



Majelis Guru Besar
Institut Teknologi Bandung



Majelis Guru Besar
Institut Teknologi Bandung

Pidato Ilmiah Guru Besar
Institut Teknologi Bandung

Profesor Srinanan Widiyanto

**MIKROPROPAGASI
DALAM SAINS DAN BIOTEKNOLOGI
TUMBUHAN**

26 November 2011
Balai Pertemuan Ilmiah ITB

Hak cipta ada pada penulis

**Pidato Ilmiah Guru Besar
Institut Teknologi Bandung**
26 November 2011

Profesor Srinanan Widiyanto

**MIKROPROPAGASI
DALAM SAINS DAN BIOTEKNOLOGI
TUMBUHAN**



Majelis Guru Besar
Institut Teknologi Bandung

Judul: MIKROPROPAGASI DALAM SAINS DAN BIOTEKNOLOGI
TUMBUHAN
Disampaikan pada sidang terbuka Majelis Guru Besar ITB,
tanggal 26 November 2011.

Hak Cipta dilindungi undang-undang.

Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini dalam bentuk apapun, baik secara elektronik maupun mekanik, termasuk memfotokopi, merekam atau dengan menggunakan sistem penyimpanan lainnya, tanpa izin tertulis dari Penulis.

UNDANG-UNDANG NOMOR 19 TAHUN 2002 TENTANG HAK CIPTA

1. Barang siapa dengan sengaja dan tanpa hak mengumumkan atau memperbanyak suatu ciptaan atau memberi izin untuk itu, dipidana dengan pidana penjara paling lama **7 (tujuh) tahun** dan/atau denda paling banyak **Rp 5.000.000.000,00 (lima miliar rupiah)**.
2. Barang siapa dengan sengaja menyiarkan, memamerkan, mengedarkan, atau menjual kepada umum suatu ciptaan atau barang hasil pelanggaran Hak Cipta atau Hak Terkait sebagaimana dimaksud pada ayat (1), dipidana dengan pidana penjara paling lama **5 (lima) tahun** dan/atau denda paling banyak **Rp 500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah)**.

Hak Cipta ada pada penulis
Data katalog dalam terbitan

Srinanan Widiyanto
MIKROPROPAGASI DALAM SAINS DAN BIOTEKNOLOGI TUMBUHAN
Disunting oleh Srinanan Widiyanto

Bandung: Majelis Guru Besar ITB, 2011
vi+42 h., 17,5 x 25 cm
ISBN 978-602-8468-31-2
1. Botani 1. Srinanan Widiyanto

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT atas limpahan rahmat dan karunia-Nya bagi kita semua. Adalah suatu kehormatan yang luar biasa bagi penulis untuk dapat menyampaikan pidato ilmiah dihadapan forum yang amat terhormat ini, sidang terbuka Majelis Guru Besar - ITB. Pidato ilmiah ini merupakan pertanggung-jawaban ilmiah penulis sebagai Guru Besar di ITB. Atas kesempatan berharga yang diberikan ini, penulis mengucapkan terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada Ketua, Sekretaris dan segenap anggota Majelis Guru Besar – ITB.

Sejalan dengan bidang keilmuan Sains Tumbuhan (Botani), khususnya Fisiologi Tumbuhan, yang digeluti penulis selama ini, maka pada kesempatan ini penulis menyampaikan pidato ilmiah dengan judul **“Mikropropagasi dalam Sains dan Bioteknologi Tumbuhan”**. Dalam pidato ilmiah ini, penulis memaparkan mengenai mikropropagasi, yaitu perkembang-biakan vegetatif tumbuhan yang dilakukan secara *in vitro*. Kenyataan bahwa tumbuhan mempunyai kemampuan regenerasi yang tinggi adalah hal yang menarik untuk dipelajari. Dengan mikropropagasi kita dapat memperjelas dan mempelajari proses perkembangan tumbuhan pada level sel, jaringan, organ dan individu selama morfogenesis berlangsung, serta dapat membuktikan kemampuan totipotensi pada tumbuhan. Dalam aplikasinya, mikropropagasi merupakan bagian yang tidak terpisahkan dan harus dikembangkan

sejalan dengan perkembangan Bioteknologi Tumbuhan. Mikropropagasi dapat diterapkan dalam perbaikan kualitas tumbuhan dan produksi bibit dalam jumlah besar untuk mendukung pengembangan agrobioteknologi.

Sebagian dari uraian yang disampaikan pada pidato ilmiah ini merupakan hasil penelitian yang penulis lakukan dengan dukungan dari berbagai pihak. Penghargaan yang sebesar-besarnya penulis sampaikan kepada rekan-rekan sejawat, para mahasiswa, asisten peneliti dan teknisi, yang telah terlibat dalam berbagai penelitian yang hasil penelitiannya dijadikan contoh-contoh teknis di dalam tulisan ini. Penulis berharap pidato ilmiah ini bermanfaat bagi kita semua.

Bandung, 26 Nopember 2011

Srinanan Widiyanto

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
I. PENDAHULUAN	1
1.1. Mikropropagasi dan Teknik Kultur <i>In Vitro</i>	1
1.2. Teori Sel dan Totipotensi	3
II. MORFOGENESIS <i>IN VITRO</i>	3
2.1. Komposisi Medium Kultur	4
2.2. Teori Skoog dan Zat Pengatur Tumbuh	5
2.3. Multiplikasi pucuk aksiler	6
2.4. Organogenesis dan Embriogenesis Somatik	9
III. BIOTEKNOLOGI TUMBUHAN	12
3.1. Rekayasa Sel dan Jaringan	13
3.2. Rekayasa Genetika	16
IV. PRODUKSI BIBIT	18
Produksi Bibit Pisang <i>In Vitro</i>	19
PENUTUP	22
UCAPAN TERIMA KASIH	23
DAFTAR PUSTAKA	26
CURRICULUM VITAE	31

MIKROPROPAGASI

DALAM SAINS DAN BIOTEKNOLOGI TUMBUHAN

I. PENDAHULUAN

1.1. Mikropropagasi dan Teknik Kultur In Vitro

Mikropropagasi merupakan cara perkembang-biakan vegetatif tumbuhan yang dilakukan secara *in vitro*, karenanya dikenal juga dengan istilah *in vitro propagation* (propagasi secara *in vitro*) atau *in vitro regeneration* (regenerasi secara *in vitro*). Mikropropagasi dapat dilakukan dengan beberapa pendekatan. Berdasarkan proses pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan, maka mikropropagasi dapat dilakukan melalui 1) Multiplikasi pucuk aksiler; 2) Organogenesis; dan 3) Embriogenesis, baik embriogenesis zigotik maupun somatik. Sejalan dengan pesatnya perkembangan teknik kultur *in vitro*, maka mikropropagasi pun sudah dapat diterapkan untuk meregenerasikan berbagai spesies tumbuhan (Dixon dan Gonzales, 2003; Phillips, 2004).

Karena dilakukan secara *in vitro*, untuk dapat memahami mikropropagasi, maka perlu dipahami teknik-teknik dasar pengkulturan *in vitro*. Keberhasilan mikropropagasi sangat ditentukan oleh keberhasilan teknik pengkulturan *in vitro*. Ada empat faktor utama yang sangat menentukan keberhasilan pengkulturan *in vitro*, yaitu: 1) Sumber eksplan (*ex-plant*); 2) Komposisi medium kultur; 3) Kondisi fisik/ lingkungan kultur; dan 4) Kondisi steril (aseptik). Sumber eksplan, yaitu

bagian tanaman yang akan dipelihara, harus merupakan jaringan atau bagian tanaman yang hidup dan sehat (Gambar 1). Komposisi medium kultur, yaitu medium pemeliharaan terdiri dari makro-nutrien, mikronutrien, suplemen organik dan zat pengatur tumbuh (ZPT) dan perlu disesuaikan dengan kebutuhan pertumbuhan sel-jaringan yang dipelihara. Kondisi lingkungan fisik kultur yang perlu diperhatikan diantaranya cahaya, suhu, pH dan kepadatan media. Kondisi kultur juga harus steril, terbebas dari kontaminasi organisme lain. Keuntungan dari pengkulturan *in vitro* ini adalah kita dapat mengendalikan dan mengatur kondisi pengkulturan. Untuk menunjang keberhasilan pengkulturan diperlukan sarana dan fasilitas yang memadai, serta teknisi yang memiliki pengetahuan dasar, keahlian dan keterampilan yang sesuai (Dixon dan Gonzales, 2003).



Gambar 1: Bagian tumbuhan yang dapat digunakan sebagai eksplan.

1.2. Teori Sel dan Totipotensi

*The vital processes of the individual cells form
the first indispensable and fundamental basis for
.....vegetable physiology (plant physiology).....*

M. J. Schleiden (dalam Hopkins, 1999)

Tumbuhan sangat regeneratif dan menarik untuk dipelajari. Teori sel dan kemampuan totipotensi pada sel tumbuhan merupakan dasar teori yang penting untuk dapat menjelaskan mengenai kemampuan regenerasi yang tinggi pada tumbuhan. Teori sel, yang dikemukakan Schwann dan Schleiden pada tahun 1838-1839, menjelaskan bahwa 1) Semua organisme hidup tersusun atas sel-sel, yang minimal terdiri dari satu sel; 2) Sel merupakan unit kehidupan terkecil; 3) Sel-sel yang tersusun pada satu individu memiliki informasi genetik yang sama; dan 4) Sel hidup berasal dari sel hidup. Teori sel ini mendasari pengertian tentang kemampuan totipotensi pada sel tumbuhan, yaitu kemampuan untuk beregenerasi, dan melalui proses diferensiasi serta morfogenesis, setiap sel tumbuhan mampu membentuk individu yang utuh seperti tumbuhan induknya (Phillips, 2004).

II. MORFOGENESIS IN VITRO

Mikropropagasi sangat membantu saat mempelajari proses perkembangan tumbuhan pada level sel, jaringan, organ dan pinakan (*plantlet*), terutama untuk mempelajari morfogenesis *in vitro*. Sejak awal

sejarah perkembangannya, mikropropagasi telah banyak digunakan untuk membuktikan teori sel dan totipotensi. Kemampuan totipotensi sel tumbuhan telah dibuktikan melalui dengan meregenerasikan sel tunggal menjadi individu baru utuh, baik melalui proses organogenesis maupun embriogenesis sel somatik (Fujimura dan Komamine, 1979; Phillips, 2004).

2.1. Komposisi Medium Kultur

Pengembangan prosedur mikropropagasi diawali dengan mencari komposisi medium yang tepat bagi berbagai jenis sumber eksplan, berbagai species tumbuhan dan untuk berbagai kondisi perkembangan tumbuhan yang diinginkan. Pada dasarnya, komposisi medium meliputi komponen: senyawa makronutrien, mikronutrien, suplemen organik dan zat pengatur tumbuh (ZPT), yang macam dan konsentrasinya disesuaikan dengan kebutuhan pertumbuhan eksplan. Makronutrien terdiri dari senyawa anorganik yang mengandung unsur-unsur makro, seperti C, H, O, P, K, N, S, Ca, Fe dan Mg, sedangkan mikronutrien merupakan senyawa anorganik yang mengandung unsur-unsur mikro, seperti Mo, Mn, B, Co, Cu, Zn, I dan Cl. Disamping itu, ke dalam medium kultur perlu ditambahkan juga vitamin, asam amino, dan karbohidrat sebagai sumber energi (Murashige dan Skoog, 1962; Hopkins, 1999; Phillips, 2004). Pada kondisi tertentu, kultur membutuhkan antibiotik untuk mempertahankan kondisi steril (Widiyanto *et al.*, 2008b).

2.2. Teori Skoog dan Zat Pengatur Tumbuh

Pada tahun 1957, dari penelitiannya menggunakan kalus tembakau, Skoog *et al.* membuktikan bahwa keseimbangan antara auksin dan sitokinin dapat mempengaruhi pembentukan pucuk dan akar dari jaringan kalus meristematik. Skoog *et al.* menemukan bahwa rasio auksin/sitokinin < 1 menginduksi pembentukan pucuk, sementara rasio auksin/sitokinin > 1 menginduksi pembentukan akar, sedangkan rasio auksin/sitokinin ≈ 1 dapat menginduksi pembentukan kalus. Hasil penelitian Skoog *et al.* ini kemudian dikenal sebagai Teori Skoog (Dixon dan Gonzales, 2003; Phillips, 2004). Karena pemberian zat pengatur tumbuh (ZPT) ternyata sangat menentukan arah perkembangan kultur yang dipelihara, maka untuk mengoptimalkan pengkulturan, pemberian ZPT menjadi perhatian para peneliti. Zat pengatur tumbuh yang digunakan dalam kultur dapat berupa hormon pertumbuhan alami atau sintesis dan diberikan dalam jumlah yang tepat, biasanya berkisar pada konsentrasi 10^{-5} - 10^{-2} μM . Dari berbagai penelitian, kelompok ZPT yang sering digunakan dalam mikropropagasi adalah ZPT dari kelompok auksin dan sitokinin untuk menginduksi pembentukan pucuk, akar dan kalus, sementara kelompok giberelin (GA) dan asam absisat (ABA) biasanya digunakan untuk induksi pemanjangan pucuk, perkecambahan atau pendewasaan embrio.

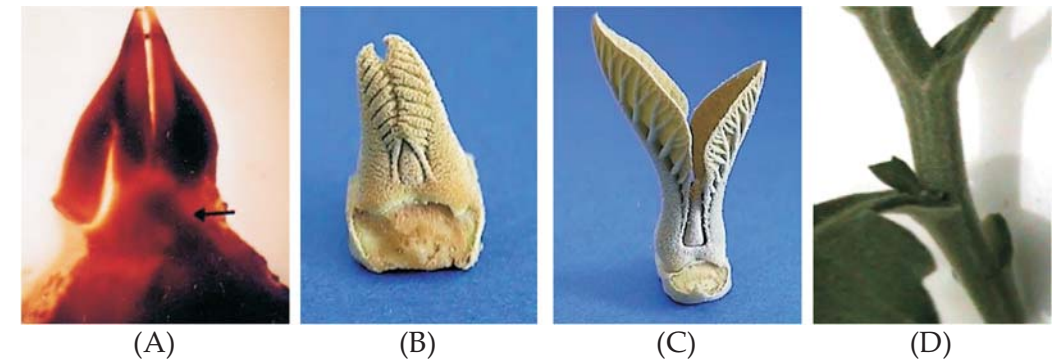
Pemberian ZPT pada kultur perlu mempertimbangkan keberadaan hormon endogen yang terkandung pada eksplan. Pengaruh hormon

endogen sangat besar terutama pada potongan eksplan yang baru diisolasi. Sebagai contoh, keseimbangan hormon endogen pada potongan daun yang diisolasi dari ujung pucuk akan berbeda dengan keseimbangan hormon endogen pada potongan daun yang sudah dewasa. Pada jaringan yang masih muda atau yang sedang mengalami pertumbuhan aktif, seperti jaringan meristem, jaringan daun muda yang sedang mengalami pelebaran daun, atau jaringan batang di ujung pucuk, kandungan hormon endogen-nya sangat tinggi (Murashige dan Skoog, 1962; Phillips, 2004). Namun demikian, kebutuhan ZPT bagi pertumbuhan kultur tetap harus ditentukan secara eksperimen dengan menggunakan berbagai variasi konsentrasi dan kombinasi ZPT sampai ditemukan keseimbangan yang tepat.

2.3. Multiplikasi Pucuk Aksiler

Pengaruh pemberian ZPT terhadap pertumbuhan organ, baik pucuk maupun akar, telah banyak dipelajari. Kebutuhan ZPT, baik jenis maupun konsentrasinya, sangat tergantung pada spesies tumbuhan, sumber eksplan dan jenis jaringan yang dipelihara (Gambar 2). Pada brokoli (*Brassica oleracea* L.var. *italica*), pertumbuhan pucuk aksiler dapat diinduksi pada medium MS (Murashige dan Skoog, 1962) dengan penambahan auksin, yaitu asam naftalen asetat (NAA) pada konsentrasi 0,01-10 μM dengan kombinasi sitokinin, yaitu N^6 -benzilaminopurin (BA) atau 6-furfuril-aminopurin (kinetin) pada konsentrasi 0,1-10,0 μM . Untuk

menginduksi pertumbuhan akar, pada medium kultur pucuk brokoli ditambahkan auksin, seperti NAA, asam indol asetat (IAA) atau asam indol butirrat (IBA) pada konsentrasi 0,1 - 10 μM (Widiyanto dan Erytrina, 2001). Multiplikasi pucuk apikal biasanya dilakukan sebagai tahap awal dalam mikropropagasi untuk mempersiapkan sumber eksplan sebelum multiplikasi tunas aksiler dilakukan.



Gambar 2: Bagian tumbuhan yang secara alami memiliki bakal pucuk (tunas): (A) meristem (melinjo), (B) tunas apikal (jati), (C) pucuk apikal (jati), dan (D) tunas aksiler pada nodus batang (krisan).

Kebutuhan ZPT selama proses morfogenesis *in vitro* tidak selalu mengikuti teori Skoog, karena pertumbuhan tunas dan pucuk tidak selalu membutuhkan auksin. Pada kaliandra, pertumbuhan pucuk aksiler nodus kotiledon membutuhkan pemberian sitokinin tapi tanpa auksin (Widiyanto *et al.*, 2008a). Hasil penelitian menunjukkan bahwa multiplikasi pucuk aksiler kaliandra dapat terjadi dengan pemberian sitokinin, yaitu 2,2-4,4 μM BA atau 2,3-4,6 μM kinetin, namun respon terhadap kedua macam sitokinin tersebut berbeda. Pada medium dengan

pemberian kinetin multiplikasi pucuk menghasilkan 3,0-3,5 pucuk/stek-nodus, sementara pemberian BA menginduksi lebih sedikit pucuk dan menyebabkan terbentuk kalus dan akar pada ujung basal potongan nodus. Penelitian tersebut memperlihatkan besarnya pengaruh pemberian sitokinin dalam menginduksi pertumbuhan pucuk aksiler kaliandra. Pengaruh sitokinin terhadap pertumbuhan pucuk aksiler juga terlihat pada spesies tumbuhan lain, seperti pada melinjo (Sisunandar *et al.*, 1999; Widiyanto *et al.*, 1999), kina (Widiyanto dan Cahyanti, 2001), jati (Tiwari *et al.*, 2002), jarak pagar (Widiyanto, 2007), jarak kaliki (Esyanti *et al.*, 2008) sengon (Sasmitamihardja *et al.*, 2005; Widiyanto *et al.*, 2008c) dan kihonje (Widiyanto *et al.*, 2009).

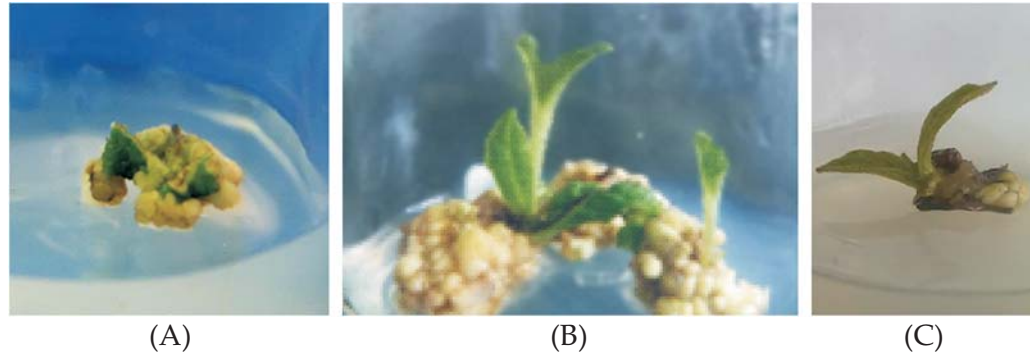
Adakalanya pada medium kultur perlu ditambah antibiotik untuk menjamin kultur tetap steril atau membebaskan jaringan yang dipelihara dari infeksi bakteri/penyakit. Biasanya, untuk menjaga agar kultur terbebas dari infeksi, antibiotik diberikan pada konsentrasi yang dapat menyebabkan bakteri lethal tapi masih dapat ditoleransi oleh sel-jaringan tumbuhan. Karena itu pemberian antibiotik perlu diawali dengan pengujian sensitivitas jaringan tumbuhan terhadap antibiotik. Hasil penelitian memperlihatkan bahwa sensitivitas jaringan terhadap antibiotik bersifat *species and tissue specific* (Widiyanto *et al.*, 2008c; Widiyanto *et al.*, 2005).

Pengujian pada sengon memperlihatkan bahwa meristem pada tunas aksiler nodus sangat peka terhadap karbenisilin, yaitu salah satu

antibiotik golongan β -laktam. Pemberian karbenisilin sebesar 50 mg/l dapat menyebabkan tunas aksiler sengon terhambat pertumbuhannya bahkan dapat menyebabkan nekrosis (Widiyanto *et al.*, 2008c). Pengujian pada tunas aksiler jati menunjukkan bahwa jaringan jati lebih toleran terhadap antibiotik karbenisilin dan masih terlihat baik pertumbuhannya pada medium kultur yang mengandung karbenisilin 200-300 mg/l (Widiyanto *et al.*, 2005).

2.4. Organogenesis dan Embriogenesis Somatik

Mikropropagasi dapat dilakukan melalui organogenesis, baik secara langsung maupun tidak langsung. Pada organogenesis langsung, organ, baik pucuk maupun akar, dapat langsung terbentuk pada potongan jaringan yang diisolasi (eksplan), sedangkan pada organogenesis tidak langsung, organ terbentuk dari jaringan kalus. Pada lisianthus organ pucuk dapat langsung terbentuk pada potongan daun yang dipelihara di medium MS (Murashige dan Skoog, 1962) dengan pemberian 10^{-4} - 10^{-3} μ M BA (Widiyanto *et al.*, 1999a). Pembentukan pucuk melalui organogenesis tidak langsung dapat diinduksi pada kalus padi (*Oryza sativa* L.) dan kalus jati (*Tectona grandis* L., Gambar 3). Pembentukan pucuk pada jaringan kalus sangat ditentukan oleh keseimbangan ZPT eksogen yang diberikan. Hasil-hasil penelitian memperlihatkan bahwa kondisi cekaman (*stress*), seperti kekeringan, salinitas tinggi, pemberian fitotoksin atau antibiotik mempengaruhi pembentukan dan pertumbuhan pucuk (Widiyanto, 1992; Widiyanto dan Mariani, 1995; Widiyanto *et al.*, 2005).



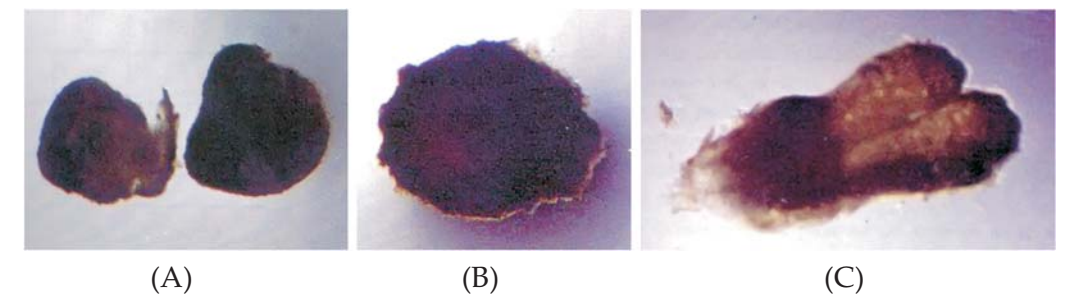
Gambar 3: Organogenesis tidak langsung: (A) Pembentukan kalus dari daun jati; (B) Pucuk terbentuk pada kalus; (C) Pemisahan pucuk adventif untuk diperbanyak melalui multiplikasi pucuk (Widiyanto *et al.*, 2005).

Mikropropagasi dapat dilakukan melalui embriogenesis, baik secara langsung maupun tidak langsung. Secara alami, embrio zigotik pada ovarium akan terbentuk melalui proses embriogenesis yang terdiri atas beberapa stadium, yaitu: 1) stadium zigot (satu sel), 2) stadium agregat (beberapa sel), 3) stadium globular, 4) stadium jantung (*heart-shape*), 5) stadium torpedo, dan 6) stadium kotiledoner (pada Angiosperm). Proses embriogenesis dalam kultur *in vitro* akan mengikuti tahap-tahap seperti pada embriogenesis zigotik, kecuali bahwa tidak terbentuk suspensor, yang berfungsi sebagai perantara antara embrio dengan cadangan makanan pada biji (endosperm).

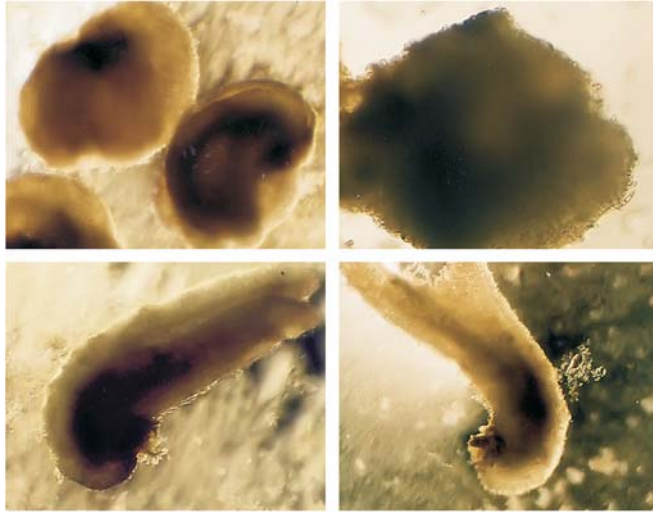
Pada awal pengembangan prosedur, regenerasi *in vitro* melalui embriogenesis somatik dilakukan untuk mengoptimasi pertumbuhan embrio. Dalam upaya mendapatkan embrio yang banyak dan pada fase yang seragam, maka usaha yang dilakukan, antara lain memodifikasi

media kultur, membuat kultur sel awal yang homogen, penyaringan sel atau penambahan ZPT lain seperti zeatin (Fujimura dan Komamine, 1979). Pembentukan embrio secara *in vitro* dapat diterapkan untuk menghasilkan biji buatan (*artificial seeds*) dan penyelamatan embrio/*embryo rescue* (Dantas *et al.* 2006).

Embriogenesis somatik telah diamati pada jaringan kalus jati yang berasal dari eksplan daun (Yunaini dan Widiyanto, 2003). Potongan daun dari berbagai klon jati telah dikulturkan pada beberapa variasi medium kultur dan mampu membentuk embrio melalui fase kalus (Gambar 4). Embriogenesis somatik telah diamati juga pada kalus padi (Widiyanto dan Mariani, 1995). Embriogenesis terjadi pada jaringan kalus embriogenik padi yang memiliki nodul pada permukaannya. Tahapan stadium yang teramati meliputi: 1) stadium globular; 2) stadium jantung; 3) stadium skutelar, dengan hanya satu bakal kotiledon (Gambar 5).



Gambar 4: Tahap-tahap embriogenesis somatik jati (*Tectona grandis* L.) (A) Tahap globular; (B) Tahap bentuk jantung; (C) Tahap torpedo (Yunaini dan Widiyanto, 2003).



Gambar 5: Embriogenesis somatik dari kalus padi (Widiyanto dan Mariani, 1995).

III. BIOTEKNOLOGI TUMBUHAN

Bioteknologi yang berkembang pesat saat ini pada dasarnya merupakan ilmu terapan atau teknologi yang bertujuan untuk melakukan rekayasa (manipulasi) pada sistem hidup. Keunikan bioteknologi dibandingkan dengan teknologi-teknologi lainnya adalah bahwa dalam bioteknologi, objek yang dimanipulasi merupakan sistem hidup. Manipulasi yang diaplikasikan pada sistem hidup ini dapat bersifat permanen dan stabil. Tujuan akhir dari manipulasi sistem hidup yang dilakukan ditekankan pada peningkatan kualitas dan produktivitas fungsi dari suatu sistem hidup. Berdasarkan level sistem yang direkayasa, manipulasi sistem hidup dapat dilakukan dengan berbagai pendekatan, yaitu, melalui 1) Rekayasa sel dan jaringan; 2) Rekayasa metabolisme/bioproses; dan 3) Rekayasa bio-molekul, mencakup manipulasi makro-

molekul, seperti protein/enzim dan molekul genetik (DNA atau RNA).

Pada dasarnya, tumbuhan sebagai organisme, yang umumnya multiseluler, dapat ditingkatkan produktivitas-nya jika aktivitas fisiologis-nya dapat dikendalikan. Pengendalian aktivitas fisiologis (bioproses) pada organisme multiseluler dapat dilakukan pada beberapa tingkatan sistem hidup, yaitu level individu, organ, jaringan atau sel. Pengendalian bioproses akan lebih efektif dan efisien jika sistem hidup tersebut diisolasi dan dipelihara pada suatu lingkungan buatan. Teknik yang sangat membantu dalam hal ini adalah teknik kultur *in vitro*. Karena pada dasarnya yang direkayasa adalah organisme, maka sel-jaringan hasil perkerayaan harus diregenerasikan kembali menjadi individu yang utuh. Oleh karena itu, dalam pengembangan bioteknologi tumbuhan, pengembangan mikropropagasi harus dilakukan sejalan dengan pengembangan pengetahuan biologi molekuler, genetika molekuler, biokimia, dan teknologi rekayasa genetika.

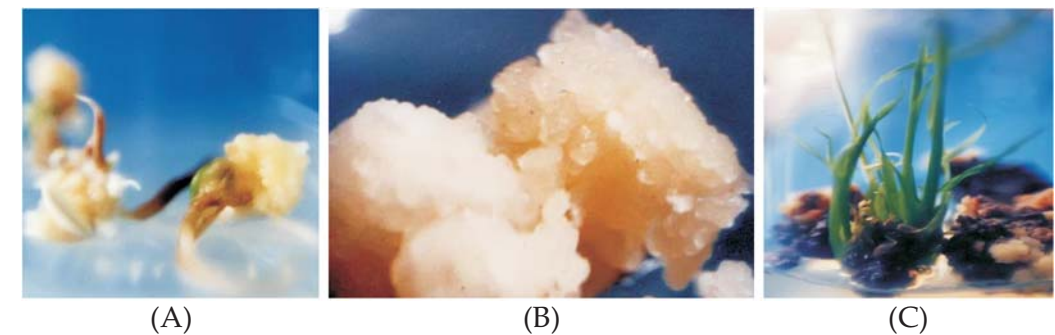
3.1. Rekayasa Sel dan Jaringan

Dengan menggunakan teknik kultur *in vitro*, sel dan jaringan tumbuhan dapat dimanipulasi melalui teknologi rekayasa sel dan jaringan (*cell and tissue engineering*). Pada dasarnya, pengkulturan sel atau jaringan yang terus menerus dan dalam perioda yang lama dapat menginduksi terjadinya variasi pada somaklon yang dihasilkan, yang dikenal sebagai variasi somaklonal dan menghasilkan varian. Variasi yang

terjadi pada varian dapat berupa perubahan fenotipik maupun genotipik. Timbulnya variasi pada somaklon tidak selalu merugikan, terutama jika dilakukan seleksi terhadap somaklon sejak awal pengkulturan. Agar dapat diperoleh varian atau somaklon yang sesuai dengan kebutuhan, maka somaklon diseleksi secara *in vitro* dengan memberikan perlakuan-perlakuan tertentu selama perioda pengkulturan, seperti perlakuan cekaman (kondisi kekeringan atau salinitas tinggi), pemberian prazat, fitotoksin atau *mutagenic agent*. Untuk memperoleh tanaman utuh, maka sel dan jaringan somaklon yang terseleksi harus diregenerasikan secara *in vitro* melalui proses organogenesis atau embriogenesis somatik. Karenanya, dalam pengembangan teknologi rekayasa sel dan jaringan, optimalisasi prosedur mikropropagasi harus dilakukan bersamaan.

Induksi dan seleksi variasi somaklonal telah dilakukan pada jaringan kalus padi selama pemeliharaan *in vitro*. Pada kalus padi, pemberian asam amino lisin dan analognya secara terus menerus dapat mengubah aktivitas beberapa enzim dan meningkatkan produksi asam amino pada jaringan kalus (Widiyanto, 1986). Penelitian lain dengan pemberian asam pikolinat pada kalus padi dalam perioda yang lama dapat menghasilkan lini (klon) kalus (*callus-lines*) yang toleran terhadap pikolinat dan menyebabkan perubahan aktivitas enzim serta pola isozimnya (Widiyanto, 1992). Untuk mengetahui perubahan pada level individu, perlu dilakukan regenerasi secara *in vitro*. Melalui organogenesis, dapat dihasilkan bibit padi yang toleran terhadap pikolinat (Gambar 6). Kajian

lebih lanjut memperlihatkan bahwa bibit padi yang dihasilkan toleran terhadap penyakit "blast" yang disebabkan oleh jamur *Pyricularia oryzae*, yang menghasilkan fitotoksin berupa asam pikolinat (Widiyanto dan Mariani, 1995). Induksi dan seleksi variasi somaklon pada/jaringan kalus padi telah dilakukan pula dengan memberikan berbagai perlakuan cekaman, berupa kondisi kekeringan, salinitas tinggi dan kemasaman/pH rendah (Ai *et al.*, 1997; Pandiangan *et al.*, 1997). Lini kalus terseleksi dan tahan terhadap cekaman yang diberikan secara *in vitro* dapat diregenerasikan menjadi bibit padi melalui organogenesis (Nanlohy *et al.*, 1997).



Gambar 6. Organogenesis tidak langsung pada padi: (A) Induksi kalus dari pangkal pucuk kecambah; (B) Kalus regeneratif dengan permukaan berglobular disubkultur dan diperbanyak, (C) Pucuk terbentuk dari kalus (Widiyanto dan Mariani, 1995).

Berbagai media kultur digunakan dalam percobaan sesuai perkembangan kultur jaringan padi. Tahap-tahap mikropropagasi kalus padi yang dilakukan melalui organogenesis meliputi: 1) Induksi pembentukan kalus dari pangkal pucuk kecambah pada medium induksi kalus, 2) Perbanyakkan kalus pada medium kultur kalus, 3) Induksi

pembentukan organ pucuk pada medium induksi pucuk, 4) Induksi perakaran pada medium perakaran. Sebelum ditanam di lahan, bibit melalui tahap aklimatisasi yang dilakukan secara *ex-vitro* di rumah kaca (Widiyanto dan Mariani, 1995).

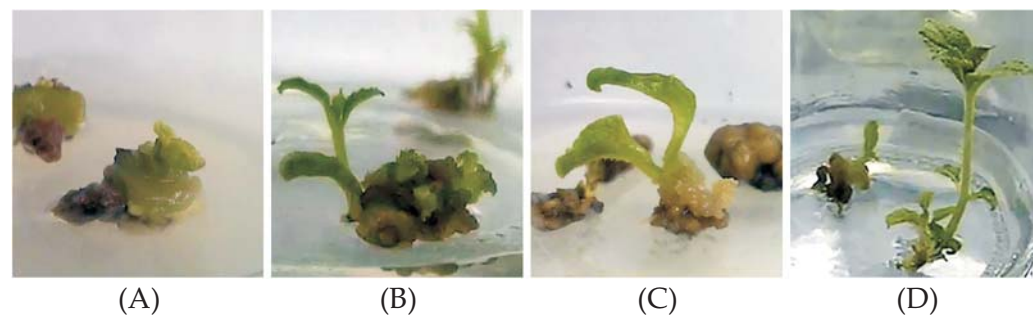
3.2. Rekayasa Genetika

Perkembangan lanjut dari bioteknologi, memungkinkan untuk melakukan rekayasa tumbuhan pada level molekular. Aplikasi rekayasa genetika pada komoditas pertanian dapat meningkatkan kualitas tanaman (*crop improvement*) yang stabil secara genetis. Pengembangan teknologi rekayasa genetika, evaluasi pertumbuhan dan kemampuan regenerasi jaringan tumbuhan transgenik telah dilakukan beberapa spesies, diantaranya pada jati (Widiyanto *et al.*, 2003b; 2004; 2005b; 2009), kentang (Habibah dan Nanan, 2005) dan jarak pagar (Widiyanto *et al.*, 2008b).

Teknologi rekayasa genetik telah dikembangkan pada jati (*Tectona grandis* L.) sebagai upaya mendapatkan tanaman jati yang mampu tumbuh cepat. Dalam penelitian ini, perhatian ditujukan pada penundaan fase perbungaan agar jati dapat menjalani fase pertumbuhan vegetatif yang lebih lama (Widiyanto *et al.*, 2005b). Pengembangan prosedur dan teknologi terkait dilakukan secara paralel, meliputi: 1) Isolasi gen dan teknologi rekayasa genetika, 2) Prosedur transfer gen, dan 3) Prosedur regenerasi *in vitro* jati.

Penghambatan proses pembentukan bunga pada jati dilakukan dengan menekan ekspresi gen *Teak-LFY*, yaitu salah satu gen jati yang berperan dalam pembentukan bunga. Pengembangan teknologi rekayasa genetika diawali dengan mengisolasi gen *Teak-LFY* (Widiyanto *et al.*, 2005b). Penekanan ekspresi gen *Teak-LFY* dilakukan melalui pendekatan yang dikenal dengan nama *post-transcriptional gene silencing* (PTGS). Transfer gen *Teak-LFY* pada sel jati berhasil dilakukan dengan perantara *Agrobacterium tumefaciens* (Widiyanto *et al.*, 2003b; 2004; 2005b; 2009).

Untuk mendapatkan tanaman hasil rekayasa genetika, maka prosedur mikropropagasi jati dikembangkan sejalan dengan pengembangan teknologi manipulasi genetik dan prosedur transfer gen. Hasil penelitian membuktikan bahwa jaringan transforman mampu beregenerasi menghasilkan bibit jati (Gambar 7). Regenerasi sel transforman dapat diinduksi melalui organogenesis dan multiplikasi pucuk (Tiwari *et al.*, 2002; Widiyanto *et al.*, 1999c; 2003a; 2005a; Yunaini dan Widiyanto, 2003). Aplikasi pendekatan “gene silencing” melalui “RNA interference” pada jati ini merupakan hal yang baru pertama kali dilakukan. Sejalan dengan penelitian rekayasa genetika jati ini, studi lanjut saat ini sedang dilakukan dengan mempelajari pola ekspresi gen-gen perbungaan jati lainnya bekerjasama dengan mitra peneliti di Schatz Center for Tree Molecular Genetics, Pennsylvania State University.



Gambar 7. Mikropropagasi jati hasil rekayasa genetik (A) Bakal pucuk mulai terbentuk pada kalus; (B-D) Pucuk mengalami pemanjangan pada medium seleksi yang mengandung kanamisin (Widiyanto *et al.*, 2005b).

IV. PRODUKSI BIBIT

Mikropropagasi dapat diterapkan untuk memproduksi bibit, melalui sistem produksi bibit terpadu (Widiyanto *et al.*, 2000). Dengan mempertimbangkan sisi kemudahan dan efisiensi, maka mikropropagasi dengan cara multiplikasi pucuk paling sering dimanfaatkan untuk produksi bibit secara besar-besaran. Secara komersial, produksi bibit tanaman dilakukan dengan sistem produksi bibit terpadu yang merupakan keterpaduan antara teknik perbanyakan *in-vitro* dan teknik perbanyakan *ex-vitro*.

Secara garis besar ada 3 tahapan utama dalam sistem produksi bibit terpadu, yaitu: 1) Tahap regenerasi *in vitro*; 2) Tahap pemeliharaan di rumah kaca; dan 3) Tahap pemeliharaan alami. Tahap regenerasi *in vitro* merupakan tahap produksi bibit yang dilakukan secara *in vitro* melalui mikropropagasi. Bibit yang dihasilkan dari tahap *in vitro* ini berupa bibit

steril (*plantlet*). Tahap pemeliharaan di rumah kaca merupakan tahap dimana bibit *in vitro* (*plantlet*) menjalani perioda pengokohan, aklimatisasi dan induksi sistem perakarannya. Pada beberapa komoditi, pada tahap di rumah kaca juga dilakukan perbanyakan dan memproduksi bibit *ex vitro*. Tahap pemeliharaan alami adalah tahap dimana bibit sudah siap ditanam di lahan produksi.

Produksi Bibit Pisang *In Vitro*

Prosedur mikropropagasi telah diaplikasikan pada pisang untuk menghasilkan bibit bebas virus (Rahmania dan Widiyanto, 2000). Regenerasi *in vitro* dilakukan melalui multiplikasi pucuk dari meristem. Tunas pisang yang dipakai sebagai sumber eksplan telah diseleksi dan melampaui proses *virus indexing* dengan metoda ELISA. Tahap regenerasi *in-vitro* terdiri dari empat proses yang meliputi: 1) Inisiasi tunas, 2) Multiplikasi pucuk, 3) Pemanjangan dan 4) Induksi perakaran. Inisiasi pucuk aksiler dilakukan dengan mengisolasi tunas aksiler dari bonggol pisang yang berumur kurang lebih 3-4 bulan. Pengamatan selama pengkulturan *in vitro* menunjukkan bahwa pertumbuhan yang optimal memerlukan komposisi medium dan hormon yang tepat sesuai kebutuhan eksplan. Hasil pengamatan menunjukkan efisiensi keberhasilan mikropropagasi yang cukup tinggi (Tabel 1). Selama pemanjangan dan perakaran keberhasilan mencapai 80-90% dan kelulus-hidupan bibit selama aklimatisasi mencapai 95%. Berdasarkan data diatas, dihitung

efisiensi produksi untuk memperkirakan kemampuan produksi bibit dari satu eksplan tunas (Pennell, 1987). Hasil perhitungan menunjukkan bahwa dengan melalui 5 kali subkultur sejak inisiasi, satu tunas pisang dapat menghasilkan sebanyak 700 - 900 bibit, jumlah yang cukup besar dari awal satu mata tunas. Prosedur mikropropagasi pisang ini telah diterapkan untuk memproduksi bibit dari beberapa jenis pisang, diantaranya pisang cavendish, raja sereh dan raja bulu (Rahmania dan Widiyanto, 2000).

Tabel 1: Perhitungan efisiensi produksi bibit pisang pada tahap *in vitro*.

Pengulangan ke-	IP	MP ₁	MP ₂₋₄	F ₁ (%)	F ₂ (%)	F ₃ (%)	F ₄ (%)	Y
1	3,0	3,4	6,3	80	80	80	95	700 - 800
2	2,8	4,7	6,4	80	80	80	95	800 - 900

Keterangan:

Perhitungan per satu eksplan sampai 5 kali subkultur sejak inisiasi;

- IP = inisiasi pucuk
- MP₁ = laju multiplikasi pucuk aksiler subkultur-1
- MP₂₋₄ = laju multiplikasi pucuk aksiler subkultur 2-4 (MP₂₋₄)³
- F₁ = % keberhasilan kultur selama tahap inisiasi
- F₂ = % keberhasilan kultur selama tahap multiplikasi
- F₃ = % keberhasilan kultur selama tahap pemanjangan dan induksi perakaran
- F₄ = % keberhasilan kultur selama tahap aklimatisasi

Sebelum ditanam di kebun, bibit pisang diprakondisikan terlebih dahulu melalui proses aklimatisasi yang dilakukan di rumah kaca. Bibit

pisang diaklimatisasikan dengan memindahkan bibit tersebut ke media campuran tanah kompos dan pasir steril (2 : 1). Ke dalam media juga ditambahkan pupuk NPK. Bibit kemudian ditutup dengan sungkup plastik anti-UV dan dibiarkan selama 2 minggu. Setelah itu, sungkup dibuka dan bibit didedahkan di udara terbuka selama 2 minggu lagi. Sesudah melampaui aklimatisasi selama 4 minggu, bibit dipindahkan ke dalam kantung bibit (*polybag*) berisi tanah kebun dan siap ditanam di kebun setelah 2 bulan. Setelah bibit hasil mikropropagasi ditanam selama 3-4 bulan, anakan yang tumbuh dipisahkan dan dipelihara di *polybag*. Anakan ini akan dijadikan bibit turunan dan akan didistribusikan ke petani produksi. Bibit anakan dapat dijual atau dimanfaatkan juga oleh petani lain. Selanjutnya, bibit ditanam dan dipelihara di lahan produksi.

Prosedur mikropropagasi ini telah diaplikasikan juga untuk produksi bibit tanaman lain, seperti jarak pagar, kentang, krisan, dan lisianthus (Widiyanto *et al.*, 1999b,c; 2000; Widiyanto, 2007). Hasil penelitian memperlihatkan bahwa teknik mikropropagasi memiliki peluang besar untuk diterapkan dalam bidang agro-bioteknologi dan agro-industri di Indonesia. Dalam upaya memenuhi kebutuhan masyarakat akan bibit tanaman, kerjasama pernah dilakukan dengan berbagai pihak, antara lain dengan Pengusaha Bunga Krisan di Cisarua, Bogor dan Koperasi Bina Mandiri di Bandung.

PENUTUP

Mikropropagasi telah banyak dipelajari dan terbukti dapat diterapkan dalam berbagai bidang dan untuk berbagai tujuan. Mikropropagasi banyak digunakan dalam penelitian-penelitian dasar terutama jika cara-cara konvensional sudah dianggap tidak dapat membantu. Manfaat yang sudah terasa diantaranya adalah aplikasi untuk mempelajari aktivitas fisiologi dan perkembangan tumbuhan pada level sel, jaringan, organ dan pinakan. Mikropropagasi dapat membantu menjelaskan tentang kemampuan totipotensi sel tumbuhan dan mempermudah studi mengenai *morfogenesis in vitro* (*in vitro morphogenesis*).

Mikropropagasi telah dirasakan manfaatnya dalam bidang agrobioteknologi, yaitu untuk: 1) Meregenerasikan somaklon hasil seleksi *in vitro* dan menghasilkan varian yang resisten terhadap berbagai cekaman (*stress*) lingkungan atau penyakit; 2) Meregenerasikan sel gamet (polen) dan menghasilkan tanaman haploid; 3) Meregenerasikan sibrida ataupun hibrida hasil fusi protoplas; 4) Konservasi tumbuhan langka dan penyelamatan embrio (*embryo-rescue*); 5) Penyimpanan plasma nutfah dengan kriopreservasi (*cryo-preservation*); 6) Meregenerasikan sel-jaringan transgenik hasil rekayasa genetika; 7) Menghasilkan bibit bebas penyakit; dan 8) Memproduksi bibit dalam jumlah besar. Berbagai hasil penelitian memperlihatkan bahwa saat ini dan dimasa yang akan datang teknik dan prosedur mikropropagasi mempunyai peranan sangat penting dalam pengembangan agrobioteknologi dan agro-industri di Indonesia.

UCAPAN TERIMA KASIH

Dengan segala kerendahan hati, saya ingin menyampaikan penghargaan dan ucapan terima kasih kepada semua pihak yang telah banyak memberikan dukungan, bantuan dan kerjasamanya selama ini. Sekali lagi saya ucapkan terima kasih kepada Ketua dan Sekretaris Majelis Guru Besar ITB beserta seluruh anggotanya atas kesempatan berharga dan kehormatan yang diberikan kepada saya menyampaikan pidato ilmiah dihadapan sidang terbuka ini.

Ucapan terima kasih dan penghargaan saya sampaikan kepada para guru yang telah mengajar dan mendidik saya mulai dari SD, SMP, sampai SMA. Ucapan terima kasih juga saya sampaikan kepada para Dosen di ITB yang telah mengajar saya selama studi Sarjana dan Magister Biologi. Secara khusus saya sampaikan penghargaan kepada para dosen pembimbing, yaitu: Prof. Dr. Eddy Noerhadi (alm), Prof. Dr. Muhammad Wirahdikusumah (alm) dan Dra. Arbayah Siregar MSc. Terima kasih saya sampaikan juga kepada para kolega senior yang memberikan tuntunan sepanjang perjalanan studi dan karir saya di ITB, diantaranya: Drs. Dardjat Sasmitamihardja, Prof. R. E. Soeriaatmadja, Prof. Dr. Estiti Bambang Hidayat (almh.), Dr. Tatang S. Suradinata, Dr. Lien A. Sutasurya.

Terima kasih dan penghargaan saya haturkan kepada kolega senior yang telah mempromosikan saya sebagai Guru Besar, yaitu: Prof. Dr. Sri Sudarwati, Prof. Dr. Soelaksono Sastrodihardjo, Prof. Dr. Djoko T. Iskandar, Prof. Dr. Akhmaloka dan Prof. Dr. Euis Holisotan.

Ucapan terima kasih saya sampaikan juga kepada Rektor ITB dan para wakil-nya, Dekan dan para wakil-nya serta seluruh staf Dosen dan pegawai non-akademik di FMIPA dan SITH atas bantuan dan dukungannya selama ini. Juga, terima kasih kepada rekan-rekan dosen di kelompok keilmuan Sains dan Bioteknologi Tumbuhan atas segala dukungan dan kerjasamanya. Penghargaan saya sampaikan kepada para mahasiswa, asisten peneliti dan teknisi yang telah terlibat dalam berbagai penelitian.

Saya sangat berterima kasih kepada Advisor program Ph.D. saya di Department of Biology, Colorado State University (CSU): Prof. Murray W. Nabors. Ucapan terimakasih juga saya tujukan kepada supervisor, mitra peneliti dan para kolega di luar negeri, diantaranya: Prof. Y. Yamada, Prof. A. Komamine dan Prof. T. Fujimura (Jepang), Prof. Steven Strauss (Oregon State University, USA) dan Prof. John Carlson (Pennsylvania State University, USA), serta Ken, Cally dan Kelsey Stockton di Fort Collins.

Keberhasilan yang saya capai ini juga atas dukungan dan kerja-sama dengan berbagai instansi, diantaranya: Proyek Bank Dunia IX-XII (1986-1992); JSPS-Jepang; MENRISTEK-RI; Perum Perhutani - Jakarta; Koperasi Bina Mandiri, Bandung; Toray Science Foundation; Asahi Glass Foundation; Perusahaan Perdagangan Indonesia (PPI)- Jakarta; Kyoto University; Colorado State University (CSU); Oregon State University (OSU); The Schatz Center - Pennsylvania State University (PSU).

Terimakasih juga saya ucapkan atas dukungan dan perhatian dari: Rekan-rekan alumni SMAN III Bandung'75 dan SMAN III, Jakarta; Rekan-rekan alumni ITB angkatan 76; Rekan-rekan alumni Colorado State University (CSU) dan PERMIAS Fort Collins.

Saya ingin menghaturkan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada Ayahanda Samsa Sasmitadimadja SH (alm.) dan Ibunda Hj. Poepoe Ratnasari, yang telah membesarkan saya dengan penuh kasih sayang dan cintanya, juga kepada kakak-kakak beserta keluarga besar Samsa Sasmitadimadja dan keluarga besar R.B. Soewito atas dukungannya yang begitu besar. Masih ada orang-orang yang sangat dekat dengan saya, yang telah mendampingi saya, memberikan perhatian, kasih sayang dan bantuannya, tapi sayangnya saya tidak bisa menyebutkan namanya.

Secara khusus, saya ingin sampaikan keberhasilan saya ini bagi alm. Ir. Barly Widiyanto, yang telah menjadi teman, sahabat, suami dan pendamping saya sejak SMA, studi di ITB dan studi program Doktor di CSU, Fort Collins, bahkan di saat-saat akhir hayatnya Alm. masih sempat membantu saya mempersiapkan artikel ilmiah yang sedang saya buat saat itu. Saya juga ingin mempersembahkan keberhasilan ini untuk anak-anak tersayang: Mariska Yulianti (Kika), Nikky Oryzano (Kiki) dan Mikka Sativano (Kaka), yang selalu memberi semangat, inspirasi berharga dan membesarkan hati saya. Diatas semua itu, saya harapkan apa yang telah saya capai ini dapat bermanfaat bagi masyarakat, bangsa dan negara tercinta, Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

- Ai, N. S., A. H. Siregar dan S. N. Widiyanto, 1997, Aktivitas peroksidase pada lini kalus padi (*Oryza sativa* L.) toleran kekeringan. *Eugenia*, **3**, 102-108.
- Dantas, A. C. de M., J. I. Boneti, R. O. Nodari dan M. P. Guerra, 2006, Embryo rescue from interspecific crosses in apple rootstocks. *Pesq. agropec. bras. Brasília*, **41(6)**, 969-973.
- Dixon, R. A. dan R. A. Gonzales, 2003, *Plant Cell Culture: A practical approach*, 3rd Ed. IRL Press, Oxford University Press, Oxford. UK.
- Esyanti, R. R., D. N. Prihatin dan S. N. Widiyanto, 2008, The growth of axillary shoot-buds of castor bean from cotyledonary node-segments. *Eugenia*, **14(2)**, 171-180.
- Fujimura, T. dan A. Komamine, 1979, Synchronization of somatic embryogenesis in a carrot cell suspension culture. *Plant Physiol.*, **64**, 162-164.
- Hopkins, W. G., 1999, *Introduction to Plant Physiology*, 2nd Ed. John Wiley & Sons Inc, New York.
- Murashige, T. dan F. Skoog, 1962, A revised medium for rapid growth and bioassay with tobacco tissue culture. *Physiol.Plant.*, **15**, 473 - 497.
- Nanlohy, F. N., M. H. Karmana, J. S. Darsa dan S. N. B. Widiyanto, 1997, Variasi somaklonal padi hasil induksi kalus dan subkultur pada media dengan dan tanpa NaCl. *Zuriat*, **8**, 64-72.
- Pandiangan, D., A. H. Siregar dan S. N. B. Widiyanto, 1997, Profil protein lini kalus padi kultivar sei lilin hasil uji toleransi terhadap salinitas. *Eugenia*, **3**, 209-221.
- Pennell, D., 1987, *Micropropagation in Horticulture*. GrowerGuide 29,

Grower Books, London.

- Phillips, G. C., 2004, Invited review: *In vitro* morphogenesis in plants Recent advances. *In Vitro Cell. Dev. Biol-Plant.*, **40(4)**, 342-345.
- Rahmania, H dan S. N. Widiyanto, 2000, Pengadaan bibit pisang cavendish, raja sereh dan raja bulu melalui mikropropagasi. Pros. Seminar Nasional Ketahanan Pangan dan Agribisnis. Padang. Nov. 21-22.
- Sasmitamihardja, D., Hadisutanto, J. S. dan S. N. Widiyanto, 2005, *In vitro* regeneration of *Paraserianthes falcataria* (L.). *Acta Hort.*, **692**, 167-172.
- Tiwari, S. K, K. P. Tiwari dan E. A. Siril, 2002, An improved micro-propagation protocol for teak. *Plant Cell Tiss.Org. Cult.*, **71**, 1-6.
- Widiyanto, S. N., 1986, *Pengaruh Lisin dan Analognya terhadap Perubahan Aktivitas Enzim pada Tahap-tahap Pertumbuhan Kalus Padi* (*Oryza sativa* L.). Tesis Magister, Dep. Biologi-FMIPA. ITB.
- Widiyanto, S. N., 1992, *Enzymatic Changes in Rice Callus Lines Tolerant to Picolinic Acid*. Ph.D. Dissertation. Colorado State University, Fort Collins, USA.
- Widiyanto, S. N., 2007, Regenerasi *in vitro* untuk produksi bibit jarak pagar yang seragam. Proc. Konferensi Jarak Pagar: Menuju bisnis jarak pagar yang *feasible*. IPB, Bogor, 19-20 Juni.
- Widiyanto, S. N., N. T. Astutiningsih dan R. R. Esyanti, 2008a, Calliandra axillary shoot multiplication through the *in vitro* node-cutting technique. *Eugenia*, **14 (2)**, 161-170.
- Widiyanto, S. N. dan A. N. Cahyanti, 2001, Clonal propagation of cinchona through *in vitro* shoot multiplication. Proc. 43rd Int'l Meeting of ETCS, Granada, Spain. Sept. 30-Oct. 3.

- Widiyanto, S. N., D. S. Diningrat, H. Rahmania dan D. Erytrina, 2000, Aplikasi teknik kultur *in vitro* dalam pengadaan bibit kentang (*Solanum tuberosum* L.) bebas virus. Proc. Seminar Nasional Ketahanan Pangan dan Agribisnis. Padang. Nov., 21-22.
- Widiyanto, S. N., D. S. Diningrat dan A. Sukmawan, 2004, Strain specificity in *Agrobacterium*-mediated trans-formation of teak shoots. Proc.the 15th TSB Annual Meeting Chiang Mai, Feb. 3-6.
- Widiyanto, S. N. dan D. Erytrina, 2001, Clonal propagation of broccoli, *Brassica oleracea* L. var. *italica* through *in vitro* shoot multiplication. *Jurnal Matematika & Sains*, 6, 101-112.
- Widiyanto, S. N., D. Erytrina dan H. Rahmania, 2005a, Adventitious shoot formation on teak (*Tectona grandis* L.f.) callus cultures derived from internodal segments. *Acta Hort.*, **692**, 153-158.
- Widiyanto, S. N., Iriawati, A. Ramdhaningtias dan P. Allaili, 2009, *In vitro* shoot multi-plication of *Pittosporum ferrugineum* Aiton. Proc.Int'l Conf. Exhibition on Science and Technology in Biomass Production. School of Life Sciences and Technology, ITB, Bandung, Nov. 25-26.
- Widiyanto, S. N. dan T. S. Mariani, 1995, *In vitro* selection and production of rice plantlets tolerant to the blast-toxin. *Proceedings-ITB*, **28** (suppl.), 19-27.
- Widiyanto, S. N., A. Pancoro, S. Suhandono, A. M. Brunner dan S. H. Strauss, 2005b, Transformasi Genetik pada Jati dengan Perantara *Agrobacterium tumefaciens*. Seminar Nasional dan Kongres PBPI, Malang, April 12-13.
- Widiyanto, S. N., H. Rahmania dan S. Suhandono, 2003a, Shoot formation on *Agrobacterium* co-cultivated tissues of teak. *In Vitro Cell. Dev. Biol.Plant*, **39**, 23A (Abstracts).

- Widiyanto, S. N., H. Rahmania, dan F. D. Arumsari, 2008b, The development of *Agrobacterium*-mediated transformation procedure of *Jatropha curcas* L. Proc. Int'l Jatropha Conference, IPB, Bogor, June 24-26.
- Widiyanto, S. N., D. Sasmitamihardja dan S. R. Hamonangan, 1999a, Micropropagation of *Eustoma grandiflorum* through shoot formation derived from leaf-explants. Proc. *In Vitro* Biology Congress, New Orleans, US. June 5-9.
- Widiyanto, S. N., M. D. Sari dan R. R. Irwanto, 2008c, Effects of cytokinin and carbenicillin on *in vitro* axillary-shoot growth of albizia. *Jurnal Matematika & Sains*, 13(2), 43-49.
- Widiyanto, S. N., A. Siregar dan S. Sisunandar, 1999b, *In vitro* propagation of *Gnetum gnemon* L. through shoot-bud formation. Proc. *In Vitro* Biology Congress, New Orleans, US. June 5-9.
- Widiyanto, S. N., S. Sisunandar dan E. Riani, 1999c, Growth recovery and regeneration ability on post cold-storage of shoot-tip cultures of Teak (*Tectona grandis* L.f.). Proc.Forest Biotechnology'99 Conference, Oxford, U.K. July 11-16.
- Widiyanto, S. N., S. Suhandono dan Yosiamdhani, 2003b, Transient Expression of Introduced Marker Genes in *Agrobacterium* co-cultivated Teak Explants. Proc. Int'l Seminar on Biotech. for Sustainable Agriculture. SEAMEO-BIOTROP, Bogor, Oct. 7-8.
- Widiyanto, S. N., A. Sukmawan, N. Haro dan H. Rahmania, 2009, Transient expression of β -glucuronidase reporter gene in *Agrobacterium*-inoculated shoots of various teak clones. *African Journal of Biotechnology*, **8** (10), 2143-2150.

Yunaini, L. dan S. N. Widiyanto, 2003, Somatic embryogenesis from callus cultures of teak (*Tectona grandis* L.f.) derived from leaf explants. *In Vitro Cell. Dev. Biol. Plant*, **39**, 23A (Abstracts).

CURRICULUM VITAE



Nama : **SRI NANAN MARTIANA**
Tempat/tgl. lahir : Yogyakarta, 14 Maret 1957
Alamat Kantor : Sekolah Ilmu dan Teknologi Hayati, Jalan Ganesha No 10, Bandung 40132
Bidang Keahlian : Botani (Sains Tumbuhan)

Alamat Rumah : Jalan Taekwondo no. 2, Bandung 40293

Suami : Ir. Barly Widiyanto (alm.)

Anak : Mariska Yulianti, S.E.
Nikky Oryzano, S.Ds, M.Ds.
Mikka Sativano

RIWAYAT PENDIDIKAN:

Tahun Lulus	Jenjang Pendidikan dan Gelar, Sekolah/Perguruan Tinggi
• 1992	Doctor of Phylosophy (Ph.D.) dalam bidang Botany, Colorado State University, Fort Collins, Colorado, USA.
• 1986	Magister Sains bidang (M.S.) Biologi, Institut Teknologi Bandung, Bandung.
• 1981	Sarjana Biologi, Institut Teknologi Bandung, Bandung.
• 1975	SMAN III Bandung
• 1972	SMPK Ora Et Labora Jakarta

RIWAYAT JABATAN FUNGSIONAL:

No.	Jabatan Fungsional	TMT
1.	Asisten Ahli Madya (CPNS)	1 Maret 1982
2.	Asisten Ahli Madya (PNS)	1 Juli 1983
3.	Asisten Ahli	1 April 1986
4.	Lektor Muda	1 Januari 1993
5.	Lektor Madya	1 Oktober 1997
6.	Lektor	1 Januari 2001
7.	Lektor Kepala	1 November 2002
8.	Guru Besar	1 Januari 2011

RIWAYAT KEPANGKATAN:

No.	Pangkat	Golongan	TMT
1.	Penata Muda (CPNS)	IIIa	1 Maret 1982
2.	Penata Muda (PNS)	IIIa	1 Juli 1983
3.	Penata Muda Tk I	IIIb	1 April 1986
4.	Penata	IIIc	1 April 1993
5.	Penata Tk I	IIId	1 Oktober 1998
6.	Pembina	IVa	1 April 2003

RIWAYAT PENUGASAN DI ITB:

No.	Jabatan	Tahun	Keterangan
1.	Kepala Laboratorium: Biologi Sel & Molekuler	1998-2003	Dep. Biologi, FMIPA – ITB
2.	Kepala Laboratorium: Bio-proses 2, Transformasi & Mikropropagasi	2003-2004	Dep. Biologi, FMIPA – ITB

3.	Ketua Bidang Ilmu Genetika & Biologi Molekuler,	2002-2004	Dep. Biologi FMIPA – ITB
4.	Ketua Kelompok Keilmuan Sains & Bioteknologi Tumbuhan	2005-2009	SITH – ITB
5.	Anggota Senat Fakultas	2006-2010	SITH – ITB
6.	Anggota Senat Akademik	2010-2011	ITB
7.	Anggota Majelis Guru Besar	2011 -	ITB

RIWAYAT PENGAJARAN:

No Matakuliah yang diampu (1993-2011) (terkait bidang ilmu)

1. Fisiologi Tumbuhan
2. Kultur Jaringan Tumbuhan (Teknik Kultur *In Vitro* Tumbuhan)
3. Biologi Sel dan Molekuler
4. Mikropropagasi Tumbuhan
5. Bioteknologi Tumbuhan
6. Teknik Produksi Bibit *In Vitro*

DAFTAR PUBLIKASI DAN PRESENTASI ILMIAH:

(Disusun berdasarkan abjad author pertama)

Daftar Publikasi Ilmiah

- Ai, N. S., A. H. Siregar & S. N. Widiyanto. Aktivitas peroksidase pada lini kalus padi (*Oryza sativa* L.) toleran kekeringan. *Eugenia* 3: 102-108, 1997.
- Esyanti, R. R., D. N. Prihatin & S. N. Widiyanto. The growth of axillary shoot-buds of castor from cotyledonary node-segments. *Eugenia* 14 (2): 171-180, 2008.

- Habibah, N. A. & S. Nanan. B. W. Transfer gen penanda pada kentang (*Solanum tuberosum* L.) cv panda dan atlantik dengan bantuan *Agrobacterium*. *Biosfera* 22:46-53, 2005.
- Nanlohy, F. N., M. H. Karmana, D. J. Darsa & S. N. B. Widiyanto. Variasi somaklonal padi hasil induksi kalus dan subkultur pada media dengan dan tanpa NaCl. *Zuriat* 8: 64-72, 1997.
- Pandiangan, P., A.H. Siregar & S. N. Widiyanto. Profil protein lini kalus padi kultivar sei lilin hasil uji toleransi terhadap salinitas. *Eugenia* 3: 209-221, 1997.
- Sasmitamihardja, D., J. S. Hadisutanto & S. N. Widiyanto. *In vitro* regeneration of *Paraserianthes falcataria* (L.). *Acta Horticulturae* (ISHS) 692:167-172, 2005.
- Widiyanto, S. N., N. T. Astutiningsih & R. R. Esyanti. Calliandra axillary shoot multiplication through the *in vitro* node-cutting technique. *Eugenia* 14(2): 161-170, 2008a.
- Widiyanto, S. N., & D. Erytrina. Clonal propagation of broccoli, *Brassica oleracea* L.var. *italica* through *in vitro* shoot multiplication. *Jurnal Matematika & Sains* 6: 101-112, 2001a.
- Widiyanto, S. N., D. Erytrina & H. Rahmania. Adventitious shoot formation on teak (*Tectona grandis* L.f.) callus cultures derived from internodal segments. *Acta Horticulturae* (ISHS) 692:153-158, 2005.
- Widiyanto, S. N., & T. S. Mariani. *In vitro* selection and production of rice plantlets tolerant to the blast-toxin. *Proceedings-ITB* 28 (suppl.): 19-27, 1995.
- Widiyanto, S. N., M. D. Sari & R. R. Irwanto. Effects of cytokinin and carbenicillin on *in vitro* axillary-shoot growth of albizia. *Jurnal Matematika & Sains* 13(2): 43-49, 2008b.

- Widiyanto, S. N., A. Sukmawan, N. Haro & H. Rahmania. Transient expression of β -glucuronidase reporter gene in *Agrobacterium*-inoculated shoots of various teak clones. *African Journal of Biotechnology* 8(10): 2143-2150, 2009.

Daftar Presentasi Ilmiah

- Rahmania, H. & S. N. Widiyanto. Pengadaan bibit pisang cavendish, raja sereh dan raja bulu melalui mikropropagasi. Seminar Nasional Ketahanan Pangan dan Agribisnis. Padang, Indonesia. November 21-22, 2000.
- Sisunandar, S., S. N. Widiyanto & A. Siregar. Effects of putrescine on leaf formation and shoot elongation of *Gnetum gnemon* L. shoot-bud cultures. Congress on In Vitro Biology, New Orleans, Louisiana, June 5-9, 1999.
- Widiyanto, S. N. Status penelitian rekayasa genetika di ITB. Lokakarya Status, Prospek, dan Regulasi Produk Bioteknologi Modern, BB Biogen Bogor, 24 Agustus, 2006.
- Widiyanto, S. N. Regenerasi *in vitro* untuk produksi bibit jarak pagar yang seragam. Konferensi Jarak Pagar: Menuju Bisnis Jarak Pagar yang Feasible. IPB, Bogor, 19 Juni, 2007a.
- Widiyanto, S. N. Seleksi *in vitro* terhadap cekaman biotik dan abiotik pada tanaman hortikultura. Seminar Bioteknologi, PT BISI International, Kediri, 25 Agustus, 2007b.
- Widiyanto, S. N. Aplikasi teknik kultur *in vitro* dalam produksi bibit tanaman. Seminar Sehari pada PT Indonesia Power, Jakarta, 15 April, 2008a.

- **Widiyanto, S.N.** The development of *Agrobacterium*-mediated transformation procedure of *Jatropha curcas* L. Int'l Jatropha Conference, IPB International Convention Center, Bogor, June 24-26, 2008b.
- **Widiyanto, S.N.** & A.N.Cahyanti. Clonal propagation of cinchona through *in vitro* shoot multiplication. 43rd Int'l Meeting of ETCS, Granada, Spain. Sept.30-Oct 3, 2001b.
- **Widiyanto, S. N.** , D. S. Diningrat, H. Rahmania & D. Erytrina. Aplikasi teknik kultur *in vitro* dalam pengadaan bibit kentang (*Solanum tuberosum* L.) bebas virus. Seminar Nasional Ketahanan Pangan dan Agribisnis. Padang, Indonesia. November 21-22, 2000.
- **Widiyanto, S. N.**, D. S. Diningrat & A. Sukmawan. Strain specificity in *Agrobacterium*-mediated transformation of teak shoots. The 15th TSB Annual Meeting Chiang Mai, Thailand, February 3-6, 2004a.
- **Widiyanto, S. N.**, Iriawati, A. Ramdhaningtias & P. Allaili. *In vitro* shoot multiplication of *Pittosporum ferrugineum* Aiton. Int'l Conf. Exhibition on Science and Technology in Biomass Production. School of Life Sciences and Technology, ITB Campus, Bandung, Nov. 25-26, 2009.
- **Widiyanto, S. N.**, & A. Pancoro. Bioteknologi jati: Aplikasi teknologi penada molekul dan rekayasa genetika. Workshop Nasional Jati. Univ. Sumatera Utara, Medan, Sept. 4-5, 2001.
- **Widiyanto, S. N.**, A. Pancoro, A. M. Brunner, R. Meilan, S. H. Strauss. Manipulasi genetik pada jati (*Tectona grandis* L.f.). Seminar Hasil Riset RUTIBPPT, Jakarta, Sept.16-17, 2004b.

- **Widiyanto, S. N.**, A. Pancoro, S. Suhandono, A. M. Brunner & S. H. Strauss. Transformasi Genetik pada Jati dengan Perantara *Agrobacterium tumefaciens*. Seminar Nasional dan Kongres PBPI, Malang, April 12-13, 2005.
- **Widiyanto, S. N.**, H. Rahmania & S. Suhandono. Shoot formation on *Agrobacterium* co-cultivated tissues of teak. In Vitro Biology Congress, SIVB, Portland, OR, USA, May 31- June 5, 2003a.
- **Widiyanto, S. N.**, D. Sasmitamihardja & S. R. Hamonangan. Micropropagation of *Eustoma grandiflorum* through shoot formation derived from leaf-explants. Congress on In Vitro Biology, New Orleans, Louisiana, June 5-9, 1999a.
- **Widiyanto, S. N.**, A. Siregar & S. Sisunandar. *In vitro* propagation of *Gnetum gnemon* L. through shoot-bud formation. Congress on In Vitro Biology, New Orleans, Louisiana, June 5-9, 1999b.
- **Widiyanto, S. N.**, S. Sisunandar & E. Riani. Growth recovery and regeneration ability on post cold-storage of shoot-tip cultures of Teak (*Tectona grandis* L.f.). Forest Biotechnology'99 Conference, Oxford, U.K. July 11-16, 1999c.
- **Widiyanto, S. N.**, S.Suhandono & Yosiaramdhani. Transient Expression of Introduced Marker Genes in *Agrobacterium* co-cultivated Teak Explants. Int'l Seminar on Biotech. for Sustainable Agriculture. SEAMEO-BIOTROP, Bogor, October 7-8, 2003b.
- Yunaini, L. & **S. N. Widiyanto**. Somatic embryogenesis from callus cultures of teak (*Tectona grandis* L.f.) derived from leaf explants. In Vitro Biology Congress, SIVB, Portland, OR,US, May 31- June 5, 2003.

KEGIATAN KERJASAMA DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT

- 1995-1996 Pengadaan bibit krisan melalui propagasi *in vitro*. Kerjasama dengan Pengusaha Bunga Krisan, Cisarua, Bogor. VUCERPKM DIKTI-DIKNAS.
- 1999-2000 Pengadaan Bibit Pisang Cavendish melalui Mikro-propagasi. Kerjasama dengan Koperasi Bina Mandiri, Bandung. VUCERPKM DIKTI-DIKNAS.
- 1997-2000 Bioteknologi tanaman Hutan: Analisis variasi genetik dan manipulasi genetik pada jati. Kerjasama ITB dan Perum Perhutani, Indonesia. Ketua Tim.
- 2002-2004 Genetic manipulation of teak (*Tectona grandis* L.f.). International research cooperation between ITB and Oregon State University (OSU). Funded by Indonesian International Joint Research Program (RUTI), Ministry of Research and Technology RI, and OSU, Peneliti Utama.

PENGHARGAAN/TANDA JASA

1. Penyumbang Dana Pengembang Institusi Terbesar Kedua di ITB melalui LPM – ITB, 1998-1999.
2. Satya Lencana Karya 20 tahun; Presiden RI, tahun 2003.
3. Piagam Penghargaan dan Lencana Pengabdian 25 tahun - ITB, Rektor ITB, tahun 2007.

KEANGGOTAAN KEPROFESIAN:

No.	Nama Asosiasi	Tahun
1.	National Correspondent of Indonesia: International Association for Plant Tissue Culture & Biotechnology	1993-sekarang
2.	Society for In Vitro Biology (SIVB), USA.	1999-2006
3.	Botanical Society of Japan, Japan.	1998-2005
4.	International Society for Horticultural Sciences	2001-2003
5.	Perhimpunan Pemulia Tanaman Indonesia	2000-
6.	Perhimpunan Bioteknologi Pertanian Indonesia	2005-

