

BIOTEKNOLOGI : PENERAPANNYA PADA INDUSTRI KELAPA SAWIT

Sjafrul Latif

ABSTRAK

Penerapan bioteknologi pada industri kelapa sawit telah dimulai sejak awal dekade delapan puluhan, yaitu dengan digunakannya teknologi kultur jaringan untuk memperbanyak individu kelapa sawit terpilih melalui kultur (biak) sel. Sejalan dengan adanya penemuan-penemuan baru lainnya, di bidang pra panen berbagai aspek bioteknologi telah diaplikasikan pada kelapa sawit antara lain penggunaan bio-fungsida untuk mengendalikan ganoderma, penyebab penyakit busuk pangkal batang, pengendalian ulat pemakan daun kelapa sawit, serta penggunaan pupuk biologis. Demikian pula di bidang pasca panen, bioteknologi telah diaplikasikan untuk mengendalikan limbah cair pabrik kelapa sawit, pemanfaatan tandan kosong sawit, penyediaan bahan baku industri dan bahan pangan lainnya.

Kata kunci : bioteknologi, industri kelapa sawit

PENDAHULUAN

Pertambahan luas areal kelapa sawit di Indonesia selama kurun waktu 15 tahun (1984 hingga 1998) cukup pesat yaitu dengan rata-rata laju pertumbuhan sebesar 13,5% per tahun. Dewasa ini tercatat sekitar 2,6 juta hektar lahan yang telah ditanami kelapa sawit oleh rakyat, perkebunan besar negara (PT Perkebunan Nusantara) maupun swasta nasional dan asing (34). Masih tersedia sekitar 17,5 juta hektar lagi lahan yang potensial untuk ditanami kelapa sawit (32). Pada prinsipnya kebijaksanaan pengembangan kelapa sawit di Indonesia diarahkan terutama pada fungsi ekonomi dan konversi lahan. Kegiatan tersebut diutamakan pada pola PIR (Perusahaan Inti Rakyat) dan pemanfaatan lahan bekas hak perusahaan hutan (HPH).

Usaha-usaha untuk meningkatkan produktivitas tanaman kelapa sawit terus menerus dilakukan antara lain melalui

penemuan varietas unggul baru, perbaikan tindakan kultur teknis (agronomi) dan perlindungan tanaman. Dewasa ini, disiplin ilmu bioteknologi juga telah mulai diaplikasikan pada industri kelapa sawit.

Meskipun beberapa disiplin ilmu bioteknologi telah diaplikasikan di bidang pertanian secara umum, namun sebegitu jauh dalam industri kelapa sawit masih terbatas pada perbanyakan tanaman melalui teknik kultur jaringan, perlindungan tanaman, pengendalian limbah dan diversifikasi produk untuk bahan baku industri dan bahan baku pangan.

Teknologi biak sel yang dikelompokkan sebagai bagian dari bioteknologi telah diterapkan pada industri kelapa sawit mulai dekade delapan puluhan. Teknologi biak sel (kultur jaringan) memiliki potensi untuk menghasilkan dan memperbanyak bahan tanaman kelapa sawit unggul secara massal dan dalam waktu yang relatif singkat. Penelitian untuk diversifikasi produk

akhir baik dengan penerapan bioteknologi maupun dengan teknologi tradisional masih terus dilakukan oleh lembaga penelitian seperti Pusat Penelitian Kelapa Sawit (PPKS), Palm Oil Research Institute of Malaysia (PORIM) maupun oleh Perguruan Tinggi di dalam dan di luar negeri.

Beberapa kegiatan bioteknologi pra-panen dan pasca panen pada industri kelapa sawit dibahas secara singkat dalam makalah ini.

BIOTEKNOLOGI UNTUK INDUSTRI KELAPA SAWIT

Secara sederhana bioteknologi dapat didefinisikan sebagai pemanfaatan jasad hidup dan proses biologis/kimia dalam suatu proses metabolisme untuk menghasilkan produk bernilai tambah (ekonomis lebih tinggi). Sejalan dengan definisi di atas, maka penerapan bioteknologi pada industri kelapa sawit dapat dikelompokkan ke dalam dua kegiatan yaitu pra-panen dan pasca panen. Kegiatan yang dikelompokkan ke dalam pra-panen adalah perbanyakan tanaman klon kelapa sawit melalui biak sel (kultur jaringan) yang dalam jangka panjang akan merupakan teknologi dasar pada penciptaan kultivar baru dan rekayasa genetika, marka molekuler dalam pemuliaan, perlindungan tanaman dan domestifikasi plasma nutfah. Sedangkan yang dikelompokkan ke dalam kegiatan pasca panen antara lain adalah bagian dari proses pengendalian limbah pabrik kelapa sawit (PKS) seperti air buangan PKS, pengelolaan tandan kosong sawit (TKS) menjadi kompos dan biofertilizer, pembuatan biosurfaktan, perkayaan kualitas minyak sawit sebagai bahan baku industri dan pangan.

Bioteknologi pra-panen

Teknologi biak sel (kultur jaringan)

Perbanyakan klon kelapa sawit

Menurut Fatmawati dkk. (12) teknologi biak sel (kultur jaringan) dapat diaplikasikan pada kelapa sawit melalui berbagai teknik untuk menciptakan bibit unggul. Dengan teknik kultur jaringan, suatu tanaman elite kelapa sawit dengan sifat-sifat tertentu dapat diperbanyak dalam waktu yang relatif singkat menjadi beribu-ribu tanaman klon yang secara genetis sama dengan induknya. Eksplan (asal tanaman) yang digunakan dalam teknologi biak sel di PPKS adalah daun (pupus) muda, sama halnya dengan bahan yang digunakan di beberapa laboratorium seperti di Malaysia, Perancis dan Afrika. Melalui proses pengkulturan pada media buatan, dari daun muda dapat dihasilkan kalus. Kalus kemudian diperbanyak dan diinduksi menjadi embrio somatik (*somatic embryo*) melalui proses yang disebut *somatic embryogenesis*. Embrio somatik dirangsang untuk menumbuhkan pupus (daun) dan akar. Karena embrio somatik berasal dari suatu sel tunggal, maka teknik ini kelak akan memiliki potensi yang besar pula untuk teknologi rekayasa genetika (*genetic engineering*), suatu impian untuk menghasilkan tanaman dengan ciri-ciri atau sifat-sifat tertentu. Dalam skala komersial, teknologi suspensi sel merupakan suatu alternatif memperbanyak tanaman klon dengan biaya yang lebih murah (15). Apabila hasil biak sel tidak langsung digunakan, maka bahan tanaman tersebut (pada tahapan embrio somatik) dapat diubah ke bentuk *clump* dan dapat disimpan di dalam larutan nitrogen cair (temperatur -196°C) hingga waktu yang cukup lama melalui teknik yang disebut kriopreservasi (*cryo-*

preservation) (10, 11). Metode kriopreservasi pada klon kelapa sawit telah dikembangkan oleh Engelmann dan Duval (10) dan Engelmann dan Dereuddre (11). Daya tumbuh kembali (*recovery*) dari *clump* mencapai 30% (14).

Sampai tahun 1998, telah ditanam klon kelapa sawit di berbagai lokasi di Sumatera, Sulawesi dan Kalimantan seluas 1.500 hektar. Klon kelapa sawit asal kultur jaringan menunjukkan keragaan yang menggembarakan di lapangan. Tanaman klon selain tumbuh homogen juga memberikan produksi rata-rata lebih tinggi daripada tanaman asal benih. Pengamatan di La Me (Pantai Gading/Ivory Coast) dan di Aek Kwasan (Indonesia) oleh Cochard *et al.* (4) menunjukkan bahwa tanaman klon berproduksi 20% lebih tinggi daripada tanaman asal benih dengan kadar minyak 27%. Fatmawati *dkk.* (12) juga melaporkan bahwa produksi rata-rata tanaman klon 37.5% lebih tinggi daripada tanaman asal benih.

Teknologi kultur jaringan juga digunakan untuk memperbanyak pohon induk kelapa sawit jenis Dura, Dura Dumpy dan Pisifera (23). Potensi teknik biak sel juga dapat menghasilkan bahan tanaman yang bebas virus (*virus elimination*) dan membuat biji sintetik (*synthetic or artificial seed*), namun industri kelapa sawit belum sampai pada kegiatan tersebut.

Kultur embrio

Kultur embrio (*embryo culture* maupun *embryo rescue*) masih digolongkan ke dalam teknologi biak sel. Teknik ini digunakan untuk menyelamatkan tanaman yang embrionya secara alami tidak dapat tumbuh menjadi tanaman sempurna. Sebagai contoh, perbanyak tanaman kelapa sawit jenis pisifera sebagai sumber polen (tepung

sari) dan pisifera fertil sulit dilakukan secara tradisional. Sebagai sumber polen, pisifera tidak menghasilkan bunga betina maupun buah/biji. Biji pisifera fertil pada umumnya sangat kecil dan tidak bercangkang (tempurung) (23, 24). Biji tersebut dapat diselamatkan dengan jalan mengisolasi embrio dan kemudian menumbuhkannya menjadi tanaman normal melalui teknik kultur embrio (24). Teknik ini juga berpotensi untuk proses domestifikasi dan konservasi sumber plasma nutfah hasil eksplorasi dan prospeksi.

Kultur haploid

Perakitan tanaman haploid ganda yang homozigot di semua losainya melalui teknik haploidisasi, yaitu kultur anter dan kultur mikrospora, masih menjadi harapan (22, 25, 26, 27). Hibrida murni dalam arti kata "*true sense*" seperti pada tanaman jagung hingga saat ini pada tanaman kelapa sawit belum diperoleh. Hal ini disebabkan oleh karena kelapa sawit memiliki "*generation interval*" yang cukup panjang serta lemahnya kondisi tanaman akibat dari "*selfing*" yang terus menerus yang akan berakibat kematian tanaman selama proses penggaluran. Untuk menghasilkan tanaman haploid ganda secara tradisional dibutuhkan waktu sekitar 40 tahun (9-10 siklus pemuliaan) (5). Hal ini disebabkan selain siklus pemuliaan yang cukup lama, kelapa sawit merupakan tanaman tahunan yang heterozigot. Dengan teknik haploidisasi, waktu yang dibutuhkan untuk menghasilkan tanaman homozigot secara teoritis lebih pendek yaitu cukup sekitar 1-2 siklus pemuliaan (5). Tanaman homozigot ini dapat digunakan sebagai galur murni untuk menghasilkan hibrida baru dengan sifat-sifat yang dikehendaki. Teknik haploidisasi ini juga berpotensi dalam rekayasa genetika karena tanaman akan berasal dari

satu sel yang mengandung separoh jumlah kromosom (19).

Fusi protoplas

Fusi protoplas, terutama dari dua spesies yang berlainan diharapkan dapat memberikan kontribusi pada penciptaan varietas baru kelapa sawit. Teknik ini dapat dikembangkan untuk mendapatkan tanaman kelapa sawit yang menghasilkan minyak dengan kandungan asam lemak tidak jenuh yang lebih tinggi. Asam lemak tidak jenuh yang tinggi dapat dilihat dari besarnya fraksi cair daripada fraksi padat (29). Kelapa sawit yang demikian dapat dihasilkan, misalnya dengan melakukan fusi protoplas antara *E. guineensis* dengan *E. oleifera*. *E. oleifera* merupakan species kelapa sawit yang menghasilkan minyak dengan kandungan asam lemak tidak jenuh yang lebih tinggi daripada *E. guineensis* (29).

Marka DNA

Teknologi marka DNA digunakan dalam mempelajari (a) kebenaran genetik (*genetic fingerprinting*) untuk mengecek kebenaran tetua dan turunannya baik pada tanaman semaian maupun tanaman klon asal kutur jaringan (b) menandai sifat sederhana yang diwariskan seperti ketebalan cangkang (*shell thickness*) (c) analisa sifat-sifat kuantitatif seperti jumlah tandan, persentase minyak per tandan, minyak per mesokarp dan (d) keragaman genetik (18). Kontribusi teknik marka DNA pada kelapa sawit adalah sebagai alat bantu dalam pemuliaan. Menurut Asmono (1), pemuliaan kelapa sawit selama ini terkendala karena lamanya siklus pemuliaan (7-10 tahun per siklus) dan minimnya informasi genetik. Selain itu seleksi pada kelapa sawit masih bertumpu pada keragaman fenotipik dan uji keturunan. Kedua

cara ini selain menyita waktu juga memerlukan data pedigree yang teliti, sehingga menyebabkan biaya perakitan varietas baru menjadi tinggi.

Pupuk biologis

Pupuk merupakan masukan (*input*) yang besar dalam budidaya kelapa sawit. Sedikitnya 40-60% biaya pemeliharaan berasal dari pupuk. Agar produk sawit dapat bersaing dengan produk minyak nabati lainnya, seperti minyak jagung, kacang tanah, kedele, kanola, biji rape, biji kapas dan biji bunga matahari, maka industri kelapa sawit harus efisien. Salah satu aspek yang dapat mengurangi atau menekan biaya produksi adalah dengan mengefisienkan penggunaan pupuk. Pemanfaatan bakteri rhizobium yang bersimbiosa dengan akar kacang penutup tanah (*cover crop*) dapat mengikat nitrogen dari udara. Jamur mikoriza (*mycorrhizae vesicular* dan *asbuscular*) merupakan jasad mikro yang dapat membantu pelarutan dan ketersediaan unsur hara dalam tanah sehingga dapat diserap oleh tanaman. Sejauh ini pemanfaatan kedua mikroba ini dalam budidaya kelapa sawit masih terbatas dan masih pada skala kecil.

Perlindungan tanaman

Tanaman resisten hasil rekayasa genetika

Dalam bidang perlindungan tanaman, bioteknologi telah banyak digunakan terutama di negara-negara maju. Freyssinet (13) melaporkan bahwa beberapa jenis tanaman hasil rekayasa genetika yang toleran terhadap herbisida seperti glyphosate, glufosinate, sulfonyleurea dan bromoxynil yang diperdagangkan di pasar Canada dan Amerika Serikat adalah kanola, kapas,

kedele dan gandum. Namun di Indonesia tanaman tersebut belum nampak dipasarkan. Perakitan bahan tanaman yang toleran terhadap virus seperti *Banana Bunchy Top Virus* (BBTV) pada tanaman pisang dan *Papaya Ring Spot Virus* (PRSV) pada tanaman pepaya telah berhasil dilakukan antara lain di Australia.

Di Indonesia, hal seperti ini belum banyak dilakukan dan walaupun ada, hasilnya belum dipublikasikan. Sedangkan penelitian untuk mendapatkan tanaman yang resisten masih terbatas pada penggunaan jasad mikroba sebagai agen pengendalian biologis. Misalnya pada tanaman tebu telah dikenal pemanfaatan *Bacillus thuringiensis* (Bt) untuk mengendalikan hama penggerek batang. Sedangkan pada tanaman kelapa sawit penelitian masih terbatas pada penggunaan *Trichogrammatoidea thosea* sebagai parasit telur ulat api. Penelitian pendahuluan tentang transformasi genetik (secara umum) pada tanaman kelapa sawit telah dimulai di Malaysia diantaranya oleh PORIM (31).

Pengendalian Ganoderma pada kelapa sawit

Kelapa sawit mendapat gangguan dari banyak jasad mikroorganisma. Salah satu mikroorganisma yang menyerang kelapa sawit adalah *Ganoderma boninense*. *Ganoderma* dikenal sebagai salah satu agen mikro penyebab penyakit busuk pangkal batang yang berbahaya pada kelapa sawit. *Ganoderma* menyerang kelapa sawit dengan akibat serangan berupa kematian tanaman. Karena akibatnya yang fatal, maka ganoderma menjadi masalah nasional dan regional. Hingga saat ini belum ditemukan cara deteksi dini (*early detection*) untuk mengetahui apakah suatu tanaman telah terserang oleh *Ganoderma*.

Apabila tubuh buah jamur telah muncul atau terdapat di sekitar batang tanaman kelapa sawit, maka hal ini menunjukkan bahwa tanaman telah lama terserang dan akan segera mati. Selain itu juga belum ditemukan suatu bahan kimia yang dapat memberantas ganoderma secara efektif dan efisien. Dalam beberapa tahun terakhir telah digunakan biofungisida antara lain MARFU (MARihat FUNgicide) yang ditemukan oleh PPKS (35). MARFU (mengandung *Trichoderma koningii*) maupun GREEMI-G (yang mengandung bahan aktif *Trichoderma harzianum*) (21) digunakan untuk mengendalikan ganoderma. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan MARFU untuk mengendalikan ganoderma memberikan harapan dan hasil positif sehingga perlu dikembangkan lebih lanjut. Aplikasi MARFU dapat dilakukan dalam dua cara yaitu pertama untuk menanggulangi dan melindungi tanaman kelapa sawit yang belum terserang dan yang kedua adalah untuk mengobati tanaman yang sudah terserang ganoderma (35). Aplikasi cara kedua dapat menyembuhkan tanaman yang telah terserang *Ganoderma* (35).

Pengendalian ulat pemakan daun kelapa sawit

Ulat pemakan daun kelapa sawit (UPDKS) banyak jenisnya termasuk ulat api *Setora nitens*, *Setothosea asigna* dan *Darna trima* yang dikategorikan paling berbahaya. Akibat serangan UPDKS yang berat dapat menurunkan produksi kelapa sawit hingga 70-90%.

Penggunaan *Trichogrammatoidea thoseae* (30) untuk mengendalikan ulat api ternyata memberikan dampak yang nyata. *T. thoseae* mampu memarasit telur ulat api, sehingga tidak dapat berkembang menjadi larva ataupun ulat dewasa. Selain itu

dikenal juga cendawan *Cordyceps* yang berguna sebagai parasit pada kepompong ulat api (28).

Bioteknologi pasca panen

Pengendalian limbah cair pabrik kelapa sawit

Limbah pabrik kelapa sawit (PKS) merupakan hal penting yang mendapat perhatian peneliti kelapa sawit. Beberapa proses penanggulangannya telah mengaplikasikan bioteknologi. Misalnya, limbah cair yang berasal dari air rebusan, air stasiun klarifikasi dan air hidrosiklon harus dikendalikan sebelum dibuang ke sungai atau selokan. Limbah cair PKS dengan *biological oxygen demand* (BOD) sebesar 25.000 ppm dapat dikendalikan dalam kolam *anaerob* menggunakan bakteri *Betagen* sehingga nilai BOD nya mencapai 6.000 ppm. Selanjutnya pada kolam *aerob*, BOD nya dapat diturunkan lagi hingga mencapai <250 ppm sebagaimana dipersyaratkan. Hasil samping dari proses *anaerob* tersebut adalah gas bio yang dapat digunakan sebagai sumber energi untuk memasak atau penerangan (37).

Pemanfaatan tandan kosong sawit

Limbah padat berupa tandan kosong sawit (TKS), cangkang (tempurung) dan serat dapat dikendalikan dan dimanfaatkan. Tandan kosong yang merupakan fraksi terbesar limbah padat (23%) dapat dimanfaatkan sebagai kompos (6, 36). Proses pengomposan secara tradisional membutuhkan waktu 3-6 bulan. Apabila digunakan mikroba penghancur lignin dan selulosa maka proses dekomposisi dapat disingkat dari 3-6 bulan menjadi 2-3 minggu dengan rendemen pembuatan kompos mencapai

78%. Karena kompos yang dihasilkan masih mengandung mikroba, maka bahan aktif yang terdapat di dalamnya berperan sebagai musuh alami penyakit jamur akar dan busuk pangkal batang (17).

Menurut Hermawan *dkk.* (17) sebuah PKS dengan kapasitas olah 30 ton tandan buah segar (TBS) per jam berpotensi menghasilkan 15.000 ton kompos bioaktif per tahun dan jumlah tersebut mencukupi kebutuhan kompos untuk areal kebun seluas 2.500 ha dengan dosis pemberian sebesar 25 kg/pohon/semester. Uji lapang penggunaan kompos dari TKS dapat menghemat penggunaan pupuk tradisional sebesar 50%. Selain itu penggunaan kompos dapat pula meningkatkan sebesar 5,1% produksi dan tanaman muda dapat berproduksi lebih awal yaitu dari 30-32 bulan menjadi 22 bulan.

TKS yang selama ini merupakan limbah padat dari PKS ternyata memiliki prospek yang cukup baik sebagai bahan pengisi plastik yang mudah terdegradasi (2). TKS juga dapat diolah untuk menghasilkan furfural dan lignoselulosa. Furfural banyak digunakan dalam proses pemurnian minyak mentah, formulasi fungisida dan dalam industri kayu lapis (7).

Produksi bahan baku pangan dan industri

Kelapa sawit mempunyai peluang yang cukup besar menggantikan minyak bumi sebagai pemasok bahan baku biosurfaktan. Biosurfaktan berpotensi besar untuk diaplikasikan pada industri perminyakan, farmasi, makanan, biokosmetik, tekstil, pulp dan kertas (16). Kebutuhan surfaktan pada 1995 sebesar 9,3 juta ton dan pada tahun 2005 diperkirakan mencapai 12,5 juta ton. Biosurfaktan mempunyai sifat yang

sama seperti surfaktan, akan tetapi biosurfaktan lebih rendah tingkat toksisitasnya dan mudah terurai secara biologis. Biosurfaktan dapat diproduksi dari bahan alami menggunakan mikroorganisme seperti bakteri, ragi dan kapang. Juga dapat dihasilkan melalui proses biotransformasi menggunakan enzim lipase spesifik dan non spesifik. Caranya adalah dengan jalan mencampurkan substrat dengan enzim dalam larutan buffer dan diinkubasi pada temperatur 40 °C. Lipase dari *Candida cylindracea* merupakan enzim yang paling aktif dalam sintesis karbohidrat ester. Jenis biosurfaktan yang dihasilkan tergantung pada mikroorganisme yang digunakan (Tabel 1).

Biosurfaktan saat ini lebih banyak digunakan pada produk-produk yang langsung berhubungan dengan kehidupan manusia seperti kosmetik dan makanan. Limbah cair PKS yang masih mengandung minyak rata-rata 0,7% dapat digunakan sebagai bahan baku biosurfaktan. Sedangkan asam lemak destilat yang merupakan hasil samping dari proses fraksinasi minyak sawit mentah menjadi olein dan stearin (jumlahnya sekitar 2-4% dari minyak sawit mentah yang digunakan), juga dapat digunakan sebagai bahan baku biosurfaktan (16).

Usaha untuk menghasilkan mono- dan digliserida dari minyak sawit melalui proses enzimatik telah dirintis dan hasil

Tabel 1. Jenis biosurfaktan yang dihasilkan oleh beberapa mikroorganisme

Mikroorganisme	Biosurfaktan yang dihasilkan
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Rhamnolipida
<i>Bacillus subtilis</i>	Surfaktin
<i>Torulopsis bombicula</i>	Shoporolipida

Sumber : Herawan (16)

penelitian sementara menunjukkan prospek yang menggembirakan (8, 9). Mono- dan digliserida banyak digunakan sebagai bahan pengemulsi (*emulsifier*) dalam produk makanan, kosmetika dan farmasi (8, 9).

Menurut Elisabeth *dkk.* (8, 9) salah satu keunggulan proses enzimatik menggunakan lipase adalah reaksi pembentukan mono- dan digliserida berlangsung pada temperatur rendah sehingga dapat mempertahankan kandungan karotenoid dan vitamin E yang terdapat dalam minyak sawit. Hasil samping lainnya, kalau menggunakan minyak inti sawit, adalah produk mono- dan digliserida akan kaya dengan asam laurat, yang dipercaya dapat menurunkan kolesterol darah dan bersifat anti tumor (8).

Perkayaan nilai nutrisi minyak sawit

Perkayaan minyak nabati dengan asam lemak omega-3 (n-3) telah dilaporkan berhasil pada minyak-minyak kanola, kacang tanah, kedelai dan minyak biji melon. Hal serupa diharapkan dapat pula dilakukan pada minyak kelapa sawit (8, 9). Menurut Lee dan Akoh (dalam 20) asam-asam lemak omega-3 berperan dalam mencegah penyakit kardiovaskuler, anti inflamasi dan anti tumor, penurunan kekebalan tubuh, gangguan fungsi ginjal, diabetes dan kanker (8, 20). Selain itu pengkonsumsian asam-asam omega-3, yang dikategorikan sebagai nutrien esensial, dapat membantu pertumbuhan dan perkembangan otak dan retina pada bayi dan balita (8, 9).

Asam lemak omega-3 dapat diekstrak dari minyak ikan sedangkan pengkorporasiannya ke dalam minyak nabati, misalnya ke dalam minyak sawit, dapat dilakukan dengan menggunakan enzim lipase. Enzim lipase dapat diperoleh dari

berbagai mikroba maupun limbah pertanian. Apabila penelitian ini berhasil, maka kelapa sawit dapat memberikan sumbangan pada perbaikan gizi dan aneka produk pangan yang juga kaya akan karoten dan vitamin E. Pada dekade mendatang peranan enzim lipase dalam pengolahan minyak sawit akan semakin meningkat sejalan dengan meningkatnya aplikasi bioteknologi dan produksi kelapa sawit di Indonesia (20).

REKAYASA GENETIKA

Rekayasa genetika secara sederhana dapat didefinisikan sebagai pengintroduksian atau penambahan potongan DNA asing (gen) pembawa sifat tertentu ke dalam kromosom sel tunggal suatu individu untuk selanjutnya meregenerasi sel tersebut menjadi individu lengkap. Teknologi ini menggunakan bahan dan peralatan yang relatif mahal dan memerlukan ahli dari berbagai disiplin ilmu. Rekayasa genetika berkembang cukup pesat di negara-negara maju. Secara garis besarnya ada beberapa teknik yang dapat digunakan untuk mentransfer potongan DNA ke suatu sel tanaman, yaitu dengan bantuan bakteri *Agrobacterium*, (*Agrobacterium-mediated transformation*), *biolistic* atau *particle bombardment*, elektroporesi (*electroporation*), *silicon carbide fibers*, *liposome-mediated transformation* dan *in planta Agrobacterium-mediated transformation* melalui infiltrasi vakum pada tanaman utuh (38). Teknik yang paling umum dalam rekayasa genetika adalah pemanfaatan bakteri *Agrobacterium tumefaciens* dan secara fisik menggunakan *biolistic* atau *microprojectile bombardment* (3, 39). *Agrobacterium tumefaciens* adalah bakteri yang terdapat dalam tanah dan dapat menyebabkan gall

atau kanker pada tanaman melalui perlukaan fisik. Bakteri ini dapat menginfeksi tanaman dikotil maupun monokotil. Promoter CaMV 35S (*Cauliflower mosaic virus*) dikenal sangat efisien dalam mengekspresikan gene yang diintroduksikan pada kebanyakan tanaman dikotil (40). Reporter gene yang paling umum digunakan dalam rekayasa genetika adalah GUS (β -glucuronidase) dan GFP (*green fluorescent protein*). Untuk mengetahui apakah suatu sel telah dimasuki reporter gene (GUS) dapat dilihat dengan reaksi pewarnaan menggunakan senyawa 8-bromo-4chloro-3-indolyglucuronide (X-gluc). Sel yang mengandung reporter gene akan berwarna biru tua. Sedangkan pengamatan untuk reporter gene GFP dapat dilihat dibawah mikroskop fluorescent. Sel yang mengandung reporter gene akan memantulkan cahaya fluorescene.

Penyeleksian sel yang tidak transformed dilakukan pada media yang diberi kanamycin atau geneticin. Hanya sel-sel yang telah dimasuki gene baru saja yang dapat bertahan hidup dan berkembang selanjutnya.

Shen *et al.* (33) telah berhasil meningkatkan kualitas minyak jagung dan minyak kedele melalui manipulasi genetik. Mereka berhasil mengubah komposisi asam lemak. Dilaporkan bahwa tanaman jagung dan kedele transgenik menghasilkan asam-asam lemak polyunsaturated sangat rendah dan meningkatkan asam lemak monounsaturated menjadi lebih tinggi. Pada tanaman kelapa sawit, rekayasa genetika masih sangat minim. Tercatat peneliti dari Malaysia telah mencoba melakukan telaah dan penelitian pendahuluan rekayasa genetika untuk memperbaiki kualitas minyak sawit. Sasaran utama dari rekayasa genetik pada kelapa sawit adalah

untuk meningkatkan kandungan asam oleik (31). Untuk maksud tersebut telah diidentifikasi gen-gen sebagai target utama yaitu gen β -ketoacyl ACP synthase II, palmitoyl acyl ACP thioesterase and gen $\Delta 9$ stearoyl ACP desaturase (31).

KESIMPULAN

Aplikasi bioteknologi pada industri kelapa sawit hingga saat ini relatif masih terbatas. Di bidang pra panen, teknik biak sel yang sudah memberikan hasil pada skala komersial dan penggunaan MARFU yang mengandung *Trichoderma koningii* untuk mengendalikan penyakit busuk pangkal batang yang disebabkan *Ganoderma boninense*. Pada bidang pasca panen, bioteknologi yang telah diaplikasikan secara luas adalah pengendalian limbah cair pabrik kelapa sawit menggunakan bakteri Betagen yang telah diproduksi pada skala komersial oleh PPKS. Selebihnya masih dalam tahap pengujian pada skala penelitian.

PUSTAKA

1. ASMONO, D. 1998. Pemanfaatan marka molekuler untuk mendukung pemuliaan sawit. Warta PPKS 6 (1) 1-8.
2. BASUKI dan P. GURITNO. 1999. Laporan pendahuluan hasil penelitian pemanfaatan limbah kelapa sawit. Disampaikan pada pertemuan Pusat Penelitian Kelapa Sawit di Balai Penelitian Marihat, PPKS, 10 Juni 1999.
3. BATESON, M. 1997. Introduction to plant transformation. Bahan kuliah Transformation Workshop pada International Symposium on Biotechnology of Tropical and Subtropical Species, Brisbane, Australia.
4. COCHARD, B., T. DURAND-GASSELIN., P. AMBLARD., E. E. KONAN dan S. GOGOR. 1999. Performance of adult oil palm clones. PIPOC, Kuala Lumpur, 1-6 Februari 1999, 12-22.
5. CORLEY, R.H.V. and R. STRATFORD. 1998. Biotechnology and oil palm: Opportunities and future impact. 1998 International Oil Palm Conference, September 1998, Bali, Indonesia (Paper GL 08).
6. DARNOKO., Z. POELOENGAN dan ISWANDI ANAS. 1993. Pembuatan pupuk organik dari tandan kosong kelapa sawit. Bul. Pusat Penel. Kelapa Sawit, 1 (1) 89-99.
7. DARNOKO. 1994. Konversi limbah padat kelapa sawit menjadi furfural. Laporan hasil penelitian ARMP 1993/1994. PPKS Ex No. 9447, 116-121.
8. ELISABETH, J., A. JATMIKA., E. NAINGGOLAN dan D. M. MALAU. 1998. Preparasi mono- dan digliserida dari minyak sawit dengan gliserolisis enzimatik. 1998. Jumal Penel. Kelapa Sawit, 6 (1) 79-94.
9. ELISABETH, J., A. JATMIKA dan K. SINAGA. 1999. Inkorporasi asam lemak omega-3 pada minyak sawit merah dengan metode enzimatik. Ringkasan Hasil Penelitian, Disampaikan pada pertemuan Pusat Penelitian Kelapa Sawit di Balai Penelitian Marihat, 10 Juni 1999.
10. ENGELMANN, F and Y. DUVAL. 1986. Cryopreservation of oil palm somatic embryos (*Elaeis guineensis* Jacq.), results and applications prospects. Oleagineux 41, 169-174.
11. ENGELMANN, F and J. DEREUDDRE. 1988. Survival and proliferation of oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) somatic embryos after freezing in liquid nitrogen, C.R. Acad. Sci., Paris 3. 111-116.
12. FATMAWATI., S. LATIF dan G. GINTING. 1999. Kultur jaringan pada kelapa sawit (Tissue Culture of Oil Palm) Makalah disampaikan pada Studium Generale HIMAGRO Fakultas Pertanian UMSU, Medan 8 Mei 1999, 11 pp.
13. FREYSSINET, G. 1998. Herbicide tolerance in crops: A Tool and a Commercial Reality. Abstract of: IX International Congress on Plant Tissue and Cell Culture, Jerusalem, Israel 14-19 June 1998.
14. GINTING, G., FATMAWATI, R.A. LUBIS dan A.U. LUBIS. 1992. Kryopreservasi pada embrio kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) di Pusat Penelitian Perkebunan Marihat. Prosiding Seminar Hasil Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi LIPI Bogor, 194-195.
15. GINTING, G. dan FATMAWATI. 1997. Suspensi sel pada kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.). Jurnal Penel. Kelapa Sawit, 5 (3) 153-160.

16. HERAWAN, T. 1998. Biosurfaktan: Aplikasi dan peluang minyak sawit sebagai bahan bakunya. Warta Pusat Penelitian Kelapa Sawit 6 (2) 83-92.
17. HERMAWAN, S., D. CIKMAN., L. ROCHMALIA., D.H. GOENADI dan Y AWAY. 1999. Produksi kompos bioaktif TKKS dan efektivitasnya dalam mengurangi dosis pupuk kelapa sawit di PT Perkebunan Nusantara VIII. Prosiding Pertemuan Teknis Bioteknologi Perkebunan Untuk Praktek. Bogor 5-6 Mei 1999, 1-8.
18. JACK, P.L., C. JAMES., Z. PRICE., K. RANCE., L. GROVES., R.H.V. CORLEY., S. NELSON and V. RAO. 1998. Application of DNA Markers in oil palm breeding. 1998 International Oil Palm Conference, Bali September 23-25: 315-324.
19. JAHNE, A. and H. LORZ. 1995. Cereal microspore culture. Plant Science 109: 1-12.
20. JATMIKA, A. 1998. Aplikasi enzim lipase dalam pengolahan minyak sawit dan minyak inti sawit untuk produk pangan. Warta PPKS 6 (1) 31-37.
21. KUSNANDAR, E., L. WAHYUDI dan T.W. DARMONO. 1999. Aplikasi biofungisida GREEMI-G di PT Perkebunan Nusantara VIII. Prosiding Pertemuan Teknis Bioteknologi Perkebunan Untuk Praktek. Bogor 5-6 Mei 1999, 9-18.
22. LATIF, S. 1991. Identifikasi mikrospora kelapa sawit *Elaeis guineensis* Jacq. untuk kultur haploid. Bul. Perkebunan, 22 (4) 231-238.
23. LATIF, S. dan G. GINTING. 1992. Hasil pendahuluan kultur jaringan kelapa sawit Pisifera. Berita Penelitian Perkebunan 2 (2) 49-56.
24. LATIF, S., G. GINTING dan T. HUTOMO. 1993. Meningkatkan perolehan bahan tanaman pisifera fertil melalui kultur embrio. Buletin Pusat Penelitian Kelapa Sawit, 1(2) 151-161.
25. LATIF, S., SUBRANTO., T. HUTOMO dan K. PAMIN. 1995. Peranan kultur mikrospora dan kultur anter untuk pemuliaan kelapa sawit. Jurnal Penelitian Kelapa Sawit 3(1) 27-44.
26. LATIF, S., SUBRANTO., T. HUTOMO dan K. PAMIN. 1997. Prospect of microspore and anther culture for oil palm breeding. Current Status of Agricultural Biotechnology in Indonesia. Research Development and Priorities. Proceedings Second Conference on Agricultural Biotechnology. Jakarta 13-15 June 1995, Vol 2: 323-335.
27. LATIF, S. 1999. Usaha mendapatkan galur murni kelapa sawit melalui kultur anter dan kultur mikrospora. Makalah disampaikan pada Kolokium PPKS, 6 Maret 1999, 8 pp. (Unpublished).
28. LUBIS, A.U. 1992. Kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) di Indonesia. Pusat Penelitian Perkebunan Marihat-Bandar Kuala, 262-314.
29. MUSTAFA-MAJNU dan S. LATIF. 1984. Asam lemak tidak jenuh pada minyak kelapa sawit hibrida *Elaeis oleifera* X *Elaeis guineensis*. Bul BPP Medan, 15 (4) 143-147.
30. PARDEDE, D.B. 1999. Pemanfaatan *Trichogrammatoidea thosae* untuk mengendalikan ulat api pada kelapa sawit. Laporan Penelitian Semester I/1999, PPKS 4pp.
31. PARVEEZ, GKA., S. RAVIGADEVI., S.N.A. ABDULLAH., A. OTHMAN., U.S. RAMLI., O. RASID., M.M. MASRI and S.C CHEAH. 1999. Production of transgenic oil palm - Current success and future consideration. Proceedings 1999 PIPOC 1-6 February 1999, Kuala Lumpur.
32. POELOENGAN, Z. dan S. LUBIS. 1992. Prospek kelapa sawit untuk agroindustri. Makalah pada Agribusiness Weeks 1992. P2PA Jakarta 17 hal.
33. SHEN, J.B., E.B. CAHDON., W.D. HITZ dan A.J. KINNEY. 1998. Improving corn and soybean oils by genetic manipulation. Abstract of: IX International Congress on Plant Tissue and Cell Culture, Jerusalem, Israel 14-19 June 1998.
34. SOEBRANTO, S. LATIF dan D. ASMONO. 1999. Aplikasi bioteknologi dalam bidang prapanen untuk meningkatkan produktivitas tanaman kelapa sawit. Makalah disampaikan pada Kongres PBI XII dan Seminar Nasional Biologi XVI di Bandung 27-29 Juli 1999.
35. SUPENA, H. 1999. Komunikasi pribadi
36. SUSILAWATI, E. 1998. Potensi dan teknik pengomposan tandan kosong sawit. Warta PPKS 6(2) 77-82.
37. TOBING, P.L. 1993. Pengendalian dan pengoperasian limbah pabrik kelapa sawit. Lembaran Tehnis Pusat Penelitian Perkebunan (RISPA) Medan, 11 hal.
38. TRICK, H.N., R.D. DINKINS., E.R. SANTAREM., R.DI., V. SAMOYLOV., C.A. MEURER., D.A. WALKER., W.A. PARROTT., J.J. FINER and G.B. COLLINS. 1997. Recent advances in soybean transformation. Plant Tissue Culture and Biotechnology 3 (1) 9-26.
39. UPADHYAYA, N.M., Z. LI., M.B. WANG and P.M. WATERHOUSE. 1997. Biolistic Transformation of Plants. Bahan kuliah Transformation Workshop pada International Symposium on Biotechnology of Tropical and Subtropical Species, Brisbane, Australia.
40. VASIL, I.K. 1993. Molecular genetic improvement of cereal and grass crops. IAPTC News Letter. No. 72 December 1993.