

Pemuliaan Tanaman bagi Lingkungan Spesifik

Breeding for Specific Environment

Amris Makmur¹⁾

ABSTRACT

*Breeding for tolerance to biotic and abiotic stress in plant Breeding and Genetics Laboratory, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture has been established since 1978, through integration laboratory staff research with graduate and undergraduate student research. The research were funded and facilitated by several sources : (a) graduate research funding (affiliated institution of graduate students or Directorate General of Higher Education of National Education Department) (b) Research funds from Directorate of Research and Public Service, Directorate General of Higher Education of National Education Department (c) Food Crops Research Center, Bogor (d) Logistic Affair Agency (BULOG) (e) Field Stations of Bogor Agricultural University (f) BIOTROP, Bogor (g) Benih Prima Tata Sembada, Seed Industry. Research for biotic stresses focused on resistance to bacterial wilt of tomato (*Lycopersicon esculentum*), Fusarium wilt of bean (*Phaseolus vulgaris*), blast disease and brown plant hopper of rice (*Oryza sativa*). Breeding for tolerance to Aluminum toxicity was performed on rice, soybean and maize. Study on Yellow Red Podzolic soil elucidated the role of additive genes for tolerance to aluminum toxicity on soybean, on upland rice was found wide range of tolerance to aluminum toxicity of susceptible genotypes to tolerant genotypes. Genetic studies on adaptation of rice to salinity have elaborated major role of additive and non-additive genes. To improve utilization of germplasm and prevention of genetic vulnerability Diallel Selective Matting (DSM) method was applied on breeding tomato for resistance to bacterial wilt as well as soybean and upland rice for tolerance to aluminum toxicity, whereas Comprehensive Breeding System (CBS) method was applied on maize for yield improvement.*

Key words : Biotic and abiotic stress, Wilt disease, Al toxicity, Salinity Diallel Selective, Matting Comprehensive, Breeding, Chromosome manipulation

PENDAHULUAN

Tulisan ini merupakan pertanggungjawaban dalam melepaskan tugas dan jabatan sebagai Guru Besar Genetika dan Pemuliaan Tanaman pada jurusan Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor hasil-hasil penelitian mahasiswa bimbingan dalam kurun waktu 1980-2000 dengan tema "Pendidikan dan Pemuliaan Tanaman Pangan ke arah Penyesuaian Terhadap Lingkungan Suboptimal".

Saya sangat menghargai dan berterima kasih atas gagasan-gagasan dan kerja keras mereka dalam menyelesaikan tesis maupun disertasi mereka, seraya berdoa semoga semua mereka berhasil dalam pengabdian mereka selanjutnya. Daftar judul-judul publikasi dan pemaparan ilmiah sebagai hasil kerja kelompok ini, berikut daftar tesis dan disertasi juga disajikan dalam laporan ini.

Dalam tahun 1958 saya melaksanakan praktek lapang sebagai salah satu tugas akhir untuk menyelesaikan program sarjana di Fakultas Pertanian, Universitas Indonesia di Bogor. Saya melaksanakan praktek lapang di bidang hortikultura, yang waktu itu mulai dikembangkan di Fakultas Pertanian. Untuk itu saya berkeliling ke berbagai sentra produksi hortikultura di pulau Jawa guna mempelajari berbagai aspek budidaya dan pemasaran hasil-hasil hortikultura.

Pada waktu itu saya mulai tertarik dengan kenyataan bahwa dari berbagai ragam tanaman hortikultura itu, ada yang dapat beradaptasi dengan baik pada lingkungan spesifik yang bermacam ragam pula. Kubis Pujon (*Brassica oleraceae* var. *capitata*) dapat membentuk krop, berbunga dan menghasilkan biji di daerah pegunungan Pujon, Jawa Timur. Sedangkan

1) Guru Besar Genetika dan Pemuliaan Tanaman
Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor

kubis Wonosobo dapat tumbuh baik di daerah pegunungan Dien, sekitar Wonosobo, Jawa Tengah. Kubis Argalingga dapat tumbuh baik di daerah pegunungan sekitar Cipanas-Pacet, Jawa Barat.

Kubis dikenal sebagai tanaman biennial subtropika, berasal dari Eropa Selatan, sepanjang Pantai Laut Tengah. Di Daerah beriklim sedang dan subtropika, kubis menghasilkan krop pada tahun pertama, berbunga dan menghasilkan biji pada tahun kedua setelah melalui suhu rendah dalam musim dingin.

Kubis Pujon dapat berbunga dan menghasilkan biji pada suhu pegunungan daerah tropika Indonesia yang sehungya sekitar 20-25°C, sedangkan kubis Argalingga dan kubis Wonosobo tidak dapat berbunga dan menghasilkan biji setelah membentuk krop, tetapi dapat diperbanyak dengan stek tunas samping. Ketiga varietas yang telah beradaptasi ini tahan terhadap penyakit busuk hitam (*Xanthomonas campestris*), penyakit bakteri tular tanah yang terdapat di daerah pegunungan pertanian kubis di Indonesia. Varietas impor (waktu itu) Roem V. Enkhuizen, tidak tahan, namun membentuk krop yang padat. Sedangkan ketiga varietas yang telah beradaptasi ini kropnya kurang padat, sehingga tidak tahan akan pengangkutan yang kasar.

Nenas Bogor yang ditanam di Ciapus (Bogo), di kaki Gunung Salak yang beriklim sejuk, berbeda dengan nenas Kediri, nenas Kaliwangu di kabupaten Batang (Jawa Tengah), maupun nenas Palembang. Apel Malang yang berbuah baik di daerah Batu dan Punten (Jawa Timur) yang beriklim sejuk dan kering, tidak dapat berbuah di Cipanas (Jawa Barat) yang beriklim sejuk dan basah.

Tomat Kemir, yang tumbuh di pekarangan petani di sekitar Bogor, tahan penyakit layu bakteri, tetapi buahnya kecil dan berasa asam, hanya baik sebagai tomat sayur. Sedangkan tomat Apel Lembang, diusahakan oleh petani di daerah Lembang, buahnya besar seperti apel, rasanya manis, tidak tahan terhadap penyakit layu bakteri sehingga tidak dapat ditanam di daerah Bogor.

PEMULIAAN BAGI LINGKUNGAN SPESIFIK

Tertarik akan sifat-sifat khas beberapa varietas kubis di Indonesia, untuk studi S2 di Universitas Kentucky, Amerika Serikat, saya melaksanakan penelitian membandingkan pertumbuhan kubis Pujon dengan beberapa varietas daerah beriklim sedang, termasuk varietas Roem V. Enkhuizen, dalam musim panas, dalam rumah kaca di Lexington, Kentucky. Ternyata kubis Pujon tetap berbunga pada kondisi tersebut, tidak dipengaruhi oleh panjang penyinaran, maupun perlakuan zat pengatur tumbuh. Sedangkan varietas daerah iklim sedang tetap tidak berbunga pada kondisi tersebut. Kenyataan ini membuat saya berpikir

tentang peran faktor genetik dalam adaptasi terhadap lingkungannya.

Disamping itu, kira-kira pada tahun 1957 Prof Go Ban Hong untuk studi Doktor, mempelajari tanggap tanaman padi terhadap unsur-unsur N, P, dan K. Beliau menyimpulkan bahwa varietas yang tanggap terhadap ketiga unsur tersebut dapat memberikan hasilnya yang tinggi. Sedangkan varietas hasil pemuliaan padi di Indonesia waktu itu (Bapak H. Siregar) tidak tanggap terhadap pemupukan K dan hasilnya rendah. Pemuliaan padi pada waktu itu di Bogor, memang dilaksanakan pada kondisi tanpa pemupukan K, karena dianggap air irigasi cukup memberikan unsur K. Saya berpikir, pemuliaan padi pada waktu itu secara tidak sadar telah menyeleksi genotipe padi yang adaptif terhadap K rendah.

Tertarik akan peristiwa-peristiwa ini, ketika mendapat kesempatan studi S3 di Amerika Serikat, Universitas Wisconsin di Madison, tahun 1973, saya memilih pemuliaan tanaman sebagai bidang studi, dengan tekanan adaptasi terhadap lingkungan.

Tahun 1976 saya berkesempatan mengikuti lokakarya tentang Plant Adaptation to Mineral Stress in Problem Soils, yang diselenggarakan di Beltsville, Maryland, USA, tanggal 22-23 Nopember 1976. Sejumlah besar para peneliti bidang pertanian dari seluruh dunia beremu dalam lokakarya tersebut. Mereka semua menyadari, bahwa dengan meningkatnya penduduk dunia secara menyolok, produksi pangan yang kurang mencukupi, serta berkurangnya areal subur yang dapat ditanami, maka perlu lebih memperhatikan tanah-tanah bermasalah sebagai areal produksi. Dari berbagai penelitian yang disajikan, dapat disimpulkan bahwa potensi genetik guna memecahkan masalah cekaman mineral pada tanah-tanah bermasalah cukup besar. Namun diperlukan penelitian yang intensif untuk membuat potensi genetik ini menjadi produktif.

Ketika negara-negara barat, khususnya Amerika Serikat, dilanda krisis energi minyak tahun 1970-an awal, respon para peneliti pertanian terhadap bencana nasional ini ialah mengkaji kembali peran input energi dalam pembentukan varietas unggul tanaman pangan di Amerika Serikat. Tahun 1973 muncul tulisan di majalah Science, oleh David Pimentel *et al.*, berjudul: Food Production and Energy Crisis. Salah seorang dari anggota penulis adalah peneliti dari Indonesia, Ida Nyoman Oka yang pada waktu itu sedang melaksanakan studi pasca sarjana di Amerika Serikat. Kesimpulannya adalah bahwa kenaikan produksi jagung dari tahun 1945 sampai 1970 yang besarnya 2.4 kali, ternyata terkait dengan penurunan pengembalian input energi sebesar kira-kira 37 persen. Input energi terbesar, kira-kira 37 persen dari total adalah terdiri dari pupuk, yang 32 persen diantaranya adalah pupuk N. Kenyataan ini menunjukkan pemborosan atau inefisiensi dalam penggunaan pupuk. Engibous (1975), juga menunjukkan bahwa pemuliaan tanaman pada umumnya melakukan

seleksi pada kondisi pemupukan tinggi agar mendapatkan genotipe yang berpotensi hasil tinggi, sehingga tanpa disadari juga mendapatkan genotipe yang kurang efisien.

Didorong oleh kenyataan ini, dan juga sebelumnya oleh hasil studi Go Ban Hong di Bogor, memantapkan pikiran saya untuk menekuni studi fisiologi dan pewarisan sifat efisiensi penggunaan kalium dalam kondisi cekaman kalium rendah.

Pelajaran secara umum yang dapat saya tarik dari pengalaman selama studi di Amerika Serikat, ialah bahwa dalam menghadapi suatu masalah atau katakanlah suatu musibah, hendaklah mengkaji kembali berbagai faktor yang menyebabkan masalah tersebut sebelum kemudian menetapkan strategi baru. Hal ini juga terlihat dalam menghadapi musibah epidemi penyakit busuk daun (*Sclerospora maydis*) pada jagung tahun 1970, yang akan dikemukakan dalam bagian berikut.

PEMULIAAN BAGI CEKAMAN BIOTIK DAN ABIOTIK

Ketika saya kembali ke Bogor akhir tahun 1977 setelah menyelesaikan program S3, saya mendapati bahwa pendidikan pasca sarjana di IPB telah berkembang. Oleh ketua program studi Ilmu Tanaman, yang waktu itu dijabat oleh Prof. Hari Suseno (alm) saya diserahi mengasuh dua mata kuliah, yaitu Pemuliaan Tanaman dan Pemuliaan Bagi Lingkungan Rawan Biologik dan Non Biologik. Yang terakhir ini sekarang dinamakan Pemuliaan Bagi Cekaman Biotik dan Abiotik.

Tujuan utamanya ialah meningkatkan kemampuan mahasiswa pasca sarjana dalam penelitian pemuliaan tanaman dan mendapatkan genotipe tanaman, terutama tanaman pangan, bagi ketahanan terhadap hama dan penyakit dan penyesuaian terhadap lingkungan tanah bermasalah. Lahan-lahan dengan tanah bermasalah yang dihadapi di Indonesia ialah tanah masam Podsolik Merah Kuning dalam hal keracunan Aluminium dan tanah berkandungan garam tinggi di daerah rawa pasang surut. Kedua macam tanah bermasalah ini dikembangkan untuk program transmigrasi.

Dengan dukungan dana untuk penelitian yang sangat minim pada waktu itu, penelitian dimuali dengan partisipasi lima mahasiswa pasca sarjana. Kami memulai program pada tahun keluiah 1978/1979. Pada awalnya dana bersumber dari dana penelitian yang dibawa oleh mahasiswa, bantuan fasilitas kebun-kebun percobaan IPB, dan kemudian bantuan dari Badan Urusan Logistik untuk pembangunan rumah plastik di Kebun Percobaan Tajur. Mulai tahun anggaran 1981/1982, dengan judul: Penelitian Pemuliaan Tanaman Pangan Semusim kearah Penyesuaian terhadap Lingkungan Sub Optimal, program ini juga

mendapat bantuan dari proyek studi Sektoral/Regional Direktorat Pembinaan Penelitian dan Pengabdian pada Masyarakat dari Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Departemen Pendidikan dan Kebudayaan. Bantuan belangsung selama tiga tahun. Kemudian percobaan lapangan di tanah bermasalah, daerah transmigrasi, juga dibantu oleh Balai Penelitian Tanaman Pangan dari Pusat Penelitian Tanaman Pangan, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, dan Badan Urusan Logistik.

Penelitian untuk pemuliaan bagi ketahanan terhadap penyakit dan hama, kemudian juga dapat bantuan dari program Tropical Agricultural Pest Biology (TAg PB) BIOTROP, dan bagian Hama dan Penyakit Balai Penelitian Tanaman Pangan Bogor, melalui penyediaan fasilitas laboratorium masing-masing. Penyediaan fasilitas percobaan di lapangan di Kebun Munjul (Ciawi, Bogor) kemudian juga diperoleh melalui kerjasama dengan P.T. Benih Prima Tani Sembada.

Demikianlah percobaan lapang, rumah plastik dan laboratorium dengan teknik-teknik penelitian sederhana dapat dilaksanakan.

CEKAMAN BIOTIK

Pengalaman bencana epidemi *corn leaf blight* (*Helmithosporium maydis*) di Amerika Serikat tahun 1970 mendorong keyakinan untuk dikembangkannya penelitian ini. Setelah terjadinya musibah *corn leaf blight* di Amrika Serikat, suatu tim ahli yang terdiri dari enam belas para ahli pemuliaan tanaman dan genetika, dan ahli penyakit mempelajari latar belakang dari timbulnya epidemi yang meluas di seluruh daratan Amerika Serikat. Ternyata penyakit ini disebabkan oleh: (a) penanaman varietas unggul dengan ketahanan gen utama yang seragam dalam areal yang luas sekali, (b) keseragaman genetik bukan hanya pada gen ketahanan saja tetapi juga pada karakter genetik lainnya, dan (c) kemajuan teknologi produksi dan pengolahan memang menghendaki dikembangkannya varietas yang seragam.

Kondisi keseragaman genetik ini, disebutkan bahwa tanaman bersangkutan adalah rapuh genetik (*genetically vulnerable*), artinya jika berkembang ras baru patogen yang dapat menyerang gen utama tahan padi, maka seluruh varietas yang awalnya tahan, menjadi peka terhadap patogen bersangkutan. Studi ini juga mengungkapkan bahwa hampir seluruh tanaman yang bernilai ekonomi penting, dan padanya dilaksanakan pemuliaan kearah keseragaman genetik yang intensif adalah rapuh genetik.

Berbagai teknik pemuliaan tanaman dianjurkan untuk mengatasi masalah ini, diantaranya mengutamakan gen-gen ketahanan lapang (*field resistance*) dari pada ketahanan vertikal (*vertical resistance*). Namun yang paling intensif dimasyrakatkan ialah pembentukan multiline varietas atau *pyramiding genes*, didasari

kepada kenyataan bahwa masyarakat petani masih menuntut varietas seragam. Pada teknik pemuliaan ini, berbagai gen utama resisten dihimpun dalam varietas yang sama, sehingga penampilan fenotipnya tetap seragam. Tetapi ini hanya relatif mudah dilaksanakan pada spesies menyerbuk sendiri dan memerlukan kerja keras yang terpadu dari ahli penyakit dengan ahli pemuliaan.

Ketika saya mengikuti berbagai seminar mengenai kerapuhan genetik di Amerika Serikat, terlintas dipikiran saya, untunglah di Indonesia, tanaman pangan dan hortikultura serta lainnya masih didominasi oleh bermacam ragam varietas maupun lanras (*landrace*) lokal, sehingga secara genetik tidak rapuh. Namun di Indonesia, sejak tahun 1970-an sampai 1980-an, terutama untuk tanaman padi, dikembangkan program BIMAS dan INMAS. Berkaitan dengan program ini berkembang pula penanaman varietas unggul genjah yang berdaya hasil tinggi (*Haigh Yielding Varieties*) Asal International Rice Research Institute (IRRI) yang kemudian juga berkembang menjadi Varietas Unggul Tahan Wereng (VUTW); karena mewabahnya serangan wereng coklat (*Nilaparvata lugens* Stal). Seri varietas ini mengalahkan varietas-varietas lokal diberbagai daerah, oleh karena sifat yang berdaya hasil tinggi, sehingga varietas lokal tersingkir dari budidaya padi sawah diberbagai daerah.

Pada dasarnya, varietas seri IRRI juga mempunyai dasar genetik yang sempit, sehingga secara genetik seragam dan rapuh genetik. Inilah yang menyebabkan epidemi wereng coklat yang kemudian mewabah di Indonesia. Masalah ini akan dibahas lebih lanjut dibagian lain.

Tomat.

Pertanaman tomat di Indonesia yang berada pada lokasi dibawah ketinggian 500 d.p.l. rentan terhadap serangan penyakit layu bakteri (*Pseudomonas solanacearum*). Di daerah pertanaman tomat sekitar Bogor ditemui tomat Kemir yang tahan penyakit layu bakteri. Varietas ini berbuah banyak dan rasa asam, biasa digunakan sebagai tomat sayur.

Guna mendapat genotipe yang tahan, digunakan metode inokulasi sederhana. Inokulum diperoleh dari tanaman tomat yang terserang penyakit layu bakteri dari kebun percobaan IPB, Tajur. Dari sini dibuat suspensi bakteri dalam air steril. Suspensi dituangkan kepada semai tomat yang ditanam pada bak plastik dengan media tanah bercampur pupuk kandang yang telah disterilkan. Benih tomat ditanam dalam larikan dan suspensi dituangkan diantara larikan.

Varietas Kemir digunakan sebagai kontrol tahan dan varietas *Yellow Plum* yang diketahui sangat rentan sebagai kontrol rentan. Dari berbagai percobaan metode inokulasi didapatkan bahwa metode pelukaan akar pada bibit umur empat minggu diikuti dengan penyiraman

dengan suspensi bakteri yang segar diisolasi dari lapangan, adalah paling tepat memisahkan genotipe tahan terhadap genotipe rentan.

Dengan metode ini yang didapat adalah resistensi lapang atau horizontal, bukan resistensi vertikal. Resistensi vertikal sukar diperoleh, disamping teknis yang belum memungkinkan, juga karena ras dengan patogenisitas tinggi sukar dipertahankan dalam media kultur bakteri *Pseudomonas solanacearum*.

Didapatkan bahwa varietas tahan terhadap ras *Pseudomonas solanacearum* yang terdapat didaerah pertanaman tomat sekitar Bogor adalah Kemir, AV dan VC. Dua terakhir adalah varietas yang dintrodisikan dari Asian Vegetable Research and Development Center (AVRDC) Taiwan. Sedangkan yang rentan adalah Apel Belgia dan Apel Lembang (varietas tomat asal Lembang) dan Hawaiian BWR. Hawaiian BWR (*Bacterial wilt resistant*) adalah resisten terhadap penyakit layu di daerah asalnya yaitu Hawaii, tetapi ternyata rentan untuk ras utama di Bogor. Kedua varietas yang terakhir ini mempunyai sifat-sifat hortikultura yang baik.

Diidentifikasi pula beberapa penyakit virus yang terdapat di daerah pegunungan Lembang Kabupaten Bandung. Telah teridentifikasi ToMV (*Tomato Mozaic Virus*), *Cucumber mozaic virus* (CMV) dan *Potato virus y* (PVy). Diketahui juga bahwa penyakit layu *Phytophthora* (rebah kecambah) pada kecambah dipesemaian banyak juga meyerang tanaman bibit. Metode uji aseptik ketahanan dalam media kultur jaringan dicobakan untuk mendapatkan variasi somaklonal bagi ketahanan terhadap penyakit ini. Didapatkan tiga varian yang resiten perbanyakkan tomat Gondol. Namun terdapat pula variasi somaklonal yang tidak diinginkan.

Diketahui bahwa tomat adalah spesies menyerbuk sendiri, sehingga varietas yang teridentifikasi adalah galur-galur murni homozigot. Studi genetik menunjukkan bahwa resistensi lapang terhadap penyakit layu bakteri dikendalikan oleh gen-gen aditif. Metode pemuliaan kearah penghimpunan gen-gen aditif bersama gen-gen pengendali kuantitas dan kualitas daya hasil dapat dilaksanakan.

Padi.

Penyakit blas yang disebabkan oleh cendawan *Pyricularia oryzae* Car. Adalah penyakit penting pada pertanaman padi, terutama padi gogo. Penyakit ini menyerang pada daun (blas daun = *leaf blast*) maupun leher malai (blas leher = *neck blast*). Studi genetik ketahanan menggunakan isolat 24 dari ras 007, asal Sukabumi, koleksi Laboratorium Fitopatologi Balittan Bogor, memiliki virulensi tinggi dan sporulasi tinggi pada oatmeal agar. Ras 007 diidentifikasi atas dasar varietas diferensial Jepang dan varietas diferensial ini senantiasa disertakan dalam inokulasi galur-galur untuk seleksi tetua persilangan. Dengan demikia akan

didapatkan ketahanan vertikal atau spesifik ras (*Race specific resistance*). Pengujian ketahanan atas dasar skor ketahanan (0 = sangat tahan – 9 = sangat rentan) mendapatkan empat tetua tahan yaitu Sentani, Semariti, Klemas dan Pae Bongi serta dua tetua rentan, yaitu Kencana dan IR 36.

Padi juga termasuk tanaman menyerbuk sendiri, dengan demikian galur-galur homozigot tetua dapat langsung digunakan dalam studi pewarisan sifat. Studi pewarisan menunjukkan bahwa ketahanan dikendalikan oleh gen utama dominan, atau gen utama dominan dan resesif dilatar belakangi gen-gen minor.

Disamping itu dengan metode identifikasi dan inokulasi yang sama, menggunakan varietas diferensial Jepang dan varietas diferensial International. Telah diidentifikasi ras-ras *P. oryzae* asal Sulawesi Selatan, berikut varietas padi gogo dan padi sawah yang diidentifikasi tahan. Hasil studi menunjukkan bahwa terdapat tiga kelompok ras *P. oryzae* di Sulawesi Selatan. Empat varietas yang tahan terhadap semua ras, serta beberapa varietas lainnya hanya tahan terhadap dua atau beberapa ras saja.

Hasil ini juga menunjukkan bahwa metode silang balik untuk mendapatkan resistensi gen utama pada pemuliaan padi bagi ketahanan terhadap penyakit blas sukar dilaksanakan. Metode pemuliaan yang menghimpun gen-gen untuk ketahanan lebih memungkinkan.

Disekitar akhir 1970-an sampai 1980-an wabah epidemi hama wereng coklat (*Nelaparvata lugens* Stal) makin meluas di Indonesia. Pemicunya hampir sama dengan kondisi epidemi *corn leaf bligh* di Amerika Serikat, yaitu penanaman varietas berdaya hasil tinggi (*high yielding variety*) yang berumur genjah secara besar-besaran dan intensitas tinggi, sampai tiga kali setahun dalam areal yang sama. Varietas seri IR hasil pemuliaan yang intensif di International Rice Research Institute (IRRI) dengan dasar genetik yang sempit, menyebabkan sempitnya dasar genetik varietas-varietas padi di Indonesia yang awalnya sangat beragam. Walaupun dimasukkan gen-gen utama seri *Bph* yang dominan dan seri *Bph* resesif ke dalam varietas-varietas seri IR, disebut varietas seri VUTW (Varietas Unggul Tahan Wereng), namun wereng coklat cepat pula membentuk biotipe baru. Hal ini menyebabkan sukarnya pengendalian hama wereng coklat.

Hasil studi genetik mahasiswa bimbingan saya, Ida Hanarida Somantri, menunjukkan bahwa ada beberapa gen *Bph* dan gen *Bph* berikut inhibitorynya, disamping itu terdapat pula gen-gen minor peubah pada berbagai genotipe padi. Oleh sebab itu, baik dalam disertasi saudara Ida maupun dalam suatu seminar wereng coklat di Bogor, kami menyarankan perlunya perubahan strategi pemuliaan padi sawah dari seri IR yang dasar genetiknya sempit ke arah memperluas dasar genetik melalui metode silang dialel selektif (*Diallel Selective Mating* = DSM).

Kacang Jogo dan Buncis.

Kacang Jogo dan buncis (*Phaseolus vulgaris* L.) adalah sayuran yang banyak ditanam pada ketinggian sekitar 500 m d.m.l. Jogo ditanam untuk biji dan buncis untuk polong muda, masing-masing berupa sumber protein nabati dan vitamin penting. *Phaseolus vulgaris* banyak diserang oleh penyakit busuk pangkal batang atau layu fusarium. Buncis lokal dan Jogo lokal kelihatannya agak tahan terhadap penyakit ini, namun kualitas dan produksinya rendah.

Pada tahun 1987-1988 dilaksanakan pengamatan pendahuluan dari 15 genotipe *P. vulgaris* asal Amerika Selatan dan Amerika Serikat (dari koleksi program penelitian *P. vulgaris* Universitas Wisconsin, Madison) berikut Jogo lokal dan buncis lokal, masing-masing satu varietas, bertempat di kebun munjul (Ciawi) \pm 650 m d. p. l. dan kebun percobaan tajur (BIOTROP) \pm 250 m d. m. l. Pada kondisi serangan busuk batang bawah yang berat, beberapa genotipe introduksi yang menunjukkan kualitas dan produktivitas baik, memperlihatkan ketahanan setara dengan varietas lokal. Patogen utama yang terisolasi dari tanaman sakit adalah *Fusarium oxysporum*. Percobaan inokulasi yang dapat dengan baik membedakan genotipe tahan dan genotipe rentan adalah pencampuran biakan cendawan pada substrat pasir dedak ke dalam tanam pada saat tanam di pesemaian. Pengamatan paling baik adalah pada umur 30 hari setelah inokulasi. Didapatkan pula isolat yang paling baik memisahkan genotipe tahan dengan genotipe rentan, yaitu isolat no. 10. Tentunya isolat 10 ini tidak dapat disebut ras fisiologik sebab tidak diklasifikasi berdasarkan varietas diferensial. *P. vulgaris* yang bertipe Jogo menunjukkan reaksi ketahanan lapang cukup tinggi. Yang menarik ialah bahwa varietas introduksi seperti State Half Runner yang bereaksi tahan pada percobaan inokulasi, sangat rentan pada kondisi lapang pada musim serangan berat. Sedangkan genotipe lain menunjukkan penampilan sama antara lapang dengan percobaan inokulasi.

Percobaan pengujian ketahanan dengan menggunakan metode inokulasi sama, juga diperoleh genotipe tahan hasil penelitian mutasi dari PAIR, BATAN.

Hasil studi genetik menggunakan metode inokulasi sama, tetapi dengan metode skor 0-3 (0.1 = tahan, 2.3 = rentan). Menunjukkan peran gen resesif untuk ketahanan, sedangkan gen-gen ketahan genotipe lokal dan introduksi terletak pada lokus yang sama. Kiranya masih perlu studi genetik lebih dalam guna menentukan pendekatan pemuliaan yang baik.

CEKAMAN ABIOTIK

Sejak awal program pembangunan digalakkan di Indonesia, telah dibuka areal pertanian baru di luar pulau Jawa melalui program transmigrasi. Areal

pertanian baru ini pada umumnya terletak pada tanah-tanah bermasalah kesuburan, seperti tanah Podsolik Merah Kuning (PMK) dengan masalah keracunan Aluminium dan tanah rawa pasang surut dengan masalah salinitas.

Dalam lokakarya Plant Adaptation to Mineral Stress di Beltsville, Amerika Serikat, tahun 1976, para peneliti telah menunjukkan besarnya potensi genetik berbagai tanaman pangan seperti padi, sorghum, kedelai, terigu dan lain-lain untuk pemuliaan bagi adaptasi terhadap tanah-tanah bermasalah. Dalam membahas potensi genetik pada pemecahan masalah tanah dengan cekaman mineral, C. F. Lewis telah mengingatkan para peneliti, terutama dalam pemuliaan tanaman tentang berbagai hal. Pada percobaan penyaringan dan pemuliaan di lapangan, peneliti berhadapan dengan sifat-sifat tanah yang dinamis berubah dari musim ke musim dan dari lokasi ke lokasi. Sedangkan yang diamati peneliti adalah fenotipe tanaman, yang ragamnya terdiri dari komponen genetik dan komponen lingkungan serta interaksinya. Penelitian tipe ini disebut pendekatan tidak langsung, dan melalui pendekatan ini genotipe yang stabil sukar didapat.

Pada lokakarya tahun 1976 ini Lewis telah mengemukakan empat tingkatan ketepatan penelitian bagi pengungkapan aspek genetik pada masalah cekaman tanah mineral, yaitu : (1) penyaringan dan pengujian di lapang, (2) penyaringan di laboratorium disertai studi genetik, (3) studi fisiologi tentang interaksi genotipe dengan cekaman, dan (4) studi pada tingkat sel dan molekuler. Tingkat terakhir inilah yang dianggap paling tepat, dimana genetik adaptasi dipelajari pada tingkat genetika molekuler. Penelitian ini memerlukan kerja sama ilmuwan dari berbagai bidang seperti ilmu tanah, ekologi, fisiologi dan genetika.

Penelitian pemuliaan padi gogo dan kedelai bagi adaptasi terhadap keracunan Al dan padi sawah pasang surut bagi adaptasi terhadap salinitas telah dimulai sejak tahun 1979 dengan pendekatan tidak langsung. Penyaringan galur-galur padi gogo dan kedelai dimulai dengan menggunakan tanah PMK Jasinga (pH = 4.5; kandungan $Al_{dd} = 5.4$ me per 100 gram tanah) yang terkenal dengan tingkat keracunan Al tinggi. Percobaan pengapuran pada bak-bak pemeliharaan tanaman dari kayu dalam rumah plastik menunjukkan bahwa tanah tanpa pengapuran paling dapat memisahkan antara galur peka dengan galur tenggang terhadap keracunan Al. Panen dilaksanakan pada saat tanaman memasuki fase generatif. Disamping itu dilaksanakan pula percobaan lapang pada areal pengembangan transmigrasi pada tanah PMK di Sumatera, guna mengamati karakter agronomi dan potensi hasil.

Penyaringan padi sawah pasang surut bagi adaptasi terhadap salinitas dilaksanakan pada tanah Latosol Bogor atau tanah Aluvial Sukamandi, dalam pot-pot pemeliharaan tanaman yang diairi dengan air yang mengandung 4000 ppm NaCl dalam rumah kaca.

Percobaan selanjutnya ialah menggunakan larutan hara dengan 4000 ppm NaCl. Data karakter agronomik dan potensi hasil diperoleh dari percobaan di kebun percobaan Balittan Muara, Bogor.

Pada bagian berikut ini disajikan berbagai hasil yang dicapai pada tanaman yang diteliti.

Padi Gogo.

Pertanaman padi gogo atau padi ladang telah cukup lama berkembang sebagai pertanaman rakyat di daerah tanpa ketersediaan pengairan, umumnya dilokasi tanah PMK di luar Jawa. Oleh karena telah lama beradaptasi pada tanah PMK, padi gogo diperkirakan relatif tenggang terhadap keracunan Al. Sejumlah besar galur atau lanras padi gogo telah dikumpulkan oleh Balittan Bogor, dan sebanyak 66 galur telah diuji pada percobaan ini.

Pada percobaan pendahuluan melibatkan tiga galur, yaitu : BPI-76 NS dan C22 yang telah diuji tenggang terhadap PMK berdasarkan uji lapang, dan varietas Gata yang diperkirakan peka. Pada percobaan rumah kaca menggunakan tanah PMK Jasinga, pada berbagai tingkat pengapuran dengan pH 4.20 – 7.13, didapatkan bahwa berdasarkan parameter jumlah anakan, bobot akar, serta nisbah bobot akar/bagian atas tanaman, galur BPI-76 NS dan C22 menunjukkan rentang lebih sempit dibandingkan dengan Gata. Kedua galur ini digunakan sebagai kontrol tenggang, dan tanah Jasinga tanpa pengapuran (pH = 4.2, $Al_{dd} = 5.4$ me) digunakan dalam percobaan penyaringan. Pada penyaringan 65 lanras koleksi Balittan Bogor telah diidentifikasi enam galur tenggang dan enam galur peka terhadap keracunan Al. Percobaan penyaringan terdiri dari dua tahap masing-masing 30 dan 35 galur. Ditemukan pula bahwa diantara galur-galur yang tenggang keracunan Al ada yang tahan terhadap cekaman kekeringan, sedangkan semua galur yang peka Al tidak tahan terhadap cekaman kekeringan.

Pada kedua percobaan penyaringan dengan menggunakan tiga parameter yang telah ditetapkan, tidak didapatkan perbedaan yang nyata antara galur tenggang dengan galur peka, namun rentang sebaran antara galur tenggang dengan galur peka sangat besar, maka dipilih tiga paling tenggang dan tiga paling peka dari rentang yang besar itu dari tiap percobaan. Hasil percobaan ini kemudian dikonfirmasi dengan percobaan lapang di daerah tanah PMK di Lampung dan Sumatera Selatan. Digunakan 30 galur, 12 galur hasil percobaan rumah kaca dan 17 galur hasil pemuliaan ketahanan blas dar Balittan Bogor. Pengamatan ditujukan kepada kemampuan produksi dan ketahanan blas. Dari kedua macam percobaan ini dipilih empat galur : Gadung (produksi baik, tenggang Al, tahan blas leher), Guntung (produksi baik, peka Al, blas daun), Agaidaye (produksi baik, peka Al) dan Sibuah (tahan blas leher dan blas daun, peka Al). Keempat galur kemudian digunakan

dalam penelitian pemuliaan tanaman. Pendugaan pengendalian genetik sukar dilaksanakan karena perbedaan tingkat ketenggangan yang tidak nyata.

Kedelai.

Tanaman kedelai belum cukup lama beradaptasi pada tanah PMK di Indonesia. Tanaman kedelai ditanam di daerah transmigrasi di luar Jawa oleh para transmigran, dan biasanya baru menghasilkan baik bila diberi kapur. Namun kedelai sudah lama ditanam oleh petani di pulau Jawa, mungkin juga berkembang di daerah tanah Latosol dan PMK yang relatif masam. Dengan demikian bukan tidak mungkin terbentuk genotipe yang beradaptasi pada tanah masam.

Percobaan penyaringan dalam rumah plastik menggunakan tanah PMK Jasinga yang kandungan Al tinggi, dimulai pada percobaan pendahuluan pengujian galur-galur yang sebelumnya diketahui tingkat ketenggangan terhadap tanah masam, yaitu: Hardee dan Petek B (tenggang), SJ2 (agak peka) dan kedelai kayu (peka). Kemudian, sebagai pembanding, digunakan pula dua galur yang diperoleh dari Dr. C.D. Foy, Plant Stress Laboratory, USDA yaitu: Perry (tenggang) dan Chief (peka). Dari percobaan pendahuluan didapatkan bahwa tanah tanpa pengapuran, pH rendah (4.50), dan yang dikapur optimum, pH tinggi (6.35) dapat memisahkan galur-galur tenggang dengan peka tanah masam. Didapatkan pula bahwa parameter panjang dan berat akar merupakan parameter baik untuk menentukan ketenggangan. Pada galur tenggang, Hardee dan Petek, penampilan panjang dan berat akar tidak berbeda nyata pada pH=4.50 dibandingkan dengan pada pH=6.35.

Dengan metode penyaringan ini telah dilakukan penyaringan sebanyak 40 galur kedelai dari koleksi Balai Penelitian Tanaman Pangan Bogor. Didapatkan galur 2359, 29, Orba, dan 1815 yang tergolong tenggang dan galur 920, 27, 16 dan 2330 tergolong peka. Telah ditunjukkan pula bahwa derajat ketenggangan terhadap pH rendah sejalan dengan ketenggangan terhadap tingkat kandungan Al_{td} dan efisiensi terhadap pupuk fosfat. Dalam kondisi tercekam Al, galur-galur tenggang lebih mampu menyerap Ca⁺⁺ dan Mg⁺⁺. Perlu dicatat pula bahwa tidak semua galur tenggang mempunyai berat dan panjang akar cukup tinggi pada pH rendah, ada pula galur tenggang yang tergolong kerdil, tetapi tidak digolongkan tenggang pada percobaan ini.

Pada percobaan lapang di tanah Latosol Kebun Percobaan Tajur diamati karakter agronomik dari galur-galur tenggang dan peka melibatkan tiga galur tenggang (1815, Orba, dan 2359) dan tiga galur peka (2330, 27, dan 16). Disamping itu diketahui pula bahwa Chief dan Perry ternyata kerdil dan cepat berbunga, mungkin karena peka terhadap panjang penyinaran di daerah tropika.

Studi genetik melalui persilangan antara galur tenggang dan peka menunjukkan bahwa model aditif dominan sesuai bagi pewarisan sifat ketenggangan, menunjukkan efek gen aditif untuk ketenggangan.

Untuk studi pemuliaan selanjutnya digunakan galur 1815, 1343 (Orba) dan Perry sebagai galur tenggang dan galur 2330 dan Chief yang peka. Ketiga galur tenggang tergolong genjah dan berbiji besar, sedangkan galur peka 2330 walaupun lambat berbunga namun pengisian biji cepat.

Padi Rawa Pasang Surut.

Daerah rawa pasang surut maupun lebak, yang banyak berlokasi di pantai timur Sumatera dan pantai selatan Kalimantan, telah sejak lama terkenal menjadi penghasil padi utama. Daerah ini terkenal dengan tanah salin yang berkandungan garam tinggi. Dengan demikian dapat diharapkan terbentuknya genotipe-genotipe padi rawa yang beradaptasi terhadap lingkungan rawa.

Berbagai metode penelitian telah dilakukan untuk menyeleksi plasmanutfah tanaman yang beradaptasi terhadap salinitas. Diantaranya menggunakan larutan garam dengan membuat variasi daya hantar listrik (*electric conductance*), menggunakan air laut berbagai konsentrasi, dan menggunakan larutan garam NaCl berbagai konsentrasi.

Pada penelitian ini digunakan cara terakhir dalam media tanah. Cara ini kecuali mudah dilaksanakan, juga oleh karena komposisi utama lingkungan salin atau air laut adalah NaCl. Pada awalnya digunakan tanah Latosol Bogor, diairi dengan larutan Hoagland dan larutan NaCl dengan konsentrasi 0-6000 ppm dalam bak-bak plastik. Pada percobaan pendahuluan penentuan konsentrasi NaCl untuk penyaringan, digunakan dua varietas yang telah diketahui reaksinya terhadap salinitas, yaitu Pokkali (tenggang) dan IR 22 (peka). Kriteria ketenggangan didasarkan pada yang telah dibakukan IRR1 berdasarkan kerusakan daun (1-3 = tenggang 7-9 = peka) dan pembentukan anakan. Dari percobaan pendahuluan ini ditetapkan konsentrasi NaCl 4000 ppm sebagai konsentrasi untuk memisahkan galur peka dengan galur tenggang pada umur empat minggu setelah tanam.

Pada penyaringan 23 genotipe, varietas asal IRR1 (termasuk varietas kontrol Pokkali dan IR22) dan 17 galur lanras asal Kalimantan Selatan, didapatkan enam galur tenggang, yaitu Bayar Putih, Lemo, Pacak, Duyung (padi rawa pasang surut), Pandak (padi rawa lebak) dan IR32 (varietas IRR1) serta 7 galur tergolong peka yaitu Surung, Raden Langsung, Karang Dukuh (padi rawa lebak), Sepanci, Banih Rantai (padi rawa pasang surut), IR28 dan IR24 (varietas IRR1). Menarik dicatat bahwa padi rawa asal Kalimantan Selatan tergolong tenggang adalah berasal dari daerah pasang surut,

sedangkan yang tergolong peka berasal dari Rawa Lebak.

Analisis jaringan tanaman menunjukkan bahwa galur-galur peka cenderung menyerap lebih banyak N serta lebih sedikit N, P, dan K dibandingkan dengan galur tenggang.

Rawa pasang surut yang terdapat di pantai timur pulau Sumatera dan Selatan pulau Kalimantan terletak pada tanah gambut. Disamping itu terdapat pula sawah yang dipengaruhi salinitas pada pantai utara Jawa dan selatan pulau Sulawesi yang terletak pada tanah Aluvial. Perlakuan dengan larutan NaCl 4000 ppm pada tanah Aluvial dari Sukamandi ternyata menunjukkan galur tenggang Pokkali dan IR 19660-23-2-1 bereaksi sama pekanya dengan galur peka IR 22. Percobaan pada tanah Aluvial menunjukkan bahwa larutan NaCl 2500 ppm dapat memisahkan antara galur tenggang dengan galur peka. Galur-galur yang dinilai tenggang adalah IR 32, Pokkali, IR 9884-54-3, dan Pare Potak (asal Sulawesi Selatan), sedang yang dinilai peka adalah IR 28, Pandak dan Ase Nipon (asal Sulawesi Selatan).

Studi fisiologi dan genetik dilaksanakan pada percobaan larutan hara Hoagland dengan cekaman 0,4 persen (4000 ppm) NaCl. Galur-galur tenggang ternyata dapat menahan ion Na^+ dan Cl^- pada akar, sehingga konsentrasi dalam tajuk dapat dipertahankan pada batas tidak menimbulkan racun bagi tanaman, sedangkan pada galur-galur peka tidak demikian halnya. Sedangkan studi genetik menunjukkan bahwa pengaruh gen aditif dan gen non aditif sama kuatnya. Selanjutnya studi silang dialel antara galur-galur tenggang dengan galur-galur peka menunjukkan bahwa pengaruh dominan lebih kuat dari pada aditif dan interaksi antar gen. Seleksi ketenggangan berdasarkan skor kerusakan daun harus dilaksanakan pada generasi lanjut.

METODE PEMULIAAN

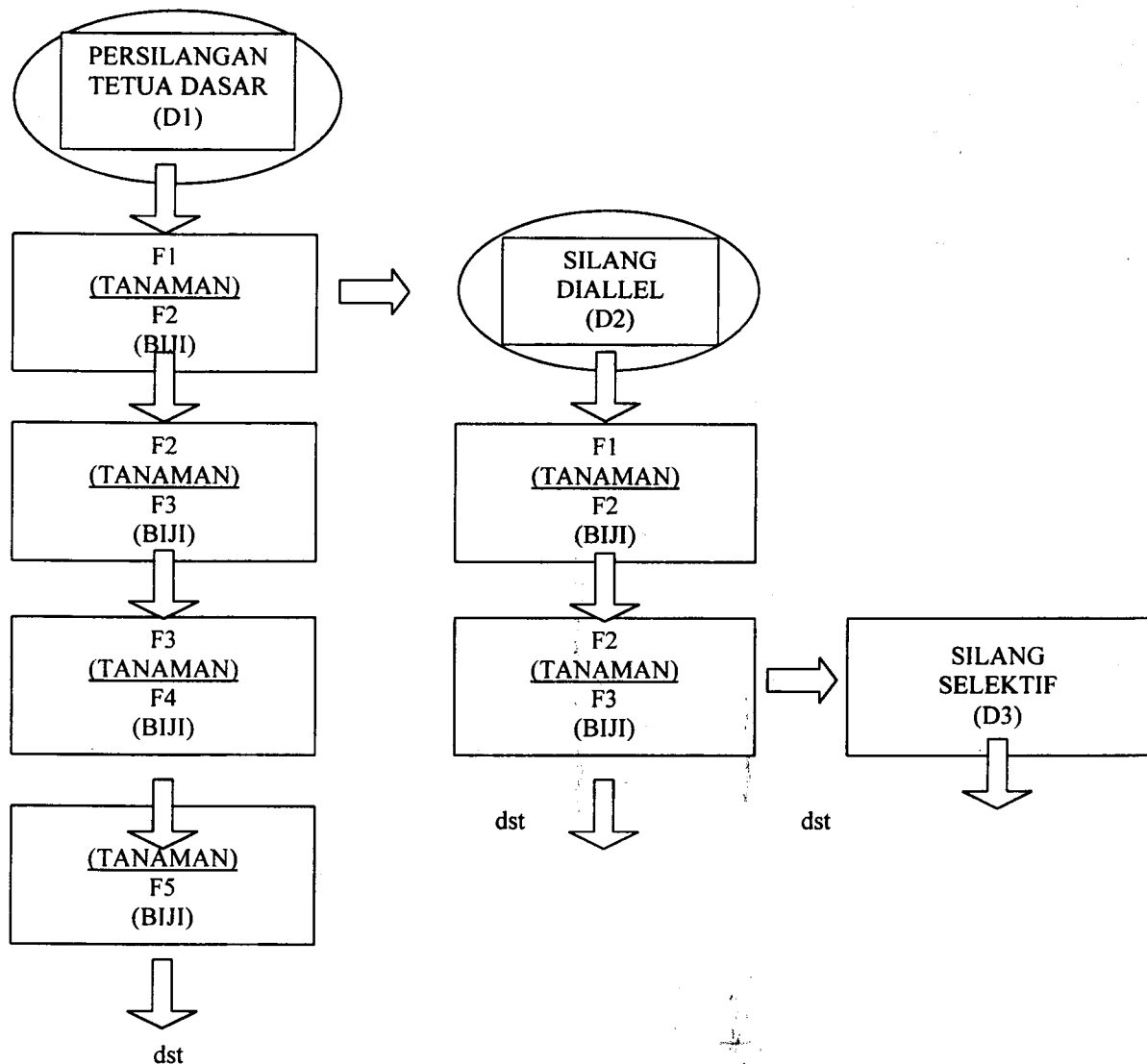
Seleksi bagi adaptasi terhadap cekaman biotik maupun abiotik telah dilaksanakan pada spesies tanaman pangan dan hortikultura menyerbuk sendiri,

yaitu padi, kedelai, buncis/jogo, dan tomat. Untuk spesies menyerbuk sendiri, galur homozigot telah tersedia, baik sebagai hasil seleksi alam maupun hasil pemuliaan. Seleksi untuk genotipe adaptif dilaksanakan atas dasar skor ketahanan atau pembentukan biomassa pada kondisi cekaman dibandingkan dengan kondisi tanpa cekaman pada pertumbuhan vegetatif. Penampilan pada fase reproduktif untuk mengevaluasi karakter seperti kegenjahan serta kualitas dan produktivitas hasil dilaksanakan pada percobaan lapangan.

Banyak galur-galur adaptif, terutama yang berasal dari lanras lokal, mempunyai sifat-sifat reproduktif dengan nilai ekonomis kurang menguntungkan. Diperlukan metode pemuliaan yang dapat menggabungkan sifat adaptif dengan sifat reproduktif yang secara ekonomis menguntungkan.

Atas dasar, (1) cukup banyak koleksi plasmanutfah yang tersedia pada pusat-pusat penelitian nasional pada berbagai negara, maupun pusat penelitian internasional, (2) untuk mencegah meningkatnya kerapuhan genetik dengan memperluas dasar genetik. Jensen (1970) menyarankan Metode Silang Dialel Selektif (*Diallel Selective Mating System* = DSM) pada tanaman menyerbuk sendiri, dan Eberhar *et al.*, (1967) menyarankan sistem Pemuliaan Komprehensif (*Comprehensive Breeding System*) pada tanaman menyerbuk silang.

D_1 atau seri dialel tetua dasar merupakan silang dialel semua kemungkinan, resiprokal digabung, untuk tetua dasar terpilih (3, 4, 5 atau 6 galur), kemudian dilanjut dengan bulk F_1 , F_2 , F_3 dan selanjutnya. Seleksi populasi bulk dapat dilaksanakan pada turunan lanjut misalnya F_5 , F_6 dan kemudian diikuti dengan seleksi galur. Seri D_2 adalah paling dialel untuk semua F_1 yang selanjutnya dilaksanakan seperti pada D_1 . Seri D_3 adalah silang dialel selektif untuk turunan F_2 dari D_2 yang terpilih. Metode ini cukup fleksibel karena introduksi tetua persilangan baru dapat dilaksanakan tiap tahap dialel. Percobaan penerapan DSM baru dapat dilaksanakan pada tomat, padi gogo dan kedelai. Metode DSM pada prinsipnya adalah seperti tercantum pada Gambar 1.



Gambar 1. Metode Silang Diallel Selektif (Diallel Selective Mating) = SDM Pada Tanaman Menyerbuk Sendiri

Tomat.

Metode DSM pada tomat bagi ketahanan penyakit layu bakteri dimulai dengan persilangan tiga tetua dasar, yaitu ; Kemir (K₇, tahan layu bakteri, buah kecil, rasa asam), Apel Belgia (AB, rentan layu bakteri, buah besar, rasa manis), *Hawai Bacterial Wilt Resistant*, (HBWR, rentan layu bakteri tetapi tahan di daerah asalnya, buah keras). Persilangan tetua dasar $(3(3-1)/2 = 3)$ atau D₁ dilaksanakan sambil mempelajari pewarisan sifat ketahanan terhadap layu bakteri. Persilangan dilaksanakan di Kebun Percontohan Pasir Sarongge, demikian juga persilangan untuk BC₁ dan BC₂. Untuk memperoleh benih turunan F₂ dan turunan BC juga dilaksanakan di Pasir Sarongge, karena tekanan penyakit layu bakteri yang sangat rendah.

Pembentukan D₂ dan mengintroduksi galur lain, yaitu dua galur introduksi asal *Asian Vegetable Research and Development Center* (AVRDC), Taiwan, AV dan VC (dua galur tahan layu bakteri, percabangan determinate). Persilangan juga dilaksanakan di Pasir Sarongge. Pada tanaman berikutnya diintroduksi pula varietas unggul berkualitas baik dari Amerika Serikat, Beef Steak dan Celebrate.

Pengamatan ketahanan penyakit layu dan berbagai karakter hortikultura diamati di Kebun Percobaan Tajur, Kebun Percobaan Sukamantri (keduanya Kebun Percobaan IPB) dan Kebun Percobaan Munjul (Milik P.T. Benih Prima). Ketahanan penyakit dipelajari pada petak-petak percobaan yang terserang berat, dengan *Yellow Plum* (sangat rentan) sebagai pembanding. Pada pengamatan empat minggu setelah tanam, terlihat pola

aditif sifat ketahanan, sehingga seleksi cukup mudah, karakter besar buah cenderung juga mewaris kuantitatif, demikian juga karakter buah lainnya.

Kesulitan juga diperoleh untuk seleksi terhadap karakter pecah buah yang diwariskan dari galur tahan layu bakteri, Kemir. Kemudian diketahui bahwa pecah buah mewaris secara kuantitatif, peran gen-gen dominan dan interaksi interalelik cukup besar, serta heritabilitas arti sempit juga sangat kecil. Oleh karena pada metode DSM digunakan plasma nutfah dari berbagai sumber, didapatkan juga efek heterosis dari persilangan galur generasi lanjut, seperti pada berat buah.

Seleksi generasi lanjut D₁, D₂, dan D₃ di Kebun Percobaan Munjul telah menghasilkan galur-galur yang kualitasnya cukup baik dan tahan layu bakteri. Namun perundang-undangan perlindungan varietas dan pembenihan yang belum cukup melindungi, menyebabkan P.T. Benih Prima belum bersedia melepas galur ini menjadi varietas.

Padi Gogo

Hasil pengujian ketenggangan terhadap AI dalam rumah plastik, hasil pengamatan karakter agronomik di lapangan, dan pengamatan ketahanan terhadap penyakit

blas, menampilkan empat galur berikut bagi percobaan DSM (Tabel 1).

Varietas hasil pemuliaan yang diinginkan dari keempat tetua ini ialah yang menggabungkan kelima karakter yang bersumber dari masing-masing galur tetua dasar. Dari percobaan belum didapatkan sumber gen untuk genjah pada galur-galur padi gogo yang diuji. Mengingat bahwa padi gogo belum terlalu diperlukan intensitas pertanaman yang tinggi, maka dalam metode ini belum diperlukan faktor genjah.

Pengamatan tentang adanya rekombinasi yang menguntungkan baru dapat dilaksanakan pada F₂ (D₁) dan F₁ (D₂) untuk ketenggangan terhadap AI. Pengamatan dilaksanakan pada pertumbuhan bibit pada percobaan rumah plastik berdasarkan panjang akar dan bagian atas tanaman pada umur empat minggu. Cara ini digunakan ialah karena setelah bibit dievaluasi dan akar dibersihkan dari tanah, panjang tanaman dan akar dapat diukur, kemudian tanaman yang terseleksi tenggang dapat dipindahkan ke lapangan. Pengamatan menunjukkan bahwa terdapat segregasi transgresif untuk penjaga akar pada populasi D₁ dan D₂. Famili turunan D₁ dan D₂ pada kondisi tekanan AI di Sitiung (Sumatera Barat) memberikan petunjuk peningkatan jumlah anakan produktif dan peningkatan ketahanan terhadap penyakit blas.

Tabel 1. Galur-galur padi gogo dengan berbagai sifat, yang digunakan untuk metode DSM

Galur	Penampilan Karakter				
	Jml anakan	Produksi	Tenggang AI	Neak blast	Leaf blast
Gandung	A	P	T	R	-
Guntung	-	P	-	-	R
Agaidaye	A	P	-	-	-
Sibuah	-	-	-	R	R

Keterangan :

A : Unggul jumlah anakan

P : Unggul produksi

T : Tenggang

R : Resisten

Tabel 2. Galur-galur kedelai berikut sifat-sifat agronomik yang digunakan untuk metode DSM

Galur	Reaksi AI	Umur berbunga	Umur panen	Jumlah cab produksi	Jumlah buku subur	Ukuran biji	Potensi hasil
Orba	T	Sedang	Sedang	Sedang	Banyak	Sedang	Sedang
1815	T	Sedang	Sedang	Sedang	Banyak	Agak besar	Sedang
Perry	T	Genjah	Genjah	x	x	Besar	x
2330	P	Agak dalam	Sedang	Sedang	Banyak	Sedang	Sedang
Chief	P	genjah	genjah	x	x	Besar	x

Keterangan :

T : Tenggang

P : Peka

x : Galur dari Amerika, sedang beradaptasi

Sebanyak 10 persilangan D_1 dilaksanakan di rumah plastik memperoleh 10 F_1 . Dari sini dilaksanakan 45 persilangan untuk D_2 . F_2 (D_1) dan F_1 (D_2) diperbanyak pada kondisi optimum Kebun Percobaan Tajur tanpa seleksi. F_3 (D_1) diamatai untuk karakter agronomik pada kondisi tercekam Al dengan pengapuran satu ton per Ha dan dua ton per Ha di tanah Latosol Darmaga, dan F_2 (D_1) pada kondisi optimum Kebun Percobaan Tajur. Pada fase ini belum terlihat rekombinasi sifat-sifat yang diinginkan untuk berbagai karakter agronomik. Sampai F_7 (D_1) dan F_6 (D_2) dikelompokkan atas tipe pertumbuhan, kegenjahan, hasil biji kering, dan bobot 100 biji. Pada tahap terakhir ini, atas analisa gerombol hirarki, diperoleh sembilan gerombol kombinasi karakter agronomik yang baik untuk tahap seleksi selanjutnya. Percobaan seleksi yang dilaksanakan di Kalimantan Selatan, Lampung, dan Sulawesi Utara, menunjukkan kombinasi beberapa karakter yang memberi harapan.

Jagung

Jagung adalah tanaman menyerbuk silang. Galur murni bagi pengujian adaptasi terhadap cekaman lingkungan tidak tersedia dalam koleksi plasma nutfah alami.

Sejalan dengan pemanfaatan koleksi plasma nutfah secara maksimal yang disarankan Jensen untuk tanaman menyerbuk sendiri, Eberhart *et al* (1967) menyarankan sistem pemuliaan komprehensif untuk jagung dan tanaman menyerbuk silang lainnya. Pada dasarnya metode pemuliaan terdiri dari tiga tahap :

1. Silang puncak dari varietas bersari bebas atau plasma nutfah yang tersedia dengan menggunakan varietas yang beradaptasi luas sebagai tester. Gunanya ialah untuk mendapatkan efek heterosis secara dini.
2. Seleksi daur ulang (*recurrent selection*) dari nomor-nomor terpilih atas dasar karakter yang diinginkan.
3. Pembentukan varietas bersari bebas atau dimana mungkin varietas hibrida.

Pada pemuliaan jagung bagi adaptasi terhadap tanah masam Podsolik daerah kering, telah dimulai dengan melaksanakan silang puncak dari 15 varietas bersari bebas yaitu : Genjah Keretek, Genjah Madura HYI, Penjalinan, Bogor Komposit 24, Arjuna, Bogor DMR 4, Suwan IC, Bogor Komposit 2, H6, Parikesit (H 159) (10 varietas ini adalah dari koleksi BPTP-Bogor), berikutnya : Brazil 1523 (B 1523), B 1532, B1528, B437, B1531 (lima nomor terakhir ini adalah introduksi dari Brazil dari Yayah Koswara) dinyatakan tenggang tanah masam. Pada percobaan silang puncak, varietas Arjuna digunakan sebagai tester.

Sama dengan metode DSM, pada sistem pemuliaan komprehensif juga dapat dimasukkan setiap saat nomor baru yang diinginkan ke dalam sistem.

Silang puncak dilaksanakan pada tanah masam Latosol Darmaga (pH : 4.6, Al : 3.09 mg/100 gr tanah) dan lingkungan tanah optimal di Kebun Percobaan Tajur. Pada silang puncak ini terpilih 10 nomor untuk seleksi daur ulang, yaitu; Bogor DMR-4, Suwan IC, Bogor Komposit 2, H6, Parikesit (H159) (dari koleksi BPTP-Bogor), B1523, B1532, B1528, B437 dan B1531 (nomor asal Brazil) sebagai dasar untuk seleksi daur ulang.

Berdasarkan uji pewarnaan dengan haematoxylin, lima nomor asal Brazil dan Bogor DMR-4, tergolong agak tenggang sampai tenggang Al, sedangkan empat nomor BPTP Bogor tergolong agak peka sampai peka.

Dua siklus seleksi daur ulang sederhana pada lingkungan cekaman Al tanah Latosol Darmaga, dapat meningkatkan hasil pipilan kering sekitar 0.5 ton per hektar, disamping perubahan beberapa karakter agronomik seperti keterlambatan umur berbunga dan umur masak serta meningkatnya tinggi tongkol utama.

Seleksi daur ulang tanaman jagung pada tanah dengan cekaman Al rendah diperkirakan akan memakan waktu sangat lama untuk mendapatkan varietas tenggang dengan karakter agronomik baik. Disamping itu *evolusionist* menunjukkan bahwa sifat plastik tanaman dapat membentuk ecotype yang sesuai terhadap cekaman tanah bermasalah (*edaphic ecotype*), serta sifat ini diwariskan pada turunannya (Humphreys and Bradshaw, 1976).

Kemajuan dalam bidang bioteknologi memungkinkan menyeleksi material genetik dalam jumlah besar pada kondisi *in vitro* maupun dalam bentuk *plantlet* pada kondisi terkendali, dalam jangka waktu lebih cepat. Penelitian rintisan yang telah dilaksanakan pada dua genotipe inbred berikut hibridanya, dan varietas bersari bebas Arjuna, menunjukkan bahwa seleksi populasi soma klonal terhadap cekaman $AlCl_3$ dapat meningkatkan varian tenggang Al. Diikuti dengan seleksi cepat *plantlet* dapat mempercepat siklus seleksi, namun juga berakibat kearah penyimpangan kromosomal dan mutasi yang tidak diinginkan. Dengan perbaikan metode, program dalam bidang bioteknologi diharapkan dapat mempercepat terbentuknya varietas tenggang Al pada jagung.

Jagung Manis

Sejak awal 1980-an jagung manis mulai populer di Bogor. Varietas impor yang ditanam petani, rentan terhadap *Helminthosporium* spp. Pemuliaan jagung manis dimungkinkan berkat kerja sama Laboratorium Pemuliaan Tanaman dan Laboratorium Teknologi Benih dengan PT Benih Prima dari Group Kodel, dengan menggunakan kebun perusahaan di Munjul, Ciawi. Metode seleksi daur ulang sederhana digunakan untuk memasukkan gen lokal dari varietas jagung biasa : Arjuna, Bogor Komposit 24, Genjah Keretek, Genjah Madura dan Penjalinan ke dalam varietas *Hawaii Sweet*

(HS). *Hawaii Sweet* mengandung gen jagung manis *su-l, se*. Seleksinya mudah dilaksanakan karena endosperm resesif mengandung gen ini berwarna kuning muda dan mengeriput disaat kering panen.

Sampai dua kali siklus daur ulang masih didapatkan tanaman yang belum mengandung gen jagung manis, walupun telah diperoleh tanaman yang resisten. Ciri lain dari masuknya plasma nutfah jagung manis ialah warna malai dan rambut yang kuning muda. Setelah lima kali siklus daur ulang, telah didapatkan tipe jagung manis dengan gen *Su-l se*, diberi nama HSL-5 (*Hawaii Sweet*-lokal siklus 5), dengan ketegaran tumbuh cukup baik dan tahan terhadap *Helminthosporium* spp.

Selanjutnya seleksi daur ulang sederhana juga diterapkan untuk menyeleksi letak tongkol yang rendah dan peningkatan lingkaran batang, serta peningkatan kandungan gula. Setelah tiga kali siklus daur ulang, kandungan gula reduksi meningkat dari 2.06% b.k. (berat kering) menjadi 3.67% dan sukrosa meningkat dari 7.91% b.k menjadi 15.41% b.k. Peningkatan lingkaran batang dan letak tongkol rendah tidak diperoleh dengan seleksi daur ulang, mungkin karena heritabilitas karakter ini terlalu kecil.

Masuknya gen plasma nutfah lokal dalam HSL juga menunjukkan dominasi arsitektur plasma nutfah jagung tropis, yaitu kerapatan luas daun diatas tongkol (KLDDT) yang tinggi dan jumlah cabang malai banyak. Sifat arsitektur tanaman dengan KLDDT tinggi menyebabkan besar dan berat tongkol rendah, karena kurang efisiennya fotosintesis dan sifat apikal dominansi tanaman jagung. Fischer *et al.*, (1987) menyarankan modifikasi seleksi daur ulang untuk seleksi kearah KLDDT rendah dan cabang malai sedikit. Cabang malai yang terlalu banyak menyebabkan kurang efisiennya penyerbukan.

Pendugaan KLDDT dirumuskan sebagai berikut :

$$KLDDT = \frac{\text{rataan luas daun} \times \text{jumlah daun diatas tongkol}}{\text{tinggi diatas tongkol} \times \text{luas area ternaungi}}$$

dimana :

rataan luas daun : luas rata-rata daun kesatu dan ketiga diatas tongkol.

luas daun : panjang x lebar x 0.75; 0.75 merupakan faktor koreksi.

Oleh karena penghitungan KLDDT dan jumlah cabang malai, menyebabkan seleksi daur ulang tidak dapat diterapkan untuk seleksi kearah KLDDT rendah dan jumlah cabang malai sedikit.

Di Kebun Percobaan Munjul seleksi daur ulang kearah KLDDT dan jumlah cabang malai rendah dilaksanakan berupa modifikasi seleksi tongkol tanaman dalam baris atas dasar penghitungan KLDDT dan

jumlah cabang malai tanaman bersangkutan. Metode ini disebut juga metode modifikasi seleksi "ear to row". Ternyata dapat menurunkan nilai KLDDT dan jumlah cabang malai masing-masing sebesar - 5.3 dan - 4.3 persen setiap siklus. Tanggapan positif lain ialah meningkatkan kadar gula dalam endosperma sebesar 2.58 persen setiap siklus. Namun menyebabkan penurunan panjang, lingkaran, dan berat tongkol masing-masing sebesar - 4.39, - 2.36, dan - 6.12 persen. Penurunan karakter ketegaran yang terakhir ini disebabkan oleh efek tangkar dalam yang sebesar 1/8 pada seleksi "ear to row" sebagai hasil silang saudara tiri. Metode ini lebih berguna bagi pembentukan galur tangkar dalam. Guna mengurangi efek tangkar dalam, pada percobaan berikutnya digunakan metode daur ulang salang saudara kandungan modifikasi (SSKM) atau *Half Sib Recurrent Selection* seperti dilaksanakan oleh Johnson *et al.*, (1986) dalam menurunkan tinggi tanaman jagung.

Penelitian ini menggunakan populasi hasil silang HSL-5 dengan *Super Sweet* (SS) disebut populasi HSL-SS. Dari penelitian sebelumnya juga didapatkan korelasi yang sangat erat antara KLDDT dengan lebar daun sempit dan jumlah cabang malai sedikit. Perbedaan lain dengan seleksi "ear to row", ialah dalam metode ini untuk tiap siklus seleksi digunakan beberapa kelompok SKKM sehingga dapat terjadi saling silang diantaranya untuk menghindari efek tangkar dalam. Tiga siklus seleksi daur ulang SKKM ternyata dapat menurunkan lebar daun dan jumlah cabang malai sebesar - 10.1 dan - 32.7 persen. Penurunan ini juga sejalan dengan penurunan KLDDT, panjang tongkol, masa antesis ke "silking" dan tinggi tanaman, dan meningkatkan kandungan gula. Seleksi tidak berpengaruh terhadap sudut daun, jumlah tongkol, lingkaran tongkol dan berat tongkol, berarti dapat menghindari efek tangkar dalam.

FISIOLOGI DAN PEWARISAN SIFAT EFISIENSI UNSUR HARA PADA KEADAAN CEKAMAN ALUMINIUM PADI GOGO

Padi gogo relatif lebih tenggang terhadap cekaman Al pada tanah masam dibandingkan dengan kedelai. Sifat ketenggangan ini disertai dengan metode penyaringan yang kuang tajam dalam membedakan galur-galur yang tenggang dengan yang kurang tenggang menyebabkan sulitnya studi fisiologi dan pewarisan sifat ketenggangan terhadap keracunan Al pada tanah masam PMK.

Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Departemen Pendidikan dan Kebudayaan mulai tahun anggaran 1995/1996 menyediakan anggaran untuk meningkatkan percepatan dan mutu penelitian mahasiswa pasca sarjana melalui proyek University Research for Graduate Education (URGE). Adanya proyek ini membuka kembali peluang bagi kelompok ini untuk melanjutkan penelitian Pemuliaan Padi Gogo bagi

Adaptasi terhadap Tanah Masam, yang terbengkalai sejak tahun 1985. Kelompok penelitian ini mendapat kesempatan dibiayai mulai tahun anggaran 1996/1997, berjangka waktu tiga tahun, dengan tekanan kearah studi fisiologi dan pewarisan sifat efisiensi unsur hara pada keadaan cekaman Aluminium.

Dalam pelaksanaan program sangat dijaga interaksi antara dosen dan mahasiswa pada program pasca sarjana, IPB melibatkan dosen dalam bidang genetika dan pemuliaan dua orang, bidang fisiologi tanaman satu orang, dan bidang genetika molekular satu orang, serta melibatkan lima mahasiswa S_2 dan tiga mahasiswa S_3 . Seorang dosen peneliti juga melaksanakan penelitian melalui Doktor (post-doctoral) dalam program ini. Lima mahasiswa S_2 dalam kelompok ini, semua telah menyelesaikan studinya, sedangkan dua mahasiswa S_3 yang telah selesai sampai awal tahun 2001. Penelitian liwat doktor juga telah diselesaikan.

Oleh karena anggaran biaya penelitian yang disediakan cukup memadai, padapenelitian dapat dipelajari tahap-tahap kedalaman dan ketepatan metode seperti dikemukakan Lewis (1976), yaitu : metode lapangan, laboratorium dan rumah kaca untuk studi fisiologi dan pewarisan, dan memulai pendekatan dengan studi molekular.

Penyaringan Galur Tenggang Al dan Efisiensi Hara.

Percobaan lapangan dilaksanakan di Kebun Percobaan Taman Bogo dari BPTP Lampung., pada tanah PMK (pH: 4.90; Al_{dd} : 2.68 (M.K), 2.16 (M.H). Dengan menggunakan 150 galur lanras dan nomor pemuliaan dari Balittan Bogor, ketenggangan dan efisiensi hara diukur berdasarkan penampilan relatif karakter morfologik dan agronomik tanaman pada kondisi tercekam Al (tanpa dikapur) atau zat hara N, P, K kurang (pemupukan N, P, atau K rendah) terhadap kondisi optimum (dikapur) atau pemupukan optimum. Juga diamati ketahanan terhadap penyakit blas. Percobaan dilaksanakan selama dua musim yaitu musim hujan dan musim kemarau.

Percobaan kultur hara dilaksanakan dalam rumah plastik di Kebun Percobaan Tajur, IPB Bogor. Kultur hara menggunakan larutan Yoshida, dengan kondisi cekaman Al 45 ppm ($AlCl_3 \cdot 5H_2O$), pH larutan dipertahankan pada pH 4.0. Ketenggangan Al diukur dengan panjang akar relatif pada kondisi tercekam terhadap kondisi optimum (tanpa Al), pada umur 14 hari. Efisiensi unsur hara diukur dengan bobot kering relatif tanaman setelah 14 hari ditaam, pada kondisi kurang hara terhadap kondisi optimim. Pada kultur hara juga diuji 150 galur seperti yang digunakan di lapangan.

Pengujian dengan media tanah PMK (pH: 4.40, Al_{dd} : 16.60) juga dilaksanakan dalam rumah plastik kebun percobaan Tajur. Percobaan dalam pot berisi tanah pada kondisi tercekam (tanpa pengapuran) dan

kondisi optimum (dengan pengapuran), kondisi kurang hara NPK terhadap pemupukan optimum, membandingkan karakter morfologik dan agronomik tercekam terhadap optimum. Uji cepat ketenggangan Al juga dilaksanakan dengan membandingkan panjang akar pada kondisi tercekam terhadap kondisi optimum. Pada percobaan ini tidak digunakan semua 150 galur, tetapi digunakan 15 galur atas dasar penampakan pada uji lapangan dan uji kultur hara. Pada percobaan ini kondisi air tanah dalam pot dipertahankan pada kapasitas lapang

Lengkapnya metode yang digunakan dapat dilihat pada tesis atau disertasi masing-masing mahasiswa.

Dengan membandingkan hasil pengujian pada tiga lingkungan tumbuh yang berbeda, yaitu: Lapangan (cekaman Al rendah, lingkungan kurang terkendali), kultur hara (cekaman Al sedang, lingkungan terkendali), dan percobaan pot (cekaman Al berat, lingkungan agak terkendali), dapat disimpulkan bahwa: (a) ada galur-galur yang tenggang pada kondisi lapang dan larutan hara saja seperti CT6510-24-1-3 dan B8503E-TB-30-03; galur ini telah mengalami seleksi terarah hasil pemuliaan; (b) galur-galur yang tenggang pada pengujian larutan hara dan percobaan pot, seperti Krowal, Ketan Laer dan Banih Kuning; galur-galur ini adalah lanras hasil seleksi alami, kelihatannya beradaptasi terhadap cekaman Al berat, tetapi tidak tahan kekeringan; (c) galur-galur yang tenggang pada pengujian larutan hara saja, kelompok ini yang lebih banyak, seperti Ketombol, Lempo dan Lalantik Baman; mungkin hanya tenggang Al saja, tetapi tidak dapat bertahan terhadap berbagai kompleksitas tanah dan lingkungan lainnya; (d) galur-galur yang hanya tenggang pada percobaan lapang dan percobaan pot, seperti TB 154-E-TBI dan IRAT 144; juga kelihatannya telah mengalami seleksi terarah dan tidak tahan genangan; (e) disamping itu terdapat pula galur-galur yang bereaksi tenggang pada ketiga kondisi lingkungan percobaan, yaitu Seratus Malam, Hawar Bunar dan Grogol; ketiganya adalah galur yang mempunyai tingkat ketenggangan yang tinggi; hanya pada kondisi lapang menunjukkan tenggang pada sistem skoring saja, tidak atas dasar daya hasil relatif, yang memang demikian dipikirkan pada hasil seleksi alam.

Mengingat akan dinamika lingkungan tanah, yang dapat berubah dari satu lokasi ke lokasi lain, dan dari waktu ke waktu sesuai perubahan iklim, mengisyaratkan sulitnya pemuliaan dan seleksi kearah adaptasi terhadap tanah masam PMK. Seleksi dengan memanfaatkan penanda molekular akan sangat membantu.

Dari galur-galur yang tenggang cekaman Al, terdapat pula yang efisien untuk satu dua dari unsur hara N, P, K. Studi efisiensi hara lebih diarahkan kepada dasar fisiologik dan pewarisan sifat efisiensi.

Fisiologi Efisiensi Hara pada Cekaman Aluminium

Studi fisiologi efisiensi hara N, P, K diarahkan kepada dasar fisiologi efisiensi pada kondisi tercekam Al dan unsur hara kurang. Hasil percobaan kultur hara menunjukkan bahwa, baik pada N, P, maupun K, galur yang efisien mempunyai kemampuan yang lebih besar dalam menggunakan unsur dalam pembentukan bahan kering dibandingkan dengan galur inefisien. Disamping itu, dalam hal efisien N, galur efisien mempunyai kemampuan yang lebih dalam menyerap dan mengasimilasi nitrat dibandingkan dengan amonium. Sedangkan dalam hal efisien K, ada petunjuk bahwa galur efisien, sebagian fungsi K dapat digantikan oleh Mg. Juga petunjuk bahwa galur-galur yang tenggang Al juga efisien N, P, K.

Pewarisan Sifat Efisien Hara pada Cekaman Aluminium

Studi pewarisan sifat efisiensi hara telah dapat dipelajari pada efisiensi N dan K. Pewarisan efisiensi dalam keadaan tercekam Al berdasarkan pembentukan bahan kering pada umur 14 hari. Sifat efisiensi diwariskan secara kuantitatif yang ditentukan oleh aksi gen aditif, dominan, serta interaksi aditif x aditif dan dominan x dominan. Heritabilitas arti luas berkisar antara rendah hingga sedang, sedangkan pengaruh aditif masih cukup besar. Hal ini mengisyaratkan besarnya pengaruh lingkungan.

Pada studi identifikasi keterpautan penanda molekuler RAPD dengan ketenggangan terhadap keracunan Al diperoleh petunjuk bahwa fragmen DNA OPH-06700 dan OPF-07470 adalah merupakan kandidat fragmen DNA yang terpaut dengan ketenggangan terhadap keracunan Al.

Mengingat besarnya pengaruh lingkungan pemuliaan dan seleksi bagi adaptasi terhadap keracunan Al pada tanah masam dengan memanfaatkan penanda molekuler akan sangat meningkatkan efisiensi pemuliaan.

MANIPULASI KROMOSOM

Dikalangan tanaman budiday, disamping terdapat spesie diploid terdapat pula spesies poliploid, seperti kentang, ubi jalar, pisang dan tebu. Terbentuknya spesie poliploid pada alam bebas dikenal melalui persilangan antara spesies, selanjutnya terseleksi melalui fertilitas dan penggandaan kromosom. Jika genom antar spesies serasi atau *homolog* terbentuk autopoliploid atau polisomik poliploid, sebagaimana halnya pada kentang (*Solanum tuberosum*). Bila antara genom tidak serasi atau *homoeolog* terbentuk amphiploid atau disomik poliploid, seperti pada terigu (*Triticum aestivum*). Beberapa spesie poliploid diperkirakan berada di antara kedua ekstrim ini, seperti apa yang disebut autopoliploid parsial.

Peristiwa sitogenetika poliploid banyak ditentukan oleh perpasangan kromosom pada peristiwa meiosis. Kromosom yang homolog dari genom yang homolog berpasangan dengan baik dan menghasilkan pindah silang optimal, seperti pada kentang, sedangkan kromosom homoeolog dari genom yang homoeolog tidak berpasangan dan tidak menghasilkan pindah silang, seperti halnya pada terigu yang terdiri dari tiga genom (AABBDD) yang homoeolog.

Hal ini menimbulkan konsekuensi genetik, yaitu rekombinasi yang sangat besar pada persilangan kentang, sedangkan rekombinasi yang sangat minim pada persilangan terigu.

Titin Handayani pada penelitian tesisnya membuat persilangan *Solanum khasianum* dengan *Solanum capsicoides*. Fertilitas F1 dapat ditingkatkan melalui penggandaan kromosom dengan kolkisin, sehingga fertilitas F1 amphiploid mendekati fertilitas kedua tetuanya.

Berbagai spesie keluarga tebu (*Saccharum* spp) mempunyai jumlah kromosom bervariasi antara $2n = 60$ sampai $2n = 128$. Persilangan antara spesie menghasilkan turunan yang *euploid* dan *aneuploid*. Pada penelitian disertasi Sri Hartatik yang mempelajari kegenetikan tebu, didapatkan pada koleksi tebu dengan ribuan entris, keragaman yang cukup besar dengan dasar genetik yang sempit. Hal ini memberi petunjuk bahwa pindah silang yang menimbulkan rekombinasi baru pada persilangan tebu sangat terbatas.

Untuk mengatasi masalah persilangan pada spesie polisomik poliploid, seperti kentang, ditemukan peristiwa sitogenetika *haploidisasi* (yang menurunkan jumlah kromosom menjadi setengah kromosom asal) dan gamet $2n$ (yang dapat mengembalikan jumlah kromosom kepada asalnya). Hal ini memungkinkan pemuliaan kentang dilaksanakan pada ploidi rendah, sedangkan pada disomik poliploid seperti terigu ditemukan gen yang dapat mempengaruhi perpasangan kromosom homoeolog. Hal ini dapat meningkatkan rekombinasi pada pemuliaan terigu.

Dapatlah diharapkan bahwa studi sitogenetika pada spesies poliploid, yang mempelajari tingkah laku kromosom dibantu dengan studi penanda molekuler, sangatlah diperlukan.

PANDANGAN PENUTUP

Rangkaian penelitian pemuliaan tanaman bagi adaptasi terhadap lingkungan spesifik, yang telah dimulai tahun 1979, telah dapat mengungkapkan berbagai jalan keluar dalam masalah pemuliaan tanaman. Sedangkan usaha untuk menghasilkan varietas baru yang berguna bagi peningkatan hasil petani belum tercapai.

Sebagaimana lazimnya program penelitian di perguruan tinggi yang lebih diarahkan kepada pemecahan masalah, penelitian pemuliaan tanaman

tidaklah mendapat tugas tertentu untuk menghasilkan varietas baru. Ada usaha untuk mengembangkan varietas baru tomat dan jagung manis bekerja sama dengan pihak swasta, namun iklim usaha pengembangan perbenihan oleh pihak swasta pada saat ini belum cukup kondusif. Para alumni yang terlibat dalam program ini juga diharapkan mengembangkan program di instansi masing-masing. Program pemuliaan tanaman di perguruan tinggi, setidak-tidaknya yang dirasakan di IPB, kurang terfokus karena sangat tergantung kepada : (a) minat staf peneliti sendiri, (b) pembiayaan penelitian yang tidak kontinyu dan biasanya kompetitif, dan (c) minat mahasiswa pasca sarjana yang terlibat dalam kelompok penelitian umumnya juga beragam atau mendapat arahan khusus dari institusi pengirim.

Dalam kelompok penelitian ini, telah dicoba mengarahkan minat mahasiswa setidak-tidaknya sesuai dengan misi "Penelitian Pemuliaan Tanaman bagi Adaptasi terhadap Cekaman Lingkungan". Dengan diundangkannya Undang-Undang Perlindungan Varietas Tanaman (PVT) dan otonomi penegelolaan Perguruan Tinggi IPB, diharapkan usaha menghasilkan varietas baru tanaman serta memasyarakatkannya kepada petani, dapat merupakan bidang usaha penghasil dana yang bermanfaat bagi IPB. Pusat Studi Pemuliaan Tanaman (PSPT) bersama laboratorium Pemuliaan Tanaman dan laboratorium Ilmu dan Teknologi Benih Jurusan Agronomi, telah merintis kemungkinan ini dengan usaha memanfaatkan sarana dan prasarana yang tersedia.

DAFTAR PUSTAKA

Rujukan Utama

- Eberhart, S. A., M. N. Harrison, F. Ogada. 1967. A Comprehensive Breeding System. *Der Zuchter* 37: 169 – 174.
- Engibus, J. C. 1975. Implication of fertilizer shortages for crop yield and quality p. 37-47. In N.R. Usherwood and E.C. Doll (ed.) International and national outlook – The necessity for efficient nutrient utilization. Special Publication No. 25. Amer. Soc. Agron., Madison, Wis.
- Grant, Verne. 1971. Plant Speciation. Columbia University Press. 435p.
- Jensen, M. F. 1970. A Diallel Selective Mating System for cereal Breeding. *Crop Sci.* 10: 629 – 635.
- Kasha, Ken J. (ed.). 1974. Haploids in Higher Plants. Proceedings of the First International Symposium, Guelph, Ontario, Canada June 10 to 14, 1974. The University of Guelph.
- Lewis, C. F. 1976. Genetic potentials for solving problems of soil mineral stress: Overview and Evaluation. P. 107-109 In. M. J. Wright (ed.) Plant adaptation to mineral stress in problem soil. Special publication, Cornell Univ Agr. Ept. Sta., Ithaca, N. Y.
- Makmur, A. 1964. The effects of photoperiods, temperature, and growth regulators on flowering of cabbage (*Brassica oleracea* var. *capitata*). Thesis University of Kentucky, Lexington, Ky.
- Makmur, A., G. C. Gerloff, and W. H. Gabelman. 1978. Physiology and inheritance of efficiency in potassium utilization in tomatoes grown under potassium stress. *J. Amer. Soc. Hort. Sci* 103 (4): 545-549.
- Mendiburu, A. O., S. J. Peloquin, D. W. S. Mok. 1974. Potato breeding with haploids and 2n gametes. P 249-273. In Kasha, Ken (ed). Haploids in Higher Plants. Proceeding of the First International Symposium, Guelph, Ontario, Canada June 10 to 14, 1974. The University of Guelph.
- National Academy of Science. 1972. Genetic Vulnerability of Major Crops. Printing and Publishing Office, National Academy of Science. V11 + 307 pp.
- Pimentel, David, L. E. Hurd, A. C. Bellotti, M. J. Forster, I. N. Oka, O. D. Sholes, R. J. Whitman. 1973. Food Production and The Energy Crisis. *Science* 182 : 443-449.
- Peloquin, S. J. 1981. Chromosomal and Cytoplasmic Manipulation. P. 117-150. in Kenneth. J. Frey (ed). Plant Breeding II. The Iowa State University Press, Ames, Iowa 50010.
- Wright, M. J. (ed) 1976. Plant Adaptation to Mineral Stress in Problem Soils. Proceedings of Workshop at the National Agricultural Library, Beltsville Maryland, November 22-23, 1976. Special Publikation, Corell Univ. Agr. Expt. Sta. Ithaca, N. Y. IX + 420 pp.

Tesis dan Disertasi Program Pasca Sarjana IPB

Tomat

- Abadi, A. H. 1983. Antagonisme antara Mikroorganisme permukaan daun dengan *Alternaria solani* (E & M) Jones & Grout penyebab penyakit "Early Bight" pada tanaman tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Tesis.

Djauhari, S. 1985. Pengaruh pemulsaan terhadap perkembangan *Fusarium Oxysporium* Schl. f. sp. *Lycopersici* (sacc) Syd & Hens. Penyebab penyakit layu pada tanaman Tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill). Tesis.

Kustiani, E. 1993. Pewaris sifat ketahanan pecah buah pada tomat. Tesis.

Rostini, N. 1993. Studi variasi somaklonal pada dua kultivar tomat dan uji resistensinya terhadap *Pythium aphanidermatum* (ed). Fitz. Tesis.

Suranto. 1981. Studi genetik ketahanan terhadap penyakit layu bakteri (*Pseudomonas solanacearu.* E.P. Smith) pada tomat. Tesis.

Sutarya, R. 1987. Identifikasi beberapa virus penting pada tanaman tomat di Kecamatan Lembang Kabupaten Bandung. Tesis.

Sutjahjo, S. H. 1987. Heterosis dan daya gabung galur-galur tomat tahan layu bakteri (*Pseudomonas solanacearum* E.F. Smith) hasil persilangan metode DSM (Diallel Selective Mating). Tesis.

Padi

Asfaruddin. 1997. Evaluasi ketenggangan padi gogo terhadap keracunan Aluminium dan efisiensinya dalam penggunaan kalium. Tesis.

Farid, N. 1997. Pengujian plasmanutfah padi gogo untuk ketenggangan terhadap tanah masam dan ketahanan terhadap penyakit blas. Tesis.

Hamzah, Z. 1984. Evaluasi terhadap kekeringan bagi lanras padi gogo yang toleran dan peka Aluminium. Tesis.

Jagau, Y. 1993. Analisis silang dialel untuk menentukan parameter genetik karakter agronomi yang berkaitan dengan ketenggangan terhadap salinitas pada padi sawah. Tesis.

_____. 2000. Fisiologi dan pewarisan efisiensi Nitrogen dalam keadaan cekaman aluiniun pada padi gogo (*Oryza sativa* L.). Disertasi.

Kaheer, A. 1986. Seleksi daur ulang guna peningkatan sifat-sifat agronomik pada pemuliaan padi gogo bagi penyesuaian terhadap tanah masam. Tesis.

Rahamma, S. 1988. Inventarisasi ras *Pyricularia oryzae* CAV. Di Sulawesi Selatan dan uji

patogenisitasnya pada beberapa varietas padi. Tesis.

Samad, A. 1980. Penyaringan populasi padi gogo bagi penyesuaian terhadap tanah masam. Tesis.

Somantri, I. H. 1988. Analisis genetik ketahanan padi terhadap wereng coklat (*Nilaparvata lugens* Stal.) Disertasi.

Sriwidodo, 1985. Penyaringan sifat toleran terhadap salinitas pada padi sawah dan kaitannya dengan beberapa karakter agronomi. Tesis.

Sulaiman, S. 1980. Penyaringan varietas padi sawah bagi penyesuaian terhadap tanah berkadar garam tinggi. Tesis.

Suwarno. 1985. Pewarisan dan fisiologi sifat toleran terhadap salinitas pada tanaman padi. Disertasi.

Suparto, H. 1999. Evaluasi ketengganganpadi gogo terhadap cekaman Aluminium dan efisiensi penggunaan Nitrogen. Teisis.

Syakhriil. 1997. Evaluasi reaksi galur-galur padi ggo terhadap cekaman Aluminium dan kekurangan Nitrogen. Tesis.

Syarif, A. A. 1987. Analisis genetik sifat ketahanan padi terhadap penyakit blast (*Pyricularia oryzae* CAV). Tesis.

Wirnas, D. 1999. Evaluasi ketenggangan padi gogo terhadap cekaman Aluminium dan efisiensi penggunaan hara Kalium. Tesis.

Kedelai

Dimiyati, A. 1982. Pewarisan sifat tahan karat pada kedelai. Tesis.

Nisa, C. 1991. Pengujian beberapa nomor seleksi kedelai (*Glycine max* (L) Merr.) pada dua lokasi di Kalimantan. Tesis.

Pongoh, J. 1987. Penampilan beberapa sifat agronomik nomor-nomor seleksi kedelai (*Glycine max* (L.) Merr.). Tesis.

Sunarto. 1981. Penyaringan galur-galur kedelai bagi penyesuaian terhadap tanah masam dan efisiensi dalam penggunaan pupuk Fosfat. Tesis.

- _____. 1985. Studi fisiologi dan genetik bagi penyesuaian terhadap keracunan Aluminium pada kedelai (*Glycine max* (L.) Merr). Disertasi.
- Tanjung, A. 1981. Penyaringan galur-galur kedelai bagi penyesuaian terhadap tanah-tanah masam dan toleran keracunan Al. Tesis.

Buncis dan jogo

- Estiati, A. 1993. Pengendalian genetik ketahanan *Phaseolus vulgaris* L. terhadap penyakit busuk batang *Fusarium*. Tesis.
- Sujiprihati, S. 1990. Studi ketahanan beberapa genotipe *Phaseolus vulgaris* L. terhadap penyakit layu *Fusarium*. Tesis.
- Umar, L. 1991. Evaluasi sifat-sifat hortikultura dan ketahanan terhadap busuk pangkal batang *Fusarium* dari beberapa nomor muatan dan varietas lokal kacang jogo (*Phaseolus vulgaris* L.). Tesis.

Jagung

- Budiarti, S. G. 1985. Seleksi daur ulang (daur 1) untuk toleransi terhadap kleracunan Aluminium pada jagung (*Zea mays* L.). Tesis.
- Hariyono, K. 1992. Seleksi pada dua kali saling silang setelah silang saudara kandung modifikasi ke arah karakter lebar daun sempit dan jumlah cabang malai sedikit pada populasi jagung manis (*Zea mays saccharata* statr.). Tesis.
- Hartatik, S. 1990. Seleksi terhadap karakter kerapatan luas daun di atas tongkol rendah dan jumlah cabang malai rendah pada populasi jagung manis (*Zea mays saccharata* start). Tesis.
- Hutagalung, O. E. 1993. Seleksi daur ulang sederhana untuk meningkatkan kadar gula dan lingkaran batang serta menurunkan tinggi tongkol tanaman jagung manis. Tesis.
- Sutjahjo, S. H. 1994. Induksi keragaman somaklon kearah ketenggangan terhadap keracunan Aluminium pada tanaman jagung. Disertasi.

Lain-lain

- Abadi, A. A. 1987. Biologi *Ganoderma boninense* Pat. pada kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) dan pengaruh beberapa mikroba tanah antagonistik terhadap pertumbuhannya. Disertasi.
- Baswarsiati. 1990. Hubungan ketahanan beberapa varietas tanaman anggur terhadap penyakit downy mildew (*Plasmopora viticola*) dengan stomata, bulu daun, kandungan tanin dan kandungan glucosa daun. Tesis.
- Handayani, T. 1995. Persilangan antar jenis *Solanum khasianum* CLARKE dan *Solanum capsicoides* ALL dengan penyelamatan embrio dan perlakuan kolkisin. Tesis.
- Hartatik, S. 2000. Studi genetik plasmanutfah tebu (*Saccharum* spp) berdasarkan penanda morfologi, agronomi dan isozim. Disertasi.
- Hengky, N. 1987. Analisis kuantitatif karakter agronomik dan analisis isozim daun kelapa hibrida (genjah x dalam) dan tetuanya. Tesis.
- Karti, P. D.H. 1994. Studi keragaman sifat-sifat vegetatif dan nilai nutrisi rumput *Setaria spalacelata*. Tesis.
- Lamadji, S. 1983. Korelasi genotipik dan fenotifik antar sifat kuantitatif pada tembakau cerutu Besuki (*Nicotiana tabacum* L.). Tesis.
- Lasminingsih, M. 1989. Keragaman sifat-sifat kuantitatif agronomik dan pola pita protein beberapa klon karet (*Hevea brasiliensis* Muell ARG. Tesis.
- Maimunah. 1999. Evaluasi resistensi lima kultivar pisang (*Musa* spp.) terhadap tiga macam isolat dan deferensiasi isolat *Fusarium oxysporum* t. sp. *Cubense* sebagai penyebab penyakit layu. Tesis.
- Muluk, C. 1986. Studi keragaman dan sidik lintas pertumbuhan dan hasil kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jcquin.). Tesis.
- Rudiansyah. 1996. Daya silang tujuh klon ubi jalar berdaging umbi ungu dengan empat belas koln berdaging umbi bukan ungu dan evaluasi beberapa koln zuriat ubi jalar berdaging umbi ungu di dua lokasi pada dua musim tanam. Tesis.
- Sudaryono, T. 1989. Analisis isozim pada tanaman anggur (*Vitis* sp.). Tesis.

Suhendi, D. 1987. penampilan keragaman sifat-sifat morfologi dan agronomis klon stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni M.). di Kebun Percobaan Ciomas dan Kebun Percobaan Pasir Sarongge. Tesis.

Wasito, A. 1982. Pengaruh lingkungan akar terhadap proses pembentukan dan perkembangan serta produksi umbi bibit kentang. Tesis.

Zaini, Z. 1980. Mobilitas dan distribusi belerang pada tanaman padi. Tesis.