

MAKALAH
BIOTEKNOLOGI BIDANG TANAMAN

Mata Kuliah : Bioteknologi
Kode Mata Kuliah : KBO619311
Jumlah SKS : 3 SKS
Dosen Pengampu : 1. Dr. Sumardi, M.Si.
2. Berti Yolida, S.Pd., M.Si.
3. Nadya Meriza, S.Pd., M.Pd

Disusun Oleh :
Kelompok 2 A

Alvina Aulia Syafitri	(1913024027)	Inayatul Ainiyah Cahyani	(1913024013)
Amalia Desma Triani	(1953024001)	Mei Guna Cikita Pilagis	(1913024049)
Beby Olivia Alianda	(1953024005)	M. Dimas Dhitya Asri	(1913024039)
Dewi Sinta Rahayu	(1913024007)	Nabila Alifia Innayah	(1913024019)
Dhea Olivia Amanda	(1913024005)	Selviana Wulandari	(1913024031)
Fia Yurista	(1913024011)	Taufiq Rahmat Zuhri	(1913024021)
Fitri Handayani	(1913024017)	Yulia Damayanti	(1913024045)
Hanny Nurfazrina Y	(1913024051)		



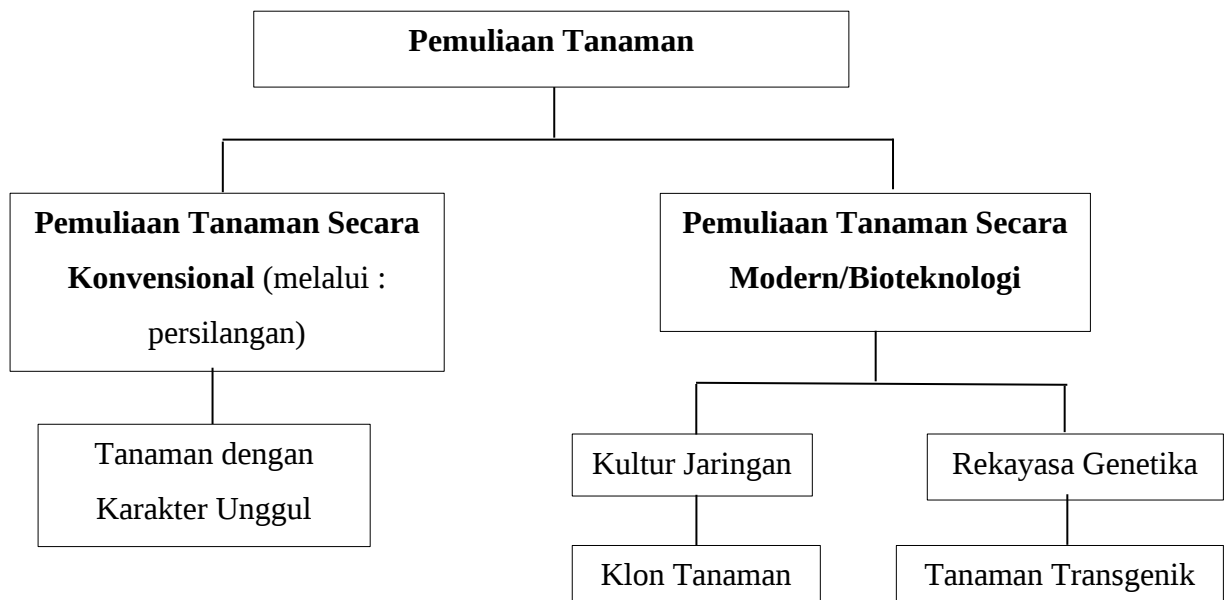
PROGRAM STUDI PENDIDIKAN BIOLOGI
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS LAMPUNG

2021

PEMBAHASAN

1. Pemuliaan Tanaman

Menurut Nuraida (2012: 97), pemuliaan tanaman merupakan suatu kegiatan yang dilakukan untuk memperbaiki karakter tanaman yang diwariskan pada suatu populasi baru dengan sifat genetik baru. Produk pemuliaan tanaman adalah kultivar dengan ciri-ciri khusus sesuai dengan yang diinginkan pemuliaanya. Menurut Dwiyani (2014), aplikasi *plant breeding* (pemuliaan tanaman) dapat dilakukan secara konvensional, dan dikenal dengan pemuliaan tanaman konvensional, serta dengan cara modern atau yang dikenal sebagai bioteknologi tanaman. Bioteknologi tanaman masuk dalam ilmu pemuliaan tanaman, namun dilakukan secara modern. Pemuliaan tanaman secara konvensional menggunakan cara persilangan untuk mendapatkan individu tanaman unggul, sehingga membutuhkan waktu yang relatif lama. Sedangkan pemuliaan tanaman secara modern melakukan modifikasi genetik tersebut secara langsung dengan melakukan insersi gen asing (yang membawa sifat unggul yang diinginkan) langsung ke genom tanaman.



Bagan 1. Kerangka Ilmu Pemuliaan Tanaman (Dwiyani: 2014)

Tabel 1. Perbedaan mendasar antara pemuliaan tanaman konvensional dan modern dalam melakukan modifikasi genetis

Pemuliaan Tanaman Konvensional	Pemuliaan Tanaman Modern
Membutuhkan waktu yang lama (lambat)	Sangat cepat
Terjadi secara alamiah	Dilakukan secara buatan dengan mengintroduksi gen baru pada tanaman sesuai dengan yang diinginkan
Modifikasi genetis terjadi secara acak	Modifikasi genetis terjadi secara terarah

Sumber: Dwiyani (2014)

2. Pengertian Bioteknologi Bidang Tanaman

Bioteknologi adalah penerapan metode saintifik untuk memanipulasi atau memodifikasi organisme hidup atau sel untuk tujuan tertentu. Bioteknologi menggunakan aplikasi teknologi dengan menggunakan sistem biologis organisme hidup, atau teori turunan untuk membuat atau memodifikasi produk atau proses untuk tujuan tertentu. Menurut Schmid dalam Rindang (2014), *agricultural biotechnology* atau Bioteknologi Pertanian memiliki arti yang luas, sehingga cakupan bahasannya meliputi *animal breeding* dan *plant breeding*. *Plant breeding* secara moderen disebut bioteknologi bidang tanaman, yang menggunakan teknologi dan menghasilkan bibit yang unggul. Perkembangan bioteknologi tanaman di Indonesia mulai digalakkan dengan pembentukan Panitia Nasional Bioteknologi di bawah Menteri Negara Riset dan Teknologi pada tahun 1985. Kegiatan penelitian bioteknologi pertanian mulai terasa meningkat dengan dilaksanakannya program Riset Unggulan Terpadu (RUT) yang dikelola oleh Dewan Riset Nasional dan Hibah Bersaing yang dilaksanakan perguruan tinggi, yang memungkinkan kegiatan penelitian lebih dari satu tahun dengan dana yang berkesinambungan.

Lembaga-lembaga swasta dan pemerintah turut berperan dalam melakukan penelitian di bidang bioteknologi pertanian dilakukan untuk merakit varietas unggul seperti tanaman padi dan tanaman semusim yang sangat membantu dalam

menyediakan kebutuhan pangan di Indonesia. Meskipun bidang bioteknologi mulai berkembang, masih terdapat adanya penolakan terhadap produk-produk yang sudah dihasilkan. Menurut Andoko (2018) dalam Wasilah,dkk. (2019), masalah yang dihadapi oleh negara berkembang seperti Indonesia adalah masalah sosial dan tantangan dalam pemasaran produk rekayasa genetika yang mana produsen harus melakukan pengujian lapang yang membutuhkan waktu lama dan biaya yang besar sehingga proses penerapan produk rekayasa genetika menjadi lama. Penolakan terhadap produk rekayasa genetika juga diakibatkan oleh kekhawatiran masyarakat terhadap lingkungan, kesehatan, agama dan etika.

3. Contoh Pemanfaatan Bioteknologi Bidang Tanaman

Tanaman merupakan salah satu sumber daya yang sangat penting dalam upaya pengobatan dan upaya mempertahankan kesehatan masyarakat. Bahkan sampai saat ini menurut perkiraan badan kesehatan dunia (WHO) hampir 80% penduduk dunia masih menggantungkan dirinya pada pengobatan tradisional termasuk penggunaan obat yang berasal dari tanaman. Sampai saat ini seperempat dari obat-obat modern yang beredar di dunia berasal dari bahan aktif yang diisolasi dan dikembangkan dari tanaman. Sebagai contoh misalnya aspirin adalah analgesik yang paling populer yang diisolasi dari tanaman *Salix babylonica* dan *Spiraea sp*, demikian pula paclitaxel dan vinblastine merupakan obat antikanker yang sangat potensial yang berasal dari tanaman (Pezzuto J, 1996).

Tumbuhan tersebut menghasilkan metabolit sekunder dengan struktur molekul dan aktivitas biologik yang beraneka ragam, memiliki potensi yang sangat baik untuk dikembangkan menjadi obat berbagai penyakit. Peranan bioteknologi dalam budidaya, multiplikasi, rekayasa genetika, dan skrining mikroba endofit yang dapat menghasilkan metabolit sekunder sangat penting dalam rangka pengembangan bahan obat yang berasal dari tanaman obat ini. Bahkan dengan kemajuan yang pesat dalam bidang bioteknologi ini telah dapat dihasilkan beberapa jenis tanaman transgenik yang dapat memproduksi vaksin rekombinan (Maksum R. 2004).

A. Kultur Jaringan

1) Pengertian Kultur Jaringan

Kultur jaringan tanaman adalah suatu teknik untuk menumbuhkan sel, jaringan ataupun irisan organ tanaman di laboratorium pada suatu media buatan yang mengandung nutrisi yang aseptik (*steril*) untuk menjadi tanaman secara utuh (Dwiyani, R: 2015.). Dalam buku Henuhili, V (2013) bahwa kondisi steril merupakan suatu syarat mutlak keberhasilan pelaksanaan kultur jaringan, sehingga kondisi ini harus tetap dijaga selama proses kultur berlangsung. Kultur jaringan tanaman didasari oleh teori totipotensi sel (*cellular totipotency*) yang menyebutkan bahwa setiap sel tanaman memiliki kapasitas untuk beregenerasi membentuk tanaman secara utuh. Prinsip utama dari teknik kultur jaringan adalah memperbanyak tanaman menggunakan bagian vegetatif tanaman pada media buatan yang dilakukan pada tempat steril.

2) Proses dan Tahapan Kultur Jaringan

1) Pemilihan dan persiapan tanaman induk sebagai sumber eksplan

Hal ini merupakan hal yang sangat penting. Pemilihan tanaman dimulai dari jenis, spesies, dan varietas yang jelas. Tanaman juga harus sehat dan bebas dari hama dan penyakit. Persiapan pemilihan dapat dilakukan di dalam laminar air flow atau juga dapat dilakukan di *greenhouse*, agar tanaman yang ingin dikultur dapat tumbuh dengan baik (Nisa dan Rodiah, 2005: 56).

2) Inisiasi kultur

Tujuan dari inisiasi kultur disini yaitu untuk memenuhi prinsip aseptik dan aksenik. Aseptik adalah bebas dari mikroorganisme, sedangkan aksenik yaitu bebas dari mikroorganisme yang tidak diinginkan. Eksplan yang dikulturkan dapat menginisiasi pertumbuhan tanaman yang baru, sehingga kita dapat memilih bagian tanaman yang paling baik untuk proses kultur selanjutnya (Nisa dan Rodiah, 2005: 56).

3) Sterilisasi

Sterilisasi dilakukan untuk memenuhi persyaratan bahwa segala sesuatu usaha yang dilakukan dalam proses kultur jaringan harus terbebas dari kontaminan. Tempat yang steril yang berada di dalam laminar air flow, alat yang ingin dipakai

juga harus disterilkan dengan menggunakan larutan etanol, serta orang atau teknisi yang melakukan kultur juga harus steril (Nisa dan Rodiah, 2005: 56).

4) Multiplikasi

Tahap ini dilakukan untuk menggandakan atau memperbanyak bahan tanaman dan juga memelihara bahan tanaman ini untuk dapat digunakan pada waktu-waktu tertentu. Perbanyakan dapat dilakukan melalui perangsangan pertumbuhan tunas cabang dan aksilar dan merangsang terbentuknya tunas pucuk yang adventif, baik secara langsung maupun melalui perangsangan kalus terlebih dahulu (Nisa dan Rodiah, 2005: 56).

5) Pemanjangan tunas, induksi, dan perkembangan akar

Tunas-tunas yang dihasilkan pada saat multiplikasi dipindahkan dari media in-vitro yang bersifat steril ke lingkungan luar untuk proses pemanjangan tunas. Setelah tumbuh cukup panjang, tunas tersebut dapat diakarkan. Pemanjangan tunas maupun pengakaran dapat dilakukan dengan sekaligus ataupun dengan tahap satu persatu. Keberhasilan tahap ini ditentukan oleh mutu yang dihasilkan pada proses sebelumnya (Nisa dan Rodiah, 2005: 56).

6) Aklimatisasi

Aklimatisasi merupakan proses pengkondisian planlet atau tunas mikro (jika pengakaran dilakukan secara ex-vitro) di lingkungan baru. Aklimatisasi merupakan prosedur yang sangat penting dan kritis di dalam keseluruhan proses kultur jaringan. Keberhasilan kultur jaringan dinyatakan berhasil jika planlet dapat diaklimatisasi ke lingkungan eksternal dengan tingkat keberhasilan yang tinggi (Nisa dan Rodiah, 2005: 56).



Gambar 1. Teknik Kultur Jaringan

3) Dampak positif dan Dampak Negatif dari Kultur Jaringan

Dampak positif dari kultur jaringan yaitu mendapatkan tanaman baru dalam jumlah banyak dalam waktu yang relatif singkat, yang mempunyai sifat fisiologi dan morfologi sama persis dengan induknya, memperoleh tanaman baru yang bersifat unggul dengan jumlah yang dihasilkan banyak, tidak terbatas, bibit terhindar dari hama penyakit, teknik penanaman dilakukan secara cepat, hemat waktu, sehingga tidak tergantung dengan musim. Sedangkan dampak negatif kultur jaringan adalah dapat berakibat hilangnya plasma nutfah dari tanaman tertentu, akan tereleminasikan tanaman dan hewan yang tidak unggul sehingga akan punah.

B. Rekayasa Genetika atau GMO (*Genetically Modified Organism*)

1) Pengertian Rekayasa Genetika

Rekayasa genetika tanaman adalah manipulasi genom tanaman dengan bioteknologi. Atau dengan kata lain, pengetahuan dan metode tentang pembuatan tanaman transgenik. Tanaman transgenik adalah tanaman yang telah disisipi gen asing yang berasal dari makhluk hidup lainnya, bisa sesama tanaman, hewan, ataupun bakteri. Tujuan dari pembuatan tanaman transgenik adalah untuk mendapatkan tanaman unggul yang lebih baik dari tanaman aslinya. Pada awal dibuatnya tanaman transgenik sebenarnya adalah untuk mengatasi masalah pangan dunia. Meningkatnya jumlah penduduk menyebabkan produksi pangan tidak mampu memenuhi kebutuhan pangan mereka. Untuk meningkatkan luas areal pertanian tidak memungkinkan karena semakin sempitnya luas lahan pertanian. Sementara intensifikasi budidaya pertanian (melalui penggunaan pupuk kimia dan pestisida) menimbulkan dampak buruk pada lingkungan dan dampak residu pada produk yang membahayakan konsumen. Seiring dengan perkembangan teknologi yang semakin pesat sehingga memudahkan dilakukannya metode transfer gen pada tanaman, maka mulailah dibuat tanaman transgenik dengan kualitas yang lebih baik. Berikut adalah beberapa contoh tanaman transgenik yang dibuat untuk peningkatan kualitas produk.

2) Proses dan Tahapan Rekayasa Genetika

Tanaman transgenik adalah tanaman yang telah mengalami perubahan susunan informasi genetik dalam tubuhnya. Tanaman transgenik ini merupakan suatu alternatif agar tanaman tahan terhadap hama sehingga hasil panen dapat melimpah. Bahkan, tanaman juga dapat direkayasa agar mampu membunuh hama yang menyerang tumbuhan tersebut.



Gambar 2. Teknik Rekayasa Genetika ada Tanaman dengan Bantuan Bakteri *Agrobacterium tumefaciens* (Among Guru 2019)

Adapun teknik rekayasa genetika yang dilakukan melalui beberapa tahapan, sebagai berikut

1. Plasmid bakteri *Agrobacterium tumefaciens* dikeluarkan, kemudian dipotong dengan enzim restriksi.
2. Plasmid bakteri *Agrobacterium tumefaciens* disisipi dengan gen pengkode toksin Bt dari bakteri *Bacillus thuringiensis* yang merupakan bakteri gram positif berspora penghasil protein. Toksin Bt yang bersifat sebagai insektisidal dan sitosidal, kemudian direkatkan dengan enzim ligase
3. Terbentuk DNA rekombinan. Kemudian, DNA rekombinan dimasukkan kembali ke bakteri *Agrobacterium tumefaciens*.
4. Bakteri *Agrobacterium tumefaciens* dengan DNA rekombinan diinfeksi ke sel tumbuhan kapas.
5. Kromosom sel tumbuhan kapas telah termodifikasi dengan gen pengkode toksin Bt.

6. Sel tumbuhan dengan DNA rekombinan diperbanyak dengan kultur jaringan
7. Terbentuk tumbuhan kapas yang tahan terhadap serangan hama serangga.

3) Contoh Rekayasa Genetika pada Tanaman

a. Padi : Golden Rice

Dibuatnya tanaman transgenik golden rice ini dilatarbelakangi oleh rendahnya kandungan nutrisi pada beras dan banyaknya orang di dunia ketiga yang mengalami defisiensi vitamin A. Tanaman transgenik padi golden rice disisipi gen *Phytoene synthase* (*psy*) dari tanaman daffodils (bunga narsis) dan *Lycopene cyclase* (*crt1*) dari bakteri tanah *Erwinia uredovora* sehingga memproduksi enzim untuk biosintesis karotenoid (β -carotene) atau pro vitamin A dalam endosperm.



Gambar 2. Padi-Golden Rice (Dabie: 2012)

B. Tomat : Buah Tomat dengan *Storage Life* yang Panjang

Dilatarbelakangi dengan mudahnya buah tomat menjadi lembek dan busuk (*softening and rotting*) dan cepat masak (*premature ripening*) pada penyimpanan. Enzim yang bertanggung jawab terhadap proses senescence adalah cellulase dan polygalacturonase. Maka untuk mencegah terjadinya senescence, proses senescence adalah siklus sel yang tidak mengalami pertumbuhan namun tidak melakukan program kematian sel disebut proses penuaan dini. Produksi dari kedua enzim yaitu cellulase dan polygalacturonase harus diturunkan, dengan caranya yaitu dengan jalan menyisipkan antisense gen dari gen untuk sintesis enzim cellulase dan polygalacturonase. Antisense gen adalah cermin dari gen yang ada. Dengan demikian gen tersebut tidak dapat diekspresikan (membuat

enzim) karena proses transkripsinya terganggu karena adanya transkrip RNA yang dihasilkan dari antisense gen.



Gambar 4. Buah Tomat dengan *Storage Life* (Wuragil, Zacharias: 2021)

4) Dampak positif dan Dampak Negatif dari Rekayasa Genetika

Tujuan utama pengembangan rekayasa genetika adalah untuk mengatasi berbagai masalah kekurangan pangan yang dihadapi penduduk dunia yang tidak mampu dipecahkan secara konvensional, karena pertumbuhan penduduk yang begitu cepat. Adapun dampak positif dari rekayasa genetika:

- a. Tanaman hasil rekayasa genetika biasanya tahan lebih lama terhadap hama serta dapat meningkatkan hasil panen.
- b. Mamalia GMO seperti tikus dan kelinci digunakan dalam penelitian kesehatan.
- c. Virus dimodifikasi secara genetik yang digunakan dalam terapi gen untuk memberikan gen ke dalam tubuh manusia yang dapat menyembuhkan penyakit manusia.
- d. Insulin sintetis telah diproduksi dan digunakan dalam perawatan pasien diabetes. Hal tersebut menjadi rekayasa genetik.

Semua produk hasil rekayasa genetika memang cukup membantu kehidupan masyarakat di masa sekarang ini. Akan tetapi, tidak seluruhnya dapat diterima masyarakat begitu saja dan masih ada beberapa hal yang membuat masyarakat khawatir terutama dalam produk makanan yang menggunakan bioteknologi ini. Misalnya saja penggunaan gen babi untuk memproduksi bahan makanan tentunya akan memberikan kekhawatiran bagi masyarakat muslim. Demikian juga penggunaan gen hewan dalam rangka meningkatkan produksi bahan makanan akan menimbulkan kekhawatiran bagi orang-orang vegetarian. Adapun dampak negatif dari rekayasa genetik

- a. Keseimbangan ekosistem bisa terganggu karena dominasi GMO atas spesies alami.
- b. Gangguan kesehatan akibat penggunaan hasil rekayasa genetik adalah reaksi alergi yang sudah dapat dibuktikan.
- c. Peperangan bisa berbahaya karena senjata biologis yang diproduksi dengan rekayasa genetika.
- d. Penelitian telah membuktikan bahwa beberapa produk makanan mempertahankan bahan genetik buatan yang akan menciptakan efek merugikan pada kesehatan manusia.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pembahasan makalah ini bahwa Bioteknologi pertanian merupakan metode untuk memodifikasi varietas unggul yang membantu dalam menyediakan kebutuhan pangan dengan aplikasi teknologi, cakupan dari *agricultural biotechnology* atau bioteknologi bidang pertanian mencakup *animal breeding* dan *plant breeding* secara konvensional dan modern. Pengaplikasian pada *plant breeding* secara konvensional dikenal pemuliaan tanaman, sedangkan *plant breeding* secara modern dikenal sebagai bioteknologi bidang tanaman. Bioteknologi bidang tanaman memiliki keunggulan diantaranya dapat memodifikasi gen tanaman secara langsung dengan membawa sifat unggul yang diinginkan dari genom tanaman, sehingga tanaman yang dihasilkan relatif banyak dan kualitas yang unggul. Sehingga pemanfaatan bioteknologi bidang tanaman sangat berpengaruh khususnya bidang kesehatan yaitu menjadi obat analgesik dari tanaman *Salix babylonica* dan *Spiraea sp*, selain itu di bidang pangan kebutuhan pangan terpenuhi dengan nutrisi yang baik seperti halnya pada padi golden rice. Pada tanaman padi ini disisipkan gen penghasil betakaroten dari tanaman wortel, sehingga padi ini memiliki kelebihan selain mengandung karbohidrat juga memiliki kandungan vitamin A. Akan tetapi, produk dari bioteknologi bidang tanaman seluruhnya tidak diterima sepenuhnya oleh masyarakat sebab penggunaan gen babi untuk memproduksi bahan makanan tentunya akan memberikan kekhawatiran bagi masyarakat muslim dan kesehatannya.

DAFTAR PUSTAKA

- Andoko, E. (2018). The Controversial Case Study: Genetically Modified Food in Indonesia. FFTC Agricultural Policy Articles.
- Dwiyani, Rindang. (2014). *Bioteknologi Tanaman (Bahan Ajar)*. Bali: Universitas Udayana.
- Dwiyani, Rindang. (2015). *Kultur Jaringan Tanaman*. Bali: Pelawasari.
- Henuhili,V. (2013). *Kultur Jaringan Tanaman*. Jurdik Biologi: Universitas Negeri Yogyakarta.
- Maksum, Radji. (2005). Peranan Bioteknologi dan Mikroba Endofit Dalam Pengembangan Obat Herbal. *Majalah Ilmu Kefarmasian*. 2 (3): 113-126.
- Nisa, C. dan Rodiah. (2005). Kultur Jaringan beberapa Kultivar Buah Pisang (*Musa paradisiaca* L.) dengan Pemberian Campuran NAA dan Kinetin. *Jurnal Ilmu-Ilmu Biologi*. (2) : 56-58.
- Nuraida, Dede. (2012). Pemuliaan Tanaman Cepat dan Tepat Melalui Pendekatan Marka Molekuler. *Jurnal El-Hayah*. 2(2): 97-103.
- Pessuto J. (1996). Taxol Production in plant cell culture comes of age. *Nature Biotechnol*. 14: 1083.
- Wasilah, U., Rohimah, S., & Su'udi, M. (2019). Perkembangan Bioteknologi di indonesia. *Jurnal of Science and Technology*. 12(2): 85-90.