

PRODUK-PRODUK GMO

Peranan Teknologi GMO Bagi Dunia

Revolusi hijau (green revolution) yang dikumandangkan tahun 1960 yang ditandai dengan perbaikan bercocok tanam seperti penggunaan bibit unggul, penggunaan pupuk yang sesuai, pemberantasan hama dan penyakit yang lebih intensif serta berbagai tindakan lainnya, memungkinkan peningkatan produksi pangan yang berasal dari tanaman pangan diseluruh dunia meningkat. Indonesiapun tidak ketinggalan menyongsongnya. Sehingga tahun 1984 oleh Food and Agriculture Organization (FAO) Indonesia diakui telah berswasembada beras berkat jasa revolusi hijau. Dengan demikian pada saat itu kekhawatiran akan terjadi krisis pangan khususnya di Indonesia sebagai akibat tidak seimbangnya antara bahan makanan pokok dengan jumlah penduduk dapat diatasi.

Akibat dari pembangunan yang sangat pesat di berbagai bidang dalam beberapa tahun kemudian, lambat laun faktor-faktor produksi pertanian seperti lahan produktif semakin banyak terkonversi menjadi lahan non pertanian. Brown and Kane, 1994 melaporkan bahwa di seluruh dunia terdapat kecenderungan akan terjadi drastisnya penurunan produksi padi-padian disebabkan semakin mengecilnya lahan yang tersedia untuk kegiatan pertanian perorang. Pada tahun 1950 lahan yang dapat dimanfaatkan untuk aktivitas pertanian perorang sekitar 0,24 hektar, namun lahan tersebut hampir separonya (0,12 hektar) pada tahun 1993 dan diperkirakan hanya akan tinggal seluas 0,8 hektar pada tahun 2030 (Suranto, 1999). Di sisi lain ternyata kecenderungan penambahan penduduk yang terus meningkat.

Pada tahun 2030 diperkirakan bahwa penduduk dunia mencapai 8 milyar atau meningkat sebesar 2 milyar dari populasi sekarang (Anonim, 2000). Di Indonesia sendiri diperkirakan pada tahun 2010 penduduk mencapai 245,71 juta jiwa atau bertambah sebesar 33.78 juta jiwa dari sekarang. Pada saat itu kebutuhan beras diperkirakan 36,42 juta ton, padahal produksi hanya 29,42 juta ton. Sehingga defisit produksi mencapai 6,72 juta ton (Suryana A., 2002).

Dari data di atas, Indonesia diperkirakan akan mengalami krisis pangan yang secara langsung dapat mengganggu ketahanan pangan nasional. Dan selanjutnya akan mengganggu stabilitas negara. Oleh karena itu peningkatan produksi pertanian perlu terus diupayakan seiring dengan peningkatan jumlah penduduk.

Peningkatan produksi pertanian dapat dilakukan melalui program ekstensifikasi, intensifikasi dan diversifikasi. Tanah atau lahan yang subur terkonsentrasi di Pulau Jawa, sementara itu lahan yang dapat ditanami di P. Jawa dari tahun ke tahun semakin berkurang dengan pengurangan kurang lebih 50.000 ha tiap tahun. Pada umumnya lahan pertanian berubah fungsi menjadi pemukiman, jalan dan industri (Soenarto, 2001).

Dengan demikian arah perluasan areal tanam adalah keluar Pulau Jawa. Tanah atau lahan di luar P. Jawa kondisinya tidak sebaik di Jawa. Pada umumnya merupakan lahan kering golongan Podsolik Merah Kuning, tanah-tanah rawa, tanah rawa pasang surut dan tanah gambut.

Agar program ekstensifikasi dapat terlaksana dengan baik pada lahan-lahan di luar P. Jawa tersebut yang kurang menguntungkan atau sub optimal, maka diperlukan varietas-varietas yang mampu beradaptasi pada lahan marginal tersebut. Keracunan

aluminium, besi, pH rendah, dan kekeringan adalah kendala yang umum terjadi pada sebagian besar lahan ekstensifikasi di luar Pulau Jawa.

Selain itu terdapat kendala biotik seperti hama dan penyakit, karenanya diperlukan varietas unggul baru secara sinambung untuk mengantisipasi ancaman biotipe dan ras baru dari hama dan penyakit. Varietas seperti ini hanya dapat diperoleh melalui persilangan genetik antar kerabat jauh. Hal ini sulit terealisasi dengan cara konvensional sehingga untuk mengatasinya diperlukan terobosan-terobosan baru berupa pemanfaatan biologi molekuler (gene revolution).

Kemajuan di bidang ilmu hayati seperti biologi molekuler, genetika molekuler dan rekayasa genetika pada abad ke-20 telah dikemas menjadi suatu teknologi canggih yang disebut dengan bioteknologi. Salah satu keunggulan bioteknologi adalah kemampuannya mengubah suatu sifat organisme menjadi sifat baru seperti yang dikehendaki. Perkembangan bioteknologi terkini telah memasuki tahap pemasaran GEP (Genetically Engineered Plants) yang lebih dikenal dengan tanaman transgenik (Hartiko 1995). Perakitan tanaman transgenik dapat diarahkan untuk memperoleh kultivar tanaman yang memiliki produksi tinggi, nutrisi dan penampilan berkualitas tinggi, maupun resistensi terhadap hama, penyakit dan cekaman lingkungan. Fragmen DNA organisme manapun melalui teknik rekayasa genetika dapat disisipkan ke genom jenis lain bahkan yang jauh hubungan kekerabatannya. Pemindahan gen ke dalam genom lain tidak mengenal batas jenis maupun golongan organisme. Melihat potensi manfaat yang dapat disumbangkan, pendekatan bioteknologi dipandang mampu menyelesaikan problematika pangan dunia terutama di negara-negara yang sedang berkembang seperti yang telah berhasil dilakukan di negara-negara maju (Zohrah 2001; Suranto 1999).

Produksi dan Penggunaan GMO Dunia

Antara tahun 1996 – 2001, telah terjadi peningkatan yang sangat dramatis dalam adopsi atau penanaman tanaman GMO di seluruh dunia. Daerah penanaman global tanaman transgenik meningkat pesat sampai lebih dari 30 kali lipat dan jumlah negara yang menanam tanaman tersebut bertambah lebih dari 2 kali lipat dengan luas penanaman 1.7 juta Ha pada tahun 1996 menjadi 52.6 juta Ha pada tahun 2001. Sedangkan antara tahun 2000 dan 2001 telah terjadi peningkatan luas tanam sekitar 19 % yang meliputi lebih dari 8.4 juta Ha. Peningkatan luas tanam dari GMO tersebut mengindikasikan semakin banyaknya petani yang menanam tanaman ini baik di negara maju maupun negara berkembang. Saat ini tanaman GMO ditanam di lebih dari 13 negara di seluruh dunia.

Sebagian besar tanaman GMO ditanam di negara-negara maju. Amerika Serikat sampai sekarang merupakan negara produsen terbesar di dunia. Pada tahun 2001, sebanyak 68% atau 35.7 juta Ha tanaman transgenik ditanam di Amerika Serikat. Sedangkan Kanada menanam 3.2 juta ha dan Australia hanya 200.000 Ha.

Penanaman GMO juga ternyata telah banyak dilakukan di negara berkembang. Jumlah gabungannya pada tahun 2001 meliputi 25 % dari luas seluruh tanaman transgenik dunia. Negara sedang berkembang terbanyak yang menanam GMO adalah Argentina dan China. Argentina menanam GMO sebanyak 11.8 juta Ha (22 % dari area global GMO) dan China 1.5 juta Ha (6%). Negara lainnya, kecuali Afrika Selatan yang menanam 200.000 Ha, maka Meksiko, Uruguay, dan Indonesia menanam GMO kurang dari 100.000 Ha.

Dalam jumlah sedikit atau banyak rasanya setiap manusia telah pernah mengkonsumsi pangan transgenik, khususnya dimulai sejak tahun 1990-an. Data berikut barangkali dapat digunakan sebagai gambaran bahwa lebih dari 60 persen seluruh pangan terolah yang dipasarkan di supermarket di seluruh Amerika Serikat, baik itu pizza, chips, cookies, ice cream, salad dressing, corn syrup, baking powder, tofu, semuanya mengandung ingredients yang termasuk dalam kategori transgenik, GMF atau GMO. Karena produk-produk tersebut menggunakan bahan mentah GMO dalam bentuk kedelai, jagung dan canola serta produk transgenik lainnya.

Selama dasawarsa terakhir, tanaman bioteknologi telah melonjak volumenya dari tanaman di rumah kaca, ladang percobaan, percontohan, menjadi komoditas perkebunan dengan skala luar biasa luasnya. Lahan pertanian yang digunakan untuk produksi pangan transgenik meluas meliputi 130 juta acre yang tersebar di 13 negara di antaranya Argentina, Canada, RRC, Afrika Selatan, Australia, Jerman dan Spanyol hanya dalam kurun waktu lima tahun.

Lebih dari 50 jenis tanaman pangan GMO telah lolos dari uji dan review pemerintah federal AS dan sekitar 100 jenis komoditas GMO baru sedang mengalami uji lapang.

Negara yang secara rutin mengimpor pangan dari negara-negara produsen pangan GMO baik dalam bentuk bahan mentah maupun bahan olahan (prepackaged foods), dipastikan telah banyak mengkonsumsi pangan GMO atau transgenik setiap hari. Indonesia merupakan salah satu negara pengimpor pangan tersebut.

Jenis yang Dikembangkan

Hasil monitoring yang dilakukan, saat ini USDA telah memberikan izin pengembangan komersialisasi terhadap 40 jenis tanaman antara lain jagung, kedelai, tomat, kapas, melon, beet, canola, kentang dll. Kedelai merupakan produk GMO terbesar yaitu 33.3 juta Ha atau 63 % dari seluruh tanaman GMO. Kedelai tahan herbisa banyak ditanam di USA, Argentina, Kanada, Meksiko, Rumania dan Uruguay. Jagung merupakan tanaman GMO terbesar kedua, yang ditanam seluas 9.8 juta Ha. Sedangkan luas tanaman kapas GMO yang ditanam adalah 6.8 juta Ha.

Sifat yang ingin timbul dari tanaman GMO pada umumnya adalah resisten terhadap herbisida, pestisida, hama serangga dan penyakit, serta untuk meningkatkan nilai gizi, seperti terlihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1. Tanaman transgenik yang telah dikomersilkan

Tujuan Rekayasa Genetika	Contoh Tanaman
Menghambat pematangan dan pelunakan buah	Tomat
Tahan terhadap serangan insektisida	Tomat, kentang, jagung
Tahan terhadap serangan ulat	Kapas
Tahan terhadap serangan insekta dan virus	Kentang
Tahan terhadap virus	Squash, Pepaya
Tahan terhadap insekta dan herbisida	Jagung, Padi, Kapas, Canola
Toleran thd terhadap herbisida	Kedelai, Canola, Kapas, Jagung, Bit gula
Perbaiki komposisi dan nilai gizi	Canola (<i>high laurate oli</i>), Kedelai (<i>high oleic acid oil</i>), Canola (<i>phytase, degradasi fitat</i>), Padi (<i>high beta-carotene</i>)

Selain tanaman, beberapa produk GMO yang telah diproduksi komersial :

- Chymosin (hasil GM mikroorganisme) yang dipakai untuk menggantikan rennet, banyak digunakan untuk produksi keju.
- Insulin (hasil GM mikroorganisme) yang dipakai untuk memproduksi insulin, sehingga banyak penderita Diabetes mampu mengatasi penyakit tersebut.

Usaha yang dilakukan untuk menanggulangi krisis pangan di Indonesia dengan pendekatan biologi molekuler, antara lain dengan merakit tanaman yang resisten terhadap serangan hama dan penyakit, serta toleran terhadap cekaman lingkungan (salin, kekeringan dan keracunan AI).

Dengan berhasilnya rekayasa genetika melalui metode kloning DNA, memungkinkan gen tunggal dari suatu spesies makhluk hidup dimasukkan ke dalam gen dari spesies makhluk hidup lainnya. Teknologi memanipulasi DNA yang dikerjakan dengan pencangkokan (kloning) tanpa melalui perkawinan disebut molekular cloning atau recombinant DNA technology (Sitepoe, 2001).

Rekayasa genetika dalam bidang tanaman dilakukan dengan mentransfer gen asing ke dalam tanaman. Hasil rekayasa genetika pada tanaman seperti ini disebut tanaman transgenik. Sudah diperoleh beberapa tanaman transgenik yang toleran terhadap salinitas, kekeringan dan hama penyakit.

1. Tanaman Transgenik Toleran salin

Dengan teknologi kultur jaringan telah dapat dikembangkan tanaman transgenik toleran salin. Rekayasa genetika mentransfer gen dari padi liar yang toleran terhadap salin ke padi yang biasa digunakan sebagai bahan pangan melalui fusi protoplasma. Dapat juga ditransfer dari sejenis jamur yang tahan salin kepada tanaman yang akan

dijadikan tanaman transgenik. Beberapa tomat, melon, dan barley transgenik yang toleran dengan salin (New Scientist, 1997 dalam Sitepoe, 2001)

2. Tanaman Transgenik Tahan Kekeringan

Tanaman tahan kekeringan memiliki akar yang sanggup menembus tanah kering, kutikula yang tebal mengurangi kehilangan air, dan kesanggupan menyesuaikan diri dengan garam di dalam sel. Tanaman toleran terhadap kekeringan ditransfer dari gen kapang yang mengeluarkan enzim trehalose. Tembakau salah satu tanaman transgenik yang dapat toleran dengan suasana kekeringan (Guardian Online, 1997 dalam Sitepoe, 2001).

3. Tanaman Transgenik Resisten Hama

Bacillus thuringiensis menghasilkan protein toksin sewaktu terjadi sporulasi atau saat bakteri membentuk spora. Dalam bentuk spora berat toksin 20% dari berat badan spora. Apabila larva insek memakan spora maka di dalam alat pencernaan larva insek, spora bakteri dipecah dan keluarlah toksin. Toksin masuk ke dalam membran sel alat pencernaan larva, mengakibatkan alat pencernaan mengalami paralisis, pakan tidak dapat diserap sehingga larva mati. Dengan membiakkan *Bacillus thuringiensis* kemudian diekstrak dan dimurnikan maka akan diperoleh insektisida biologis (biopestisida) dalam bentuk kristal. Insektisida biologis serupa saja aplikasinya maupun untung ruginya dengan insektisida kimia lainnya. Oleh karena itu, pada tahun 1985 dimulai rekayasa gen dari *Bacillus thuringiensis* dengan kode gen Bt toksin (Feitelson et al, 1992).

Oleh Barton and Miller (1993), kloning Bt toksin dibedakan menjadi empat golongan besar gen: gen cryI spesifik untuk moths dan kupu-kupu; gen cryII khusus

untuk lepidoptera (kupu-kupu), diptera (lalat), dan kumbang (coleoptera); gen cryIII untuk coleoptera; serta gen cryIV untuk diptera. Bt toksin gen merupakan gen tunggal. Tanaman tembakau untuk pertama kali merupakan tanaman transgenik pertama yang menggunakan gen Bt toksin, disusul famili tembakau, yaitu tomat dan kentang. Dengan sinar ultraviolet gen penghasil insektisida pada tanaman dapat dinaktifkan (Lal and Lal, 1990). Jagung juga telah direkayasa dengan menggunakan gen Bt toksin, tetapi diintegrasikan dengan plasmid bakteri *Salmonella paratyphi*, yang menghasilkan gen yang menonaktifkan ampicillin. Pada jagung juga direkayasa adanya resistensi herhisida dan resistensi insektisida sehingga tanaman transgenik jagung memiliki berbagai jenis resistensi hama tanaman. Bt toksin gen juga direkayasa ke tanaman kapas bahkan multiple-gene dapat direkayasa genetika pada tanaman transgenik. Toksin yang diproduksi dengan tanaman transgenik menjadi nonaktif apabila terkena sinar matahari, khususnya sinar ultraviolet (Sumber: Nottingham S, 1998).

Sejumlah tanaman transgenik toksin Bt telah berhasil diproduksi, antara lain kapas (Bt toksin terhadap cutton boll worm, produksi Monsanto, St. Louis, Missouri, Amerika Serikat; kini diuji coba secara terbatas di Sulawesi Selatan), kentang (Bt toksin terhadap Colorado beetle, produksi Mycogen, San Diego, California, Amerika Serikat), jagung (Bt toksin terhadap pengerek batang European, produksi Ciba Seed, Greensboro, California Utara, Amerika Serikat (Nasir, 2002).

4. Tanaman Transgenik Resisten Penyakit

Dalam percobaan kloning "Bintje" yang mengandung gen thionin dari daun barli (DB4) yang memakai promoter 35S cauliflower mosaic virus (CaMV), dengan mengikutsertakan Bintje tipe liar yang sangat peka terhadap serangan *Phytophthora*

infestans sebagai kontrol, menunjukkan bahwa klon "Bintje" dapat mengekspresikan gen DB4. Jumlah sporangium setiap nekrosa yang disebabkan oleh *P. infestans* mengalami penurunan lebih dari 55% jika dibandingkan dengan tipe liar. Pendekatan ini sangat bermanfaat untuk menekan perkembangbiakan *P. infestans* sehingga kerugian secara ekonomi dapat direduksi.

Perkembangan yang menggembirakan juga terjadi pada usaha untuk memproduksi tanaman transgenik yang bebas dari serangan virus. Dengan memasukkan gen penyandi protein selubung {coat protein) Johnsongrass mosaic potyvirus (JGMV) ke dalam suatu tanaman diharapkan tanaman tersebut menjadi resisten apabila diserang oleh virus yang bersangkutan. Potongan cDNA dari JGMV, misalnya dari protein selubung dan protein nuclear inclusion body (Nib) dengan kontrol promotor 35S CaMV, mampu diintegrasikan pada tanaman jagung dan diharapkan akan dihasilkan jagung transgenik yang bebas dari serangan virus.

Hal serupa juga sedang digalakkan dengan rekayasa genetika pada tanaman padi-padian untuk mendapatkan varietas yang resisten terhadap virus padi. Di samping itu, usaha untuk meningkatkan kualitas beras seperti yang diinginkan oleh manusia juga sedang diusahakan. Jepang memberikan investasi yang cukup besar untuk penelitian dan pengembangan di bidang biologi molekuler padi.

Virus JGMV adalah virus yang asam nukleatnya berupa utas tunggal RNA dengan panjang 9.7 kilo basa (kb), virus ini menyerang beberapa tanaman yang tergolong dalam famili Graminae, seperti jagung dan sorgum yang menimbulkan kerugian secara ekonomi cukup besar. Gejala yang ditimbulkan dapat diamati pada daun berupa mosaik,

nekrosa, atau kombinasi keduanya. Akibat serangan virus ini, kerugian para petani dapat sangat tinggi atau bahkan tidak panen sama sekali.

Pada tahun 1960-an Department of Primary Industry di Queensland telah mengembangbiakkan suatu jenis sorgum baru yang berasal dari India yang resisten terhadap virus JGMV tipe liar (JGMV-Jg). Sorgum tersebut diberi nama sorgum Krish dan dipercayai mempunyai gen resisten N yang tahan terhadap serangan JGMV-Jg. Percobaan ini menghasilkan beberapa galur sorgum Krish (misal QL12) yang resisten terhadap JGMV-Jg dan telah disebarkan kepada petani dan memberikan keuntungan.

Tetapi pada tahun 1985, di Queensland telah ditemukan galur virus baru yang mampu menginfeksi sorgum Krish yang mengandung gen resisten. Akibat munculnya galur virus baru ini, kerugian yang dialami pemerintah negara bagian Queensland-Australia demikian besar.

Untuk membuktikan apakah benar bahwa gen penyandi protein selubung virus dari galur baru tersebut bertanggung jawab terhadap penghancuran sorgum Krish, usaha untuk mengonstruksi suatu jenis virus baru dengan jalan "swapping gene" CP dari kedua galur virus JGMV di atas dilakukan untuk mendapatkan virus rekombinan. Hal ini dapat dilakukan dengan mengeluarkan gen CP dari JGMV-Jg dalam urutan lengkap cDNAnya, kemudian disisipkan gen CP dari JGMV Krish-infecting strain sehingga hasil konstruksi ini akan mendapatkan virus rekombinan dengan seluruh susunan genomnya (9.7 kb) terdiri atas cDNA JGMV-Jg, tetapi gen CP-nya telah diganti dengan JGMV Krish-infecting strain.

Uji infeksi dari virus rekombinan tersebut secara *in vitro* pada inang sorgum Krish dan sorgum kontrol menunjukkan bahwa infeksi terjadi di kedua inang, sedangkan pada

JGMV-Jg yang disintesis secara *in vitro* tidak mampu menginfeksi sorgum Krish. Ternyata gen CPJGMV Krish-infecting strain ikut bertanggung jawab terhadap penghancuran sorgum Krish. Ini berarti bahwa dengan pendekatan biologi molekuler, masa depan untuk membuat tanaman sorgum atau jagung transgenik dengan menyisipkan CP JGMV Krish-infecting strain ke genom tanaman terbuka dan diharapkan dapat membantu mengatasi masalah penyakit virus.

Pada tahun 1986 kelompok peneliti Roger Beachy menunjukkan bahwa tanaman tembakau transgenik yang mengekspresikan protein mantel tobacco mosaic virus (TMV) terlindungi dari infeksi TMV. Begitu pula pada biji-biji labu kuning transgenik dengan protein mantel virus memberikan proteksi terhadap water melon mosaic virus 2 (dua) dan Zucchini yellow mosaic virus telah banyak dijual di Amerika Serikat. Teknik ini merupakan piranti handal dalam perbaikan tanaman, khususnya tanaman seperti kentang, yang diperbanyak secara vegetatif, dimana penyakit virus dapat ditransmisikan dari tahun ke tahun melalui material pertanaman vegetatif (Nasir, 2002).

5. Tomat Transgenik

Pada pertanian konvensional tomat-tomat harus dipanen ketika masih hijau tetapi belum ripe. Hal itu disebabkan karena tomat cepat lunak setelah "ripe". Dengan demikian tomat-tomat tersebut memiliki shelf-life yang pendek, cepat busuk, sulit penanganannya, dan banyak yang terbuang menjadi sampah yang menjadi limbah yang tidak dapat dimanfaatkan. Pendek kata banyak kelemahannya.

Tomat-tomat tradisional mengalami hal tersebut karena memiliki sebuah gene yang berperan yang menyebabkan buah-buah mudah lembek. Hal itu disebabkan oleh karya enzim yang terdapat dalam dinding sel yang disebut *polygalac turonase*, suatu

enzim yang berfungsi mempercepat degradasi pektin. Pada GM tomat, memiliki suatu gene khusus yang disebut *antisengene* yang memperlambat proses *ripening*, dengan cara memperlambat sintesa enzim polygalakturonase, sehingga menunda proses pelunakan tomat. Suatu gene marker juga telah disisipkan untuk memberi tanda bahwa tanaman tersebut secara berhasil telah mengalami perubahan genetika.

Dengan mengurangi produksi enzim polygalakturonase akan dapat memperbaiki sifat-sifat processing tomat. Varitas baru tersebut dapat dibiarkan ripe di batang tanamannya untuk waktu yang lebih lama sebelum dipanen bila dibanding yang belum mengalami perubahan genetika, tahan terhadap penanganan, dan ditransportasi lebih baik, dan kemungkinan lebih sedikit pecah atau rusak selama processing. Faktor-faktor tersebut tentu saja akan mengurangi jumlah limbah dan meminimasi kebutuhan penambah bahan pengental dalam pembuatan pasta tomat.

Dalam evaluasi terhadap keamanan bagi konsumsi manusia menurut Dewan Penasehat Pangan Inggris menyatakan bahwa Dewan telah memberikan pertimbangan khusus terhadap adanya *antibiotic resistance marker gene* serta produk yang dapat dihasilkan oleh gene tersebut yang mampu menginaktifkan antibiotik *kanamycin* dan *neomycin*. Gene tersebut telah digunakan untuk menseleksi GM sel, sesuai genetic modified procedure. Dewan puas dengan hasil uji bahwa kehadiran gene dan produksinya dalam tomat tidak compromise penggunaan anti biotik secara klinis dan verinary.

Dewan berpendapat bahwa labelling yang memberi tanda secara jelas bahwa produk tersebut merupakan hasil modifikasi genetika.

Ijin keamanan GM tomat telah dikeluarkan pemerintah Inggris tanggal 29 Februari 1996 dari 10 lines GM tomat yang mengandung FLAVR SAVR gene aman untuk dikonsumsi, baik dalam bentuk segar maupun pasta.

ACNFP (Advisory Committee on Novel Foods and Processes) secara rutin meminta kepada industri untuk memberikan data komposisi pada jarak waktu yang tertentu untuk memastikan stabilitas jangka panjang untuk galur-galur produk rekayasa genetika.

6. Kentang Transgenik

May 15, 1995, Pemerintah Amerika menyetujui untuk tujuan komersial penuh terhadap kentang hasil rekayasa genetika yang oleh Monsanto perusahaan penunjangnya disebut tanaman kentang "New leaf". Jenis kentang hibrid tersebut mengandung materi genetic yang memungkinkan kentang mampu melindungi dirinya terhadap serangan Colorado potato beetle.

Dengan demikian tanaman tersebut dapat menghindarkan diri dari penggunaan pestisida kimia yang kini disemprotkan pada tanaman kentang untuk menghindarkan dari serangan hama beetle tersebut. Menurut EPA (Environmental Protection Agency) dalam press releasenya karena insektisida yang terdapat dalam kentang bersifat alamiah (natural) dan tidak bersifat racun terhadap binatang, maka tidak lagi dapat mengancam resiko kesehatan masyarakat atau lingkungan.

Hibrid kentang New Leaf tersebut adalah sama dengan jenis kentang Burbank yang banyak dijual di Supermarket Amerika, yang bedanya hanya di dalam kentang New Leaf memiliki kapasitas untuk melindungi dirinya terhadap hama beetle Colorado. Lainnya memiliki sifat-sifat yang sama baik penampilan, rasa, komposisi zat gizi serta

kualitas pemasakan seperti yang dimiliki kentang Burbank.

Hama beetle Colorado, merupakan suatu jenis serangga yang paling destruktif untuk komoditi kentang di Amerika, mampu menghancurkan sampai 85% produksi tahun kentang, bila tidak ditanggulangi dengan baik.

Daya perlindungan kentang tersebut berasal dari bakteri *Bacillus thuringiensis*, yang banyak ditemukan di alam sedang jenis pestisida yang diproduksi berasal dari kelompok protein yang banyak digunakan oleh para gardener (tukang kebun, organic growers, dan petani lain) sejak 30 tahun yang lalu, di mana bagi manusia, binatang dan burung, tetapi dapat memberantas hama serangga. Karena ada sangkut pautnya dengan *Bacillus thuringiensis* maka kentang hibrid tersebut juga disebut Bt potato, di samping itu ada Bt corn dan Bt cotton.

Beberapa ilmuwan melakukan kritik pedas terhadap pemerintah, karena keputusan tersebut dianggap "premature" karena pemerintah belum memiliki rencana detail bagaimana manajemen Bt resistance terhadap hama. Bt dalam kentang akan mengalami umur pendek ditinjau dari daya keefektifannya sebagai pestisida dan pemanfaatannya melalui penyemprotan dapat tidak memenuhi sasaran dan efektif.

Bt potato baru secara besar-besaran dikembangkan di Amerika mulai tahun 1996. Diharapkan kentang akan membantu suatu suplai kentang yang berkesinambungan, sehat, dan dalam jangka daya beli masyarakat.

7. Ternak Transgenik

Ternak transgenik merupakan ternak hasil rekayasa genetika dengan cara memasukkan gen-gen atau DNA rekombinan yang dapat mengekspresikan phenotip

tertentu kedalam suatu genom ternak lain baik dalam satu spesies maupun antar spesies. Proses pemasukan atau pemindahan gen ini disebut dengan transgenesis. Berbagai metode digunakan untuk menghasilkan ternak transgenik antara lain melalui mikroinjeksi pronukleus, melalui virus sebagai mediator, sperma sebagai vector dan melalui sel-sel stem embrio (Embryonic Stem Sel). Berbagai metode ini sampai sekarang masih terus dikembangkan karena secara teknis pembentukan ternak transgenik cukup sulit dan rendah keberhasilannya. Meskipun demikian bila hasil pembentukan ternak transgenik dilanjutkan dengan metode kloning (terutama kloning aseksual atau melalui sel-sel somatik) maka akan memberi hasil yang maksimal.

a. Mikroinjeksi pronukleus.

Mikroinjeksi adalah metode yang paling banyak digunakan karena mempunyai keberhasilan yang lebih tinggi dibandingkan dengan metode yang lain. Gen yang telah diisolasi diinjeksikan langsung pada pronukleus jantan. Pronukleus ini akan terbentuk pada saat GVBD (Germinal Vesicle Break Down). Pronukleus pada beberapa hewan dapat langsung diamati dibawah mikroskop Differential Inference Contrast (DIC) contoh pada kelinci, domba dan kambing. Sedangkan pronukleus sapi dan babimembutuhkan perlakuan yang lebih spesifik yaitu harus disentrifugasi terlebih dahulu untuk menghilangkan granul-granul lemak.

b. Introduksi gen melalui virus sebagai mediator.

Pada metode ini, virus ditumpangi oleh gen yang dikehendaki dan diintroduksi kedalam embrio ternak. Virus mempunyai ukuran yang sangat kecil dan mampu menembus inti sel dan virus mempunyai genom yang terdiri dari RNA yang

mempunyai kemampuan untuk mentranskripsikan DNA. Bila satu sel diinfeksi dengan retrovirus maka akan menghasilkan DNA virus, setelah DNA ditranskripsikan akan berintegrasi dan menjadi bagian dari genome induk.

c. Sperma sebagai mediator.

Sperma merupakan salah satu gamet yang terlibat langsung dalam proses fertilisasi. Matriks DNA diikat pada daerah postacrosomal oleh komponen protein spesifik dan akan bergabung dengan genome induk setelah terjadi fertilisasi.

d. Transfer gen melalui sel stem embrio.

Pada metode ini sel diisolasi dari sel inner cell mass (ICM) dari blastosit kemudian dikultur dan ditransfer kedalam embrio. Embrio akan berkembang menjadi ternak kimera. Bila sel ter-inkorporasi dalam gonad maka dalam sel germinal mengandung DNA baru. Teknik ini hanya memungkinkan untuk rekombinasi gen yang homolog. Sampai sejauh ini diantara keempat metode, meskipun penggunaan retrovirus sangat mudah dilakukan tetapi mulai ditinggalkan karena efek residu pada ternak transgenik yang dihasilkan.