N. Maxted and B.V. Ford-Lloyd, 2000. *The ex situ conservation of plant genetic resources.* Kluwer Academic Publishers.
- Harding, K. 1994. The methylation status of DNA derived from potato plants recovered from slow growth. *Plant Cell, Tiss. and Org. Cult.* 37:31-38.
- Kartha, K.K. 1985. Meristem culture and germplasm preservation. *In* Kartha K.K. (*Ed.*). *Cryopreservation of Cells and Organs.* CRC Press Inc. Florida. p. 115-134.
- Kartha, K.K., and F. Engelmann. 1994. Cryopreservation and germplasm storage. *In* Dodds, J.H., Chapman, and Hall (*Eds.*). *In Vitro Methods for Conservation of Plant Genetic Resources.* Cambridge. p. 195-230.
- Maxted, N., B.V. Ford-Lloyd and J.G. Hawkes, 1997. *Plant genetic conservation: the in situ approach.* Chapman and Hall.
- Morales, S.R., M.G. Garrcia, M.M. Jomenez, and I.S.Ramos. 1996. Establishment, maintenance and use under field conditions of cuban germplasm of tropical root and tuber crops, and banana and plantain. *In* Engelman, F. (*Ed.*). *Management of Field and In Vitro Germplasm Collections.* IPGRI-FAO, Cali, Columbia. p. 25-28.
- Ng, N.Q. and S.Y.C. Ng. 1996. Yam field genebank management at IITA. *In* Engelman, F. (*Ed.*). *Management of Field and In Vitro Germplasm Collections.* IPGRI-FAO, Cali, Columbia. p. 16-18.
- Ng, N.Q. and I.O. Daniel. 2000. Storage of pollen for longterm conservation of yam gentic resources. *In* Engel mann, F. and H. Takagi (*Eds.*). *Cryopresevation of Tropical Plant Germplasm, Current Progress, and Application.* IPGRI, Rome. p. 136-139.

- Reinhold, P.J., F. Van Iren, and J.W. Kijne. 2000. Cryopreservation of undifferentiated plant cells. *In* Engelmann, F. and H. Takagi (Eds.). *Cryopreservation of Tropical Plant Germplasm, Current Progress and Application*. IPGRI, Rome. p. 91-102.
- Sharkar, D dan P.S. Naik. 1998. Nutrient-encapsulation of potato nodal segments for germplasm exchange and distribution. *Biologia Plantarum* 40(2):285-290.
- Scarascia-Mugnozza, G.T. and P. Perrino. 2002. The history of *ex situ* conservation and use of plant genetic resources. *In* Engels, J.M.M., V.R. Rao, A.H.D. Brown, and M.T. Jackson (Eds.). *Managing Plant Genetic Diversity*. CABI Publishing, Wallingford. p. 33-42.
- Soekotjo. 2004. Status Riset Konservasi KSDG '*Indigenous species*' Indonesia. Workshop Nasional Konservasi, Pemanfaatan dan Pengelolaan Sumberdaya Genetik Tanaman Hutan. Puslitbang Bioteknologi dan Pemuliaan Tanaman Hutan dan Japan International Cooperation Agency. Yogyakarta, 2004.
- Scowcroft, W.R. 1984. Genetic variability in tissue culture: Impact on germplasm conservation and utilization. IBPGR, Rome.
- Stanwood, P.C. 1985. Meristem culture and germplasm preservation. *In* Kartha, K.K. (Ed.). *Cryopreservation of Cells and Organs*. CRC Press Inc. Florida. p. 199-226.
- Taylor, M. 1996a. Field conservation of root and tuber crop in the South Pacific. Engelmann, F. (Ed.). *Management of Field and In Vitro Germplasm Collections*. IPGRIFAO, Cali, Columbia. p. 13-15.
- Taylor, M. and T. Murikami. 2000. Current status and cryopreservation research and future perspectives of its application in the South Pacific. *In* Engelmann, F. and H. Takagi (Eds.). *Cryopreservation of Tropical Plant Germplasm, Current Research Progress and Application*. JIRCAS International Agriculture Series 8:330-333.
- Towill, L.E. and C. Walters. 2000. Cryopreservation of pollen. *In* Engelmann, F. and H. Takagi (Eds.). *Cryopreservation of Tropical Plant Germplasm, Current Research Progress and Application*. JIRCAS International Agriculture Series 8:115-126.