

Potensi Makmal dan Bidang Bioteknologi Tumbuhan dalam Menjana Pembelajaran, Penyelidikan dan Kerjasama Pintar Merentasi Bidang

*Sarina Hashim
Muzamil Mustaffa
Nur Suraya Abdullah
Aini Mohd Zainol Azlin*

ABSTRAK

Kertas kerja ini membincangkan potensi dan menilai Kekuatan–Kelemahan–Peluang–Ancaman (KLPA) makmal dan bidang bioteknologi tumbuhan dalam menjana pembelajaran, penyelidikan dan kerjasama pintar merentasi bidang. Bioteknologi merujuk kepada aplikasi saintifik dan prinsip kejuruteraan untuk memproses bahan oleh agen-agen biologi bagi menyediakan produk untuk kesihatan dan kesejahteraan manusia. Penyelidikan dalam bidang bioteknologi kini dijalankan dengan amat giatnya di seluruh dunia. Pusat-pusat penyelidikan bioteknologi telah lama wujud di negara maju dan kini mula berkembang di negara-negara membangun termasuklah di Malaysia. Pusat-pusat pengajaran pula menawarkan pelbagai kursus yang menerapkan elemen bioteknologi dalam proses pembelajaran dan pengajaran, iaitu secara teori dan praktikal. Maka selari dengan arus perdana, Universiti Teknologi MARA (UiTM) Pahang telah mengorak langkah dengan mewujudkan Makmal Bioteknologi Tumbuhan (MBT). Matlamat utamanya adalah untuk mengembangkan bidang bioteknologi tumbuhan, seterusnya memacu dan memantapkan pembelajaran, penyelidikan dan kerjasama pintar khususnya melalui aplikasi kultur tisu tumbuhan. Aplikasi ini berpotensi menjana lebih banyak penyelidikan multi-disiplin dan merentasi bidang seperti propagasi tumbuhan ubatan, silvikultur dan ekstraksi bahan metabolit sekunder. Beberapa contoh proses dan produk melalui aplikasi kultur tisu tumbuhan dipersembahkan sebagai ilustrasi tentang prospek makmal dan bidang bioteknologi yang boleh dibangunkan di UiTM Pahang. Strategi MBT bakal melibatkan banyak bahagian, program dan unit yang sedia ada. Kejayaan dan kemandirian MBT akan memberi banyak manfaat kepada universiti terutamanya melalui agrobioteknologi dan agrobisnes daripada sumber semulajadi. Kerjasama pintar inter dan intra jabatan boleh diwujudkan dan akan membuka ruang untuk jaringan penyelidikan yang lebih meluas. Diharapkan kertas kerja ini dapat memecahkan sempadan dan batas pemikiran serta membuka horizon atau ufuk minda supaya pembelajaran, penyelidikan dan kerjasama pintar merentasi bidang ini dapat dijayakan sepertimana yang disarankan oleh pengurusan tertinggi UiTM Pahang.

Kata kunci: *bioteknologi, Makmal Bioteknologi Tumbuhan, pembelajaran, penyelidikan, kerjasama pintar*

Pengenalan

UiTM Pahang merupakan sebuah kampus yang kaya dengan pelbagai khazanah alam semulajadi, terutamanya di dalam Hutan Simpan UiTM Pahang. Menurut Hilmi (2008), kepelbagaian spesies yang terdapat di dalam hutan simpan ini dapat membantu universiti dan masyarakat akademik dalam menambah ilmu pengetahuan melalui penyelidikan, perundingan, pembelajaran, lawatan dan pengalaman *in situ*. Beliau juga telah memperkenalkan satu pendekatan penyelidikan yang berasaskan kepada kepelbagaian dalam disiplin ilmu iaitu Penyelidikan Merentasi Bidang (PMB). PMB akan menjadi lebih bermanfaat apabila dikaitkan dengan tema kampus UiTM Pahang iaitu 'Kampus Khazanah Alam'.

Dalam usaha untuk merealisasikan PMB, ia perlu melibatkan perancangan strategik yang teratur. Zulkifli (2008) menyatakan bahawa perancangan strategik merujuk kepada fungsi pengurusan dalam menetapkan visi organisasi dan memutuskan kaedah terbaik bagi mencapai visi tersebut. Olsen (2007) pula merumuskan perancangan strategik yang baik dan berkesan perlu mencapai perkara berikut:

1. Mencerminkan nilai sesebuah organisasi
2. Mencetuskan perubahan dan pembaharuan dalam produk dan pemasaran
3. Jelas mendefinisikan kriteria untuk mencapai kejayaan
4. Membantu setiap individu dalam membuat keputusan.

Dalam perancangan strategik UiTM Pahang, kecemerlangan dalam pengajaran dan pembelajaran (P&P), serta kecemerlangan dalam penyelidikan adalah fokus utama. Untuk menterjemahkan visi ini, salah satu daripada inisiatif kampus yang telah diluluskan dan sedang dimajukan adalah makmal penyelidikan bioteknologi yang dikenali sebagai Makmal Bioteknologi Tumbuhan (MBT), dulunya dikenali sebagai Makmal Kultur Tisu Tumbuhan (Sarina & Muzamil, 2007). Penubuhan MBT merupakan satu platform dalam merealisasikan PMB, di samping menyumbang kepada kecemerlangan P&P dan penyelidikan di UiTM Pahang.

Selari dengan itu, objektif kertas kerja ini ialah untuk mengenal pasti potensi dan menilai Kekuatan–Kelemahan–Peluang–Ancaman (KLPA) makmal dan bidang bioteknologi tumbuhan dalam menjana pembelajaran, penyelidikan dan kerjasama pintar merentasi bidang.

Bioteknologi dan Perkembangan Aplikasi Kultur Tisu Tumbuhan

Bidang bioteknologi merupakan penggunaan teknologi dan manipulasi agen-agen biologi seperti bakteria, fungus, virus dan sebagainya yang diaplikasikan dalam sesuatu penyelidikan yang bertujuan untuk menyediakan produk untuk kesihatan dan kesejahteraan manusia. Ianya merangkumi bidang multi-disiplin seperti biokimia, kejuruteraan genetik, sains pemakanan, teknologi makanan, kejuruteraan kimia, serta mikrobiologi.

Bioteknologi memainkan peranan penting dalam menjana dan menghasilkan produk baru dari kepelbagaian sumber semulajadi (Trehan, 2002). Tumbuhan liar, tumbuhan ubatan atau tanaman pertanian boleh dimanipulasi dengan kaedah atau proses tertentu untuk penghasilan produk baru yang lebih baik dan bernilai tinggi. Bioteknologi telah memberikan sumbangan yang sangat signifikan kepada industri pertanian, perhutanan, farmaseutikal dan banyak lagi.

Perkembangan bidang sains dan teknologi telah bermula sejak manusia mula meningkatkan aktiviti bagi mendapatkan sesuatu hasil daripada bahan mentah semulajadi. Bagi bidang sains pertanian, aktiviti bermula secara multi-disiplin daripada penyelidikan ringkas kepada

penyelidikan yang spesifik, sama ada berlaku secara langsung atau tidak langsung. Ahli sains sentiasa berlumba untuk meneroka ilmu baru, berusaha merungkai masalah yang dihadapi atau mencari kaedah baru untuk meningkatkan hasil.

Kyte & Kleyn (2005) telah menjelaskan rentetan perkembangan bidang bioteknologi dan kultur tisu tumbuhan. Ringkasnya, seawal tahun 1830an, M.J. Schleiden (ahli botani) dan T. Schwann (ahli zoologi) telah mengemukakan teori totipotensi sel iaitu semua sel hidup mempunyai keupayaan untuk membentuk tumbuhan sempurna. Selepas itu kajian berkaitan sel makin mendapat perhatian, terutama selepas penciptaan mikroskop ringkas pertama oleh A. van Leeuwenhoek pada penghujung abad ke-17. Seterusnya R. Koch (ahli Fizik Jerman) memperkenalkan pula teknik pensterilan. Beliau membuktikan bahawa mikroorganisma bertanggungjawab untuk menyebabkan penyakit.

Abad ke-20 menyaksikan teknik kultur tisu memasuki era perkembangan secara eksponen. Pada tahun 1902, G. Haberlandt menggunakan media nutrien buatan yang dikenali sebagai media Knob untuk menghidupkan sel secara *in vitro*. Kejayaan ini meningkatkan lagi kajian pengkulturan sel tumbuhan oleh para saintis. Pada tahun 1924, kultur kalus daripada sel lobak (*Daucus carota*) diperkenalkan oleh R. Blumental dan P. Meyer.

Tahun 1934 menyaksikan penemuan bahan kimia pengaruh pertumbuhan tumbuhan. F. Kogl, A.J. Haagen-Smit dan H. Erxleben telah berjaya memencilkan bahan kimia daripada tumbuhan, dikenali sebagai auksin. Auksin adalah hormon penting yang mengaruh pertumbuhan di bahagian hujung meristem pucuk dan akar tumbuhan. Seterusnya pada tahun 1939, R.J. Gantner dan P. Nobecourt (saintis Perancis) memperkenalkan hormon auksin dalam media nutrien buatan untuk kultur tisu kambium lobak. Seawal 1940an, P.R. White berjaya menyediakan kultur tisu daripada bahagian hujung akar tomato (*Lycopersicon*) dan beliau menghasilkan subkultur untuk spesies berkenaan, yang pertama dilaksanakan dan merupakan penemuan awal untuk proses penggandaan tumbuhan. Beliau digelar sebagai '*Father of Plant Tissue Culture*' di Amerika Syarikat.

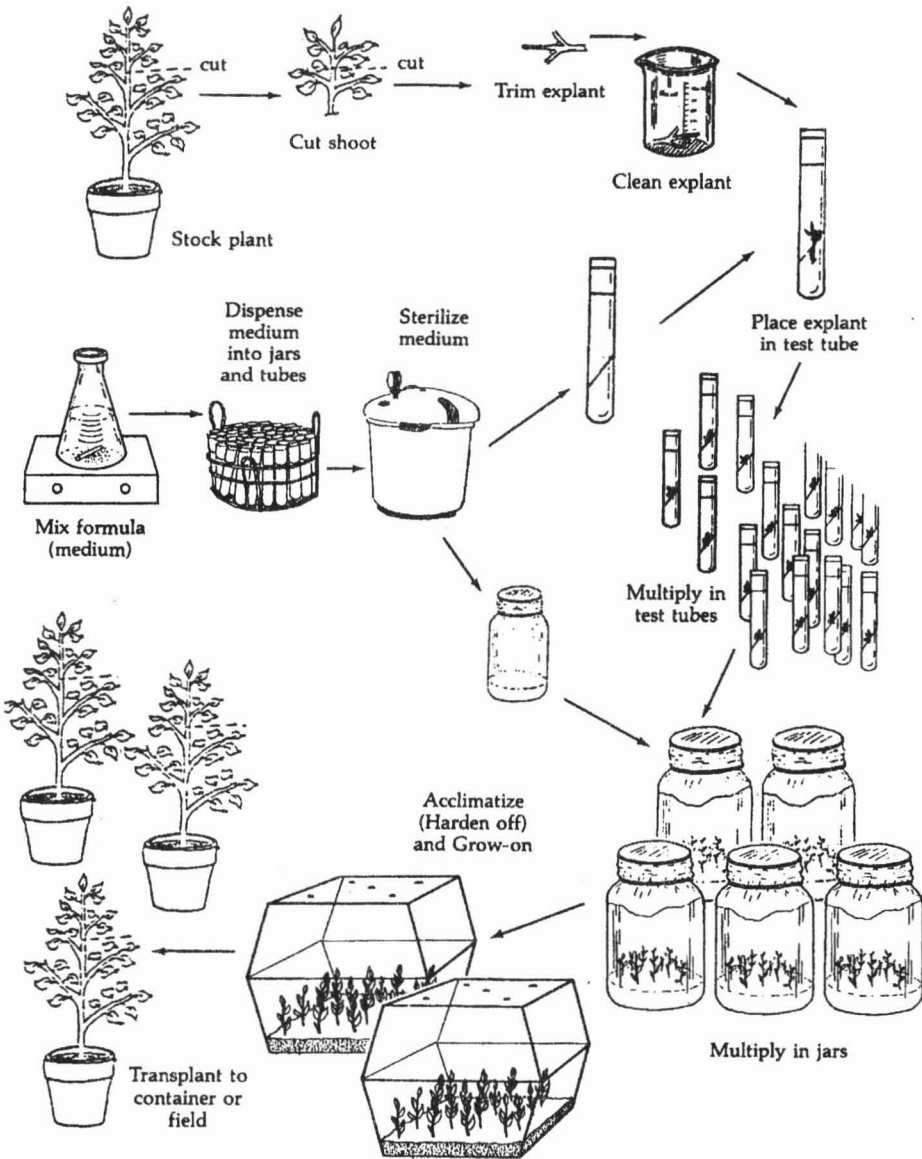
J. Van Overbeek, M.E. Conklin dan A.F. Blakeslee adalah saintis yang mula memperkenalkan air kelapa dalam media pada tahun 1941. Air kelapa dibuktikan mempunyai kandungan nutrien yang sangat sesuai untuk kultur sel beberapa jenis tanaman, malahan sehingga ke hari ini media kultur orkid masih mempraktikkan penggunaannya.

Seiring dengan kemajuan peralatan dan proses yang lebih baik, maka pertengahan abad ke-20 menunjukkan revolusi sains yang lebih drastik di negara-negara maju. Pada tahun 1955, C.O. Miller telah berjaya memencilkan hormon sitokinin, iaitu hormon penting untuk pembentukan bahagian tunas tumbuhan. Akhirnya pada tahun 1957, F. Skoog dan C.O. Miller bekerjasama dalam kajian mereka dan telah menemui nisbah auksin/sitokinin yang diperlukan untuk pertumbuhan sel kultur. Toshio Murashige, anak murid kepada Skoog telah melengkapkan penyelidikan berkenaan media nutrien. Selepas itu, terhasillah formula media *Murashige dan Skoog* (atau media *MS*) yang sangat sesuai untuk pelbagai jenis tanaman. Media ini digunakan secara meluas sehingga hari ini.

Morel dan Martin telah memperkenalkan teknik mikropropagasi terhadap orkid pada tahun 1960. Industri orkid adalah yang pertama mengaplikasikan mikropropagasi terhadap sel sehingga ke paras pengkomersialan. Sekarang teknik mikropropagasi (Rajah 1) digunakan dengan sangat meluas sekali untuk tujuan penggandaan tumbuhan-tumbuhan yang mempunyai ciri yang diinginkan.

Terma 'bioteknologi' mula digunakan dengan meluas sejak 1970an. Pelbagai penemuan baru ditonjolkan, terutama bila teknologi makin pesat berkembang. Kultur tisu kelapa sawit (*Elaeis guineensis*) mendapat perhatian bermula 1970 lagi. Saintis mula menumpu kepada usaha untuk meningkatkan penghasilan minyak. Maka bermulalah era penggabungan teknik kultur tisu

dan kejuruteraan genetik, sehingga terhasil anak didik tumbuhan yang terubahsuai genetik (*genetic modified organism*) atau disebut tumbuhan transgenik. Teknik kultur tisu dan dan teknik pengklonan dilaksanakan secara besar-besaran sehingga kini.



Rajah 1. Ilustrasi turutan proses mikropropagasi daripada bahagian hujung pucuk tumbuhan (Sumber: Kyte & Kleyn, 2005)

Selain pengklonan, kejayaan mendapatkan bahan metabolit sekunder melalui aplikasi kultur tisu juga mendapat perhatian para saintis kini. Ia bermula pada tahun 1983 apabila saintis Jepun mendedahkan kejayaan mereka mengekstrak komponen metabolit sekunder *shikonin* (sejenis *antraquinones* sebagai ubat anti radang) daripada bahagian akar tumbuhan *Lithospermum erythrorhizon*. Rentetan penemuan itu, banyak hasil semulajadi dikaji dan dimanipulasi melalui aplikasi kultur tisu tumbuhan. Kultur sel kini sebagai sumber komersial utama untuk ekstraksi pelbagai komponen metabolit sekunder seperti ditunjukkan dalam Jadual 1.

Sumbangan sains dan teknologi ke arah perkembangan ilmu tidak dapat dipertikaikan. UiTM Pahang sebagai satu organisasi pendidikan dan penyelidikan perlu bergerak seiring dengan perkembangan semasa. Maka penubuhan MBT adalah langkah awal yang tepat untuk meningkatkan lagi kualiti pembelajaran dan penyelidikan di UiTM Pahang.

Jadual 1. Contoh penghasilan bahan metabolit sekunder melalui teknik kultur tisu

Bahan	Spesies Tumbuhan	Hasil g/l	Hasil % berat kering
Rosmarinic acid	<i>Coleus blumei</i>	3.5	15
Verbascoside	<i>Syringa vulgaris</i>	1.4	16
Cinnamoyl putrescines	<i>Nicotiana tabacum</i>	1.0	10
Anthraquinones	<i>Morinda citrifolia</i> <i>Galium mollugo</i>	2.0-2.5	15-18
Shikonines	<i>Lithospermum erythrorhizon</i>	1.4	12
Benzylisoquinolines	<i>Berberis stolonifera</i> <i>Coptis japonica</i>	2.7 1.2	7 15
Benzophenathridines	<i>Eschscholtzia californica</i>	0.15	1.7
Nicotine	<i>Nicotiana tabacum</i>	0.1	2.5
Ajmalicine	<i>Catharanthus roseus</i>	0.3	1.0
Serpentine	<i>Catharanthus roseus</i>	0.2	0.8
Diosgenin	<i>Dioscorea deltoidea</i>	0.05	3.8
Ubiquinone-10	<i>Nicotiana tabacum</i>	0.05	0.5

(Sumber: Trehan, 2002)

Memahami Model Matrik KLPA (Kekuatan–Kelemahan–Peluang–Ancaman)

Dalam usaha untuk mengenal pasti potensi bioteknologi di UiTM Pahang, Model Matriks KLPA (Kekuatan–Kelemahan–Peluang–Ancaman) atau *SWOT (Strengths-Weaknesses-Opportunities-Threats)* digunakan. Model KLPA memadankan faktor dalaman iaitu Kekuatan dan Kelemahan dengan faktor luaran iaitu Peluang dan Ancaman. Dengan panduan Jadual 2, terdapat empat jenis kumpulan strategi boleh dipertimbangkan.

Pendekatan matriks KLPA ini mudah digunakan. Apa yang diperlukan adalah menyenaraikan semua faktor bagi subjek (Kekuatan (K), Kelemahan (L), Peluang (P) dan Ancaman (A)) yang terlibat dalam sesuatu organisasi. Matriks KLPA ini digunakan untuk mengukur potensi MBT dan bidang bioteknologi tumbuhan di UiTM Pahang.

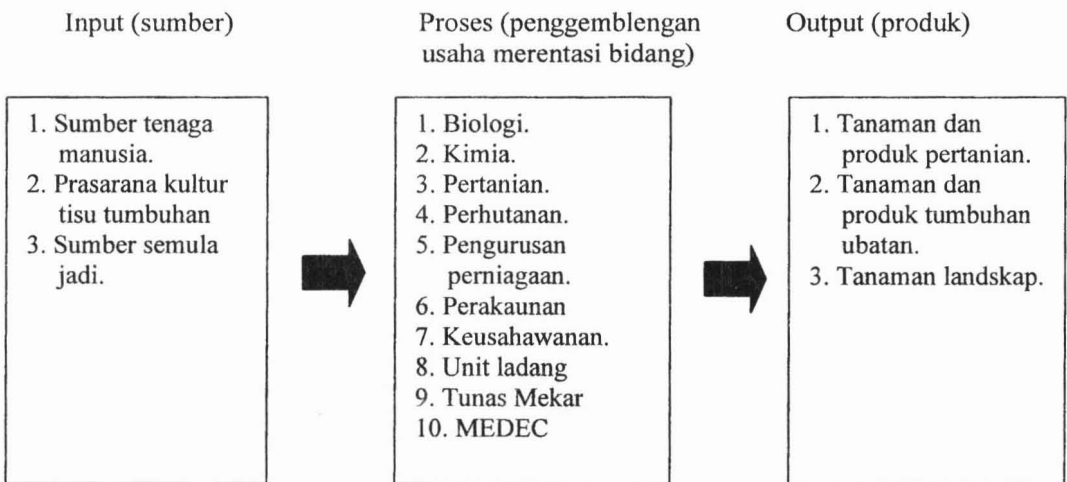
Jadual 2. Matriks Kekuatan-Kelemahan-Peluang-Ancaman (KLPA)

	Kekuatan (K) - Senaraikan kekuatan organisasi	Kelemahan (L) - senaraikan kelemahan organisasi
Peluang (P) - senaraikan peluang organisasi	Strategi KP - gunakan kekuatan untuk merebut peluang	Strategi LP - atasi kelemahan dengan mengambil peluang
Ancaman (A) - senaraikan ancaman organisasi	Strategi KA - gunakan kekuatan untuk menghadapi ancaman	Strategi LA - kurangkan kelemahan dan elak ancaman

(Sumber: Zainal Abidin, 2007)

Analisa KLPA: Potensi Makmal dan Bidang Bioteknologi di UiTM Pahang

Bidang bioteknologi tumbuhan mampu menjana pembelajaran, penyelidikan dan kerjasama pintar merentasi bidang. Bidang-bidang yang terlibat secara langsung ialah sains biologi, kimia, pertanian dan perhutanan, manakala secara tidak langsung ialah pengurusan perniagaan dan perakaunan. Perkaitan antara bidang-bidang diilustrasikan dalam Rajah 2. Input dan output dihubungkan dengan proses iaitu pengembelngan usaha merentasi bidang ini.



Rajah 2. Perkaitan input, proses dan output bidang bioteknologi dalam menjana pembelajaran, penyelidikan dan kerjasama pintar merentasi bidang

Potensi makmal dan bidang bioteknologi tumbuhan di UiTM Pahang ini dikaji daripada aspek matriks dan analisis KLPA (*SWOT analysis*). Faktor dalaman dan luaran diambil kira dalam membuat analisis tersebut (Anon, 2009a; Olsen, 2007; Zainal Abidin, 2007). Jadual 3 dan 4 menunjukkan perhubungan semua elemen tersebut.

Jadual 3. Matriks KLPA (faktor dalaman) makmal dan bidang bioteknologi tumbuhan UiTM Pahang

Faktor dalaman <i>Internal factors</i>	Kekuatan <i>Strengths</i>	Kelemahan <i>Weaknesses</i>
PRIMO-F		
<i>People</i> - Manusia	<ul style="list-style-type: none"> • Staf tersedia ada. • Sokongan pengurusan tertinggi. 	<ul style="list-style-type: none"> • Belum ada penambahan staf. • Kemungkinan berlaku kecurian anak benih dan pokok.
<i>Resources</i> - Sumber	<ul style="list-style-type: none"> • Kampus Khazanah Alam: Hutan Simpan UiTM Pahang – herba dan lain-lain. 	<ul style="list-style-type: none"> • Sumber tumbuhan mungkin terhad.
<i>Innovation and ideas</i> – Inovasi dan idea	<ul style="list-style-type: none"> • Penghasilan anak benih secara pukal. • Kerjasama pintar intra jabatan. 	<ul style="list-style-type: none"> • Kurang komitmen.
<i>Marketing</i> - Pemasaran	<ul style="list-style-type: none"> • Bantuan Program-program Akademik sedia ada, Unit Ladang dan UiLC. 	<ul style="list-style-type: none"> • Penembusan pasaran agak terhad.
<i>Operations</i> - Operasi	<ul style="list-style-type: none"> • Peralatan sedia ada. • Peralatan yang telah diluluskan. • Kemudahan tempat Makmal Biologi 2. 	<ul style="list-style-type: none"> • Kos pembelian peralatan permulaan yang tinggi. • Kontaminasi.
<i>Finance</i> - Kewangan	<ul style="list-style-type: none"> • Bajet melalui Unit Perancangan Strategik UiTM Pahang – Inisiatif Kampus PHG-02. 	<ul style="list-style-type: none"> • Kekurangan bajet kerana pengagihan secara menyeluruh.

Jadual 4. Matriks KLPA (faktor luaran) makmal dan bidang bioteknologi tumbuhan UiTM Pahang

Faktor luaran <i>External factors</i>	Peluang <i>Opportunities</i>	Ancaman <i>Threats</i>
Persekitaran am PESTLE		
<i>Political</i> - Politik	<ul style="list-style-type: none"> • Arus perdana dalam pertanian moden negara. Sokongan oleh Kementerian dan agensinya. 	<ul style="list-style-type: none"> • Tiada
<i>Economics</i> - Ekonomi	<ul style="list-style-type: none"> • Menjana kewangan atau pendapatan. 	<ul style="list-style-type: none"> • Kekurangan permintaan terhadap bekalan.
<i>Social</i> - Sosial	<ul style="list-style-type: none"> • Peluang latihan, kemahiran dan pekerjaan. 	<ul style="list-style-type: none"> • Tiada
<i>Technological</i> - Teknologi	<ul style="list-style-type: none"> • Penggunaan teknologi moden. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ciptaan peralatan dengan teknologi yang lebih maju dan lebih mahal.
<i>Legal</i> - Perundangan	<ul style="list-style-type: none"> • Peraturan dan perlindungan mengikut <i>BioSafety Act 2007</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • Tiada.
<i>Enviromental</i> - Persekitaran	<ul style="list-style-type: none"> • Mesra alam, jimat ruang, impak yang minimum. 	<ul style="list-style-type: none"> • Kesan penghasilan tumbuhan dengan genetik terubahsuai.
Industri	<ul style="list-style-type: none"> • Kerjasama pintar inter jabatan. 	<ul style="list-style-type: none"> • Persaingan daripada pihak swasta atau badan kerajaan.
Pasaran	<ul style="list-style-type: none"> • Permintaan terhadap produk asas tani sentiasa meningkat. 	<ul style="list-style-type: none"> • Kurang keupayaan untuk memenuhi permintaan luar.
Persaingan	<ul style="list-style-type: none"> • Meningkatkan kualiti produk. • Merangka tindakan yang efektif 	<ul style="list-style-type: none"> • Kesukaran memasarkan produk.

Faktor-faktor dalaman dan luaran di atas dilakukan analisis untuk menentukan kekuatan, kelemahan, peluang dan ancaman. Analisis menggunakan kaedah yang dinyatakan oleh Zainal Abidin (2007). Faktor kekuatan dan kelemahan dinilai daripada faktor dalaman manakala faktor peluang dan ancaman dinilai daripada faktor luaran (Jadual 5).

Jadual 5. Analisis KLPA makmal dan bidang bioteknologi tumbuhan UiTM Pahang

Bil.	Faktor	A Kepentingan (Skor 1-10)	B A/ΣA Wajaran	C Kemampuan (Skor 1-10)	D (BXC) Kemampuan berwajaran / 155	E Jurang perbezaan (A-C)	Hasil (Kekuatan (K) / kelemahan (L))	Hasil (Peluang (P) / ancaman (A))
Faktor dalaman								
Kekuatan / kelemahan								
1	Staf tersedia ada.	8	10/155	8	64	0	-	
2	Sokongan pengurusan tertinggi.	10	10/155	10	100	0	K1	
3	Sumber dari Kampus Khazanah Alam.	8	8/155	9	72	-1	K5	
4	Penghasilan anak benih.	7	7/155	5	35	2	L1	
5	Kerjasama pintar intra jabatan.	8	8/155	7	56	1	L2	
6	Pemasaran dengan bantuan intra jabatan.	6	6/155	6	36	0	-	
7	Peralatan sedia ada.	9	9/155	10	90	-1	K3	
8	Peralatan yang telah diluluskan.	7	7/155	8	56	-1	-	
9	Kemudahan tempat.	10	10/155	10	100	0	K2	
10	Bajet - Unit Perancangan Strategik.	10	10/155	8	80	2	K4	
Faktor luaran								
Peluang atau ancaman								
11	Pertanian moden.	10	10/155	7	70	3		P1
12	Menjana kewangan.	6	6/155	4	24	2		A2
13	Peluang latihan dan kemahiran.	7	7/155	7	49	0		P4
14	Penggunaan teknologi moden.	7	7/155	8	56	-1		P3
15	Akta BioKeselamatan 2007.	6	6/155	5	30	1		A4
16	Mesra alam, jimat ruang dan impak.	8	8/155	8	64	0		P2
17	Kerjasama pintar inter jabatan.	7	7/155	5	35	2		A3
18	Permintaan produk asas tani yang tinggi.	8	8/155	6	48	2		P5
19	Meningkatkan kualiti produk.	7	7/155	4	28	3		A1
20	Merangka tindakan yang efektif.	6	6/155	6	36	0		-
JUMLAH		155	1				5K - 2L	5P - 4A

Daripada analisis KLPA ini, untuk faktor kekuatan didapati dengan mengambil nilai tertinggi kemampuan berwajaran (nilai wajaran didarab dengan nilai kemampuan) iaitu berturutan daripada faktor 2, 9, 7, 10 dan 3. Bagi mendapatkan faktor kelemahan, kelima-lima faktor kekuatan yang telah diperolehi mesti diketepikan. Pemilihan faktor kelemahan bukannya daripada nilai kemampuan kewajaran yang terendah sebaliknya nilainya diperolehi daripada perbezaan antara skor kepentingan dengan kemampuan. Oleh itu, faktor kelemahan terletak pada faktor 4 dan 5.

Bagi penentuan peluang ianya didapati dengan mengambil nilai tertinggi kemampuan berwajaran iaitu berturutan daripada faktor 11, 16, 14, 13 dan 18. Bagi mendapatkan faktor ancaman, kelima-lima faktor peluang yang telah diperolehi mesti diketepikan. Sama seperti penentuan faktor kelemahan, pemilihan faktor ancaman bukannya daripada nilai kemampuan kewajaran yang terendah sebaliknya nilainya diperolehi daripada perbezaan antara skor kepentingan dengan kemampuan. Oleh itu, faktor ancaman terletak berturutan dari faktor 19, 12, 17 dan 15.

Daripada penemuan ini iaitu lima kekuatan berbanding dua kelemahan (5K - 2L) dan lima peluang berbanding empat ancaman (5P - 4A) maka dapat dibuat rumusan bahawa makmal dan bidang bioteknologi tumbuhan di UiTM Pahang mempunyai potensi untuk diketengahkan sebagai satu usaha untuk menjana pembelajaran, penyelidikan dan kerjasama pintar merentasi bidang. Potensi yang dapat dikenalpasti boleh dibahagikan kepada dua bahagian iaitu (i) pembelajaran dan penyelidikan, dan (ii) kerjasama pintar.

Potensi Pembelajaran dan Penyelidikan

Untuk membincangkan potensi pembelajaran dan penyelidikan yang boleh dijana di UiTM Pahang, enam (6) subjek dikenal pasti:

i) Ijazah Sarjanamuda dan ijazah lanjutan

Bidang bioteknologi tumbuhan boleh menawarkan program-program baru seperti Sarjana Muda Bioteknologi (Pertanian) malah boleh berkembang sehingga mengeluarkan graduan pascasiswazah khususnya dalam Sarjana Sains (Bioteknologi). Sebagai perbandingan, Fakulti Bioteknologi dan Sains Biomolekul, Universiti Putra Malaysia (UPM) telah lama menawarkan program-program seperti Bioteknologi Tumbuhan, Bioteknologi Mikrob dan Nanobioteknologi. Ini merupakan cabaran kepada kampus ini dalam membuktikan bahawa penindikkan bidang teras atau *niche area* iaitu pertanian khususnya adalah tepat. Secara khususnya di UiTM Pahang masih kekurangan tenaga pengajar dalam bidang ini namun sekiranya perhatian serius diberikan, program ini pasti berjaya direalisasikan.

ii) Projek penyelidikan dan latihan praktik pelajar

Para pelajar jurusan sains amnya seperti biologi/pertanian (Diploma Sains - DIS dan Diploma Pengurusan Ladang - DPIM) dan perhutanan (Diploma Industri Perkayuan - DIP) boleh menjalankan projek penyelidikan atau latihan praktik yang menjadi keperluan program masing-masing. Untuk projek penyelidikan, kursus-kursus sedia ada yang boleh terlibat dengan MBT adalah seperti BIO300 (*Biological Techniques and Skills*) dan WTE157 (*Forest Resources Management*). Manakala untuk latihan praktik, kursus boleh memanfaatkan MBT adalah seperti AGR100/150/200/250 (*Practical Training 1/2/3/4*). Latihan praktik yang dijalankan di MBT

membolehkan para pelajar untuk menimba pengalaman dan ilmu dalam bidang kultur tisu tumbuhan, malah sedikit sebanyak menyumbang perkembangan bidang ini di UiTM Pahang. Sebagai tambahan, program latihan praktik ini boleh disesuaikan mengikut keperluan program malah ia boleh mematuhi prosedur ISO 9001:2000 UiTM Pahang iaitu Prosedur Pengendalian Latihan Praktik - P.K. UiTM.PKH.(O).10.

iii) Program pemuliharaan

Hutan Simpan UiTM Pahang mempunyai kepelbagaian biologi yang tinggi seperti tumbuhan ubatan (Siti Zaiton & Mazlin, 2006) dan buah-buahan (Sarina et al., 2006). Usaha untuk membiak beberapa jenis tumbuhan liar seperti tongkat ali (*Eurycoma longifolia*) secara *ex-situ* telah dilakukan namun kurang berjaya (Wan Hanisah et al., 2004). Dengan kemajuan bioteknologi, pembiakan berbagai jenis tumbuhan telah berjaya dilakukan secara kultur *in-vitro* iaitu dalam persekitaran yang terkawal, misalnya spesies tumbuhan ubatan terancam, *Curculingo orchioides* (Wala & Jasrai, 2003) dan spesies tumbuhan ubatan popular, *Panax ginseng* (Wu & Zhong, 1999). Pada peringkat awal, para penyelidik di UiTM Pahang boleh menggunakan contoh sedia ada untuk tujuan penyelidikan kultur tisu tumbuhan liar dari hutan simpannya. Dalam masa yang sama, kajian ekologi tumbuhan herba boleh dilakukan untuk mengukur sejauh mana tumbuhan ini berjaya bermandiri secara *ex-situ*. Oleh itu, kewujudan MBT di UiTM Pahang ini boleh menyokong kepada usaha-usaha pemuliharaan spesies-spesies eksotik dan langka bagi menjamin kelangsungan kehidupannya.

iv) Silvikultur

Kaedah kultur tisu tumbuhan juga penting dalam menjayakan program silvikultur. Sebagai contoh, Institut Penyelidikan Perhutanan Malaysia (FRIM) telah melakukan pelbagai kajian silvikultur tumbuhan berkayu melalui kaedah ini (Ahmad Zuhaidi et al., 2006). UiTM Pahang patut meneroka dan melaksanakan penyelidikan sebegini memandangkan banyak spesies tumbuhan berharga terdapat di hutan simpannya seperti damar hitam (*Shorea multiflora*), meranti melantai (*S. macroptera*), resak keluang (*Vatica bella*) dan keruing mepelas (*Dipterocarpus crinitus*). Mungkin projek penyelidikan silvikultur yang paling signifikan bagi UiTM Pahang pada masa kini ialah pembiakan pokok karas (*Aquilaria malaccensis*) yang menghasilkan damar gaharu yang sangat berharga sehingga ia digelar 'emas hitam'.

v) Sebatian semulajadi

Perolehan dan pengkayaan bahan metabolit sebatian semulajadi daripada tumbuh-tumbuhan telah menjadi satu proses yang utama dalam penghasilan bahan tersebut secara pukal. Teknik kultur tisu telah diaplikasikan secara meluas bagi mendapatkan bahan kimia ini, seperti beberapa contoh yang diberikan dalam Jadual 1. Beberapa penyelidikan di UiTM juga telah dilakukan untuk mengkaji kehadiran bahan aktif dan metabolit dalam kultur kalus, seperti kajian oleh Noorizah et al. (2009) dan Mohd. Azlan et al. (2007). Di UiTM Pahang, sebatian semulajadi yang sedang diberi perhatian iaitu daripada beluru atau akar sintok (*Entada spiralis*), maka kultur kalus tumbuhan ini boleh dimulakan untuk diuji kehadiran bahan metabolitnya dan kepekatannya. Jika kajian adalah positif, bahan aktif dan metabolit ini boleh dihasilkan secara pukal memandangkan ia digunakan untuk tujuan komersial seperti pembuatan losyen, sabun dan produk kecantikan.

vi) Agrobisnes

Bidang bioteknologi tumbuhan mampu mengeluarkan hasil tanaman untuk penjaan sumber kewangan kepada UiTM Pahang. Di samping menjadi sumber P&P, ia boleh dieksploitasi untuk pengeluaran hasil tanaman, tumbuhan ubatan dan tumbuhan landskap. Pisang (*Musa sp.*) cv Rastali adalah antara spesies yang mudah dibiakkan secara kultur tisu (Azlin, 2008). Nenas (*Ananas comosus*) pula didapati mempunyai tahap kemandirian yang tinggi dalam kultur *in vitro* (Nur Suraya, 2009). Anak didik kultur tisu seperti pisang cavendish dan betik eksotika turut mendapat permintaan yang tinggi daripada petani. Selain buah-buahan, tumbuhan ubatan dan tumbuhan landskap juga boleh mendatangkan pulangan yang lumayan kepada UiTM Pahang dalam jangka masa panjang. Walau bagaimanapun, perlu diingatkan bahawa pembangunan prasarana makmal dan bidang bioteknologi tumbuhan ini memerlukan kos permulaan yang tinggi seperti kelengkapan makmal, tapak semeian, penjagaan dan pembajaan.

Potensi kerjasama pintar inter dan intra jabatan

Untuk membincangkan potensi kerjasama pintar yang boleh dijana di UiTM Pahang, enam (6) subjek dikenal pasti:

i) Tunas Mekar

Program Tunas Mekar mula diperkenalkan oleh Unit Penyelarasan Pelaksanaan, Jabatan Perdana Menteri (ICU JPM) di Pulau Pinang pada 19 Mei 2005 berasaskan kepada cetusan idea *wealth creation* oleh mantan Perdana Menteri, Tun Abdullah Hj. Ahmad Badawi. Tujuan Program Tunas Mekar adalah ke arah melahirkan lebih ramai usahawan Industri Kecil dan Sederhana (IKS) Bumiputera yang berdaya-tahan serta berdaya-saing.

Entiti awal pelaksanaan program adalah secara perkongsian bestari melalui penglibatan bersepadu sekurang-kurangnya enam pihak iaitu graduan UiTM (kini terbuka untuk semua graduan universiti), pengusaha IKS Bumiputera, Panel Penasihat, pensyarah UiTM, ICU JPM dan Pejabat Pembangunan Negeri dan institusi pembiayaan.

Sistem mentor-mentee yang dilaksanakan adalah ala program sangkutan di mana rutin harian graduan ialah membantu dalam pengurusan perniagaan/keusahawanan pengusaha IKS. Bantuan adalah dalam aspek gunatenaga dan juga teknik pengurusan moden sambil mempelajari ilmu pengetahuan dan budaya keusahawanan secara praktikal (Anon, 2009b).

Dalam konteks ini, UiTM Pahang melalui makmal dan bidang bioteknologi tumbuhan boleh bertindak sebagai 'pengusaha IKS' dan menjalinkan kerjasama pintar dengan Program Tunas Mekar bagi membantu graduan membangunkan perniagaan pertanian moden melalui kaedah kultur tisu tumbuhan seperti pisang (cavendish, nipah, berangan, rastali), tanaman hiasan (orkid, keladi, periuk kera), tanaman ubatan (kacip fatimah, tongkat ali) dan lain-lain.

ii) Pusat Pembangunan Usahawan Malaysia (MEDEC)

Pusat Pembangunan Usahawan Malaysia (MEDEC) telah ditubuhkan pada tahun 1975 di bawah pengelolaan Universiti Teknologi MARA (UiTM). Penubuhan MEDEC adalah bertujuan untuk merancang dan mengendalikan program-program pendidikan, latihan, penyelidikan, konsultasi dan khidmat nasihat keusahawanan. Tujuannya adalah untuk menjadi satu-satunya pusat

pengajian dan pembangunan keusahawanan yang berpangkalan di institusi pengajian tinggi melalui pengembangan ilmu keusahawanan dan membangunkan usahawan berkualiti.

Pada hakikatnya, MEDEC mempunyai satu prinsip iaitu berpegang kepada falsafah bahawa bakal usahawan boleh dibentuk dan dibangunkan jika diberi ilmu pengetahuan, diterap keterampilan, dimantapkan nilai/sikap dan diberi khidmat sokongan dalam pembangunan keusahawanan. Antara program atau aktiviti yang sedang dijalankan ialah menguruskan subjek Kursus Asas Keusahawanan (ETR300 dan ENT300) bagi pelajar diploma dari pelbagai fakulti (Anon, 2009c). Kursus ini boleh melatih pelajar dalam membangunkan perniagaan berasaskan kepada pertanian moden. Kerjasama pintar antara makmal dan bidang bioteknologi tumbuhan dengan MEDEC, UiTM Pahang boleh membantu para pelajar membangunkan pelan perniagaan pertanian dan memberikan kursus dan latihan keusahawanan dalam pertanian melalui kaedah kultur tisu tumbuhan.

iii) Pusat Jaringan Industri dan Komuniti (UiLC)

Bioteknologi tumbuhan juga membuka ruang untuk kerjasama pintar dan jaringan industri dengan institusi pengajian tinggi awam (IPTA) dan swasta (IPTS), Institut Penyelidikan Pertanian Malaysia (MARDI), Lembaga Pemasaran Pertanian Persekutuan (FAMA), Lembaga Kemajuan Tanah Persekutuan (FELDA) dan lain-lain bagi transformasi ilmu, kemahiran dan teknologi. Ini akan membantu bidang ini berkembang selari dengan perancangan strategik di UiTM Pahang (Zulkifli, 2008). Pembangunan yang lestari adalah penting dalam memastikan bidang ini boleh menghasilkan produk dan seterusnya dikomersialkan. Pengkomersialan melalui kerjasama pintar dengan *Malaysian Industry-Government Group for High Technology* (MIGHT) atau *Technology Park Malaysia* (TPM) boleh membantu dalam membangunkan produk-produk yang berpotensi dan mempunyai permintaan pasaran yang tinggi seperti penghasilan produk herba dan lain-lain.

iv) Unit Ladang

Kejayaan makmal dan bidang bioteknologi tumbuhan ini tidak boleh berdiri sendiri tetapi ia bersandarkan kepada kerjasama pintar dengan Unit Ladang, UiTM Pahang. Subkultur yang telah ditransplan ke dalam medium akan menjadi matang dalam tempoh yang tertentu mengikut jenis tumbuhan. Setelah itu, ianya akan dipindahkan tapak semaian atau rumah teduh. Pemeliharaan anak pokok tumbuhan daripada MBT melalui teknik kultur tisu memerlukan komitmen daripada kakitangan di makmal dan Unit Ladang. Penubuhan tapak semaian di lapangan adalah penting untuk menyesuaikan tumbuhan kepada persekitaran terkawal sebelum dipindahkan kepada persekitaran yang sebenarnya. Melalui Unit Ladang juga sebuah ladang turut boleh disediakan untuk penanaman dalam skala yang besar. Dipercayai dengan kerjasama pintar ini, program biak-baka tumbuhan dan penanaman secara skala besar pasti mencapai kejayaan.

v) Program Diploma Sains (DIS), Program Diploma Industri Perkayuan (DIP) dan Diploma Pengurusan Ladang (DPIM)

Sepertimana yang telah dibincangkan dalam potensi P&P, misalnya silvikultur, program DIS, DIP dan DPIM boleh memainkan peranan yang besar dalam mengembangkan bidang bioteknologi tumbuhan ini. Rancangan DIP untuk mengeluarkan papan komposit seperti papan serpai, papan fiber dan lain-lain dalam skala yang besar memerlukan bahan mentah yang banyak. Bahan mentah ini boleh diperolehi daripada program silvikultur yang mana anak pokok

dihasilkan secara pukal melalui kaedah kultur tisu tumbuhan. Cara begini telah lama dipraktikkan oleh syarikat-syarikat besar, misalnya Sabah Forest Industries Sdn. Bhd. (SFI). Para pensyarah DIS dan DPIM boleh memainkan peranan dalam penghasilan anak pokok menggunakan teknik kultur tisu. Teknik ini adalah lebih cekap berbanding kaedah tradisional yang mengambil masa yang panjang untuk mendapatkan biji benih dan mencambakkannya. Kaedah ini dilaksanakan terutamanya terhadap spesies tumbuhan berkayu yang mana musim berbunga dan penghasilan biji benihnya mengambil masa sehingga dua hingga empat tahun. Oleh itu, teknik ini merupakan penyelesaian terbaik untuk mengatasi masalah tersebut.

vi) Program Perakaunan (DIA) dan Pengurusan Perniagaan (DBM)

Bioteknologi bukan melibatkan komuniti aliran sains sahaja, malah boleh diperluaskan kepada komuniti bukan aliran sains. Percambahan produk daripada bioteknologi pastinya akan melibatkan perniagaan dan modal. Maka di sinilah peluang yang luas untuk diterokai oleh kumpulan pelajar dan para pensyarah DIA dan DBM untuk membantu membangun dan mengurus tadbir perniagaan yang berteraskan pertanian moden, misalnya penjualan anak pokok kultur tisu atau hasil tanaman dari ladang. Ini akan menghasilkan komuniti pelajar dan pensyarah yang berkemahiran, atau komuniti *techno-preneurship* yang tinggi. Menjadi impian semua pihak di UiTM Pahang ini agar suatu ketika nanti terdapat sebuah anak syarikat di bawah *UiTM Holdings* atau mungkin *UiTM Pahang Holdings* untuk mengurus tadbir perniagaan ini.

Anjakan Paradigma

Sesuatu perubahan akan mengambil masa untuk mencapai kestabilan yang memuaskan. Kita perlu mengambil peluang untuk memulakan sesuatu yang lebih baik dan bersedia untuk menapak dengan lebih kukuh. Muhammad Zakariya (2007) telah menyebut bahawa seseorang yang berpuas hati dan bangga dengan dirinya sendiri akan jauh daripada sebarang kemajuan. Oleh itu, anjakan paradigma adalah suatu kemestian dalam diri individu, masyarakat atau organisasi sekiranya ingin mengecap kejayaan. Anjakan paradigma bukan sahaja dari segi perubahan prasarana yang baru tetapi juga boleh dilihat daripada sudut yang lain seperti perubahan cara bekerja, sistemnya, menggunakan teknologi baru dan sebagainya. Prinsip yang dipegang adalah perubahan daripada cara sedia ada yang sudah tidak sesuai dan mula bertukar kepada cara yang baru walaupun ia pada mulanya mungkin tidak selesa dan akan menghadapi banyak tentangan daripada dalam dan luar.

UiTM Pahang kini perlu mengorak langkah ke arah bioteknologi supaya seiring dengan kehendak arus perdana. Penubuhan MBT merupakan satu tindakan proaktif daripada para pensyarah dan pihak pengurusan dalam usaha untuk membangunkan bidang bioteknologi. UiTM Pahang sedang berusaha untuk menjadi organisasi lebih baik daripada sekarang. Ia adalah persediaan menghadapi masa hadapan yang lebih mencabar. Oleh itu sokongan berterusan daripada semua pihak sangat diharapkan agar bidang ini mampu melonjakkan nama universiti suatu hari nanti.

Kesimpulan

Makmal dan bidang bioteknologi tumbuhan khususnya kultur tisu tumbuhan di UiTM Pahang ini mempunyai nilai potensi yang tinggi untuk menjana pembelajaran, penyelidikan dan kerjasama

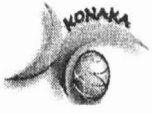
pintar merentasi bidang. Usaha pelbagai pihak seperti pengurusan tertinggi, Unit Perancangan Strategik, Unit Ladang, Bahagian Pengurusan Fasiliti, Ketua-ketua Program DIS, DPIM, DIP, DIA, DBM, Koodinator RMU, MEDEC, Tunas Mekar, UiLC, para pensyarah dan pengurusan makmal sains perlu digemblengkan agar matlamat murni ini berjaya menjadi kenyataan.

Penghargaan

Penulis merakamkan ucapan setinggi-tinggi penghargaan kepada Pengarah Kampus, Timbalan Pengarah Kampus Hal Ehwal Akademik, Timbalan Pengarah Kampus Penyelidikan dan Jaringan Industri, Koordinator Unit Perancangan Strategik, Ketua Program Diploma Sains, Ketua Program Diploma Pengurusan Ladang dan Jawatankuasa Konferensi Akademik (KONAKA 2009) di atas sokongan dan kerjasama dalam menjayakan penulisan ini.

Rujukan

- Ahmad Zuhaidi Yahya, Ab. Rasip Ab. Ghani, Ahmad Fauzi M. Shariff, & Rosdi Koter. (2006). *Application of Biotechnology: Evaluation of Improved Quality Planting Material for Forest Plantation Species. Proceeding National Seminar on Science Technology and Social Sciences, Universiti Teknologi MARA Pahang*, 1, 259 - 262.
- Anon. (2009a). *SWOT Analysis - Matrix, Tools Templates and Worksheets*. Dicapai pada 12 Oktober 2009 daripada [http://www.rapidbi.com/created/SWOT analysis. html](http://www.rapidbi.com/created/SWOT%20analysis.html).
- Anon. (2009b). *Info Program Tunas Mekar*. Dicapai pada 13 September 2009 daripada www.icu.gov.my/icu/pg/dl_direct.php?id=552.
- Anon. (2009c). *Welcome to MEDEC UiTM Perlis*. Dicapai pada 13 September 2009 daripada <http://www.perlis.uitm.edu.my/medec/>.
- Azlin, A.M.Z. (2008). *Somatic Embryogenesis from Immature Male Flowers of Banana (Musa spp. cv Rastali)*. Tesis Master, Universiti Putra Malaysia, 120p.
- Hilmi Ab. Rahman. (2008). *Penyelidikan Merentasi Bidang di Kampus Khazanah Alam. Prosiding Konferensi Akademik (KONAKA) 2008*, 253 - 264.
- Kyte, L., & Kleyn, J. (2005). *Plants from Test Tubes – An Introduction to Micropropagation (3rd Edition)*. United Kingdom: Timber Press Inc.
- Mohd. Azlan Mohd. Ishak, Zarina Zakaria, Abd. Hamid Khalid, & Suhana Zakaria. (2007). *Characterisation of Fragrance Major Compounds in Intact Plant and In Vitro Cultures of Citrus grandis (Osbeck) Flowers. Conference on Scientific and Social Research 2007 (abstrak)*, 662.
- Noorizah Jaafar Sidek, Yasser Suhaimi, Rohaya Ahmad, & Nik Roslan Nik Abd. Rashid. (2009). *Plant Tissue Culture and Elicitation of Hedychotis corymbosa Cultures. Conference on Scientific and Social Research 2008/09(abstrak)*, 14.



Nur Suraya, A. (2009). Physiological and Growth Responses of Pineapple (*Ananas Comosus* (L.) Merrill) in Different Level of Salinity and Drought Stress under *In Vitro* Culture. Tesis Master, Universiti Malaysia Terengganu, 106p.

Olsen, E. (2007). *Strategic Planning for Dummies*. USA: Wiley Publishing Inc.

Muhammad Zakariya (2007). Fathilat Al Quran. Dalam MuRaisul Muhaddithin Allama & Muhammad Zakariya (pnyt.), *Fathilat Amal*. Kuala Lumpur: Era Ilmu Sdn. Bhd.

Sarina Hashim, Muzamil Mustaffa, Ahmad Sardey Idris, Mohd. Aksso Rosli, Mohd. Narawi Hassan, dan Kaharudin Osman (2006). Spesies Buah-buahan di Hutan Simpan Universiti Teknologi MARA Pahang. Dalam Muzamil, M., Sarina, H. & Jamaludin, K. (pnyt.). *Eksplorasi Hutan Simpan Universiti Teknologi MARA Pahang*, (Hlm. 31-42). Shah Alam: UPENA.

Sarina Hashim, & Muzamil Mustaffa. (2007). Kultur Tisu Tumbuhan: Bioteknologi dalam Perancangan Strategik Universiti Teknologi MARA Pahang. *Prosiding Konferensi Akademik (KONAKA) 2007*, 167-182.

Siti Zaiton Mat So'ad, & Mazlin Kusin. (2006). Taman Herba di Hutan Simpan Universiti Teknologi MARA Pahang. Dalam Muzamil Muzamil, M., Sarina, H. & Jamaludin, K. (pnyt.), *Ekplorasi Hutan Simpan Universiti Teknologi MARA Pahang* (Hlm. 19-30). Shah Alam: UPENA.

Trehan, K. (2003). *Biotechnology*. New Delhi: New AGE International (P) Ltd.

Wala, B.B., & Jasrai, Y.T. (2003). Micropropagation of an Endangered Medicinal Plants: *Curculigo orchioides* Gaertn. *Plant Tissue Cult.* 13(1), 13-19.

Wan Hanisah, Wan Ismail, Ahmed Azhar Jaafar, Zulkifli Abdul Ghani, & Mohd. Supi Musa. (2004). Kajian Awal Penanaman Tumbuhan Ubatan di Luar Habitat Asalnya. *Prosiding Seminar Kebangsaan Sains Teknologi dan Sains Sosial (STSS) Universiti Teknologi MARA Pahang 2004*, 1, 315-319.

Wu, J., & Zhong, J.J. (1999). Production of Ginseng and Its Bioactive Components in Plant Cell Culture: Current Technological and Applied Aspects. *Journal of Biotechnology*, 68, 89-99.

Zainal Abidin, M. (2007). *Pengurusan Strategik*. Kuala Lumpur: Utusan Publications & Distributions Sdn. Bhd.

Zulkifli Ab Ghani Hilmi. (2008). Perancangan Strategik: Satu Keperluan. *Prosiding Konferensi Akademik (KONAKA) 2008*, 37-45.

SARINA HASHIM, MUZAMIL MUSTAFFA, NUR SURAYA ABDULLAH & AINI MOHD ZAINOL AZLIN, Fakulti Sains Gunaan, Universiti Teknologi MARA Pahang. hsarina@pahang.uitm.edu.my, mmuzamil@pahang.uitm.edu.my, nsa@pahang.uitm.edu.my, ainiiazlin@pahang.uitm.edu.my