



## BERITA UTAMA

Pemanasan global dan perubahan iklim merupakan dua istilah yang bernuansa sama dan sudah sering disampaikan di berbagai pertemuan, mass media atau bahkan dalam pembicaraan sehari-hari. Tetapi apa sebenarnya yang terjadi dan apa dampaknya bagi keanekaragaman hayati pertanian? Pada tanggal 28 Juni 2007, Yayasan KEHATI mengadakan seminar sehari mengangkat masalah pemanasan global dan pengaruhnya bagi keanekaragaman hayati di Indonesia. Beberapa pakar dari Yayasan KEHATI, Indonesia dalam menghadapi per-

## Bila Bumi Semakin Panas ...

CIFOR, IPB, dan Departemen Pertanian menyampaikan berbagai informasi mengenai status dan posisi bahan iklim akibat pemanasan global.

**Mengapa khawatir dengan adanya pemanasan global?** Tim peneliti dari Yale University yang dipimpin oleh Mark Pagani melaporkan bahwa sekitar 55 juta tahun yang lalu pernah terjadi kejadian pemanasan global, yang dikenal dengan nama *the Paleocene-Eocene Thermal Maximum (PETM)*<sup>1</sup>. Kejadian ini menyebabkan karbon dalam jumlah yang sangat banyak lepas ke atmosfer. Catatan geologis menunjukkan bahwa kejadian tersebut telah menyebabkan terjadinya peningkatan suhu di bumi sekitar 5°C, selama lebih dari 10.000 tahun. Kondisi tersebut menyebabkan terjadinya perubahan pola hujan, membuat lautan menjadi asam, mempengaruhi kehidupan hewan dan tanaman di perairan dan daratan, termasuk mendorong munculnya primata modern. Perubahan-perubahan kondisi lingkungan tersebut berulang muncul kembali misalnya pada 5000 tahun sebelum masehi daerah tropis mulai terasa lebih panas dibandingkan dengan daerah utara dan selatannya, pada 4.000-3.000 tahun sebelum masehi permukaan laut naik sekitar 3 m dilihat dari data delta sungai Han di Cina, dan sekitar 3113 tahun sebe-

lum masehi tempat rekreasi di wilayah Maya (Meksiko) hancur karena banjir. Jadi, perubahan iklim bukanlah suatu hal yang "baru" bagi bumi. Terjadinya perubahan iklim senantiasa diikuti dengan perubahan bersifat fisik, sosial, atau bahkan populasi. Jadi, mengapa harus khawatir toh kejadian ini merupakan hal alami, alam akan beradaptasi dengan sendirinya.

Namun, data tersebut merupakan hasil dari bentangan waktu dalam satuan abad atau bahkan ribuan tahun. Maka apabila perubahan tersebut diproyeksikan pada satuan waktu tahun, akan menjadi perubahan yang berlangsung secara evolusi. Hal ini berlainan dengan yang dihadapi saat ini. Dengan menggunakan catatan perubahan suhu antara tahun 1860 sampai dengan tahun 2000, yaitu hanya selama 140 tahun, Brohan dan kawan-kawan menunjukkan adanya peningkatan suhu yang cukup tajam antara tahun 1960-2000 terhadap suhu yang terjadi antara tahun 1860-1900. Kenaikan suhu 0,6-0,8°C dicapai hanya dalam waktu 40 tahun atau kalau saja kenaikan suhu tersebut linier maka kenaikan suhu 5°C dapat dicapai dalam waktu kurang dari 400 tahun. Pertanyaannya apakah perubahan suhu yang cepat ini dapat diikuti oleh kemampuan makhluk hidup untuk beradaptasi? Masih tersediakah sumber daya genetik yang dapat mengatasi perubahan iklim tersebut? Pertanyaan inilah yang memicu kekhawatiran

### Warta *Biogen*

Penanggung Jawab  
Kepala BB-Biogen  
Sutrisno

#### Redaksi

Karden Mulya  
Joko Prasetyono  
Ika Roostika Tambunan  
Ida N. Orbani

#### Alamat Redaksi

Seksi Pendayagunaan Hasil  
Penelitian BB-Biogen  
Jl. Tentara Pelajar 3A  
Bogor 16111  
Tel. (0251) 337975, 339793  
Faks. (0251) 338820  
E-mail: borif@indo.net.id

<sup>1</sup> Carnegie Institution 2006 Ancient climate change may portend toasty future. [www.sciencedaily.com/releases/2006/12/061207161142.htm](http://www.sciencedaily.com/releases/2006/12/061207161142.htm) loading 6 Juli 2007.



**Tabel 1.** Prediksi kerusakan lingkungan akibat pemanasan global.

Kenaikan suhu (°C)	Perairan	Pangan	Kesehatan	Lahan	Lingkungan	Impak dalam skala luas
1	Bongkahan es di pegunungan Andes cair, merusak pasokan air bagi 50 juta orang	Peningkatan hasil sereal di daerah beriklim sedang	Sekitar 300.000 orang meninggal tiap tahun karena diare, malaria, dan malnutrisi  Tingkat kematian karena musim dingin di Eropa Utara dan USA turun	Bangunan dan jalan di Kanada dan Rusia rusak karena salju cair	Lebih dari 10% spesies daratan musnah  80% karang (termasuk di daerah Great Barrier) rusak	Pergerakan kolom air di lautan atlantik melemah
2	Ketersediaan air di daerah Afrika Selatan dan Mediterania berkurang 20-30%	Hasil tanaman di daerah Afrika turun drastis (5-10%)	Di Afrika, sekitar 40-60 juta orang kena penyakit malaria	Sekitar 10 juta penduduk daerah pantai setiap tahunnya menjadi korban banjir	Sekitar 15-40% spesies musnah Spesies-spesies di daerah Artik terancam punah	Es di daerah Greenland mencair, memacu naiknya permukaan laut
3	Di Eropa Selatan terjadi kekeringan serius setiap 10 tahun Sekitar 1-4 miliar orang kekurangan pasokan air dan 1-5 miliar lainnya terancam banjir	150-550 juta orang terancam kelaparan.  Peningkatan hasil pertanian di daerah subtropis mencapai puncak	Sekitar 1-3 juta orang meninggal karena malnutrisi	Sekitar 1-170 juta orang penduduk daerah pantai setiap tahunnya menjadi korban banjir	Sekitar 20-50% spesies musnah, termasuk 25-60% mamalia, 30-40% burung, dan 15-70% kupu-kupu di Afrika Selatan  Hutan hujan di Amazon rusak berat	Risiko terganggunya sirkulasi atmosfer naik  Risiko rusaknya lapisan es di Antartik Barat naik
4	Ketersediaan air di daerah Afrika Selatan dan Mediterania turun sekitar 30-50%	Hasil pertanian di Afrika turun 15-35%, pertanian di Australia tidak berproduksi lagi	Sekitar 80 juta orang Afrika menderita malaria	Sekitar 7-300 juta penduduk daerah pantai setiap tahunnya menjadi korban banjir	Setengah bagian dari tundra di daerah artik hilang dan setengah dari cadangan alam tidak berfungsi	Risiko rusaknya aliran kolom air laut Atlantik naik
5	Sebagian besar bongkahan es di Himalaya hilang merugikan seperempat penduduk Cina dan ratusan juta penduduk India	Keasaman laut meningkat menyebabkan kerusakan ekosistem laut dan stok ikan		Peningkatan permukaan laut menelan korban berupa pulau kecil, dan daerah pantai landai seperti Florida, New York, dan Tokyo		
Di atas 5	Terjadi perpindahan populasi dalam jumlah besar. Terjadi katastrofik yang belum dapat diprediksi					

Sumber: Stern *et al.* 2006. *The Economic Climate Change*. The Price Waterhouse:579.

atas pemanasan global yang terjadi saat ini.

**Apa yang mungkin terjadi dengan pemanasan global?** Kajian tim Sir Nicholas Stern menunjukkan bahwa terdapat lima aspek yang dipengaruhi oleh kenaikan suhu, yaitu air, pangan, kesehatan, lahan, dan lingkungan (Tabel 1). Setiap kenaikan 1°C dari suhu permukaan laut menyebabkan kerusakan fundamental pada tata kehidupan manusia. Kerusakan yang mungkin timbul hanya bisa diprediksi sampai peningkatan suhu 5°C. Kenaikan su-

hu di atas 5°C masih belum dapat dibayangkan dengan jelas. Prof Emil Salim memperkirakan kenaikan suhu 1°C tercapai pada tahun 2030. Prediksi ini tidak jauh berbeda dengan prediksi IPCC bahwa tahun 2025 kenaikan suhu mencapai 0,9°C atau kalau dihitung dari saat ini sekitar 18-23 tahun lagi. Suatu kurun waktu yang "tidak lama".

**Apa dampaknya pada tanaman dan penyakitnya?** Beberapa penemuan terakhir mulai memperjelas pengaruh iklim terhadap produksi pertanian. Pada pertemuan

*The Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)* dilaporkan berbagai model simulasi untuk menduga pengaruh perubahan iklim terhadap produksi tanaman<sup>2</sup>. Pengaruh pada produksi pertanian dapat disebabkan paling tidak oleh pengaruhnya terhadap produktivitas tanaman, pengaruh terhadap organisme pengganggu tanaman, dan kondisi tanah.

<sup>2</sup> Easterling WE and Apps M. 2005 Assessing the consequences of climate change for food and forest resources: A view from the IPCC. *Climate Change* 70:168-189.

Berdasarkan tipe fotosintesis, tumbuhan dibagi ke dalam tiga kelompok besar, yaitu C3, C4, dan CAM (*crassulacean acid metabolism*). Tumbuhan C4 dan CAM lebih adaptif di daerah panas dan kering dibandingkan dengan tumbuhan C3. Namun tanaman C3 lebih adaptif pada kondisi kandungan CO<sub>2</sub> atmosfer tinggi. Sebagian besar tanaman pertanian, seperti padi, gandum, kentang, kedelai, kacang-kacangan, dan kapas merupakan tanaman dari kelompok C3. Tanaman pangan yang tumbuh di daerah tropis, terutama gandum, akan mengalami penurunan hasil yang nyata dengan adanya kenaikan sedikit suhu karena saat ini gandum dibudidayakan pada kondisi suhu toleransi maksimum. Negara berkembang akan berada pada posisi sulit untuk mempertahankan kecukupan pangan.

Perubahan iklim akan memacu berbagai pengaruh yang berbeda terhadap jenis hama dan penyakit. Perubahan iklim akan mempengaruhi kecepatan

perkembangan individu hama dan penyakit, jumlah generasi hama, dan tingkat inoculum patogen, atau kepekaan tanaman inang. Menurut Wiyono<sup>3</sup> pengaruh iklim terhadap perkembangan hama dan penyakit tanaman dapat dikategorikan ke dalam tiga bentuk, yaitu (1) eskalasi, di mana hama-penyakit yang dulunya penting menjadi makin merusak, atau tingkat kerusakannya menjadi lebih besar; (2) perubahan status; dan (3) degradasi.

Patogen yang ditularkan melalui vektor perlu mendapat perhatian penting, kerusakan tanaman akan menjadi berlipat ganda akibat patogen dan serangga vektornya (Ghini 2005, Garrett *et al.* 2006). Peningkatan suhu udara merangsang terjadinya ledakan serangga vektor. Oleh karenanya penyebaran dan intensitas penyakit diduga akan meledak. Indonesia memiliki beberapa pe-

nyakit penting yang ditularkan oleh vektor seperti virus kerdil pada padi, CVPD pada jeruk, dan yang lainnya. Selain mempengaruhi pertumbuhan dan aktivitas vektor, peningkatan suhu juga mendorong aktivitas patogen tertentu. Patogen yang memiliki adaptabilitas pada suhu yang cukup luas akan mudah beradaptasi dengan peningkatan suhu udara.

Menyimak kemungkinan-kemungkinan yang akan terjadi di atas, wajar apabila orang yang tinggal di sekitar daerah tropis merasa khawatir atas terjadinya perubahan iklim. Namun, apakah mungkin perubahan iklim ini dapat diatasi hanya dengan perbaikan lingkungan di daerah tropis? Padahal penyumbang masalah terjadinya perubahan iklim bukan hanya akibat konversi hutan atau lahan budi daya pertanian. Wallohu alam.

Karden Mulya

<sup>3</sup> Wiyono S. 2007 Perubahan iklim dan ledakan hama penyakit tanaman. Seminar sehari tentang Keanekaragaman Hayati Ditengah Perubahan Iklim: Tantangan Masa Depan Indonesia, KEHATI, Jakarta 28 Juni:10 p.

**K**alau kita memasuki gedung Utama Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian, pada sisi kanan akan terlihat miniatur bangunan megah Bank Gen yang pembangunan fisiknya dimulai pada tahun 2006 dan direncanakan selesai pada tahun 2008. Sebenarnya, gagasan pembangunan Bank Gen sudah dimulai pada awal tahun 1990, yaitu ketika ada tawaran dari Dr. H. Nasu, JICA *Expert* di Direktorat Perlindungan Tanaman Pangan kepada Dr. Sri Suharni Siwi untuk mengajukan usulan pembangunan ruang penyimpanan koleksi serangga yang ada di Lembaga Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Oleh Dr. Sri S. Siwi, tawaran tersebut dikonsultasikan ke Kepala Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan

## Sejarah Pembangunan Bank Gen

(Kapuslitbangtan, Dr. Ibrahim Manwan). Kapuslibangtan mengusulkan agar gagasan untuk membangun ruang penyimpanan koleksi serangga diubah menjadi usulan untuk membangun Bank Gen dengan pertimbangan kondisi ruangan penyimpanan plasma nutfah yang ada di Balittan Bogor kurang layak sebagai tempat konservasi plasma nutfah. Bank Gen yang digagas pada waktu itu hanya Bank Gen untuk tanaman pangan yang dilengkapi ruang koleksi serangga. Sehubungan dengan gagasan tersebut, Dr. Syarifuddin Karama sebagai Kepala Balai Penelitian Tanaman Pangan mendapat tugas untuk menyusun usulan pembangunan Bank Gen. Tugas tersebut diwujudkan dengan membentuk tim penyusun proposal pem-

angunan Bank Gen yang diketuai oleh Dr. Darman Moudar Arsyad dari Kelompok Peneliti Pemuliaan. Kegiatan pengusulan proposal terhenti bersamaan dengan berakhirnya bantuan JICA di Direktorat Perlindungan Tanaman. Gagasan Membangun Bank Gen dihidupkan kembali oleh Balittro berdasarkan rekomendasi Dr. M. Oniki pada pertengahan tahun 1996 dengan mengacu pada proposal yang telah dibuat oleh Balittan Bogor dengan perluasan ruang lingkup termasuk tanaman industri dan konservasi mikroba. Proposal pembangunan Bank Gen disusun oleh Dr. Karden Mulya dan Dr. Nurliani Bermawie. Usulan pembangunan Bank Gen yang dibuat oleh Balittro ini kemudian diangkat di tingkat Badan Lit-

bang Pertanian dengan membentuk Tim Penyusun Pembangunan Bank Gen yang ruang lingkupnya diperluas mencakup konservasi tanaman pangan, sayuran, industri, mikroba, dan konservasi hewan. Untuk mewujudkan gagasan tersebut, Kepala Badan Litbang Pertanian menerbitkan Surat Keputusan Tim penyusun proposal pembangunan Bank Gen. Berdasarkan SK tersebut, Ketua Tim pembangunan Bank Gen adalah Dr. Pasril Wahid dari Puslitbangtri dengan anggota Dr. Karden Mulya dan Dr. Nurliani Bermawie dari Puslitbangtri, Dr. Yulvian dari Puslitbangnak, Dr. Anggoro Hadi dan Drs. Surachmat Kusumo dari Puslitbanghorti, Dr. Edi Soenarjo dan Dr. Budihardjo dari Puslitbangtan. Tugas Tim adalah menyusun proposal rencana pembangunan Bank Gen yang mencakup fasilitas gedung, peralatan, lokasi, sumber daya yang diperlukan dan rencana training jangka panjang (jenjang S2 dan S3) dan jangka pendek, organisasi Bank Gen, dan kebutuhan biaya pembangunan. Sebagai tindak lanjut dari rencana tersebut, JICA mengirim *short term expert*, (Dr. Sugimoto) yang ditempatkan di Balitro untuk menindaklanjuti rencana pembangunan Bank Gen. Dalam rangka memantapkan proposal, tim penyusun proposal melakukan pertemuan intensif dengan Dr. Sugimoto. Bank gen yang diusulkan merupakan Bank Gen megah yang dilengkapi dengan dormitory, bengkel kerja, rumah kaca, dan lapangan percobaan. Kemegahan Bank Gen yang diusulkan tercermin dari ruang penyimpanan jangka panjang yang berupa gedung, bukannya *deep freezer*, walaupun sebenarnya pihak JICA kurang setuju dengan usulan tersebut mengingat biaya pembangunan dan perawatan yang membutuhkan biaya besar. Berdasarkan hasil beberapa kali diskusi, calon lokasi yang diusulkan untuk pembangunan Bank Gen adalah KP Segunung, Balitsa Lembang, KP Pakuwon, KP Muara, dan

KP Cikeumeuh. Pihak JICA cenderung memilih KP Cikeumeuh sebagai lokasi pembangunan Bank Gen. Organisasi Bank Gen yang diusulkan oleh Tim adalah setingkat dengan eselon II. Untung tak dapat diraih, malang tidak dapat ditolak, rencana pembangunan Bank Gen terhenti sehubungan dengan meninggalnya *expert* tersebut. Terakhir diperoleh informasi bahwa terhentinya kegiatan usulan pembangunan Bank Gen karena ada kesalahan komunikasi. Pihak JICA menunggu usulan Indonesia agar JICA mengirim tenaga *expert* sebagai pengganti Dr. Sugimoto yang meninggal, sedangkan pihak Indonesia beranggapan JICA secara otomatis akan mengirim tenaga *expert* pengganti tanpa adanya usulan dari pihak Indonesia.

Gagasan membangun Bank Gen dihidupkan kembali oleh Balitbiogen yang mempunyai mandat konservasi plasma nutfah pertanian pada tahun 2003 mengingat Laboratorium Bank Gen yang ada di Balitbiogen sebenarnya kurang layak sebagai tempat konservasi plasma nutfah karena bangunan yang ada sebenarnya dirancang sebagai gedung administrasi perkantoran bukan dirancang sebagai gedung konservasi plasma nutfah. Sehubungan dengan hal tersebut, BB-Biogen membuat rencana pembangunan Bank Gen yang sederhana tetapi layak sebagai gedung konservasi plasma nutfah tanaman pangan. Rencana pembangunan Bank Gen dimulai pada akhir tahun 2003 dengan mengundang perencana untuk merancang Bank Gen yang relatif sederhana. Berdasarkan masukan dari BB-Biogen, konsultan perencana merancang gedung Bank Gen yang layak sebagai gedung untuk konservasi plasma nutfah tanaman pangan. Sehubungan dengan hal tersebut, untuk tahun anggaran 2004, BB-Biogen mengusulkan dana untuk pembangunan Bank Gen tersebut. Badan Litbang Pertanian memutuskan pembangunan Bank

Gen harus didahului dengan melakukan kajian kelayakan pembangunan Bank Gen dengan mengalokasikan dana Rp 230.000.000. Pihak LAPI-ITB ditunjuk sebagai pelaksana kajian pembangunan Bank Gen tersebut. Tim BB-Biogen yang ditugaskan untuk memberi masukan dalam kajian tersebut adalah Dr. Ida Hanarida, Dr. Karden Mulya, Dr. Iswari S. Dewi, Dr. Etty Pratiwi, Ir. Tiur S. Silitonga, MS, dan Dr. Budihardjo Soegiarto. Karena Waktu tidak mencukupi, maka rencana pembangunan Bank Gen ditunda sampai tahun anggaran 2005. Agar Bank Gen yang dibangun merupakan Bank Gen Pertanian Badan Litbang Pertanian, maka pada tahun anggaran 2005, selain mengalokasikan dana untuk kajian pembangunan Bank Gen, Badan Litbang Pertanian juga mengalokasikan dana untuk menyusun *Grand Design* Plasma Nutfah Badan Litbang Pertanian sehingga dana yang dialokasikan untuk kedua kegiatan tersebut menjadi Rp 500.000.000.

Pihak LAPI-ITB ditunjuk untuk melakukan studi kelayakan pembangunan Bank Gen dengan perkiraan nilai sebesar Rp 8.000.000.000. Dalam merancang Bank Gen tersebut, pihak LAPI-ITB melakukan diskusi intensif dengan Tim BB-Biogen. Untuk menambah wawasan dalam merancang pembangunan Bank Gen, Badan Litbang Pertanian merencanakan studi banding ke Jepang, India, RRC atau Amerika. Karena waktu terbatas, maka studi banding dilakukan ke India. Tim BB-Biogen yang ditugaskan melakukan studi banding ke India adalah Dr. Ida Hanarida, Ir. Tiur S. Silitonga, MS, Dr. Karden Mulya, dan Dr. Iswari S. Dewi, sedangkan dari pihak LAPI-ITB yang akan berangkat ke India adalah ketua timnya, yaitu Dr. Ari Darmawan Pasek. Tetapi pada saat akan berangkat, Dr. Ari Darmawan Pasek mengalami gangguan kesehatan, sehingga hanya tim BB-Biogen yang berangkat ke India. Hasil kunjungan ke India dipresen-

tasikan dihadapan Kepala Badan Litbang Pertanian dan Kapus/ Kepala Balai Besar Lingkup Badan Litbang Pertanian. Berdasarkan hasil diskusi tersebut, maka ruang lingkup pembangunan Bank Gen diperluas sehingga Bank Gen yang akan dibangun meliputi gedung konservasi biji-bijian untuk jangka pendek dan jangka menengah, gedung konservasi biji-bijian untuk jangka panjang dan konservasi umbi-umbian, gedung konservasi mikroba, gedung konservasi *in vitro* tanaman, gedung penerima atau sekretariat. Sekretariat Komisi Nasional Sumber Daya Genetik juga akan menempati ruangan di gedung sekretariat. Selain itu, akan dibangun juga dua buah rumah kaca dan lantai jemur. Gedung Bank Gen ini akan dilengkapi generator otomatis dan aliran listrik terpisah dari Gedung BB-Biogen. Berdasarkan kajian pendahuluan yang dilakukan oleh pihak LAPI-ITB, dibutuhkan dana Rp 27.000.000.000 untuk pembangunan Bank Gen, tidak termasuk pajak pertambahan nilai (PPN), biaya konsultan perencana, dan biaya konsultan manajemen konstruksi. Pada tahun anggaran 2006, Badan Litbang Pertanian mengalokasikan dana Rp 8.000.000.000 untuk pembangunan Bank Gen tahap pertama, termasuk biaya konsultan perencanaan sebesar Rp 900.000.000, konsultan manajemen konstruksi sebesar Rp 230.000.000. PT LAPI-ITB adalah pemenang lelang pengadaan jasa konsultan perencana, PT Archi Team sebagai pemenang jasa konsultan manajemen konstruksi, dan PT Adhi Karya Tbk sebagai pemenang lelang jasa pembangunan gedung. Karena keterbatasan waktu pembangunan, pada tahap pertama hanya dibangun struktur untuk gedung bangunan penerima, konservasi biji-bijian jangka pendek dan menengah, konservasi mikroba, rumah genset, rumah pompa air, dan sebagian jalan lingkungan. Agar pembangunan gedung Bank Gen berjalan lancar, BB-Biogen melibat-

kan Kepala Bagian Jasa Konstruksi Kimpraswil Jawa Barat sebagai nara sumber dan penasihat, dan melibatkan dua staf Kimpraswil Jawa Barat sebagai panitia pengadaan jasa konsultan perencana, manajemen konstruksi dan jasa pemboangan pembangunan gedung. Pada tahun anggaran 2007, Badan Litbang Pertanian mengalokasikan dana sebesar Rp 14.900.000.000 untuk penyelesaian pembangunan struktur yang dibangun tahun 2006. Biaya tersebut termasuk pengadaan Genset, Travo, Cubicle, dan kabel sebesar Rp 3.400.000.000 dan pengadaan jasa konsultan manajemen konstruksi sebesar Rp 400.000.000. Untuk tahun anggaran 2008, Badan Litbang Pertanian mengalokasikan dana sebesar Rp 15.230.000.000 untuk penyelesaian pembangunan Bank Gen yang meliputi biaya penyelesaian gedung sebesar Rp 14.830.000.000, jasa konsultan manajemen konstruksi sebesar Rp 400.000.000.

Untuk melengkapi Bank Gen Badan Litbang Pertanian, dilakukan penyusunan *Grand Design* Plasma Nutfah Pertanian. Pada tahap pertama, draft disusun oleh Tim dari BB-Biogen yang terdiri dari Dr. Ida Hanarida, Dr. Karden Mulya, Ir. Tiur S. Silitonga, MS, Dr. Iswari S. Dewi, Dr. Ety Pratiwi, Dwi N. Susilowati, MSi, Dr. Budihardjo, dan Hakim Kurniawan, MP. Penyusunan draft didahului dengan mengirim daftar pertanyaan ke Puslit/Balai Komoditas, dan Balai Besar. Daftar pertanyaan mencakup fasilitas konservasi dan koleksi plasma nutfah pertanian saat ini, jenis dan banyaknya koleksi plasma nutfah pertanian, layanan jasa yang diberikan oleh masing-masing bank gen, manajemen pengelolaan plasma nutfah, dan alokasi dana per tahun untuk kegiatan plasma nutfah, perkembangan database plasma nutfah, dan sumber daya manusia di setiap Puslit/Balai dan Balai Besar. Selain mengirim daftar pertanyaan, tim penyusun draft *Grand Design* Plasma Nutfah

melakukan kunjungan ke Puslit/Balai Komoditas, Balai Besar, dan beberapa Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) dalam rangka melakukan klarifikasi, memperoleh data yang lebih akurat dan melihat langsung fasilitas yang dimiliki. Berdasarkan daftar pertanyaan yang masuk dan klarifikasi di lapang, data mengenai plasma nutfah mikroba masih lemah, dana pembiayaannya ditempelkan di kegiatan penelitian yang berhubungan dengan mikroba. Berdasarkan data yang ada, disusun draft awal *Grand Design* Plasma Nutfah. Pada dasarnya, draft awal berisi koordinasi konservasi dan eksplorasi plasma nutfah tanaman dan mikroba, pemusatan database plasma nutfah, pengiriman duplikat koleksi yang dimiliki Puslit/Balai Komoditas dan Balai Besar ke Bank Gen, layanan yang dapat diberikan Bank Gen, pemusatan anggaran kegiatan plasma nutfah di Bank Gen yang mencakup perencanaan, monitoring, koordinasi, dan kegiatan. Hal penting dalam *Grand Design* Plasma Nutfah adalah perencanaan anggaran dan kegiatan di Bank Gen. Perencanaan tersebut akan dilakukan bersama dengan Puslit/Balai Komoditas dan Balai Besar. Dalam pembagian kerjanya dana kegiatan eksplorasi ada di Bank Gen tetapi pelaksanaan eksplorasi dilakukan oleh Puslit/Balai komoditas dibantu oleh BPTP. Dana koordinasi sepenuhnya ada di Bank Gen. Dengan adanya pemusatan anggaran di Bank Gen diharapkan kegiatan plasma nutfah akan lebih berjalan dengan baik karena semua kegiatan didiskusikan di Bank Gen sebelum dilaksanakan. Tanggung jawab kegiatan plasma nutfah akan dapat dievaluasi dengan baik. Apabila kegiatan plasma nutfah tidak dilaksanakan dengan baik, maka balai yang melaksanakan akan diberi peringatan dan apabila tidak ada perbaikan maka pada tahun berikutnya tidak diberi anggaran untuk kegiatan plasma nutfah. Dengan adanya anggaran ter-

pusat, maka konsep database terpusat akan dapat terwujud lebih cepat karena dengan alokasi dana ada di Bank Gen, maka Bank Gen dapat meminta data ke Puslit/Balai Komoditas dan Balai Besar. Dalam konsep ini, pertukaran materi plasma nutfah di lingkup Badan Litbang Pertanian harus tercatat di Bank Gen. Hal lain yang perlu mendapat perhatian dalam menyusun *Grand Design* adalah simpul-simpul Bank Gen. Saat ini, Koordinasi Database Plasma Nutfah di Puslit Komoditas adalah Puslit Komoditasnya, sehingga Bank Gen harus berhubungan dengan Puslit Komoditas. Apabila konsep ini yang dirancang maka jalur koordinasi menjadi tidak langsung. Sehubungan dengan hal tersebut maka draft awal *Grand Design* memilih koordinasi langsung dengan Balai Komoditas. Draft awal ini dipresentasikan pada Lokakarya *Grand Design* Plasma Nutfah Pertanian yang dihadiri oleh Puslit/Balai Komoditas dan Balai Besar terkait, LRPI, dan Nara Sumber. Berdasarkan masukan selama lokakarya, dilakukan perbaikan perbaikan draft *Grand Design* yang kemudian dipre-

sentasikan dalam Rapat Kerja Badan Litbang Pertanian di Cisarua pada akhir tahun 2005. Draft *Grand Design* dibahas mendalam pada sidang kelompok dalam lokakarya tersebut. Berdasarkan masukan di lokakarya, dilakukan penyempurnaan draft *Grand Design*. Pada dasarnya masukan terhadap draft Bank Gen lebih banyak pada susunan draft dan perluasan ruang lingkup, sedangkan materi utamanya tidak ada perubahan. Tim yang ditunjuk untuk menyempurnakan *Grand Design* terdiri atas wakil-wakil Puslit/Balai Besar, yaitu Dr. Sumarno dari Puslitbangtan, Dr. Nur Richana dari BB Pascapanen, Dr. Rasti Saraswati dari BB SDLP, Dr. Yoyo Sulyo dari Puslitbang Hortikultura, Dr. Nurliani Bermawie dari Puslitbangbun, Dr. Tike Sartika dari Puslitbangnak, dan Dr. Rasidin dari LRPI. Sedangkan tim penyusun dari BB-Biogen terdiri atas Dr. Ida Hanarida, Dr. Karden Mulya, Ir. Tiur S. Silitonga, MS, Dr. Sutoro, Dr. Asadi, Dr. Iswari S. Dewi, Dr. Ety Pratiwi, Dwi N. Susilowati, MSi, Hakim Kurniawan, MP, dan Dr. Budihardjo. Draft yang telah disusun disampai-

kan ke Kepala Badan Litbang Pertanian untuk mendapat masukan. Saat ini draft *Grand Design* Plasma Nutfah dalam proses perbaikan. Saran utama yang harus dilaksanakan dalam perbaikan Bank Gen adalah dari segi bahasa dan susunan. Bahasa dalam *Grand Design* ini harus merupakan bahasa instruksi.

Dalam rangka mewujudkan salah satu butir isi *Grand Design* Plasma Nutfah, yaitu sentralisasi informasi database plasma nutfah, maka pada tahun anggaran 2007, BB-Biogen mengalokasikan dana untuk merancang perangkat lunak untuk sentralisasi informasi database plasma nutfah, dan tahun 2008 direncanakan disediakan dana untuk melakukan sentralisasi database plasma nutfah. Dalam awal pelaksanaan sentralisasi data ini, akan banyak hambatan karena mungkin masih ada keengganan Balai/Puslit Komoditas menyerahkan data ke Bank Gen mengingat masih belum ada kewajiban tertulis untuk mengirim database ke Bank Gen.

Budihardjo

## ARTIKEL

### Sang Pendatang Asing yang Bermanfaat

Cerita ini dimulai ribuan tahun yang lalu di Cina. Menurut suatu legenda kuno, sekelompok pedagang melakukan perjalanan keliling dan menemukan kedelai liar yang ternyata memiliki nilai gizi tinggi. Pada 2838 tahun sebelum masehi, seorang kaisar Cina yang bernama Sheng-Nung menulis buku *Materia Medica*. Buku ini merupakan catatan tertua mengenai budi daya kedelai. Dalam buku ini tercatat bahwa kedelai memiliki sifat sebagai obat. Kedelai pertama kali dibudidayakan di Cina bagian utara, kemudian tersebar ke Jepang, Korea, dan akhirnya ke Asia Tenggara. Sejarah pengobatan di Cina, Mesir, dan Mesopo-

tamia juga mencatat bahwa kedelai digunakan dalam pengobatan paling tidak sejak 1500 tahun sebelum masehi.

Pada tahun 1712, kedelai diintroduksi ke Eropa oleh seorang ahli botani Jerman yang belajar di Jepang, yaitu Englebert Kaempfer. Kemudian mulailah kedelai dipelajari secara ilmiah oleh seorang ahli botani Swedia, Carl von Linne. Carl von Linne juga merupakan orang yang memberi nama kedelai sebagai *Glycine max* L. karena sifatnya yang tidak lazim, yaitu membentuk bintil-bintil pada akar yang menghasilkan nitrogen. Sayangnya, karena kondisi iklim dan tanah yang tidak

cocok sehingga budi daya kedelai tidak berkembang di Eropa.

Kedelai pertama kali dibawa masuk ke Amerika pada abad ke-19 oleh suatu misi pelayaran yang berdagang ke wilayah timur (Asia). Menurut catatan yang ada, budi daya kedelai di Amerika Serikat dimulai tahun 1804 ketika James Mease menerbitkan pustaka promosi bahwa kedelai cocok di daerah Pennsylvania. Pada tahun 1829, varietas kedelai berbiji coklat ditemukan di Kebun Botani di Cambridge, Massachusetts. Pada tahun 1879, kedelai yang diperoleh dari Eropa dibudidayakan di dua kebun percobaan di New Jersey. Pada tahun 1889, beberapa kebun percobaan di Ameri-

ka Serikat mencoba menanam kedelai yang benihnya dibawa dari Jepang.

Pada tahun 1896, seorang ahli botani dan kimia, George Washington Carver yang bekerja sebagai Kepala Departemen Pertanian di Tuskegee Institute di Alabama membuat terobosan dalam upaya mengembangkan kedelai. Penelitian Carver menghasilkan 300 produk dari kedelai, termasuk minyak dan pangan fungsional. Hasil penelitian Carver telah membuka area baru perkembangan industri berbahan baku kedelai di Amerika Serikat, yaitu minyak makan dan makanan. Pada tahun 1898, USDA mulai mengintroduksi varietas-varietas baru kedelai dari Asia, dan mulai melakukan penelitian yang membuahkan hasil. Jumlah varietas kedelai di Amerika Serikat pada tahun 1907 sebanyak 23 varietas termasuk 15 di antaranya hasil penelitian dalam negeri.

Setelah sekian lama dikembangkan, akhirnya William Morse, direktur investigasi pakan ternak pada Kebun Percobaan Arlington di Virgia, mendorong USDA untuk mendukung pengembangan kedelai sebagai tanaman potensial utama di Amerika. Morse kemudian

menjadi pemimpin pertama Asosiasi Kedelai Amerika (*American Soybean Association*) pada tahun 1919. Sejak 1920, budi daya kedelai dikembangkan dengan mengkombinasikan berbagai teknologi dalam moto, *as easy to harvest as they were to grow*. Pada tahun 1922, perusahaan pertama yang memproses kedelai dibuka. Produksi kedelai Amerika pada tahun 1929 baru mencapai sembilan juta gantang (*bushels*) dan pada tahun 1939 produksinya meningkat sepuluh kali lipat. Pada saat perang dunia ke II produksi kedelai Cina terganggu dan menyebabkan pasokan kedelai dunia terganggu. Kesempatan ini dimanfaatkan oleh para petani kedelai Amerika untuk merebut pasar dunia. Pada tahun 1950, kedelai menjadi sumber protein murah untuk pakan, dan mendorong berkembang pesat industri peternakan Amerika yang sekaligus menjadi pasar baru bagi penghasil kedelai. Pada tahun 1952, upaya promosi kedelai Amerika dan produknya dilakukan ke seluruh dunia. Amerika Serikat sejak tahun 1992 menduduki tempat produsen utama dengan produksi 51 persen produksi kedelai dunia. Di Amerika Serikat, kedelai merupakan tanaman penghasil uang kedua terbesar.

Catatan sejarah di atas meningkatkan beberapa pesan penting bagi generasi sekarang dan yang akan datang. Pertama, produktivitas suatu komoditas amat bergantung kepada kondisi alam yang tidak dibatasi oleh wilayah administrasi. Perkembangannya tidak hanya bergantung pada kondisi yang disediakan oleh Sang Pencipta, tetapi juga pada keinginan manusia. Maka alangkah bijaksananya apabila manusia mengatur produktivitas alam untuk kebutuhan kemanusiaan. Kedua, tidak semua "pendatang baru" dalam sebuah ekosistem akan merugikan. Kedelai sebagai pendatang baru memberikan nilai ekonomi bagi Amerika Serikat dan manfaat bagi semua orang. Nilai untung dan manfaat tersebut tampak setelah 88 tahun diteliti dan dikembangkan. Ketiga, kesempatan adalah sesuatu yang bisa memacu perkembangan sebuah teknologi. Umumnya, suatu kesempatan munculnya sangat jarang dan tidak mudah diprediksi. Oleh karenanya, "menangkap" dan memanfaatkan sebuah kesempatan bisa menjadi kunci awal kesuksesan.

Karden Mulya

Nasi hangat, pecel, dan tempe bacem adalah menu sarapan terkenal penduduk Jawa yang rasanya memang sedap dan dari sudut nutrisi sehat, ada protein, ada serat, dan ada karbohidrat. Kandungan protein tempe 19,5%, lebih tinggi dibandingkan dengan hamburger yang hanya 17,9%. Tempe bagi sebagian besar penduduk Indonesia merupakan sumber protein murah dan enak. Dunia mengakui bahwa tempe merupakan makanan tradisional asal Indonesia. Di dalam situs web Wikipedia dijelaskan bahwa tempe merupakan hasil invensi orang Jawa yang kemudian tersebar ke Asia Tenggara bersamaan

## TEMPE: Invensi Mulia Orang Jawa

dengan migrasi manusia. Menurut Shurtleff dan Aoyagi (1989)<sup>1</sup> tempe diduga merupakan makanan hasil fermentasi pertama bagi masyarakat Jawa. Referensi tertua tentang tempe tertulis pada Buku Centini, sebuah buku kuno berbahasa Jawa karangan Rangga Sutrasna. Sekalipun Buku Centini ditulis pada tahun 1815, namun kemungkinan besar cerita mengenai tempe berasal dari

kejadian semasa Sultan Agung (1613-1645).

Teknologi membuat tempe mungkin juga meniru dari teknologi membuat *soybean koji*, yaitu memfermentasi kedelai dengan *Aspergillus* yang dibawa oleh pedagang Cina. Penggunaan *Rhizopus* sebagai pengganti *Aspergillus* dalam membuat tempe, diduga karena adaptasi dari *Rhizopus* yang lebih cocok di dalam usaha fermentasi kedelai Indonesia.

**Tempe melanglang dunia.**  
Tempe dikenal oleh masyarakat

<sup>1</sup> Shurtleff, W. and A. Aoyagi. 2007. *Bibliography of tempeh and tempeh products: 1,416 references from 1815 to 1989*. Lafayette, California: Soyfoods Center dalam [www.soyinfocenter.com/HSS/tempeh1.php](http://www.soyinfocenter.com/HSS/tempeh1.php).

Eropa melalui Belanda. Perusahaan tempe pertama di Eropa didirikan oleh seorang imigran Indonesia. Pada tahun 1895, seorang ahli mikrobiologi dan kimia Belanda, Prinsen Geerling, pertama kali berhasil mengidentifikasi kapang dalam tempe. Artikel tertulis pertama dalam Bahasa Inggris tercantum dalam buku *Vegetables of the Dutch East Indies* yang ditulis oleh J.J. Ochse pada tahun 1931. Pada tahun 1982, artikel populer sebanyak tujuh halaman dipublikasi dalam *Le Compas* di Perancis.

Pada tahun 1940-an, tempe dikenalkan ke penduduk Zimbabwe dan negara berkembang di Afrika dan Amerika Selatan oleh Van Veen, sebagai sumber pangan protein yang murah. Namun sayang, karena penduduk setempat tidak biasa memakan makanan yang difermentasi, upaya introduksi tempe gagal.

Pada tahun 1946, tempe dipublikasi di USA dalam *American Journal of Clinical Nutrition* dengan judul *Possible Sources of Proteins for Child Feeding in Underdeveloped Countries* oleh Gerold Stahel, Direktur *The Agricultural Experiment Station in Paramaribo*, Suriname. Baru pada tahun 1960, USDA *Northern Regional Research Center* (Illinois) di bawah koordinasi Dr. C.W. Hesseltine dan Dr.H.L. Wang serta Cornell University (New York) di bawah koordinasi Dr. Steinkraus mulai melakukan penelitian tempe secara intensif. Pada masing-masing kelompok tersebut terdapat seorang Indonesia yang menjadi rekan kerjanya.

Dr. C. W. Hesseltine (USDA) bekerjasama dengan ahli mikrobiologi Indonesia Ko Swan Djien yang tiba di laboratoriumnya pada tahun 1960 untuk penelitian industri fermentasi. Dr. Hesseltine mendorong Ko Swan Djien untuk mempelajari fermentasi tempe. Ko sekolah di University of Wisconsin di Madison sejak Agustus 1959, kemudian melakukan penelitian di NRRC dari bulan Februari

sampai Agustus 1960. Setelah dia kembali ke Institut Teknologi Bandung, Dr. Ko mulai melakukan kerja sama dengan Cornell University dan USDA. Pada tahun 1961, Dr. Ko dan Dr. Hesseltine menerbitkan *Indonesian Fermented Foods* yang berisi informasi secara rinci tentang pembuatan tempe dan resepnya.

Dr. Keith H. Steinkraus (Cornell University) bekerja sama dengan Yap Bwee Hwa. Yap Bwee Hwa setelah lulus dari Fakultas Ilmu Pasti dan Alam di Bandung dalam bidang biokimia, dia bekerja pada Lembaga Gizi di bawah bimbingan Dr. Purwo Sudarmo. Yap memperoleh beasiswa Fulbright dan Dr. Sudarmo mendorongnya untuk meneliti tempe. Atas dasar saran Komisi Fulbright, Yap mengirim surat kepada Dr. Hand, kepala Department of Food Science and Technology pada Cornell's New York State Agricultural Experiment Station. Setelah Yap mempelajari proses pembuatan tempe, dia mengkolleksi tempe dari pasar di Jakarta dan mengeringkannya untuk digunakan sebagai ragi, kemudian dia berangkat ke USA pada bulan Agustus 1957. Pada tahun 1960, Yap Bwee Hwa menulis tesis masternya dengan judul *Nutritional and Chemical Studies on Tempeh, an Indonesian Soybean Product*. Hal penting yang perlu dicatat adalah dari contoh tempe kering yang dibawa Yap, kelompok kerja Cornell University berhasil mengisolasi *Rhizopus oligosporus*, yang kemudian diidentifikasi oleh Dr. Hesseltine dan diberi nomor NRRL 2710. Kultur ini merupakan strain yang paling banyak digunakan dalam penelitian tempe di USA.

**Tempe pada masa perang dunia II.** Pada masa perang dunia kedua hampir seluruh semenanjung Malaka berada di bawah kendali Jepang. Pada saat tersebut terjadi kekurangan bahan pangan, terutama sumber protein, bagi mereka yang tinggal di penjara. Roelofsen, seorang Belanda yang menjadi ta-

wanan perang di penjara Jepang di Indonesia berhasil meniru orang pribumi membuat tempe dari kedelai. Tempe tersebut memegang peran penting dalam mengurangi laju kematian karena kekurangan protein bagi tawanan pada masa pendudukan Jepang. Seorang tawanan perang lainnya adalah van Veen yang merasa berhutang terhadap tempe karena teknologi ini telah membantu para tawanan perang untuk bertahan hidup. Pada tahun 1951 Smith and Woodruff dan pada tahun 1952 Grant menulis artikel "*Deficiency Diseases in Japanese Prison Camps.*" Mereka melaporkan bahwa para tawanan perang di Hong Kong dan Singapura memasak kedelai menjadi tempe sehingga menjadi mudah dimakan dan dicerna.

**Tempe pada era modern di USA.** Pada tahun 1961, Mary Otten berhasil membuat tempe. Kemudian tempe menjadi dikenal oleh masyarakat petani di daerah Summertown (Tennessee). Tempe komersial pertama dibuat oleh imigran Indonesia pada tahun 1961. Sedangkan, toko komersial tempe pertama di USA didirikan pada tahun 1975 oleh Mr. Gale Randall di Undadilla, Nebraska. Jumlah perusahaan tempe komersial kemudian berkembang pesat, pada tahun 1979 jumlah mencapai 13 perusahaan dan pada tahun 1984 menjadi 53 perusahaan. Perusahaan tempe besar yang beroperasi pada tahun 1984 disajikan pada Tabel 1.

Sejalan dengan perkembangan industri tempe, perkembangan invensi dalam industri tempe terus berjalan. Invensi tersebut mencakup proses pembuatan, peralatan bahkan pengembangan produk di bidang farmasi, seperti untuk antioksidan (Tabel 2).

**Penutup.** Di Eropa, USA, dan negara-negara industri perhatian terhadap tempe semakin meningkat dengan berkembangnya perhatian publik terhadap kesehatan, nutrisi dan vegetarian. Sementara di



**Tabel 1.** Penampilan perusahaan tempe besar di dunia.

Nama perusahaan	Negara	Tahun mulai produksi	Rata-rata produksi (kg/minggu); 1983
Marusan Ai	Jepang	1983	6 885
Tempe Production Inc	Belanda	1969	6 000
Quong Hop/Pacific Tempe	USA/CA	1980	3 182
White Wave	USA/CO	1979	2 659
Soyfood Unlimited	USA/CA	1981	2 636
Torigoe Flour Milling	Jepang	1983	2 623
The Tempeh Works	USA/MA	1979	2 500
Marukin Foods	Jepang	1983	2 100

Diterjemahkan dari Shurtleff and Aoyagi (2007).

**Tabel 2.** Beberapa paten di USA yang berkaitan dengan tempe.

Judul paten	Nomor paten	Tahun	Isi	Pemilik
Process for producing a fried snack food containing tempeh	US Patent 4151307		Gorengan, tepung yang mengandung tempe	
Methods for producing tempeh	US Patent 3228773	01/11/1966	Terdiri atas 4 dokumen	Hesseltine, Clifford W. Martinelli Jr., Alcides
Method for culturing plant material as food	US Patent 5312630	05/17/1994	Peralatan untuk penyiapan kultur, penutup kontainer, pemeliharaan <i>water bath</i> , termasuk <i>Rhizopus</i>	Pfaff, Gunter (14780 Beardslee Rd., Perry, MI, 48872)
Apparatus for culturing plant materials as foods	US Patent 5228396	07/20/1993	Inkubator	Pfaff, Gunter (14780 Beardslee Rd., Perry, MI, 48872)
Stabilized edible oil and fat compositions containing oil of tempeh	US Patent 3762933	10/02/1973	Ekstraksi tempe untuk mendapatkan minyak termasuk larutan pengekstraksi	Gyorgy P.
Fermentation methods of preparing ergostadietriols	US Patent 4368264	01/11/1983	Teknik isolasi ergostadietriols dari tempe	Zilliken, Fritz W. (Remagen, DE)
Fermentation method of preparing antioxidants	US Patent 4366248	12/28/1982	Teknik isolasi antioksidan dari tempe	Zilliken, Fritz W. (Remagen, DE)
Isoflavones and related compounds, methods of preparing and using and antioxidant compositions containing same	US Patent 4366082	12/28/1982	Senyawa antioksidan dan cara pembuatannya	Zilliken, Fritz W. (Remagen, DE)
Isoflavones and related compounds, methods of preparing and using and antioxidant compositions containing same	US Patent 4264509	04/28/1981	Senyawa antioksidan dan cara pembuatannya	Zilliken, Fritz W. (Remagen, DE)
Antioxidants, antioxidant compositions and methods of preparing and using same	US Patent 4232122	11/04/1980	Senyawa antioksidan dan cara pembuatannya	Zilliken, Fritz W. (Remagen, DE)
Process for making tempeh	US Patent 3489570	01/13/1970		Noznick, Peter P. Luksas, Anthony J.

freepatentsonline.com freepatentsonline.com

negeri ini, tempe bacem tersaji di punggung si mbok yang jual “sego

pecel”, belum berani dia (tempe) berlagak seperti hamburger karena

kesannya “kurang elit, gitu lho”. Lain ladang lain belalang, lain gaya lain tempatnya.

Karden Mulya

Indonesia sering digembar-gemborkan sebagai salah satu pusat keanekaragaman hayati di dunia, nomor dua setelah Brazil. Keanekaragaman hayati termasuk tumbuhannya berlimpah ruah dari Sabang hingga Merauke. Keanekaragaman genetik di dalam jenis atau spesies (plasma nutfah) tidak dapat diabaikan begitu saja karena pada dasarnya varietas unggul merupakan kumpulan dari keanekaragaman

## Kriopreservasi: Terobosan Teknologi yang Menantang

genetik spesifik yang diinginkan dan dapat diekspresikan yang bersumber dari plasma nutfah tersebut. Oleh karena itu, sudah sewajarnya dilakukan upaya untuk mempertahankan keberadaan plasma nutfah yang disebut dengan tindakan konservasi.

Berdasarkan Pedoman Pengelolaan Plasma Nutfah diterangkan bahwa konservasi *in situ* bersifat pasif karena dapat terlaksana dengan hanya mengamankan tempat tumbuh alamiah suatu jenis, yaitu di habitatnya. Dengan demikian, jenis-jenis tersebut diberi kesempatan

berkembang dan bertahan dalam keadaan lingkungan alam dan habitatnya yang asli, tanpa campur tangan manusia. Dengan adanya tekanan populasi manusia maka konservasi demikian sangat sulit untuk diterapkan.

Upaya konservasi lainnya dapat dilakukan secara lebih aktif melalui konservasi *ex situ*, yaitu dengan memindahkan suatu jenis tanaman ke tempat pemeliharaan baru atau di luar habitatnya. Konservasi ini dilaporkan merupakan cara pelestarian yang aman dan efisien dan membuat sumber genetik selalu tersedia bagi para pemulia dan pengguna lainnya. Konservasi demikian dapat dilakukan di lapang seperti di kebun raya, kebun koleksi, dan tempat penyimpanan benih serta di laboratorium melalui penyimpanan secara *in vitro*.

Konservasi di lapang memang memungkinkan dilakukannya kegiatan rejuvenasi, karakterisasi, dan evaluasi serta persilangan. Konservasi dengan cara demikian rawan terhadap hilangnya genotipe karena kendala faktor biotik (organisme pengganggu tanaman) dan abiotik (kekeringan, banjir, kebakaran, asiditas, dan salinitas tanah) maupun konflik sosial. Dengan demikian, konservasi di lapang tidak dapat diandalkan sehingga diperlukan *back up* melalui penyimpanan secara *in vitro*.

Konservasi secara *in vitro* banyak dilakukan melalui teknik pertumbuhan minimal dengan menggunakan media miskin hara, menambahkan zat penghambat tumbuh dalam media atau menginkubasikan biakan pada kondisi yang minimum sehingga penyimpanan dapat dilakukan dalam jangka menengah hingga lima tahun atau lebih. Namun, teknik ini mempunyai beberapa kelemahan, seperti kemungkinan perubahan genetik sebagai akibat dari penggunaan zat penghambat tumbuh; risiko kontaminasi karena kondisi ruang inkubasi yang lembab dan tindakan subkul-

tur terutama yang frekuentif; memerlukan suplai listrik yang konsisten. Oleh karena itu, penemuan formulasi media yang efektif dan efisien untuk penyimpanan harus dikaitkan dengan hasil evaluasi pasca penyimpanan. Teknik yang efektif adalah yang mampu menyimpan bahan tanaman dalam jangka waktu yang lama tanpa disertai dengan perubahan genetik sedangkan teknik yang efisien berkaitan dengan penekanan faktor biaya, waktu, dan tenaga.

Dewasa ini, terdapat terobosan teknologi penyimpanan untuk jangka panjang, yaitu melalui teknik kriopreservasi. Dengan teknik ini, jaringan tanaman disimpan dalam kondisi suhu yang super rendah, yaitu di dalam nitrogen pada fase cair (-196°C) ataupun gas (-160 - 180°C). Jaringan tersebut mampu disimpan selama puluhan tahun karena proses metabolismenya dihambat atau dihentikan sama sekali. Pada kondisi tersebut, seolah-olah jaringan tanaman mengalami dormansi yang dapat dipecahkan melalui tindakan pelelehan (*thawing*).

Teknik ini tidak hanya dapat diterapkan terhadap biakan *in vitro* melainkan juga terhadap material tanaman di lapang seperti *winter buds*. Pada biakan *in vitro*, bentuk eksplan yang digunakan bervariasi, seperti meristem, tunas, serbuk sari, kalus, biji, protocorm, dan suspensi sel. Eksplan yang ideal untuk disimpan secara kriopreservasi adalah yang menjamin kestabilan genetik tanaman. Oleh karena itu, disinyalir bahwa eksplan dalam struktur terdiferensiasi seperti meristem atau tunas apikal adalah yang paling ideal karena selain menjamin stabilitas genetik, material tersebut juga lebih mudah untuk diregenerasikan kembali.

Di Indonesia, teknik kriopreservasi belum begitu berkembang pesat di negara-negara lain. Di negara Jerman, Amerika, Belgia, dan Jepang, kriopreservasi sudah dila-

kukan secara rutin di Bank Gen. Kendala utama yang menyebabkannya adalah kapabilitas sumber daya manusia. Proses yang dihadapi dalam kegiatan ini memang lumayan panjang, seperti tahap pra-tumbuh, prakultur, pemuatan, dehidrasi, pembekuan, pelelehan, pemuatan kembali dan pemulihan serta regenerasi. Teknik ini sebetulnya tidak membutuhkan pemikiran yang *njlimet* seperti penelitian molekuler tetapi justru memerlukan tingkat keterampilan yang tinggi, keuletan, kesabaran, dan yang paling utama adalah kedisiplinan waktu karena setiap tahapan yang dilalui selama proses tersebut selalu berhubungan dengan waktu yang ketat. Selain itu, pengalaman praktis juga memegang peranan penting. Untuk segi praktis, penerapan teknik kriopreservasi di bank gen belum terlaksana antara lain karena dibutuhkan dana yang cukup besar terutama untuk penyediaan mesin yang memproduksi atau tangki penampung nitrogen cair sehingga ketersediaan bahan tersebut senantiasa kontinyu.

Pada awalnya, dana yang harus disediakan untuk penyimpanan secara kriopreservasi memang tampak besar. Namun, fasilitas yang ada tersebut mampu menyimpan bahan dalam jumlah yang berlimpah hingga ribuan atau bahkan jutaan. Sebagai gambaran, bahan yang disimpan biasa diletakkan dalam tabung-tabung krio yang kecil ukurannya (kebanyakan 1,8 ml). Dalam setiap tabung tersebut, mampu disimpan bahan minimal 10 spesimen. Dari setiap cryocan bisa dijepit sebanyak 5 tabung krio. Dalam tangki krio terdapat canister (rata-rata sekitar 6 buah). Setiap canister mampu menampung minimal 10 cryocan. Dengan demikian, satu tangki krio yang berukuran volume 34 liter dapat menyimpan sebanyak 3000 spesimen. Bayangkan, bagaimana dengan tangki yang berukuran lebih besar. Tangki yang besar dan lebih canggih biasanya di-

lengkapi dengan rak-rak kotak yang dapat digeser-geser, sistem monitoring volume cairan yang dapat bekerja secara otomatis.

Pada tanggal 20-24 Agustus 2007, BB-Biogen kedatangan seorang ahli kriopreservasi dan peneliti senior Bank Gen di *National Institute of Agrobiological Sciences* (NIAS) dari Jepang, yaitu Dr. Takao Niino yang dibantu dengan seorang asisten bernama Dr. Fukui. Maksud kedatangan beliau adalah untuk melakukan transfer teknologi dan pengetahuan seputar teknik kriopreservasi. Pada kesempatan ini diselenggarakan pelatihan yang diikuti oleh delapan orang peserta dari Kelti Biologi Sel dan Jaringan, Kelti Pengelolaan Sumber Daya Genetik, dan Institut Pertanian Bogor. Para peserta diharapkan lebih memahami proses penyimpanan secara kriopreservasi. Nara sumber

memberikan tips-tips bagi keberhasilan kegiatan ini. Selain itu, nara sumber juga berbagi pengalaman dengan memaparkan hasil-hasil penelitian dan kegiatan kriopreservasi secara rutin di NIAS.

Teknik kriopreservasi tidak hanya berpeluang pada tanaman melainkan juga berpeluang diterapkan pada mikroba. Mikroba yang dimaksud dapat berupa patogen ataupun yang bukan patogen. Mikroba yang berupa bakteri memang dapat disimpan dalam jangka panjang dengan teknik liofilisasi, namun mikroba yang berupa jamur atau cendawan sangat relevan disimpan secara kriopreservasi karena struktur dinding selnya menyerupai tumbuhan. Oleh karena itu, sudah selayaknya mulai diadakan pengkaderan untuk pencetakan pakar kriopreservasi mikroba. Pelatihan terhadap para peneliti yang berminat perlu

didukung sepenuhnya oleh Balai kita ini.

Sejalan dengan pembangunan Bank Gen yang dipusatkan di BB-Biogen, penguasaan teknik kriopreservasi harus segera dipunyai. Selain itu, penguasaan operasional alat-alat kriopreservasi juga harus mulai dipikirkan. Peralatan yang canggih biasanya bersifat sensitif sehingga memerlukan pemeliharaan yang baik. Kalau kita berani punya maka kita harus berani memeliharanya dengan baik sehingga alat-alat tersebut dapat digunakan dengan baik dalam jangka waktu yang panjang senada dengan maksud dari kegiatan penyimpanan secara kriopreservasi, yaitu penyimpanan untuk jangka panjang.

Ika Roostika

Indonesia dahulu sering digambarkan sebagai **zamrud katulistiwa** karena wilayahnya banyak ditutupi oleh pepohonan yang ijo royo-royo bak permadani tampak dari atas sana. Namun, kondisi demikian telah terlanjur rusak oleh tangan-tangan manusia yang tidak bertanggung jawab. Berapa banyak efek negatif yang telah kita rasakan hingga saat ini? Kerusakan hutan tidak hanya berakibat buruk bagi punahnya spesies tumbuhan tertentu karena eksploitasi yang tidak bertanggung jawab (tanpa dibarengi dengan tindakan peremajaan) melainkan juga bagi berbagai kerusakan lain yang timbul secara bertahap atau bertubi-tubi bak kereta api.

Banyak tanah longsor dan banjir melanda karena media penyerapan air (akar tumbuhan) rusak oleh pembalakan hutan secara liar. Kekeringan juga merupakan fenomena yang terjadi di mana-mana karena kemampuan tanah untuk menyimpan air mengalami penurunan secara drastis. Banyak lapis-

## Tumbuhan adalah Makhluk yang Istimewa

an tanah yang subur terkikis oleh erosi. Bumi semakin panas oleh efek rumah kaca (*global warming*) yang diakibatkan oleh peningkatan konsentrasi gas seperti CO<sub>2</sub> yang melampaui kapasitas tumbuhan dan biota laut untuk mengabsorb-sinya. Akibat lebih lanjut dari efek pemanasan global adalah perubahan iklim yang sangat ekstrim dan naiknya permukaan air laut karena mencairnya gunung-gunung es di daerah kutub. Laporan penelitian dari *International Institute for Environment and Development Britania* bekerjasama dengan *City University of New York* dan *Colombia University* pada tahun 2007 menyebutkan bahwa naiknya permukaan air laut menyebabkan sepersepuluh penduduk bumi atau 634 juta orang yang tinggal di dekat laut akan tenggelam ketika es di kutub bumi mencair akibat pemanasan global. Selain itu juga diprediksikan bahwa seluruh DKI Jakarta, sebagian Jawa Barat

dan Banten merupakan kawasan yang akan tenggelam paling lambat hingga akhir abad ini. Tetapi apakah ada kata **terlambat** untuk memperbaikinya? Sekalipun ada kata terlambat, namun itu lebih baik daripada tidak sama sekali. Kendati kontribusi kita kecil, kita harus mencoba berpartisipasi sesuai eksistensi dan kemampuan masing-masing.

Akhir-akhir ini, banyak negara yang berinisiatif untuk mengantisipasi kejadian perubahan iklim dan pemanasan global yang bersatu dalam persetujuan resmi, yaitu **Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change** (Protokol Kyoto mengenai Konvensi Rangka Kerja PBB tentang Perubahan Iklim), dinegosiasikan di Kyoto pada Desember 1997, dibuka untuk penandatanganan pada 16 Maret 1998 dan ditutup pada 15 Maret 1999. Persetujuan ini mulai berlaku pada 16 Februari

2005 setelah ratifikasi resmi yang dilakukan Rusia pada 18 November 2004. Negara-negara yang meratifikasi protokol ini berkomitmen untuk mengurangi emisi/pengeluaran karbon dioksida dan lima gas rumah kaca lainnya (metan, nitrous oxide, sulfur heksafluorida, HFC, dan PFC), atau bekerja sama dalam perdagangan emisi jika mereka menjaga jumlah atau menambah emisi gas-gas tersebut, yang telah dikaitkan dengan pemanasan global. Hingga 3 Desember 2007, 174 negara telah meratifikasi protokol tersebut, termasuk Kanada, Tiongkok, India, Jepang, Selandia Baru, Rusia, dan 25 negara anggota Uni Eropa, serta Rumania dan Bulgaria. Ada dua negara yang telah menandatangani namun belum meratifikasi protokol tersebut, yaitu Amerika Serikat (tidak berminat untuk meratifikasi) dan Kazakstan. Jika sukses diberlakukan, Protokol Kyoto diprediksi akan mengurangi rata-rata pemanasan global antara 0,02°C hingga 0,28°C pada tahun 2050. Ini suatu angka yang jauh dari target yang diharapkan karena hanya merupakan pengurangan 29% dari target tahun 2010 dan bahkan sangat jauh dari target tahun 2030 di mana bila kecenderungan peningkatan gas rumah kaca tetap seperti sekarang (tidak dikendalikan) maka akan menyebabkan peningkatan pemanasan global antara 1,5-4,5°C sekitar tahun 2030. Dengan demikian, apakah kita begitu **berani** hanya dengan mengandalkan pengurangan emisi gas rumah kaca tersebut? Di mana kepercayaan dan kepedulian kita akan kekuatan tumbuh-tumbuhan yang banyak disia-siakan selama ini?

Untuk mengantisipasi efek rumah kaca, pihak Kementerian Lingkungan Hidup menyarankan supaya menerapkan upaya langkah **mitigasi** dan **adaptasi**. Kegiatan mitigasi seperti upaya penurunan efek gas rumah kaca dapat dilakukan melalui pola hidup hemat energi, tidak konsumtif, mengurangi dan menge-

lola sampah, pengelolaan hutan secara berkelanjutan, menekan terjadinya kerusakan dan kebakaran hutan, serta efisiensi penggunaan transportasi. Salah satu pemerhati lingkungan hidup menyarankan untuk melaksanakan **Gerakan Satu Hari Tanpa Kendaraan Bermotor Pribadi**. Ditinjau dari pelestarian lingkungan hidup, bila satu hari tidak menjalankan mesin mobil maka banyak bensin atau solar yang dapat dihemat. Anggap saja sekali jalan menghabiskan tiga liter bensin x jumlah mobil pribadi (misal 500.000) = 1.500.000 liter sehingga banyak gas buang yang mengandung CO<sub>2</sub>, CO, Pb, Sox, Nox (beban pencemaran) bisa dikurangi. Kegiatan adaptasi dapat dilakukan dengan penanaman pohon kembali untuk menekan dampak perubahan iklim baik secara antisipatif maupun reaktif dengan cara penanaman pohon untuk menghindari tanah longsor dan diharapkan keberadaan pohon tersebut bisa menyerap polusi udara, pembuatan sumur resapan serta menghindari daerah pemukiman di lereng bukit.

Dewasa ini, aksi **Penanaman Sejuta Pohon** menjadi program yang cukup memberikan harapan bagi perbaikan bumi secara global dan wilayah Indonesia secara khusus. Aksi terakhir dipopulerkan oleh Ibu Negara dengan pencanangan gerakan "**Perempuan Indonesia Serentak Tanam dan Pelihara Sejuta Pohon**". Program ini tampak lebih bijaksana karena kita tidak saja dianjurkan untuk menanam pohon tetapi juga untuk merawatnya. Aksi tersebut dikabarkan disaksikan oleh sekitar 1.000 perempuan dari berbagai elemen masyarakat dan Ibu Ani memimpin langsung prosesi penanaman pohon sebanyak 10 juta pohon di seluruh Indonesia yaitu tepat pukul 08.00 WIB, 09.00 WITA, dan 10.00 WIT. Gerakan ini juga diikuti oleh Pramuka, organisasi keagamaan, Karang Taruna, TNI, dan Polri. Menteri Kehutanan menuturkan bahwa dengan ge-

rakan ini akan ditanam 13 juta pohon yang setara dengan 26.000 ha sehingga saat usia tanaman mencapai 6-7 tahun maka pohon-pohon ini dapat menyerap 200 ton karbon per hektar.

Tumbuh-tumbuhan memang merupakan makhluk yang **istimewa**. Darinya hewan dan manusia makan untuk hidup dan bahkan karenanya hidup manusia menjadi lebih sentosa dan berwarna (spektakulernya terdapat tanaman hias tertentu, seperti anturium yang nilainya mencapai miliaran rupiah). Terlebih lagi, keberadaannya adalah nyata dalam pemeliharaan ekosistem yang selaras bagi bumi. Dia juga merupakan jawaban utama dari hampir setiap problematika umat manusia dewasa ini, baik dari segi pangan, sandang, dan papan bahkan segi kesejahteraan lainnya termasuk kenyamanan lingkungan. Namun, apakah adil jika kita memperlakukannya secara berlebihan? Memang tidak *fair* bila ada orang yang hanya peduli untuk mengeksploitasinya sekedar untuk memperkaya diri sendiri tanpa mempedulikan keselarasan ekosistem dan keberlanjutan hidup tanaman itu sendiri. Bukankah keberadaannya di muka bumi adalah untuk **diberdayakan** dan bukan untuk dieksploitasi semata? Begitu entengnya orang-orang merusak bumi ini hingga energi entalpinya (ke arah kerusakan) sangat jauh lebih tinggi daripada energi entropinya (ke arah perbaikan) sehingga bumi semakin rusak dan akhirnya menjadi **murka** karena akibat ulah manusia itu sendiri. Namun, saat ini mencari kambing hitam adalah bukan jawaban terbaik. Ayo, ulurkan tanganmu hai khalifah karena nasib bumi di masa mendatang ada di tangan kita. Hijaukan Indonesia kita kembali. "**Please dech ah**" seperti kata Wakil Presiden Jarwo Kuat dalam Republik Mimpi (BBM = Bukan Baru Bisa Mimpi).

Ika Roostika