



BERITA UTAMA

Pada tanggal 15 September 2011 Komisi Teknis Nasional Keamanan Hayati Brazil mengabulkan permohonan deregulasi tanaman kacang merah transgenik tahan *bean golden mosaic virus* (BGYMV) yang diajukan oleh EMBRAPA, badan penelitian dan pengembangan di bawah Departemen Pertanian Brazil. Penyakit yang disebabkan oleh BGYMV ini merupakan masalah terbesar dalam produksi kacang merah di Amerika Latin dan menyebabkan kehilangan hasil yang besar (40-100%). Ketahanan terhadap BGYMV ini diperoleh

Jalan Berliku Merakit Tanaman Transgenik

menggunakan konstruk RNA interference untuk membungkam gen *ACI* dari virus tersebut. Tanaman kacang merah transgenik ini merupakan hasil kerja sama dari 3 lembaga, yaitu Balai Penelitian Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik EMBRAPA, Balai Penelitian Padi dan Kacang-Kacangan EMBRAPA, dan Universitas Brazil melalui penelitian murni dalam negeri lebih dari sepuluh tahun (Bonfim *et al.*, 2007). Dengan terkabulnya permohonan ini, EMBRAPA masih harus melanjutkan beberapa uji lapang yang lain untuk memastikan bahwa tanaman transgenik ini memberikan hasil yang setara dengan varietas yang sudah ada. Diharapkan kacang merah transgenik ini sudah ada di pasaran tahun 2014.

EMBRAPA bukan merupakan lembaga penelitian publik pertama yang berhasil mengembangkan ta-

naman transgenik sampai komersialisasi. Sebelumnya sudah ada lembaga-lembaga publik lain di Iran, Cina, Rusia, India, AS, Kanada, dan Jepang yang memiliki kisah sukses pengembangan tanaman transgenik.

Penelitian tentang BGYMV ini diawali dengan publikasi foto dari partikel virus yang berbentuk gemini yang diambil menggunakan mikroskop elektron oleh Galvez dan Castano dari CIAT di Colombia pada tahun 1976. Satu tahun kemudian, R.M. Goodman menunjukkan bahwa genom virus ini berupa dua molekul utas tunggal DNA melingkar, masing-masing terdiri dari 2600 nukleotida.

Penelitian transformasi genetik kacang merah dimulai tahun 1990 oleh tim peneliti di Agracetus, Inc. yang melakukan optimasi metode transformasi kacang merah menggunakan biolistic (Russell *et al.*,

Warta Biogen

Penanggung Jawab
Kepala BB-Biogen
Karden Mulya

Redaksi

Saptowo J. Pardal
Joko Prasetyono
Tri Puji Priyatno
Ida N. Orbani

Alamat Redaksi

Seksi Pendayagunaan Hasil
Penelitian BB-Biogen
Jl. Tentara Pelajar 3A
Bogor 16111
Tel. (0251) 8337975, 8339793
Faks. (0251) 8338820
E-mail: borif@indo.net.id



Gambar 1. Beberapa produk hasil rekayasa genetik (gambar diambil dari berbagai sumber melalui internet)

ISSN 0216-9045



9 770216 904515

1993). Terkait dengan ketahanan terhadap BGYMV, pendekatan-pendekatan awal oleh tim peneliti Brasil menggunakan *coat protein*, antisense untuk protein terkait replikasi, dan *trans-dominant lethal* untuk replikasi tidak menunjukkan hasil yang diharapkan. Hasil memuaskan dicapai setelah tim peneliti merubah strategi dengan menggunakan RNA interference untuk membungkam gen *AC1* dari virus BGYMV.

Produksi Tanaman Transgenik Monsanto

Di perusahaan-perusahaan benih multinasional, seperti Monsanto, pengembangan produk transgenik sampai komersialisasi melewati 5 tahap yang memerlukan waktu 8-10 tahun. Kelima tahap tersebut meliputi: (1) Identifikasi gen/sifat, (2) Pembuktian konsep, (3) Pengembangan awal, (4) Pengembangan lanjut, (5) Pengajuan permohonan deregulasi.

Pada tahap identifikasi gen/sifat, dilakukan skrining puluhan gen dengan pengujian pada tanaman model untuk mengidentifikasi gen mana yang memberikan efikasi yang diharapkan. Tahap ini memerlukan waktu 2-4 tahun.

Tahap kedua adalah pembuktian konsep, yang meliputi kegiatan optimasi gen (misalkan: pemilihan promotor yang paling tepat untuk tanaman target, dengan pola ekspresi yang optimal), transformasi ke tanaman target, *bioassay*, pengujian rumah kaca dan lapang. Tujuan dari tahap ini adalah untuk membuktikan bahwa gen yang terpilih pada tahap pertama betul-betul memberikan efikasi yang diharapkan ketika diekspresikan pada tanaman target, baik pada *bioassay* di rumah kaca maupun di lapang. Jumlah event yang dihasilkan untuk masing-masing konstruk pada tahap kedua ini masih sedikit (20-50 event). Tahap kedua ini memerlukan waktu 1-2 tahun.

Meskipun event-event yang dihasilkan pada tahap kedua sudah

menunjukkan efikasi yang diharapkan, karena jumlah eventnya sedikit, kemungkinan besar tidak ada satu pun yang memenuhi syarat untuk deregulasi (fenotipnya normal, fertil, memiliki integrasi T-DNA tunggal dan utuh, tidak memiliki integrasi sekuen di luar T-DNA, dan sebagainya). Untuk mendapatkan event yang “bersih dalam pengertian regulasi”, pada tahap ketiga dilakukan transformasi skala besar untuk menghasilkan jumlah event yang besar (>500 event). Jumlah event yang besar ini biasanya pertama diskriminasi untuk mengidentifikasi event yang kemungkinan besar memiliki integrasi T-DNA tunggal menggunakan teknik-teknik cepat seperti Real Time PCR. Dari event-event putatif integrasi tunggal ini dipilih yang fenotipnya normal dan fertil. Event-event yang terpilih selanjutnya digunakan dalam bioasai di rumah kaca dan lapang untuk mengidentifikasi event-event yang menunjukkan efikasi yang bagus.

Konfirmasi jumlah integrasi T-DNA pada event-event terpilih dengan efikasi yang bagus ini dilakukan menggunakan teknik Southern Blot. Tidak seperti Southern Blot pada publikasi-publikasi ilmiah yang biasanya hanya menggunakan satu atau dua probe yang merupakan sekuen parsial dari gen, untuk kepentingan pengajuan deregulasi masing-masing sekuen utuh dari setiap elemen genetik di dalam T-DNA (promotor, gen, terminator) harus dijadikan probe dalam Southern Blot. Sekuen utuh *backbone* di luar T-DNA juga harus digunakan sebagai probe untuk mendeteksi integrasi yang tidak diinginkan dari sekuen *backbone* pada event yang diuji.

Isolasi sekuen genom tanaman target yang mengapit T-DNA (*Flanking Sequence Recovery*) menggunakan teknik-teknik seperti TAIL-PCR atau *Inverse PCR* yang dilanjutkan dengan sekuensing juga dilakukan untuk mendeteksi kemungkinan terpotongnya T-DNA selama integrasi, terjadinya ulangan terbalik atau tandem T-DNA, ter-

integrasinya T-DNA pada ekson sebuah gen, dan sebagainya. Data sekuen genom pengapit T-DNA ini juga sangat diperlukan untuk mendesain sistem deteksi spesifik event menggunakan PCR.

Analisis ELISA biasanya juga dilakukan untuk mengetahui level ekspresi protein yang disandikan oleh transgen. Data-data yang dikumpulkan dari tahap ketiga ini merupakan data awal untuk pengajuan deregulasi. Tahap ketiga ini memerlukan waktu 1-2 tahun. Pada tahap ketiga ini biasanya sudah ditentukan 5 event unggulan, di mana 1 event terbaik akan dipromosikan untuk deregulasi, sementara 1 event kedua terbaik dijadikan sebagai back up.

Pada tahap keempat, dilakukan silang balik event terbaik dan event kedua terbaik untuk memindahkan transgen ke varietas elit. Pengujian lapangan dilakukan untuk mengumpulkan data-data agronomis. Biasanya juga dilakukan sekuensing keseluruhan bagian T-DNA sisipan beserta masing-masing 1 kb sekuen genom pengapit *Right Border* dan *Left Border* dari T-DNA. Data keamanan pangan, pakan, dan lingkungan juga dikumpulkan pada tahap ini. Tahap keempat ini memerlukan waktu 1-2 tahun.

Pada tahap kelima, permohonan deregulasi didaftarkan, yang selanjutnya akan diperiksa oleh Komisi Keamanan Hayati Nasional. Pada tahap ini juga dilakukan produksi benih skala besar untuk komersialisasi. Tahap kelima ini memerlukan waktu 1-3 tahun. Untuk perusahaan Monsanto, biaya pengembangan satu produk transgenik sampai komersialisasi berkisar antara 50-100 juta USD. Karena mahalnya biaya, biasanya perusahaan swasta sangat selektif dalam menentukan sifat apa yang perbaikannya akan menggunakan pendekatan rekayasa genetik, mengikuti prinsip “pemuliaan seksual jika memungkinkan, rekayasa genetik jika diperlukan”.

Bagaimana Situasi di BB-Biogen?

Penelitian rekayasa genetik di BB-Biogen sudah dirintis sejak 1995. Hingga saat ini atau 17 tahun sejak perintisannya, belum ada satupun produk transgenik yang siap dilepas. Cukup wajar jika banyak pihak yang mempertanyakan apa yang salah dengan kita. Secara garis besar paling sedikit ada lima faktor yang mungkin menyebabkan belum suksesnya BB-Biogen, yaitu (1) tujuan penggunaan rekayasa genetik yang tidak tepat, (2) kekacauan dalam tahap-tahap pengembangan produk transgenik, (3) kompetensi dari tim peneliti, (4) pendanaan dan fasilitas yang tidak memadai, (5) manajemen penelitian yang menghambat.

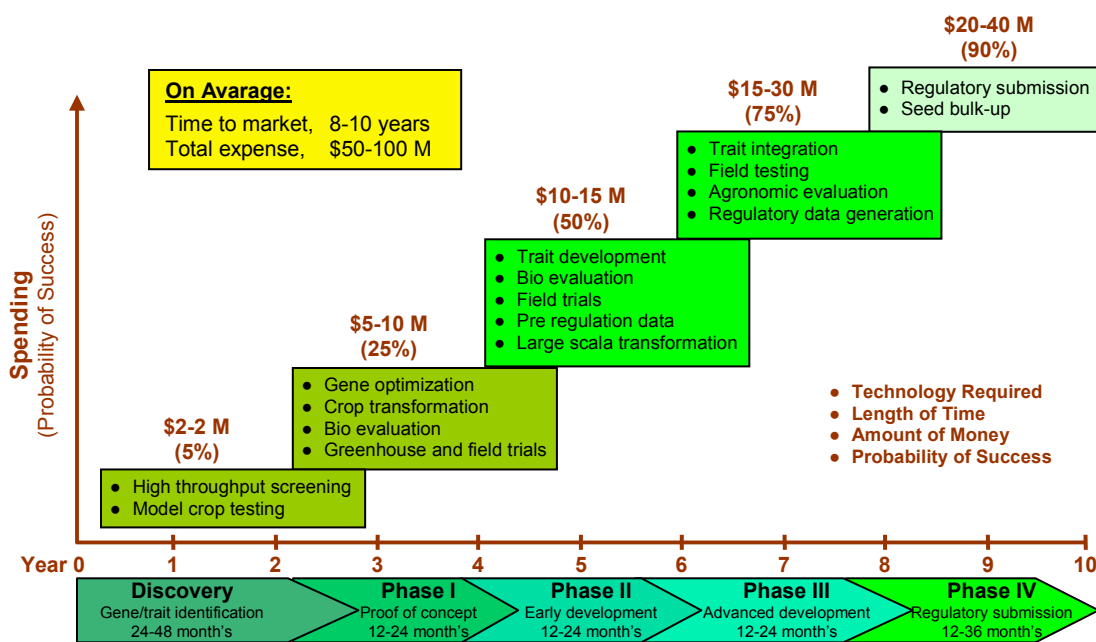
Untuk faktor yang pertama, perlu kita evaluasi lagi apakah sifat-sifat yang dipilih untuk diperbaiki menggunakan pendekatan rekayasa genetik sudah tepat, dalam pengertian mustahil untuk dicapai menggunakan pendekatan pemuliaan seksual. Sebagai contoh, untuk perbaikan ketahanan terhadap hama atau penyakit, benarkah tidak ada sumber gen ketahanan dari varietas lokal atau kerabat liar yang bisa dipindahkan melalui silang balik. Contoh yang lain adalah apakah

peningkatan produktivitas tidak bisa dicapai dengan lebih berhasil dan murah menggunakan pendekatan pemuliaan seksual. Mengingat prioritas penelitian di BB-Biogen lebih banyak bersifat *top down*, mungkin perlu dilakukan upaya-upaya “penyadaran” terhadap para pengambil kebijakan mengenai prinsip “pemuliaan seksual jika memungkinkan, rekayasa genetik jika diperlukan”. Ada baiknya kita belajar dari perusahaan-perusahaan benih multinasional dalam pemilihan sifat-sifat ini. Mereka tidak mau rugi, jadi sifat atau gen yang dipilih tentu sudah sangat teruji.

Untuk faktor yang kedua, seringkali karena tuntutan dari atas untuk segera menghasilkan produk, penelitian yang seharusnya masih baru sampai tahap kedua (pengujian konsep) sudah dipaksa-paksa untuk masuk tahap keempat (silang balik ke varietas elit) padahal beberapa analisis mendasar seperti jumlah integrasi T-DNA dan uji efikasi yang meyakinkan belum dilakukan. Sekali lagi, perlu upaya-upaya “penyadaran” supaya semua pihak tidak “berharap terlalu banyak dan terlalu cepat” (TBTC), menggunakan istilah yang diguna-

kan Dr. Terry Mart dari Universitas Indonesia. *Terkait dengan tahapan-tahapan ini perlu juga ditekankan pentingnya kerja sama antar lembaga dengan “pengaliran tugas” yang jelas. BB-Biogen sebagai lembaga yang diberi mandat untuk melakukan transformasi genetik, dan staf-stafnya disekolahkan dan ditraining untuk mampu mengerjakan perakitan vektor ekspresi, transformasi genetik, dan analisis molekuler, cukuplah membatasi diri sampai menghasilkan 5 event unggulan, sedangkan pekerjaan persilangan dan uji lapang diserahkan pada balai komoditas, yang stafnya memang disekolahkan dan ditraining untuk melakukan itu. Jika peneliti BB-Biogen bisa fokus pada 3 tugas di bagian hulu tadi, niscaya mereka bisa benar-benar ahli dalam bidang-bidang tersebut. Kita bisa belajar dari EMBRAPA tentang kerja sama dan pengaliran tugas ini.*

Untuk faktor yang ketiga, para peneliti rekayasa genetik di BB-Biogen perlu berkaca diri apakah sudah memiliki kompetensi yang memadai untuk mengembangkan produk transgenik. Apakah pengetahuan dan keterampilan yang dimiliki sudah cukup untuk menger-



Gambar 2. Waktu dan biaya penelitian dan pengembangan tanaman transgenik sampai komersialisasi di Monsanto. Sumber: www.monsanto.com

jakan hal-hal mendasar seperti: (1) mendesain dan merakit vektor ekspresi, (2) menghasilkan event transgenik lebih dari 500, (3) melakukan analisis molekuler seperti Real Time PCR, Southern Blot, *Flanking Sequence Recovery*, sequencing, ELISA, dan sebagainya. Jika belum, program pengembangan SDM di BB-Biogen harus lebih diarahkan pada penguasaan teknik-teknik tersebut, dengan mengirim staf ke laboratorium yang lebih maju melalui program training atau sekolah.

Untuk faktor keempat, selama ini belum ada jaminan pendanaan jangka panjang (15 tahun) untuk pengembangan sebuah produk transgenik. Yang terjadi justru pola putus-sambung yang mencerminkan ketiadaan perencanaan jangka panjang yang jelas. Terlalu banyaknya komoditas tanaman dan sifat yang menjadi target rekayasa genetik di BB-Biogen juga mencerminkan ketiadaan kesadaran akan mahalny biaya yang diperlukan untuk mengembangkan sebuah produk transgenik, yang berakibat masing-masing kegiatan penelitian tidak memadai dana sesuai yang diperlukan, sehingga kompromi di sana sini terpaksa dilakukan. Fasilitas mendasar untuk penelitian rekayasa genetik di BB-Biogen cukup memadai, meskipun perlu penggantian alat-alat yang sudah rusak, seperti otoklaf untuk sterilisasi media dan mikroskop binokular untuk seleksi kalus embriogenik. Namun, untuk pengembangan produk transgenik skala industri, mungkin perlu investasi ruang tumbuh yang besar yang bisa dikontrol suhu, ke-

lembaban dan cahayanya. Fasilitas rumah kaca yang memenuhi syarat juga diperlukan. Tak kalah penting adalah rekrutmen tenaga-tenaga teknis baru untuk memperkuat tim transformasi untuk produksi massal tanaman transgenik.

Untuk keberhasilan pengembangan produk transgenik diperlukan manajemen penelitian yang lebih fleksibel. Belajar dari pengalaman EMBRAPA Brazil dalam mengembangkan produk kacang merah transgenik tahan *golden mosaic virus*, mereka beberapa kali merubah strategi mulai dari penggunaan *coat protein*, antisense untuk protein terkait replikasi, *trans-dominant lethal* untuk replikasi, sampai dengan RNA interference untuk membungkam gen *AC1*. Kelihatannya perubahan strategi di tengah jalan merupakan keniscayaan dalam penelitian rekayasa genetik, karena sifat dari aktivitasnya yang merambah ranah-ranah baru yang belum pernah dijamah orang. Jadi apabila satu strategi tidak berhasil, jangan dipandang sebagai kegagalan total. Harus ada pemberian kesempatan untuk mencoba strategi baru. Karena perkembangan penemuan-penemuan dalam bidang rekayasa genetik berlangsung sangat cepat, perubahan strategi (berserta bahan kimia yang diperlukan) di tengah tahun anggaran kerap kali harus dilakukan. Manajemen penelitian yang berkarakter mendukung seharusnya bisa mengakomodasi kemungkinan ini.

Di tengah selera jaman untuk mempercepat semua hal, dalam penelitian rekayasa genetik ada

standar-standar tahapan dan prosedur yang tidak bisa dikompromikan jika ingin berhasil. BB-Biogen menghadapi tuntutan yang berat untuk menghasilkan produk setelah mengerjakan penelitian rekayasa genetik selama 17 tahun. Dalam situasi seperti ini, semua pihak perlu bahu membahu, karena tak ada satu peneliti tunggal yang bisa bertindak layaknya Superman menyelamatkan citra keseluruhan lembaga, yang keahliannya di bidang transformasi tanaman bisa bekerjasama dengan teman-teman yang keahliannya sama untuk memperbaiki efisiensi transformasi. Demikian juga yang keahliannya mendesain dan merakit vektor ekspresi atau melakukan analisis molekuler. Segenap komponen di BB-Biogen perlu bekerja sama membangun budaya menghasilkan di lembaga ini, merenda prestasi yang bisa dibanggakan pada saat pensiun nanti.

Referensi

- Bonfim, K., J.C. Faria, E.O. Nogueira, and E.A. Mendes, Aragão F.J. 2007. RNAi-mediated resistance to bean golden mosaic virus in genetically engineered common bean (*Phaseolus vulgaris*). *Mol Plant Microbe Interact.* 20(6):717-726.
- Russell, D.R., K.M. Wallace, J.H. Bathe, B.J. Martinell, and D.E. McCabe. 1993. Stable transformation of *Phaseolus vulgaris* via electric-discharge mediated particle acceleration. *Plant Cell Rep.* 12:165-169.

Kurniawan Rudi Trijatmiko

Pada tanggal 25 September sampai dengan 8 Oktober 2011 peneliti dari BB-Biogen (= penulis) mendapat kesempatan training nanoteknologi di *Center of Excellence in Nanotechnology (CoEN), Asian Institute of Technology (AIT), Thailand*. CoEN-AIT merupakan salah satu dari delapan

Nanoteknologi: Teknologi Masa Depan

Center of Excellence Nanotechnology yang didirikan oleh pemerintah Thailand. Dua pakar nanoteknologi yang menjadi pionir penelitian dan pengembangan nanoteknologi di CoEN-AIT, yaitu Prof. Dr. Joydeep

Duta dan Prof. Dr. Gabor L. Hornyak, menjadi pengajar dalam training untuk teori dan aplikasi nanoteknologi di bidang pertanian dan industri. Selama training juga diadakan kunjungan ke beberapa

laboratorium penelitian dan pengembangan nanoteknologi di *National Nanotech Center, Universitas Mahidol, dan Universitas Chulalongkorn*.

Saat ini, nanoteknologi telah menjadi sebuah revolusi industri baru yang menarik dan berkembang dengan sangat cepat. Di banyak negara, baik pemerintah maupun swasta telah melakukan investasi besar-besaran dalam nanoteknologi untuk mempertahankan daya saing produk mereka pasar global. Di Asia Pasifik, hampir semua negara seperti Korea (Juli 2001), Cina (2002), Taiwan (September 2002), India (2003), Australia (2003), Singapura (2003), dan Thailand (2003) telah meluncurkan Inisiatif Nanoteknologi Nasional mereka. Pada kurun waktu 2003-2007, Thailand telah menginvestasikan sekitar USD 42 juta untuk penelitian dan pengembangan nanoteknologi. Sedangkan Malaysia sejak tahun 2001 telah memasukkan riset nanoteknologi sebagai *strategic research program* dengan mengalokasikan anggaran sekitar 35% dari total dana penelitiannya yang mencapai USD 270 juta. Hingga saat ini, negara-negara Asia telah menghabiskan lebih dari USD 1,5 miliar untuk pengembangan nanoteknologi.

Asal-mula konsep nanoteknologi dapat ditelusuri dari ceramah fisikawan Amerika, **Richard Feynman**, tentang "**There's Plenty of Room at the Bottom**" yang disampaikan dalam pertemuan tahunan *American Physical Society* pada tanggal 29 Desember 1959. Dalam ceramahnya, Feynman mengemukakan suatu ide bagaimana memanipulasi dan mengendalikan suatu materi atau sesuatu hal dalam skala kecil sehingga kita bisa menulis 24 volume *Encyclopedia Britanica* hanya pada satu ujung peniti. Ceramahnya ini telah memberi inspirasi kepada ilmuwan di seluruh dunia untuk mengembangkan teknologi yang dapat menggambarkan dan memanipulasi atom dan

molekul, serta untuk membuat struktur dan perangkat atom demi atom atau molekul demi molekul. Tetapi istilah "Nanoteknologi" sendiri baru dimunculkan oleh Norio Taniguchi pada 1974 (seorang profesor di *Tokyo Science University* di Jepang) untuk mendefinisikan suatu proses yang terdiri dari tahapan pemisahan, konsolidasi, dan deformasi bahan dengan satu atom atau satu molekul.

Dengan nanoteknologi memungkinkan kita untuk bekerja, memanipulasi dan membuat alat, material, dan struktur baru pada tingkatan molekul menjadi struktur fungsional pada dimensi nanometer. Aplikasi nanoteknologi dapat dilakukan pada banyak industri termasuk ruang angkasa, pertanian, otomotif, kimia, energi dan lingkungan, makanan, informasi dan komunikasi, obat-obatan dan perawatan kesehatan, keamanan dan transportasi. Nanoteknologi menawarkan begitu banyak kemungkinan seperti menyediakan energi murah dan bersih, air bersih, material yang lebih ringan dan lebih kuat, lebih cepat, lebih kuat dan hemat energi komputer, peningkatan eksponensial dalam kapasitas penyimpanan informasi, pengurangan atau penghapusan polusi, serta deteksi dini dan pengobatan kanker dan penyakit lainnya.

Laboratorium CoEN-AIT: Minim Fasilitas, Kaya Prestasi

Sebutan ini pantas diberikan kepada CoEN-AIT yang menempati ruangan seluas 250 m² yang dibagi atas setengah bagian laboratorium dan setengah bagian lainnya untuk ruang administrasi, ruang mahasiswa, ruang kuliah dan seminar, serta ruang untuk *coffee break*. Di laboratorium tidak dijumpai alat canggih, kecuali spektrofotometer dan mikroskop untuk mengamati *contact angle* yang kedua-duanya dirakit sendiri. Alat-alat standar yang diperlukan untuk penelitian nanomaterial, seperti mikroskop elektron, *atomic probe microscopes*, X-ray

spectroscopy, *surface enhance raman spectroscopy*, dan *litography*, tidak dimiliki oleh CoEN-AIT. Lalu bagaimana mereka hanya dalam waktu 5 tahun sejak didirikannya pada tahun 2004 mampu menghasilkan 46 tulisan dalam jurnal internasional, 48 tulisan untuk konferensi internasional, dan 16 produk nanoteknologi yang empat di antaranya telah dipatenkan?

Minimal ada dua kunci sukses CoEN-AIT meraih prestasi dalam penelitian dan pengembangan nanoteknologi. Yang pertama, kajian nanoteknologi di CoEN-AIT dilakukan melalui pendekatan *bottom-up* dengan menggunakan material nano yang mudah disintesis, telah banyak dikarakterisasi dan potensial untuk diaplikasikan dalam skala luas di bidang industri, yaitu nanomaterial zink oksida (ZnO) dan silver oksida (AgO). Nanopartikel ZnO adalah material semikonduktor yang banyak diaplikasikan dalam teknologi sel solar, sensor gas, keramik, katalis, kosmetik and varistor. ZnO disintesis dari *zinc acetate dihydrate* ($Zn(CH_3COOH)_2 \cdot 2H_2O$) dengan pereaksi sodium hidroksida (NaOH) dalam pelarut etanol (C_2H_5OH) pada suhu 50°C. Partikel nano ZnO yang dihasilkan berukuran 5-6 nm dan bersifat stabil hingga 10 hari dalam suhu kamar. Sedangkan nano silver disintesis $AgNO_3$ yang distabilisasi dengan 1% *poly acrylic acid* (PAA) dan 25% amonia. Karena nano silver dalam PAA biasanya cepat mengalami aglomerasi, maka ke dalam larutan nano silver harus ditambah dengan sodium borohidrat ($NaBH_4$). Pereaksi yang dibutuhkan adalah *deionized H₂O* (dH_2O), (PAA), dan *sodium-borohydrate* ($NaBH_4$). Ukuran partikel nano perak yang dihasilkan melalui prosedur ini berdiameter 30-40 nm. Nano silver banyak diaplikasikan sebagai antimicrobial, pemutih udara, pemurnian air, dan perangkat sanitasi ruangan.

Yang kedua, penelitian dan pengembangan nanoteknologi sangat didukung oleh pemerintah Thailand

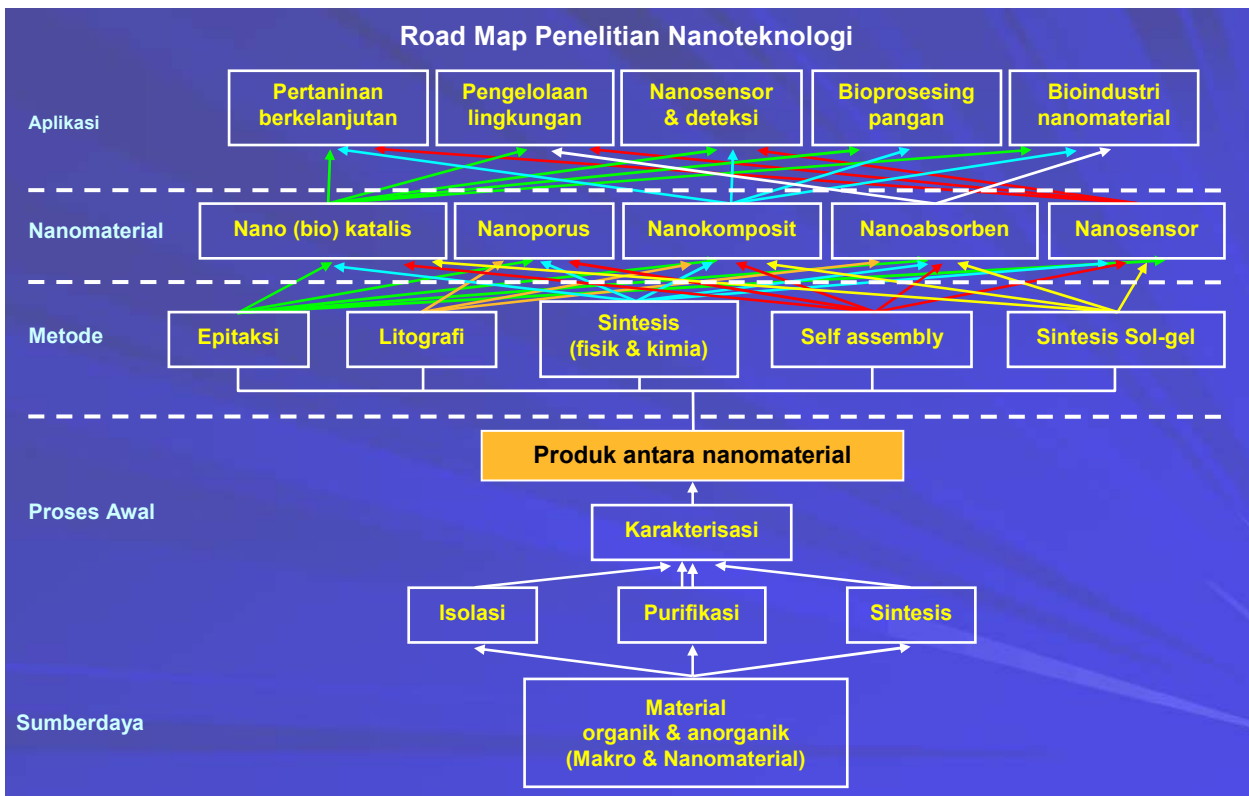
yang ditunjukkan dengan diluncurkannya Inisiatif Nanoteknologi Nasional dan membangun 8 Center of Excellence (CoE) di bawah Pusat Nanoteknologi Nasional, Thailand NANOTEC. Kedelapan CoE tersebut, yaitu (1) CoE Kasetsart University, Bangkok; (2) CoE Universitas Chulalongkorn, Bangkok, (3) Raja Mongkut CoE Institut Teknologi Ladkrabang, Bangkok; (4) CoE Universitas Mahidol, Bangkok, (5) CoE Asian Institute of Teknologi, Pathum Thani; (6) CoE Pangeran Songkhla University, Phuket; (7) CoE Khon Kaen University, Khon Kaen, dan (8) CoE Universitas Chiang Mai, Chiang Mai. Dengan konsep manajemen terpadu, CoE menjadi pusat penelitian berbasis keilmuan nanoteknologi dengan metode yang diarahkan untuk menghasilkan teknologi inovatif dan komponen perangkat futuristik. Saat ini, CoE telah memiliki lebih dari 30 anggota dari 10 negara berbeda yang melakukan penelitian lintas-disiplin di bidang nanoteknologi.

Roadmap Penelitian, Pengembangan dan Aplikasi Nanoteknologi

Indonesia memiliki keunggulan kompetitif untuk mengembangkan nanoteknologi berbasis pangan dan pertanian karena memiliki sumber daya alam yang melimpah dan khas, baik yang berupa material organik maupun anorganik. Berdasarkan sumbernya, material nano dapat dikelompokkan menjadi material alami, material yang terbentuk secara tidak sengaja, dan material hasil sintesis secara fisiko-kimia. Nano material hasil sintesis terdiri atas (1) material berbasis karbon (carbon nanotube), (2) material berbasis logam (*quantum dots*, nanogold, nanozinc, nanoaluminum, dan oksida logam berskala nano seperti TiO₂, AgO, ZnO dan Al₂O₃), (3) material dendrimer, yaitu nano polimer yang dihasilkan dari unit-unit percabangan yang bisa didesain untuk melakukan fungsi kimia spesifik, dan (4) material komposit, yaitu material hasil kombinasi partikel nano dengan partikel

nano lainnya atau dengan material *bulk* yang lebih besar. Jadi tahap awal kajian nanoteknologi adalah menentukan material potensial yang akan dikembangkan menjadi nano partikel, baik melalui pendekatan *top-down* maupun *bottom-up* (Gambar 1).

Material dalam skala nano (1-100 nm) perlu dikarakterisasi mempelajari sifat baru, baik secara fisik, kimia dan biologi, serta fenomena unik yang muncul. Ada dua alasan utama kenapa sifat bahan dapat berbeda jika berada dalam skala nano, yaitu (1) nanomaterial memiliki luas permukaan yang relatif lebih besar sehingga memiliki sifat kimia lebih aktif dan mempengaruhi kekuatan atau sifat listriknya, jika dibandingkan dengan massa bahan yang sama yang diproduksi dalam bentuk yang lebih besar, (2) efek kuantum dapat mendominasi perilaku materi pada skala nano yang selanjutnya mempengaruhi perilaku sifat optik, listrik dan magnetik material. Dan secara umum, nanoteknologi didefinisikan seba-



Gambar 1. Roadmap penelitian dan pengembangan nanoteknologi.

gai pemahaman dan kontrol materi pada dimensi nanometer yang memunculkan fenomena unik yang memungkinkan aplikasi baru dalam bidang teknologi. Ada beberapa metode yang umum digunakan untuk karakterisasi nanomaterial, yaitu *optical (imaging)*, *electron, scanning, photon (spectroscopic)*, dan *ion-particle probe*, dan *thermodynamic methods*.

Pengembangan material nano, seperti nano (bio) katalis, nano-absorben, nanokomposit, nanosensor, dan nanoporus dapat dilakukan dengan teknologi epitaksi, litografi, self-assembly, dan sintesis sol-gel. Epitaksi adalah teknik deposisi lapisan kristal tunggal pada suatu substrat di atas lapisan sehingga struktur kristalin dari substrat dapat berkembang pada lapisan tersebut. Teknologi epitaksi telah berhasil digunakan untuk membuat nanostruktur ZnO, baik melalui *solution phase synthesis* maupun *gas phase synthesis*. Teknik epitaksi yang biasa digunakan dengan pendekatan *gas phase synthesis* adalah *vapor solid (liquid)-phase transport*, *physical vapor deposition*, *chemical vapor deposition*, *metalorganic chemical vapor deposition* dan *thermal oxidation of pure Zn* yang diikuti dengan kondensasi. Tetapi pembuatan nano struktur ZnO dengan pendekatan *solution phase synthesis* menggunakan teknik *hydrothermal growth process* dianggap strategi paling efisien karena tidak memerlukan suhu tinggi dan kondisi vakum, serta morfologi nano strukturnya dapat dikendalikan dengan melakukan perubahan-perubahan kondisi reaksinya. Nano struktur ZnO banyak diaplikasikan dalam teknologi *surface acoustic wave filters*, *photonic crystals*, *photodetectors*, *light emitting diodes*, *photodiodes*, *solar cells*, *gas sensors* dan *optical modulator waveguides*.

Nano material dapat diaplikasikan pada banyak aspek pertanian dan pangan mulai dari aplikasi di lapang hingga penanganan produk pertanian untuk meningkatkan pro-

duksi pertanian, nilai tambah, dan kesejahteraan petani. Pada fase awal produksi tanaman, aplikasi nanoteknologi diarahkan pada pengembangan sensor iklim dan nutrisi tanah/pakan, memonitor pertumbuhan tanaman yang ideal, dan deteksi awal serangan hama tanaman dan penyakit, serta meningkatkan efektivitas dan efisiensi penggunaan pupuk dan pestisida. Dalam sistem pertanian industrial yang menerapkan manajemen pertanian presisi, pengembangan sistem monitoring secara *real time* pertumbuhan tanaman dan ternak dapat membantu membuat keputusan waktu optimum tanam, waktu pengairan, waktu dan dosis aplikasi pupuk, waktu dan dosis pemberian pakan pada ternak, serta waktu panen yang tepat.

Pada bidang pascapanen, kualitas dan keamanan pangan menjadi perhatian utama produsen, konsumen dan pihak yang berwenang dalam menangani keamanan pangan. Nanosensors dapat membantu meningkatkan keamanan pangan dengan memungkinkan kontrol kualitas dan pengujian lebih cepat yang tidak saja dapat dilakukan di pabrik tetapi juga di pasar, dan bahkan di kulkas konsumen. Sensor ini dapat terintegrasi dalam peralatan pengolahan makanan atau kulkas dengan memasukkan nanopartikel ke dalam makanan itu sendiri. Nanosensor adalah perangkat yang terdiri dari pengolahan data elektronik dan lapisan penginderaan yang dapat menerjemahkan sinyal seperti cahaya, zat organik atau gas ke sinyal elektronik. Nanosensor juga dapat diintegrasikan dalam makanan kemasan untuk menunjukkan apakah produk masih layak untuk dikonsumsi manusia. Aplikasi teknologi nano juga meningkatkan tajam pada pengembangan bahan pangan fungsional seperti *flavor* dan antioksidan. Bahan pangan fungsional baru seperti *lycopene* dan *karotenoid nanoparticulate* yang tidak bisa diintegrasikan ke dalam proses pengembangan makanan secara kon-

vensioal, sekarang menjadi tersedia secara komersial melalui aplikasi nanoteknologi. Nanoteknologi untuk kemasan pangan banyak diaplikasikan pada pengembangan kemasan yang dapat mengoptimalkan masa kadaluarsa produk. Sistem kemasan "pintar" (*smart packaging*) dapat memperbaiki sendiri kerusakan kemasan, mampu menyesuaikan dengan kondisi lingkungan (kelembaban dan suhu), dan memberi tanda atau peringatan pada konsumen jika produk terkontaminasi. Sifat kemasan juga dapat dimodifikasi sehingga lebih tahan panas, tahan bahan kimia, serta tahan mikroorganisme.

Peluang Aplikasi Nanoteknologi dalam Bidang Pertanian

Ada lima bidang industri pertanian yang memiliki daya saing untuk aplikasi nanoteknologi, yaitu industri pupuk, pestisida, pangan, obat bahan alam dan kemasan. Kelima bidang ini mampu memanfaatkan potensi internal yang dapat menjadi kekuatan untuk meraih peluang-peluang eksternal. Untuk industri pupuk, Indonesia memiliki cadangan zeolit, khususnya jenis klinoptilolit, yang sangat besar yang belum dikaji sifat, fungsi dan aplikasinya jika dibuat menjadi nano-zeolit. Penggunaan zeolit telah dilaporkan mampu meningkatkan ketersediaan unsur nitrogen didalam tanah sehingga memacu pertumbuhan dan hasil tanaman. Hal ini disebabkan adanya efek zeolit terhadap kapasitas penyerapan (*adsorpsi*) dan penyimpanan (*retensi*) amonium dan kalium. Zeolite juga dapat digunakan sebagai media pembawa racun serangga (pestisida) dan pembasmi jamur (fungisida). Selain hal tersebut karena sifat permukaan sangat mudah menyerap kation logam berat seperti Cd, Pb, dan Zn, maka logam-logam tersebut akan terserap oleh zeolit dan tidak dikonsumsi oleh akar tumbuhan sehingga tidak akan meracuni tanaman karena kandungan logam berat yang ada. Dengan kondisi tanah tersebut maka zeolit ber-

peran penting sebagai penggembur tanah, pembawa pupuk, pengatur pelepasan pupuk dalam tanah serta pengatur cadangan air. Zeolit juga digunakan sebagai "food supplement" pada ternak ruminansia dan non ruminansia dengan dosis 2,5-5% dari rasio pakan per hari yang dapat meningkatkan produktivitas susu, daging dan telur, serta laju pertumbuhan dan memperbaiki kondisi lingkungan kandang.

Selulosa dan kitin adalah biopolimer yang melimpah dari produk pertanian yang potensial untuk pengembangan nanofiber. Nanokitosan, hasil deasetilasi kitin, dan turunannya telah banyak diman-

faatkan secara komersial dalam industri pangan, kosmetika, pertanian, farmasi, pengolahan limbah dan penjernihan air. Pertanian juga mempunyai sumber melimpah selulosa yang dapat dikembangkan menjadi serat nano. Nanoselulosa telah mendapat perhatian tinggi karena potensial untuk digunakan tidak saja pada produksi kertas dan barang kemasan, tetapi juga untuk konstruksi, otomotif, furniture, elektronik, farmasi dan kosmetik. Nanoselulosa yang sangat kuat, kaku, ringan, mudah terdegradasi dan merupakan sumber terbarukan telah dikembangkan menjadi nanokomposit untuk bidang mekatroni-

ka. Akhir-akhir ini, nanoselulosa telah berhasil dikembangkan menjadi material biomedik untuk pengobatan kulit terluka dan terbakar, pemacu pertumbuhan pembuluh darah, sistem syaraf, dan gusi, serta rekonstruksi tulang. Produk nanoselulosa yang dihasilkan melalui fermentasi oleh bakteri *Glucanacetobacter xylinus* seperti Gengiflex® and Gore-Tex® telah dijual di pasaran dan terbukti sangat efektif untuk memacu regenerasi sel pada jaringan gigi.

Tri Puji Priyatno

Cina, negara dengan pertumbuhan ekonomi tertinggi di dunia rupanya memiliki kewaspadaan dan perhatian yang tinggi terhadap krisis energi yang melanda dunia. Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi (IPTEK) khususnya di sektor energi mendapat perhatian yang luar biasa dan mengalami kemajuan yang cukup pesat dalam kurun waktu lima tahun terakhir ini dan implementasinya dalam mendukung pembangunan ekonomi negara tersebut makin mengukuhkan Cina sebagai salah satu negara produsen barang-barang yang terkuat di dunia.

Dalam upaya perluasan ekonominya, Cina tertarik memperluas ekspansi kerja sama di bidang IPTEK dengan pemerintah Indonesia. Hal ini dibuktikan dalam *Indonesia-China Science and Technology Conference and Exhibition di Jakarta, 13-15 Desember 2011*, di mana perwakilan pemerintahan kedua negara bersepakat untuk terus mengembangkan kerja sama di bidang (IPTEK) yang pada hakekatnya telah dirintis sejak tahun 1994, melalui pertukaran teknologi dan peneliti yang dilandasi kesetaraan kerja sama di antara kedua negara.

Dalam pembukaan konferensi dan pameran yang dihadiri Menteri

Indonesia-China Science and Technology Conference and Exhibition

Negara Riset dan Teknologi Gusti Muhammad Hatta, Wakil Menteri Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Tiongkok Cao Jianlin serta Duta Besar Republik Rakyat Tiongkok Zhang Qiyue beserta sejumlah delegasi dilakukan juga penandatanganan MoU sebagai wujud perlindungan dan penghormatan hak-hak kekayaan intelektual, perjanjian transfer bahan dan akses sumber daya genetik dan pengetahuan tradisional serta untuk mempromosikan dan menjembatani kerja sama di bidang IPTEK.

Kerja sama yang disepakati dalam MOU tersebut meliputi bidang teknologi informasi dan komunikasi, pertanian, kelautan, perikanan, bioteknologi, biomedis, energi, teknologi air, material maju, dan nanoteknologi. Menurut Menristek Gusti Muhammad Hatta, kolaborasi dan kerja sama di bidang teknologi dan penelitian dengan dunia internasional termasuk dengan Republik Rakyat Tiongkok dapat mendorong pencapaian agenda nasional dan Masterplan Percepatan dan Perluasan Pembangunan Ekonomi Indonesia (MP3EI) di mana agenda penelitian nasional tahun 2010-2014

mencakup bidang pangan, pertanian, energi, kesehatan, farmasi, teknologi informasi komunikasi, transportasi, teknologi pertahanan, material maju, dan nanoteknologi.

Selain penandatanganan MOU kerja sama tersebut, juga digelar Pameran Gelar Teknologi Tepat Guna yang bertema *Herbal Medicine and Renewable Energy* dan diikuti 118 peserta yang terdiri dari 20 stand peserta Indonesia dan 98 stand peserta Tiongkok. Berbagai produk inovasi dan teknologi yang dipamerkan terdiri dari obat-obatan, tanaman herbal, produk pangan pokok dan solar panel.

Pada konferensi paralel diangkat tema "Energi dan Herbal Medicine". Konferensi bertopik *Energi* dikomandoi oleh Dr. Ferhat Aziz (Kepala Biro Kerjasama, Hukum dan Humas-BATAN) dan diisi oleh paparan oleh lima pembicara, yakni:

1. **Prof. Dong Yujie** (Deputi Direktur Institut Teknologi Nuklir dan Energi Terbarukan-Tsinghua University) yang memaparkan ***Pemanfaatan energi nuklir secara aman di Cina.***

Prof. **Yujie** menyampaikan bahwa status konsumsi energi di Cina mengalami peningkatan yang cukup signifikan pada satu dekade terakhir, yaitu 8,4% dibandingkan rata-rata kenaikan konsumsi energi di dunia yang kurang dari 2%. Kondisi ini menempatkan Cina sebagai negara dengan emisi CO² tertinggi saat ini (mencapai 6.071 Mton), mengalahkan USA (5.770 Mton) yang empat tahun lalu (tahun 2007) menempati rangking I di dunia dalam hal kontributor emisi CO².

Terkait dengan prospek konsumsi energi di Cina, dikemukakan beberapa pertimbangan yang strategis, antara lain meningkatkan penghematan energi dan peningkatan efisiensi; mempromosikan energi terbarukan dan energi nuklir; penurunan emisi karbon dengan target penurunan 40-45% pada tahun 2020 dari tahun 2005; tujuh strategi industri inovatif yang diprioritaskan, termasuk penghematan energi dan konservasi lingkungan, energi baru, material baru, energi baru untuk kendaraan, dan sebagainya.

Perencanaan jangka panjang tenaga nuklir di Cina telah dimulai sejak tahun 2007 dengan target pencapaian tahun 2020 sebesar 40 GW, akan tetapi dapat dipercepat realisasi pencapaiannya pada 2015. Saat ini telah dibangun 14 unit instalasi nuklir di Cina, telah beroperasi terdapat dengan total kapasitas 11,84 GW; 27 unit sedang dalam pengerjaan (29,57 GW); 21 unit dalam tahap perencanaan (21,88 GW).

2. **Adi Wardoyo** (Kepala Deputi Bidang Pengembangan Teknologi dan Energi Nuklir-BATAN) memaparkan ***Penelitian dan Pengembangan Teknologi Reaktor Nuklir di Indonesia***.

Sebelum terjadi tragedi Fukushima-Jepang, pemilihan lokasi instalasi nuklir di kawasan

Jawa-Madura. Berdasarkan survei jejak pendapat mengenai setuju tidaknya masyarakat sekitar calon lokasi terhadap pembangunan instalasi nuklir yang dilakukan sekitar tahun 2009, diperoleh sekitar 66% responden yang menyatakan setuju, akan tetapi pendapat tersebut menurun drastis pada saat dilakukan survei ulang pascatragedi Fukushima-Jepang, di mana hanya sekitar 30% responden yang menyatakan masih setuju terhadap rencana pembangunan instalasi nuklir tersebut.

Menyikapi perubahan tersebut, pihak BATAN kini mengalokasikan daerah pemilihan ke wilayah Sumatera, yaitu di sekitar Bangka yang disinyalir relatif aman guncangan baik dari pengaruh gempa maupun tsunami.

3. **Mr. Wang Zhe** (Deputi Direktur Jenderal untuk Departemen Ilmu dan Teknologi Pedesaan, MOST, China-diwakilkan) memaparkan ***Status terkini Bio Energi di Cina***.

Energi Cina terbesar berasal dari biomas, yang terbesar berasal dari sektor pertanian (650 juta ton, di mana 50%-nya dapat dimanfaatkan setara dengan 210 juta ton batubara). Kontributor kedua dari sampah hasil hutan mencapai 270 juta ton (30%-nya dapat dimanfaatkan setara dengan 50 juta ton batubara), dari kotoran binatang (ternak) dan sampah (setara dengan 100 juta ton batubara), dan sisanya berasal dari sampah padat (hanya setara dengan sekitar 25 juta ton batubara). Potensi biomas di Cina sesungguhnya secara total mencapai setara 1 miliar ton batubara. Pada akhir tahun 2010, Cina membangun biogas untuk rumah tangga pedesaan dengan jumlah total mencapai 40 juta, di mana 15,4 miliar m³ biogas setiap tahun berhasil diproduksi, yang artinya 20 miliar RMB biaya pedesaan berhasil diselamatkan setiap tahunnya.

Terkait dengan sentralisasi biogas untuk pembangkit listrik, pada akhir tahun 2010, Cina mengoperasikan 4.700 unit biogas-tanam untuk skala peternakan dan unggas, dan 1.600 unit untuk skala industri limbah organik, total sekitar 4 miliar m³ biogas dihasilkan. Skala maksimum biogas-tanam untuk kotoran ternak/unggas yang dioperasikan mampu menghasilkan biogas 20.000 m³ per hari (dengan kapasitas daya 3 MW) di Provinsi Shandong. Sedangkan pada skala industri limbah pabrik, maksimum biogas yang diproduksi mencapai 500.000 m³ per hari di Provinsi Henan.

Selain mengembangkan biogas, Cina juga giat menggalakan bahan bakar etanol yang berasal dari tanaman bukan biji-bijian, di mana *resource*-nya berasal dari ubi kayu, ubi jalar, sorgum, *jerusalem artichoke*, *duckweed*, dan sebagainya. Teknologi yang diterapkan adalah fermentasi bubur padat, penurunan viskositas, dan sebagainya. Pencapaian bahan bakar etanol bukan asal biji-bijian ini mencapai 318 ribu ton pada tahun 2010, dengan kapasitas produksi terbesar 200.000 t/tahun.

Bentuk lain bioenergi yang dikembangkan Cina adalah bahan bakar etanol dan butanol dari selulosa, biodiesel, metanol asal gasifikasi biomas, bahan bakar alkane cair melalui transformasi katalitik fase cair biomas, alga biofuel, bahan bakar asal mikroba (*microbial fuel cells*), dan sebagainya.

Bahan bakar etanol dan butanol asal selulosa menggunakan bahan baku dari jerami, limbah hutan, dan sebagainya. Teknologi yang diterapkan antara lain dengan perlakuan awal, skrining, preparasi selulosa, bioprosesing, kofermentasi gula C5 dan C6. Produksi bahan bakar etanol dan butanol asal selulosa ini mencapai 27.100 ton pada tahun 2010.

Biodiesel memanfaatkan berbagai bahan tanaman, pohon jarak, pohon damar wangi, *shiny-leaved yellowhorn* (sejenis tanaman khas di Cina-berdaun mengkilat, merupakan sumber biodiesel yang memungkinkan dalam waktu dekat), sekam padi, jerami, alga, jerami padi, serbuk gergaji, kayu, limbah pertanian dan kehutanan serta mikroba.

Pemanfaatan alga sebagai salah satu sumber biodiesel merupakan suatu terobosan baru di Cina yang saat ini baru dikembangkan pada level penelitian (belum masuk ke tataran komersial) yang memanfaatkan kemampuan organisme ini menghasilkan biodiesel melalui mekanisme autotrof maupun heterotrof. Pada mekanisme autotrof, tahapan yang dilalui antara lain seleksi strain alga dan pengkulturan → proses autotrofi (dengan bantuan cahaya, CO² dan nutrisi serta air) → bioreactor → ekstraksi hasil (panen alga dan ekstraksi minyaknya) → konversi → menghasilkan biodiesel dan produk bernilai tambah. Sedangkan pada mekanisme heterotrof, tahapannya mirip, hanya saja seleksi strain alga dipilih yang kelompok algae heterotrof, dikulturkan, kemudian pada proses heterotrofi cukup ditambah air, dilanjutkan dengan fermentasi → ekstraksi hasil → konversi → menghasilkan biodiesel dan produk bernilai tambah.

Strain alga yang kini dikembangkan untuk bahan baku biodiesel ini antara lain *Chlorella*, *Nanno-chloropsis*, *Diatoms*, *Dunaliellasalina*; di mana melalui rekayasa genetika, kandungan minyak pada *Chlorella* sp. dapat ditingkatkan hingga 50%.

Satu hal yang menarik terkait dengan kemajuan Cina yang pesat di sektor energi adalah bahwa pemerintah Cina mene-

rapkan kebijakan perpajakan yang kondusif bagi swasta/perusahaan untuk berinvestasi di sektor ini, antara lain berupa pembebasan 90% pajak penghasilan bagi perusahaan yang memproduksi briket biomas yang 70% materinya menggunakan bahan tangkai tanaman (*crops stalk*); sementara untuk perusahaan biodiesel jika 70% materinya berasal dari minyak sisa (minyak sayur, lemak hewan, atau keduanya), maka dihilangkan atasnya kewajiban membayar pajak.

4. **Prof. Dr. Armansyah T.** (Fakultas Teknologi Pertanian-IPB) memaparkan ***Pengembangan Energi Biomas untuk dimanfaatkan dalam Pembangunan Pertanian dan Pedesaan.***

Pada prinsipnya, teknologi energi yang dikembangkan oleh IPB sedapat mungkin memberikan kontribusi bagi peningkatan kesejahteraan masyarakat pedesaan; dalam kaitan tersebut telah diciptakan teknologi yang merupakan perpaduan *heat and cooling machine* di mana dengan teknologi tersebut memungkinkan petani produsen tanaman pangan maupun hortikultura untuk semaksimal mungkin meminimalkan kehilangan hasil dalam prosesing hasil panen sebelum sampai ke tangan konsumen.

Disampaikan pula bahwa insitusi ini juga telah banyak menghasilkan produk teknologi energi lainnya antara lain biogas, CHP Gasifikasi, CJCO (mesin ekstraksi untuk menghasilkan minyak dari tanaman jarak pagar), biodiesel, dan sebagainya.

5. **Yao Dan** (Praktisi Pusat *Small Hydropower* Internasional-Cina) memaparkan ***Perkembangan Listrik Tenaga Air Skala Kecil di Cina: Praktek, Pengalaman, dan Trend.***

Listrik Tenaga Air Skala Kecil (*Small Hydro-Power* =

SHP) didefinisikan sebagai instalasi tenaga listrik yang menghasilkan daya kurang dari 10 MW. Akan tetapi, seiring dengan perkembangan ekonomi di Cina, definisi ini turut berkembang, dengan batasan skala tidak lagi 10 MW, namun 50 MW. Di Cina sumber daya SHP sangat melimpah tersebar di lebih 1.700 kabupaten dari sekitar 30 provinsi, terutama di kawasan barat negara ini.

Program nasional yang turut mempercepat kemajuan SHP yang diterapkan pemerintah Cina antara lain program penyaluran listrik ke pedesaan (di Indonesia mungkin sama dengan Program Listrik Masuk Desa); penggantian penggunaan kayu bakar sebagai bahan bakar dengan listrik, program serentak kabupaten berupa elektrifikasi pedesaan melalui *hydropower*, dan pengaktualan suplai jaringan listrik pedesaan.

Dalam perkembangannya, di Cina kini terdapat lebih dari 300 pabrik perlengkapan SHP yang mampu memproduksi perlengkapan SHP lebih dari 6.000 MW per tahun.

Kesimpulan

Bioenergi yang bersumber dari limbah pertanian memiliki potensi yang strategis untuk dikembangkan. Cina dalam hal ini, telah menunjukkan bahwa pemanfaatan teknologi secara tepat akan besar kontribusinya bagi peningkatan kesejahteraan masyarakat. Indonesia sebagai negara agraris yang tentu berpotensi juga untuk mengkonversi limbah pertanian menjadi energi siap pakai dapat meniru upaya yang telah dilakukan pemerintah Cina untuk memberikan perhatian lebih terhadap optimalisasi pemanfaatan limbah pertanian dalam rangka percepatan konversi limbah menjadi energi siap pakai yang saat ini juga telah mulai berkembang di Indonesia.

Dari sudut pandang bioteknologi, kemajuan penelitian maupun pengembangan energi khususnya bioenergi di Cina menginspirasi kepada kita bahwa sesungguhnya masih sangat luas bidang kegiatan yang memerlukan sentuhan bioteknologi di Indonesia, antara lain pengembangan penelitian terkait

sumber gen-gen pada plasma nutfah yang berpotensi untuk dikembangkan dalam meningkatkan potensi plasma nutfah tersebut (baik asal mikroba/mikroorganisme, tanaman maupun serangga) sebagai bahan baku bagi bioenergi yang lebih efisien (mampu memproduksi energi yang tinggi dengan hanya

sedikit bahan) sebagai upaya mengantisipasi krisis energi yang semakin mengancam, dengan tanpa mengesampingkan tujuan utama pembangunan pertanian di Indonesia, yaitu menuju ketahanan pangan yang lestari.

Lina Herlina

Pada tahun 2011, Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian (BB-Biogen) memiliki 27 kegiatan penelitian yang didanai dari APBN (12 judul), kerja sama dalam negeri (11 judul), dan kerja sama luar negeri (4 judul). Dengan berakhirnya tahun anggaran 2011, pada tanggal 13-15 Desember 2011 BB-Biogen menyelenggarakan Seminar Kemajuan Hasil Penelitian Tahun 2011. Seminar yang dibuka oleh Kepala BB-Biogen, Dr. Karden Mulya bertujuan untuk mengetahui sejauh mana hasil penelitian tahun 2011 yang sudah dicapai sampai akhir November 2011. Kegiatan penelitian yang dipresentasikan selama tiga hari tersebut, yaitu:

Sumber Dana APBN

1. Konservasi 50 aksesori mikroba pertanian, dan dokumentasi plasma nutfah mikroba dan spesimen serangga pertanian (Ir. Yadi Suryadi, MSc)
2. Penelitian dan pengembangan konservasi, karakterisasi, dan dokumentasi 4.600 plasma nutfah tanaman pertanian (Dr. Asadi)
3. Pembentukan 300 galur mutan M3 dan M4 tanaman kedelai varietas Baluran, Grobogan, Wilis dan Burangrang serta 5 galur kedelai generasi T1 putatif transgenik untuk karakter produktivitas dan 30 transforman kedelai putatif generasi T0 untuk karakter umur gen (Dr. Ika Mariska)
4. Pembentukan 20 galur padi Cihorang::CsNitr1-L+Pup1 dan

Seminar Kemajuan Hasil Penelitian 2011

- Situ Bagendit::CsNitr1-L+Pup1 untuk efisiensi pupuk N dan P 30% serta produktivitas 8 ton/ha (Dr. Sustiprijatno)
5. Pembentukan 5 galur jagung transgenik dan evaluasi 30 galur hibrida jagung efisien pupuk N Produktivitas tinggi dan umur genjah <85 hari (Dr. Sutoro)
 6. Produksi 300 butir benih galur mandul jantan, 15 g benih 10 galur padi hibrida (F1) potensial yang dirakit dari pemulih kesuburan dihaploid hasil kultur antera dan uji daya hasil pendahuluan hibrida tersebut (Dr. Iswari S. Dewi)
 7. Pembentukan 4 galur tanaman transgenik kentang tahan penyakit hawar daun (*Phytophthora infestans*) yang dapat mengurangi 50% aplikasi fungisida (Dr. M. Herman)
 8. Pengembangan metode transformasi manggis dan durian menggunakan gen defH9-1aaM serta pembentukan 20 calon tunas transforman manggis dan durian pada media seleksi (Dr. Ragapadmi Purnamaningsih)
 9. Perakitan 20 transforman putatif gandum yang mengandung gen ZmDREB2A dan ekspresi 10 T1 yang mengandung gen OsDREB1A (Dr. Sustiprijatno)
 10. Pembentukan 3 peta genetik sawit, jarak pagar, dan padi dan identifikasi marka SNP kakao, kedelai dan sapi (Dr. I Made Tasma)
 11. Kloning 6 gen kandidat untuk toleran kekeringan, produktivi-



Seminar Kemajuan Hasil Penelitian 2011

tas tinggi dan umur genjah (Dr. Tri J. Santoso)

12. Analisis sidik jari DNA 288 aksesi plasma nutfah pertanian (padi, kedelai, dan mangga) dan hubungan kekerabatan sebagai penciri spesifik plasma nutfah (Ir. Tiur S. Silitonga, MS)

Sumber Dana Kerja Sama Dalam Negeri

1. Identifikasi struktur populasi wereng coklat di sentra produksi padi di Jawa berdasarkan marka molekuler dan seleksi galur padi produk bioteknologi tahan wereng coklat berdaya hasil 9 ton/ha (Habib Rijzaani, MSi)
2. Sinergisitas dan stabilitas ekspresi Gen OsERF1 dan OsDREB1A pada progeni silangan padi Ciherang X Nipponbare transgenik untuk toleransi terhadap salinitas tinggi (Dr. Tri J. Santoso)
3. Metode perbanyak *in vitro* nilam unggul dengan produktivitas minyak 250 kg/ha/tahun dan toleran kekeringan yang lebih murah 50% dari metode baku (Ir. Sri Hutami, MS)
4. Aplikasi marka molekuler terkait dengan umur genjah 90 hari dan produktivitas 7 ton/ha pada padi (Dr. Joko Prasetyono, MSi)
5. Rekayasa genetik *Azospirillum* unggul untuk menurunkan penggunaan pupuk nitrogen se-

besar 30% dan penggunaan pupuk fosfat sebesar 15% dari standar pemupukan untuk padi sawah (Ir. Eny Ida Riyanti, MSi, Ph.D)

6. Perbaikan padi Fatmawati menjadi varietas baru tahan penyakit blas umur 90 hari dan produktivitas 10,8 ton/ha melalui kombinasi teknik iradiasi dan kultur anthera (Dr. Endang G. Lestari, MSi)
7. Uji adaptasi 32 galur harapan padi gogo haploid ganda tahan penyakit blas (*Pyricularia grisea*; Skor <3, DLA <5%; produktivitas 5 ton/ha; umur 90 hari) dan identifikasi variasi sekuen basa nukleotida gen ketahanannya: uji daya hasil dan studi keragaman genetik patogen blas menggunakan marka SSR pada galur harapan haploid ganda padi gogo multigenik (Dr. Ida Hanarida Somantri)
8. Kloning gen *Dep1* untuk produktivitas dengan kontribusi >15% peningkatan hasil melalui teknik *over ekspresi* dan informasi sekuen genom pada padi (Dr. Tri J. Santoso)
9. Seleksi mutan padi terhadap umur genjah (90 hari) dan produktivitas >7 ton/ha serta mutan kedelai terhadap umur genjah (<75 hari), berbiji besar (>15 g/100 biji), toleran kekeringan

dan potensi hasil 3 ton/ha (Dr. Asadi)

10. Pengembangan pemanfaatan feromon untuk pengendalian serangga hama penggerek polong kedelai (*Etiella zinckenella* Treitschke) (Dr. Karden Mulya/ Dr. I Made Samudra)
11. Penelitian kultur jaringan kelapa sawit secara *in vitro* (Dr. Ika Mariska)

Sumber Dana Kerja Sama Luar Negeri

1. Capacity building and enhanced regional collaboration for the conservation and sustainable use of plant genetic resources in Asia (Dr. Karden Mulya)
2. Regeneration of rice, sweet potato, taro (*Colocasia*) and maize collections, Indonesian Center for Agricultural Biotechnology and Genetic Resources Research and Development (ICABIOGRAD), Indonesia (Dr. Sutoro)
3. Drought from a different perspective: improved tolerance through phosphorus acquisition (Dr. Sugiono Moeljopawiro)
4. Development of late blight resistant (LBR) potato for Indonesia - Confined Field Trials and Associated Studies (Dr. M. Herman)

Redaksi

Kepala dan Seluruh Staf BB-Biogen

Mengucapkan Selamat
Atas Pengukuhan Profesor Riset:

Prof. (Riset) Dr. Bahagiawati
Bidang Bioteknologi Pertanian

Prof. (Riset) Dr. Ika Mariska
Bidang Bioteknologi Kultur Jaringan