

PEMANFAATAN BIOTEKNOLOGI UNTUK MENUNJANG  
PEMBANGUNAN PERKEBUNAN<sup>1)</sup>

APPLICATION OF BIOTECHNOLOGIES FOR PLANTATION  
DEVELOPMENT

S. Wardoyo dan J.S. Tahardi<sup>2)</sup>

ABSTRACT

*The role of the estate subsector in achieving national earnings and the increasingly stiff competition between countries producing similar primary commodities are elaborated herein. In order to promote plantation development, IPARD had taken the initiative of developing research covering both fundamental and applied aspects of biotechnology a few years ago. The important problems which are related to pre harvest technologies such as propagation, breeding, efficient N fertilization, biopesticide and to post-harvest technologies such as waste management, aroma development and quality improvement are briefly discussed. Similarly, solving of these problems through cell and tissue culture bioconversion and fermentation is discussed. Development of manpower, provision of infrastructure, funding and collaboration between RIEC's and state/private organizations constitute a determinant factor in achieving a steady plantation development.*

RINGKASAN

Peran subsektor perkebunan dalam menciptakan pendapatan nasional dan persaingan yang semakin ketat antar sesama negara produsen bahan alam dijelaskan. Untuk menunjang pembangunan perkebunan, AP3I telah mengambil kebijaksanaan dalam mengembangkan penelitian bioteknologi baik rintisan maupun terapan sejak beberapa tahun yang lalu. Permasalahan penting yang menyangkut bidang pra panen seperti perbanyakan, pemuliaan, efisiensi pemupukan N, biopestisida dan pasca panen yang meliputi penanganan limbah, pembentukan aroma dan perbaikan citarasa dibahas secara

1) Disampaikan pada Seminar Bioteknologi Perkebunan dan Lokakarya Biopolimer untuk Industri, PAU Bioteknologi IPB, Bogor, 10-11 Desember 1991.

2) Asosiasi Penelitian dan Pengembangan Perkebunan Indonesia (AP3I).

singkat. Demikian pula pemecahan masalahnya melalui teknologi kultur sel dan jaringan, biokonversi dan fermentasi. Pembinaan tenaga, penyediaan sarana/prasarana, pendanaan dan kerjasama antar Puslitbun dan instansi/swasta merupakan faktor penentu dalam mencapai keberhasilan pembangunan perkebunan.

## PENDAHULUAN

Di Indonesia sub sektor perkebunan memegang peranan yang sangat penting dalam menciptakan pendapatan nasional dan menunjang agroindustri. Karena itu, pembangunan perkebunan yang merupakan komponen dari pembangunan pertanian serta bagian dari pembangunan nasional, perlu terus ditingkatkan. Mengingat potensi sumber daya tanaman perkebunan dan sumber daya manusia yang besar, peranan tersebut perlu dikembangkan sampai taraf maksimal untuk mencapai ekonomi nasional yang tangguh. Pembangunan perkebunan tidak hanya ditujukan untuk meningkatkan produksi, tetapi juga kualitas produk dan pemanfaatan hasil sampingnya sehingga tercipta efisiensi produksi yang tinggi.

Selama ini, peningkatan produksi perkebunan ditempuh melalui perbaikan klon dan perbaikan teknik budidaya. Namun, sejalan dengan perkembangan teknologi tinggi yang pesat di dunia internasional, persaingan antar sesama negara penghasil bahan alam menjadi semakin ketat. Dengan majunya teknologi, penggunaan bahan primer menjadi berkurang karena munculnya produk sintetis atau bahan substitusi lain.

Bioteknologi yang sudah banyak diterapkan di negara maju ternyata memberi peluang bagi peningkatan produktivitas dan nilai tambah, ketahanan terhadap hama/penyakit, efisiensi penggunaan pupuk, pestisida dan lain-lain. Kenyataan itu menjadi pendorong bagi pemerintah untuk memanfaatkan kemajuan tersebut dalam pembangunan pertanian sehingga ekspor non migas dari sektor ini bisa ditingkatkan.

## KEBIJAKSANAAN AP3I DALAM PENGEMBANGAN BIOTEKNOLOGI

Asosiasi Penelitian dan Pengembangan Perkebunan Indonesia (AP3I) yang berkedudukan di Jakarta, bertugas sebagai koordinator dari 11 Puslitbun yang tersebar di Jawa dan Sumatera. Asosiasi ini selain menyediakan pendanaan bagi semua Puslitbun tadi, juga menentukan kebijaksanaan dalam strategi penelitian, pemilihan komoditas penelitian, dan urutan prioritasnya, serta mengevaluasi hasil penelitian dari masing-masing Puslitbun.

Sesuai dengan kebijaksanaan Pemerintah, pemanfaatan bioteknologi khususnya teknologi kultur sel dan jaringan dalam lingkup AP3I telah dimulai sejak beberapa tahun yang lalu. Penelitian bioteknologi rintisan selama ini banyak dipusatkan di Puslitbun Bogor sementara penelitian yang bersifat terapan dilaksanakan di Puslitbun lainnya. Puslitbun Marihat di Sumatera Utara, bahkan telah memanfaatkan teknologi *in vitro* dalam perbanyakan kelapa sawit untuk tujuan komersial. Puslitbun Sungei Putih telah memulai penelitian bioteknologi pada tanaman karet, Puslitbun Medan pada kelapa sawit, Puslitbun Jember pada kopi dan Puslitbun Bandar Kuala pada kelapa, sesuai dengan mandat komoditas yang dimilikinya.

Di bidang penelitian, AP3I telah menetapkan 4 macam kriteria yang perlu dipenuhi agar suatu rencana penelitian menjadi layak untuk direalisasikan, yaitu harus merupakan terobosan, memberi nilai tambah yang cukup, berwawasan lingkungan dan mampu memecahkan masalah yang dihadapi. Dengan demikian, setiap rencana penelitian dalam lingkup perkebunan, paling sedikit harus memenuhi salah satu dari keempat kriteria tersebut, baru dianggap layak dilaksanakan.

## PERMASALAHAN

Berbagai permasalahan yang dihadapi dalam subsektor perkebunan, baik yang menyangkut teknis biologis maupun yang berkaitan dengan sosial ekonomi, perlu diinventarisasi dengan cermat. Dengan demikian potensi dan peluang yang ditawarkan bioteknologi bisa mencapai hasil maksimal di bidang pra panen maupun pasca panen.

### Pra Panen

Di bidang pra panen, permasalahan yang menyangkut aspek perbanyakan dan pemuliaan adalah yang perlu diberi perhatian khusus. Berlainan dengan tanaman semusim yang berumur pendek, tanaman perkebunan seperti karet, kelapa sawit, kopi, kakao, teh dan kelapa, merupakan pohon berka-  
yu yang sangat heterosigot dengan siklus generatif yang panjang. Karena itu, pemuliaan untuk merakit klon unggul selain sulit, juga memakan waktu puluhan tahun sehingga menjadi sangat mahal. Ditambah lagi dengan masalah sempitnya keragaman genetik populasi, kesulitan dalam seleksi klon tahan penyakit tertentu (rapuh daun pada karet, Ganoderma pada kelapa sawit, karat daun pada kopi, VSD pada kakao, cacar daun pada teh), ketidakserasian batang bawah dan batang atas pada tanaman okulasi karet dan rendahnya hasil silangan yang jadi buah, semuanya menjadi hambatan dalam pemuliaan secara konvensional.

Sementara itu, perbanyakan tanaman perkebunan di samping membutuhkan waktu yang panjang, juga menghadapi masalah heterogennya bibit yang dihasilkan dari biji, sedang cara vegetatif tidak mungkin dilakukan pada jenis-jenis tanaman monokotil (kelapa, kelapa sawit). Pada kakao, kopi dan teh, perbanyakan dengan setek batang, cangkok, okulasi atau sambungan dapat saja dilakukan tetapi jumlah bibit yang dihasilkannya sangat terbatas.

### **Pasca Panen**

Di bidang pasca panen, limbah merupakan masalah utama yang perlu ditanggulangi. Dalam upaya pelestarian lingkungan, penanganan limbah cair yang dikeluarkan pabrik kelapa sawit perlu diprioritaskan karena mengandung lemak dan senyawa organik molekul besar. Demikian pula dengan limbah cair karet yang banyak mengandung protein dan karbohidrat.

Selain limbah cair, juga dihasilkan limbah padat berupa tandan kosong, cangkang buah, pasta berserat (kelapa sawit), kulit buah (kakao, kopi), yang meskipun tidak se parah limbah cair, tetap merupakan masalah yang perlu dipecahkan.

### **PEMANFAATAN BIOTEKNOLOGI DI BIDANG PERKEBUNAN**

Dalam memecahkan macam-macam permasalahan yang sulit ditanggulangi dengan hanya menggunakan cara konvensional, berbagai harapan bertumpu pada kemampuan dan keunggulan bioteknologi. Di bidang pra panen, teknologi yang tergolong baru itu diharapkan dapat meningkatkan produktivitas, ketahanan terhadap hama/penyakit dan cekaman lingkungan, efisiensi penggunaan pupuk serta menekan penggunaan pestisida. Begitu pula di bidang pasca panen, sumbangan bioteknologi dalam penanganan limbah perkebunan tidak kecil.

### **Pra Panen**

Dalam mengatasi masalah perbanyakan seperti yang telah diuraikan di atas, teknik kultur jaringan merupakan jalan pintas yang paling menguntungkan. Dengan teknologi ini akan dihasilkan bibit yang seragam, bersifat sama dengan induknya, dalam jumlah besar dan dalam waktu yang relatif cepat. Pohon terpilih dari Tenera pada kelapa sawit

dan dari hibrida Amazon hulu pada kakao yang banyak ditanam secara komersial, perlu diperbanyak melalui teknik tersebut. Demikian pula dengan hibrida KHINA pada kelapa, klon seri PR pada karet dan klon seri Gambung pada teh. Dalam pemuliaan tanaman, teknologi kultur jaringan dapat mempersingkat waktu seleksi dan memecahkan masalah inkompatibilitas seksual. Munculnya variasi somaklonal dari kultur kalus atau suspensi sel akan memperluas keragaman genetik dan mempercepat seleksi. Kultur anther merupakan jalan pintas untuk mendapatkan tanaman homosigot. Pada karet, dengan cara konvensional dibutuhkan waktu seleksi 30 tahun untuk mendapatkan galur murni, sedang dengan teknik kultur anther, planlet yang homosigot sudah bisa diperoleh dalam waktu satu tahun. Selain itu kultur anther memudahkan diperolehnya mutant baik secara kimiawi maupun melalui radiasi, sebab adanya satu set gen mempermudah pengisolasian mutan resesif. Duplikasi kromosom untuk membentuk tanaman diploid homosigot umumnya dilakukan dengan penambahan kolkhisin. Mutan kopi arabika yang tahan penyakit karat daun diharapkan muncul dari hasil kultur anther.

Fusi protoplasma yang dikenal sebagai hibridisasi somatik, memungkinkan penggabungan protoplasma antar sel yang berbeda sifat genetiknya. Dengan demikian terbuka kemungkinan dilakukannya persilangan antar jenis, bahkan antar genera. Cara ini juga mampu mengatasi masalah inkompatibilitas seksual yang kerap kali muncul dalam pemuliaan konvensional. Hibrida bermutu tinggi dan tahan penyakit karat daun dapat dirakit dengan fusi protoplasma antara kopi arabika dan robusta. Manipulasi genetik untuk mengintroduksi organel tertentu ke dalam protoplasma yang diisolasi dapat dilakukan dengan cara injeksi mikro.

Teknologi mutakhir yang dapat diterapkan dalam pemuliaan adalah rekombinasi DNA. Dengan cara ini gen yang

telah diidentifikasi dan diisolasi dari varietas tertentu bisa dikombinasikan dengan gen dari tanaman lain yang jauh kekerabatannya. Namun sebelumnya perlu dilakukan pemetaan gen dengan teknik Restriction Fragment Length Polymorphism (RFLP).

Biaya pengadaan bahan kimia berupa pestisida organik sintetik atau pupuk anorganik yang tinggi, dapat ditekan melalui pemanfaatan mikroba. Contohnya adalah bakteri *Bacillus thuringiensis* (Bt) yang banyak digunakan untuk biopestisida dan *Rhizobium* spp. yang dapat mengfiksasi N dari udara. Dengan teknik transformasi sejumlah gen Bt toksin telah berhasil diklonkan dan disisipkan ke dalam genom sel tanaman sehingga tanaman tersebut menjadi resisten terhadap hama dari keluarga Lepidoptera, Diptera dan Coleoptera.

Dalam meningkatkan efisiensi pengikatan N dari udara bakteri *Rhizobium* yang dapat membentuk bintil akar pada tanaman leguminosa diseleksi yang daya fiksasinya tinggi. Setelah itu strain *Rhizobium* unggul diinokulasikan ke dalam akar tanaman penutup tanah di areal penanaman baru.

#### Pasca Panen.

Di bidang pasca panen, pemanfaatan mikroba seperti bakteri dan khamir, mutlak diperlukan dalam penanganan limbah cair (kelapa sawit, karet) melalui proses biokonversi dan pembentukan aroma serta perbaikan cita rasa (kaka, kopi) dengan proses fermentasi. Namun, pada teh fermentasinya merupakan proses oksidasi enzimatis murni yang tidak melibatkan aktivitas mikroba.

Masalah limbah cair pabrik kelapa sawit (PKS) dapat ditanggulangi dengan penggunaan bakteri anaerob penghasil asam dan gas metan (Betagen) yang dapat mencernakan bahan organik majemuk seperti karbohidrat, protein, minyak dan lemak menjadi bahan organik sederhana. Selanjutnya bahan

tersebut diuraikan lagi menjadi gas metan, karbon dioksida dan belerang. Demikian pula dengan limbah pabrik karet dari lateks pekat yang mengandung karbohidrat dan protein dapat diubah menjadi biogas dalam waktu 2-3 hari. Dengan demikian, selain masalah limbah cair yang membahayakan lingkungan itu dapat diatasi, juga diperoleh nilai tambah karena terbentuknya biogas yang bisa diubah menjadi daya listrik. Efisiensi penanganan limbah cair ini dapat lebih ditingkatkan lagi dengan penggunaan rancang bangun reaktor anaerob berkecepatan tinggi.

Limbah padat PKS berupa tandan kosong, cangkang buah dan serat buah yang kaya selulosa juga dapat diubah menjadi glukosa, alkohol, asam organik dan sebagainya melalui proses fermentasi.

Pembentukan aroma kakao oleh senyawa gula pereduksi, peptida dan asam amino dan perbaikan cita rasanya karena berkurangnya senyawa polifenol dan teobromin yang sepat dan pahit terjadi melalui proses fermentasi. Fermentasi selama 16-24 jam pada kopi dianggap optimal untuk menghasilkan kopi bermutu tinggi. Dalam perdagangan dikenal 3 macam teh, yaitu teh hitam yang dihasilkan melalui fermentasi sempurna, teh oolong yang difermentasi tidak sempurna dan teh hijau yang tidak difermentasi.

#### PEMBINAAN DAN PENGEMBANGAN

Dalam penelitian bioteknologi perkebunan yang permasalahannya begitu kompleks, perlu diterapkan sistem prioritas. Pendekatan untuk memecahkan suatu masalah perlu dilaksanakan dari berbagai aspek penelitian, baik dasar maupun terapan. Karena itu suatu tim yang tangguh dan terdiri atas peneliti dari berbagai disiplin ilmu seperti

biokimia, fisiologi sel, biologi molekuler, genetika, fitopatologi, mikrobiologi, enzimologi, rekayasa dan lain-lain, perlu segera dibentuk.

Pembinaan tenaga dalam berbagai tingkatan dan disiplin ilmu itu perlu direncanakan dengan matang baik untuk program jangka panjang melalui pendidikan formal (S1, S2, S3) ataupun jangka pendek melalui pelatihan/kursus singkat dalam dan luar negeri. Pelatihan tersebut sangat diperlukan untuk menambah pengetahuan dan ketrampilan dalam menguasai teknik baru sehingga dapat segera diterapkan.

Penyediaan sarana/prasarana penelitian yang memadai sesuai dengan perkembangan pembinaan tenaga yang dilakukan tidak dapat ditunda lagi. Teknologi tertentu seperti RFLP, injeksi mikro, particle gun, fusi protoplasma, dll., memerlukan peralatan canggih pula. Untuk memenuhi hal tersebut dan untuk kelangsungan penelitian, jelas bahwa pendanaan yang besar dan berkesinambungan perlu diperhatikan.

Namun, di samping semuanya itu, untuk mencapai keberhasilan program bioteknologi perkebunan, hal lain yang tidak kalah penting adalah kerja sama yang erat, tidak hanya antar peneliti, tetapi juga antar Puslitbun dalam lingkup AP3I, dengan lembaga penelitian lain termasuk universitas, terutama PAU Bioteknologi dan swasta, baik di dalam maupun di luar negeri.

## KESIMPULAN

Pemanfaatan bioteknologi yang tepat akan sangat menunjang pembangunan perkebunan. Di bidang pra panen, bioteknologi mampu memecahkan berbagai kendala dalam perbanyakkan vegetatif dan perakitan klon unggul, mengefisiensikan penggunaan pupuk N, serta menekan penggunaan pestisida. Di bidang pasca panen, bioteknologi berperan aktif dalam perbaikan aroma dan cita rasa di samping penanggulangan masalah limbah serta pemberian nilai tambah pada berbagai produk samping.

Selain pembinaan tenaga, penyediaan sarana/pra sarana dan pendanaan yang berkesinambungan, kerjasama antar Puslitbun dengan instansi lain termasuk universitas dan swasta merupakan kunci keberhasilan dalam mencapai sasaran program bioteknologi perkebunan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Chase, S.S. 1987. Strengthening biotechnology research in agriculture in Indonesia. Consultancy Report, Agency for Agricultural Research and Development (AARD).
- Departemen Pertanian, Direktorat Jenderal Perkebunan. 1989. Rencana Pembangunan Lima Tahun ke-V. Subsektor Perkebunan 1989/90-1993/94. Buku I:73 hal.
- Manwan, I., Moeljopawiro, S. & Masyhudi, M.F. 1990. Peranan bioteknologi pertanian dalam era tinggal landas. Makalah dalam diskusi panel Pameran Produksi Indonesia 1990, Jakarta 23 Agustus 1990.
- National Research Council. 1990. Plant Biotechnology Research for Developing Countries. National Acad. Press, Washington, D.C.: 44 p.
- Puslitbun Sungei Putih, 1990. Program bioteknologi Puslitbun Sungei Putih dan laporan hasil penelitian 1986-1989. Asosiasi Penelitian dan Pengembangan Perkebunan Indonesia: 27 hal.

- Puslitbun Medan. 1991. Aplikasi bioteknologi untuk industri kelapa sawit. Bahan penyusunan makalah kunci dalam Seminar Bioteknologi Perkebunan dan Lokakarya Biopolimer untuk Industri, PAU Bioteknologi Institut Pertanian Bogor.
- Tahardi, J.S. 1989. Prospek penerapan bioteknologi pada tanaman perkebunan. Makalah dalam pertemuan AP3I-Ditjenbun, Oktober 1989.
- Tahardi, J.S. 1990. Penerapan teknologi *in vitro* pada tanaman karet Hevea. Prosiding Konferensi Nasional Karet, Palembang: 54-61.
- Tahardi, J.S. 1991. Micropropagation of oil palm: status, problems and strategies. Makalah dalam Workshop on Agricultural Biotechnology, Puslitbangtan, Bogor, 21-24 Mei 1991.