**BIOTEKNOLOGI TANAMAN**

1. **Aplikasi Bioteknologi Tanaman**

Bioteknologi adalah cabang dari ilmu pengetahuan yang mengkaji proses-proses industri yang memanfaatkan sistem biologi. Sistem biologi yang dimaksud dapat berupa mikroorganisme yang tumbuh dan berkembang secara alamiah, mikroorganisme hasil rekayasa genetik ataupun sel-sel hewan atau tumbuhan yang diisolasi dari induknya. Bioteknologi juga mencakup manipulasi sel-sel untuk mendapatkan strain (varietas) sel baru.

Bioteknologi modern bertujuan untuk menjadikan set-sel hidup melakukan "tugasnya" secara terarah dan terkendali. Untuk itu, manipulasi gen merupakan cara yang dapat ditempuh untuk mencapai tujuan ini. Selama beberapa abad manusia telah berupaya melakukan seleksi terhadap gen-gen yang diinginkan. Seleksi ini dilakukan melalui metode selective breeding dengan hasil yang dapat dilihat sekarang ini, antara lain berupa domba Merino, gandum yang resisten terhadap penyakit karat, serta bakteri dan jamur yang mampu memproduksi antibiotik dalam

jumlah besar.

Rekayasa genetik *(genetic engineering)* didefinisikan sebagai upaya memodifikasi, baik penambahan atau pengurangan jumlah gen pada suatu makhluk hidup (atau mengubah cara keda suatu gen tertentu) melalui proses non-sekual. Aplikasi bioteknologi yang paling nyata adalah untuk memperbaiki kualitas genetic tanaman sehingga memiliki daya guna dan daya hasil tinggi.

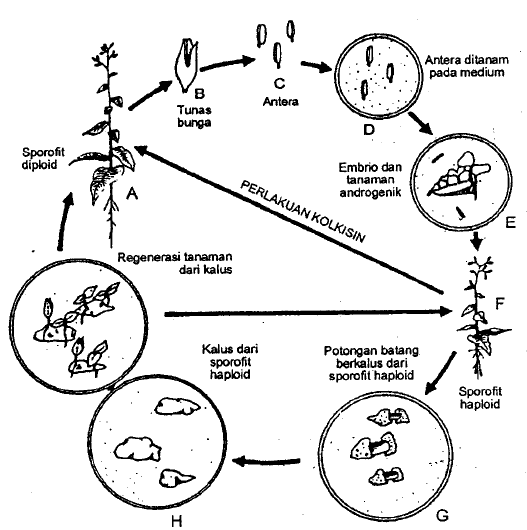
Sejumlah aplikasi bioteknblogi tanaman diuraikan berikut ini :

1. Produksi Tanaman Haploid dan *Doubled-*Haploid

Teknologi haploid menawarkan keunggulan yang tidak dijumpai pada teknik pemuliaan tanaman secara konvensional. Dengan teknologi ini akan dapat dikembangkan tanaman-tanaman homozigot hanya dalam kurun waktu satu generasi. sedangkan dengan teknologi konvensional, tanaman homozigot baru dapat dihasilkan seterah melarui proses seteksi hingga 5 atau 6 generasi.

Tanaman haploid tidak memiliki pasangan kromosom yang homolog, sehingga pada saat meiosis berlangsung, kromosom-kromosomnya tidak berpasang-pasangan seperti harnya pada tanaman normal (diploid). Melalui teknik ini vitro, tanaman haploid dapat diregenerasikan secara langsung dari gamet jantan maupun betina tanpa melalui proses pembuahan. Akan tetapi, berbeda dengan tanaman normal (diploid), individu-individu haploid bersifat steril. Apabira komplemen kromosomnya digandakan secara buatan, misalnya menggunakan kolkisin atau oryzalin, maka tanaman tersebut akan menjadi *doubtedhaploid*. sebagaimana dengan induk haploid yang homozigot, tanaman doubled-haploid juga bersifat homozigot. Bedanya adalah tanaman doubled-haploid bersifat fertil sehingga bisa diperbanyak secara selsual.

Seperti halnya dengan teknologi haploid, keuntungan utama teknik doubted-haploid adalah mampu menghasilkan galur murni dalam kurun waktu satu generasi, sekalipun berasal dari induk yang heterozigot. Hal ini nyata mempersingkat waktu yang dibutuhkan untuk memproduki populasi tanaman untuk studi genetik ataupun untuk tujuan seleksi, dan varietas tanJman baru akan dapat dilepas beberapa tahun lebih awal apabila dibandingkan dengan metode pemuliaan tanaman secara konvensional.



Gambar : Metode-metode untuk mendapatkan tanaman diploid yang homozigot dari tanaman haploid (Sumber: Bhojwani dan Razdan, 1983. Hlm. 183)

1. **Hibridisasi Somatik Via Teknologi Protoplas**

Pada tahun 1960, E.C. Cocking membuat terobosan penting dalam teknologi protoplas. Dari penelitiannya ditemukan bahwa enzim-enzim penghancur selulosa mampu melarutkan dinding sel sehingga didapatkan protoplas yang sekalipun mudah pecah, namun memiliki viabilitas yang tinggi. Sejak keberhasilan isolasi protoplas ini, teknik isolasi menggunakan enzim maju pesat. Fada tahun 1960-an, dengan menggunakan komposisi nuhisi yang tepat, protoplas berhasil diinduki untuk membelah diri.

Penelitian di bidang ini mencapai puncaknya pada tahun 1972, yakni dengan keberhasilan meregenerasikan tanaman lengkap. Temuan ini memiliki arti yang sangat pbnting bagi bioteknologi tanaman, karena terbukti bahwa spesies tanaman dengan karakteristik yang "lebih baik dan sesuai keinginan" pada prinsipnya dapat diproduksi dari satu protoplas setelah melalui proses selelsi-dan manipulasi yang sesuai.

1. ***Manfaat Teknolgi Protoplas***

Beberapa manfaat yang dapat diambil dari aplikasi teknologi protoplas antara lain adalah:

1. Dua atau lebih protoplas dapat berdifusi dan menghasilkan hybrid sel *(cybrid)* yang selanjubrya diinduksi menjadi hibrid tanaman. Meskipun fenomena ini telah sering dijumpai, narnun pada sejumlah spesies fusi protoplas sangat sulit dilakukan atau bahkan mustahil dilakukan.
2. Setelah dinding sel dibuang, protoplas mampu menelan benda-benda asing ke dalam sitoplasma melalui proses yang mirip dengan endositosis (seperti halnya pada amuba). Dalam skala eksperimen, fenomena ini telah banyak dimanfaatkan dan sejumlah kemajuan tetah dicapai, seperti menginhoduksikan inti sel, kloroplas, mitokondria, DNA, plasmid, bakteri, virus, dan lain sebagainya ke dalam protoplas suatu jenis tanaman tertentu.
3. Protoplas yang dikulturkan segera meregenerisikan dinding sel yang baru, sehingga memberikan peluang untuk mempelajari biosintesis dan deposisi dinding sel.
4. ***Fusi Protoplas dan Hibridisasi Somatik***

Hibridisasi somatik membuka peluang untuk menciptakan hibrid tanaman yang tidak mungkin diperoleh melalui persilangan biasa (sebagai akibat adanya halangan takonomi atau sekual). Sebagai contoh adalah hibridisasi somatik antara Solanum tuberosum (tanaman yang membentuk umbi, namun kurang resisten terhadap serangan penyakit) dengan Solanum brevidens (tanaman tidak membenfuk umbi, namun tahan terhadap serangan penyakit) dikarenakan adanya inkompatibilitas.

1. *Potensi Fusi Protoplasma Secara Umum*

Teknologi fusi protoplas berpotensi memperbaiki sifat-sifat genetik dari tanaman-tanaman yang memiliki arti penting secara ekonomi. Akar tetapi, hal ini tidak berarti bahwa fusiprotoplas akan menggantikan teknil pemuliaan secara konvensional, namun lebih tepat bila dikatakan sebaga pelengkap program pemuliaan tanaman. Hambatan utama yang dihadapi dalam implementasi teknologi protoplas adalah suliinya meregenerasikan produk fusi dan seringkali tanaman yang dihasilkan memiliki tingkal fertilitas yang rendah.

Isolasi dan fusi protoplas akan mendapat tempat bilamana kita tertarik pada kultur sel dan memanfaatkan produk dari sel-sel tersebut untuk bidang farmasi, atau menghasilkan produk yang berkaitan dengan obatobatan atau bahan makanan. Dalam situasi seperti ini, regenerasi tanaman hasil fusi tidaklah menjadi target utama. Misalnya pada fusi protoplas Euphorbia memiliki (yang memproduksi zat pewarna makanan, antosianin) dengan protoplas Coptis japonica (yang memproduksi senyawa farmasi, berberin), menghasilkan sel-sel yang mampu memproduksi kedua senyawa tersebut, yang selanjutnya ditumbuhkan secara komersial di dalam bioreaktor. Selain itu, protoplas dapat dimanfaatkan dalam hansformasi genetik menggunakan Agrobacterium atau melalui elekhoporasi atau melalui injeksi mikro.

1. **Seleksi Keragaman Alami di Dalam Kultur**

Konsep awal mikopropagasi adalah bahwa semua tanaman yang diregenerasikan dari jaringan somatik secara genetik akan identik dengan tanaman donor dan tidak ada keragaman yang muncul. Oleh karena itu, bilamana terjadi keragaman di antara tanaman yang diregenerasikan biasanya dinyatakan sebagai pengaruh kultur jaringan atau pengaruh zat pengatur tumbuh. Keragaman pada fenotipe tanaman yang timbul melalui proses rnikropropagasi dikenal dengan istilah keragaman somaklon.

Keragaman somaklon memiliki potensi sebagai sumber keragaman untuk pemuliaan tanaman semusim yang diperbanyak secara asekual, misalnya tanaman pisang. Keragaman somaklonal dapat muncul sebagai akibat fisiologis (misalnya tanaman terlalu lama dihadapkan pada 2,4-D), faktor biokimia, atau bahkan oleh faktor genetik tanaman.

Seleksi varian pada kultur sel dapat dilakukan melalui beberapa pendekatan, yaitu:

1. Seleksipositif: dapat dilakukan dengan memperlakukan populasi sel di dalam kultur (sebaiknya kultur suspensi sel atau kultur protoplas) dengan dosis subletal dari racun atau metabolit tertentu. Sel-sel yang tumbuh normal dipilih, sementara sel-sel tipe liar *(wild type)* yang tumbuhnya tidak normal akan tertekan pada kondisi ini.
2. Seleki negatif: dilakukan dengan menggunakan agen-agen penekan seleki *(counter selective)* untuk membunuh sel-sel tipe liar dan membiarkan pertumbuhan sel-sel resisten atau aukokop. Seleksi terhadap sel-sel fotoautokof dari kultur kalus atau kultur sel yang heterotrof dengan mengeluarkan sukrosa dari dalam medium kultur dapat dikelompokkan ke dalam kategori ini.
3. Strategi seleksi yang lain, termasuk secara visual (berdasarkan perbedaan pada pigmentasi atau tipe pertumbuhan, misalnya kalus remah vs kalus kompak), atau kepekaan terhadap suhu pada tanaman anak, dan sbategi untuk menyeleksi galurgalur tembakau yang resisten terhadap penyakit virus.
4. **Mutagenesis In Vitro**

Ekspresi mutagenesis in vitro telah dimanfaatkan dalam beberapa bidang, seperti kultur jaringan dan biologi molekuler. Adapun yang dimaksud dengan mutagenesis in viho adalah induki mutasi pada kultur sel secara ih viho dengan memaofaatkan mutagen kimiawi ataupun fisika, dilanjutkan dengan pemeliharaan sel-sel mutan dary'atau regenerasi tanaman mutan

Aplikasiteknologi mutagenesis in vitro memiliki potensi yang besar untuk meningkatkan ketersediaan keragaman genetik pada tahun-tahun mendatang. Mutagen dapat menimbulkan berbagai bentuk kerusakan DNA, seperti kehilangan ataupun duplikasi nukleotida, atau penyusunan ulang (inversi, banslokasi) segmen DNA di dalam kromosom. Kehilangan atau substitusiberbasis pasangan (misalnya tiga basis kodon didalam satu gen) tidak akan menimbulkan mutasi sehingga tidak akan mengubah fenotip tanaman.

1. **Pemulian Molekuler**

Pemuliaan molekuler adalah istilah umum yang digunakan untuk menggambarkan pengembangan dan aplikasi teknologi genetika molekuler dalam mengintrodukikan sifat-sifat baru yang dikehendaki dalam program pemuliaan tanaman. Sebelum abad ke-19, seleki dan pemuliaan tanaman merupakan proses yang berjalan secara pasif. Pada mulanya, pemuliaan tanaman hanya berdasarkan seleki alam. Pada akhir abad ke-19, mulai dilakukan persilangan buatan untuk mendapatkan tanaman dengan sifat-sifat yang diinginkan.

1. **Pertentangan Mengenai Bioteknologi**

Di samping tujuan dan misi mulia yang diembannya, bioteknologi juga menyisakan sejumlah persoalan, terutama yang menyangkut etika ilmiah, keseimbangan alam, dan penyalahgunaan teknologi. Salah satu produk bioteknologi yang klni masih menjadi topik perdebatan panjang adalah apa yang dinamakan genetially modified organrbm atau dikenal dengan GMO.

Banyak orang yang mengkhawatirkan akan timbulnya makhluk 'monster yang mengerikan' sebagai dampak dari rekayasa genetik. Tenfu saja hal ini tidak benar karena pada setiap persilangan selective breeding, ratusan bahkan ribuan gen tak dikenal saling berinteraksi, sementara rekayasa genetik hanya menginhoduksikan satu atau dua gen (yang telah diketahui dengan baik) ke dalam organisme lain, sehingga menghasilkan perubahan-perubahan yang sebelumnya dapat diprediksikan. Oleh karena itu, rekayasa genetik merupakan suafu teknologi yang jauh lebih terarah dan lebih sempurna dibandingkan dengan selective breeding yang merupakan proses bersifat acak.

Ada dua hal pokok yang harus diperhatikan sebelum memberikan tanggapan atas berbagai concern di atas, yaitu :

1. Filosofi yang digunakan sebagai dasar bagi timbulnya berbagai keberatan atas rekayasa genetic.
2. Tidak menyalahkan atau membenarkan rekayasa genetic, namun yang penting adalah bagaimana cara kita memanfaatkannya bagi kesejahtraan umat manusia.

Apa yang penting di sini adalah kita harus menggerakkan masyarakat agar peduli terhadap perkembangan ilmu pengetahuan berikut berbagai potensi pemanfaatannya. Selanjutnya, biarkanlah masyarakat yang memutuskan penggunaannya di bidang apa saja yang diperkenankan dan/atau tidak diperkenankan. Seandainya masyarakat menentang rekayasa genetik, maka tidak akan ada lagi dana untuk penelitian rekayasa genetik, produk rekayasa genetik tidak akan pernah disebarluaskan untuk dimanfaatkan oleh masyarakat dan kegiatan-kegiatan penelitian pun akan terhenti.

1. **Regulasi Di Bidang Bioteknolgi**

Sejumlah negara menerapkan sistem pendekatan terhadap rekayasagenetik yang berbeda-beda, tergantung pada hukum, budaya, danpandangan hidup negara/bangsa yang bersangkutan. Misalnya, di AmerikaUtara (USA dan Kanada) menerapkan pendekatan yang dikenal sebagaisistem regulasi berbasis produk *(product-base regulation).* Negara-negaraini (yang berpedoman pada risiko teknologi) berpandangan bahwapenerapan regulasi (peraturan) harus melihat pada produk akhir dantujuan penggunaannya. Tanggung jawab atas produk tersebut berada ditangan suatu lembaga yang juga bertanggung jawab atas semua produkalamiah. Pada umumnya, diAmerika Utara para pelaku industri sangataktif mengembangkan produk-produk baru dan melakukan pengujian-pengujianlapangan terhadap tanaman-tanaman hansgenik yang merekaciptakan.

1. **Contoh-Contoh Produk Yang Dihasilkan Dari Rekayasa Genetik**
   1. **Pakan Ternak Bebas Kembung**

Telah diketahui bahwa kembung pada ternak ruminansia terjadi akibat pembentukan busa di dalam perut besar sapi. Pembentukan busa tersebut akan menyumbat tenggorokan sehingga menghalangi keluarnya gas. Hal ini berakibat pada meningkatnya tekanan terhadap organ-organ internal sehingga organ-organ tersebut kemungkinan besar mengalami kerusakan dan berakhir pada kematian hewan yang bersangkutan. Ternak yang mengkonsumsi lucerne atau white clover dapat memproduksi 1 L busa dalam waktu 1 menit yang dapat mengakibatkan kematian secara mendadak.

* 1. **Kentang Tahan Terhadap PLRV**

Virus keriting daun pada kentang (*Potato Leaf Roll Virus,* PLRV) yangdisebarkan oleh aphid dapat menyebabkan bercak-bercak pada daunkentang dan menurunkan hasil hingga 50%. untuk mdngatasi penyakitini tanaman kentang harus disemprot secara teratur guna mengendalikanaphid, yang berarti mencemari tingkungan dan juga menambah biayaproduksi.

Telah diketahui bahwa begitu suatu sel tanaman terinfeksi oleh virus,maka sel tersebut akan menjadi resisten terhadap infeksi lebih lanjut.Hal ini dikarenakan adanya produksi protein pelindung *(coat protein)*di dalam sel yang bersangkutan. Jika sel-sel pada tanaman kentangdijadikan untuk mampu memproduksi protein ini, maka tanaman tersebutakan tahan terhadap serangan penyakit virus. suatu proyek yang didanaioleh perusahaan makanan ringan "Smith" bekerja sama dengan CSIROtelah berhasil menciptakan kentang yang tahan terhadap PLRV melaluirekayasa genetik, dan tanaman tersebut telah diujicobakan di Gatton,Queensland dan diCrockwell, New South Wales.

* 1. **Ketahanan Terhadap Penyakit Karet Pada Tanaman Biji-Bijian**

Karat adalah penyakit jamur penting pada gandum, barley, oat, rye, dantriticale, dan juga pada tanaman lain seperti kedelai, bunga matahari,canola, dan kacang tanah.Serangan kumbang ini dapat menyebabkan kehilangan hasil hingga 30%.Untuk mengatasinya, gen dari tanaman yang resisten, seperti kacangbuncis, *(Phaseolus vulgaris)* diisolasi dan disisipkan ke dalam tanamankacang kapri yang peka terhadap serangan kumbang.Banyak kumbang dan serangga pemangsa benih lain mengeluarkanenzim cr-amilase (enzim yang dapat melumatkan pati).

Rekayasa genetik merupakan teknologi yang ramah lingkungan.Konferensi PBB mengenai Lingkungan dan Pembangunan (The United Nations Conference on Environment and Developmenf) memandangteknologi gen sebagai suatu sarana penting untuk meningkatkanperlindungan terhadap lingkungan hidup dan pertanian yang berkesinambungan.