

Optimasi Pemanfaatan Tanaman Transgenik

Optimization of Transgenic Crops Utilization

Sobir¹⁾

ABSTRACT

*Human effort on improving agricultural crops has been expanding very rapidly, and recently by using gene transformation technology it was possible to introduce genes from biologically unrelated organisms into plant genomes. Gene transformation technology, known as transgenic technology, has been successfully introduced gene encoding insecticidal compound from bacteria *Bacillus thuringiensis* into several crops, for example. Introducing new technology is offering several advantages, but also brings several disadvantages, however since the technology is important for maintaining increase of crop production, it was necessary to optimize utilization of transgenic technology.*

Key words: Gene transformation, Expression control, Antibiotic resistance

PENDAHULUAN

Untuk memenuhi kebutuhan pangannya baik dari segi kuantitas maupun kualitas, manusia terus menerus melakukan pemuliaan terhadap tanaman-tanaman yang dibudidayakan, dimulai dengan seleksi, persilangan diantara tanaman dalam satu spesies, hingga akhirnya dengan kemajuan ilmu genetika molekuler telah dapat dilakukan pemindahan gen yang diinginkan dari organisme yang secara biologis tidak punya hubungan kekerabatan ke tanaman yang dimuliakan. Tanaman hasil transformasi mengandung gen asing (transgen) dikenal dengan nama transgenik, dan kata transgenik belum dikenal sebelum tahun 1989.

Pada saat ini lebih dari 4500 tanaman transgenik telah diuji di lapang dan sekitar 40 tanaman transgenik telah diperdagangkan, meliputi tanaman Jagung, kedelai, canola, kapas, tomat, kentang dan pepaya. Tanaman transgenik sampai tahun 1999 telah ditanam secara resmi di 11 negara, dan Amerika telah menanam tiga perempat dari seluruh tanaman transgenik dunia. Perkembangan tanaman transgenik di Amerika sangat pesat, pada tahun 1997 penanaman tanaman transgenik baru mencapai 10.96 juta ha, maka pada tahun 1999 sudah meliputi 39.8 juta ha, atau berarti penambahan hampir 4 kali lipat hanya dalam waktu 2 tahun.

Sebagai teknologi baru, seperti halnya pisau bermata dua, tanaman transgenik selain menjanjikan keuntungan-keuntungan juga membawa potensi bahaya, sehingga walaupun telah berkembang dengan pesat di belahan benua Amerika, tetapi di Eropa dan Asia penanaman tanaman transgenik belum berkembang, karena kekhawatiran bahaya tanaman transgenik baik terhadap lingkungan maupun kesehatan manusia.

Pada tulisan ini akan dibahas beberapa potensi bahaya dari tanaman transgenik yang telah dilepas hingga saat ini dan upaya minimalisasi potensi bahaya tersebut, sehingga sebagai hasil teknologi baru, tanaman transgenik tetap memberikan kebaikan bagi umat manusia.

Pengaruh Ekspresi

Pengaruh ekspresi yang paling banyak dibicarakan adalah ekspresi toksin *Bt*, pada tanaman transgenik yang mengandung gen penghasil insektisida yang berasal dari bakteri *Bacillus thuringiensis*. Produksi sub-optimal toksin *Bt* akan berpotensi berkembangnya serangga yang tahan terhadap toksin tersebut sehingga di khawatirkan akan muncul serangga super. Potensi ini dapat ditekan melalui tiga pendekatan, yaitu pendekatan genetika molekuler, pendekatan pemuliaan dan pendekatan budidaya.

Upaya menekan potensi negatif toksin *Bt* melalui pendekatan genetika molekuler dapat dilakukan dengan meningkatkan produksi toksin *Bt* dalam tanaman. Hal ini dapat dilakukan dengan mengintegrasikan gen *Bt* ke genom chloroplast, sehingga akan terjadi ekspresi yang tinggi (hyper-expression) yang disebabkan terdapatnya ratusan copy gen *Bt* dalam satu sel. Nisbah toksin *Bt* yang terintegrasi pada genom chloroplast dapat mencapai 5% dari seluruh protein terlarut tanaman dibandingkan 0.01%-0.6% bila diintegrasikan pada genom inti (Schulera *et al.*, 1998), sehingga tingkat resistensi terhadap serangga meningkat ribuan kali.

Pendekatan pemuliaan tanaman pada dasarnya adalah membuat populasi yang tidak seragam untuk gen-gen yang berhubungan dengan ketahanan terhadap

¹⁾ Staf Pengajar Jurusan BDP, Fakultas Pertanian IPB, Bogor

serangga sehingga menekan kerapuhan genetik. Hal tersebut dapat dilakukan dengan mengembangkan populasi campuran beberapa gen yang berbeda serta piramidisasi melalui ekspresi berbagai toksin pada satu genotipe (Pink and Puddephat, 1999).

Upaya melalui pendekatan budidaya adalah menanam varietas bukan transgenik di sekeliling pertanaman varietas transgenik sehingga masih menyediakan sumber makanan bagi serangga yang tidak tahan terhadap toksin *Bt*, serangga ini diperlukan untuk membuat hibrida serangga yang tidak tahan terhadap toksin *Bt*, pertanaman ini disebut sebagai zona pengungsian. Oleh karena pemerintah Amerika melalui Badan Perlindungan Lingkungan (*Environment Protection Agency*), telah mengharuskan petani jagung tanaman transgenik yang mengandung gen *Bt* untuk membuat zona pengungsian dengan penanaman jagung non-transgenik disekeliling kebun sebesar 20% dari populasi kebun.

Kekhawatiran lainnya adalah ekspresi toksin *Bt* akan mematikan serangga bukan target, seperti hasil penelitian Losey *et al.* (1999) yang menunjukkan adanya kematian 44% dari populasi larva kupu-kupu raja (*monarch butterfly*) yang memakan daun yang telah ditaburi oleh serbuk sari tanaman transgenik yang mengandung gen *Bt*. Walaupun keabsahan penelitian tersebut masih diperdebatkan, masalah kematian kupu-kupu raja dapat dihindari bila gen *Bt* diintegrasikan ke genom chloroplast, karena tidak ada genom chloroplast dalam serbuk sari.

Hal penting yang perlu diperhatikan adalah selektivitas toksin *Bt*, misalnya toksin Cry1Aa dan Cry1Ba mematikan serangga Lepidoptera sedangkan toksin Cry3A dan Cry6A mematikan serangga Coleoptera, sehingga gen *Bt* yang dikandung tanaman transgenik yang akan ditanam harus sesuai dengan hama utama serangga tersebut dan hama utama yang ada di daerah dimana tanaman tersebut akan dibudidayakan.

Pencemaran Genetik

Istilah pencemaran genetik mungkin belum dikenal pada era 20 tahun yang lalu. Terciptanya tanaman transgenik telah memunculkan kekhawatiran gen-gen yang ditransformasikan ke suatu genotipe tanaman akan berpindah ke varietas yang dibudidayakan di kebun sebelahnya atau bahkan berpindah ke gulma kerabat dekatnya, pemindahan ini disebut juga pencemaran genetik (*genetics pollution*) atau aliran gene (*gene flow*).

Pemindahan gen dalam tanaman satu jenis telah ditemukan pada tanaman *canola* (kubis-kubisan penghasil minyak). Tanaman *canola* yang rentan terhadap herbisida yang ditanam di kebun yang terpisah sejauh 30 m dari kebun *canola* transgenik yang tahan glufosinate (*Liberty, AgrEvo*), telah menghasilkan keturunan yang tahan herbisida, padahal jarak standar isolasi hanya 6 m. Proses pemindahan gen ketahanan

herbisida telah menyebabkan petani *canola* di Kanada didakwa melanggar paten yang dimiliki Monsanto untuk ketahanan terhadap glyphosate (*Roundup*), karena menanam benih *canola* yang tahan terhadap glyphosate yang berasal dari tanaman yang terserbuki tanaman *canola* transgenik yang tahan terhadap glyphosate (Hoyle, 1999). Sebaliknya petani organik Kanada mengeluh produksi kebunnya tidak laku di Eropa karena telah terserbuki serbuk sari dari tanaman transgenik (Hoyle, 1999).

Pemindahan gen dari tanaman transgenik ke kerabat liarnya akan tergantung dari tipe penyerbukan dan tingkat kompatibilitas dari kerabat tanaman tersebut. Tanaman *canola* merupakan yang berpotensi jadi sumber pencemaran genetik, karena kemungkinan terjadinya serbuk silang dan tingkat kompatibilitas antar spesies dalam keluarga kubis-kubisan cukup tinggi. Tanaman *canola* (*Brassica napus*) dapat membentuk hibrida dengan gulma dari spesies liar *Brassica sp.*, *Raphanu sp.*, *Sinapsis sp.*, *Hirschfeldia sp.*, dan *Erucastrum sp.*, dan introgesi transgenik sangat mungkin terjadi dengan gulma *Brassica rapa* karena hibridanya fertil (Raybould, 1999).

Pencemaran genetik ke gulma kerabat liarnya, dikhawatirkan akan meningkatkan kemampuan gulma tersebut dalam menghadapi cekaman biotik dan abiotik. Gulma yang mengandung gen ketahanan terhadap herbisida dan serangga ditakutkan akan menjadi gulma super, yang akan mendominasi vegetasi serta menyulitkan pengendaliannya. Walaupun dominasi gulma yang mengalami polusi genetik sangat ditentukan tekanan seleksi.

Pemindahan gen dari suatu tanaman ke kerabat liarnya terutama terjadi melalui penyebaran serbuk sari, oleh karena itu untuk menghindari pencemaran genetik sebaiknya transgenik tidak terkandung pada serbuk sari, walaupun terdapat pada sel dari organ lain tanaman dari tanaman tersebut. Upaya tersebut misalnya telah dapat dilakukan dengan introgesi transgenik tidak ke genom inti genom chloroplast (Scott and Wilkinson, 1999).

Ketahanan terhadap Antibiotika

Hal lain yang sering menjadi perhatian adalah keberadaan gen ketahanan terhadap antibiotik pada tanaman transgenik. Dihawatirkan bahwa gen tersebut berpindah ke mikroorganisme yang merupakan sumber penyakit bagi manusia dan hewan, sehingga mikroorganisme tersebut bisa tetap hidup walaupun mendapatkan perlakuan antibiotika. Hingga saat ini para peneliti belum mendeteksi adanya mekanisme pemindahan gen dari kromosom tanaman ke mikroorganisme, dan berdasarkan penelitian simulasi belum ditemukan adanya mikroorganisma yang mendapatkan gen ketahanan terhadap antibiotik karena mencerna bagian tanaman transgenik.

Pada mencit yang diberi pakan tanaman transgenik, setelah dilakukan pengujian terhadap kotorannya, tidak ditemukan adanya bakteri coliform yang mengandung gen ketahanan terhadap antibiotika. Selanjutnya pada bakteri *Erwinia* sp yang diinokulasikan pada tanaman transgenik, tidak ditemukan adanya gen ketahanan terhadap antibiotika yang terdeteksi pada bakteri *Erwinia* yang hidup pada tanaman transgenik (Syvanen, 1999).

Gen ketahanan terhadap antibiotika digunakan dalam proses kloning gen dan transformasi gen tersebut ke target tanaman, yaitu sebagai marka seleksi. Dengan adanya gen ketahanan terhadap antibiotika bersamaan dengan gen yang ingin ditransformasikan pada suatu novel DNA, memungkinkan mengetahui kepastian keberhasilan kloning dan transformasi gen bila dikulturkan dalam media yang diberi antibiotika.

Untuk mencegah pemindahan gen ketahanan terhadap antibiotika dari tanaman transgenik ke mikroorganisme yang berbahaya, dapat dilakukan beberapa pendekatan diantaranya mengganti marka seleksi dengan gen lain bukan gen ketahanan terhadap antibiotika dan menggunakan dua novel DNA yang ditransformasi secara bersamaan. Marka seleksi lain yang dapat dijadikan alternatif pengganti adalah gen ketahanan terhadap herbisida, namun pendekatan inipun masih merupakan kontroversi karena gen inipun masih diperdebatkan.

Pendekatan lain, penggunaan dua novel DNA yang ditransformasi secara bersamaan, akan memungkinkan gen ketahanan terhadap antibiotika dan gen yang diinginkan akan terintegrasi pada situs yang berbeda pada kromosom tanaman target. Sehingga setelah proses transformasi dapat dilakukan teknik pemuliaan konvensional untuk memisahkan gen ketahanan terhadap antibiotika dari genom tanaman yang akan dikembangkan.

PENUTUP

Selain aspek-aspek tersebut di atas masih ada hal-hal lain yang perlu dipertimbangkan dalam pengembangan tanaman transgenik, misalnya munculnya strain virus baru dengan introduksi bagian virus ke genom tanaman (Wintermantel dan Schoelz, 1996), keamanan pangan produk tanaman transgenik ditinjau dari segi kesehatan manusia dan aspek ekonomi dari budidaya tanaman transgenik.

Perlu tidaknya Indonesia mengembangkan tanaman transgenik masih memerlukan banyak perdebatan, tetapi yang harus disadari adalah pendekatan bioteknologi melalui pengembangan tanaman transgenik bukanlah solusi untuk semua masalah pertanian, melainkan suatu alat dalam pemecahan masalah-masalah perbaikan varietas. Tentunya kita tidak perlu kampak bila ingin menebang pohon pisang.

DAFTAR PUSTAKA

- Hoyle, B. 1999. Canadian farmers seek compensation for genetic pollution. *Nat. Biotechnol.* 17: 747-748.
- Losey, J.E., L.S. Rayor, M.E. Carter. 1999. Transgenik pollen harms monarch larvae. *Nature.* 399:214.
- Pink, D and I. Puddephat. 1999. Deployment of disease resistance genes by plant transformation- a mix and match approach. *Trend Plant Sci.* 2:71-75.
- Raybould, A. F. 1999. Transgenes and agriculture-going with the flow? *Trend Plant Sci.* 7:247-246.
- Schulera, T.H., G.M. Poppya, B.R. Kerya, I. Denholmb. 1998. Insect-resistant transgenik plants. *Trend Biotechnol.* 16:168-175.
- Scott, S.E., M. J. Wilkinson. 1999. Low probability of chloroplast movement from oilseed rape (*Brassica napus*) into wild *Brassica rapa*. *Nat. Biotechnol.* 17:390-392.
- Syvanen, M. 1999. In search of horizontal gene transfer. *Nat. Biotechnol.* 17: 833.
- Wintermantel, W. M., J. E. Schoelz. 1996. Isolation of recombinant viruses between Cauliflower Mosaic Virus and viral gene in transgenic plants under condition of moderate selection pressure. *Virology.* 223:156-164.