

BULETIN

GERBANG BALITBANGDAKU

VOL. VIII NO. 20 EDISI NOVEMBER 2013



RAPAT KOORDINASI DAERAH
PROGRAM PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN 2013

TINJAUAN PROGRAM DESA MANDIRI DALAM PERSPEKTIF
PENGELOLAAN MULTI SEKTOR PEMBANGUNAN DI KABUPATEN
KUTAI KARTANEGARA

KAJIAN DAMPAK SARANG BURUNG WALET TERHADAP

Buletin Gerbang Balitbangdaku

Vol. VIII, No. 20 Edisi Nopember 2013

RAPAT KOORDINASI DAERAH
PROGRAM PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN 2013

Hal. 5

TINJAUAN PROGRAM DESA MANDIRI DALAM PERSPEKTIF
PENGELOLAAN MULTI SEKTOR PEMBANGUNAN DI KABUPATEN
KUTAI KARTANEGARA

Hal. 18

KAJIAN DAMPAK SARANG BURUNG WALET TERHADAP
KESEHATAN DAN LINGKUNGAN SEKITAR

Hal. 29

PENERAPAN BIOTEKNOLOGI PADA BIDANG PERTANIAN
DAN KEHUTANAN

Hal. 44

ANALISIS PENERIMAAN DAN BELANJA DAERAH
KABUPATEN KUTAI KARTANEGARA

Hal. 56

PRODUK KREATIF DARI DAUR ULANG PLASTIK GORENG

Hal. 60

APRESIASI TERHADAP KIPRAH CAMAT INSPIRATIF SEJATI
ALA "JOKOWI" DARI KUTAI KARTANEGARA

Hal. 65

WISATA PENDIDIKAN LINDUNGAN HIDUP
BERUANG MADU

Hal. 75

Pengarah

Kepala Balitbangda Kab. Kutai Kartanegara

Penganggung Jawab

Sekretaris Balitbangda Kab. Kutai Kartanegara

Pimpinan Redaksi

H. M. Saleh Pulungan, S. Pd, MH

Redaktur Pelaksana

Herianto, S. Sos <> Rita Ariani, SE <> Mutiara Kartika Dewi, ST <> Nurjannah P Bakti, ST
Alice Sunandar, SP <> Noor Ramsah

Editor

Dr. Achmad Jais, SE., M. Si <> Dr. Ir. Sujiman, MT <> Moh. Dahlan, SE, M. Si
Susilawati, SE., M. Si <> Mustafa Ismail, S. Ag, M. Si

Desain Grafis & Layout

Fathimatuzzuhroh, ST <> Yuni Fitriah

Alamat Redaksi

Jln. Wolter Monginsidi Komplek Kantor Bupati Gedung BAPPEDA-BALITBANGDA Lt. 4 Tenggarong Kutai Kartanegara



*PENERAPAN BIOTEKNOLOGI PADA BIDANG
PERTANIAN DAN KEHUTANAN*

Oleh Ellok Dwi Sulichantini

Pendahuluan

Bioteknologi adalah cabang ilmu yang mempelajari pemanfaatan makhluk hidup (bakteri, fungi, virus, dan lain-lain) maupun produk dari makhluk hidup (enzim, alkohol) dalam proses produksi untuk menghasilkan barang dan jasa. Perkembangan bioteknologi tidak hanya didasari pada biologi semata, tetapi juga pada ilmu-ilmu terapan dan murni lain, seperti biokimia, komputer, biologi molekular, mikrobiologi, genetika, kimia, matematika, dan lain sebagainya. Dengan kata lain, bioteknologi adalah ilmu terapan yang menggabungkan berbagai cabang ilmu dalam proses produksi barang dan jasa.

Bioteknologi secara sederhana sudah dikenal oleh manusia sejak ribuan tahun yang lalu. Sebagai contoh, di bidang teknologi pangan adalah pembuatan bir, roti, maupun keju yang sudah dikenal sejak abad ke-19, pemuliaan tanaman untuk menghasilkan varietas-varietas baru di bidang pertanian, serta pemuliaan dan reproduksi hewan. Di bidang medis, penerapan bioteknologi di masa lalu dibuktikan antara lain dengan penemuan vaksin, antibiotik, dan insulin walaupun masih dalam jumlah yang terbatas akibat proses fermentasi yang tidak sempurna.

Pada masa kini, bioteknologi berkembang sangat pesat, terutama di negara-negara maju. Kemajuan ini ditandai dengan ditemukannya berbagai macam teknologi semisal rekayasa genetika, kultur jaringan, DNA rekombinan, pengembangbiakan sel induk, kloning, dan lain-lain. Penerapan bioteknologi di masa ini juga dapat dijumpai pada pelestarian lingkungan hidup dari polusi. Sebagai contoh, pada penguraian minyak bumi yang tertumpah ke laut oleh bakteri, dan penguraian zat-zat yang bersifat toksik (racun) di sungai atau laut dengan menggunakan bakteri jenis baru.

Revolusi gen dalam dunia kehutanan

Aplikasi teknologi DNA rekombinan atau rekayasa genetika telah melahirkan revolusi baru dalam berbagai bidang kehidupan manusia,

yang dikenal sebagai revolusi gen. Salah satu dari bidang-bidang tersebut adalah bidang kehutanan. Dalam bidang kehutanan ini, dimungkinkan terjadinya pemanfaatan gen-gen dari plasma nutfah yang sebelumnya tidak dapat dimanfaatkan melalui pemuliaan tanaman (rekayasa genetika) secara konvensional.

Tanaman yang merupakan hasil dari pemanfaatan plasma nutfah menggunakan bioteknologi ini dinamakan dengan tanaman transgenik. Dengan demikian, tanaman transgenik mengandung gen (pembawa sifat tanaman) yang berasal dari luar tanaman yang secara sengaja dan terencana dipindahkan dengan teknologi canggih tersebut. Gen yang dipindahkan bisa berasal dari binatang, tanaman atau tumbuhan, bakteri, virus dan lain-lain. Tanaman transgenik yang telah mengalami rekayasa dapat menghasilkan varietas unggul seperti varietas yang tahan terhadap hama, penyakit dan gulma maupun ancaman lingkungan seperti kekeringan dan salinitas, bahkan varietas yang dapat meredam polusi.

Beberapa jenis kayu Indonesia yang selama 20 tahun terakhir ini menjadi andalan ekspor, antara lain meranti, keruing, bangkirai, kapur (kelompok dipterocarpaceae), ramin, gaharu, jati, dan merbau (kelompok non dipterocarpaceae), mengalami penurunan potensi yang sangat tajam. Beberapa jenis kayu unggul bahkan sudah masuk dalam appendix CITES (Convention on International Trade in Endangered Species Wildlife Flora and Fauna) sebagai tanaman yang langka dan perlu dilindungi, antara lain *Aquilaria* (pohon inang penghasil gaharu).

Selain di Indonesia, rekayasa genetika juga berkembang di negara-negara lain. Misalkan saja di Danbury, Connecticut Amerika Serikat, para ahli telah menanam pohon kapas hasil rekayasa genetika yang mereka klaim memiliki kemampuan untuk menyerap kandungan merkuri dari tanah yang terkontaminasi. Masih di Amerika Serikat, tepatnya di California, para ahli menanam pohon jenis mustard untuk meredam kandungan selenium tinggi yang berbahaya. Mereka juga tengah mengembangkan berbagai pepohonan dengan

teknik rekayasa genetika agar mampu menahan laju karbon dioksida yang memicu pemanasan global. Selain kapas dan mustard, terdapat jenis tanaman lain yang telah direkayasa. Misalkan saja karet transgenik yang dapat menghasilkan lateks dengan kadar protein yang tinggi, pinus transgenik yang dapat menghasilkan pulp kertas lebih banyak dan chestnut (sejenis cemara) transgenik yang memiliki masa hidup lebih lama dibandingkan dengan chestnut non-transgenik sehingga populasinya yang hampir punah bisa terselamatkan dan jati transgenik, yang memiliki struktur kayu lebih baik.

Kultur Jaringan

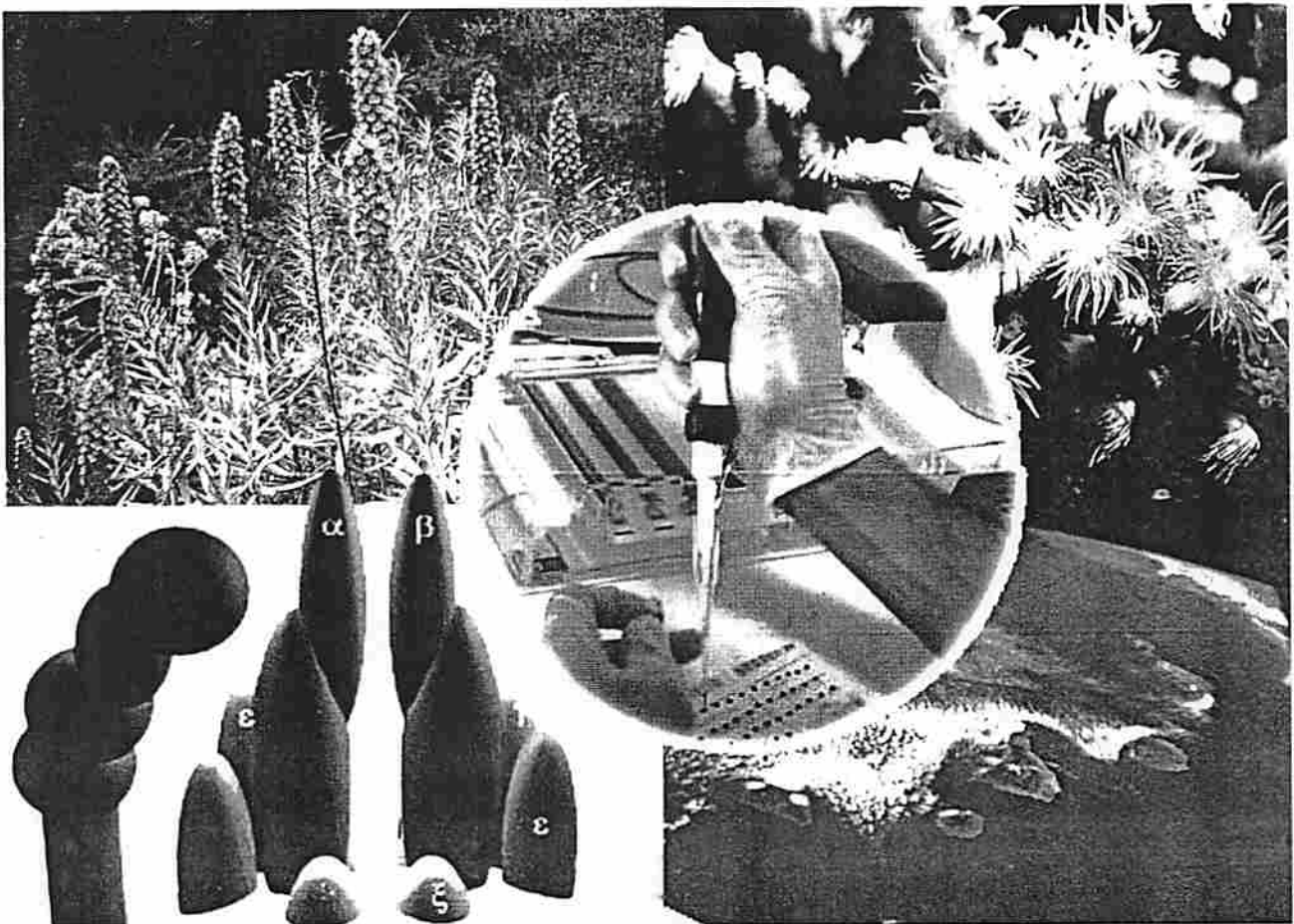
Kultur jaringan adalah suatu metode untuk mengisolasi bagian dari tanaman seperti protoplasma, sel, sekelompok sel, jaringan dan organ, serta menumbuhkannya dalam media secara aseptik, sehingga bagian-bagian tersebut dapat memperbanyak diri dan beregenerasi menjadi tanaman lengkap (Gunawan, 1988).

Melalui teknik kultur jaringan dapat

dilakukan manipulasi sebagai berikut : manipulasi jumlah kromosom dengan menggunakan bahan kimia atau dengan meregenerasikan jaringan tertentu seperti endosperma yang memiliki $3n$; tanaman haploid dan double haploid yang homogen melalui kultur enther atau mikrospora; polinasi in vitro dan pertumbuhan embrio yang secara normal abortif; hibridisasi somatik melalui teknik fusi protoplasma; variasi somaklonal; dan transfer DNA atau organel untuk memperoleh sifat tertentu.

Perbanyakan melalui kultur jaringan sangat perlu digunakan pada tanaman-tanaman yang : persentase perkecambahan biji rendah; tanaman hibrida yang berasal dari tetua yang tidak menunjukkan male sterility; hibrida-hibrida yang unik; perbanyakan pohon-pohon elit dan atau pohon untuk batang bawah; dan untuk tanaman-tanaman yang diperbanyak secara vegetatif.

Eksplan adalah bahan yang digunakan sebagai bahan tanam. Jenis-jenis eksplan yang umum digunakan antara lain adalah biji, bagian dari biji (endosperm, embryo, leaflet dll), pucuk,



hypokotil, cotyledon, akar, daun, anther, dan batang. Keberhasilan perbanyakan secara kultur jaringan sangat dipengaruhi oleh jenis eksplan dan media yang digunakan. Morfofogenesis (perubahan

bentuk) yang terjadi pada beberapa spesies legume, jenis eksplan dan media serta morfogenesis yang terjadi dapat dilihat pada tabel 1 berikut.

Tabel 1. Respon morfogenesis dari kultur beberapa spesies legume berkayu

| Species | Explant | Medium | Morphogenetic response |
|-------------------------------|---------------------|------------------------------|------------------------|
| <i>Acacia koa</i> | Shoot tip | MS+2.4D(2.5)+CW (10%) +BA(5) | Shoot bud from callus |
| <i>Allbizia lebbeck</i> | Hypocotyl | B5+BA (0.5)+IAA(2) | Embryo, shoot bud |
| | Cotyledon | B5+BA (0.5)+NAA | Adv. bud |
| | Root | | |
| | Leaf | | |
| | Anther | B5+BA (1)+IAA (0.5) | Shoot bud |
| <i>Cassia fistula</i> | Cotyledon | MS+AS(400)+KN(10) | Adv bud |
| <i>Dalbergia latifolia</i> | Hypocotyl | MS+BA | Adv bud |
| | Stem | | |
| <i>D. sisso</i> | Root | MS+BA(1-3)+BA(1) | Adv. bud |
| | Nodes (Adult plant) | MS+KN(1)+IAA(0.5) | Multiple axillary bud |
| <i>Indigofera enneaphylla</i> | Hypocotyl | B5+IAA (0.5)+Ba(1) | Adv bud |
| <i>Leucaena leucocephala</i> | cotyledon | MS+IAA(2)+ KN(0.5) | Adv. buds |
| | stem | | |
| | lateral bud (adult) | MS+BA(3)+NAA(0.05) | Multiple axillary buds |
| <i>Peltophorum</i> | Hypocotyl | MS+BA(1)+NAA(0.1) | Adv. buds |
| <i>Pterocarpus</i> | Stem | | |
| | Leaf | MS+BA(5)+NAA(1) | |
| | Stem (adult plan) | MS+BA(1)+NAA(0.5) | shoot buds |
| | anther callus | MS+KN (0.5)+NAA(0.1) | embryo, shoot buds |
| <i>Samanea saman</i> | Hypokotyl | MS+KN (0.5)+NAA(0.1) | Adv. buds |

| | | | |
|------------------------|------------------------|--------------------------------------|------------|
| | Stem (adult plant) | MS+BA (1)+NAA(0.5) | Shoot buds |
| <i>Sesbania sesban</i> | Cotyledon | B5+BA(0.2-2)+NAA(0.2-1)+GA3(0.3-1.5) | Adv buds |
| <i>S. grandiflora</i> | hypocotyl Cotyledon | B5+BP(0.2-2)+NAA (0.2-1) | adv buds |
| | hypocotyl | | |

Mikropropagasi

Secara umum metode mikropropagasi (perbanyak mikro) dari produksi massal sampai dengan terbentuk planlet (tanaman mini yang telah memiliki daun dan akar) ada empat metode sebagai berikut :

1. Eksplan – kalus – meristemoids – tunas – akar - planlets
2. Eksplan – kalus – sel – embryoids – embryos – planlets (somatic embryogenesis)
3. Eksplan – axillary buds – multiplikasi tunas – akar – planlets
4. Eksplan – induksi tunas baru – tunas and akar – planlets.

Perbanyak secara kultur jaringan telah berhasil dilakukan sampai penanaman di lapang pada beberapa jenis pohon berikut : *Dalbergia sissoo*; *Dipterocarps-Hopea*, *Shorea*; *Eugenagrarea*, *Pterocarpus*, *Tectona grandis*, *Tamarindus indicus*, *Leucoseptrum*, *Dalbergia latifolia*, *Acasia mangium*, *Santalum album*, *Callamus manan*, *Pinus merkusii*, *Aquilaria malaccensis*.

Perbanyak Gaharu Secara Kultur Jaringan

Gaharu (*Aquilaria malaccensis* Lank) adalah salah satu jenis tanaman hutan yang memiliki mutu sangat baik dengan nilai ekonomi tinggi karena kayunya mengandung resin yang harum baunya. Kayu yang mengandung resin ini dikenal dengan nama gaharu, agarwood, aloeswood, dan oudh. Selain untuk keperluan agama, gaharu juga dipakai sebagai bahan pembuat parfum, sabun sari aroma gaharu, pengobatan, dan sampo. Kayu

gaharu juga cocok digunakan untuk pembuatan pensil. Dengan nilai komersial yang demikian tinggi volume perdagangan gaharu semakin meningkat. Permintaan internasional terhadap gaharu dari tahun ke tahun terus bertambah. Menurut Susilo (2003), volume ekspor gaharu Indonesia pada periode 1990-1998 sebanyak 165 t dengan nilai US\$ 2.000.000 dan meningkat sebanyak 456 t dengan nilai US\$ 2.200.000 pada periode 1999-2000. Namun pada periode 2000-2002 volume ekspor menurun 30 t dengan nilai US\$ 600.000 karena gaharu sulit didapat. Selama ini gaharu diambil langsung dari hutan alam (Hartadi, 1997; Peters, 1996) sehingga populasi tanaman ini di Indonesia hampir punah (Oldfield et al. 1998).

Sejak tahun 1994 CITES menetapkan tanaman penghasil gaharu jenis *A. malaccensis* termasuk APENDIX II, yaitu jenis tanaman yang terancam punah. Kepunahan tanaman gaharu selain disebabkan oleh eksploitasi yang terus menerus juga belum tersedianya teknologi budi daya yang efisien. Teknologi ini sulit dikembangkan karena ketersediaan bibit yang terbatas. Selain itu, diperlukan juga teknologi inokulasi penyakit untuk mendapatkan kualitas gaharu yang baik (Isnaini dan Situmorang 2005).

Bibit gaharu dapat diperbanyak secara konvensional baik secara generatif maupun vegetatif tetapi kedua teknik ini memerlukan waktu yang cukup lama dengan tingkat keberhasilan yang relatif masih rendah. Teknik *in vitro* (kultur jaringan) telah banyak dimanfaatkan dan memberikan harapan di masa mendatang untuk mengatasi penyediaan bibit gaharu. Aplikasi teknologi ini dibidang pertanian selain dimanfaatkan untuk perbanyak juga konservasi dan perbaikan tanaman.

Pemanfaatan teknik *in vitro* terutama metode mikropropagasi dan embriogenesis somatik menjadi alternatif utama dalam pengembangan dan konservasi gaharu di Vietnam (Minh 2004). Perbanyakannya melalui kultur *in vitro* dapat dilakukan melalui 3 cara, yaitu pembentukan tunas adventif, proliferasi tunas lateral, dan embriogenesis somatik. Proliferasi tunas lateral dapat dilakukan dengan cara mengkulturkan tunas aksilar atau tunas terminal ke dalam media yang mempunyai komposisi yang sesuai untuk proliferasi tunas sehingga diperoleh penggandaan tunas dengan cepat. Setiap tunas yang dihasilkan dapat dijadikan sebagai sumber untuk penggandaan tunas selanjutnya sehingga diperoleh tunas yang banyak dalam waktu yang relatif lebih singkat.

Perbanyakannya pohon gaharu unggul akan dilakukan dengan menggunakan bahan tanam tunas-tunas muda yang dihasilkan melalui rezjuvenisasi pada cangkakan. Aplikasi kultur jaringan dapat dilakukan melalui induksi kalus atau induksi tunas secara langsung

Jenis-jenis media dasar yang sering digunakan untuk induksi perbanyakannya tunas tanaman berkayu adalah MS (Murashige & Skoog, 1962) pada *S. pinanga*, *T. grandis*, *A. mangium* dan *E. urophylla* (Umboh, et al., 1989); MS modifikasi pada *Calamus manan* (Yusoff, 1987); WPM pada *Pithecellobium jiringa* dan *A. mangium* (Rajadurai et al., 1987). Menurut Situmorang, 2000, perbanyakannya pohon *Aquilaria* spp. terbaik dihasilkan pada media MS yang kandungan NH_4NO_3 dikurangi sebanyak 25% (MS modifikasi) atau WPM.

Dalam upaya pengadaan bibit melalui kultur jaringan terdapat dua jenis zat pengatur tumbuh tanaman yang sangat berperan, yaitu sitokinin dan auksin. Kombinasi ke dua zat pengatur tumbuh tersebut sangat menentukan arah pembentukan morfologi eksplan yang ditanam. Sitokinin dan auksin dapat digunakan secara terpisah atau kombinasi yang seimbang untuk menginduksi pembentukan tunas, sedangkan untuk induksi akar digunakan auksin saja.

Pada induksi perbanyakannya tunas dari jaringan digunakan sitokinin (BAP, kinetin, 2-IP), namun yang paling banyak digunakan adalah BAP karena mempunyai aktifitas yang lebih kuat dan stabil dibanding yang lainnya (Szmeykowska, 1974). Menurut Situmorang 2000, induksi perbanyakannya tunas *A. malaccensis* terbaik dihasilkan dengan menggunakan BAP 1.0 mg/l dengan jumlah tunas 5, sedangkan perpanjangan tunas umumnya digunakan media dasar MS modifikasi tanpa zat pengatur tumbuh.

Induksi perakaran umumnya menggunakan auksin seperti NAA, IBA, dan IAA (Audus, 1972). Weaver (1972) menyatakan bahwa IBA merupakan senyawa auksin terbaik dalam merangsang pembentukan akar, karena IBA memiliki ikatan kimia lebih stabil, mobilitasnya sangat rendah sehingga daya kerjanya lebih lama. Sedangkan NAA, walaupun mempunyai aktifitas yang kuat, daya hambatnya mendekati batas optimumnya, sehingga penggunaannya mengandung resiko serta harus dipakai dalam selang konsentrasi yang kecil. IAA merupakan auksin alami yang kurang begitu aktif dan senyawanya mudah terurai. Induksi perakaran *Aquilaria* spp. dapat dihasilkan dengan menggunakan IBA 1 mg/l atau NAA 0,5 mg/l (Situmorang, 2000).

Vitamin juga merupakan salah satu faktor yang penting untuk merangsang pertumbuhan dan perkembangan eksplan. Menurut George et al., (1984) vitamin yang mutlak digunakan adalah myo-inositol, thiamin, piridoksin dan asam nikotinic. Thiamin merupakan vitamin yang esensial untuk pertumbuhan jaringan sedangkan piridoksin dan asam nikotinic ditambahkan dalam medium untuk memperbaiki pertumbuhan jaringan. Pada kultur jaringan *Aquilaria* spp. vitamin yang digunakan terdiri dari myo-inositol 100 mg/l, thiamin 0.5 mg/l, piridoksin 0,5 mg/l, asam nikotinic 0,5 mg/l dan calcium panthotenat 1 mg/l. Sumber karbon/energi yang umum digunakan adalah sukrosa dengan konsentrasi 2-4%.

Keasaman (pH) media juga menjadi faktor penting agar tidak mengganggu fungsi membran sel

dan pH sitoplasma. Sel-sel tanaman membutuhkan pH sedikit masam, yaitu berkisar antara 5,5 – 5,8 (Gamborg et al., 1981).

Aklimatisasi plantlet (bibit hasil kultur jaringan) *Aquilaria* spp. meliputi dua tahapan yaitu proses "hardening" (penguatan plantlet), kemudian dilanjutkan dengan penyapihan pada polibag yang berisi media tumbuh perkembangan.

Proses hardening dilakukan dengan cara menanam plantlet yang sudah dibersihkan dari medium *in vitro* ke dalam bak plastik berisi pasir dan tanah steril (3:1). Kemudian dipelihara dalam sungkup di rumah kaca dengan kondisi kelembaban sekitar 90 % serta intensitas cahaya 40% selama 2 bulan. Setelah 2 bulan sungkup plastik pada bak plastik dibuka, namun masih tetap disimpan di bak utama yang tertutup plastik selama 2 bulan lagi.

Tahap ke dua adalah penyapihan plantlet berumur 4 bulan ke polibag yang berisi campuran media serbuk kayu yang sudah lapuk, tanah, dan kompos steril (5:3:1). Untuk menjaga supaya

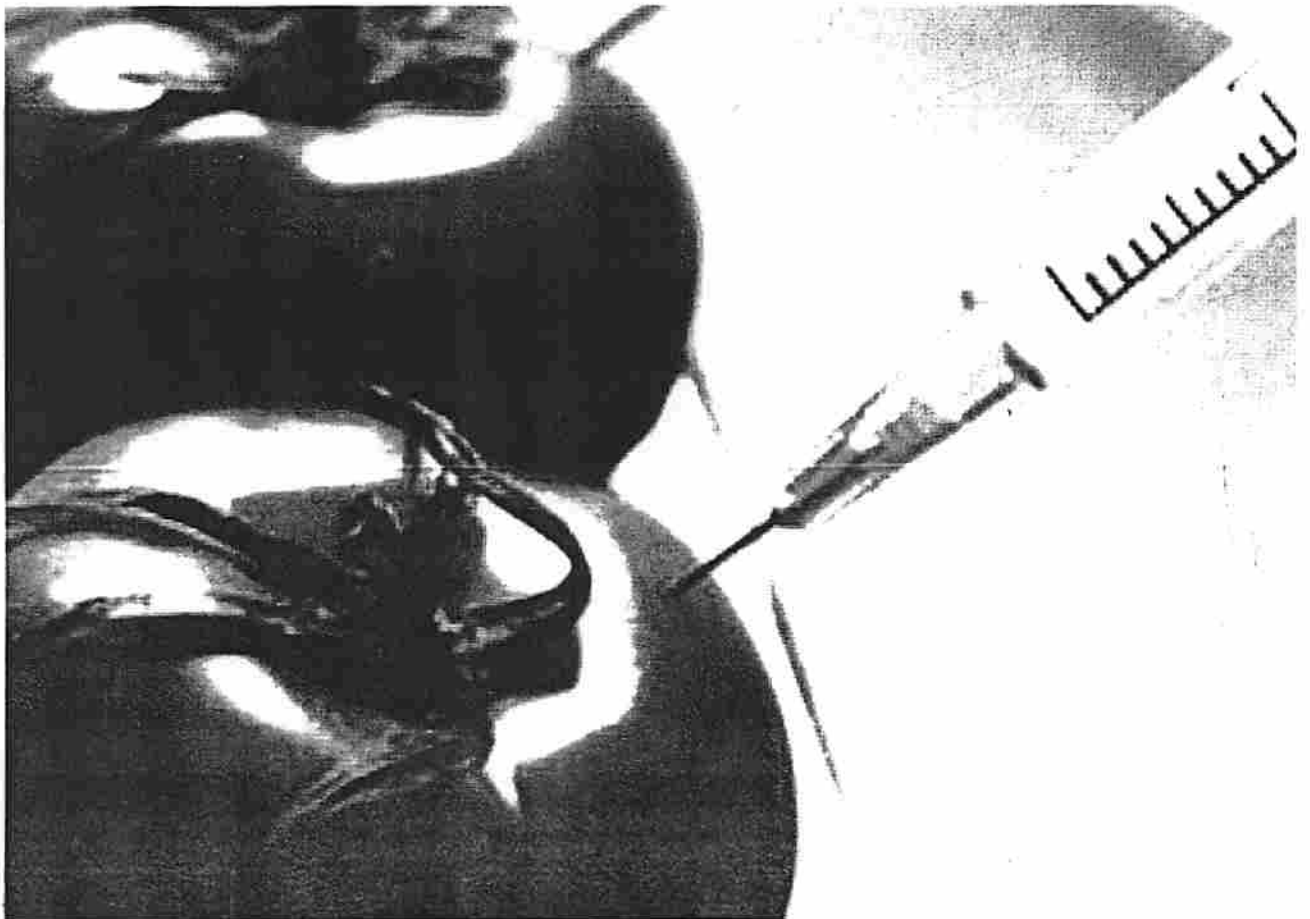
tanaman tidak stress tanaman masih dipelihara di bak utama bersungkup selama 1 bulan lagi. Pada tahap ini sungkup plastik dapat dibuka secara periodik untuk adaptasi dengan lingkungan luar. Tanaman berumur 5-6 bulan siap dipelihara diluar sungkup dan dipelihara sampai berumur 12 bulan (tinggi sekitar 30 cm) sehingga siap ditanam di lapang.

Bibit gaharu hasil kultur jaringan dijual dengan harga sekitar Rp. 15.000 sedang bibit gaharu hasil kultur jaringan yang bebas virus dijual dengan harga Rp. 60.000 tiap bibit.

Penerapan bioteknologi pada bidang pertanian

Dewasa ini, teknik-teknik bioteknologi tanaman telah dimanfaatkan terutama untuk memberikan karakter baru pada berbagai jenis tanaman. Penekanan pemberian karakter tersebut dapat dibagi kedalam beberapa tujuan utama yaitu peningkatan hasil, kandungan nutrisi, kelestarian lingkungan, dan nilai tambah tanaman-tanaman tertentu.

Beberapa contoh tanaman transgenik yang



dikembangkan adalah sebagai berikut:

1. Peningkatan kandungan nutrisi: Pisang, cabe, raspberries, stroberi, ubi jalar.
2. Peningkatan rasa: tomat dengan pelunakan yang lebih lama, cabe, buncis, kedelai
3. Peningkatan kualitas: pisang, cabe, stroberi dengan tingkat kesegaran dan tekstur yang meningkat
4. Mengurangi alergen: polong-polongan dengan kandungan protein allergenik yang lebih rendah
5. Kandungan bahan berkhasiat obat: tomat dengan kandungan lycopene yang tinggi (antioksidan untuk mengurangi kanker), bawang dengan kandungan allicin untuk menurunkan kolesterol, padi dengan kandungan vitamin A dan besi untuk mengatasi anemia dan kebutaan
6. Tanaman untuk produksi vaksin dan obat-obatan untuk mengobati penyakit manusia
7. Tanaman dengan kandungan nutrisi yang lebih baik untuk pakan ternak dan lain-lain

Selain itu, pemanfaatan bioteknologi tanaman seperti rekayasa genetika juga dapat memudahkan petani dalam budidaya tanaman. Misalkan dalam pengendalian gulma yaitu dengan menghasilkan tanaman yang memiliki ketahanan terhadap jenis herbisida tertentu. Sebagai contoh adalah Roundup Ready yang terdiri dari kedelai, canola dan jagung yang tahan terhadap herbisida Roundup. Di dunia saat ini telah banyak dilepas berbagai tanaman transgenik. Sebagai contoh, di Asia yaitu di China pada tahun 2006 saja, telah ada sekitar 30 spesies tanaman transgenik, antara lain padi, jagung, kapas, rapeseed, kentang, kedelai, poplar, tomat (delay ripening dan ketahanan virus), petunia (warna bunga), paprika (virus resistance), kapas (ketahanan hama) yang telah dilepas untuk produksi.

Aplikasi bioteknologi tanaman pada tanaman pangan

Kemajuan dan penerapan bioteknologi tanaman tidak terlepas dari tanaman pangan. Untuk memenuhi kebutuhan pangan dunia termasuk kebutuhan nutrisi, kemajuan bioteknologi telah

mewarnai trend produksi pangan dunia. Padi saat ini masih merupakan tanaman pangan utama dunia. Dengan demikian prioritas utama untuk teknik biologi molekuler dan transgenik saat ini masih diutamakan pada padi. Selain karena merupakan tanaman pangan utama, padi memiliki genom dengan ukuran sehingga dapat digunakan sebagai tanaman model utama. Selain padi tanaman pangan yang telah banyak mendapat sentuhan bioteknologi adalah kentang.

Golden Rice

Penerapan bioteknologi pada tanaman padi sebenarnya telah lama dilakukan namun menjadi sangat terdengar ketika muncul golden rice pada tahun 2001 yang diharapkan dapat membantu jutaan orang yang mengalami kebutaan dan kematian dikarenakan kekurangan vitamin A dan besi. Vitamin A sangat penting untuk penglihatan, respon kekebalan, perbaikan sel, pertumbuhan tulang, reproduksi, hingga penting untuk pertumbuhan embrionik dan regulasi gen-gen pematangan.

Luasan lahan pertanian yang semakin sempit mengakibatkan produksi perlahan harus ditingkatkan. Peningkatan ini tidak hanya berupa peningkatan bobot panen namun juga nutrisi atau nilai tambah. Oleh sebab itu dari suatu luasan yang sebelumnya hanya menghasilkan karbohidrat diharapkan dapat ditambah dengan vitamin dan mineral. Hal inilah yang mendorong para peneliti padi mengembangkan Golden Rice. Pada awalnya penelitian dilakukan untuk meningkatkan kandungan provitamin A berupa beta karoten, dan saat ini fokus penelitian tetap dilakukan.

Nama Golden Rice diberikan karena butiran yang dihasilkan berwarna kuning menyerupai emas. Rekayasa genetika merupakan metode yang digunakan untuk produksi Golden Rice. Hal ini disebabkan karena tidak ada plasma nutfah padi yang mampu untuk mensintesis karotenoid. Pendekatan transgenik dapat dilakukan karena adanya perkembangan teknologi transformasi dengan *Agrobacterium* dan ketersediaan informasi molekuler biosintesis karotenoid yang lengkap pada bakteri dan tanaman. Dengan adanya informasi tersebut terdapat berbagai pilihan cDNA. Pada tahun

prototype Golden Rice menggunakan galur padi japonica (Taipe 309). teknik transformasi menggunakan agrobacterium dan beberapa gen penghasil beta karoten tanaman daffodil hingga bakteri.

Bioteknologi Tanaman Kentang

Tanaman pangan dunia yang tidak kalah penting adalah kentang. Seperti halnya padi, kentang juga menjadi komoditas utama yang menjadi obyek penerapan bioteknologi tanaman. Teknik bioteknologi saat ini telah banyak digunakan dalam produksi kentang. Baik dalam teknik penyediaan bibit, pemuliaan kentang, hingga rekayasa genetika untuk meningkatkan sifat-sifat unggul kentang. Dalam hal penyediaan bibit, saat ini teknik kultur jaringan telah banyak digunakan. Teknik kultur jaringan memungkinkan petani mendapatkan bibit dalam jumlah besar yang identik dengan induknya.

Teknik kultur jaringan juga dapat digunakan untuk menghasilkan umbi mikro (microtuber). Produksi kentang dari umbi mikro dan umbi konvensional menurut penelitian tidak berbeda nyata. Skema produksi bibit kentang melalui teknik kultur jaringan Gambar 3. Umbi mikro kentang Selain itu teknik kultur jaringan pada tanaman kentang juga bermanfaat terutama untuk preservasi in vitro, fusi protoplas dan membantu dalam seleksi pada skema pemuliaan tanaman. Pemuliaan kentang dilakukan untuk meningkatkan sifat-sifat unggul dan menambah sifat baru sesuai kondisi yang diharapkan. Salah satu kendala utama produksi kentang adalah serangan penyakit yang tinggi sehingga pemuliaan kentang sering diarahkan untuk meningkatkan tingkat ketahanan tanaman terhadap penyakit. Jika dilakukan secara konvensional diperlukan sedikitnya 15 tahun untuk menghasilkan kultivar baru. Hal ini terjadi karena kentang komersial pada umumnya adalah tetraploid sehingga persilangan kentang akan menghasilkan keragaman yang sangat tinggi. Untuk mengatasi permasalahan ini teknik seleksi awal dengan teknik in vitro telah dilakukan serta dapat juga dilakukan melalui marker assisted breeding (MAS). Untuk meningkatkan sifat ketahanan dan sifat lain

melalui fusi protoplast dan transformasi genetik.

Pemanfaatan teknik transformasi agrobacterium pada tanaman kentang adalah dengan menyisipkan gen dari spesies liar yaitu Rpi-blb, Rpi-blb2 yang dapat meningkatkan ketahanan terhadap *Phytophthora infestans*. Kentang tersebut dinamakan dengan kultivar Kathadin. Contoh lain adalah kentang dengan kandungan pati yang tinggi yang dapat menghasilkan kentang goreng dan kripik kentang dengan kualitas yang lebih baik karena menyerap lebih sedikit minyak ketika digoreng. Kentang ini dirakit dengan rekayasa genetika dengan menginsert gen dari bakteri ke kentang Russet Burbank. Gen tersebut dapat meningkatkan kandungan pati umbi yang dihasilkan dan menurunkan penyerapan minyak sewaktu digoreng. Hal ini dianggap menguntungkan karena dapat menurunkan biaya produksi sekaligus lebih sehat bagi konsumen. Uji lapangan kultivar Kathadin terhadap serangan *Phytophthora infestans*. Tampak Kathadin lebih tahan dibandingkan dengan kentang control.

Penerapan bioteknologi tanaman pada tanaman hortikultura

Semakin meningkatnya pendapatan dan kesadaran masyarakat akan arti penting kesehatan, kebutuhan akan produk-produk hortikultura sebagai sumber vitamin meningkat. Selain itu dari sisi kesehatan mental, kebutuhan produk hortikultura yang lain yaitu berbagai tanaman hias turut meningkat. Teknik kultur jaringan telah dimanfaatkan secara luas pada tanaman hortikultura, seperti perbanyakan klonal yang dikombinasikan dengan teknik bebas virus pada kentang, pisang, anggur, apel, pear dan berbagai jenis tanaman hias, serta penyelamatan embrio untuk mendapatkan tanaman hibrida dari hasil persilangan interspecies. Teknologi rekayasa genetika juga telah diaplikasikan pada tanaman hortikultura. Sebagai contoh yang cukup terkenal adalah Tomat FlavrSavr. Tomat merupakan salah satu produk hortikultura utama. Seperti produk hortikultura pada umumnya, tomat memiliki shelf-life yang pendek.

Shelf-life yang pendek ini disebabkan

tomat mengalami kematangan. Dengan kondisi seperti ini, tomat sulit sekali untuk dipasarkan ke tempat yang jauh terlebih untuk ekspor. Biaya pengemasan sangat mahal seperti menyediakan box yang dilengkapi pendingin. Untuk mengatasi hal ini para peneliti di Amerika mencoba merekayasa kerja gen polygalacturonase (PG) yang berasosiasi dengan shelf-life tomat yaitu dengan menginsert antisense dari gen PG.

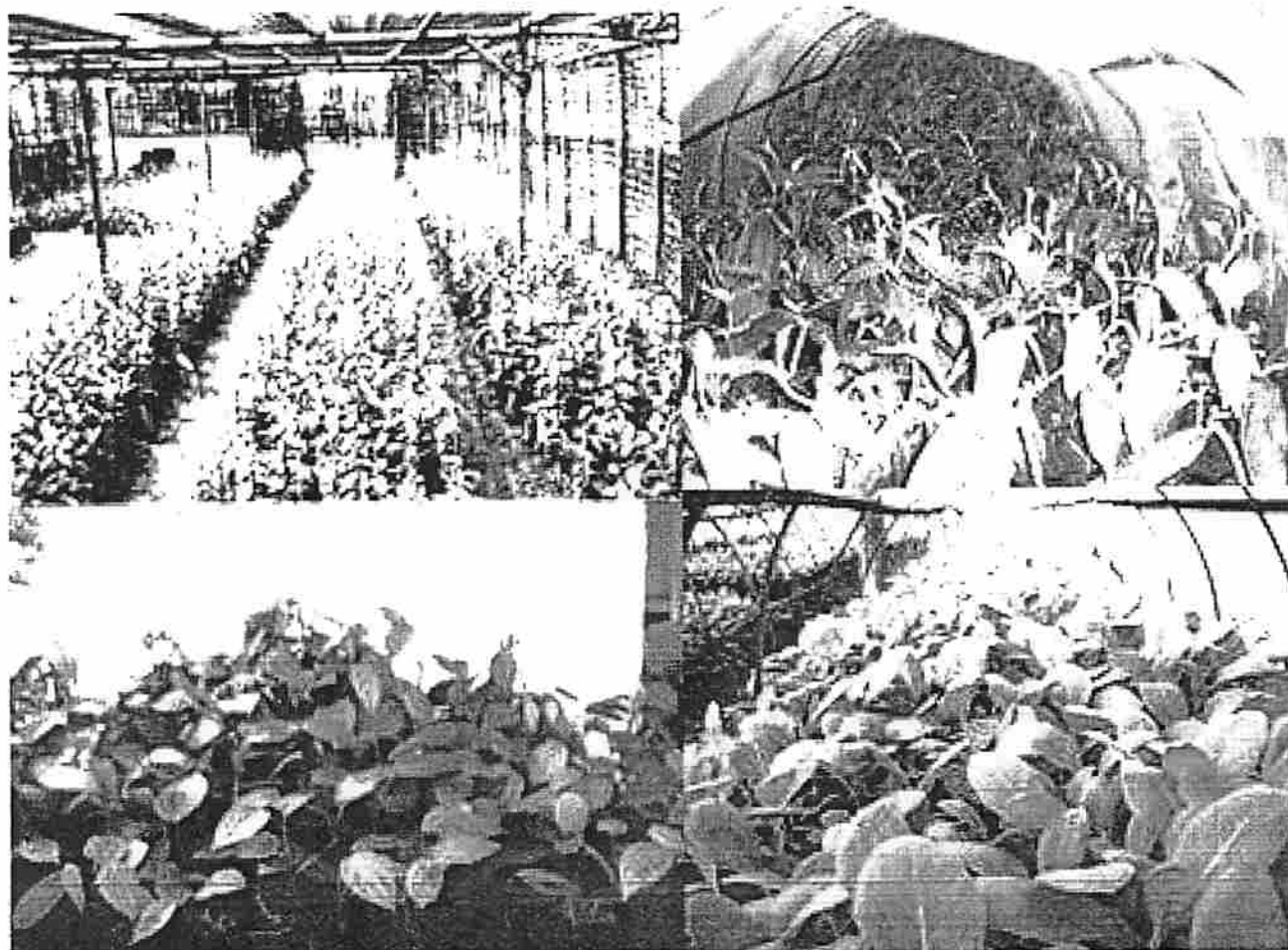
Dengan demikian shelf-life tomat menjadi lebih lama. Tomat ini dinamakan dengan FlavrSavr. Pada industri tanaman hias, teknik kultur jaringan telah digunakan secara meluas pada berbagai tanaman hias. Teknik kultur jaringan yang diaplikasikan mencakup kultur meristem, organogenesis dan somatic embryogenesis, konservasi, eliminasi patogen.

Variasi keragaman genetik tanaman dapat memanfaatkan adanya variasi somaklonal. Hal ini sangat penting dilakukan mengingat tanaman hias kebanyakan dinilai dari segi estetika dan kelangkaannya, serta bentuk-bentuk baru seperti

bentuk serta warna daun dan bunga, arsitektur tanaman, serta sifat-sifat unik tanaman tertentu. Teknik lain untuk keperluan ini adalah mutasi. Pada industri tanaman hias dalam pot sering digunakan Zat Pengatur Tumbuh untuk mengatur pola pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Contohnya adalah penggunaan retardan untuk membuat pertumbuhan menjadi pendek dan meroset.

Pemanfaatan rekayasa genetika pada tanaman hias berpotensi untuk menambahkan sifat-sifat baru yang unik. Contoh tanaman yang telah direkayasa antara lain krisan dan mawar dengan tingkat ketahanan dan vase life yang lebih tinggi. Somatic embryogenesis *Euphorbia pulcherrima*. Hasil variasi somaklonal pada spesies *Anthurium*. Penerapan bioteknologi tanaman pada tanaman perkebunan

Bioteknologi juga diterapkan pada beberapa tanaman perkebunan seperti tebu, tembakau, kelapa sawit dan lain-lain. Hingga saat ini kapas merupakan komoditas yang paling banyak mendapat sentuhan



bioteknologi. Di Amerika, hingga saat ini tanaman transgenik yang paling banyak dilepas adalah kapas.

Kapas transgenik yang terkenal adalah kapas Bt (*Bacillus thuringiensis*). Dengan introduksi gen Bt ke tanaman kapas, tanaman kapas menjadi tahan terhadap hama yang disebabkan tanaman dapat memproduksi protein Bt-toxin. Bt pertama ditemukan tahun 1911 dan terdaftar sebagai biopestisida di Amerika Serikat tahun 1961.

Salah satu dari sekian banyak kerugian merokok adalah gangguan kesehatan karena kadar nikotin yang tinggi. Pendekatan bioteknologi dilakukan untuk mengatasi permasalahan ini yaitu dengan merakit tanaman tembakau yang bebas kandungan nikotin. Dengan cara ini perokok dapat berkurang resiko gangguan kesehatannya.

Pada tahun 2001 jenis tembakau ini diklaim dapat mengurangi resiko serangan kanker akibat merokok. Selain bebas nikotin, sentuhan bioteknologi lain juga dilakukan untuk tanaman tembakau misalnya dengan meningkatkan aroma menggunakan gen aroma dari tanaman lain. Salah satu yang telah berhasil adalah menggunakan monoterpen synthase dari lemon.

Meskipun terlihat begitu besar memberikan manfaat dalam berbagai bidang kehidupan manusia, produk teknologi DNA rekombinan (organisme transgenik beserta produk yang dihasilkannya) seiring dengan perkembangannya telah memicu sejumlah perdebatan yang menarik sekaligus kontroversial apabila ditinjau dari berbagai sudut pandang.

Berikut beberapa poin kontroversi adanya tanaman transgenik hasil rekayasa genetika dalam berbagai sudut pandang :

- Tanaman membutuhkan fleksibilitas dan keragaman untuk beradaptasi. Teknologi transgenik menawarkan kebalikannya, suatu pembatasan keragaman tanaman dan teknologi yang tidak fleksibel yang memerlukan waktu lama dan jutaan investasi untuk masing-masing jenis baru. Organisme yang pada mulanya tidak tahan terhadap suhu tinggi, asam atau garam, serta tidak dapat memecah selulosa atau lignin, setelah direkayasa berubah menjadi tahan terhadap faktor-faktor

lingkungan tersebut. Pergeseran ekologi organisme transgenik ini dapat menimbulkan gangguan ekologi yang dikenal sebagai gangguan adaptasi.

- Tanaman transgenik di alam pada umumnya mengalami kekalahan kompetisi dengan gulma liar yang memang telah lama beradaptasi terhadap berbagai kondisi lingkungan yang buruk. Hal ini mengakibatkan tanaman transgenik berpotensi mudah diserang penyakit dan lebih disukai oleh serangga.

- Tanaman transgenik juga tidak dapat hidup bersama dengan tanaman non transgenik. Tanaman transgenik ini akan dapat dengan mudah mengkontaminasi tanaman non transgenik sehingga mengancam eksistensi hutan alami. Hal ini dapat terjadi karena jika pohon transgenik berbunga, maka dengan segera tanaman transgenik ini dapat menyebarkan gen ke tanaman di dekatnya, karena serbuknya dapat menyebar dalam jarak kilometer.

- Munculnya berbagai jenis bahan kimia baru, baik yang terdapat di dalam organisme transgenik maupun produknya, berpotensi menimbulkan penyakit baru atau pun menjadi faktor pemicu bagi penyakit lain. Contohnya yaitu pohon karet transgenik yang diketahui menghasilkan lateks dengan kadar protein tinggi sehingga apabila digunakan dalam pembuatan sarung tangan dan kondom, dapat diperoleh kualitas yang sangat baik. Namun, di Amerika Serikat pada tahun 1999 dilaporkan ada sekitar 20 juta penderita alergi akibat pemakaian sarung tangan dan kondom dari bahan karet transgenik ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Chakrabarty, K. A., V. Kumar, and V. Menon. 1994. Trade in agarwood. TRAFFIC, New Delhi, India.
- Gamborg, O.L., and J.P.Shyluk. 1981. Nutrition, media, and characterization of plant cell and

- tissue culture. 21-44. In: T.A. Thorpe (ed). *Methods and Applications in Agriculture*. Acad. Press. New York.
- George, E.F., and P.D. Sherrington. 1984. *Plant propagation by tissue culture*. Exegetic. England.
- Gunawan, L.W. 1988. *Teknik Kultur Jaringan tumbuhan*. Laboratorium Kultur Jaringan Tumbuhan. IPB. Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Depdikbud.
- Harahap dan Y. Sumarna. 1987. *Tissue culture of important tropical trees at Biotrop Laboratory dalam Symposium on the application of tissue culture techniques in economically important tropical*. Seameo Biotrop, Bogor, Indonesia, December 7-9, 1987. pp. 9-30.
- Isnaini Y dan J. Situmorang. 2005. *Aplikasi Bioteknologi untuk Pengembangan Tanaman Gaharu (Aquilaria spp.) di Indonesia (Studi kasus: Perkembangan Penelitian Gaharu di SEAMEO BIOTROP)*. Makalah dipresentasikan pada Seminar Nasional dan Kongres III Perhimpunan Bioteknologi Pertanian Indonesia, Malang, 12-13 April 2005.
- Maharijaya, Awang. 2008. *Kemajuan penerapan bioteknologi pada tanaman*. <http://awangmaharijaya.wordpress.com>.
- Murashige T and Skoog F (1962) *A revised medium for rapid growth and bio-assays with tobacco tissue cultures*. *Physiol Plant* 15(3): 473-497.
- Oldfield, S., Lusty, C. and MacKinven, A. (1998). *The Word List of Threatened Trees*. In: Barden, A., Noorainie Awang Anak, T. Mulliken, and M. Song. (2000). *Heart of the matter: Agarwood use and trade*. malaccensis. TRAFFIC International.
- Rao, A.N. 1988. *In vitro culture studies on economically important tropical forest dalam Symposium on the application of tissue culture techniques in economically important tropical*. Seameo Biotrop, Bogor, Indonesia, December 7-9, 1987. pp. 9-30.
- Situmorang, J. 2000. *Mikropropagasi kayu gaharu (Aquilaria sp.) asal Riau serta identifikasi sifat genetiknya*. Thesis Master of Sains. Institut Pertanian Bogor.
- Weaver, R.J. 1972. *Plant growth Substances in Agriculture*, Feeman and company.