

Bioetika: Konservasi Serangga dan Tanaman Transgenik Tahan Hama

Bahagiawati

Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Sumber Daya Genetik Pertanian

ABSTRACT

Bioethics: Insect Conservation and Transgenic Plants Resistant to Pests.

The Asian Biotechnology Association stated that bioethics is a multidisciplinary study on philosophical, ethical, social, economy, medical, religious, environmental, and other related issues that appear from practical application of biological sciences in human lives and their biosphere. Four principles of the bioethics are doing good, doing no harm, independency, and justice. The application of biological sciences, particularly in agriculture, including entomology and biotechnology, should not against these four principles. Today, the increase in the world population has not been balanced with the increase in the food production. The world population in 2002 was 6,137 millions; 4,944 millions of them lived in the developing countries, and the average increase in the world population is 1,3%, equal to about 75 million people, annually. The agriculture production need to be increased to meet the ever increasing demand for foods. In the last decade, new paradigms in agriculture had appeared with a main focus on the environment, including on insect conservation. Insects play important roles in the natural food chains and composed the largest species in the world. Many insects are useful, such as honey bees, pollinators, silkworm, and natural enemies that need for attentions. Careful attention need to be done in implementation of the insect conservation paradigm. The insect conservation need to be done properly, following certain concepts, since not all the agricultural concepts can be applied. For example, it needs to be done in a specific location, such as in a national park. Conservation and application of useful insects could be done through cultivation, such as those in honey bees, silkworms, and natural enemies. Another example on implementation of insect conservation is in the integrated pest management system that combine the use of resistant varieties and natural enemies as the main components. The current constraints, however, are the availabilities of both resistant cultivars and natural enemies, whenever needed by farmers. Insect pests are still the main constraint in crop production in Indonesia. The world is also under food crisis. What is the role of biotechnology in alleviating the human lives? Is biotechnology against the bioethical conducts? These cases are still debatable. Twelve years experiences have indicated that biotechnology played important roles in food security through agriculture sustainability that conserve environment and tend to reduce poverty and hunger. Is a biotechnology product against the bioethics? Data indicated that incorporation of transgenic plants resistant to pests in an integrated pest management system had increased the role of natural enemies, because the use of transgenic plants will reduce the use of pesticides. Transgenic crops have been proven increasing the life status of farmers in India, China, and the Philippines. Farmers preferred to grow transgenic plants resistant to pests, because they gave more benefits and conserved the environments than agriculture technologies that are pesticide dependent.

Key words: Bioethics, transgenic plant, insect conservation, agriculture production.

ABSTRAK

Bioetika: Konservasi Serangga dan Tanaman Transgenik Tahan Hama.

Asosiasi Bioetika Asia menyatakan bahwa bioetika merupakan kajian multidisiplin dari isu filosofi, etika, sosial, hukum, ekonomi, kedokteran, agama, lingkungan, dan isu terkait lainnya yang muncul dari penerapan ilmu biologi dalam kehidupan manusia dan biosfernya. Empat prinsip dalam bioetika adalah *doing good*, *doing no harm*, *independency*, dan *justice*. Penerapan ilmu biologi, khususnya di bidang pertanian, termasuk entomologi dan bioteknologi, hendaknya tidak menyalahi keempat prinsip tersebut. Kenaikan jumlah penduduk yang tidak diimbangi oleh kenaikan produksi pangan. Jumlah populasi dunia pada tahun 2002 mencapai 6.137 juta jiwa, 4.944 juta hidup di negara-negara berkembang. Rata-rata kenaikan jumlah penduduk dunia adalah 1.3%, sekitar 75 juta per tahun. Peningkatan produksi pertanian perlu dilakukan untuk memenuhi kebutuhan penduduk yang terus meningkat. Pada dekade ini banyak dicanangkan paradigma baru dalam ilmu pertanian dimana faktor lingkungan menjadi fokus utama, termasuk konservasi serangga. Serangga sangat penting dalam rantai makanan di alam dan merupakan spesies yang terbesar jumlahnya. Banyak sekali serangga yang berguna, seperti lebah madu, penyerbuk, ulat sutera, dan musuh alami hama, sehingga layak mendapat perhatian. Prinsip kehati-hatian perlu diperhatikan dalam pengembangan paradigma konservasi serangga. Konservasi serangga tidak dapat diterapkan begitu saja, tetapi harus berdasarkan konsep tertentu, misalnya diterapkan di lokasi tertentu, seperti cagar alam atau taman nasional. Tidak semua sistem pertanian dapat begitu saja diterapkan dengan konservasi serangga. Misalnya, pelestarian dan pemanfaatan serangga berguna dapat dilakukan dengan membudidayakannya, seperti budidaya lebah madu, ulat sutera, dan musuh alami hama tanaman. Salah satu upaya yang mendekati konservasi serangga adalah sistem pertanian yang menerapkan pengendalian hama terpadu dengan komponen utama varietas tahan dan musuh alami. Namun, penyediaan tanaman tahan hama sangat terbatas, karena keterbatasan plasma nutfah tahan hama. Demikian pula dengan musuh alami; tidak semua musuh alami dapat diperbanyak dengan mudah dan tersedia tepat waktu dan jumlah yang cukup ketika diperlukan. Pada saat ini di Indonesia, hama masih menjadi faktor utama pembatas peningkatan produksi bahan pangan. Saat ini dunia juga sedang mengalami krisis pangan. Bagaimana peran bioteknologi dalam meningkatkan harkat hidup manusia? Apakah bioteknologi melanggar prinsip bioetika? Hal ini masih dalam perdebatan. Pengalaman selama 12 tahun menunjukkan bahwa bioteknologi ikut berperan dalam meningkatkan ketahanan pangan melalui sistem pertanian berkesinambungan yang dapat mengkonservasi lingkungan dan berpotensi mereduksi kemiskinan dan kelaparan. Apakah produk bioteknologi berupa tanaman transgenik tahan hama menyalahi bioetika? Data menunjukkan bahwa tanaman transgenik tahan hama dapat dipadukan dengan sistem pengendalian hama terpadu, sehingga peran musuh alami dapat ditingkatkan, karena penggunaan tanaman transgenik diharapkan dapat menurunkan penggunaan pestisida. Tanaman transgenik terbukti telah dapat meningkatkan harkat hidup petani di India, Cina, dan Filipina. Tanaman transgenik tahan hama cenderung disenangi petani, karena memberikan keuntungan lebih besar dan dapat melestarikan lingkungan dibandingkan dengan teknologi pertanian yang lebih mengutamakan pestisida.

Kata kunci: Bioetika, tanaman transgenik, konservasi serangga, produksi pertanian.

PENDAHULUAN

Pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi diterapkan untuk mencapai tujuan kesejahteraan manusia. Namun, pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi ini di samping memberi manfaat juga mengandung risiko yang tidak diinginkan. Oleh sebab itu, manusia membutuhkan suatu rambu-rambu untuk bertindak dalam mempelajari, mengembangkan dan memanfaatkan ilmu pengetahuan dan teknologi tersebut.

Bioetika adalah suatu terminologi yang relatif baru di dalam bidang etika, dibandingkan dengan etika dalam bidang kedokteran dan filsafat. Kata bioetika dikemukakan oleh Potter pada tahun 1970-an, di mana pada waktu itu dia mengatakan bahwa bioetika adalah sebuah disiplin ilmu baru sebagai ilmu untuk tetap hidup di mana menggunakan kebijaksanaan, pengetahuan untuk tujuan sosial dari pengetahuan biologi. Bioteknologi merupakan teknologi yang memanfaatkan makhluk hidup untuk memproses sesuatu guna menghasilkan produk yang berguna dengan lebih efisien (Minakshi 2003). Salah satu produk bioteknologi adalah tanaman transgenik tahan hama yang pada waktu sekarang telah tersebar luas ditanam di berbagai negara (James 2008).

Hama merupakan salah satu faktor utama penghambat produksi pertanian. Kerugian yang disebabkan oleh serangan hama bervariasi dari sedikit sampai dengan menyebabkan gagal panen. Pada waktu yang lalu, pengendalian hama dilakukan dengan menggunakan insektisida di mana setelah diaplikasikan selama 2-3 dekade terlihat bahwa penggunaan insektisida yang berlebihan menimbulkan dampak negatif seperti gangguan keseimbangan alam di mana serangga dan hewan lain bukan target mengalami penurunan populasi bahkan musnah di samping dampak negatif yang lainnya (Oka dan Soehardjan 1997). Oleh sebab itu, dikhawatirkan bahwa penggunaan tanaman transgenik tahan hama akan mengalami hal yang sama dengan penggunaan insektisida berlebihan.

Seperti yang telah diketahui, di alam ini serangga merupakan spesies hewan yang terbesar dan merupakan makhluk hidup yang sangat penting dalam rantai makanan di alam. Di samping sebagai hama, ada sejumlah spesies serangga yang berguna seperti lebah madu, penyerbuk, ulat sutera, dan musuh alami hama sehingga serangga layak mendapat perhatian. Pada dekade ini banyak dicanangkan suatu paradigma baru dalam ilmu pertanian di mana faktor lingkungan menjadi fokus utama, termasuk di sini ada istilah konservasi serangga.

Pada tinjauan ini akan dibahas tentang status pertanian, hama tanaman, serangga berguna, bagaimana konservasi serangga sebaiknya dilakukan, kompatibilitas tanaman transgenik tahan hama dengan Pengendalian Hama Terpadu (PHT), dan bioetika tanaman transgenik tahan hama.

PENINGKATAN PRODUKSI PERTANIAN DAN JUMLAH PENDUDUK

Jumlah penduduk dunia pada tahun 2002 sekitar 6.137 juta jiwa (atau 6,1 miliar), di mana 4.944 juta jiwa hidup di negara berkembang. Kenaikan jumlah penduduk dunia rata-rata 1,3% per tahun atau 75 juta jiwa per tahun. Pada tahun 2022 diperkirakan akan ada 8.000 juta jiwa (8 miliar) yang membutuhkan adanya pangan yang mencukupi untuk mempertahankan hidupnya (Pardey dan Wright 2003).

Pada tahun 2003 jumlah penduduk Indonesia adalah 215,3 juta jiwa di mana jumlah penduduk yang bekerja adalah 90,8 juta jiwa. Dari 90,8 juta jiwa penduduk yang bekerja, 46% di antaranya bekerja sebagai petani (BPS 2003) oleh sebab itu Indonesia masih terbelang negara agraris. Dengan laju pertumbuhan penduduk 1% per tahun saja maka diperkirakan pada tahun 2025 jumlah penduduk Indonesia akan mencapai 273,7 juta jiwa, maka tantangan sektor pertanian akan semakin besar untuk menyediakan pangan (Harijono 2006). Tidak saja dari segi pertumbuhan penduduk, tetapi pada era globalisasi ini Indonesia juga berupaya untuk menaikkan standar hidup penduduknya yang relatif rendah pada saat ini di mana masih banyak penduduk yang hidup di bawah garis kemiskinan dan masih terdapatnya kasus kekurangan gizi pada beberapa daerah di Indonesia. Pada tahun 2002, dari 38,4 juta orang miskin di Indonesia, 65,4% di antaranya berada di pedesaan dan 53,9% adalah petani (Krisnamurthi 2006). Tantangan untuk meningkatkan produksi pertanian untuk meningkatkan kesejahteraan petani umumnya dan guna memenuhi kebutuhan penduduknya akan pangan semakin berat dengan adanya kenyataan bahwa telah terjadi alih fungsi lahan pertanian menjadi lahan perumahan dan lain sebagainya.

SERANGGA DAN KONSERVASI SERANGGA

Serangga adalah salah satu kelompok (kelas) dalam filum Artropoda, yang mendominasi filum tersebut. Menurut Ross *et al.* (1982), jumlah spesies serangga 11 kali lebih banyak dari jumlah spesies Artropoda kelompok lain. Banyak taksiran jumlah spesies serangga yang diungkapkan oleh berbagai ilmuwan. Salah satu taksiran menyatakan bahwa serangga yang sudah dideskripsikan lebih kurang 950.000 spesies, dan Artropoda lain bukan serangga lebih kurang 125.000 spesies. Jumlah total spesies semua organisme yang sudah dideskripsi lebih kurang 1.956.000, sehingga spesies Artropoda merupakan 67,4% dari seluruh spesies organisme di dunia dan 59,5% di antaranya merupakan serangga atau Hexapoda (Sosromarsono dan Untung 2000).

Dari aspek makanannya, serangga ada yang memakan tumbuhan hidup atau mati dan pemakan hewan hidup atau mati. Serangga itu karena keragaman pakannya mempunyai peran penting di dalam ekosistem. Samways (1994) mengatakan, diperkirakan serangga memakan 20% massa dedaunan tiap tahun di seluruh dunia. Mereka bersama dengan kelompok organisme lain seperti jamur dan bakteri, melepas dan mendaur ulang nutrisi yang tersimpan dalam vegetasi mati. Banyak jenis tumbuhan yang dalam proses penyerbukannya harus dibantu oleh serangga contohnya tanaman ara, anggrek, dan lain sebagainya (Sosromarsono dan Untung 2000). Namun begitu, sekitar 3.500 spesies serangga merupakan serangga yang merugikan manusia seperti nyamuk, lalat, rayap, dan hama-hama tanaman (Pedigo 1989). Ada beberapa spesies utama yang menyerang tanaman pangan di Indonesia, seperti 11 hama padi, 7 hama jagung, dan 15 hama kedelai (Anonim 1980, 1985, Yasin *et al.* 2008).

Konservasi serangga merupakan paradigma yang baru dipopulerkan sejak tahun 2000-an dalam beberapa pertemuan ahli serangga (Entomologi) di Indonesia. Konservasi serangga dimulai dengan adanya permasalahan lingkungan seperti kerusakan ekosistem, punahnya spesies lokal, serta hadirnya spesies invasif di Indonesia di mana dirasakan perlu diupayakan konservasi lingkungan. Serangga dengan peranannya yang sangat penting bagi manusia, yaitu sebagai penyerbuk, pengurai, musuh alami, penghasil sutera, dan madu sa-

ngat rentan dengan kerusakan ekosistem, sehingga diperlukan upaya konservasi yang lebih terfokus dan efektif (Buchori dan Sahari 2000), hal yang senada juga dikemukakan oleh Pranadji dan Saptana (2004). Pendapat di atas benar adanya, mengingat pengalaman masa lalu di mana dalam revolusi hijau peranan insektisida sangat mendominasi bagaimana kita mengelola serangga yang pada akhirnya malah berdampak negatif bagi lingkungan. Buchori dan Sahari (2000) menyarankan bahwa salah satu cara untuk melestarikan lingkungan adalah menerapkan sistem pertanian tradisional. Dengan sistem ini dapat menjaga dan melestarikan keanekaragaman hayati. Sistem pertanian tradisional ini umumnya ada di daerah yang belum banyak tersentuh oleh teknologi modern seperti kawasan taman nasional, pegunungan dan daerah perbatasan hutan. Sistem pertanian tradisional ini sering diwarnai oleh sistem polikultur dan *agroforestry*. Pranadji dan Saptana (2004) menyarankan untuk memakai pertanian organik untuk melestarikan keanekaragaman hayati di mana tidak digunakannya zat kimia anorganik baik pupuk dan insektisida. Kedua pendapat di atas tentunya hanya dapat diterapkan pada areal terbatas seperti kawasan taman nasional dan kawasan yang diperuntukkan bagi pertanian organik. Terutama untuk pertanian organik, di mana persyaratannya menghendaki agar lahan yang digunakan tidak atau belum tercemar oleh bahan agrokimia (pupuk dan pestisida kimia), dan mempunyai aksesibilitas yang cukup baik, maka perlu adanya pemilihan lahan. Lahan yang belum tercemar umumnya lahan yang belum diusahakan untuk pertanian dan secara alami kurang subur. Lahan yang subur umumnya telah diusahakan secara intensif dengan bahan pupuk dan insektisida kimia. Lahan demikian masih dapat digunakan untuk pertanian organik, namun memerlukan masa konversi cukup lama (kurang lebih 2 tahun). Kedua sistem pertanian di atas mempunyai keterbatasan di mana lahan peruntukan yang cocok bagi sistem pertanian tersebut adalah tidak luas atau kecil dan produksi yang dihasilkan dengan kuantitas di bawah pertanian modern, sehingga sulit untuk diterapkan di seluruh lahan pertanian di Indonesia dan jika diterapkan di seluruh lahan pertanian berisiko menurunkan produksi pertanian nasional Indonesia.

USAHA PERBANYAKAN SERANGGA BERGUNA

Salah satu cara untuk memanfaatkan serangga berguna bagi kehidupan manusia adalah dengan sengaja memperbanyaknya. Usaha perbanyak serangga ditujukan untuk komersialisasi, antara lain usaha perbanyak lebah madu, ulat sutera, dan serangga yang merupakan musuh alami hama tanaman.

Budi Daya Lebah Madu

Menurut Warisno (1996) perkembangan budi daya lebah madu Di Indonesia mulai dirintis sejak lama sebelum abad ke-19. Namun, perkembangannya sangat jauh tertinggal bila dibandingkan dengan negara-negara lain seperti; Australia, Jerman, Rumania, Mexico, India, Jepang, dan Cina. Hal ini disebabkan bidang perlembahan kurang mendapat perhatian, budidayanya masih sangat tradisional dan sebagian besar produksinya diperoleh dengan cara merusak atau membakar sarangnya. Peluang untuk usaha budi daya lebah madu di Indonesia masih sangat besar karena Indonesia mempunyai hutan alam yang sangat luas, sekitar 200 juta hektar dengan beraneka jenis tanaman yang berbunga secara bergantian sepanjang tahun. Tanaman tersebut merupakan habitat ideal untuk usaha budi daya lebah madu. Bila budi daya lebah madu dikelola secara intensif dan modern, maka akan memberikan manfaat langsung maupun manfaat tidak langsung. Manfaat langsungnya adalah mem-

peroleh berbagai produk lebah madu, seperti; madu, *royal jelly*, tepung sari (*bee pollen*), lilin, perekat (propolis), dan racun lebah. Semua produk ini mempunyai nilai ekonomi yang dapat membantu upaya perbaikan gizi masyarakat dan untuk meningkatkan pendapatan peternak lebah. Sedangkan manfaat tidak langsung, yaitu berkaitan dengan proses pelestarian sumber daya hutan, peningkatan produktivitas tanaman, dan adanya hubungan simbiosis yang saling menguntungkan. Tanaman akan mengeluarkan bunga yang banyak mengandung nektar dan tepung sari sebagai makanan lebah, sementara lebah madu akan membantu proses penyerbukan bunga tanaman.

Budi Daya Ulat Sutera

Ulat sutera (*Bombyx mori*: “ulat sutera pohon murbei”) adalah larva kupu-kupu yang memiliki nilai ekonomi tinggi sebagai penghasil serat/benang sutera. Makanan ulat sutera hanyalah daun murbei (*Morus alba*). Telur ulat sutera membutuhkan waktu sekitar 10 hari untuk menetas. Ulat sutera menghasilkan kepompong sutera mentah, yang setelah dipintal bisa menghasilkan benang sutera sepanjang 300-900 m bahkan di luar negeri ada yang bisa mencapai 1.500 m per kepompong (Guntoro 1994).

Seperti yang telah dikemukakan di atas, persuteraan alam sudah cukup lama dikenal dan dibudidayakan oleh penduduk Indonesia. Mengingat sifat dan manfaatnya, maka pemerintah melalui Departemen Kehutanan berupaya membina dan mengembangkan kegiatan persuteraan alam tersebut. Budi daya ulat sutera dimaksudkan untuk menghasilkan benang sutera sebagai bahan baku pertekstil. Untuk melaksanakan pemeliharaan ulat sutera, terlebih dahulu dilakukan penanaman murbei, yang merupakan satu-satunya makanan (pakan) ulat sutera. Manfaat kegiatan persuteraan alam antara lain adalah mudah dilaksanakan dan memberikan hasil dalam waktu yang relatif singkat; memberikan tambahan pendapatan kepada masyarakat khususnya di pedesaan; memberikan lapangan kerja bagi masyarakat sekitarnya, dan mendukung kegiatan reboisasi dan penghijauan (Budianta 2007).

Budi Daya Musuh Alami Hama Tanaman

Pengendalian hama tanaman dengan musuh alami yang tergolong dalam kelas serangga telah lama dikenal, dikembangkan, dan dimanfaatkan baik di luar negeri maupun di Indonesia. Sebagai contoh, di Indonesia, semut hitam, *Dolichoderus bituculatus* telah digunakan untuk mengendalikan hama helopeltis di kebun kakao sejak 1908 di Kediri dan pengendalian hama kelapa, *Brontispa longissima*, di Sulawesi Selatan dengan parasitoid *Tetrastichus brontispae* dari Jawa telah dilakukan sejak awal 1930-an (Sosromarsono dan Untung 2000). Di luar negeri, misalnya di Amerika Serikat, telah banyak perusahaan yang menjual serangga-serangga yang bersifat predator dan parasit/parasitoid, namun usaha ini di Indonesia belum banyak berkembang. Ada beberapa kelompok tani yang memperbanyak serangga trichogramma untuk diperjualbelikan, dan ada juga satu dua perusahaan yang menjual dan menadvetasikan produknya di situs web seperti Tekno Tani yang menjual Baveueria, trichogramma, dan NPV. Usaha perbanyakan serangga musuh alam ini dapat membuka lapangan kerja, dan memberikan pendapatan kepada masyarakat karena pada saat ini juga telah berkembang dan tercipta suatu segmen pasar di mana memerlukan produk pertanian organik. Usaha perbanyakan serangga tentunya juga mendukung usaha konservasi alam yang kita kembangkan.

SERANGGA HAMA DAN PENGENDALIAN HAMA TERPADU

Hama tanaman masih merupakan kendala yang perlu diantisipasi perkembangannya karena dapat menimbulkan kerugian bagi petani. Menurut Gatehouse *et al.* (1994) kerugian yang disebabkan hama tanaman mencapai 13% di dunia dan atau sekitar US\$10.000 juta per tahunnya. Menurut Direktorat Perlindungan Tanaman Pangan (2005) hama penyakit yang sering kali merusak tanaman padi dari kurun waktu 10 tahun terakhir (1994-2004) adalah tikus dengan luas areal serangan rata-rata 124.000 ha/tahun, diikuti oleh penggerek batang (80.127 ha/tahun), wereng coklat (28.222 ha/tahun), tungro (12,078 ha/tahun), dan blas (9.778 ha/tahun).

Sejarah mengendalikan hama menunjukkan bahwa sejak ditemukannya jenis-jenis pestisida organofosfat dan karbamat di awal tahun 1940-an maka banyak ahli yang mengira bahwa masalah hama dan organisme pengganggu tanaman (OPT) telah terselesaikan dengan melakukan penyemprotan pestisida. Pada awalnya memang cara ini memberikan hasil yang sangat memuaskan, namun akhirnya ditemukan bahwa hama tanaman lama kelamaan mulai mengembangkan ketahanan terhadap pestisida. Penyemprotan dengan pestisida secara berulang-ulang dan dalam dosis yang semakin tinggi telah memberikan dampak negatif terhadap lingkungan, seperti munculnya resistensi dan resurgensi beberapa jenis hama, terbunuhnya musuh-musuh alami dan organisme non target lainnya seperti burung, ular, dan hewan-hewan langka. Selain itu penyemprotan telah mengakibatkan adanya residu pestisida pada hasil-hasil tanaman, air, tanah, dan udara serta pencemaran lingkungan secara umum yang berdampak negatif terhadap kesehatan manusia dan hewan-hewan domestik. Oleh karena itu dikemukakan dan diterapkan konsep Pengendalian Hama Terpadu (PHT) dalam pengendalian hama. Inti sari dari PHT adalah merupakan sistem pengendalian hama dalam hubungan dinamika populasi dan lingkungan suatu jenis hama, serta menggunakan berbagai teknik pengendalian kompatibel untuk menjaga agar populasi hama di bawah ambang ekonomi. Pada waktu pertama kali konsep PHT digunakan di Indonesia bersifat sentralisasi di mana pemerintah memegang peranan yang dominan. Pada pola ini terdapat peranan pemerintah yang sangat besar di mana pada waktu itu pemerintah membentuk brigade proteksi tanaman yang mengadakan pengendalian dengan pestisida. Di samping itu juga dibentuk Balai Proteksi Tanaman yang ada pada tiap provinsi dan sentra Peramalan Hama dan Penyakit, serta Laboratorium Pengamatan Hama dan Penyakit guna mendukung penerapan PHT. Peran petani di masa itu sangat kecil dan sebagian besar mereka belum memahami PHT.

Karena terjadi ledakan serangan wereng coklat pada tahun 1986 di Jawa Tengah, maka timbul kesadaran akan pentingnya merubah pola penerapan PHT. Hal ini didasarkan pada kenyataan bahwa penggunaan insektisida secara besar-besaran berdampak luas terhadap musuh alami. Melalui Dekrit Presiden Nomor 3 tahun 1986 pemerintah melarang penggunaan 57 jenis insektisida yang menimbulkan resurgensi hama tanaman padi. Poin penting dalam Dekrit tersebut adalah dinyatakan diperlukan upaya untuk menimbulkan partisipasi petani dalam penerapan PHT (Widiarta dan Hendarsih, 2003). Untuk mengatasi masalah ini, pemerintah mengeluarkan Undang-Undang Nomor 12 tahun 1992 tentang Sistem Budi Daya Tanaman yang menekankan pentingnya PHT. Sehubungan dengan itu dilakukan pelatihan bagi petani melalui Sekolah Lapang PHT yang tujuannya untuk menjadikan petani sebagai ahli PHT. Pada saat ini pola partisipatif ini yang dianut pemerintah,

serta dimodifikasi dengan menjadikannya suatu bagian dari sistem produksi yang dikenal dengan sebutan PTT (Sistem Pengelolaan Terpadu). Pada saat ini telah terdapat beberapa PTT yang telah diteliti kesuksesannya dalam meningkatkan produksi dan pendapatan petani, misalnya PTT padi, PTT kelapa, dan lain sebagainya.

TANAMAN TRANSGENIK TAHAN HAMA DAN PENGENDALIAN HAMA TERPADU

Dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi telah membuka kesempatan untuk menggunakan teknologi rekayasa genetika untuk merakit tanaman tahan hama. Salah satu kelebihan teknologi ini dalam merakit tanaman tahan hama adalah dapat memperluas pengadaan gen resistensi karena dengan teknologi ini kita dapat menggunakan gen resistensi dari berbagai sumber, tidak terbatas dari tanaman dalam satu spesies tetapi juga dari tanaman lain spesies, genus bahkan ordo, di samping dari organisme lain seperti bakteri, fungi, dan mikroorganisme lainnya (Bahagiawati 2000). Pada saat ini telah tersebar luas tanaman transgenik tahan hama yang mengandung gen *cry*, yaitu gen yang berasal dari *Bacillus thuringiensis*. Komoditas tanaman tahan hama yang mengandung gen *cry* yang telah dilepas untuk tujuan komersial antara lain kapas, jagung, kentang (James 2007). Dari komoditas tersebut yang paling dominan adalah kapas dan jagung.

Dari pengalaman 10 tahun menanam tanaman transgenik di dunia ternyata tanaman transgenik tahan hama bisa menjadi salah satu komponen dari PHT. Hal ini dikemukakan oleh Fitt dan Wilson (2005) di mana kapas Bt INGRAD di Australia digunakan dalam program PHT sehingga aplikasi insektisida pada tanaman kapas tersebut dapat dikurangi. Oleh sebab itu peranan musuh alami dapat ditingkatkan. Pedoman PHT kapas di Australia mempunyai komponen menanam INGRAD, konservasi dan memanfaatkan musuh alami dengan penggunaan insektisida yang selektif (Fitt dan Wilson 2005). Integrasi tanaman transgenik Bt dengan PHT tidak hanya terjadi di Australia dengan kapas Bt, tetapi juga di Amerika Serikat pada tanaman jagung Bt (Anonim 2000, 2009). Dari hasil wawancara dengan seorang ahli, yaitu Dr. Jorg Romeis dinyatakan bahwa tanaman Bt dapat dan berpotensi diintegrasikan di PHT (Anonim 2005). Tidak hanya itu, seorang ahli di India menyatakan bahwa tanaman kubis juga dapat diintroduksi gen Bt sehingga tahan hama dan cocok diintegrasikan dengan PHT tanaman kubis-kubisan/krusifera (Grzywacz *et al.* 2009). Dari informasi-informasi yang telah didapatkan ternyata tanaman transgenik tahan hama dapat dipadukan dengan sistem pengendalian hama terpadu sehingga peranan musuh alami dapat ditingkatkan karena dengan tanaman transgenik dapat diharapkan penurunan pemakaian pestisida.

TANAMAN TRANSGENIK TAHAN HAMA DAN BIOETIKA

Pemanfaatan bioteknologi pertanian untuk menghasilkan pangan dan pakan masih merupakan isu yang kontroversi, ada yang mendukung dan ada yang menolak. Pendapat-pendapat yang kontroversi tersebut tidak hanya berdasarkan fakta ilmiah tetapi juga isu etika dan moral dari penggunaan teknologi baru tersebut. Perdebatan ini tidak hentinya, namun demikian, di mana dan kapanpun isu ketahanan pangan atau ketersediaan pangan dan pakan merupakan suatu tantangan yang harus dihadapi oleh suatu negara terutama pemerintahannya. Bioteknologi pertanian mempunyai potensi untuk menjadi salah satu solusi penyediaan pangan dan pakan.

Bagi kubu yang kontra atau menolak, mereka lebih banyak mempertimbangkan risiko dari produk tanaman transgenik terhadap lingkungan dan kesehatan manusia. Produk bioteknologi dikhawatirkan akan merusak biodiversitas alam dan membunuh hewan bukan target. Bagi kesehatan manusia ditakutkan bahwa akan membawa efek seperti kanker dan sebagainya. Pendapat dari kaum kontra ini banyak berdasarkan pengalaman masa lalu di mana kita memakai pestisida secara berlebihan pada dekade 1940-1970-an. Kekhawatiran ini layak mendapatkan perhatian agar pengalaman pahit dahulu dengan pestisida tidak terulang kembali. Oleh sebab itu tanaman transgenik maupun produknya harus dikaji mendalam berdasarkan metode ilmiah tentang pengaruhnya terhadap lingkungan dan kesehatan manusia. Hanya tanaman transgenik dan/atau produknya yang tidak memperlihatkan pengaruh negatif terhadap lingkungan dan kesehatan manusia yang diberi izin untuk dilepas untuk tujuan komersial. Tidak hanya itu, sewaktu dalam proses penelitian dan pengembangan, aktivitas menyangkut tanaman transgenik dilakukan dengan prinsip kehati-hatian dan harus mengikuti standar yang telah ditetapkan. Dengan demikian, sejak pertama kali ditanam untuk tujuan komersial di 6 negara pada tahun 1996 sampai kini, yaitu pada tahun 2008 telah ada 23 negara yang menanamnya, belum pernah dilaporkan bahwa tanaman transgenik merusak lingkungan dan kesehatan manusia. Ada satu atau dua yang melaporkan efek negatif, namun setelah diteliti dan diklarifikasi, laporan tersebut tidak benar.

Bagi kelompok yang pro atau setuju, tanaman transgenik terbukti memberikan beberapa manfaat antara lain mengurangi penggunaan pestisida, meningkatkan hasil per satuan luas tanam, dan meningkatkan pendapatan petani. Misalnya petani kapas Bt di India, produksinya meningkat sampai 50%, menurunkan penggunaan pestisida menjadi setengah dari semula, dan meningkatkan pendapatan petani sebesar US\$250 atau lebih per hektar (James 2007). Di Cina, kapas Bt meningkatkan hasil 9,6% per hektar, tetapi menurunkan pemakaian pestisida sebesar 60%, dan memberikan kenaikan keuntungan sebesar US\$220 atau lebih per hektar. Turunnya penggunaan pestisida berdampak positif terhadap lingkungan dan kesehatan petaninya. Penggunaan pestisida menurun pada tanaman transgenik tahan hama di mana penyemprotan dilakukan pada hama bukan target saja. Pada tanaman transgenik toleran herbisida memberikan dampak positif di mana terjadinya penurunan penggunaan herbisida yang berspektrum luas. Di India dan beberapa negara di Afrika dan dahulu di Cina terdapat kasus kemiskinan dan kelaparan, di mana dengan dimanfaatkannya tanaman transgenik diharapkan dapat menurunkan kemiskinan dan kelaparan tersebut.

Seperti yang telah dikemukakan terdahulu, bahwa ada empat prinsip dari bioetika, yaitu *doing good, doing no harm, independency, dan justice*. Apakah tanaman transgenik melanggar bioetika? Untuk ini perlu diadakan analisis yang berdasarkan empat prinsip utama bioetika.

Non maleficence (tidak membahayakan): Seluruh produk yang dilepas harus dikaji secara mendalam tentang keamanan lingkungan dan kesehatan manusia; hanya produk yang aman lingkungan dan tidak mengganggu kesehatan manusia yang dapat dilepas untuk tujuan komersialisasi. Sampai saat ini setelah 12 tahun dilepas belum pernah dilaporkan pengaruh negatif tanaman transgenik tahan hama baik terhadap lingkungan dan kesehatan manusia. Namun demikian, ada juga beberapa artikel yang menyampaikan bahwa tanaman transgenik tahan hama menunjukkan dampak negatif terhadap lingkungan, misalnya pada tahun 1999 pernah diisukan bahwa jagung Bt membahayakan kupu-kupu monarch. Ter-

nyata setelah diverifikasi dan dikonfirmasi serta diadakan penelitian ulang, ternyata isu tersebut tidak benar (Fessenden 2008, USDA 2002).

Beneficence (berbuat baik): Dari hasil penelitian dilaporkan bahwa tanaman transgenik tahan hama meningkatkan hasil per hektar, menurunkan penggunaan pestisida, dan meningkatkan pendapatan petaninya. Sebagai contoh pada tahun 2003 petani di India yang menanam kapas Bt memperoleh keuntungan 84% lebih besar dari petani yang menanam kapas non Bt. Penggunaan pestisida di India pada pertanaman kapas Bt menurun sebesar 50% per hektar dibandingkan dengan penggunaan pestisida di pertanaman kapas non Bt (James 2007, Morse *et al.* 2004). Di Filipina, tanaman transgenik yang ditanam oleh petani adalah jagung Bt di mana jagung Bt ini dapat meningkatkan produksi jagung per hektar sebesar 60% (Yorobe and Quicoy 2006).

Justice (adil): Tanaman transgenik tidak hanya ditanam di negara maju atau industri seperti Amerika, Kanada, dan Australia, tetapi juga ditanam di negara-negara yang sedang berkembang di mana petaninya merupakan petani yang tidak semaju petani di negara industri. 50% negara yang menanam produk bioteknologi adalah negara berkembang; dari 12 juta petani yang menanam produk bioteknologi, 7,1 juta di Cina dan 3,8 juta di India (James 2007). Dari hasil penelitian analisis ekonomi yang dilakukan oleh Traxler dan Falck-Zepeda (1999) diketahui bahwa petani di Amerika Serikat mendapatkan keuntungan sebesar 42-59% dari total surplus yang didapatkan per tahunnya dari penanaman kapas Bt. Keuntungan yang didapatkan oleh produsen (perusahaan perakitan tanaman transgenik) hanya berkisar 26-42% dari total keseluruhan keuntungan nasional (Traxler dan Falck-Zepeda 1999).

Autonomy (bebas mengambil keputusan): Di negara-negara yang menanam tanaman transgenik petani bebas memilih apakah mereka akan menanam tanaman transgenik atau yang lainnya, tidak ada pemaksaan dari pihak manapun termasuk dari pemerintah setempat. Bagi yang mau bisa menanam dengan jalan membeli benih dari perusahaan benih.

PUSTAKA

- Anonim. 1980.** Pedoman pengenalan hama utama pada tanaman padi. Subdirektorat Pengamatan dan Peramalan. Direktorat Perlindungan Tanaman Pangan. Jakarta. 53 hlm.
- Anonim. 1985.** Petunjuk bergambar untuk identifikasi hama dan penyakit kedele di Indonesia. The Strengthening of Legumes in Relation to Cropping System Research Project ATA-218. Puslitbangtan, Balittan Bogor dan JICA. 97 hlm.
- Anonim. 2000.** Bt plant-pesticides biopesticides registration action document. www.epa.gov/scipoly/sap/meetings/2000/october/brad8_benefits_potato.pdf
- Anonim. 2005.** Bt Technology has given new impetus to Integrated Pest Management. ISBCA Symposium in Davos. Interview with Jörg Romeis. <http://www.gmo-safety.eu/en/archive/2005/336.docu.html>.
- Anonim. 2009.** Bt-Corn and European corn borer. HTIR-IPM for the West. http://www.ipm.uiuc.edu/fieldcrops/insects/european_corn_borer/btcorn.html
- Bahagiawati. 2000.** Peranan dan potensi dietary insectisidal protein dalam rekayasa genetika tanaman tahan hama. Buletin Agrobio 3(2):74-79.
- BPS. 2003.** Statistik Indonesia 2003. Badan Pusat Statistik Indonesia. Katalog 1401. 610 hlm.

- Budianta, E. 2007.** Budidaya ulat sutera, murbei dan peluang ekonominya. <http://partisimon.com/log/budidaya-ulat-sutera>.
- Buchori, D. dan B. Sahari. 2000.** keanekaragaman serangga dan pengendalian hayati: Antara pertanian dan konseervasi alam. Prosiding Simposium Keanekaragaman Hayati Arthropoda pada Sistem Produksi Pertanian. Cipayung, 16-18 Oktober 2000.
- Direktorat Perlindungan Tanaman Pangan. 2005.** Evaluasi kerusakan tanaman padi akibat serangan organisme pengganggu tumbuhan. Direktorat Perlindungan Tanaman Pangan. Jakarta. 95 hlm.
- Fessenden, M. 2008.** New study shows that transgenic plants don't hurt beneficial bugs. Cornell Chronicle Online (<http://www.news.cornell.edu/>), June 3, 2008.
- Fitt, G.P. and L. Wilson. 2005.** Integration of Bt-cotton in IPM systems: An Australian perspective. Second International Symposium on Biological Control of Arthropods. Davos, Switzerland, September 12-16, 2005.
- Gatehouse, A.M.R., W.D.O. Hamilton, C.A. Newell, A. Merryeather, D. Boulter, and J.A. Gatehouse. 1994.** Approaches in insect resistance using transgenic plants. *In* Beaven, M.W., B.D. Harrison, and C.J. Leaver (*Eds.*). The Production and Uses of Genetically Transformed Plants. p. 91-98.
- Grzywacz, D., A. Roszbach, A. Raup, D.A. Russell, R. Srinivasan, and A.M. Shelton. 2009.** Current control methods for diamondback moth and other brassica insect pests and the prospects for improved management with lepidopteran-resistant Bt vegetable brassicas in Asia and Africa. *Crop Protection*. 29(1):68-79.
- Guntoro, S. 1994.** Budidaya Ulat Sutera. Kanisius. 52 hlm.
- Harijono. 2006.** Dukungan teknologi pascapanen dalam pengembangan agroindustri pedesaan. Prosiding Seminar Nasional Pengembangan Inovasi Teknologi dalam Akselerasi Pengembangan Agribisnis Industrial Pedesaan. Badan Litbang Pertanian. Balai Besar Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian. Bogor.
- Krisnamurthi, B. 2006.** Revitalisasi pertanian: Sebuah konsekuensi sejarah dan tuntutan masa depan. Revitalisasi Pertanian dan Dialog Peradaban. Kompas.
- James, Clives. 2007.** Global status of commercialized biotech/GM crops: 2007. ISAAA Brief No. 37. ISAAA Ithaca, NY.
- James, Clives. 2008.** Global status of commercialized biotech/GM crops: 2008. ISAAA Brief No. 39. ISAAA Ithaca, NY.
- Minakshi, B. 2003.** Global bioethics and international government of biotechnology. *ASIAN Biotechnology and Development Review* 6(1):39-53.
- Morse, S., R.M. Bennett, and Y. Ismael. 2004.** Genetically modified insect resistance in cotton: some fram level economic impacts in India. *Crop Protection* 24:433-440.
- Oka, I.N. dan M. Soehardjan. 1997.** Tantangan entomologi pada abad XXI. Prosiding Seminar Nasional "Tantangan Entomologi pada Abad XXI. Perhimpunan Entomologi Indonesia Cabang Bogor. Proyek Pengendalian Hama Terpadu. hlm. 1-19.
- Pardey, P.G. and B.D. Wright. 2003.** Agricultural R&D, productivity, and global food prospects. *In* Chrispeels, M.J. and D.E. Sadava (*Eds.*). *Plants, Genes, and Ccrop Biotechnology*. Second Ed. Jones and Bartlett Publishers. Bodton, Toronto, London, Singapore.
- Pedigo, L.P. 1989.** Entomology and pest management. MacMillan Publishing Company New York. 646 p.

- Pranadji, T. dan Saptana. 2004.** Memposisikan “pengelolaan serangga” dalam perspektif pertanian organik berkelanjutan di pedesaan ke arah revolusi pertanian gelombang ketiga di abad 21. Prosiding Seminar Entomologi dalam Perubahan Lingkungan dan Sosial. Bogor, 5 Oktober 2004.
- Ross, H.H., C.A. Ross, and J.R.P. Orr. 1982.** A Textbook of Entomology. 4th edition. John Wiley & Sons. New York. 666 p.
- Samways, M.J. 1994.** Insect Conservation Biology. Conservation Biology Series. Chapman & Hall. New York. 358 p.
- Sostromarsono, S. dan K. Untung. 2000.** Keanekaragaman hayati artropoda predator dan parasitoid di Indoensia serta pemanfaatannya. Prosiding Simposium Keanekaragaman Hayati Artropoda pada Sistem Produksi Pertanian. Cipayung, 16-18 Oktober 2000.
- Traxler, G. and J. Falck-Zepeda. 1999.** The distribution of benefits from the introduction of transgenic cotton varieties. *AgBioForum* 2(2):94-98.
- USDA. 2002.** Butterflies and Bt corn: Allowing science to guide decision. <http://www.ars.usda.gov/sites/monarch/index.html>.
- Warisno. 1996.** Budidaya Lebah Madu. Kanisius. 52 hlm.
- Widiarta, I.N. dan S. Hendarshih. 2003.** Integrasi sistem pengendalian hama terpadu ke dalam model pengelolalaan tanaman terpadu. <http://www.pustaka-deptan.go.id>
- Yasin, M.S., Soenaringsih, A. Tenrirrawe, A.M. Adnan, A.H. Talanca, dan Syafruddin. 2008.** Petunjuk lapang hama penyakit hara pada jagung. Puslitbangtan, Badan Litbang Pertanian. 70 hlm.
- Yorobe, J.M. and C.B. Quicoy. 2006.** Economic impact of Bt corn in the Philippines. *The Philippines Agricultural Scientist* 89(3):258-267.