

Pengelolaan Plasma Nutfah Tanaman Terintegrasi dengan Program Pemuliaan

Sumarno¹ dan Nani Zuraida²

¹*Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan, Bogor*

²*Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian, Bogor*

ABSTRACT

Plant breeding, as an applied of plant genetics, is based and is supported by various subdisciplines of genetic sciences, including plant germplasm, classical genetics, molecular genetics, cytogenetics, gene-transformation techniques, etc. Linkage and team work system between plant germplasm management and plant breeding program is most required, since the success of plant breeding maybe obtained from the contribution of gene donor parents, derived from the germplasm management. Without the flow of genes from the germplasm collection, varieties produced by the plant breeder would suffer a narrow genetical based or a bottle-necking genetic based. Plant germplasm research is an integral part of the germplasm management, aimed to (1) evaluate the genetic variation of the germplasm collection, to be readily available for the breeding program and to be used for scientific publications, (2) tracing the origin of plant species, and (3) officially release a selected germplasm, containing new economic gene (s). The linkage between germplasm management and plant breeding research program could be facilitated through the following activities (1) identifying an elit germplasm for varietal release, (2) selection and stabilization of a promising germplasm accession for possible varietal releases, (3) use of germplasm accession as a gene donor parent to incorporate adaptive genes into improved variety, (4) use of germplasm accession for a specific donor gene, (5) use of germplasm to broaden the genetical base of varieties through an introgression and nobilization, (6) use of germplasm to improve the genetic value of the breeding population, and (7) to develop multiple crossess involving many parents to broaden the genetical base of the breeding population. Another important function of the germplasm management is to conserve accessions carrying genes which may be useful in the future, to anticipate the dynamic changing of biological and environmental stresses on crop. Germplasm management is considered successfully conducted when it is continously supplying donor gene parents to breeders for parental crosses on their breeding program, conversely, breeding program in considered successfully managed, when it uses the rich genetic variability available on the germplasm collection. Separating the organizational units among the breeding program, germplasm management and molecular genetic research, is only for enhancing the intensity of the research, but should not separate the linkage program of the research.

Key words: Germplasm, plant-breeding, linkage program, broadening genetical base, germplasm release.

ABSTRAK

Pemuliaan tanaman merupakan ilmu genetika terapan yang didukung oleh berbagai cabang ilmu kegenetikaan, termasuk plasma nutfah, genetika klasik, genetika molekuler, sitogenetika, dan genetika transformasi. Keterpaduan antara pengelolaan plasma nutfah dengan pemuliaan tanaman tidak dapat ditawarkan, karena keberhasilan pemuliaan sangat tergantung dari ketersediaan sumber gen yang disediakan oleh pengelola plasma nutfah. Tanpa kontribusi sumber gen dari pengelola plasma nutfah, hasil pemuliaan tanaman mengalami penyempitan kandungan genetik, atau terjadi gejala leher botol genetik. Penelitian plasma nutfah merupakan bagian integral dari pengelolaan materi plasma nutfah, bertujuan untuk (1) menggali kekayaan sifat genetik plasma nutfah guna penyediaan tetua persilangan dan bahan publikasi ilmiah, (2) menelusuri asal-usul spesies tanaman, (3) melepas secara resmi plasma nutfah sebagai sumber gen yang diakui kepemilikannya. Keterkaitan pengelolaan plasma nutfah dengan program pemuliaan dapat dilaksanakan melalui (1) pemanfaatan langsung aksesori plasma nutfah elit untuk dilepas sebagai varietas unggul, (2) pemurnian dan pemantapan populasi aksesori plasma nutfah sebagai calon varietas, (3) pemanfaatan aksesori plasma nutfah sebagai donor gen untuk rekombinasi gen-gen unggul adaptif, (4) plasma nutfah sebagai donor gen spesifik, (5) plasma nutfah sebagai bahan perluasan latar belakang genetik varietas melalui proses introgresi dan nobilisasi, (6) pemanfaatan plasma nutfah untuk perbaikan genetik populasi seleksi, dan (7) pembentukan populasi dasar yang mengandung keragaman genetik luas melalui persilangan banyak tetua. Fungsi pengelolaan plasma nutfah lainnya adalah melestarikan sumber daya genetik untuk kebutuhan gen di masa depan, agar dapat menyediakan gen-gen untuk mengantisipasi perubahan ras patogen dan tipe baru serangga hama yang bersifat dinamis, serta penyediaan gen guna mengatasi cekaman abiotik alamiah. Pengelolaan plasma nutfah dinilai berhasil apabila telah mampu menyediakan aksesori plasma nutfah sebagai sumber gen donor dalam program pemuliaan. Pemuliaan tanaman berhasil secara optimal apabila telah memanfaatkan keragaman genetik sifat yang diinginkan, yang tersedia dalam koleksi plasma nutfah. Keterpisahan kelembagaan antara unit kerja pengelolaan plasma nutfah dengan program pemuliaan tidak boleh membatasi keterpaduan program penelitian antara kedua cabang disiplin keilmuan tersebut.

Kata kunci: Plasma nutfah, pemuliaan, keterpaduan program, perluasan latar belakang genetik, pelepasan plasma nutfah.

PENDAHULUAN

Seiring dengan semakin tingginya spesialisasi disiplin ilmu pemuliaan dan genetika tanaman, dalam dua dekade terakhir terjadi diferensiasi ilmu teknologi kegenetikaan menjadi pemuliaan konvensional, pemuliaan molekuler, pengelolaan plasma nutfah, genetika klasik, genetika molekuler, sitogenik molekuler, molekuler-genetik *mapping*, genetika transformasi, dan sebagainya. Di bidang genetika aplikatif yang secara keseluruhan disebut ilmu pemuliaan tanaman, juga terjadi diferensiasi menjadi disiplin ilmu plasma nutfah tanaman, atau *plant germplasm/plant genetic resources*, dan pemuliaan tanaman atau *crop genetic improvement*. Antara berbagai subbidang ilmu tersebut terjadi pemisahan dan jarak yang sangat nyata, disebabkan oleh adanya perbedaan kelembagaan, peneliti pelaku, lokasi penelitian, peralatan yang digunakan, pendalaman ilmu spesialisasi, dan perbedaan jurnal sebagai wadah publikasi hasil penelitian. Namun anehnya, sasaran akhir dari berbagai program penelitian subbidang ilmu tersebut pada umumnya sama, yaitu diperolehnya “varietas unggul” atau perbaikan genetik tanaman.

Para peneliti yang menangani subbidang teknologi kegenetikaan yang berbeda tersebut pada dasarnya menyadari bahwa aspek yang berbeda hanya teknik operasionalnya, tetapi objek penelitian saling terkait, dan tujuan akhir penelitian dapat dikatakan sama. Tanpa sumber gen dari koleksi plasma nutfah, hasil pemuliaan tanaman mengalami penyempitan kandungan genetik, atau terjadi gejala “leher botol genetik”, disebabkan oleh rendahnya ragam genetik populasi sebagai bahan seleksi (Spillane dan Gepts 2001).

Kondisi penelitian saat ini sangat berbeda dengan kondisi pada era sebelum tahun 1990-an, yang pada umumnya penelitian berbagai aspek kegenetikaan dan pengelolaan plasma nutfah dilakukan oleh pemulia tanaman, sebagai bagian integral dari kegiatan program rutin pemuliaan tanaman. Penelitian genetika dan sitogenetika, apabila dipandang perlu untuk dilakukan, juga dilakukan oleh staf peneliti pemulia tanaman. Sistem kerja berbagai kegiatan dalam satu program tersebut memudahkan terbangunnya kerja tim, mengefisienkan sumber daya dan dana, serta mengefektifkan pemanfaatan

hasil penelitian. Nuansa kerja tim secara intrinsik terbangun dengan sendirinya, karena semua peneliti bekerja dalam satu program.

Dengan adanya pemisahan berbagai subdisiplin ilmu kegenetikaan pada berbagai Balai Penelitian dan Kelompok Penelitian sejak tahun 1990-an, dikhawatirkan berakibat terjadinya divergensi program yang satu dengan lainnya tidak saling komplementer, masing-masing subdisiplin membuat program secara terpisah. Hal demikian akan mengurangi efektifitas penggunaan sumber daya dan dana yang semakin terbatas (Zuraida dan Sumarno 2007, Cooper *et al.* 2001).

Dari sisi lain terdapat beberapa manfaat yang diperoleh dari pemisahan pengelolaan plasma nutfah dari program pemuliaan, antara lain (1) penanganan pengelolaan plasma nutfah menjadi lebih intensif, (2) fasilitas kerja pengelolaan plasma nutfah dapat lebih banyak tersedia, (3) peneliti melakukan penelitian plasma nutfah secara penuh waktu, (4) ruang kerja menjadi terpisah dan lebih luas, sehingga tidak terjadi percampuran benih terhadap koleksi plasma nutfah, dan (5) alokasi dana penelitian menjadi lebih besar. Oleh karena itu, pemisahan kelembagaan penelitian plasma nutfah dari pemuliaan tanaman lebih bertujuan untuk peningkatan mutu dan intensitas, bukan harus terjadi pemisahan program penelitian dan arah pemanfaatan materi plasma nutfah.

Keterpaduan antara penelitian pengelolaan plasma nutfah dengan program pemuliaan merupakan satu kebutuhan bersama dengan tujuan yang sama, karena pemuliaan memerlukan dukungan ketersediaan plasma nutfah (Cooper *et al.* 2001). Secara faktual, integrasi dan keterpaduan program berbagai subbidang kegenetikaan (pengelolaan plasma nutfah, genetika molekuler, pemuliaan tanaman) merupakan keharusan karena masing-masing subbidang penelitian tersebut secara sendiri-sendiri tidak mungkin dapat menghasilkan varietas unggul secara optimal.

MANFAAT PENELITIAN PLASMA NUTFAH

Penelitian plasma nutfah merupakan bagian integral dari pengelolaan plasma nutfah, yang ber-

tujuan untuk menggali informasi kekayaan sifat genetik dari materi koleksi plasma nutfah, baik untuk tujuan penyediaan tetua persilangan maupun bahan publikasi ilmiah. Berbagai tujuan lain dari penelitian plasma nutfah antara lain untuk (1) penelusuran keaslian varietas yang diragukan, (2) studi asal usul spesies tanaman, dan (3) pelepasan plasma nutfah secara resmi sebagai sumber gen yang memiliki nilai ekonomis. Penelitian plasma nutfah pada dasarnya adalah penelitian keragaman genetik sifat yang terkandung dalam koleksi plasma nutfah, yang merupakan dasar kegiatan program pemuliaan. Dengan bertambah majunya teknologi genetika molekuler, penggalan informasi dan konstruksi genetik sifat-sifat pada tingkat molekul DNA dapat dilakukan, sehingga diperoleh pustaka DNA, *DNA-finger printing*, *gene-sequencing*, *molecular gene mapping*, dan teknik molekuler gen lainnya. Kegiatan ini dapat dilakukan oleh peneliti plasma nutfah secara rutin. Dengan demikian, penelitian plasma nutfah menekankan pada ragam genetik dan karakterisasi genetik yang merupakan tahap awal dari kegiatan program pemuliaan. Keterpaduan antara penelitian plasma nutfah dengan program pemuliaan tanaman dapat dilihat dari contoh pemanfaatan plasma nutfah sebagai berikut:

Perluasan Latar Belakang Genetik Varietas Tanaman

Pemuliaan tanaman untuk perbaikan tanaman (*crop genetic improvement*) selalu dimulai dengan pemilihan tetua sebagai donor gen, yang berasal dari kekayaan koleksi plasma nutfah. Tanpa ketersediaan *reservoir* gen pada koleksi plasma nutfah, mustahil untuk melakukan program pemuliaan guna memperbaiki dan memperluas latar belakang genetik varietas tanaman (Cooper *et al.* 2001).

Anjuran dari kesepakatan FAO/*Global Plan of Action for the Conservation and Sustainable use of Plant Genetic Resource for Agriculture*, dalam hal pemanfaatan plasma nutfah adalah sebagai berikut (Duwayri dan Hawtin 2001): (1) meningkatkan ketersediaan pilihan varietas yang paling sesuai untuk lingkungan spesifik dan *preferensi* bagi petani dengan memanfaatkan plasma nutfah yang adaptif sebanyak mungkin, (2) mendorong dan meningkatkan kemampuan pengelola plasma nutfah

dan pemulia bekerja secara terpadu dalam membentuk varietas unggul adaptif terhadap lingkungan target, (3) mengeksplorasi sumber gen baru guna membentuk varietas yang kandungan genetiknya cukup beragam agar dapat mengurangi kerawanan tanaman terhadap perubahan cekaman biotik dan abiotik.

Program pemuliaan yang tidak didukung oleh ketersediaan plasma nutfah sebagai sumber gen akan berakibat terjadinya penyempitan kandungan genetik varietas yang dihasilkan, yang berarti menuju kondisi penyeragaman latar belakang plasma nutfah varietas yang ditanam. Varietas dengan latar belakang plasma nutfah yang sempit (*narrow germ-plasm based varieties*) akan sangat riskan dan berbahaya oleh adanya sifat peka terhadap serangan hama penyakit dan cekaman lingkungan, karena menurunnya daya sangga genetik (*genetic buffering capacity*) dan berkurangnya plastisitas varietas yang bersangkutan (Borlaug 1981). Terjadinya perubahan yang sangat cepat strain penyakit dan biotipe hama, mengisyaratkan perlunya disediakan varietas baru secara berkelanjutan, yang memiliki kandungan genetik berbeda, berasal dari plasma nutfah yang beragam. Oleh karena itu, keharusan adanya keterpaduan antara penelitian plasma nutfah dengan penelitian pemuliaan tanaman merupakan keharusan yang bersifat otomatis (Fehr 1987).

Menentukan Keaslian dan Hubungan Kekerabatan Varietas

Berpindahnya varietas unggul nasional ke berbagai negara sering menimbulkan perselisihan hak kepemilikannya. Penelusuran asal usul varietas dapat dilakukan dengan melihat persamaan sifat morfologis dan genetisnya, dibandingkan dengan varietas asli asal Indonesia, menggunakan teknik analisis genetika molekuler terhadap varietas yang bersangkutan. Hal demikian dapat dilakukan apabila dalam koleksi plasma nutfah terdapat aksesori varietas asli Indonesia yang dapat digunakan sebagai pembandingan terhadap varietas yang diperselisihkan.

Pada saat ini banyak varietas tanaman pangan seperti padi, kedelai, umbi-umbian, dan varietas tanaman buah-buahan Indonesia seperti rambutan, durian, manggis, dan nangka yang berada dan ditanam di luar negeri, yang mungkin akan diklaim se-

bagai varietas mereka. Guna membuktikan “hak kepemilikan” maka varietas tersebut dapat dibandingkan dengan varietas asli pada koleksi plasma nutfah nasional.

Bahan Studi Pusat Asal Tanaman

Kekayaan plasma nutfah suatu spesies di suatu wilayah atau kepulauan, yang terdiri dari tipe liar, *land races*, subspecies, kerabat spesies dalam genus yang sama, segregat alam, bentuk allopolyploid (triploid, pentaploid, heksaploid), mutan alamiah, transgenonik (silangan antarspesies), bentuk autopolyploid (tetraploid, heksaploid), tipe delusi kromosomal (monosomik, trisomik) merupakan tanda bahwa spesies yang bersangkutan telah lama (ratusan ribu tahun) mengokupasi dan hidup di suatu wilayah. Atas dasar terdapatnya kekayaan berbagai bentuk keragaman genetik spesies tersebut, dapat dipostulasikan bahwa wilayah yang bersangkutan merupakan pusat asal spesies yang dimaksud (Harlan 1992).

Penelitian kekayaan keragaman genetik spesies tanaman dalam habitat asli belum pernah dilakukan terhadap spesies yang diduga berasal dari Indonesia seperti padi, tebu, pisang, salak, rambutan, nangka, durian, kelapa, dan sebagainya, sehingga pembuktian bahwa Indonesia merupakan pusat berbagai spesies tanaman tersebut belum pernah dilakukan secara ilmiah oleh penelitian bangsa Indonesia sendiri.

Harlan dan de Wet (1971) membuat klasifikasi spesies tanaman menjadi tiga tingkat *gene pool*-sumber daya genetik, yaitu (1) *gene pool* primer (GP-1), apabila antar subspecies, antarvarietas, dan strain dapat saling bersilang sehingga dapat membentuk keragaman genetik spesies yang sangat luas, (2) *gene pool* sekunder (GP-2), apabila anggota spesies penyusun plasma nutfah dapat saling silang dengan beberapa kesulitan, sehingga ketersediaan keragaman genetik tidak luas, (3) *gene pool* tersier (GP-3), apabila anggota spesies penyusun plasma nutfah sulit disilangkan melalui teknik konvensional, tetapi masih dapat bersilang dengan teknik tertentu seperti melalui *bridging*, penyelamatan embrio, dan sebagainya, dan keragaman genetik yang tersedia sempit atau miskin. Terdapatnya keragaman plasma nutfah yang mewakili kelompok

gene pool primer mengindikasikan telah lamanya spesies yang bersangkutan beraklimatisasi, berkembang biak, dan mengalami evolusi genetik di wilayah terkait, atau dapat dipostulasikan daerah yang bersangkutan merupakan pusat asal tanaman yang bersangkutan.

Pelepasan Plasma Nutfah sebagai Donor Gen

Penemuan gen yang bersifat spesifik dan memiliki potensi ekonomi tinggi dapat dinilai sama seperti halnya penemuan varietas komersial. Apabila peneliti plasma nutfah dapat menemukan sumber gen baru yang belum ditemukan sebelumnya, seperti gen tahan penggerek batang padi, gen tahan virus tungro, gen penambat nitrogen pada padi, gen yang dapat mengubah tanaman padi C3 menjadi tanaman padi C4, gen pengatur sintesis protein atau vitamin, maka plasma nutfah yang mengandung gen penting tersebut dapat dipatenkan dan atau dilepas secara resmi. Di Eropa dan Amerika Serikat, temuan gen ekonomis pada plasma nutfah tanaman dapat dilepas sebagai *germplasm released* dan dilindungi kepemilikan gen-nya (Hawkes 1981).

Persyaratan untuk melepas aksesori plasma nutfah tanaman sebagai donor gen secara resmi dengan SK Menteri Pertanian belum ada di Indonesia, namun dapat dibuat dengan mengacu Undang-Undang yang telah ada, dan disarankan berdasarkan ketentuan sebagai berikut:

Ketentuan dan persyaratan untuk pelepasan materi plasma nutfah:

- a. Gen pada aksesori plasma nutfah yang ditemukan bersifat baru, belum pernah digunakan dalam pemuliaan dan berfungsi sebagai gen donor yang diperlukan oleh program pemuliaan.
- b. Aksesori plasma nutfah pembawa gen donor dapat disilangkan dengan genotipe/varietas yang akan diperbaiki sifatnya [*germplasm with transferable gene(s)*].
- c. Plasma nutfah pembawa gen baru dapat dan telah dibuktikan keberadaan gen-nya mengikuti prosedur penelitian yang sesuai dengan kaidah ilmiah, termasuk usulan pemberian kode gen-nya.
- d. Gen baru yang ditemukan telah diteliti karakter gen aksinya (*mode of gene action*) dan cara pewarisannya (*gene inheritance*), menggunakan

teknik segregasi Mendel atau teknik genetika molekuler.

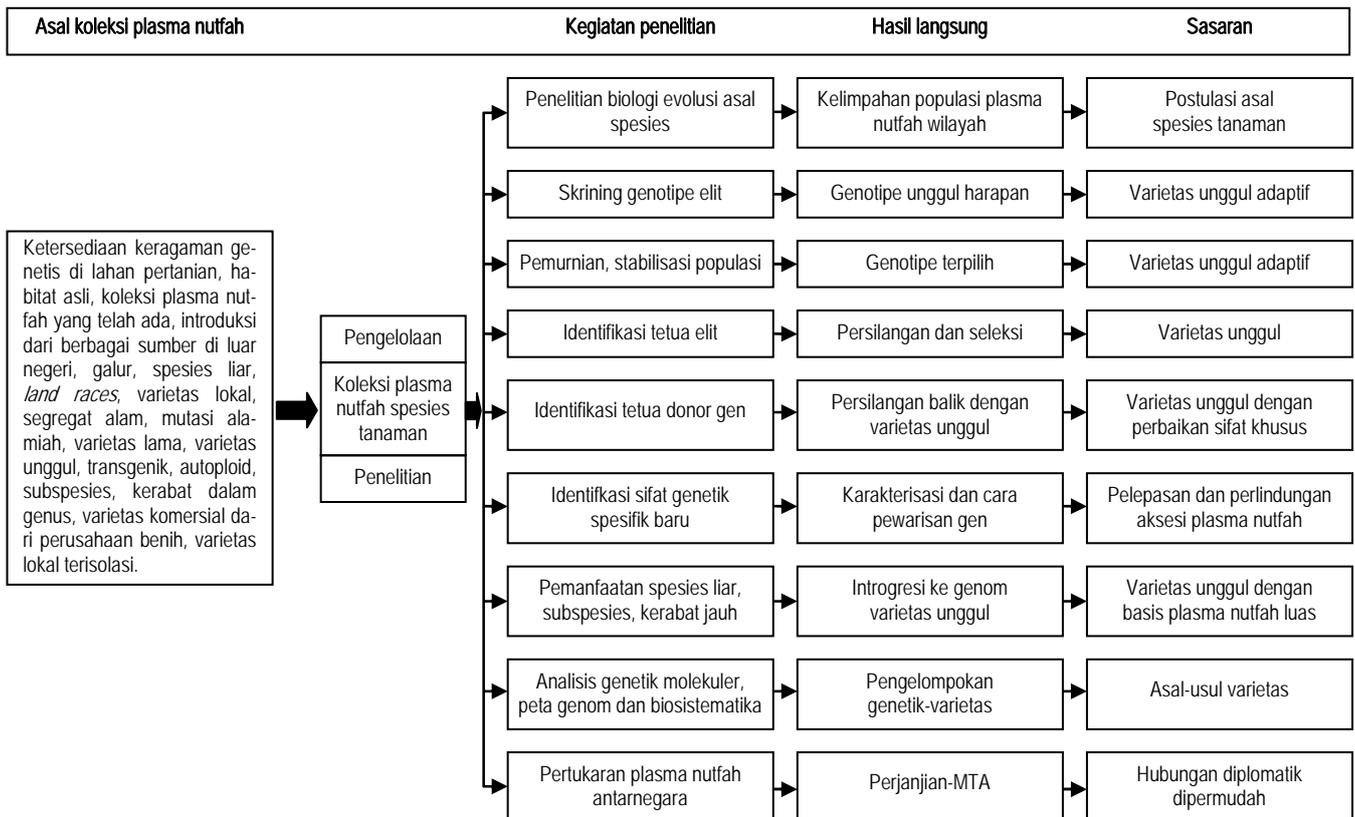
- e. Akses plasma nutfah pembawa gen yang bersangkutan belum pernah dilepas secara resmi, belum pernah dipublikasikan oleh instansi di dalam negeri, negara lain atau oleh Lembaga Penelitian Internasional.
- f. Plasma nutfah yang mengandung gen yang dimaksudkan, apabila diambil dari “kepemilikan” masyarakat, harus ada persetujuan masyarakat sesuai dengan prinsip *Prior Informed Consent* dari ketentuan CBD (1992).
- g. Hak kepemilikan plasma nutfah oleh seseorang atau lembaga harus dapat dimanfaatkan bagi kemaslahatan masyarakat luas, melalui pemanfaatan gen dalam program pemuliaan tanaman.

Bukti empiris telah menunjukkan bahwa keberhasilan program pemuliaan di negara-negara maju seperti Korea, Jepang, Eropa, Amerika Serikat, dan di Pusat Penelitian Pertanian Internasional seperti IRRI, CIMMYT, AVRDC, dan ICRISAT di-

akibatkan oleh adanya keterpaduan penelitian plasma nutfah dengan program pemuliaan, yang didukung oleh kekayaan koleksi plasma nutfah (Hawkes 1981). Pada tahap awal program pemuliaan tanaman, fungsi koleksi plasma nutfah bahkan sangat dominan, karena varietas unggul tidak jarang berasal dari seleksi atau ekstraksi genotipe elit yang terdapat pada koleksi plasma nutfah (Gambar 1). Kondisi demikian masih dilakukan pada pemuliaan tanaman ubi jalar, ubi kayu, padi ketan, kacang panjang, tanaman buah-buahan, dan sayuran asli Indonesia.

KETERKAITAN PENGELOLAAN PLASMA NUTFAH DENGAN PROGRAM PEMULIAAN

Pengelolaan plasma nutfah dinilai berhasil apabila dapat menyediakan materi tetua donor gen bagi pemulia tanaman, dalam rangka pembuatan varietas unggul. Tanpa keterkaitan program kerja



Gambar 1. Keterkaitan erat antara penelitian plasma nutfah dengan berbagai penelitian penggunaan plasma nutfah oleh pemulia, ahli bioteknologi, dan disiplin penelitian lainnya.

antara pengelola plasma nutfah dengan pemulia tanaman, maka program pengelolaan plasma nutfah dapat dikatakan gagal.

Pemanfaatan plasma nutfah tanaman secara langsung atau tidak langsung dalam program pemuliaan pada dasarnya terbagi lima kategori.

1. Pemanfaatan secara langsung akses plasma nutfah elit berupa genotipe atau strain unggul adaptif

Pada tahap awal program pemuliaan, koleksi plasma nutfah sering diandalkan sebagai sumber calon varietas unggul, yang secara cepat dapat dilepas dan dianjurkan untuk ditanam petani. Misalnya padi varietas Pandanwangi, Rojolele, dan Mentik adalah kekayaan plasma nutfah yang langsung dapat dianjurkan untuk ditanam petani, karena mutu nasinya yang enak. Pada tanaman menyerbuk silang, genotipe unggul yang tidak terkontaminasi gen-gen dari luar populasi memungkinkan juga dilepas sebagai varietas unggul anjuran, seperti jagung Genjah Madura dan jagung Pulut. Hampir semua varietas tanaman buah-buahan asli Indonesia yang dilepas berasal dari koleksi kekayaan plasma nutfah (PKBT 2005).

2. Pemurnian populasi akses plasma nutfah sebagai calon varietas

Populasi atau genotipe dari kekayaan koleksi plasma nutfah yang memperlihatkan sifat-sifat unggul tetapi belum seragam dapat dilakukan seleksi penotipe, secara massa positif atau massa negatif, atau galur murni (khusus untuk tanaman menyerbuk sendiri) dan keturunannya dapat dijadikan calon varietas unggul anjuran. Sebagai contoh, kedelai varietas Shakti yang dilepas pada tahun 1965 berasal dari pemurnian varietas introduksi yang ada dalam koleksi plasma nutfah (Somaatmadja 1985).

3. Plasma nutfah adaptif sebagai tetua persilangan untuk memperoleh rekombinasi gen-gen unggul

Plasma nutfah berupa varietas lokal adaptif, varietas introduksi yang memiliki sifat-sifat unggul spesifik, dan varietas unggul lama dapat dijadikan tetua dalam program pemuliaan, disilangkan dengan varietas unggul, untuk menggabungkan sifat-sifat baik, yang selanjutnya dilakukan se-

leksi dan pembuatan galur serta uji daya hasil untuk mendapatkan galur harapan sebagai calon varietas unggul baru. Varietas unggul kedelai Orba berasal dari persilangan varietas introduksi Wakashima dengan varietas lokal adaptif Garut, yang bernama Davros. Varietas kedelai Wilis berasal dari persilangan varietas unggul adaptif Orba dengan varietas introduksi No. 1682 asal AVRDC Taiwan (Sumarno 1984).

4. Plasma nutfah sebagai donor gen spesifik

Perbaikan sifat genetik tahan hama, penyakit, cekaman abiotik, mutu hasil, sifat nonsensitif terhadap fotoperiodisitas, dan sifat-sifat spesifik lain yang belum dimiliki oleh varietas unggul, dapat dilakukan dengan memanfaatkan gen pembawa sifat yang dimaksud dari plasma nutfah donor untuk direkombinasikan ke dalam genom varietas unggul. Untuk mengidentifikasi akses koleksi plasma nutfah yang memiliki gen-gen spesifik tersebut, peran peneliti plasma nutfah sangat penting. Peneliti plasma nutfah yang berhasil mengidentifikasi sumber gen spesifik yang memiliki manfaat bagi perbaikan genotipe tanaman dapat melakukan pelepasan plasma nutfah (*germplasm release*) secara formal, dan peneliti yang bersangkutan berfungsi sebagai “pemilik” sumber gen tersebut. Peraturan tentang peneliti penemu gen spesifik di Indonesia memang belum ada, sehingga perlu dibuat ketentuannya, seperti yang telah lama diberlakukan di negara lain.

5. Plasma nutfah sebagai bahan perluasan latar belakang genetik varietas (*broadening genetic base of variety*)

Koleksi plasma nutfah berupa spesies liar, *land race*, varietas lokal, dan varietas kuno, apabila disilangkan (sebagai tetua betina) dengan varietas unggul baru, diikuti dengan tiga sampai lima kali silang balik menggunakan tetua varietas unggul, akan menghasilkan genotipe yang mempunyai sitoplasma berasal dari plasma nutfah donor, dan introgresi gen-gen kepada varietas unggul baru (Sumarno 1988). Penggantian sitoplasma dan penambahan gen-gen berasal dari varietas liar ke dalam genom varietas unggul baru ini disebut sebagai “introgresi plasma nutfah” yang dapat memperluas latar belakang genetik varie-

tas baru yang dihasilkan (Spoor dan Simmonds 2001). Mengingat varietas unggul yang ada pada saat ini masih memiliki kelemahan sifat yang perlu diperbaiki, maka semakin banyak kekayaan plasma nutfah semakin besar kemungkinan untuk dapat menyediakan gen-gen pembawa sifat-sifat spesifik yang diinginkan. Sebagai contoh, pada tanaman padi diperlukan gen tahan terhadap bakteri hawar daun yang berasal dari padi liar (*Oryza longistaminata*), gen tahan virus tungro yang berasal dari *Oryza nivara* (Abdullah 2006).

Tujuan program pemuliaan tanaman pangan jangka pendek pada umumnya mengharuskan pemulia menggunakan tetua varietas-varietas unggul yang sudah tersedia, agar populasi bastar bahan seleksi mengandung genotipe-genotipe yang sudah unggul. Strategi ini dari satu sisi dapat dipahami rasionalnya, tetapi dari sisi konstruksi genetik terdapat kelemahan, karena varietas baru yang dihasilkan akan memiliki latar belakang genetik yang sempit. Sebagai dampak program pemuliaan jangka pendek tersebut, hubungan kekerabatan antarvarietas yang dilepas sejak 1970-2007 menjadi relatif sangat dekat, karena semua varietas menggunakan atau memiliki tetua yang “sekerabat” (*common parentages* atau *common ancestors*).

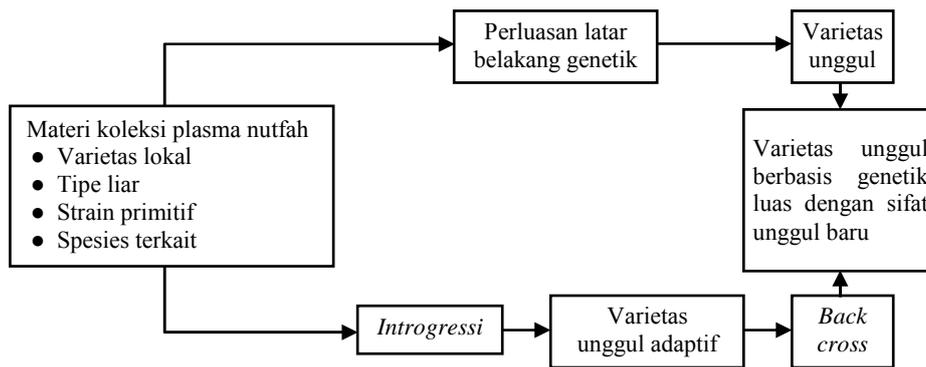
Kondisi konstruksi genetik tanaman di mana varietas-varietas masa lalu dan yang ada pada masa kini memiliki hubungan kekerabatan genetik yang dekat, mengakibatkan kemampuan daya sangga genetik terhadap perubahan lingkungan menjadi lemah (*weak genetic buffering capacity*). Apabila terjadi perubahan strain atau biotipe baru dari serangga hama atau patogen penyakit karena mengalami “seleksi adaptasi” sejak beberapa puluh tahun yang bersifat lebih ganas, maka seluruh varietas yang ada pada masa kini akan menjadi sangat rentan secara bersamaan. Sifat rentan terhadap BLB (*bacterial leaf blight*, bakteri hawar daun) semua varietas unggul padi pada kurun waktu tiga puluh tahun terakhir, kemungkinan besar disebabkan oleh lemahnya daya sangga genetik varietas terhadap ragam patogenesitas strain BLB yang telah mengalami seleksi adaptasi terhadap gen-gen varietas unggul. Apabila hal ini diteruskan hingga 30-40 tahun ke depan, ada kemungkinan seluruh varietas unggul padi akan sangat rentan terhadap penyakit BLB.

Untuk mengatasi masalah tersebut harus dibuat persilangan menggunakan tetua yang tidak memiliki *common ancestors*, yaitu tetua yang digunakan benar-benar tidak memiliki hubungan kekerabatan dengan varietas unggul padi dalam periode 1970-2007. Untuk dapat merealisasikan program tersebut, peneliti plasma nutfah memiliki peran yang besar, yang tidak dapat digantikan oleh pemulia tanaman.

Dengan kekayaan plasma nutfah yang tersedia, peneliti plasma nutfah dapat membuat *polycrosses* (persilangan banyak tetua) menggunakan plasma nutfah yang belum pernah digunakan dalam program pemuliaan. Spoor dan Simmonds (2001) menganjurkan dilakukan perluasan kandungan genetik varietas tanaman dengan teknik “introgressi dan inkorporasi”, memanfaatkan strain liar dan spesies primitif dari tanaman yang bersangkutan untuk dijadikan donor gen yang tidak dapat diperoleh dari varietas yang dibudidayakan. Program pemuliaan untuk perbaikan ketahanan varietas padi terhadap virus tungro dan untuk ketahanan bakteri hawar daun, perbaikan tebu untuk ketahanan penyakit virus, perbaikan ketahanan penyakit karat pada terigu adalah contoh-contoh penerapan proses introgressi tipe liar ke dalam genome varietas yang dibudidayakan. Pada tanaman tebu, proses pemuliaan menggunakan tipe liar disebut sebagai pemuliaan nobilisasi (Spoor dan Simmonds 2001). Perluasan latar belakang genetik dan introgressi plasma nutfah liar ke dalam genom varietas unggul dapat dilihat pada Gambar 2.

6. Plasma nutfah untuk perbaikan mutu genetik populasi seleksi

Populasi dasar bahan seleksi atau disebut sebagai populasi seleksi harus memiliki keragaman genetik yang sangat luas untuk semua sifat-sifat yang akan diseleksi. Populasi seleksi yang bersifat demikian disebut *broad genetic base population* atau populasi seleksi dengan latar belakang genetik yang luas. Kegunaan populasi seleksi dengan latar belakang genetik yang luas adalah untuk (1) memperoleh rekombinasi gen-gen yang berasal dari banyak genotipe, sehingga diperoleh genotipe elit yang juga berlatar belakang genetik luas, (2) memperoleh rekombinasi gen-gen baru pembawa sifat yang diinginkan,



Gambar 2. Pemanfaatan plasma nutfah tipe liar untuk perluasan latar belakang genetik dan pemasukan gen spesifik ke dalam genome varietas unggul.

Sumber: Spoor dan Simmonds 2001.

(3) memperbesar ketersediaan keragaman genetik sifat yang diinginkan, (4) membentuk *reservoir* gen-gen yang diinginkan, dan (5) mencegah terjadinya *inbreeding* (pada populasi tanaman menyerbuk silang). Populasi dengan latar belakang genetik yang luas dapat dilestarikan sebagai aksesori plasma nutfah, di samping dapat dipakai sebagai populasi dasar bahan seleksi. Untuk memenuhi dua keperluan tersebut maka benih populasi dasar sebelum ditanam dibagi dua, sebagian untuk koleksi/aksesori plasma nutfah, dan sebagian untuk seleksi. Pada tanaman menyerbuk silang populasi yang dibentuk dari persilangan banyak tetua disebut *pool* (Subandi 1984).

7. Pembentukan populasi dasar

Pembentukan populasi dasar berlatar belakang genetik luas dapat dilakukan dengan cara berikut:

a. Persilangan beberapa generasi banyak tetua (*multi crosses*)

Sebanyak 8-24 tetua atau bahkan lebih, saling disilangkan secara acak, atau secara silang dialel, kemudian biji F_1 ditanam dan saling disilangkan lagi, begitu seterusnya sampai empat generasi persilangan. Perlu diketahui, biji hasil persilangan antar- F_1 harus cukup banyak agar dapat menampung rekombinasi genetik asal empat tetua, dan semakin banyak lagi biji F_1 diperlukan pada persilangan generasi ke-2 (menampung/rekombinasi delapan tetua) dan persilangan generasi ke-3 (menampung rekombinasi enam belas tetua) (Sumarno 1991).

Pada tanaman menyerbuk silang, *multi crosses* banyak tetua dapat dilakukan lebih mudah dengan berbagai pilihan persilangan, seperti benih dari banyak tetua *dibulk* (disatukan) sebelum ditanam, kemudian disilangkan dari tanaman ke tanaman dan hasil biji *dibulk*, demikian diulang hingga 3-4 generasi. Cara lain adalah membiarkan tanaman bulk berasal dari benih banyak tetua melakukan persilangan terbuka sampai 4-5 generasi. Varietas asal introduksi yang cukup adaptif dapat dimasukkan sebagai bahan persilangan banyak tetua, baik pada tanaman menyerbuk silang maupun tanaman menyerbuk sendiri. Persilangan banyak varietas sebagai tetua telah diterapkan pada tanaman jagung dan populasi yang dibentuk diberi nama *Pool-1*, *Pool-2*, *Pool-3*, dan *Pool 4*. Dari masing-masing *Pool* telah dikembangkan banyak varietas unggul (Subandi 1984).

b. *Multi crosses* varietas lokal

Varietas lokal pada umumnya bersifat adaptif lingkungan spesifik dan memiliki gen ketahanan terhadap hama penyakit tertentu. Apabila 8-16 varietas lokal saling disilangkan 3-4 generasi, maka akan terjadi rekombinasi gen-gen yang berasal dari varietas lokal tersebut, yang dapat dijadikan *reservoir* gen-gen adaptif. Populasi dari rekombinasi gen-gen varietas lokal dapat dijadikan tetua persilangan dengan varietas unggul, dan juga dapat dijadikan populasi dasar bahan seleksi. Populasi dasar yang demikian dapat dibentuk pada

tanaman menyerbuk sendiri maupun menyerbuk silang. Persilangan menggunakan banyak tetua varietas lokal (*multi crosses*) belum pernah dilakukan di Indonesia, kemungkinan dinilai tujuannya kurang jelas atau tidak dapat secara cepat dimanfaatkan. Persilangan menggunakan banyak tetua varietas lokal juga merupakan strategi konservasi genetik secara terpadu terhadap keragaman varietas-varietas lokal.

c. Populasi dasar mengandung gen-gen asal tipe liar

Aksesori plasma nutfah berupa tipe liar dan strain primitif dapat disaling-silangkan dengan varietas unggul dan varietas lokal guna membentuk populasi dasar yang memiliki keragaman genetik luas. Silang balik menggunakan varietas unggul dan varietas lokal adaptif diperlukan agar populasi dasar yang terbentuk memiliki sifat agronomis yang cukup baik (Spoor dan Simmonds 2001, Sumarno 1988).

Berbagai contoh tersebut menunjukkan bahwa pengelolaan plasma nutfah dengan penelitian pemuliaan sebenarnya merupakan satu program yang tidak dapat dipisahkan, seperti halnya keterkaitan erat antara industri besi baja dengan industri mobil. Penelitian pemuliaan tanaman tanpa memanfaatkan keragaman genetik plasma nutfah akan berjalan mundur, bukan berkembang lebih baik. Sebaliknya, pengelolaan plasma nutfah tanpa dibarengi penyerahan aksesori terpilih sebagai tetua donor gen sama dengan timbunan sampah yang tidak dimanfaatkan. Tanpa kerja sama, kedua program penelitian tersebut akan terhenti dan menghadapi kegagalan misi.

PLASMA NUTFAH SEBAGAI CADANGAN GEN MASA DEPAN

Koleksi plasma nutfah tanaman di Indonesia tergolong sedikit bila dibandingkan dengan koleksi plasma nutfah dunia. Jumlah koleksi tanaman ekonomis Indonesia, tidak termasuk tanaman perkebunan besar hanya sekitar 12.370 aksesori (Tabel 1), atau hanya 0,2% dari total koleksi dunia (Tabel 2).

Seiring dengan berjalannya waktu, lingkungan dan hama penyakit akan berubah, karena mengalami evolusi dan adaptasi. Varietas unggul dengan gen-gen tahan terhadap strain atau biotipe hama penyakit tertentu akan berubah menjadi tidak tahan atau menjadi peka, karena terjadinya perubahan strain dan biotipe. Ketersediaan aksesori plasma nutfah yang jumlahnya sangat banyak diharapkan akan mampu menyediakan gen-gen ketahanan baru, yang selama ini belum dimanfaatkan.

Pelestarian kekayaan plasma nutfah jangka panjang (*longterm conservation*) adalah upaya untuk menyediakan gen-gen bermanfaat bagi tujuan pemuliaan jangka panjang di masa depan, yang belum diketahui pada saat ini, permasalahan yang akan timbul. Negara yang memiliki kesiapan dan koleksi plasma nutfah tanaman terbanyak, seperti Amerika Serikat, Jepang, India, Cina, dan Australia akan memiliki kesiapan dan kemampuan yang besar dalam menghadapi perubahan lingkungan di masa depan (Tabel 2).

Dalam menghadapi permasalahan pertanian di masa depan, Indonesia tertinggal jauh dibidang kesiapan pemilikan plasma nutfah dibandingkan dengan negara lain. Pemilikan plasma nutfah yang tidak banyak akan lebih mengkhawatirkan lagi apabila pengelolaan dan pemanfaatannya kurang efektif, terutama karena kurangnya keterpaduan dengan penelitian pemuliaan tanaman. Oleh karena itu, diperlukan kebangkitan kesadaran bagi semua pihak akan pentingnya hal-hal berikut:

1. Perlunya pengkayaan koleksi plasma nutfah tanaman ekonomis dengan cara mengkoleksi varietas lokal, strain liar, subspecies, dan kerabat dalam satu genus.
2. Perlunya melakukan eksplorasi dan koleksi ke wilayah yang diperkirakan memiliki kekayaan keragaman genetik plasma nutfah, yang belum pernah dilakukan eksplorasi.
3. Perlunya melakukan introduksi plasma nutfah tanaman ekonomis penting, yang koleksi pada plasma nutfah nasional masih miskin dengan cara tukar menukar antarnegara.
4. Perlunya pengelolaan plasma nutfah yang ada secara profesional, guna pengkayaan aksesori koleksi agar terus bertambah, bukan justru terjadi pemiskinan, dengan cara pembentukan Pusat Pengelolaan Plasma Nutfah Nasional yang di-

Tabel 1. Kekayaan koleksi plasma nutfah tanaman ekonomis di Indonesia 2005-2006.

Spesies tanaman ekonomis	Banyaknya akses koleksi plasma nutfah	Institusi penanggungjawab
Padi	3.800	BB-Biogen
Padi liar	93	BB-Biogen
Jagung	875	BB-Biogen
Sorgum	211	BB-Biogen
Terigu	65	BB-Biogen
Kedelai	771	BB-Biogen
Kacang tanah	900	BB-Biogen
Kacang hijau	917	BB-Biogen
Ubi kayu	450	BB-Biogen
Ubi jalar	1.732	BB-Biogen
Kacang-kacangan minor	159	BB-Biogen
Tembakau	1.042	Puslitbang Perkebunan
Kapas	669	Puslitbang Perkebunan
Jarak	175	Puslitbang Perkebunan
Wijen	70	Puslitbang Perkebunan
Lada	62	Puslitbang Perkebunan
Vanili	27	Puslitbang Perkebunan
Jahe	27	Puslitbang Perkebunan
Mete	230	Puslitbang Perkebunan
Rami	101	Puslitbang Perkebunan
Total	12.376	

Sumber: BB-Biogen (2006) dan Luntungan *et al.* (2005).

Tabel 2. Kekayaan pemilikan plasma nutfah tanaman negara-negara di dunia secara global.

Regional/negara	Jumlah pemilikan PNT (aksesi)	Total (%)	Banyaknya bank gen
Negara-negara Afrika	353.523	6	124
Amerika Selatan dan Caribia	642.405	12	227
Amerika Serikat dan Canada	762.061	14	101
Eropa dan Mediterania ¹	2.262.537	41	476
Australia	112.225	2	6
CGIAR ²	593.191	11	12
Cina	300.000	5	25
India	165.403	3	30
Asia (kecuali India dan Cina)	350.784	5,8	257
Indonesia	12.376	0,2	6
Total	5.554.505	100	

1 = termasuk negara-negara bekas Uni Sovyet dan Eropa Timur, 2 = CGIAR: Lembaga Penelitian Pertanian Internasional, seperti IRRI, ICRISAT, CIMMYT, IITA, ICARDA, CIAT, CIP

Sumber: PGRFA-FAO (1998).

lengkapi dengan SDM, prasarana, dan sarana yang mencukupi.

5. Menghimbau seluruh lapisan masyarakat untuk secara partisipatif mengkoleksi varietas lokal dan tipe liar, untuk selanjutnya mengirimkannya ke Pusat Koleksi Plasma Nutfah Nasional.
6. Perlunya pemahaman tentang plasma nutfah bagi para pejabat dan ilmuwan, LSM, dan masyarakat, agar tindakan yang mereka lakukan guna menyelamatkan kekayaan plasma nutfah menjadi lebih efektif.

Perhatian dunia dan bangsa Indonesia terhadap plasma nutfah tanaman memang telah surut, tidak setinggi seperti pada periode 1980-1990-an. Namun plasma nutfah tanaman tetap sangat penting, guna memperoleh daya adaptasi tanaman terhadap lingkungan tumbuh yang terus berubah. Pemanasan global dan anomali iklim yang akan terjadi di masa mendatang memerlukan perubahan konstruksi genetik tanaman, agar dapat menyesuaikan dengan lingkungan tersebut. Untuk memperoleh pe-

rubahan genetik tersebut diperlukan koleksi plasma nutfah yang banyak.

KESIMPULAN

Pengelolaan plasma nutfah merupakan penelitian awal dalam program pemuliaan tanaman, dan keduanya tidak dapat berdiri sendiri apabila menginginkan pencapaian kinerja yang optimal.

Pemisahan unit kerja pengelolaan plasma nutfah dengan unit kerja pemuliaan tanaman tidak harus memisahkan keterpaduan program penelitian kedua unit kerja.

Peneliti plasma nutfah semestinya dapat dan berhak mengajukan pelepasan plasma nutfah secara resmi, sebagai sumber gen yang diakui dan dilindungi kepemilikannya.

Peneliti plasma nutfah dan peneliti kegenetikaan tanaman, termasuk pemulia tanaman, peneliti genetika molekuler, dan genetika klasik disarankan memiliki satu wadah publikasi, yang saling dapat diikuti oleh peneliti kegenetikaan dari berbagai cabang subdisiplin.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, B. 2006. Potensi padi liar sebagai sumber genetik dalam pemuliaan padi. *IPTEK Tanaman Pangan* 1(2):143-162.
- Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian. 2006. *Grand design* pengelolaan plasma nutfah lingkup Badan Litbang Pertanian. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian. Bogor.
- Borlaug, N.E. 1981. Increasing and stabilizing food production. *In* Frey, K.J. (Ed.). *Plant Breeding II*. Iowa State University Press. Iowa, USA. p. 467-492.
- Cooper, H.D., C. Spillane, and T. Hodgkin. 2001. Broadening the genetic base of crops: An overview. *In* Cooper, H.D., C. Spillane, and T. Hodgkin (Eds.). *Broadening the Genetic Base of Crop Production*. CABI Publishing, FAO-IPGRI. CAB. International Wallingford, Oxon, UK. p. 1-24
- Duwayri, M. and G. Hawtin. 2001. The importance of improving conservation and genetic diversity of crop varieties. *In* Cooper, H.D., C. Spillane, and T. Hodgkin (Eds.). *Broadening the Genetic Base of Crop Production*. CABI Publishing, FAO-IPGRI. CAB. International Wallingford, Oxon, UK. p. xv-xvi.
- Fehr, W.R. 1987. *Principle of cultivar development*. Macmillan Publishing Co. New York.
- Harlan, J.R. 1992. *Crops and Man*, 2nd edition. ASA, and CSSA. American Society of Agronomy. Wisconsin, USA.
- Harlan, J.R. and J.M.J. de Wet. 1971. Toward a rational classification of cultivated plants *Taxon* 20:509-517.
- Hawkes, J.G. 1981. Germplasm collection, preservation and use. *In* Frey, K.J. (Eds.). *Plant Breeding II*. The Iowa State University Press. Amer. Iowa, USA. p. 57-83.
- Luntungan, H.T., E. Kamawati, dan S. Hartati. 2005. *Pengelolaan Plasma Nutfah Perkebunan*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan. Bogor.
- PGRFA-FAO. 1998. *The state of the world's plant genetic resources for food and agriculture*. FAO, Rome.
- Pusat Kajian Buah Tropika. 2005. *Deskripsi plasma nutfah/ varietas tanaman buah*. Pusat Kajian Buah Tropika, Lembaga Penelitian dan Pemberdayaan Masyarakat, Institut Pertanian Bogor.
- Somaatmadja, S. 1985. Peningkatan produksi kedelai melalui perakitan varietas. *Dalam* Somaatmadja, S., M. Ismunadji, Sumarno, M. Syam, S.O. Manurung, dan Yuswadi (Eds.). *Kedelai*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan, Bogor. hlm. 243-262.
- Spoor, W. and N.W. Simmonds. 2001. Base broadening: Introgression and incorporation. *In* Cooper, H.D., C. Spillane, and Hodgkin (Eds.). *Broadening the Genetic Base of Crop Production*. CABI Publishing, FAO, IPGRI. Biddles Ltd. Guildford. U.K. p. 71-80.
- Spillane, C. and P. Gepts. 2001. Evolutionary and genetic perspectives on the dynamics of crop gene pools. *In* Cooper, H.D., C. Spillane, and T. Hodgkin (Eds.). *Broadening the Genetic Base of Crop Production*. CABI Publishing, FAO and IPGRI. CAB International, Wallingford, Oxon, UK. p. 25-70.
- Subandi. 1984. Performance of corn gene pools and selected half-sib families. *Contributions No. 72*. Central Research Institute for Food Crops Bogor.
- Sumarno. 1984. Pembentukan varietas unggul kedelai Wilis. *Buletin Agronomi XV(3):21-31*.
- Sumarno. 1988. Introgression germplasm of soybean wild type into a breeding population through backcrosses. *Indon. J. Crop Sci.* 3(1-2):1-7.
- Sumarno. 1991. Pemanfaatan teknologi genetika untuk peningkatan produksi kedelai. *Orasi Pengukuhan Ahli Peneliti Utama*. Puslitbang Tanaman Pangan, Bogor.
- Zuraida, N. dan Sumarno. 2007. Pengelolaan plasma nutfah secara terpadu menyertakan industri perbenihan. *IPTEK Tanaman Pangan* 2(2):243-242.