

Kemajuan Genetik Varietas Unggul Kapas Indonesia Yang Dilepas Tahun 1990-2003

EMY SULISTYOWATI¹⁾ DAN HASNAM²⁾

¹⁾Balai Penelitian Tanaman Tembakau dan Serat

Indonesian Tobacco and Fiber Crops Research Institute

Jl. Raya Karangploso, Kotak Pos 199, Malang-Jawa Timur

²⁾Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan

Indonesian Center for Estate Crops Research and Development

Jl. Tentara Pelajar No.1 Bogor 16111

ABSTRAK

Kanesia 1 dan Kanesia 2 adalah dua varietas unggul kapas yang dihasilkan dari kegiatan seleksi individu dari populasi Reba BTK 12 dan Tak Fa 1 dan merupakan varietas pionier bagi berkembangnya varietas-varietas unggul kapas Indonesia. Varietas unggul berikutnya dirakit dengan pendekatan pengumpulan gen ('genes pooling') ataupun piramida gen ('genes pyramiding') dengan memanfaatkan sumber-sumber genetik dalam koleksi plasma nutfah kapas dan menghasilkan tujuh varietas kapas Indonesia baru (Kanesia 3 - Kanesia 9). Dibandingkan dengan Kanesia 1 dan Kanesia 2, tujuh varietas kapas unggul tersebut menunjukkan perbaikan tingkat produktivitas dan mutu serat yang cukup tajam; secara paralel juga dilakukan perbaikan ketahanan terhadap hama yang difokuskan pada hama penghisap daun kapas (*Amrasca biguttula*) melalui mekanisme ketahanan fisik tanaman yang ditunjukkan dengan kerapatan bulu pada batang dan daun, sehingga secara drastis mengurangi pemakaian pestisida. Makalah ini menyajikan kemajuan genetik yang telah dicapai pada program perakitan varietas Kanesia 1 sampai Kanesia 9, dan arah pemuliaan kapas dimasa datang

Kata kunci : *Gossypium hirsutum*, kemajuan genetik, produktivitas, mutu serat, *Amrasca biguttula*

ABSTRACT

Genetic Progress Of Indonesian Cotton Varieties Released In 1990 - 2003

Kanesia 1 and Kanesia 2 are two high yielding cotton varieties which were obtained from individual selection from populations of Reba BTK-12 and Tak Fa 1, and have pioneered the development of the engineering of Indonesian national cotton varieties. The other high yielding varieties are engineered by

using gene pooling or genes pyramiding approaches involving the use of genetic sources in the cotton germplasm collection which have resulted in the release of seven more new Indonesian cotton varieties (Kanesia 3 – Kanesia 9). As compared to Kanesia 1 and 2, the seven new Kanesias show a significant increase in productivity level as well as fibre properties. In parallel, those are accomplished with improved resistance to insect pests focusing on jassid (*A. biguttula*) via physical resistance mechanism expressed by long and high hair density on leaves and stem; this has resulted in reduced insecticide usage. This paper reviews the genetic improvements which have been obtained from breeding program of Indonesia national cotton varieties, Kanesia 1 – Kanesia 9 and describes the future cotton breeding programmes.

Key words: *Gossypium hirsutum*, genetic progress, productivity, fiber properties, *Amrasca biguttula*

PENDAHULUAN

Pengembangan kapas dalam negeri menghadapi masalah yang sangat kompleks, antara lain 1) terbatasnya ketersediaan benih bermutu dan ketersediaan air di daerah tadah hujan, 2) rendahnya kemampuan permodalan petani, 3) lemahnya daya saing kapas dibandingkan dengan komoditas lainnya, 4) rendahnya tingkat adopsi teknologi oleh petani, dan 5) kelemahan pada kelembagaan pendukung program pengembangan kapas. Rendahnya adopsi teknologi oleh petani kapas disebabkan oleh besarnya peluang kegagalan tanaman di lahan tadah hujan, sehingga pemberian pupuk, pestisida, dan penerapan teknik budidaya lainnya dianggap petani sebagai tindakan beresiko. Selain itu rendahnya harga kapas yang

ditetapkan oleh pemerintah tidak mendorong petani untuk meningkatkan investasinya dalam usaha tani kapas karena tingginya harga saprodi dan upah tenaga kerja, serta kecilnya marjin keuntungan. Akibat tekanan faktor-faktor iklim, teknik budidaya, dan kelemahan kelembagaan tersebut, keunggulan varietas-varietas yang telah dilepas tidak diekspresikan sehingga produktivitas ditingkat petani masih dibawah 1 ton kapas berbiji/ha.

Fokus program perbaikan varietas kapas adalah peningkatan produktivitas dan mutu serat, dalam upaya meningkatkan daya saing usahatani kapas dengan mutu serat yang sesuai dengan permintaan industri tekstil nasional yang berorientasi ekspor. Perbaikan varietas adalah cara yang paling ekonomis untuk meningkatkan produktivitas, walaupun secara empiris sudah diketahui bahwa peningkatan hasil tanaman dilingkungan yang marjinal tidak akan sebesar peningkatan dilingkungan yang berpotensi tinggi. Salah satu pendekatan yang dilakukan adalah meningkatkan ketahanan terhadap hama-hama utama terutama hama wereng kapas *Amrasca biguttula* dan hama penggerek buah *Helicoverpa armigera*. Varietas-varietas yang tahan *A. biguttula* akan menjadi komponen utama dalam penerapan teknik pengendalian hama terpadu (PHT) pada kapas, sehingga mengurangi pemakaian insektisida dan meningkatkan peran komponen-komponen pengendalian non-kimiawi untuk mengendalikan hama-hama kapas. Jika produktivitas rata-rata kapas petani diatas 2,5 ton/ha, diperkirakan pendapatan petani meningkat sebesar 15 - 20%; ini berarti peningkatan produksi kapas nasional sebesar 5% sehingga mampu mengurangi volume impor serat kapas sebesar 4% atau setara dengan US \$24

juta.

Upaya perbaikan varietas untuk meningkatkan produktivitas dan mutu serat kapas telah dilakukan sejak tahun 1983 dan telah menghasilkan Kanesia 1 – Kanesia 9 yang telah digunakan dalam program pengembangan kapas. Perbaikan genetik yang dicapai cukup nyata; selain peningkatan produktivitas dan ketahanan terhadap hama penghisap wereng kapas *A. biguttula*; juga dicapai peningkatan mutu serat terutama panjang serat dan kekuatan serat. Makalah ini mengemukakan kemajuan genetik secara bertahap yang dicapai selama proses pengembangan varietas unggul kapas Kanesia 1 – Kanesia 9 terutama pada tingkat produktivitas dan mutu serat yang dilakukan dari tahun 1983 sampai dengan 2003 dan arah program pemuliaan kapas dimasa datang.

LATAR BELAKANG GENETIK KANESIA 1 – KANESIA 9

Varietas-varietas Kanesia 1 – Kanesia 9 berasal dari 10 aksesi elit plasma nutfah, antara lain Reba BTK 12, Tak Fa 1, HG P-6-3, Stoneville 825, Reba B-50, Reba-1887, TAMCOT SP-37, LRA 5166, DPL Acala 90, dan SRT 1 yang berasal dari Amerika Serikat, Afrika, Thailand dan India. Adapun asal dan keunggulan masing-masing aksesi yang digunakan dalam pengembangan Kanesia 1 – Kanesia 9 disajikan pada Tabel 1.

Metoda pemuliaan yang digunakan dalam pengembangan Kanesia 1 dan 2 adalah seleksi individu yang dilanjutkan dengan seleksi galur; perakitan Kanesia 3 menggunakan teknik persilangan balik, sedangkan Kanesia 4- Kanesia 9 diperoleh dari persilangan tunggal dilanjutkan dengan seleksi individu dan seleksi galur (Tabel

Tabel 1. Aksesi plasma nutfah kapas yang digunakan dalam pengembangan Kanesia 1 - Kanesia 9.

Aksesi Kapas	Asal	Keunggulan
Reba BTK 12	Afrika –CIRAD, Perancis	Produktivitas tinggi, toleran kekeringan
Tak Fa 1	Thailand	Produktivitas tinggi dan kandungan serat tinggi
HG P-6-3	Chad	<i>Nectariless</i> , kandungan gossypol tinggi, percabangan kompak
Stoneville 825	Amerika Serikat	<i>Nectariless</i> , berbulu toleran hama penggerek buah
Reba B-50	Afrika	Percabangan menyebar, buah besar, tahan <i>bacterial-blight</i>
Reba-1887	Afrika	Percabangan menyebar, buah besar, tahan <i>bacterial-blight</i>
TAMCOT SP-37	Amerika Serikat	Ukuran buah besar, umur genjah
LRA 5166	India	Berbulu, tahan <i>Amrasca biguttula</i> , produksi tinggi, daya adaptasi tinggi
DPL Acala 90,	Amerika Serikat	Mutu serat tinggi
SRT 1	India	Berbulu, tahan <i>Amrasca biguttula</i>

Tabel 2. Latar belakang genetik varietas Kanesia 1 – Kanesia 9

Varietas	Metoda Pemuliaan	Latar Belakang Genetik	Nomer Seleksi
Kanesia 1	Seleksi individu, Seleksi galur	Reba BTK 12	Reba BTK 12/28
Kanesia 2	Seleksi individu, Seleksi galur	Tak Fa 1	Tak Fa 1/111
Kanesia 3	Persilangan, Silang balik 3 kali, Seleksi galur	Reba BTK-12 x HG P-6-3	(168x96)x168x168x168
Kanesia 4	Persilangan, Seleksi pedigree	Stoneville 825 x Reba B-50	85010/15/3
Kanesia 5	Persilangan, Seleksi pedigree	Stoneville 825 x Reba 1887	85011/14/3
Kanesia 6	Persilangan, Seleksi pedigree	Acala 1517-77 x Reba B-50	85019/16/1
Kanesia 7	Persilangan, Seleksi pedigree	TAMCOT SP-37 X LRA 5166	88004/1/2
Kanesia 8	Persilangan, Seleksi pedigree	DPL Acala 90 x LRA 5166	88003/16/2
Kanesia 9	Persilangan, Seleksi pedigree	DPL Acala 90 x SRT 1	92016/6

2). Di Amerika Serikat, 60% dari varietas yang dilepas merupakan hasil persilangan dialel, 25% merupakan hasil seleksi ulang, dan sisanya merupakan hasil persilangan majemuk (Van Esbroeck and Bowman, 1998).

Dengan membandingkan latar belakang genetik yang digunakan dalam mengembangkan Kanesia 3 – Kanesia 9 bisa ditunjukkan bahwa keragaman genetik tetua-tetua yang digunakan sangat sempit. Salah satu masalah berkaitan dengan pemanfaatan tetua-tetua yang memiliki keragaman genetik tinggi adalah daya adaptasi terhadap lingkungan. Rekombinasi tetua yang memiliki perbedaan daya adaptasi yang besar terhadap lingkungan berakibat pada pecahnya kelompok pautan gene (*linkage*) yang mengakibatkan hilangnya kombinasi gen yang diharapkan pada turunan-turunannya (Van Esbroeck and Bowman, 1998). Hal ini diamati

pada aksesi-aksesi yang berasal dari daerah tropika yang memiliki kelompok pautan gen yang kurang menguntungkan sehingga diperlukan 14 generasi silang balik untuk mendapatkan galur dengan mutu serat yang sesuai (Percival dan Kohel, 1990).

PERBAIKAN TINGKAT PRODUKTIVITAS DALAM PENGEMBANGAN KANESIA 1- KANESIA 9

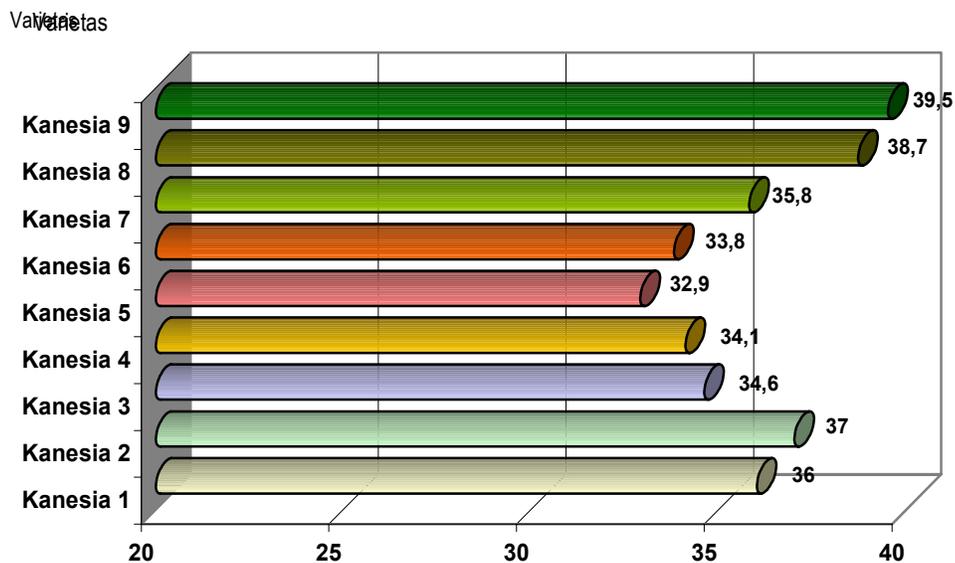
Kemajuan genetik untuk parameter produksi kapas bisa diperoleh dari tetua-tetua yang memiliki hubungan kekerabatan dekat terutama dari tetua yang telah beradaptasi dengan baik pada daerah tertentu (Van Esbroeck dan Bowman, 1998). Kemajuan dalam produktivitas dan mutu serat juga dipengaruhi oleh beberapa praktek agronomis antara lain perlakuan

defoliasi (Kelley dan Boman, 2000), saat panen (Barnes dan Herndon, 1997), pengairan (Lascano dan Hicks, 1999), penggunaan zat pengatur tumbuh (Kerby, 1985), pemupukan (Pettigrew *et al.*, 1996), pengolahan tanah (Phipps dan Clements, 1999), dan pemilihan varietas (Bradow, 1999). Selain itu, cekaman kekeringan yang sering terjadi dan cekaman oleh faktor biotik terutama serangan hama-hama utama kapas merupakan kendala produksi yang sangat berarti dan menentukan tingkat produktivitas kapas. Oleh karena itu, pengembangan varietas-varietas kapas yang memiliki tingkat toleransi tinggi terhadap serangan hama akan sangat bermanfaat.

Laju peningkatan hasil kapas berbiji yang telah dicapai berkisar 10-15% pada setiap siklus seleksi. Gambar 1 menampilkan potensi produksi kapas berbiji per hektar varietas-varietas Kanesia 1-9. Selama periode 20 tahun sejak perakitan Kanesia 1 (1983) sampai pelepasan Kanesia 9 (2003), produktivitas rata-rata kapas bergerak dari 0,8-1,1 ton/ha menjadi 1,85-1,91 ton/ha. Dengan demikian dalam periode tersebut rata-rata kemajuan seleksi yang dicapai adalah 45 kg kapas berbiji atau 15,7 kg serat per tahun. Kemajuan genetik tersebut dilahan tadah hujan yang beriklim erratic dan dalam kondisi pengendalian hama yang minimal dimana penggunaan insektisida dibatasi pada kisaran 2 l/ha (Hasnam *et al.*, 1994; 1998; 2004). Hal ini

menunjukkan bahwa program perbaikan varietas yang telah menghasilkan Kanesia 1-Kanesia 9 telah mampu memberikan kontribusi dalam menekan ongkos pengendalian hama serta meningkatkan produktivitas dan stabilitas kapas dilahan kering.

Kemajuan yang berarti dicapai pada varietas Kanesia 7 – Kanesia 9, yaitu kurang lebih 1 ton kapas berbiji lebih tinggi dibandingkan rata-rata Kanesia 1 – Kanesia 6. Kanesia 7 dan Kanesia 8 memiliki latar belakang genetik yang sama yaitu LRA 5166 sebagai tetua jantannya. Kanesia 7 dan 8 telah digunakan dalam program pengembangan kapas sejak tahun 2002. Akan tetapi Kanesia 7 telah mengalami kontaminasi sehingga terjadi kemunduran genetik yang berakibat turunnya kemurnian genetik di lapang yang sekaligus berpengaruh terhadap potensi produktivitasnya. Jika penggunaan Kanesia 7 akan dilanjutkan, penangkaran benih harus dimulai kembali dengan memanfaatkan stok-murni yaitu benih penjenis varietas tersebut yang tersimpan pada bank-benih di Balittas. Kanesia 8 telah digunakan dalam pengembangan kapas nasional mulai musim tanam 2006. Kanesia 8 lebih diminati oleh industri tekstil karena varietas ini memiliki serat yang lebih halus dan lebih kuat dibandingkan dengan Kanesia 7 atau Kanesia 9 (Gambar 3).



Gambar 1. Potensi produktivitas varietas Kanesia 1 – 9.

Gambar 2. Kandungan serat varietas kapas nasional Indonesia, Kanesia 1-9.

Toleransi suatu varietas terhadap serangan hama antara lain diwujudkan dalam bentuk kompensasi produksi pasca serangan hama tersebut. Tanaman yang mengalami kerusakan akibat serangan hama akan memacu asimilasi karbon mencapai taraf sama atau lebih tinggi daripada tanaman yang selamat dari serangan hama. Kompensasi tersebut bisa ditempuh dengan dua cara yaitu 1) dengan memacu laju fotosintesa dengan meningkatkan intersepsi cahaya karena modifikasi struktur kanopi pasca serangan hama (Sadras, 1996) atau 2) dengan substitusi kehilangan badan buah dengan menurunkan tingkat keguguran buah secara natural (Lei, 2002). Pemacuan asimilasi karbon dapat diwujudkan dengan bertambahnya jumlah buah per pohon atau meningkatnya ukuran buah (Brook *et al.*, 1992). Bentuk lain dari kompensasi kehilangan hasil karena serangan hama adalah penundaan saat puncak pembungaan (Pettigrew *et al.*, 1992) yang berakibat penundaan saat panen dan gangguan iklim pada saat pemasakan buah (misalnya tibanya musim hujan). Lei (2002) menyatakan bahwa apabila kerusakan akibat serangan hama (terutama *H. armigera*) yang terjadi 10 minggu sebelum periode awal panen maka buah-buah yang terbentuk sebagai

kompensasi kehilangan hasil akan memiliki waktu yang cukup untuk berkembang normal, sehingga hanya mengakibatkan penundaan masa panen selama kurang dari 8 hari. Berdasarkan hasil penelitian tersebut maka disarankan untuk meningkatkan nilai ambang kendali hama *H. armigera*.

Upaya perbaikan ketahanan kapas terhadap hama penggerek bunga dan buah *H. armigera* pada varietas Kanesia 1- Kanesia 9 belum memberikan kemajuan yang berarti. Perakitan varietas Kanesia 3 dengan salah satu tetuanya HG P-6-3 yang mengandung gossipol tinggi belum memberikan ketahanan yang diharapkan; kerusakan kuncup bunga karena serangan hama penggerek tersebut masih tetap tinggi mencapai 66-90% (Hasnam *et al.*, 1994). Hal ini kemungkinan disebabkan oleh kandungan gossipol dalam Kanesia 3 tidak cukup tinggi untuk menginduksi antibiosis terhadap hama penggerek buah kapas. Dalam kondisi infestasi *H. armigera* yang hebat, pengaruh antibiosis mengalami penurunan (McColl dan Noble, 1992). Selain itu bertambahnya kerapatan bulu pada batang dan daun juga meningkatkan infestasi hama penggerek buah yang berakibat pada meningkatnya kerusakan kuncup bunga

(Schuster, 1980). Dengan demikian, upaya lain untuk meningkatkan ketahanan kapas terhadap hama penggerek buah antara lain dengan mengintegrasikan gen Bt (Stewart *et al.*, 2001; Liu *et al.*, 2001) sehingga tanaman kapas mampu menghasilkan toksin yang mampu membunuh hama tersebut perlu dipertimbangkan.

PERBAIKAN KANDUNGAN DAN MUTU SERAT DALAM PENGEMBANGAN KANESIA 1- KANESIA 9

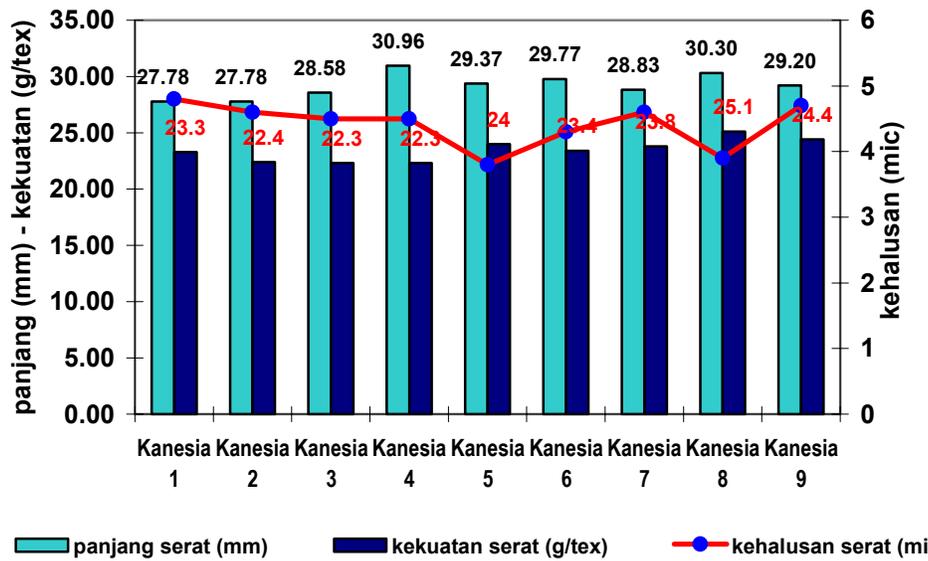
Lonjakan produktivitas yang dicapai dalam perakitan Kanesia 7-9 juga diikuti dengan peningkatan kandungan serat (Gambar 2). Kanesia 9 merupakan varietas dengan potensi kandungan serat tertinggi yaitu 39,5%. Kandungan serat yang tinggi tentu sangat menguntungkan bagi konsumen kapas berbiji, karena serat kapasnya yang lebih banyak sehingga perlu diberi insentif harga dengan penetapan harga kapas berbiji yang lebih tinggi. Demikian juga harga pembelian kapas berbiji Kanesia seharusnya lebih tinggi karena mutu seratnya yang lebih baik. Adanya perbedaan harga akan menjadi pendorong bagi petani untuk menggunakan Kanesia 8 dan Kanesia 9. Masalah ini menjadi umpan balik yang perlu dipertimbangkan pada program sosialisasi varietas Kanesia 7, 8, dan 9 di Sulawesi Selatan (Hasnam *et al.*, 2005).

Dalam perbaikan mutu serat terdapat lebih dari 2000 lokus gen yang terlibat, sehingga kemajuan genetik yang signifikan sangat sulit dicapai. Plasma nutfah Pee Dee dari program USDA-ARS dan Acala dari New Mexico State University telah menyumbangkan masing-masing 12,5% dan 50% terhadap kemajuan perbaikan mutu serat kapas (Bowman dan Gutierrez, 2003). Gambar 3 menyajikan penam-

pilan mutu serat, yaitu kekuatan, panjang, dan kehalusan serat dari Kanesia 1-Kanesia 9. Karakter mutu serat sangat menentukan daya pinal, dan mutu dan kelas benang yang dihasilkan. Dalam dunia pemintalan, karakter mutu yang dibutuhkan adalah panjang serat 25-28 mm untuk pemintal rotor dan friksi atau >30 mm untuk pemintal air-jet, elastisitas > 7%, kekuatan > 28 g/tex pada 3,2 mm gauge, kehalusan 3,0 – 3,8 mic, dan kedewasaan > 80% (Paroda dan Koranne,1996).

Dari gambar 3 bisa ditunjukkan bahwa untuk parameter mutu serat, lonjakan atau peningkatan yang diperoleh relatif kecil. Peningkatan kekuatan serat sebesar 0,6-1,3 g/tex pada Kanesia 8 dan Kanesia 9 dibandingkan Kanesia 7 disambut gembira oleh industri tekstil yang masih menggunakan mesin pemintal berkecepatan sedang, karena akan meningkatkan efisiensi pemintalan benang tenun. Peningkatan kehalusan serat juga akan meningkatkan kehalusan benang yang dihasilkan. Kanesia 8 dan Kanesia 5 memiliki karakter kehalusan serat yang lebih baik dibandingkan dengan Kanesia lainnya. Sedangkan untuk karakter panjang serat, Kanesia 3-Kanesia 9 sudah memenuhi tuntutan industri meskipun beberapa perusahaan masih menginginkan serat kapas yang panjangnya > 30 mm untuk produk benang tertentu. Industri mesin pemintalan terus berkembang ke arah rekayasa alat pemintal berkecepatan tinggi. Oleh karena itu perlu dikembangkan varietas yang tinggi produktivitas dan kekuatan seratnya.

ARAH PERBAIKAN VARIETAS KAPAS DIMASA DATANG



Gambar 3. Penampilan mutu serat Kanesia 1-9 : panjang serat, kekuatan serat, dan kehalusan serat.

Pemuliaan tanaman tradisional telah menghasilkan kemajuan yang berarti dengan peningkatan produktivitas, kandungan dan mutu serat, serta ketahanan terhadap hama penghisap daun *Amrasca biguttula* pada varietas-varietas Kanesia 7-Kanesia 9. Kemajuan ini diperoleh karena kemampuan mengidentifikasi tetua-tetua dengan variasi genetik yang diinginkan. Akan tetapi basis genetik varietas-varietas tersebut sempit karena tetua yang digunakan berasal dari Deltapine Land Seed Company, Stoneville Pedigree Seed Company, Central Institute for Cotton Research di India, dan CIRAD, Perancis.

Dalam 5-10 tahun yang akan datang, kegiatan evaluasi dan karakterisasi plasma nutfah perlu diintensifkan, sehingga 650 aksesi yang ada dapat dipilih menjadi suatu 'workable-set' yang terdiri dari genotipa-genotipa yang bervariasi; proses ini tentu harus dilakukan dengan mengombinasikan teknik-teknik molekular, analisis fisiologi, penyaringan fenotipa, dan lain-lain yang memungkinkan ditemukannya gen-gen untuk perbaikan varietas yang akan datang.

Pemuliaan tanaman untuk meningkatkan ketahanan terhadap cekaman biotik dan abiotik akan tetap menjadi prioritas. Integrasi gen δ -endotoksin, toksin dari *Bacillus thuringiensis* (Bt)

untuk meningkatkan ketahanan kapas terhadap hama penggerek bunga dan buah, terutama *Helicoverpa armigera* dan *Pectinophora gossypiella* tidak dapat dihindari kalau peningkatan produktivitas tetap menjadi sasaran utama (Stewart *et al*, 2001; Liu *et al.*, 2001). Di Australia, kapas transgenik Bt ditetapkan sebagai dasar PHT. (Fitt, 2000) yang ditunjang oleh komponen-komponen PHT lainnya antara lain penggunaan varietas resisten secara konvensional, teknik budidaya, pemanfaatan pestisida biologi, feromon dan atraktan, pemanfaatan musuh alami, dan penggunaan insektisida selektif bila diperlukan. Dilaporkan bahwa pertanaman kapas Bt yang mengekspresikan gen Cry IAc di negara-negara sedang berkembang seperti India pada musim tanam 2001 menghasilkan kapas berbiji yang lebih tinggi daripada kapas non-Bt, yang ditunjang dengan menurunnya jumlah frekuensi penyemprotan terhadap hama penggerek buah, volume penggunaan insektisida dengan kelas toksisitas I dan II (organophosphate, carbamate, dan piretroid sintetis) yang berdampak pada penurunan volume bahan aktif insektisida (Qaim dan Zilberman, 2003).

Kapas transgenik Bt pernah dikembangkan di Sulawesi Selatan pada MT 2000, yang

merupakan uji terbatas dan MT 2001, yang merupakan pelepasan terbatas di areal seluas 4.442 ha sesuai SK Mentan No. 107/Kpts/KB/430/2001. Pengembangan kapas Bt ini menuai pro dan kontra, yaitu antara pendapat bahwa kapas Bt merupakan terobosan untuk meningkatkan produksi kapas nasional karena dijanjikan bahwa kapas Bt Bollgard mempunyai potensi produksi hingga 4.000 kg/ha, sedangkan varietas lokal (Kanesia) pada waktu itu potensi produksinya hanya 2.000 kg/ha versus pendapat yang mengkhawatirkan adanya dampak negatif produk rekayasa genetik ini terhadap lingkungan dan cara pengembangan varietas introduksi ini tidak melalui proses introduksi yang prosedural. Pengembangan ini akhirnya dihentikan pada tahun 2002 antara lain karena cara pengembangan varietas introduksi ini yang tidak melalui proses introduksi yang prosedural, yaitu harus melalui berbagai uji mengenai keamanan hayati dan kajian sosial ekonominya. Pengembangan kapas Bt Bollgard di Sulawesi Selatan pada MT 2001 dan 2002 tidak memberikan solusi terbaik untuk meningkatkan produksi kapas karena sebaran petani yang mendapatkan produksi lebih dari 4 ton hanya 2% dan 3 – 4 ton hanya 2% (Subiyakto dan Nurindah, 2002). Produktivitas petani pada umumnya (lebih dari 85%) kurang dari 2 ton/ha. Penghitungan input dan output dalam budidaya kapas BT Bollgard (Rp.800.000) tidak lebih menguntungkan dibandingkan dengan budidaya kapas lokal (Rp. 880.000) yang terutama disebabkan oleh harga benih kapas transgenik Bt jauh lebih mahal dibandingkan kapas non-Bt. Masalah yang dihadapi adalah kerusakan tanaman yang cukup parah akibat serangan hama penghisap *A. biguttula* yang terjadi pada awal pertumbuhan karena varietas kapas Bt Bollgard yang ditanam, yaitu NuCotn 35, tidak tahan terhadap hama tersebut. Hal ini menjadi contoh nyata bahwa uji kesesuaian varietas merupakan hal yang harus dilaksanakan sebelum dilakukan introduksi suatu varietas baru. Selain itu, juga diperlukan kearifan dengan melakukan analisa kebutuhan akan jenis varietas transgenik untuk mengatasi masalah pengembangan kapas yang ada. Alternatif pilihan kapas transgenik cukup banyak, sehingga harus dilakukan pengkajian yang mendalam

untuk menentukan *transgene* yang sesuai dengan masalah yang ada di masing-masing daerah pengembangan.

Kejadian iklim ekstrim dimana kemarau panjang semakin sering terjadi dengan intensitas yang semakin kuat perlu diantisipasi; antara lain dengan upaya bioteknologi untuk menghasilkan genotipa yang mampu melakukan over-produksi proline, polyol, glycine betaine, trehalose dan poliamina (Ho dan Wu, 2004). Selama kapas tetap dialokasikan ke daerah-daerah tadah hujan atau 'non-irrigated', program peningkatan ketahanan terhadap cekaman air ini perlu dipertahankan.

Penelitian bioteknologi seperti mencari 'molecular marker' dalam rangka mengembangkan 'Marker-Assisted Selection' untuk sifat-sifat yang akan dikombinasikan dengan sifat-sifat ketahanan perlu diintensifkan. Saranga dan Paterson (2004) menyatakan bahwa telah cukup banyak publikasi tentang marka DNA yang berkaitan dengan *Quantitative Trait Locus* (QTL) yang terkait dengan sifat indeks panen pada kondisi keterbatasan air. Pemanfaatan teknik tersebut adalah untuk tujuan memaksimalkan keragaan tanaman pada kondisi input rendah. Untuk itu sumberdaya manusia yang menangani pemuliaan konvensional dan pemuliaan molekular (modern) perlu dikembangkan.

Produksi tanaman di daerah tadah hujan akan selalu berhadapan dengan ketidakpastian yang bisa menihilkan hasil-hasil perbaikan varietas. Penggunaan varietas-varietas unggul kapas harus diintegrasikan dengan manajemen air dan kesuburan tanah; untuk itu penelitian-penelitian manajemen air hujan dan perbaikan kandungan bahan organik tanah di daerah-daerah kapas tadah hujan perlu mendapat perhatian.

Penemuan varietas baru tidak akan banyak pengaruhnya apabila tidak didukung oleh lembaga atau usaha perbenihan. Perusahaan multinasional tidak akan tertarik berkecimpung dalam produksi benih tanaman yang penuh resiko seperti kapas tadah hujan di Indonesia. Oleh karena itu, pemerintah perlu mengembangkan usaha perbenihan untuk komoditas-komoditas yang beresiko tinggi di daerah tadah hujan; sekurang-kurangnya perlu

diberikan kemudahan akses termasuk bantuan finansial bagi pengguna varietas-varietas unggul yang dihasilkan oleh lembaga pemerintah.

KESIMPULAN

Program perbaikan varietas kapas telah menghasilkan Kanesia 1 – Kanesia 9 yang telah dilepas untuk program pengembangan kapas nasional. Dalam kurun waktu 20 tahun, program tersebut mampu meningkatkan produktivitas sebesar 45 kg kapas berbiji atau 15,7 kg serat/tahun, kandungan serat sebesar 9,7%, dan kekuatan serat sebesar 7-12%. Perbaikan tingkat produktivitas secara langsung akan berpengaruh terhadap pendapatan petani, sedangkan perbaikan karakter serat akan berpengaruh terhadap sektor industri pemintalan.

Untuk meningkatkan produktivitas kapas nasional, maka program perbaikan varietas kapas kedepan perlu mempertimbangkan rekayasa varietas transgenik berbasis kapas nasional Indonesia (Kanesia) yang tahan akan serangan hama utama dan kekeringan. Untuk pengembangan varietas kapas introduksi di Indonesia harus dilakukan uji kesesuaian varietas, uji keamanan hayati untuk varietas transgenik, dan pengkajian secara menyeluruh paket teknologinya. Selain itu pendampingan penerapan teknologi juga sangat menentukan keberhasilan introduksi inovasi varietas unggul baru tersebut. Hanya dengan begitu produktivitas yang tinggi bisa diharapkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Barnes, M., and C. W., Jr. Herndon. 1997. Causal factors of cotton quality discounts and premiums in the Mid-South: 1973-1995. *In Proc. Beltwide Cotton Conf., New Orleans, LA, 7-10 Jan. 1997. Natl. Cotton Counc. Am., Memphis, TN.* p. 326-330.
- Bowman D. T. and Osman A. Gutiérrez. 2003. Sources of fiber strength in the U.S. Upland Cotton Crop from 1980 to 2000. *The Journal of Cotton Science* 7:164-166.
- Bradow, J. M. 1999. How genotype and temperature modify yarn properties and dye uptake. *In Proc. of the Beltwide Cotton Conf., Orlando, FL, 3-7 Jan. 1999. Natl. Cotton Counc. Am., Memphis, TN.* p. 510-512.
- Brook, K.D., A.B. Hearn, and C.F. Kelly. 1992. Response of cotton, *Gossypium hirsutum* L., to damage by insect pests in Australia: manual simulation of damage. *J. Econ. Entomol.* 85:1368-1377.
- Fitt, G.P. 2000. An Australian approach to IPM in cotton: Integrating new technologies to minimise insecticide dependence. *Crop Protection* 19: 793-800.
- Hasnam, E. Sulistyowati, S. Sumartini, F.T. Kadarwati, dan P.D. Rijajaya. 2004. Kemajuan genetik pada dua varietas baru kapas, Kanesia 8 dan Kanesia 9. *Jurnal Penelitian Tanaman Industri* 10(2): 66-73.
- Hasnam, E. Sulistyowati, S. Sumartini, IGAA Indrayani, and N. Ibrahim. 1994. Cotton improvement or resistance to *Sundapteryx biguttula* and *Helicoverpa armigera* in Indonesia. *Indonesian J. Crop Science* 9(1): 1-10.
- Hasnam, Nurheru, FT. Kadarwati, E. Sulistyowati, P.D. Rijajaya, Nurindah, dan M. Sahid. 2005. Pengelolaan tanaman terpadu pada kapas di Sulawesi Selatan dan Nusa Tenggara Barat. Laporan Hasil Kegiatan Tahun 2004. Balat Penelitian Tanaman Tembakau dan Serat. 56 pp. Tidak diterbitkan.
- Hasnam, S. Sumartini, E. Sulistyowati, Kristamtini, N. Ibrahim, and IGAA Indrayani. 1998. Simultaneous improvement of yield and fiber quality of cotton. *Indonesian J. Crop Science* 13(1): 7-14.
- Ho, Tuan-hua D. and R. Wu. 2004. Genetic engineering or enhancing plant productivity and stress tolerance. *In Nguyen and Blum Ed. Physiology and Biotechnology Integration for Plant Breeding.* Marcel Dekker, Inc. New York-Basel. p. 489-502.
- Kelley, M. and R. Boman. 2000. Harvest-aid combination and application timing effects on lint yield and quality of fiber

- and seed. *In Proc. Beltwide Cotton Conf., San Antonio, TX, 6-9 Jan. 2000. Natl. Cotton Council of Am., Memphis, TN. p. 702.*
- Kerby, T. A. 1985. Cotton response to mepiquat chloride. *Agron. J.* 77: 515-518.
- Lascano, R. J. and S. K. Hicks. 1999. Cotton lint yield and fiber quality as a function of irrigation level and termination dates in the Texas high plains: 1996-1998. *In Proc. Beltwide Cotton Conf., Orlando, FL, 3-7 Jan. 1999. Natl. Cotton Council of Am., Memphis, TN. p. 570-571.*
- Lei T.T. 2002. Cotton (*Gossypium hirsutum*) Response to simulated repeated damage by *Helicoverpa* spp. larvae. *The Journal of Cotton Science* 6:119-125.
- Liu, Y-B., B.E. Tabashnik, T.J. Dennehy, A.L. Patin, M.A. Sims, S.K. Meyer, and Y. Carriere. 2001. Effects of Bt cotton and Cry1Ac toxin on survival and development of Pink Bollworm (*Lepidoptera: Gelechiidae*). *J. Econ. Entomol.* 94: 1237-1242.
- McCull, A.L. and R.M. Noble. 1992. Evaluation of a rapid mass-screening technique measuring antibiosis to *Helicoverpa* spp. in cotton. *Australian J. Experimental Agriculture* 32: 1127-1134.
- Paroda, R.S. and K.D. Koranne. 1996. Cotton research and development scenario in India. *In H. Harig and S.A. Heap Ed. 23rd International Cotton Conference. Bremen March 6-9, 1996. p. 1-21.*
- Percival, A.E., and R.J. Kohel. 1990. Distribution, collection and evaluation of *Gossypium*. *Adv. Agron.* 44:225-256.
- Pettigrew, W. T., J. J. Heitholt, and W. R. Meredith, Jr. 1996. Genotypic interactions with potassium and nitrogen in cotton of varied maturity. *Agron. J.* 88: 89-93.
- Pettigrew, W.T., J.J. Heitholt, and W.R. Meredith Jr. 1992. Early season floral bud removal and cotton growth, yield, and fiber quality. *Agron. J.* 84:209-214.
- Phipps, B. J. and L. A. Clements. 1999. Effect of tillage upon lint yield and fiber quality. *In Proc. Beltwide Cotton Conf., Orlando, FL, 3-7 Jan. 1999. Natl. Cotton Council of Am., Memphis, TN. p. 576-577.*
- Qaim, M. and D. Zilberman. 2003. Yield effects of genetically modified crops in developing countries. *Science* 299: 900-902.
- Sadras, V.O. 1996. Cotton responses to simulated insect damage: radiation-use efficiency, canopy architecture and leaf nitrogen content as affected by loss of reproductive organs. *Field Crops Res.* 48:199-208.
- Saranga, Y. and A.H. Paterson. 2004. Genome mapping and Marker-Assisted Selection for Improving Cotton (*Gossypium* spp.) productivity and quality in Arid regions. *In Nguyen and Blum Ed. Physiology and Biotechnology Integration for Plant Breeding. Marcel Dekker, Inc. New York-Basel. p. 503-524.*
- Schuster, M.F. 1980. Insect resistance in cotton. *In M.K. Harris Ed. Biology and breeding for resistance to arthropods and pathogens in agricultural plants. Proc. International Short Course in Host Plant Resistance. p. 101-112.*
- Stewart, S.D., J.J. Adamczyk, Jr., K.S. Knighten, and F.M. Davis. 2001. Impact of Bt cottons expressing one or two insecticidal proteins of *Bacillus thuringiensis* Berliner on growth and survival of Noctuid (*Lepidoptera*) larvae. *J. Econ. Entomol.* 94: 752-760.
- Subiyakto dan Nurindah. 2002. Tinjauan multi aspek pengembangan kapas transgenik di Sulawesi Selatan. Roundtable Discussion Tinjauan Multi Aspek Terhadap Pengembangan, Manfaat dan Implikasi Pelepasan Tanaman Transgenik di Indonesia, 3 Oktober 2002. PKPHT IPB. 10 hal.

Van Esbroeck, G.A., and D.T. Bowman, 1998.
Cotton germplasm diversity and its
importance to cultivar development. J.
Cotton Sci. 2:121-129.