

MENJANA KEKAYAAN MELALUI BIOTEKNOLOGI

6

I. PENGENALAN

6.01 Dalam tempoh Rancangan Malaysia Kelapan (RMKe-8), usaha ditumpukan kepada penyediaan asas ke arah membangunkan industri bioteknologi yang berdaya saing. Penekanan sewajarnya diberikan kepada pembangunan sumber manusia bagi mewujudkan pekerja mahir dalam bidang berkaitan bioteknologi. Penyelidikan dan pembangunan (R&D) dalam bioteknologi menjadi semakin penting dan dilaksanakan selaras dengan bidang keutamaan. Usaha turut ditumpukan kepada peningkatan infrastruktur dan kemudahan teknologi bagi menggalakkan inovasi dan pembangunan industri. Kejayaan penting dicapai menerusi pelancaran Dasar Bioteknologi Negara (DBN) pada tahun 2005 menyediakan rangka kerja menyeluruh bagi memberikan panduan kepada usaha pembangunan bioteknologi negara.

6.02 Bioteknologi bersedia menjadi penggerak gelombang industri berasaskan pengetahuan yang berikutnya serta menyumbang kepada pertumbuhan dan penjanaan kekayaan, pelaburan baru dan peluang pekerjaan di samping memberikan manfaat dari segi sosial dan alam sekitar. Dalam tempoh Rancangan Malaysia Kesembilan (RMKe-9), usaha gigih akan ditumpukan kepada pelaksanaan DBN dengan penyertaan aktif sektor swasta. Rangka kerja institusi, kawal selia dan kewangan yang sesuai akan dibangunkan untuk menggalakkan bioteknologi sebagai pemacu utama pertumbuhan ekonomi yang mampan. Pembangunan modal insan akan dipergiat untuk memenuhi keperluan industri dan memupuk keusahawanan. Infrastruktur bioteknologi akan diperkukuh dengan penubuhan pusat kecemerlangan. Pendekatan baru iaitu *BioNexus* akan diguna pakai untuk memanfaatkan kekuatan institusi sedia ada selari dengan pembangunan industri.

II. KEMAJUAN, 2001-2005

6.03 Bioteknologi dikenal pasti sebagai teknologi utama yang berupaya memacu dan menyokong matlamat negara dalam proses perubahan ke arah ekonomi berasaskan pengetahuan. Dalam tempoh Rancangan, penekanan diberikan

kepada usaha membangunkan keupayaan dan kemampuan sumber manusia serta institusi penyelidikan. DBN yang dilancarkan pada tahun 2005 menyediakan rangka kerja pembangunan industri yang lebih bersepadu dan menggariskan matlamat, keutamaan dan strategi secara komprehensif. Dasar ini memberikan penekanan kepada keperluan pembangunan sumber manusia, perubahan kawal selia dan institusi serta insentif fiskal dan kewangan. DBN turut menggariskan rangka hala tuju strategik industri bioteknologi bagi tempoh pelaksanaan selama 15 tahun. Perbadanan Bioteknologi Malaysia (MBC) telah ditubuhkan pada tahun 2005 sebagai agensi utama dalam membantu dan memudahkan pembangunan industri bioteknologi Malaysia.

Pembangunan Sumber Manusia

6.04 Kualiti dan kemahiran sumber manusia penting kepada kejayaan dalam bioteknologi. Sehubungan ini, pelbagai program dilaksanakan untuk mewujudkan sekumpulan pakar bioteknologi dan pakar bidang berkaitan bioteknologi. Dalam tempoh Rancangan, institusi pendidikan tinggi (IPT) telah mengeluarkan lebih daripada 4,000 siswazah di peringkat ijazah sarjana muda, sarjana dan kedoktoran dalam pelbagai bidang pengkhususan bioteknologi seperti biologi molekul, bioteknologi tumbuh-tumbuhan, kejuruteraan bioproses, bioinformatik dan bioteknologi marin. Skim Biasiswa Penyelidikan Sains Kebangsaan (NSF) menyediakan biasiswa kepada 156 pelajar ijazah sarjana dan kedoktoran dalam bidang berkaitan bioteknologi. Program latihan dalam perkhidmatan untuk membangunkan sumber manusia dalam bidang sains dan teknologi menyediakan biasiswa kepada pegawai yang sedang berkhidmat di institusi penyelidikan dan universiti untuk melanjutkan pengajian di peringkat lepasan ijazah dalam bidang bioteknologi. Walaupun pelbagai usaha pembangunan sumber manusia dilaksanakan, jurang terus wujud antara permintaan dengan penawaran kemahiran bioteknologi berikutan peluang guna tenaga baru yang diwujudkan dalam bidang ini masih kurang.

Penyelidikan dan Pembangunan

6.05 Skim Geran R&D Bioteknologi yang diperkenalkan pada tahun 2001 di bawah Direktorat Bioteknologi Kebangsaan telah meluluskan sejumlah RM95.3 juta untuk 47 projek penyelidikan bioteknologi, seperti ditunjukkan dalam *Jadual 6-1*. Daripada jumlah tersebut, 11 projek dikelaskan sebagai sedia untuk dikomersilkan. Dari segi modal intelek, projek R&D ini menghasilkan 27 paten yang didaftarkan di Malaysia dan satu di peringkat antarabangsa.

Infrastruktur dan Kemudahan

6.06 Dalam tempoh Rancangan, pelbagai langkah diambil untuk menyediakan infrastruktur dan kemudahan teknologi yang perlu bagi menyokong aktiviti berkaitan bioteknologi. Antara lain, tiga makmal khusus dibina, iaitu makmal bioteknologi

JADUAL 6-1

PROJEK R&D BIOTEKNOLOGI SEKTOR AWAM, 2001-2005

<i>Bidang Tumpuan</i>	<i>Bilangan Projek</i>	<i>Geran Diluluskan (RM juta)</i>
Genomik dan Proteomik	8	17.9
Tumbuh-tumbuhan	4	8.6
Haiwan	12	17.3
Perubatan	8	18.9
Biofarmasi	5	3.2
Alam Sekitar	2	3.8
Makanan	4	6.4
Produk Asli	4	19.2
Jumlah	47	95.3

Sumber: Kementerian Sains, Teknologi dan Inovasi

pertanian di Institut Penyelidikan dan Kemajuan Pertanian Malaysia (MARDI), makmal genomik dan biologi molekul di Universiti Kebangsaan Malaysia (UKM) serta makmal farmaseutikal dan nutraseutikal di Universiti Putra Malaysia (UPM). Makmal ini menyediakan kemudahan khusus bagi memajukan R&D negara dalam bioteknologi dan aplikasinya serta sebagai tempat latihan personel R&D.

6.07 Pusat Standard dan Kawalan Kualiti Bioteknologi (BIOSTAQ) bagi produk herba di Taman Teknologi Tinggi Kulim mula beroperasi pada bulan Ogos 2004. Pusat ini menyediakan perkhidmatan berkaitan standard dan kawalan kualiti produk asli. Perkhidmatan ini menggunakan teknologi terkini termasuk analisis mikrob dan logam berat, ujian gravimetrik, analisis nilai ekstrak serta ujian ketoksikan dan ketulenanan.

6.08 Sebahagian daripada usaha membangunkan komuniti bioteknologi Malaysia, Rangkaian Bioteknologi dan Bioinformatik Kebangsaan (NBBNet) diwujudkan pada tahun 2001. Pewujudan rangkaian ini bertujuan menggalakkan kerjasama dan rangkaian antara institusi penyelidikan, universiti dan industri. NBBNet juga menyediakan pangkalan data dan maklumat mengenai sumber genetik tempatan dan aktiviti utama R&D.

Rangka Kerja Kawal Selia

6.09 Kerajaan memainkan peranan proaktif dalam menentukan agenda kawal selia selaras dengan keperluan untuk menyediakan persekitaran kawal selia yang kondusif bagi membangunkan industri bioteknologi dan memastikan kesejahteraan awam. Sehubungan ini, Malaysia mengesahkan dan menerima beberapa konvensyen dan protokol antarabangsa berkaitan pembangunan industri bioteknologi. Malaysia merupakan ahli kepada Konvensyen berkaitan Kepelbagaian

Biologi yang mengesahkan Protokol Cartagena berkaitan Biokeselamatan pada tahun 2003 untuk melindungi negara daripada kemungkinan risiko daripada organisma hidup terubah suai (LMO). Protokol ini mengandungi beberapa prosedur yang berasingan, iaitu prosedur untuk LMO yang diperkenalkan kepada alam sekitar bagi tujuan tertentu dan LMO yang secara langsung digunakan sebagai makanan atau makanan haiwan atau untuk memproses produk makanan lain. Protokol ini merupakan tambahan kepada prosedur perjanjian maklumat terkini dan penubuhan mekanisme *Biosafety Clearing House*.

6.10 Pengisytiharan Peraturan Kawalan Dadah dan Kosmetik pada tahun 1984 menyediakan asas kepada pembangunan sistem kawal selia farmaseutikal bersistem. Pelbagai langkah diambil oleh Biro Pengawalan Farmaseutikal Kebangsaan (NPCB) bagi mengekalkan standard dan melindungi keselamatan awam dengan melaksanakan skim pelesenan dan pendaftaran ubat dan kosmetik yang meliputi pengeluar, pengimport dan pemborong farmaseutikal serta menjalankan ujian klinikal. NPCB juga menyediakan bantuan teknikal kepada pengeluar farmaseutikal tempatan untuk menaik taraf standard pengeluaran supaya setara dengan tahap yang dikehendaki oleh Amalan Pengeluaran Baik (GMP) seperti dicadangkan oleh Pertubuhan Kesihatan Sedunia (WHO) dan organisasi lain yang berkaitan.

6.11 Usaha dilaksanakan bagi memastikan industri farmaseutikal berdaya saing melalui penambahbaikan yang berterusan berdasarkan kehendak standard dan jaminan kualiti untuk menghadapi globalisasi dan liberalisasi perdagangan. Pada tahun 2002, Malaysia menjadi ahli ke-26 Skim Kerjasama Pemeriksaan Farmaseutikal (PICS) yang merupakan persetujuan kerjasama antara pihak berkuasa pemeriksaan farmaseutikal antarabangsa dalam bidang GMP. Penerimaan Malaysia dalam PICS memberi laluan kepada produk farmaseutikal tempatan untuk mendapat pengiktirafan antarabangsa.

Penyertaan Sektor Swasta

6.12 Banci Pertubuhan dan Enterpris 2005 menunjukkan bahawa sehingga akhir tahun 2003, sebanyak 117 syarikat berkaitan bioteknologi telah ditubuhkan dan menjana nilai ditambah berjumlah RM1.4 bilion serta mewujudkan 10,200 pekerjaan. Daripada jumlah tersebut, 68.4 peratus merupakan syarikat sektor perkhidmatan diikuti sektor pembuatan 23.9 peratus dan pertanian 7.7 peratus. Syarikat perkhidmatan berkaitan bioteknologi menjanakan 65.7 peratus daripada keseluruhan nilai ditambah dalam bioteknologi dan terlibat dalam aktiviti seperti pembungkusan semula, pengedaran dan pemasaran produk berkaitan bioteknologi serta khidmat perundingan bagi mematuhi peraturan dan standard. Sebahagian besar daripada syarikat bioteknologi pertanian terlibat dalam aplikasi kultur tisu

dan teknik pembiakan termaju bagi penghasilan tanaman dan ternakan yang lebih baik.

6.13 Selaras dengan dasar pertumbuhan dorongan sektor swasta, pelbagai usaha dilaksanakan bagi menarik pelaburan dalam bioteknologi. Dalam tempoh Rancangan, 30 projek pembuatan dalam bidang bioteknologi pertanian, bioteknologi penjagaan kesihatan dan bioteknologi industri dengan pelaburan sebanyak RM715.5 juta diluluskan dengan 1,441 peluang pekerjaan, seperti ditunjukkan dalam *Jadual 6-2*. Daripada jumlah projek yang diluluskan, sebanyak 10 syarikat telah beroperasi dengan jumlah pelaburan sebanyak RM110 juta dan mewujudkan 364 pekerjaan. Projek ini termasuk pengeluaran makanan tambahan imunologi berkhasiat berasaskan bahan tumbuh-tumbuhan, antibodi monoklon, polipeptida dan formulasi serta peralatan diagnostik. Baki projek yang diluluskan adalah di peringkat proses pembinaan kilang pengeluaran.

JADUAL 6-2

PROJEK PEMBUATAN BIOTEKNOLOGI YANG DILULUSKAN, 2001-2005

<i>Tahun</i>	<i>2001</i>	<i>2002</i>	<i>2003</i>	<i>2004</i>	<i>2005</i>	<i>RMKe-8</i>
Bilangan Syarikat	2	6	4	11	7	30
Guna Tenaga	56	199	129	519	538	1,441
Pelaburan yang Dicadangkan (RM juta)	6.1	79.8	215.7	237.8	176.1	715.5

Sumber: Kementerian Perdagangan Antarabangsa dan Industri

6.14 Sebagai usaha menggalakkan penyertaan sektor swasta dalam industri bioteknologi, kemudahan inkubator disediakan oleh SIRIM Berhad, Taman Teknologi Malaysia (TPM) serta Perbadanan Pembangunan Teknologi Malaysia (MTDC) dengan kerjasama UPM, UKM, Universiti Teknologi Malaysia (UTM) dan Institut Penyelidikan Perhutanan Malaysia (FRIM) bagi membimbing syarikat baru. Syarikat berstatus inkubator diberi akses untuk menggunakan kemudahan guna sama serta bantuan teknikal dalam pembangunan reka bentuk, prototaip dan produk.

6.15 Dalam tempoh Rancangan, pelbagai langkah telah diambil bagi menggalakkan kerjasama antarabangsa yang lebih erat dalam bidang bioteknologi. Beberapa inisiatif telah menyumbang kepada pembangunan keupayaan tempatan dalam teknologi pelantar yang utama bagi menghasilkan produk yang mempunyai nilai ditambah yang tinggi dan menjanakan harta intelek (IP). Inisiatif ini termasuk kerjasama penyelidikan dan pengkomersilan produk asli terpilih serta inisiatif dalam bidang vaksinologi, diagnostik dan biobahan.

III. PROSPEK, 2006-2010

6.16 Sektor bioteknologi menghadapi masa depan yang mencabar kesan daripada persaingan global yang semakin meningkat. Syarikat bioteknologi Malaysia perlu mengenal pasti dan membangunkan produk dan perkhidmatan terpilih bagi komponen daripada rantai nilai tertentu dalam bioteknologi global untuk terus berdaya saing. Dalam tempoh RMKe-9, Malaysia akan memberikan tumpuan kepada pelaksanaan DBN untuk membangunkan bidang bioteknologi terpilih dalam bidang pertanian, penjagaan kesihatan, industri dan bioinformatik. Sehubungan ini, usaha akan dipergiat untuk menggalakkan pelaburan asing dan tempatan serta kerjasama rapat dengan entiti asing bagi memperoleh akses kepada teknologi, kepakaran dan pasaran baru. Konsep *BioNexus* akan diguna pakai dengan sasaran penubuhan syarikat dan projek bioteknologi berdekatan dengan institusi penyelidikan dan kawasan industri yang berkaitan bagi membentuk rangkaian bersinergi di kalangan entiti berkenaan seterusnya mempercepat pertumbuhan kelompok dalam bidang bioteknologi terpilih. Kejayaan pelaksanaan DBN amat bergantung kepada tindakan susulan ke atas perancangan, keberkesanan pelaksanaan program serta penilaian dan pemantauan hasil dan impak secara berterusan.

Teras Pembangunan

6.17 Dalam tempoh RMKe-9, objektif pembangunan bioteknologi adalah untuk menggunakan potensi bioteknologi sebagai sumber penjana kekayaan yang semakin berkembang dan meningkatkan aplikasi bioteknologi dalam pelbagai sektor ekonomi. Sasaran pembangunan bioteknologi adalah untuk menggandakan bilangan syarikat bioteknologi dan yang berkaitan kepada 400 menjelang tahun 2010. Penekanan akan diberikan kepada usaha membangunkan syarikat yang berkualiti, mempunyai nilai ditambah yang tinggi dan intensif pengetahuan serta mewujudkan lebih banyak peluang pekerjaan. Bagi tujuan ini, teras strategik adalah seperti berikut:

- ❑ *mengubah dan meningkatkan pewujudan nilai dalam sektor pertanian melalui bioteknologi;*
- ❑ *memanfaatkan kelebihan biokepelbagaian untuk mengkomersilkan penemuan produk berkaitan kesihatan dan menjadikan Malaysia dalam pasaran biogenerik yang berkembang;*
- ❑ *menyediakan peluang pertumbuhan dalam industri biopemprosesan dan biopembuatan;*
- ❑ *mengambil faedah daripada pemusatan teknologi bagi membangunkan industri bioinformatik baru yang berkembang;*
- ❑ *mempromosikan BioNexus sebagai jenama unik untuk menarik pelaburan asing dan tempatan dalam bidang bioteknologi;*

- ❑ mewujudkan persekitaran yang sesuai dengan rangka kerja institusi sokongan, kawal selia dan kewangan bagi membantu pembangunan industri bioteknologi yang kukuh dan pelbagai;
- ❑ meningkatkan pembangunan modal insan bagi memenuhi keperluan negara; dan
- ❑ menubuhkan pusat kecemerlangan R&D dan mempercepat pembangunan, penyebaran dan pengkomersilan teknologi.

Pembangunan Bioteknologi

6.18 Sebagai usaha untuk menggerakkan ekonomi ke atas di sepanjang rantaian nilai, penekanan akan diberikan kepada pembangunan industri bioteknologi. Bagi mewujudkan sumber kekayaan baru, langkah akan diambil untuk memperkukuh asas industri serta menarik penyertaan sektor swasta yang lebih besar melalui pelaburan dan pewujudan perniagaan dalam komponen strategik rantaian nilai bioteknologi.

Bioteknologi Pertanian

6.19 Dalam usaha meningkatkan pewujudan nilai dalam sektor pertanian, usaha yang lebih akan dilaksanakan untuk membangunkan kemampuan negara dalam bioteknologi pertanian. Pengetahuan dan kepakaran terkumpul yang dibangunkan oleh pelbagai institusi seperti MARDI, Lembaga Minyak Sawit Malaysia dan Lembaga Getah Malaysia akan dimanfaatkan dan diperhalus untuk membangunkan bidang terpilih. Penerokaan teknologi baru untuk aplikasi bukan sahaja dalam bioteknologi pertanian tetapi juga dalam bidang bioteknologi penjagaan kesihatan dan bioteknologi industri termasuk bioinformatik, kejuruteraan genetik serta genomik dan proteomik fungsian akan diterajui oleh institusi berkenaan serta Institut Genom Malaysia, iaitu institut khusus yang baru ditubuhkan.

6.20 Aplikasi teknologi pelantar bioteknologi seperti kejuruteraan genetik, genomik dan proteomik fungsian akan digalakkan untuk mengeluarkan produk bioteknologi pertanian bagi meningkatkan produktiviti serta menambah baik ciri agronomi tanaman dan ternakan. Aktiviti bioteknologi pertanian lain yang akan digalakkan termasuk *biopharming*, iaitu penggunaan tumbuh-tumbuhan atau ternakan transgenik bagi mengeluarkan protein bernilai tinggi.

6.21 Institut Bioteknologi Pertanian Kebangsaan di MARDI akan berperanan sebagai pusat kecemerlangan negara bagi R&D, pengkomersilan dan penyebaran bioteknologi pertanian. Institut ini juga akan membangunkan perkongsian bersinergi dengan Agropolis yang akan dijadikan sebagai pusat kecemerlangan bagi pemprosesan dan pengeluaran makanan. Agropolis akan menganjurkan pameran bertaraf antarabangsa seperti Pameran Pertanian, Hortikultur dan Pertanian

berasaskan Pelancongan Malaysia (MAHA) untuk mempamerkan produk dan perniagaan pertanian negara bagi membantu penyebaran teknologi dan amalan pertanian moden.

Bioteknologi Penjagaan Kesihatan

6.22 Bioteknologi membolehkan penemuan dan pembangunan produk dan rawatan penjagaan kesihatan yang lebih baik. Walau bagaimanapun, Malaysia perlu membangunkan bidang pengkhususan yang strategik dalam rantai nilai bioteknologi memandangkan pelaburan yang besar diperlukan untuk melaksanakan keseluruhan proses penemuan sehingga pengkomersilan. Sehubungan ini, usaha akan ditumpukan kepada pemanfaatan biokepelbagaian negara yang luas dan pengetahuan tempatan mengenai ubat tradisional dan pelengkap (T/CM) untuk menerajui pembangunan industri farmaseutikal dan nutraseutikal. Bidang terpilih lain yang dibangunkan termasuk kontrak R&D biogenerik, diagnostik dan vaksin terutamanya bagi penyakit yang sering berlaku.

6.23 Institut Farmaseutikal dan Nutraseutikal Kebangsaan (NIPN) dan Institut Kebangsaan Produk Asli, Vaksin dan Biologikal (NINPVB) akan diwujudkan sebagai pusat kecemerlangan R&D dalam bidang bioteknologi berkaitan penjagaan kesihatan. NIPN akan memberikan tumpuan kepada penggunaan secara optimum sumber biologi semula jadi daripada tumbuh-tumbuhan, marin dan mikrob untuk digunakan dalam nutraseutikal, kosmoseutikal dan fitofarmaseutikal. NINPVB akan melaksanakan pelbagai program untuk menggalakkan perubatan herba dengan memanfaatkan pengetahuan tempatan dalam T/CM serta meningkatkan pengeluaran vaksin. Di samping itu, Pusat Pengesahan Produk Biologi akan dibina di Johor untuk menentusahkan kandungan produk herba, nutraseutikal dan fitofarmaseutikal bagi mematuhi peraturan pendaftaran dan jaminan kualiti.

Bioteknologi Perindustrian

6.24 Keupayaan negara dalam industri pembuatan dan pemprosesan menyediakan pelbagai peluang bagi pembangunan industri bioteknologi. Bidang pertumbuhan bioteknologi yang dikenal pasti termasuk pembangunan pemangkin biologi seperti enzim dalam penyediaan makanan dan makanan haiwan, produk bahan pencucian, pemprosesan tekstil dan proses perindustrian lain. Biopemprosesan merupakan antara bidang pertumbuhan yang boleh diguna pakai dalam pengeluaran biobahan seperti bioplastik, *biofuel* dan bahan kimia yang khusus seperti kandungan kosmetik serta bahan kimia bagi kegunaan sektor elektronik. Bidang pertumbuhan yang ketiga ialah kontrak biopembuatan.

6.25 Kemudahan Amalan Pengeluaran Baik Terkini (cGMP) yang direka bentuk selaras dengan standard dan garis panduan antarabangsa akan siap dibina dan beroperasi sepenuhnya pada bulan Jun 2006 merupakan sebahagian daripada usaha untuk menggalakkan biopembuatan. Kemudahan tersebut akan menyediakan

lalu bagi Malaysia menjadi pengeluar pembuatan kontrak ramuan farmaseutikal aktif. Kemudahan pelbagai produk ini akan digunakan untuk pengeluaran pelbagai produk biofarmaseutikal berasaskan kultur sel mamalia dan manusia.

6.26 Harga minyak mentah yang tinggi beserta dengan keperluan mendapatkan tenaga boleh diperbaharu bagi menggantikan bahan api fosil yang semakin berkurangan menjadikan *biofuel* sebagai bidang pertumbuhan yang berdaya maju. Permintaan terhadap bahan api terbiodegradasi termasuk diesel sawit oleh negara maju dijangka mencapai 10.5 juta tan metrik menjelang tahun 2007. Malaysia mempunyai 3.9 juta hektar ladang kelapa sawit dan lebih daripada 360 kilang minyak kelapa sawit. Sehubungan ini, Malaysia berkeupayaan dan berkemampuan untuk memenuhi permintaan *biofuel* global yang semakin meningkat. Selaras dengan Dasar Biofuel Negara yang diumumkan pada bulan Ogos 2005, pelbagai strategi akan dilaksanakan untuk meningkatkan penggunaan *biofuel* sebagai alternatif kepada diesel berasaskan petroleum.

Bioinformatik

6.27 Pertambahan data dan maklumat yang dijanakan berikutan kemajuan teknologi telah mewujudkan keperluan untuk menyusun dan mengatur serta menguruskan maklumat. Pemusatan ICT dan bioteknologi atau lebih dikenali sebagai bioinformatik, menyediakan fungsi sokongan yang penting untuk mengumpul, menyimpan, mengklasifikasi, menganalisis dan mengedarkan maklumat biologi yang diperolehi daripada penjujukan gen serta analisis fungsian bagi projek penyelidikan. Selain merupakan sumber pertumbuhan baru, bioinformatik juga menyumbang kepada penemuan dan pembangunan produk secara lebih ketara. Inisiatif strategik akan diperluas kepada bioinformatik dan pengkomputeran grid bagi menyokong pembangunan bioteknologi negara.

6.28 Keupayaan dan kepelbagaian asas ICT sedia ada dalam institusi penyelidikan termasuk MIMOS, universiti dan Koridor Raya Multimedia (MSC) akan digunakan secara optimum untuk mempercepat pembangunan subsektor bioinformatik. Pengkomputeran grid akan diguna pakai sebagai kaedah untuk mengurangkan kos pelaburan dalam R&D melalui perkongsian kemudahan. Sehubungan ini, fasa kedua Rangkaian Penyelidikan dan Pendidikan Malaysia (MyREN) akan dilaksanakan untuk meningkatkan jaringan antara pelbagai universiti dan institusi penyelidikan serta industri dan rantaian antarabangsa bagi meningkatkan usaha kerjasama penyelidikan.

Pembangunan Jenama Malaysia

6.29 Usaha gigih akan diambil ke arah menjadikan Malaysia sebagai destinasi pilihan bagi pelaburan dalam bioteknologi. Sehubungan ini, MBC akan memberikan tumpuan kepada usaha untuk menarik pelaburan, meneroka peluang perkongsian dan menyokong usahawan bioteknologi tempatan mewujudkan perniagaan. Bagi

tujuan ini, jenama “*BioNexus*” akan dipromosi untuk memasarkan inisiatif bioteknologi Malaysia kepada pelabur dan rakan kongsi yang berpotensi. Bagi memperkukuh jenama ini, pakej insentif yang menarik akan ditawarkan kepada syarikat tempatan dan asing yang berstatus *BioNexus*.

Pewujudan Persekitaran yang Kondusif

6.30 Pelaksanaan rangka kerja dasar bioteknologi akan membolehkan tumpuan diberikan ke arah mewujudkan persekitaran yang kondusif bagi penyediaan asas yang diperlukan bagi membangunkan industri bioteknologi. Usaha ini memerlukan pelbagai pendekatan dalam menentukan faktor penting kejayaan seperti rangka kerja kawal selia yang kondusif, infrastruktur pembiayaan yang mencukupi, pembangunan modal insan dan kemampuan R&D.

Rangka Kerja Kawal Selia

6.31 Kerajaan sedang merangka dan menggubal beberapa perundangan memandangkan pentingnya rangka kerja kawal selia yang kondusif dalam pembangunan industri bioteknologi. Langkah ini termasuk penggubalan rang undang-undang seperti Rang Undang-undang Biokeselamatan serta Rang Undang-undang Akses dan Perkongsian Faedah (*ABS*). Rang Undang-undang *ABS* bertujuan memastikan perkongsian faedah yang adil dan saksama dalam penggunaan sumber biologi Malaysia dan perlindungan daripada *biopiracy*. Rang undang-undang tersebut memperuntukkan pihak yang merancang menjalankan penyelidikan, mengeksport atau menjual sumber biokepelbagaian tempatan memohon permit khas.

6.32 Usaha akan dipergiat untuk menambah baik dasar dan rangka kerja pengurusan harta intelek (IP) untuk menggalakkan inovasi dan melindungi pelaburan. Satu kajian perbandingan ke atas amalan terbaik dasar dan pengurusan IP akan diadakan untuk mengenal pasti bidang bagi memperkukuh peraturan dan proses IP. Garis panduan berkaitan perkongsian IP untuk penyelidik di institusi penyelidikan awam dan kerjasama perniagaan serta untuk usaha sama tempatan dan asing akan diperkenalkan. Standard yang berkaitan seperti amalan makmal baik (GLP) dan cGMP akan dipertingkatkan untuk menarik penyumberan luar ujian klinikal dan kontrak pembuatan.

6.33 Bagi meningkatkan stok modal intelek, insentif yang sesuai untuk pendaftaran IP bagi rekaan dan penemuan akan diwujudkan. Pusat sumber dan rujukan akan diwujudkan untuk menyediakan nasihat teknikal bagi isu yang berkaitan seperti IP dan pematuhan peraturan. Program bina upaya dan kesedaran akan diadakan untuk menggalakkan penyelidik mempatenkan penemuan dan produk. Sehubungan ini, panduan dan manual pengurusan IP yang komprehensif akan dibangunkan. Usaha juga akan ditumpukan kepada pembangunan sejumlah

sumber manusia berkaitan IP yang mencukupi termasuk pakar, penilai teknologi, peguam dan pemeriksa paten.

Infrastruktur Kewangan

6.34 Projek bioteknologi berhadapan dengan pelbagai isu seperti risiko yang tinggi, tempoh matang yang panjang, pelaburan awal yang besar dan pematuhan peraturan yang ketat. Dalam usaha mengubah industri bioteknologi yang masih baru kepada industri yang berkembang pesat, akses kepada pembiayaan di sepanjang rantai nilai merupakan faktor utama kepada kejayaan industri ini. Bagi tujuan ini, satu struktur pembiayaan dan insentif kewangan yang menyeluruh akan diwujudkan bagi mengurangkan jurang pembiayaan. Penekanan yang lebih besar akan diberikan kepada R&D dan pengkomersilan, pemerolehan teknologi strategik, pembangunan perniagaan dan keusahawanan serta pembinaan infrastruktur yang diperlukan. Sehubungan ini, sektor awam akan melengkapkan usaha pembiayaan dan pelaburan sektor swasta melalui penyediaan peruntukan sebanyak RM2.0 bilion termasuk beberapa program bagi meningkatkan akses kepada pembiayaan sektor swasta.

6.35 Pembiayaan R&D untuk bioteknologi akan disediakan melalui sumber sedia ada serta dana baru seperti *ScienceFund* dan *TechnoFund*. Bagi menyokong pengkomersilan penemuan penyelidikan, permohonan untuk mendapatkan geran setara boleh dibuat melalui Tabung Pengkomersilan R&D (CRDF) di bawah Perbadanan Pembangunan Teknologi Malaysia (MTDC). Sebagai pelengkap kepada sumber ini, Dana Pengkomersilan Bioteknologi dengan peruntukan sebanyak RM100 juta akan diwujudkan untuk menyediakan geran setara kepada syarikat yang menjalankan R&D atau memperkukuh keupayaan penyelidikan dalaman.

6.36 Pembiayaan peringkat awal dapat diperolehi melalui Tabung Sains Hayat Malaysia yang baru diwujudkan di bawah MTDC. Pinjaman mudah akan disediakan untuk pembangunan perniagaan antarabangsa terutamanya kepada pihak yang memerlukan penilaian teknologi dan produk yang intensif, penaksiran nilai serta proses pendaftaran dan kelulusan yang rumit sebelum dapat menembusi pasaran antarabangsa. Di samping itu, pembiayaan akan disalurkan menerusi bank komersil, institusi kewangan dan entiti modal teroka untuk menyediakan sumber yang mencukupi kepada syarikat perniagaan, konsortium atau individu yang merancang menceburi sektor bioteknologi.

Pembangunan Modal Insan

6.37 Memandangkan kebergantungan bioteknologi yang tinggi kepada modal intelek dan aplikasi berintensif pengetahuan, langkah akan dipergiat untuk mempertingkatkan pembangunan modal insan. Program pembangunan sumber

manusia akan dihalusi dan diperkemas serta program baru akan diperkenalkan bagi memenuhi keperluan kemahiran setiap aktiviti di sepanjang rantai nilai bioteknologi. Institusi pendidikan tinggi akan memberikan penekanan kepada kursus ijazah dan lepasan ijazah bertujuan memperluas kemahiran saintifik dan khusus terutamanya dalam bidang genomik, mikrobiologi, biopemprosesan serta bidang kejuruteraan dan perniagaan yang berkaitan. Kolej dan institusi latihan kemahiran akan memberikan tumpuan kepada usaha memenuhi permintaan sumber manusia dalam bidang teknikal seperti pembantu penyelidik bioteknologi dan personel GMP serta juruteknik dalam biopembuatan, metrologi dan kawalan kualiti.

6.38 Pelbagai langkah akan diambil untuk melahirkan personel R&D yang dinamik dan bermotivasi tinggi bagi mewujudkan sinergi dan kerjasama antara institusi penyelidikan, universiti dan industri. Satu mekanisme akan diwujudkan untuk membantu pemilikan IP dan perkongsian IP di kalangan pelbagai pihak berkepentingan. Saluran tertentu akan diperkenalkan untuk membolehkan penglibatan ahli sains dan penyelidik sektor awam dalam projek bioteknologi dan ujian klinikal oleh sektor swasta. Program *Brain Gain* Kebangsaan akan dilaksanakan bagi mempertingkatkan keupayaan dan kemampuan teknologi tempatan serta mengurangkan jurang kemahiran dan kepakaran. Bagi menangani isu pengaliran keluar pakar dan menarik penglibatan pakar luar negara dalam projek di Malaysia, sistem saraan dan ganjaran akan dikaji semula supaya lebih menarik dan berpandukan prestasi.

6.39 Pelbagai usaha akan dilaksanakan untuk mewujudkan lebih ramai usahawan bioteknologi dalam usaha untuk mengkomersilkan R&D dan menubuhkan syarikat baru. Satu program pembangunan usahawan bioteknologi dengan peruntukan awal sebanyak RM50 juta akan dilaksanakan untuk membangunkan kompetensi teras dalam rundingan perniagaan, kerja penaksiran nilai teknologi dan kewangan serta penyediaan pelan dan pengurusan perniagaan yang berdaya maju. Usaha juga ditumpukan kepada menyebarkan maklumat mengenai peluang perniagaan, sumber pembiayaan dan insentif bagi industri bioteknologi.

Pemerolehan R&D dan Teknologi

6.40 Bioteknologi yang bersifat intensif teknologi dan intensif pengetahuan memerlukan tindakan segera dilaksanakan untuk melabur dalam program R&D dan yang lebih penting dalam program pengkomersilan seterusnya bagi menjana faedah ekonomi. Dalam tempoh RMKe-9, program R&D akan melibatkan pelbagai bidang penyelidikan termasuk peningkatan produktiviti pertanian dan pemeliharaan ternakan, diagnostik perubatan dan farmaseutikal. Sumber yang lebih besar akan disediakan untuk membangunkan keupayaan dan kemampuan tempatan di beberapa institusi penyelidikan dan universiti. Dalam usaha mengkomersilkan

dan memasarkan produk yang berpotensi, kerjasama dengan industri akan dipertingkatkan melalui beberapa model seperti usaha sama, perkongsian kemudahan teknologi tinggi dan pakar serta penyertaan ekuiti. Ahli sains dan jurutera penyelidik dari institusi penyelidikan dan universiti akan berpeluang untuk menyertai dan memulakan usaha sama baru serta menguruskan dan memasarkan IP.

6.41 Penekanan akan diberikan kepada pemerolehan teknologi pelantar untuk meningkatkan produktiviti penyelidikan dan memendekkan tempoh yang diperlukan untuk memasarkan produk. Sehubungan ini, pemerolehan secara strategik IP dan teknologi berkaitan bioteknologi dalam bidang utama akan diguna pakai untuk pembangunan bioteknologi secara *fast-track*. Bagi tujuan ini, dana khas berjumlah RM100 juta untuk pemerolehan bioteknologi akan diwujudkan. Pemerolehan yang berpotensi akan melalui proses penaksiran nilai yang ketat dan dilesenkan kepada beberapa syarikat atau institusi penyelidikan terpilih. Kerjasama antarabangsa akan dipertingkatkan untuk membantu pemindahan teknologi dan kepakaran serta meningkatkan akses kepada bidang pengetahuan yang lebih luas.

IV. INSTITUSI PELAKSANA DAN PERUNTUKAN

6.42 Majlis Pelaksanaan Bioteknologi akan menentukan hala tuju keseluruhan dasar, mengawasi pelaksanaan inisiatif bioteknologi negara dan menyediakan forum bagi memastikan penyelarasan antara kementerian. Kementerian Sains, Teknologi dan Inovasi dengan kerjasama kementerian yang berkaitan akan merangka strategi dan melaksanakan program untuk memanfaatkan bioteknologi sebagai sumber pertumbuhan dan menjana kekayaan baru. Kementerian utama termasuk Kementerian Pertanian dan Industri Asas Tani, Kementerian Perdagangan Antarabangsa dan Industri, Kementerian Kesihatan dan Kementerian Industri Perladangan dan Komoditi akan membantu pembangunan bidang terpilih dalam bioteknologi pertanian, bioteknologi industri dan bioteknologi penjagaan kesihatan. MBC akan bekerjasama rapat dengan kementerian dan pihak berkepentingan yang berkaitan untuk menarik pelaburan dan meningkatkan penyertaan sektor swasta dalam industri bioteknologi. Kementerian Pengajian Tinggi akan bertanggungjawab bagi memastikan bekalan sumber manusia yang berkelayakan dan mencukupi dalam bioteknologi dan bidang berkaitan bioteknologi.

6.43 Bagi tempoh RMKe-9, peruntukan sebanyak RM2.0 bilion akan disediakan untuk pembangunan bioteknologi, seperti ditunjukkan dalam *Jadual 6-3*. Daripada jumlah ini, 45.9 peratus akan disediakan untuk pembangunan infrastruktur fizikal, manakala baki sebanyak 54.1 peratus akan diperuntukkan kepada pembangunan *soft infrastructure* termasuk R&D dan pengkomersilan serta program pembangunan perniagaan.

JADUAL 6-3

**PERBELANJAAN DAN PERUNTUKAN PEMBANGUNAN BAGI
BIOTEKNOLOGI,
2001-2010
(RM juta)**

<i>Program</i>	<i>RMKe-8 Perbelanjaan</i>	<i>RMKe-9 Peruntukan</i>
Penyelidikan dan Pembangunan (R&D)	190.0	463.0
Inisiatif R&D Bioteknologi	190.0	363.0
Tabung Pengkomersilan Bioteknologi	-	100.0
Program Pemerolehan Bioteknologi	-	100.0
Pembangunan Perniagaan Bioteknologi	216.8	529.8
Pengurusan Teknologi & Harta Intelek (IP)	69.9	100.0
Pembangunan Keusahawanan	-	50.0
Projek Bioteknologi Pertanian	46.9	79.8
Sokongan Institusi dan Ekuiti	100.0	300.0
Infrastruktur Bioteknologi	167.6	928.5
Jumlah	574.4	2,021.3

Sumber: Unit Perancang Ekonomi

V. PENUTUP

6.44 Dalam tempoh RMKe-8, pelbagai langkah diambil untuk menyediakan keperluan infrastruktur teknologi serta membina kemampuan dan keupayaan bioteknologi tempatan. DBN dilancarkan untuk menyediakan rangka kerja komprehensif bagi pembangunan industri bioteknologi yang mampan. Dalam tempoh RMKe-9, tumpuan akan diberikan kepada usaha untuk melaksanakan teras strategik DBN bagi menjana sumber pertumbuhan baru dalam bioteknologi pertanian, bioteknologi penjagaan kesihatan dan bioteknologi industri serta bioinformatik. Bagi menarik pelaburan sektor swasta dalam bioteknologi, antara lain, pakej insentif khusus termasuk geran setara untuk R&D akan disediakan kepada syarikat berstatus *BioNexus*. Pusat kecemerlangan dalam bioteknologi akan diwujudkan untuk menyediakan kemudahan guna sama dan kepakaran teknikal yang diperlukan serta sokongan R&D bagi industri baru muncul.

6.45 Pelbagai program akan dilaksanakan untuk memanfaatkan biokepelbagaian negara dan membina kemampuan dan keupayaan sedia ada untuk menjana nilai ekonomi, terutamanya melalui teknologi tinggi dan aktiviti berintensif

pengetahuan. Usaha akan diambil untuk mempercepat pembangunan industri bioteknologi melalui pelaksanaan program R&D, pemerolehan teknologi dan pengkomersilan dengan kerjasama sektor swasta. Penekanan turut diberikan kepada pembangunan sumber manusia dan penyediaan pembiayaan yang mencukupi. Pelbagai langkah akan dilaksanakan untuk menyediakan sokongan institusi dan persekitaran kawal selia termasuk mempertingkatkan sistem IP bagi menarik pelaburan dan menggalakkan inovasi. Objektif utama adalah untuk membangunkan industri bioteknologi yang kompetitif dan unggul bagi mewujudkan peluang pekerjaan dan menjana kekayaan serta menambah baik kesejahteraan sosial rakyat dan seterusnya menyumbang kepada peningkatan ekonomi dalam rantai nilai ke tahap yang lebih tinggi seperti dinyatakan dalam teras pertama Misi Nasional.