

AGROS

JURNAL ILMIAH ILMU PERTANIAN
(SCIENTIFIC JOURNAL OF AGRICULTURAL SCIENCE)

Volume 10, No.1, Januari 2008

Tinjauan Bioetika Terhadap Pengembangan dan Komersialisasi Rekayasa Genetik Tanaman (Abdul Rizal AZ)	1
Model Pengembangan Zakat Hasil Pertanian (Kasus Kecamatan Petanahan Kebumen Jawa Tengah) (Pandu Laksono dan Afrizal Malik)	11
Pengaruh Perendaman Media Terhadap Hasil dan Kualitas Jamur Shiitake Pada Musim Kemarau (M.Th.Darini)	21
Hubungan Pendapatan dan Kesejahteraan Petani Kelapa Sawit PIR-Trans Kecamatan Sumbang Kabupaten Sambas (E. Yurisinthae dan Kusnanto)	29
Pengaruh Triakontanol dan Giberelin Terhadap Pertumbuhan dan Persentase Buah Jadi Tanaman Buncis (R. Christiningsih)	35
Reklamasi Lahan Bekas Tambang Terbuka yang Berwawasan Lingkungan (S. Setyo Wardoyo)	43
Pengembangan Diversifikasi Pengolahan Umbi-umbian Dalam Rangka Pemanfaatan Pangan Lokal (T.F. Djaafar; H. Purwaningsih; S. Rahayu)	56



FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS JANABADRA

Volume 10, No.1, Januari 2008

ISSN 1411 - 0172

AGROS

JURNAL ILMIAH ILMU PERTANIAN
(SCIENTIFIC JOURNAL OF AGRICULTURAL SCIENCE)

Pelindung/Penasehat:

Dekan Fakultas Pertanian Universitas Janabadra

Sidang Penelaah:

Sri Widodo (UGM)

T. Adisarwanto (Balitkabi)

Edhi Martono (UGM)

Sarlan Abdulrachman (Balitpa)

Sigit Supadmo Arif (PSPK)

Nur Basuki (Unibraw)

Mochamad Maksun (PSPK)

Achmadi Priyatnojo (UGM)

Sidang Penyunting:

Sulistiya (Ketua)

Cungki Kusdarjito

Retno Lantarsih

Penerbit:

Fakultas Pertanian Universitas Janabadra

Jln. Tentara Rakyat Mataram No. 55-57 Yogyakarta 55231, Indonesia

Tel.(0274) 561039 psw. 117, Fax. (0274) 517251

E-mail: agrosujb@yahoo.com.sg

AGROS, Jurnal Ilmiah Ilmu Pertanian (Scientific Journal of Agricultural Science) (ISSN 1411 0172) terbit pertama kali tahun 1999, tiga nomor dalam satu tahun (bulan Januari, Mei, dan September), memuat naskah hasil penelitian atau studi pustaka, kajian buku (*book review*), dan ulasan ilmiah (*note*).

A G R O S

JURNAL ILMIAH ILMU PERTANIAN (SCIENTIFIC JOURNAL OF AGRICULTURAL SCIENCE)

DAFTAR ISI

Tinjauan Bioetika Terhadap Pengembangan dan Komersialisasi Rekayasa Genetik Tanaman <i>Evaluation of Bioethical to Development and Commercialization of Crop Genetic Engineering</i> (A. Rizal AZ)	1-10
Model Pengembangan Zakat Hasil Pertanian (Kasus Kecamatan Petanahan Kebumen Jawa Tengah) <i>Developing Model of Agricultural Yield Zakaah (Case of Kecamatan Petanahan Kebumen Central Java)</i> (P. Laksono dan A.Malik)	11-20
Pengaruh Perendaman Media Terhadap Hasil dan Kualitas Jamur Shiitake Pada Musim Kemarau <i>Influence Soaking Media on Yield and Quality of Mushroom During Dry Season</i> (M.Th. Darini)	21- 28
Hubungan Pendapatan dengan Kesejahteraan Petani Kelapa Sawit PIR-Trans Kecamatan Subah Kabupaten Sambas <i>Relation Income Palm Oil Farming With Welfare in Subah District - Sambas Regency</i> (E. Yurisinthae dan Kusnanto)	29 - 34
Pengaruh Triakontanol dan Giberelin Terhadap Pertumbuhan dan Persentase Buah Jadi Tanaman Buncis <i>Effect Triakontanol and Giberellin on Growth and Pod Set of Kidney Bean</i> (R. Christiningsih)	35 - 42
Reklamasi Lahan Bekas Tambang Terbuka yang Berwawasan Lingkungan <i>Reclamation of Ex Open Pit Mining Based on Environment</i> (S. Setyo Wardoyo).....	43 - 55
Pengembangan Diversifikasi Pengolahan Umbi-umbian Dalam Rangka Pemanfaatan Pangan Lokal <i>Diversify Developing of The Bulb Processing for Utilization of Local Food</i> (T.F. Djaafar; H. Purwaningsih; S. Rahayu)	56 - 72

TINJAUAN BIOETIKA TERHADAP PENGEMBANGAN DAN KOMERSIALISASI REKAYASA GENETIK TANAMAN

EVALUATION OF BIOETICA TO DEVELOPMENT AND COMMERCIALISATION OF CROP GENETICS ENGINEERING

Oleh

Abdul Rizal AZ^{*)}

Jurusan Agronomi Fakultas Pertanian UPN "Veteran" Yogyakarta

ABSTRACT

With growth of technology in agriculture, increasing of crop quality can be conducted through genetic engineering, by manipulation of DNA yielding product recognized with transgenic crop. Transfer of gene into genome of crop shall really useful gene and can be justified by ethic and religion. Transgenic crop have potency to assist to overcome the problem of food to fulfill requirement which always increase. Beside have positive value of crop of transgenic, there are care have negative impact to health of human being, environmental, variety, and health of human being and also economic impact of farmer. Therefore, require to be considered by various principles of bioethics carefulness principle and before transgenic crop used and commercialized.

Key-words: engineering; transgenic

INTISARI

Dengan perkembangan teknologi di bidang pertanian, perbaikan sifat tanaman dapat dilakukan melalui rekayasa genetika, dengan memanipulasi DNA yang menghasilkan produk dikenal dengan tanaman transgenik. Transfer gen ke dalam genom suatu tanaman haruslah gen yang benar-benar bermanfaat dan dapat dipertanggungjawabkan secara etika maupun agama. Tanaman transgenik memiliki potensi untuk membantu mengatasi masalah pangan guna memenuhi kebutuhan yang selalu bertambah. Di samping mempunyai nilai positif dari tanaman transgenik, terdapat kekhawatiran adanya dampak negatif terhadap kesehatan manusia, lingkungan, keanekaragaman, dan kesehatan manusia serta dampak ekonomi petani. Oleh karena itu, perlu dipertimbangkan berbagai prinsip bioetika dan prinsip kehati-hatian sebelum tanaman transgenik digunakan dan dikomersialisasikan.

Kata kunci: rekayasa; transgenik

^{*)} Alamat penulis untuk korespondensi: Abdul Rizal AZ, Jurusan Agronomi Fakultas Pertanian UPN "Veteran" Yogyakarta Jl. Lingkar Utara 104 Condongcatur Yogyakarta, e-mail: rizal_upnyk@yahoo.com

PENDAHULUAN

Di masa yang akan datang pertumbuhan penduduk dunia semakin meningkat. Proyeksi pada tahun 2030, seperti yang dilaporkan Brown dan Kane

(1994), memperlihatkan peningkatan jumlah penduduk cukup fantastis, kurang lebih 160 persen dari jumlah penduduk tahun 1990. Prediksi di Asia, India menempati ranking pertama (590 juta), disusul Cina (490 juta), Pakistan (197 juta),

Bangladesh (129 juta), dan Indonesia (118 juta). Saat ini diduga 900 juta dari 5,8 miliar penduduk dunia, terutama di negara Asia dan Afrika, sedang mengalami kelaparan akibat penurunan produksi pertanian per kapita. (Suranto 1999). Penyebab utama penurunan produksi adalah gangguan hama dan penyakit tanaman serta gulma. Laju peningkatan jumlah penduduk yang tidak terkendali secara tidak langsung juga ikut andil memperburuk situasi ini. Upaya peningkatan produktivitas yang telah dilakukan belum dapat mencukupi kebutuhan karena selalu tidak mampu mengimbangi kecepatan peningkatan jumlah penduduk.

Penggunaan teknologi merupakan salah satu upaya untuk meningkatkan nilai tambah sumber daya alam, produktivitas pertanian, dan penyediaan bahan pangan dengan menggunakan bioteknologi modern. Sebagai contoh di bidang pertanian telah dikembangkan dengan bioteknologi modern berbagai tanaman pangan, sayuran, buah-buahan, bunga-bunga, dan tanaman perkebunan yang tahan terhadap hama dan penyakit yang berproduksi tinggi. Penggunaan bioteknologi modern di Indonesia memberikan kemungkinan yang besar untuk mengatasi masalah pangan, sandang, papan dan mendukung perkembangan industri dalam negeri.

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 yang sedang berkembang, seperti yang telah berhasil dilakukan di negara maju (Zohrah 2001; Suranto 1999).

Di samping manfaat yang akan diperoleh dari tanaman transgenik, terdapat kekhawatiran dampak samping yang merugikan bagi kesehatan manusia dan lingkungan hidup termasuk keanekaragaman hayati. Zohrah (2001) mengemukakan bahwa penggunaan bioteknologi telah diakui sebagai teknologi yang memberi manfaat terutama dalam aktivitas pertanian. Meskipun demikian aplikasi tersebut harus tetap diiringi dengan langkah yang perlu diambil untuk memastikan produk tersebut tidak membahayakan kehidupan manusia. Protokol keamanan hayati Cartagena adalah salah satu upaya global yang dapat dipakai masyarakat dunia untuk mematuhi peraturan yang berkaitan dengan produk transgenik. Keberadaan peraturan ini diharapkan tidak menghalangi pertumbuhan dan perkembangan bioteknologi (Zohrah 2001). Sehubungan dengan hal tersebut Konvensi Keanekaragaman Hayati atau CBD (*Convention on Biological Diversity*) dalam pasal-pasalanya menghendaki agar mampu membatasi dan mengendalikan dampak rekayasa genetika terutama bagi keanekaragaman hayati.

Dalam tulisan ini dibahas seluk-beluk tanaman transgenik, terutama mengenai dampak yang akan ditimbulkan,

analisis risiko dan manfaat tanaman transgenik, dan bagaimana tinjau bioetika terhadap tanaman transgenik.

PRINSIP PEMBUATAN TANAMAN TRANSGENIK

Pemuliaan tanaman konvensional mengawinkan satu spesies tanaman, dari spesies yang berbeda, atau kadang-kadang dari genus yang berbeda. Rekayasa genetika tidak lagi terbatas pada kelompok variasi genetika, memungkinkan untuk memindahkan satu gen tunggal yang fungsinya sudah diketahui dengan jelas. Kemampuan memindahkan gen dari suatu organisme ke organisme lainnya tanpa batasan taksonomi memungkinkan memanfaatkan sumber daya alam yang luar biasa, yaitu keragaman hayati (*biodeversity*).

Rekayasa genetika di bidang tanaman dilakukan dengan menransfer gen asing ke dalam tanaman. Tanaman tersebut dimodifikasi di laboratorium untuk memperbaiki sifat yang diinginkan seperti meningkatkan resistensi terhadap pestisida atau memperbaiki kandungan gizi. Rekayasa genetika yang dikembangkan dapat menciptakan tanaman baru dengan waktu yang cepat dan akurat. Contoh: ahli genetika tanaman telah dapat mengisolasi gen yang toleran terhadap kekeringan dari tanaman tertentu dan menyisipkan gen tersebut ke tanaman yang lain. Tanaman baru hasil rekayasa akan memiliki sifat yang tahan terhadap kekeringan.

Dengan berhasilnya rekayasa genetika melalui kloning DNA, memungkinkan gen tunggal dari suatu spesies makhluk hidup dimasukkan ke dalam gen dari spesies makhluk hidup lainnya. Teknologi manipulasi DNA yang dikerjakan dengan pencangkokan (kloning) tanpa melalui perkawinan tersebut disebut *moleculair*

cloning atau *recombinant DNA technology* (Sitepoe 2001)

Salah satu cara memanipulasi (merekayasa) bahan genetik dilakukan dengan transfer gen (Suharsono 2001). Gen dipindahkan dari satu individu ke dalam individu lainnya melalui: 1) persilangan seksual, baik secara alamiah maupun buatan, 2) hibridisasi somatik, dan 3) *recombinant DNA technology*. Teknik transfer gen yang terakhir berkembang sangat pesat sejak ditemukan model struktur helix ganda DNA pada tahun 1953.

Dengan teknik DNA rekombinan, ada kemungkinan untuk menumbuhkan setiap segmen dari setiap DNA pada bakteri. Dalam transfer gen harus dilakukan identifikasi segmen khusus yang bersangkutan di antara koleksi klon, misalnya identifikasi terhadap gen yang berpengaruh pada sifat seperti hasil produksi tanaman. Selanjutnya diperlukan teknologi untuk memasukkan gen tersebut ke kromosom tanaman, sehingga dapat berfungsi. Contoh: menggunakan bakteri *Agrobacterium* yang dapat menginfeksi tumbuhan dengan lengkungan kecil DNA yang disebut plasmid Ti yang kemudian menempatkan diri sendiri ke dalam kromosom tumbuhan. *Agrobacterium* merupakan vektor yang siap pakai. Dengan menambahkan beberapa gen ke plasmid, oleskan pada sehelai daun, tunggu sampai infeksi terjadi, selanjutnya tumbuhkan tumbuhan baru dari sel daun tadi. Tumbuhan tersebut akan mewariskan gen baru kepada benih-benihnya.

Tanaman transgenik merupakan tanaman yang mempunyai gen asing di dalam genomnya. Gen asing pada umumnya berasal dari bakteri atau tanaman lain yang membawa sifat tertentu. Sifat yang dibawa oleh gen asing ini merupakan

sifat unggul yang tidak dimiliki tanaman inang. Secara sederhana Brown (1990) menguraikan perakitan tanaman transgenik sebagai berikut. 1) isolasi gen atau DNA target yang membawa sifat tertentu dari bakteri tertentu atau tanaman lain yang mempunyai sifat yang diinginkan, 2) ligasi DNA target ke dalam vektor sehingga terbentuk DNA rekombinan, 3) transformasi vektor (DNA rekombinan) pada bakteri tertentu dengan tujuan untuk memperbanyak kopi DNA rekombinan, dan 4) penyisipan vektor dan DNA target ke dalam sel tanaman yang dikehendaki yang tidak mempunyai sifat tersebut.

Transformasi gen yang paling umum adalah melalui *A. tumefaciens* terutama untuk dikotil, dan melalui *particle gun* untuk monokotil. Metode pemeliharaan sel transgen dilakukan melalui teknik kultur jaringan (*in vitro*) untuk memudahkan organogenesis atau embriogenesis tanaman transgenik sehingga diperoleh tanaman utuh yang membawa sifat baru yang awalnya tidak dimiliki. Kestabilan produk organisme transgenik ditunjukkan dengan pewarisan transgen dari generasi ke generasi.

Tujuan rekayasa genetika antara lain: a) menghambat pematangan dan pelunakan buah (tomat, cantaloupe), b) tahan terhadap serangan insektisida (tomat, kentang, jagung, kapas), c) tahan terhadap serangan ulat (kentang), d) tahan terhadap serangan insekta dan virus (kentang), e) tahan terhadap virus (squase, pepaya), f) tahan terhadap serangan insekta dan toleran terhadap herbisida; glifosat, glufosinat, bromoxinil (jagung, padi, kapas, canola), g) tahan terhadap herbisida; glifosat, glufosinat, bromoxinil, sulfonilurea (kedelai, canola, kapas, jagung, bit gula, flax), h) Perbaikan komposisi dan nilai gizi canola (*high laurate oil*), kedelai (*high oleic acid*), canola (phytase, degradasi fitrat), padi (high beta-caroten)

Beberapa hasil tanaman yang diperoleh dari rekayasa genetika diantaranya: tanaman toleran terhadap kekeringan ditransfer dari gen kapang yang mengeluarkan enzim trehalose, salah satu contohnya pada tanaman tembakau (Sitepoe 2001). Jenis tanaman transgenik yang dikembangkan di Indonesia seperti terlihat pada tabel 1.

ANALISIS RISIKO DAN KEKHAWATIRAN DAMPAK PRODUK REKAYASA GENETIK TANAMAN

Secara umum semua teknologi yang dimanfaatkan oleh manusia memiliki risiko yang dapat membahayakan manusia, jika digunakan dengan tidak hati-hati dan tidak sesuai dengan prosedur. Demikian juga dengan bioteknologi modern, selain dapat meningkatkan nilai tambah keanekaragaman hayati, perbaikan kesehatan manusia, dan perbaikan lingkungan, juga memiliki potensi untuk menimbulkan kerugian atau kerusakan bagi keanekaragaman hayati, dan kesehatan lingkungan dan manusia. Ho (1999) mengemukakan empat jenis risiko yang mungkin ditimbulkan oleh produk transgenik, yaitu: a) Efek akibat gen asing yang diintroduksi ke dalam organisme transgenik, b) efek yang tidak diharapkan dan tidak ditargetkan akibat penyisipan gen secara random dan interaksi antargen asing dan gen inang di dalam organisme transgenik, c) efek yang dikaitkan dengan sifat kontrol gen artificial yang disisipkan ke dalam organisme transgenik, d) efek dari aliran gen, terutama penyebaran secara horizontal dan sekunder dari gen dan kontrol gen dari organisme transgenik ke spesies yang tidak berkerabat.

Tabel 1. Jenis dan Status Tanaman Transgenik di Indonesia

Tanaman	Sifat	Agen	Status
Jagung Bt	Tahan hama	Monsanto dan Pioneer	Uji lapangan
Jagung Pin II	Tahan hama	Balitbio	Sedang dikembangkan
Jagung RR	Tahan herbisida	Monsanto	Uji lapangan
Kapas Bt	Tahan hama	Monsanto	Uji lapangan
Kapas RR	Tahan herbisida	Monsanto	Uji lapangan
Kacang tanah	Tahan virus	Balitbiogen & ACIAR	Uji lapangan
Kedelai	Tahan herbisida	Monsanto	Uji lapangan
Kentang Bt	Tahan hama	Balitsa/MSU	Uji lapangan
Padi Bt & GNA	Tahan hama	LIPI	Sedang dikembangkan
Kedelai Pin II	Tahan hama & Pin II	Balitbiogen	Uji laboratorium
Kakao Bt	Tahan penggerek buah	balitbiogen	Uji laboratorium
Pepaya	Tahan virus & CP	Balitbiogen, Balisa, Balitbun	Uji laboratorium
Tebu	Tahan Penggerek	P3GI	Uji laboratorium
Ketela pohon	Virus	Balitbiogen	Uji laboratorium
Cabe rawit	Tahan virus & CP	IPB	Uji laboratorium
Kopi	Tahan karat	balitbun	Uji laboratorium
Pohon penghijauan	Tahan lama	Indah Kiat	Uji laboratorium

Sumber: IDEP, 2008 dalam Noerrachman, 2008.

Lebih lanjut PSRAST (2001) mengemukakan bahwa risiko yang ditimbulkan produk transgenik bagi lingkungan dan manusia adalah sebagai berikut. a) Pemandangan DNA transgenik secara horizontal ke mikroorganisme tanah, yang dapat memengaruhi ekologi tanah, b) kerusakan organisme tanah akibat toksin dari transgenik yang bersifat pestisida, c) gangguan ekologis akibat transfer pada kerabat liar tanaman, d) kerusakan pada serangga yang menguntungkan akibat transgenik bersifat pestisida, e) menimbulkan virus baru, f) meningkatkan resistensi terhadap antibiotik, termasuk dan terutama pada manusia yang memakan produk transgenik; g) meningkatkan kecenderungan allergen, sifat toksik atau

menurunnya nilai gizi pada tanaman transgenik.

Clark (1988) mengemukakan beberapa risiko yang perlu dikaji dalam analisis risiko untuk pelepasan tanaman transgenik adalah: a) Potensi untuk menjadi gulma bagi tanaman atau menginvasi habitat alami, b) potensi untuk gen mengalir ke kerabat liar, c) potensi untuk menjadi hama tanaman, d) potensi dampak pada spesies non-target termasuk manusia, dan f) potensi dampak pada keanekaragaman hayati,

Nijar (1999) mengemukakan bahwa kecuali aspek tersebut, aspek kesehatan dan sosial ekonomi, perlu diperhitungkan dalam analisis risiko. Unsur yang perlu diperhatikan dalam analisis risiko dari aspek kesehatan dan sosial ekonomi adalah: a) Kajian

mengenai sifat patogen dari vektor dan promoter, terutama terhadap manusia, b) kemungkinan timbulnya atau meningkatnya sifat alergen pada penggunaan, c) efikasi dan nilai gizi dari pangan/obat transgenik dalam jangka panjang dan pada berbagai sifat populasi, d) potensi perubahan pola sosial dan ekonomi yang timbul akibat introduksi transgenik. Misalnya di Sulawesi Selatan, ada potensi konflik antara petani yang memilih menanam kapas transgenik dan yang menolak, e) potensi dampak tanaman transgenik terhadap varietas petani dan pola tanam petani setempat, f) nilai kerugian sosial dan ekonomi akibat kemungkinan hilangnya sumberdaya genetika, pekerjaan, kesempatan pasar, dan sumber nafkah petani lokal, g) kemungkinan penurunan pendapatan negara dari ekspor bahan yang sekarang dapat diproduksi melalui rekayasa genika, h) kemungkinan meningkatnya ketergantungan petani pada benih dan saprotan perusahaan, i) kemungkinan ketegangan pada masyarakat akibat dampak transgenik dari segi agama, cultural, dan etika

Protokol keamanan hayati yang dikenal dengan protocol Cartagena Pasal 10 ayat 6 dan Anex III butir 4 tentang analisis risiko pelepasan tanaman transgenik. Tanaman transgenik sebelum dilepas secara komersial harus melalui analisis risiko. Di Indonesia, peraturan yang mengatur soal keamanan hayati terdapat pada beberapa peraturan, diantaranya UU No.12 Tahun 1996 tentang Sistem Budidaya Tanaman, UU No 7 Tahun 1996 tentang Pangan, UU No 23 Tahun 1997 tentang Pengelolaan Lingkungan Hidup, UU No.29 Tahun 2000 tentang Perlindungan Varietas Tanaman, PP No.21 Tahun 2005 tentang Keamanan Hayati Produk Rekayasa Genetik, PP No.44 Tahun 1995 tentang Pembenuhan Tanaman, PP No.69 Tahun 1999 tentang Label dan

Iklan Pangan, dan SKB 4 Menteri tentang Keamanan Hayati dan Keamanan Pangan Produk Pertanian Hasil Rekayasa Genetik. Peraturan yang ada tersebut masih bersifat umum, tidak secara spesifik mengatur pencedaran, penggunaan, pengawasan, penegakan hukum, dan aspek lain tentang keamanan hayati yang seharusnya diatur, sehingga pengaturan tersebut belum menjamin keamanan hayati dari aktivitas penggunaan produk rekayasa genetika maupun turunannya.

BIOETIKA TANAMAN TRANSGENIK

Bioetika dicetuskan pada tahun tujuh puluhan, sedang bioetika sebagai konsep sudah merupakan kekayaan (*heritage*) umat manusia ribuan tahun yang lalu. Pemahaman tentang bioetika sudah harus menjadi kewajiban para ilmuwan dengan semakin cepatnya perkembangan teknologi modern terutama yang bergerak di bidang ilmu hayati. Bioetika dapat dipandang sebagai suatu etika atau pendoman seorang ilmuwan atau seorang ahli biteknologi. Bioetika dapat dideskripsikan sebagai cara pandang manusia terhadap kehidupan, berkaitan dengan moral dalam berinteraksi dan pertanggungjawabannya dengan makhluk hidup dalam kehidupannya.

Pembahasan bioetika meliputi berbagai masalah yang mempunyai dampak yang luas bagi kehidupan manusia. Dengan demikian kajian dari bioetika meliputi berbagai aspek baik etika, sosial, maupun budaya dari perkembangan ilmu hayati dan teknologi yang terkait. Etika dalam kehidupan juga telah diatur oleh agama, sehingga agama dan bioetika tidak mengalami benturan, bahkan agama dapat dikatakan sebagai sumber dari bioetika itu sendiri. Agama Islam mempunyai tiga prinsip bahwa rekayasa genetik a) tidak melibatkan unsur haram; b)

tidak bertentangan dengan kodrat alamiah; dan c) manfaat buat manusia lebih besar dari mudaratnya (Soflari 2001).

Prinsip bioetika untuk menjawab keetikaan dari perkembangan suatu ilmu pengetahuan pada umumnya dan tanaman transgenik pada khususnya adalah: a) *non maleficence* (tidak membahayakan), seluruh produk yang dilepas harus dikaji secara mendalam tentang keamanan lingkungan dan kesehatan manusia. Hanya produk yang aman terhadap lingkungan dan kesehatan manusia yang boleh dilepas. b) *Beneficence* (berbuat baik), produk yang dihasilkan harus dapat dimanfaatkan untuk memperbaiki lingkungan dan kesehatan manusia, c) *Justice* (adil) produk diberikan kepada yang membutuhkan, dan d) *autonomy* (bebas mengambil keputusan) produk yang dihasilkan tidak boleh dipaksakan kepada pemakai (Beauchamp & Childress 1994 dalam Jenie 2008)

Penggunaan produk rekayasa genetik di bidang pertanian atau tanaman transgenik, pada skala komersial telah banyak dilakukan sejak akhir tahun 1900-an. Pada tahun 1996 luas areal tanaman transgenik di dunia mencapai 1,7 juta ha dan pada tahun 2007 mencapai 114,33 juta ha atau setara dengan delapan persen dari luas areal pertanian di seluruh dunia (Labrada 2008)

Beberapa keuntungan dan kerugian menggunakan tanaman transgenik adalah: a) tanaman transgenik tahan terhadap serangan hama dan penyakit telah memberikan keuntungan kepada petani, yaitu dengan menekan pengeluaran biaya pembelian pestisida, produk bebas dari pestisida, penekanan terhadap pencemaran akibat pestisida; b) tanaman transgenik toleran terhadap herbisida, memberikan keuntungan biaya pengendalian gulma dapat ditekan, tidak terjadi pencemaran

produk dan lingkungan; c) tanaman transgenik tahan terhadap serangan hama penyakit; d) tanaman transgenik toleran terhadap kekeringan atau salinitas; e) tanaman transgenik sebagai penambah nutrisi, menambah kekurangan jenis vitamin tertentu seperti *strain golden rice* yang merupakan varietas tanaman transgenik padi yang ditambah vitamin A; f) tanaman transgenik sebagai *phytoremediation*; g) tanaman transgenik yang dapat dimanfaatkan mengurangi populasi logam berat (Whitman 2000).

Kerugian menggunakan produk rekayasa genetika terhadap lingkungan diantaranya adalah: a) kematian organisme bukan sasaran. Penelitian di laboratorium penggunaan varietas jagung Bt menyebabkan kematian *monarc butterfly caterpillars*, b) Penurunan efektivitas dari pestisida, c) Penggunaan tanaman yang tahan terhadap pestisida secara terus-menerus dapat menstimulasi munculnya gen baru hama yang resisten terhadap beberapa jenis pestisida, d) Transfer gen pada spesies non target akan memunculkan *superweeds* yang resisten terhadap herbisida.

Kekhawatiran yang ditimbulkan akibat penggunaan tanaman transgenik terhadap manusia diantaranya: a) Kemungkinan menimbulkan keracunan. Ada kekhawatiran apabila manusia memakan tanaman transgenik yang mengandung gen Bt-endotoxin akan mati karena keracunan yang didasari oleh sifat beracun dari gen Bt terhadap serangga, karena serangga yang memakan tanaman transgenik tersebut akan mati akibat racun gen Bt, meskipun pendapat ini sebenarnya tidak terbukti. Selain itu sejak puluhan tahun yang lalu, *Bt-toxin* telah digunakan oleh petani di negara maju sebagai pestisida hayati yang aman, baik terhadap hewan, serangga berguna maupun manusia. Oleh karena itu secara ilmiah tanaman

transgenik yang mengandung gen *Cry* tidak akan beracun terhadap manusia. b) Kemungkinan menimbulkan alergi. Beberapa komoditas yang digunakan sebagai bahan makanan diketahui dan dikenal sebagai sumber bahan penyebab alergi (allergen) seperti *brazil nut*, *crustacean*, gandum, ikan, kacang tanah, kedelai, dan padi. Penggunaan gen yang berasal dari sumber *allergen* harus benar-benar dihindari. Semua *allergen* adalah protein, tetapi tidak semua protein adalah *allergen*. Semua protein allergen bersifat stabil dan memerlukan waktu yang lama untuk dicerna di dalam sistem pencernaan. Sifat tersebut sangat berbeda dengan protein tanaman, dalam hal ini gen donor hanya dalam waktu beberapa detik sudah dapat dicerna. c). Kemungkinan menyebabkan bakteri dalam tubuh manusia dan tahan antibiotik.

Pengaruh tanaman transgenik terhadap tatanan ekonomi global. Produsen produk tanaman transgenik adalah perusahaan raksasa multinasional yang umumnya berasal dari negara maju. Tanaman transgenik yang siap diintroduksi akan dipatenkan untuk mengembalikannya biaya investasinya. Masalahnya, apakah petani negara berkembang akan mampu membeli bibit tanaman tersebut, dan karena tidak dapat memproduksi bibit sendiri, maka petani amat tergantung pada industri bibit multinasional negara adidaya.

Dalam menghadapi produk rekayasa genetika yang berkembang, perlu diterapkan prinsip kehati-hatian, artinya perkembangan rekayasa genetika tidak boleh menimbulkan sesuatu yang merugikan masyarakat dan merusak lingkungan. Prinsip kehati-hatian tidak untuk menghambat perkembangan rekayasa genetika tetapi meletakkan produk rekayasa genetika secara proporsional. Dalam

Prinsip 15 Deklarasi Rio disebutkan bahwa apabila ada ancaman kerusakan lingkungan yang serius serta tidak adanya kepastian ilmiah, maka tidak boleh digunakan sebagai alasan untuk tidak mengambil tindakan preventif guna mencegah kerusakan lingkungan. Pernyataan Wingspread (1998) tentang prinsip kehati-hatian menyatakan bahwa unsur-unsurnya adalah: a) Tidak untuk mencegah kerusakan ketika ilmu pengetahuan tidak pasti. b) Beban pembuktian terbalik pada pronen; artinya para pronen yang harus membuktikan bahwa teknologi ini aman. c). Menganalisis alternatif; dalam hal transgenik, apakah memang ini satu-satunya teknologi yang dapat menyelesaikan masalah yang ada? Tidak adakah teknologi lain yang mungkin lebih tepat dan lebih ramah lingkungan. d) Transparansi dan partisipasi demokratis dalam pembuatan keputusan; yaitu bahwa semua informasi berimbang harus disebarkan secara luas kepada masyarakat agar mereka dapat menimbang manfaat dan risiko. Dalam informasi berimbang, perlu juga dicantumkan informasi mengenai alternatif. (Ticner & Ketelsen 2001)

PENUTUP

Dengan perkembangan bioteknologi modern yang semakin pesat, membuka peluang munculnya berbagai tanaman transgenik untuk memenuhi kebutuhan manusia. Rekayasa genetika memiliki potensi sebagai teknologi yang ramah lingkungan dan dapat membantu mengatasi masalah pembangunan pertanian yang tidak dapat dipecahkan secara konvensional. Oleh karena itu diperlukan informasi yang tepat dan akurat tentang tanaman transgenik dari seluruh aspek baik dari awal rekayasa genetika, kesehatan manusia, dan lingkungan. Dengan informasi yang tepat dan

akurat serta didasari dengan prinsip kehati-hatian, serta dukungan kebijakan dari pemerintah dengan aturan-aturan, maka tidak ada keraguan lagi dalam pemanfaatan tanaman transgenik. Pengetahuan ilmuwan bioteknologi terhadap etika (bioetika) dan manajemen risiko yang diterapkan dapat mengurangi dampak negatif pelepasan tanaman transgenik.

DAFTAR PUSTAKA

- Brown, L.R. & Kane. 1994. *Full House. Reassessing the Earth's Population Carrying Capacity*.
- S. Linda (ed). *The Worldwatch Enviromental Alert Series*. London: W.W. Northon A. Company
- Brown, T.A. 1999. *Gene Cloning an Introduction*. 2nd Edition. Chapman & Hall. London.
- Clark, E.A. 1988. *Enveromental Risk of Genetika Engineering in Field Crop*. Paper Presented at Workshop Factoring in The Enviroment for decisions on Bioecetology in Agricultural Production. Ottawa, 28 Juli 1998.
- Hartiko, H. 1995. *Dampak Pemanfaatan Bioteknologi terhadap Keanekaragaman Hayati*. Program Pelatihan Persiapan Perkuliahan Tingkat Lanjut PMIPA LPTK. Jurusan Biologi. Universitas Gajah Mada. Yogyakarta
- Ho, M.W. 1999. *Special Safety Concerns of Transgenik Agriculture and Related Issue Breffing Paper for Minester of State for the Enviroment*, May. 1999.
- Jenie, U.A. 2008. *Isu Global Bioetika*. Seminar Nasional "Tinjauan Bioetika Menuju Pertanian Berkelanjutan" 29 Mei 2008. Bogor
- Labrada, R. 2008. *Ecological Risk Assessment of Herbicide-Resistant. Crop (HRC) Workshop Weed Risk Assessment*. Badan Karantina Pertanian
- Nijar, G.S. 1999. *Model Nasional Biosafety Law*. Third World Network. Penang.
- Noerrachman, T. 2008. *Genetically Modified Organism (Produk Rekayasa Genetika, PRG); Peluang dan Ancaman Sektor Pertanian Indonesia*. <http://karantina.deptan.go.id/dok/gmo.pdf>. (22 Desember 2008)
- PSRAST (Physicians and Scientist for Responsible of Science and Technology). 2001. *Is the Suffient Knowledge Aabout Enviromental Effects of Justify Release of GE organism*. *Rescearh Report*, 1999.
- Soflari, E. 2001. *Tinjauan Etika dan Agama Tentang Pemanfaatan Hasil Rekayasa Genetika*. Disampaikan pada Seminar Nasional "Rekayasa Genetika" Tantangan dan Harapan" Bandung 22-23 Mei 2001.
- Suharsono, S. 2000. *Prinsip Rekayasa Genetika*. Pelatihan Teknik Pengklonan Gen dan Pengurutan DNA. Bogor.
- Suranto S. 1999. *Krisis Pangan Dunia dan Prospek Pendekatan Biologi Molekul untuk Mengatasinya*. *Jurnal Ilmiah Hayati*. Jur, Biologi, Fak. MIPA. IPB Bogor Vol. 6 No. 2
- Suwanto A, 2000. *Tanaman Transgenik: Bagaimana Kita Menyikapinya?* *Hayati*. 7(1):26-30.

Ticner, J. & Ketelsen, 2001. Democracy and The Precautionary Principle, *The Networker, Newsletter of The Science and Enviromental Health Network*, Canada, Volume 6. No. 3

Witman, D.B. 2000. Genetically Modified Foods; Harmrful or Hrlful?. <http://www.sco.co> (12 Desember 2008)

Zohrah. 2001. Bioteknologi dan Biosefti. Dalam *Rampak Serantau*. Sariyan, A (Ed.). Pusat Fotostat. Hulu Kelang. Brunei Darussalam.