



KEMENTERIAN SAINS,
TEKNOLOGI DAN INOVASI



DASAR BIOTEKNOLOGI NEGARA 2.0

Ke Arah Masyarakat Bio-Inovasi
(2022 - 2030) >>>



**KEMENTERIAN SAINS,
TEKNOLOGI DAN INOVASI**

DASAR BIOTEKNOLOGI NEGARA 2.0

Ke Arah Masyarakat Bio-Inovasi
(2022 - 2030)



ISI KANDUNGAN

RINGKASAN EKSEKUTIF	6
1.0 LATAR BELAKANG	11
1.1 Dasar Bioteknologi Negara (2005 - 2020) (DBN)	11
1.2 Peranan Bio-IAP bagi Merangka Pelan Masa Hadapan Industri Bioteknologi di Malaysia	11
1.3 <i>Biotech Corp</i> sebagai penggerak DBN	12
1.4 Pendekatan Menyeluruh Bioekonomi di Malaysia	12
1.5 Pencapaian Malaysia menerusi DBN dan BTP	13
1.6 Ekosistem Bioteknologi di Malaysia	15
1.7 Peluang Sektor Bioteknologi Berkembang di Malaysia	17
1.8 MOSTI memacu Agenda Bioteknologi Negara	18
1.9 Kebangkitan semula Bioteknologi di Malaysia menerusi usaha kolaboratif	19
2.0 RANGKA KERJA DASAR BIOTEKNOLOGI NEGARA 2.0 (DBN 2.0)	21
2.1 Sasaran polisi menjelang 2030	21
2.2 Rangka Kerja DBN 2.0	22
3.0 TERAS STRATEGIK, STRATEGI DAN LANGKAH DASAR	23
3.1 Teras Strategik 1: Tadbir Urus Ekosistem	24
3.2 Teras Strategik 2: Penyelidikan dan pembangunan, Inovasi (R,D,I) dan Bakat Mahir	25
3.3 Teras Strategik 3: Pembiayaan Dipacu Industri	27
3.4 Teras Strategik 4: Pembangunan Perusahaan Bioteknologi	29
3.5 Teras Strategik 5: Program Perdana dan Teknologi Masa Depan	31
4.0 PELAKSANAAN DBN 2.0	36
4.1 Rangka Kerja Tadbir Urus DBN 2.0	36
4.2 Sasaran Dasar Utama dan Pelaksanaan Dasar	37
5.0 GLOSARI	39
6.0 AKRONIM/SINGKATAN	44

PRAKATA

PERDANA MENTERI MALAYSIA

Bismillahirrahmanirrahim
Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh,
Salam Keluarga Malaysia,

Alhamdulillah, syukur ke hadrat Allah SWT atas rahmat dan hidayah-Nya atas penerbitan dokumen Dasar Bioteknologi Negara 2.0 (DBN 2.0) yang beraspirasikan ke arah mewujudkan masyarakat bio-inovasi menjelang tahun 2030 bagi menjana kekayaan, kesejahteraan sosial dan pembangunan mampan.

Dengan berakhirnya Dasar Bioteknologi Negara 2005-2020, penggubalan DBN 2.0 adalah diperlukan sebagai kesinambungan DBN 2005-2020. Kerajaan telah memberi aspirasi baharu melalui penggubalan DBN 2.0 untuk tempoh sehingga 2030. DBN 2.0 telah menambah baik strategi-strategi yang terkandung di dalam Dasar Bioteknologi Negara 2005-2020, selaras dengan perkembangan teknologi semasa. DBN 2.0 juga akan memastikan bidang bioteknologi berkembang pesat dan maju untuk menjadikan Malaysia sebagai sebuah negara berteknologi tinggi menjelang tahun 2030.

DBN 2.0 ini akan memperkukuhkan lagi ekosistem bioteknologi sedia ada serta menjadi pemangkin dalam menyelesaikan cabaran negara berkaitan keselamatan makanan, pengurusan pandemik dan krisis iklim menerusi kaedah penyelesaian bioteknologi tempatan.

Saya percaya pemain-pemain industri, para ilmuwan, para penyelidik termasuk pelajar dalam bidang yang berkaitan dengan bioteknologi telah lama menantikan Dasar Bioteknologi Negara diberi nafas baharu untuk mencarta hala tuju negara ke arah masyarakat bio-inovasi berteknologi tinggi.

Akhir kata, besar harapan saya agar DBN 2.0 dapat memberi manfaat dan impak positif kepada rakyat dalam memacu sosioekonomi negara ke arah kualiti hidup yang lebih baik berasaskan kepakaran dan inovasi tempatan.

DATO' SRI ISMAIL SABRI BIN YAAKOB
Perdana Menteri Malaysia

#KeluargaMalaysia
#BekerjaBersamaRakyat
#MenginsankanTeknologi
#MerakyatkanSains



KATA-KATA ALUAN MENTERI SAINS, TEKNOLOGI DAN INOVASI (MOSTI)

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh dan Salam Sejahtera

DBN 2.0 merupakan dasar yang signifikan dalam usaha MOSTI untuk melengkapkan ekosistem Sains, Teknologi, Inovasi dan Ekonomi (STIE) untuk memacu perkembangan negara menjadi Negara Berteknologi Tinggi (High Tech Nation) menjelang tahun 2030.

Bioteknologi dalam bidang penjagaan kesihatan seperti rawatan perubatan menggunakan sel stem, penggunaan nutrasetikal daripada sumber bahan-bahan aktif ekstrak herba yang boleh didapati dengan banyak di negara kita wajar dimanfaatkan dengan sebaiknya.

Tidak ketinggalan, jaminan makanan negara boleh ditingkatkan melalui bioteknologi menerusi teknologi enzim, baja-baja alternatif dan makanan ternakan bernutrisi tinggi.

Manakala kelestarian alam sekitar boleh dimantapkan menerusi bioteknologi perindustrian seperti penggunaan biopolimer, tenaga alternatif berasaskan biojisim dan bahan termaju daripada teknologi fermentasi.

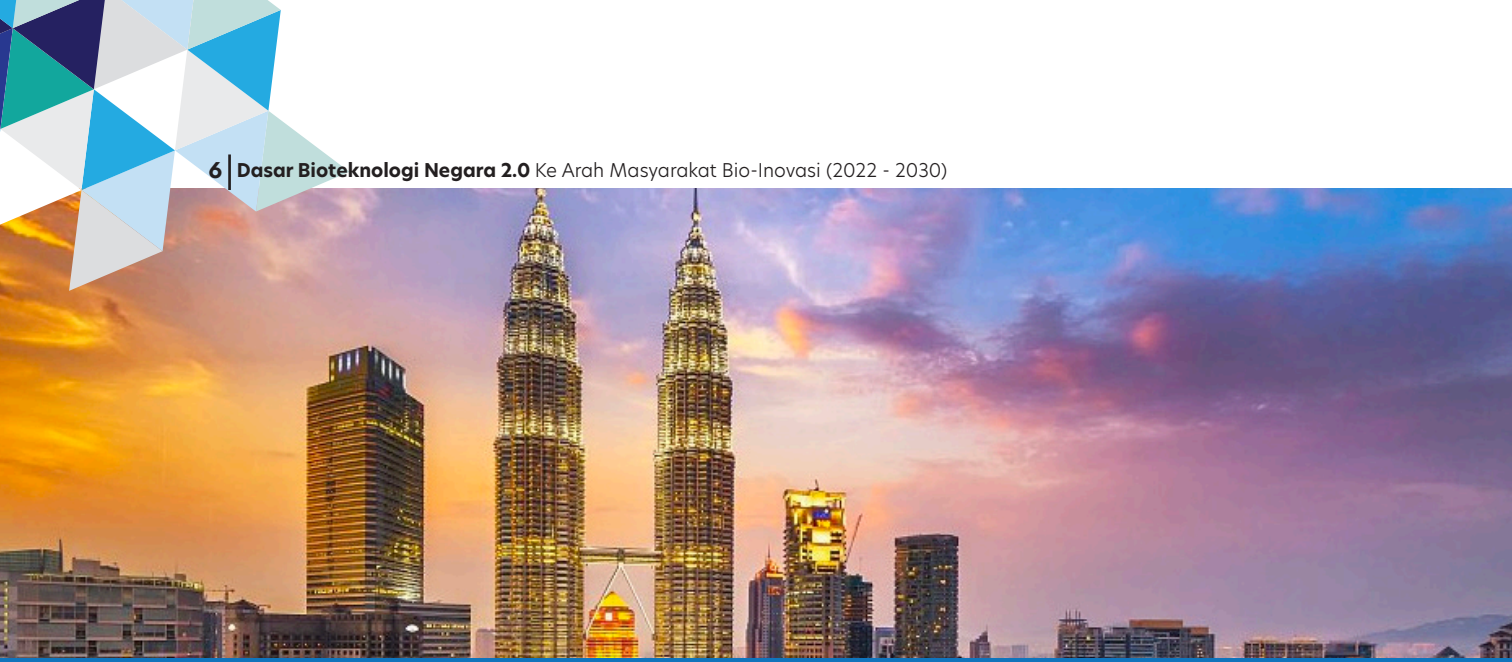
Kepelbagaian dan potensi penggunaan bioteknologi merentas sektor membuka banyak peluang untuk percambahan industri baharu termasuk syarikat-syarikat pemula untuk meneroka dimensi baharu penghasilan produk yang lebih berkualiti.

Saya berharap, DBN 2.0 yang digubal dengan kerjasama dan penglibatan semua pihak berkepentingan diharap akan memacu perkembangan bidang bioteknologi negara dengan mengoptimumkan pembangunan Malaysia ke arah negara berteknologi tinggi pada tahun 2030.

DATO' SRI DR. ADHAM BIN BABA
Menteri Sains, Teknologi dan Inovasi (MOSTI)

#KeluargaMalaysia
#BekerjaBersamaRakyat
#MenginsankanTeknologi
#MerakyatkanSains





RINGKASAN EKSEKUTIF KE ARAH NEGARA BERTEKNOLOGI TINGGI

Memanfaatkan Bioteknologi

Malaysia berhasrat untuk menjadi sebuah negara berteknologi tinggi pada tahun 2030 dan Sains, Teknologi dan Inovasi (STI) merupakan tonggak utama untuk mencapai hasrat ini. STI juga adalah pemacu Era Revolusi Perindustrian Keempat (4IR) yang menggabungkan dunia biologikal, fizikal dan digital serta menghasilkan pelbagai teknologi baru yang memberikan impak kepada pelbagai disiplin, ekonomi dan industri. Dalam konteks ini, usaha pengukuhan dan pengarusperdanaan STI dalam semua sektor, termasuk bioteknologi, adalah penting bagi memastikan agenda pembangunan sosio-ekonomi masa depan negara adalah mengikut sasaran yang diharapkan. STI memudahcara perkembangan idea dan penciptaan baru bagi menjana ekonomi, meningkatkan kesejahteraan masyarakat dan kelestarian alam.

Lanjutan daripada ini, kesan kemajuan 4IR di seluruh dunia juga telah mendorong teretusnya gelombang baharu bio-inovasi yang dikenali sebagai Biorevolusi. Hal ini memperlihatkan penumpuan kemajuan sains biologi terhadap dimensi fizikal dan digital dalam bidang 4IR seperti automasi dan kecerdasan buatan. Biorevolusi ini pastinya memberi impak yang besar kepada ekonomi dan kehidupan manusia. Empat bidang bio-inovasi yang akan terlibat adalah biomolekul, biosistem, *biomachine interface* dan *biocomputing*. Kejayaan besar dalam setiap bidang ini saling menguatkan satu sama lain. Bioteknologi merupakan komponen penting dalam bio-inovasi. Selaras dengan ini, untuk memacu pembangunan negara yang lebih terangkum, bioteknologi harus dibangunkan bersama teknologi lain yang baru muncul dalam konteks Revolusi Perindustrian Keempat (4IR). Sebagai contoh, dalam bidang biomolekul dan biosistem, pembangunan dalam teknologi omik dan molekul telah membantu memberikan pemahaman yang

lebih mendalam tentang proses biologi serta membolehkan perancangan terperinci untuk manfaat umat manusia.

Oleh itu, terdapat keperluan jelas supaya Dasar Bioteknologi Negara disemak dan ditambahbaik seiring dengan perkembangan yang dinyatakan dalam pelbagai polisi STI seperti Dasar Sains, Teknologi dan Inovasi Negara (DSTIN) 2021-2030 dan Dasar Revolusi Perindustrian Keempat (4IR) Negara. Dasar Bioteknologi Negara 2.0 ini akan memperkukuhkan lagi ekosistem bioteknologi sedia ada serta menjadi pemangkin dalam menyelesaikan cabaran negara berkaitan keselamatan makanan, pengurusan pandemik dan krisis iklim menerusi kaedah solusi bioteknologi tempatan.

Rangka kerja Dasar Bioteknologi Negara 2.0 (DBN 2.0)

DBN 2.0 mempunyai fokus untuk menggerakkan bidang bioteknologi bagi mensasarkan Malaysia ke arah negara berteknologi tinggi. Langkah polisi dan strategi yang diterangkan dalam dokumen ini bermatlamat sebagai rangka kerja untuk panduan pelaburan dan inisiatif yang akan memberi manfaat kepada negara. Tambahan pula, DBN 2.0 diformulasi berdasarkan konteks aspirasi pembangunan negara sedia ada, iaitu pertumbuhan inklusif dan pembangunan mampan sejajar dengan *United Nations' Sustainable Development Goals* (SDG) dan Wawasan Kemakmuran Bersama 2030. Dasar ini akan membuka jalan untuk penciptaan, pengaplikasian dan penggunaan biosains molekular serta

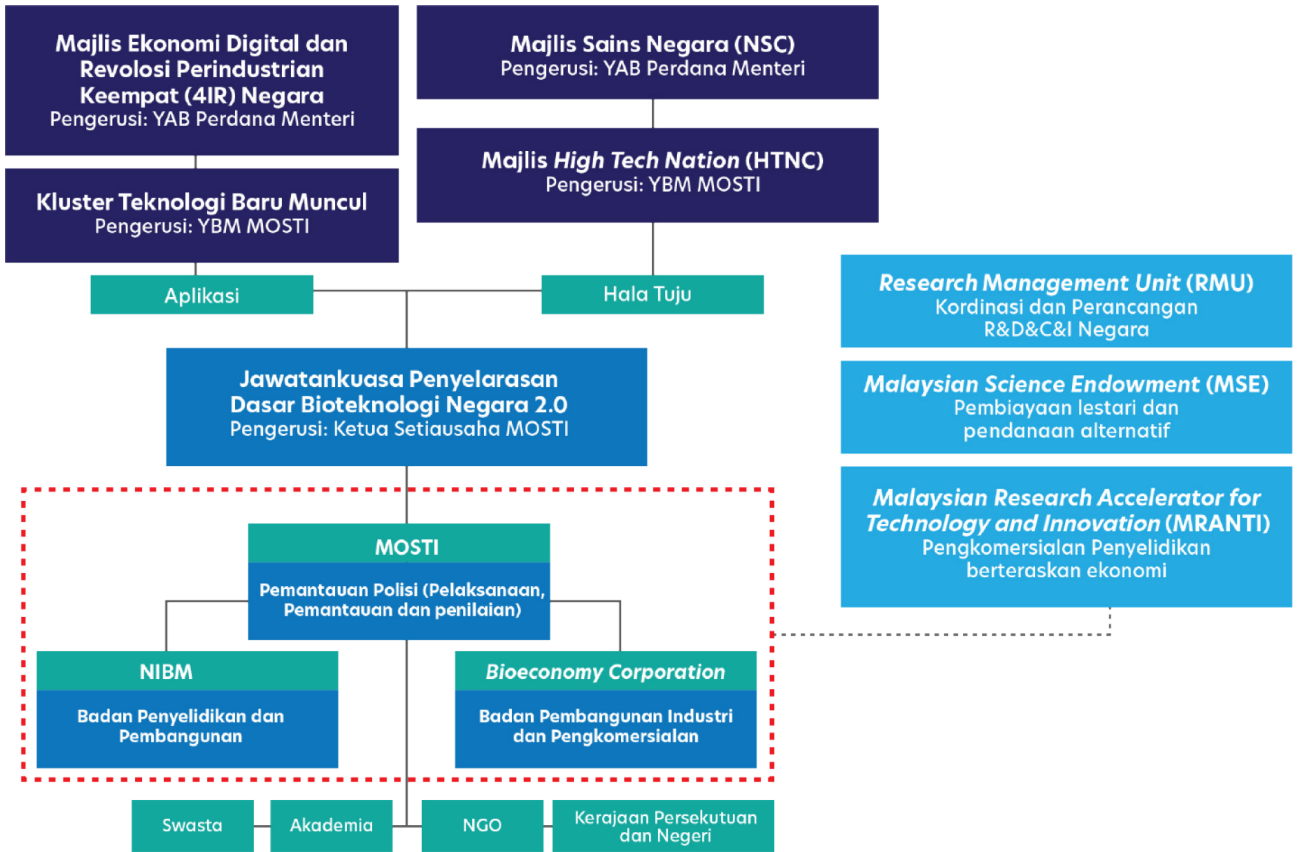
penumpuan kepada teknologi asal dan tempatan, agar Malaysia dapat beralih dari status negara pengguna teknologi kepada status negara pencipta dan pengeksport teknologi.

Rangka Kerja Tadbir Urus

Pelaksanaan strategi di bawah DBN 2.0 akan dipantau oleh Jawatankuasa Pemantauan DBN 2.0 yang dipengerusikan oleh Ketua Setiausaha MOSTI. Jawatankuasa ini bertanggungjawab melaporkan pelaksanaan DBN 2.0 mengikut keperluan kepada majlis-majlis seperti di Rajah 1:

- Majlis Sains Negara (*National Science Council - NSC*);
- Majlis Ekonomi Digital dan Revolusi Perindustrian Keempat (4IR) Negara (*MED4IRN*);
- Majlis *High Tech Nation* (*HTNC*); dan
- Kluster Teknologi Baru Muncul di bawah *MED4IRN*.





Rajah 1 : Rangka Kerja Tadbir Urus Pelaksanaan DBN 2.0





VISI

Pada tahun 2030, bioteknologi akan mentransformasi Malaysia kepada sebuah negara bio-inovasi berteknologi tinggi yang progresif, makmur, inklusif dan mampan.

(By 2030, Biotechnology to transform Malaysia into a high-tech bio-innovation nation that is progressive, prosperous, inclusive and sustainable).



Kenyataan Dasar

Memacu negara ke arah bio-inovasi bagi menjana kekayaan, kesejahteraan sosial dan pembangunan mampan.

(Accelerating towards a bio-innovation nation for wealth creation, societal well-being and enhancing sustainable development).

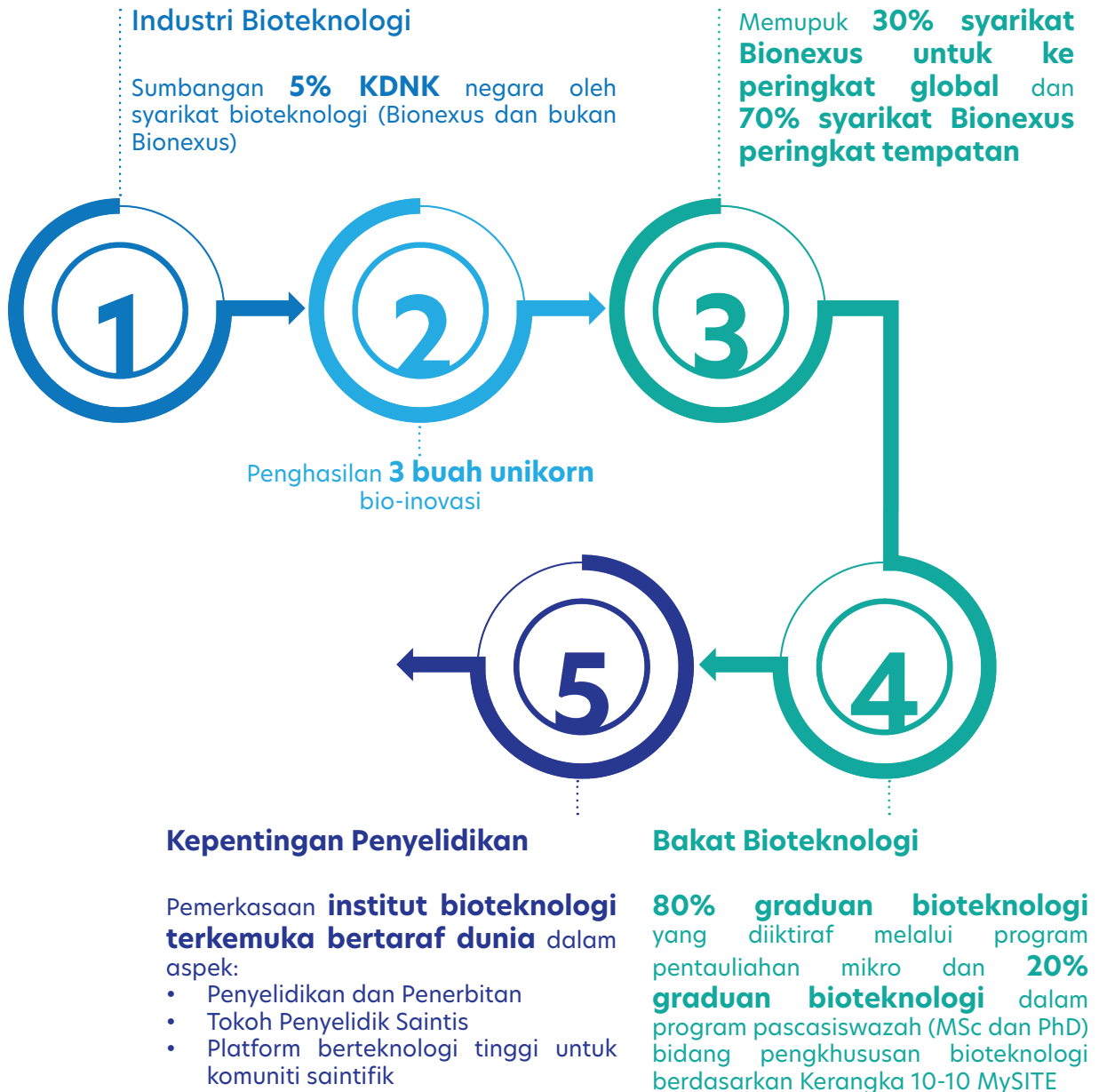


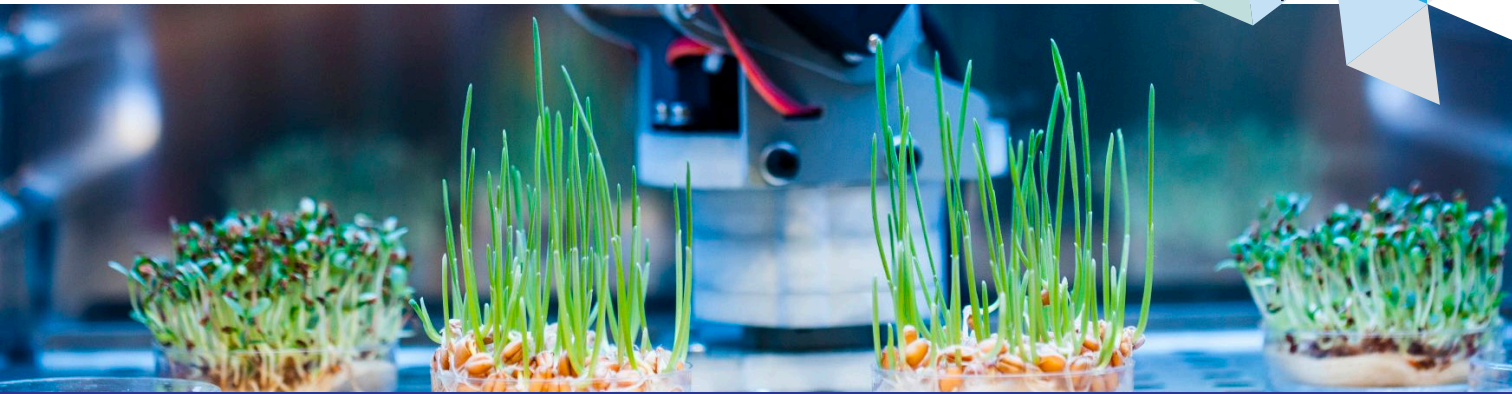
MISI

Untuk mengharmonikan, menyatukan dan memfokuskan semua sumber, aktiviti dan program berasaskan bio di Malaysia ke arah peningkatan kemakmuran ekonomi, kesejahteraan sosial dan kemampan.

(To harmonise, consolidate, and focus all of Malaysia's bio-based resources, activities, and programmes towards the enhancement of economic prosperity, societal well-being, and sustainability).

SASARAN POLISI MENJELANG 2030





1.0 LATAR BELAKANG

PERJALANAN BIOTEKNOLOGI DI MALAYSIA

1.1 Dasar Bioteknologi Negara (2005-2020) (DBN)

Pada tahun 2005, Kerajaan Malaysia telah memperkenalkan Dasar Bioteknologi Negara (2005-2020) (DBN), dengan tempoh perancangan dan pelaksanaan 15 tahun bermatlamat menjadikan bioteknologi sebagai penyumbang utama kepada pembangunan ekonomi. DBN dilaksanakan melalui tiga fasa: Fasa I - Pembangunan Kapasiti (2005-2010), Fasa II - Sains kepada Perniagaan (2011-2015) dan Fasa III - Perniagaan Global (2016-2020). Di bawah DBN, telah diperkenalkan *Bill of Guarantees*, yang menyediakan insentif komprehensif kepada syarikat berstatus Bionexus yang beroperasi di Malaysia. *Bill of Guarantees* merupakan komitmen Kerajaan terhadap pewujudan dan pembangunan persekitaran yang kondusif bagi industri bioteknologi. Di antara sokongan dan bantuan disediakan termasuklah 70% pelepasan cukai ke atas pendapatan berkanun, pengecualian

duti import dan cukai jualan terhadap bahan mentah import / komponen, mesin dan peralatan, potongan berganda terhadap tanggungan perbelanjaan untuk penyelidikan dan pembangunan (R&D), dan pengurangan cukai yang bersamaan dengan jumlah pelaburan dilakukan dalam modal asas atau pembiayaan awal kepada pelabur.

1.2 Peranan Bio-IAP bagi Merangka Pelan Masa Hadapan Industri Bioteknologi di Malaysia

DBN yang dilancarkan pada tahun 2005 telah menubuhkan *Bioeconomy International Advisory Panel* (Bio-IAP) yang juga bertanggungjawab kepada Kerajaan dalam menformulasi strategi untuk menggerakkan pertumbuhan dan pembangunan industri bioteknologi di Malaysia. Panel Bio-IAP memainkan

peranan penting untuk menetapkan keutamaan, menyediakan rangka kerja untuk pembangunan industri bioteknologi dan pemilihan industri bioteknologi yang sesuai untuk dibangunkan di Malaysia. Keahlian Bio-IAP terdiri daripada gabungan sektor strategik yang relevan kepada pembangunan bioteknologi di Malaysia seperti Pertanian, Kesihatan, Perindustrian, Sumber Manusia, Pembiayaan, Infrastruktur Teknologi, Kawal selia dan Undang-Undang dan Pengkomersialan. Ahli Bio-IAP dipilih berdasarkan kepada kepakaran yang dapat menyumbang kepada pelaksanaan fasa Sains kepada Perniagaan di bawah DBN. Bioeconomy Corporation juga telah diberi mandat selaku Sekretariat Tetap kepada Bio-IAP.

1.3 **Biotech Corp sebagai penggerak DBN**

Malaysian Biotechnology Corporation (Biotech Corp) yang kemudiannya ditukar kepada *Bioeconomy Corporation (Bioeconomy Corp)* merupakan agensi pembangunan ekonomi berasaskan bio yang telah memainkan peranan penting sebagai penggerak ekosistem sokongan yang kukuh meliputi perniagaan, aspek kawal selia dan teknikal kepada industri bio. Agensi ini telah ditubuhkan oleh MOSTI pada tahun 2005 untuk melaksanakan DBN 1.0. Rangkaian *BioNexus Partners (BNP)* di bawah *Bioeconomy Corporation* adalah strategi berkesan di dalam kebanyakan model perniagaan yang berjaya bagi pengkomersialan produk berasaskan bio untuk menembusi pasaran global.

1.4 **Pendekatan Menyeluruh Bioekonomi di Malaysia**

Selepas pelancaran DBN, Program Transformasi Bioekonomi - *Bioeconomy Transformation Programme (BTP)* dimulakan pada tahun 2012 untuk mempercepatkan lagi pembangunan bioekonomi di negara ini. Agenda program tersebut diterajui oleh MOSTI, dan *Bioeconomy Corp* telah diberi mandat untuk mengenalpasti projek bioekonomi berimpak tinggi dikalangan industri berasaskan bio.

Penubuhan BTP telah menjadikan Malaysia negara pertama di *Association of Southeast Asian Nations (ASEAN)* dan kedua di Asia, selepas China, untuk memulakan pelan komprehensif bagi pembangunan Bioekonomi. Seajar dengan hasrat untuk menggerakkan agenda Bioekonomi Malaysia, BTP berperanan sebagai platform bagi sektor swasta untuk memanfaatkan peluang komersial dalam industri berasaskan bio, dengan memberi fokus kepada bioteknologi. Sebagai tambahan kepada sumbangan pembangunan ekonomi, aktiviti dalam Bioekonomi diramalkan untuk membantu meningkatkan produktiviti pertanian, membuka jalan kepada penemuan baru dalam bidang kesihatan dan menggalakkan penggunaan proses industri yang mampan. Dalam konteks yang lebih luas, pembangunan ini dilihat akan menyelesaikan cabaran global seperti pertambahan populasi global, isu keselamatan makanan, kehabisan sumber bahan api fosil dan sumber asli, termasuklah peningkatan tekanan alam sekitar dan perubahan iklim.

Pada tahun 2014, Kerajaan telah melancarkan Program Pembangunan Komuniti Bioekonomi (*Bioeconomy Community Development Programme - BCDP*) untuk membangunkan Bioekonomi luar bandar dengan mengoptimumkan aktiviti pertanian hulu petani dan pekebun kecil untuk disalurkan kepada syarikat berstatus BioNexus dan pemilik projek BTP melalui perjanjian jaminan pembelian-semula. Ini telah membantu aliran tetap bekalan bahan mentah kepada aktiviti hiliran dan meningkatkan pendapatan petani.

1.5 Pencapaian Malaysia menerusi DBN dan BTP

BTP pada masa tersebut disasarkan menghasilkan peningkatan Pendapatan Negara Kasar (*Gross National Income* atau GNI) berjumlah hampir RM48 bilion menjelang 2020, termasuk 170,000 peluang pekerjaan dan secara terkumpul menarik RM50 bilion pelaburan domestik dan antarabangsa.



Rajah 3 : Sasaran Program BTP

Sejak pelaksanaan DBN pada tahun 2005, antara pencapaian besar dan ketara dasar

DBN adalah seperti berikut:

- a) Iltizam untuk menyokong industri: Berdasarkan satu tinjauan dalam tahap sokongan negara kepada perniagaan oleh *Global Biotechnology Innovation Scorecard*, Malaysia berada di tangga ke-4 daripada 54 negara. Kedudukan antara yang teratas ini menunjukkan bahawa Malaysia mempunyai ciri-ciri mesra perniagaan serta ketersediaan modal dalam pelbagai bentuk yang tinggi yang memberikan impak kepada operasi komersial.
- b) Penubuhan agensi sokongan yang mantap dengan prasarana yang cemerlang: Di bawah Dasar Bioteknologi Negara, Malaysia menubuhkan beberapa institusi utama bagi menyokong industri bioteknologi seperti *Bioeconomy Corporation*, *National Institutes of Biotechnology Malaysia* (NIBM), *NanoMalaysia Berhad*, *Pusat Penyelidikan Bioteknologi Industri SIRIM, Technology Park Malaysia - TPM*), pertubuhan pemikir dan jurukempen sains seperti *Malaysian Industry-Government Group for High Technology* (MIGHT) dan *Akademi Sains Malaysia*, sehinggalah kepada firma modal usaha seperti *Malaysian Technology Development Corporation* (MTDC) dan agensi lain. Institusi-institusi ini menyokong pelbagai aspek rantai nilai

- merangkumi R&D, pembiayaan, pembudayaan, pemacu inovasi, dan pengkomersialan khusus untuk industri berasaskan bio.
- c) Pelaburan Langsung Asing (FDI) berimpak tinggi berkaitan bioteknologi: Inisiatif dan usaha untuk mempromosikan pelaburan bioteknologi tempatan dan asing di bawah DBN berjaya menarik beberapa pelaburan berprofil tinggi ke dalam negara. Salah satu kejayaan terbesar ialah penyertaan Biocon, salah satu syarikat biofarmaseutikal terbesar di Asia yang melabur melebihi USD325 juta di Malaysia pada 2010.
- d) Menyokong perkembangan pelbagai syarikat bioteknologi tempatan berskala kecil dan sederhana: Pelbagai aktiviti sokongan industri seperti pembiayaan yang mencukupi, pepadanan perniagaan, pembangunan infrastruktur, dan banyak lagi sepanjang ketiga-tiga fasa DBN menyumbang kepada perkembangan sihat Perusahaan Kecil dan Sederhana (PKS) tempatan dalam sektor ini. Banyak syarikat pemulabioteknologi dan PKS berpeluang menikmati pelbagai faedah melalui inisiatif sokongan seperti status Bionexus dan Dana Pengkomersialan Bioteknologi (BCF).
- e) Membentuk rangkaian yang utuh dalam kalangan pemegang taruh dan komuniti bioteknologi tempatan: Pelbagai program, sesi libat urus dan inisiatif yang diperkenalkan untuk menyokong DBN sangat membantu dalam menghubungkan penggiat industri dengan pendukung-pendukung sektor, bakal pelabur, pembuat dasar, akademik, dan pakar-pakar bidang. Kesenambungan aktiviti ini mewujudkan satu platform perundingan dan perkongsian yang sangat menggalakkan dalam kalangan komuniti dan pemegang taruh bioteknologi.
- f) Meningkatkan penghayatan masyarakat terhadap bidang bioteknologi: Perhatian, liputan dan dorongan yang menggalakkan terhadap pembangunan sektor bioteknologi pada peringkat awal sehingga pertengahan 2000 sangat membantu dalam meningkatkan kesedaran, pembudayaan dan penghayatan masyarakat terhadap bidang bioteknologi. Peningkatan minat ini dibuktikan dengan lonjakan bilangan lulusan bioteknologi dalam negara setelah DBN diperkenalkan.

Kemajuan dan prestasi dari sudut pencapaian utama ditunjukkan secara ringkas dalam Rajah 4 seperti di muka sebelah.

PENCAPAIAN DASAR BIOTEKNOLOGI NEGARA 2005 - 2020

Berdasarkan kepada Kajian Impak DBN 2005 - 2020, pencapaian Dasar Bioteknologi Negara adalah seperti berikut:

- **2.1%** Sumbangan sektor bioteknologi terhadap Keluaran Dalam Negeri Kasar (KDNK) Negara*
- **26,731** Peluang pekerjaan
- **20** Syarikat tempatan bertaraf global

*Berdasarkan data daripada Bioeconomy Corporation seperti jumlah pendapatan syarikat Bionexus dan Perbandingan dengan KDNK pada tahun 2012 yang telah dilaporkan oleh Bioeconomy Corporation.



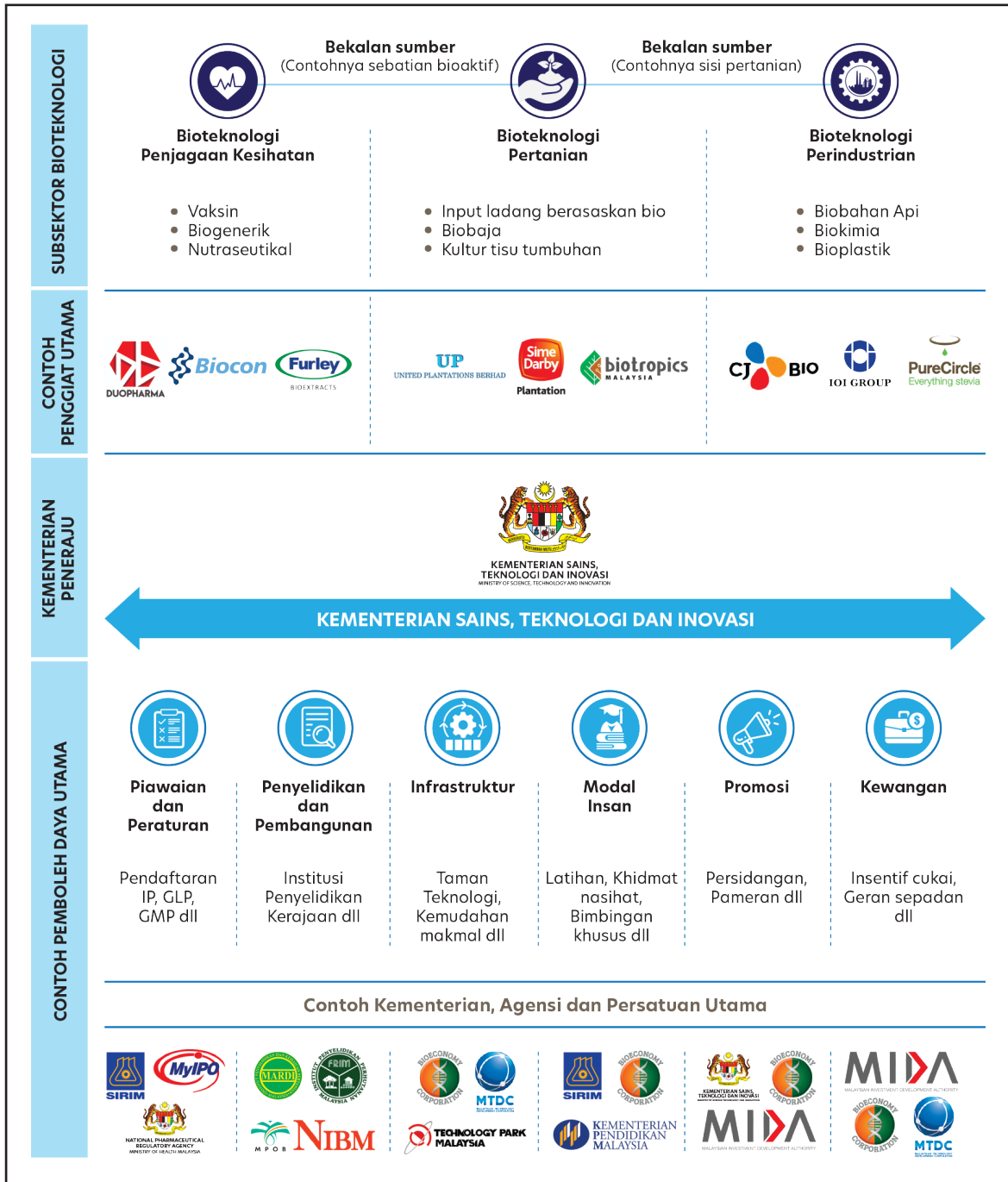
Rajah 4 : Pencapaian Dasar Bioteknologi Negara 1.0



1.6 Ekosistem Bioteknologi di Malaysia

Secara umumnya, terdapat 12 kementerian, agensi kerajaan dan kerajaan negeri yang bertindak sebagai pemboleh daya (*enabler*) bagi DBN dalam ekosistem bioteknologi.

Seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 5, kementerian dan agensi kerajaan yang utama ini terlibat dalam enam pemboleh daya yang berbeza, iaitu piawaian dan peraturan, R&D, pembangunan infrastruktur, pembangunan modal insan, promosi dan pembiayaan.



Sumber : Kajian Impak Dasar Bioteknologi Negara (DBN 2005 - 2020), NIBM 2021

Rajah 5 : Tinjauan Keseluruhan Ekosistem Bioteknologi di Malaysia

Ekosistem bioteknologi semasa boleh ditambah baik lagi dengan meningkatkan keupayaan inovasi Malaysia serta merapatkan jurang antara peserta industri dengan komuniti R&D. Isu yang kedua dapat diselesaikan dengan membantu industri merangka R&D yang didorong oleh permintaan yang boleh menarik penyertaan proaktif dalam kalangan penyelidik melalui pelawaan penyelidikan secara terbuka dalam suatu rangkaian kerjasama. Hal ini membolehkan pembangunan produk diperkaya pengetahuan serta peluasan jangkauan pasaran bagi industri berkenaan. Dalam hal ini, banyak negara maju berjaya meningkatkan keupayaan inovasi dan kebolehan mereka melalui rangkaian kerjasama tersebut yang telah mendorong kewujudan 'penggugah inovasi' (*disruptive innovation*) melalui produk dan perkhidmatan intensif pengetahuan yang memberikan anjuran nilai yang lebih baik berbanding dengan produk daripada pasaran sedia ada. Antara contoh *bio-disruptive innovation* adalah penghasilan vaksin menggunakan teknologi *messenger ribonucleic acid* (mRNA) yang kaedah penghasilannya adalah lebih cepat berbanding kaedah penghasilan vaksin jenis lain.

Rangkaian kerjasama untuk inovasi penggugah ialah mekanisme penting untuk memanfaatkan peluang ekonomi baharu bagi industri di Malaysia untuk memasuki pasaran global yang baharu dan semakin berkembang. Potensi hasil rangkaian kerjasama yang dicadangkan akan mendorong kemunculan kluster pengetahuan yang berkembang maju dan hab bakat mahir yang boleh membawa kepada inovasi penggugah yang mampan.

Bagaimanapun, kejayaan rangkaian kerjasama perlu diterajui oleh industri. Penggiat utama yang lain (penyelidik, kerajaan dan masyarakat sivil) perlu memainkan peranan masing-masing dalam ekosistem inovasi serba tangkas yang didorong oleh pengetahuan, dikawal dan diselaraskan oleh entiti berkecuali yang dipercayai.

Pada masa yang sama, Malaysia juga dianugerah kekayaan biodiversiti yang boleh digunakan untuk menjana kekayaan baru melalui industri herba, neutrasetikal dan farmaseutikal. Industri herba global dijangka mencapai USD430 bilion menjelang 2027 berdasarkan Laporan Kajian Impak Dasar Bioteknologi Negara 2005-2020. Usaha bio ini dapat memperkasa inovasi sosial berasaskan pengetahuan etno di peringkat akar umbi supaya agenda bioteknologi negara lebih terangkum.

1.7 Peluang Sektor Bioteknologi Berkembang di Malaysia

- i. Komitmen kukuh Kerajaan - Beberapa peraturan telah ditetapkan dan tawaran peluang pelaburan kepada pihak swasta dalam sektor boleh diperbaharui, seperti mandat B20 (biofuel dengan 20% komponen minyak kelapa sawit) bagi sektor pengangkutan, yang telah dilaksanakan di Sarawak semenjak September 2020.
- ii. Sektor agrikomoditi yang matang - Sebagai salah satu pengeksport

minyak kelapa sawit utama dunia, Malaysia mempunyai pengalaman luas dalam menguruskan pengeluaran berskala besar dan pembangunan rantaian bekalan berasaskan pertanian. Perkara ini memberi nilai tambah kepada Malaysia untuk mempelbagaikan penggunaan minyak dan biojisim sawit bagi membantu pertumbuhan mampan dan rendah karbon.

- iii. Pasaran ubatan generik yang berkembang - Perkara ini didorong oleh peningkatan perbelanjaan Kerajaan terhadap ubatan yang tidak dipaten dan sebagai salah satu usaha untuk melawan beban peningkatan penyakit tidak berjangkit di negara ini, serta pada masa yang sama juga berusaha memastikan kos rendah.
- iv. Rangkaian kukuh di antara institusi penyelidikan awam dan swasta khusus dalam bioteknologi dan bidang berkaitan - Malaysia memiliki ekosistem Penyelidikan, Pembangunan, Pengkomersialan, Inovasi dan Ekonomi (R,D,I,C&E) melalui Institut Penyelidikan serta Institut Pendidikan Tinggi Awam dan Swasta yang berkembang, penghasilan sebilangan kertas penyelidikan bioteknologi dan paten yang boleh dimanfaatkan untuk diterjemahkan kepada inovasi baru.
- v. Kaya dengan sumber semulajadi dan penemuan farmakologi baru - merupakan aset utama kepada

perubatan berasaskan tumbuhan memandangkan Malaysia berada di tangga ke-12 dari segi kekayaan biodiversiti sebagaimana dilaporkan dalam laman sesawang Jabatan Perhutanan Semenanjung Malaysia.

- vi. Kerangka undang-undang fasilitatif yang kukuh - perundangan sedia ada seperti Akta Biokeselamatan 2007 [Akta 678], Akta Akses kepada Sumber Biologi dan Perkongsian Faedah 2017 [Akta 795] dan Akta Perlindungan Varieti Baru Tumbuhan 2004 [Akta 634] dapat menyokong pertumbuhan industri bio di negara ini.
- vii. Asas inovasi sosial yang kukuh - Asas inovasi sosial dan pengetahuan etno yang kaya di Malaysia dapat menjadi input untuk memperkasakan bio-inovasi di peringkat akar umbi yang turut dapat menyemarakkan ekonomi, kesejahteraan rakyat dan kelestarian alam.

1.8 MOSTI memacu Agenda Bioteknologi Negara

MOSTI telah diberikan mandat sebagai peneraju agenda Sains, Teknologi dan Inovasi negara akan memastikan agenda bioteknologi dan bioekonomi bergerak seiring. Selaras dengan itu, inisiatif di bawah MOSTI akan memacu pembangunan industri berasaskan bioteknologi di Malaysia.



Rajah 6 : Dasar dan Pelan Tindakan sebagai asas pembangunan DBN 2.0

Bagi membangunkan DBN 2.0, MOSTI telah memastikan hala tuju dan strategi yang digariskan adalah selari dengan Wawasan Kemakmuran Bersama (WKB) 2030 dan Rancangan Malaysia Ke-12. Di samping itu, DBN 2.0 juga telah diselaraskan dengan dasar-dasar dan pelan tindakan Kementerian seperti Dasar Sains, Teknologi dan Inovasi Negara (DSTIN) 2021-2030, Dasar dan Strategi Nanoteknologi Negara 2021-2030, Kerangka 10-10 MySTIE, Dasar 4IR, Pelan Tindakan Startup dan Pelan Hala Tuju Pembangunan Vaksin Negara (PPVN). DBN juga adalah selari dan menyokong dasar-dasar lain iaitu Dasar Pembangunan Nasional, Dasar Perubahan Iklim Negara, Dasar Agrikomoditi Negara 2021-2030 serta Dasar Agromakanan Negara 2021-2030 seperti di Rajah 7.



Rajah 7 : Dasar Agrikomoditi Negara 2021-2030 (DAKN2030) dan Dasar Agromakanan Negara 2.0 (2021-203) adalah merupakan antara dasar yang menjadi asas pembangunan DBN 2.0

1.9 Kebangkitan semula Bioteknologi di Malaysia menerusi usaha kolaboratif

Kesinambungan kepada inisiatif DBN dan BTP merupakan faktor utama dalam mewujudkan aktiviti nilai-tambah yang dipacu oleh teknologi berasaskan bio dalam membangunkan ekosistem lengkap bio-inovasi melalui:

- i. Mempergiatkan pelaburan daripada korporat global dan pelabur asing dan menambahbaik penyertaan dalam rantaian bekalan global bagi perkhidmatan dan produk bioteknologi;
- ii. Memperbaiki perancangan dan penyelarasan pembiayaan merentasi semua universiti dan institusi serta memberi tumpuan terhadap pembiayaan bio-ekosistem hulu untuk menggunakan teknologi termaju bagi tujuan mengurus dan memantau pulangan nilai (ROV)

- dan pulangan pelaburan (ROI) kepada negara;
- iii. Mengukuhkan ketersambungan digital dalam bio-ekosistem luar bandar bagi kelancaran integrasi maklumat daripada pelbagai ekosistem di seluruh negara;
 - iv. Memperbaiki perancangan bekalan dan permintaan tenaga kerja bagi bakat dalam pengkhususan bioteknologi serta meningkatkan ketersediaan industri, pakej imbuhan dan prospek laluan kerjaya yang dinamik;
 - v. Memanfaatkan kekayaan sumber bio negara dan pengetahuan-etno untuk meningkatkan inovasi sosial dan *social enterprise* dalam memangkin bio-inovasi di peringkat komuniti terutamanya golongan B40 dan M40 bagi penjaan kekayaan baru;
 - vi. Memperkenalkan sokongan perundangan yang mantap bagi kemajuan bioteknologi seperti akta untuk *biobanking*: tisu, perbankan genetik, maklumat genetik dan sebagainya;
 - vii. Mewujudkan sistem tadbir urus bio-digital yang jelas bagi menguruskan hubungan kompleks di antara pihak berkepentingan berbeza untuk memastikan kesan limpahan bioteknologi merentasi pelbagai sektor ekonomi dan bidang kuasa;
 - viii. Sumber pembiayaan awam dan swasta yang mampan untuk pembiayaan awam yang menyeluruh pakej insentif ditawarkan kepada syarikat bioteknologi untuk merangkumi spektrum rantai nilai bagi menyokong pembangunan produk yang menarik untuk mendapatkan pelaburan swasta bagi tujuan pengkomersilan, termasuk memupuk ekosistem syarikat pemula bioteknologi yang mampan;
 - ix. Menetapkan bidang keutamaan yang jelas dalam pembangunan industri bioteknologi untuk mengoptimumkan sumber dengan cekap dalam penyampaian inisiatif nasional;
 - x. Mengukuhkan pembangunan mampan serta memacu pembangunan rentan perubahan iklim; dan
 - xi. Membentuk kerjasama yang erat dengan pihak berkepentingan merentasi *quintuple helix* (industri, kerajaan, akademia, alam sekitar, masyarakat sivil) untuk hasil yang berkesan ke arah matlamat bersama.

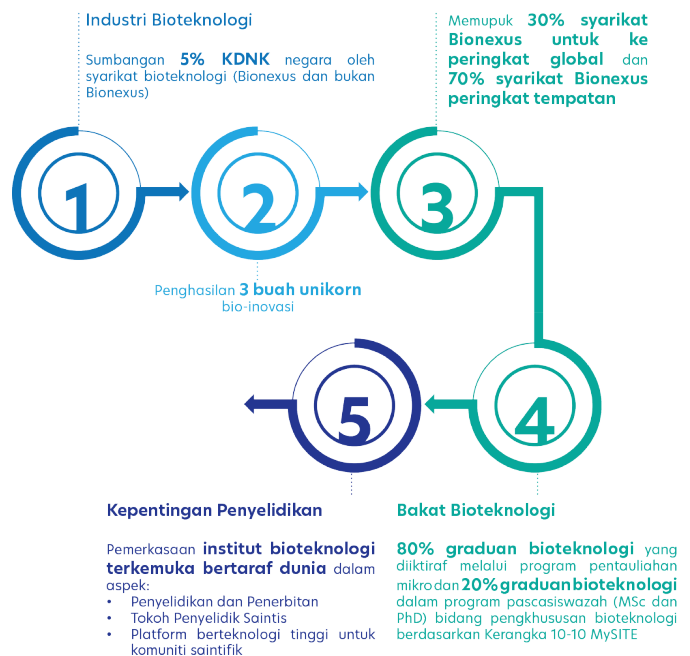


2.0 RANGKA KERJA DASAR BIOTEKNOLOGI NEGARA 2.0 (DBN 2.0)

2.1 Sasaran polisi menjelang 2030

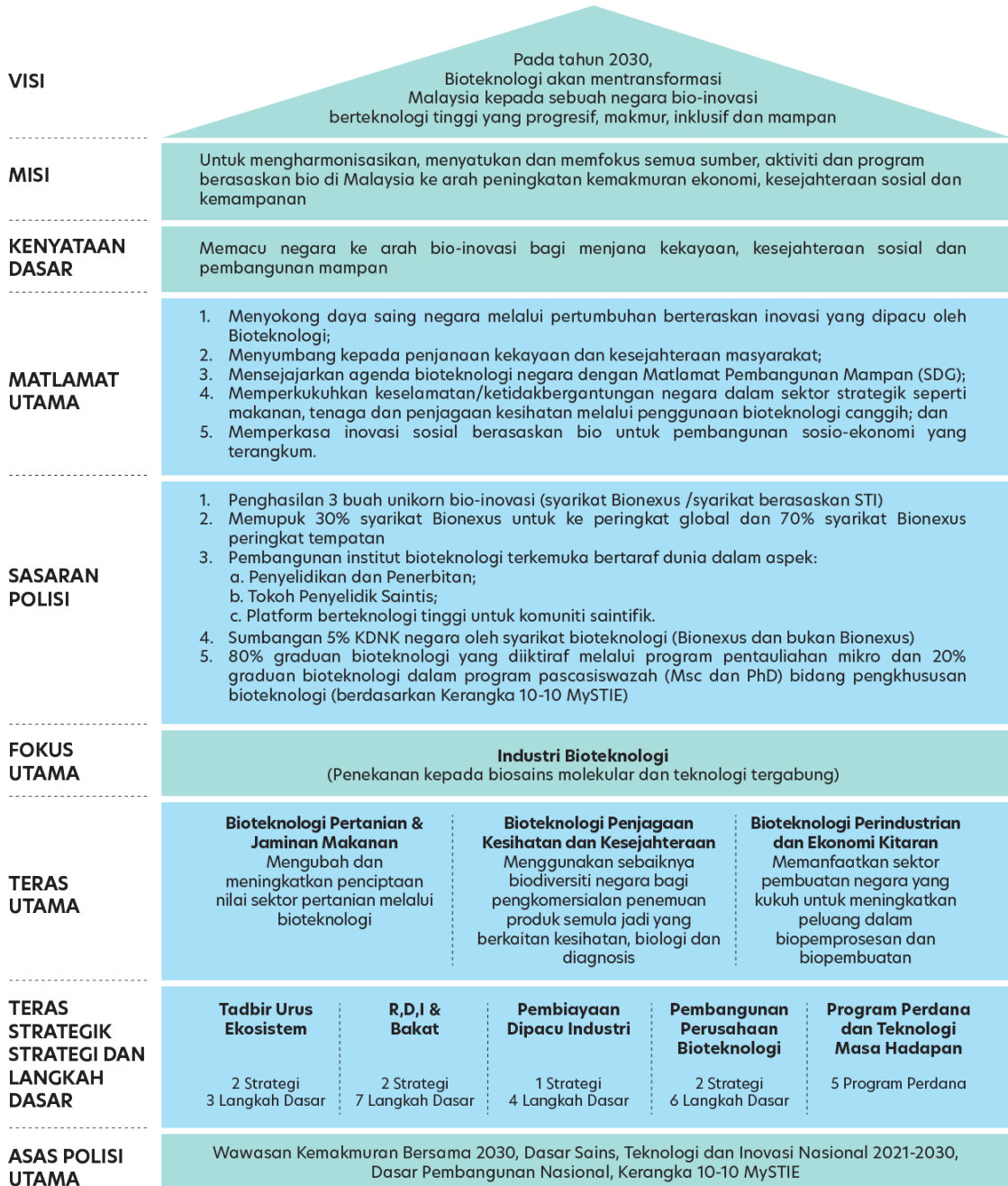
DBN 2.0 memberikan tumpuan kepada usaha menggerakkan bioteknologi untuk mengemudi Malaysia ke arah negara bio-inovasi berteknologi tinggi. Tambahan lagi, dasar baharu ini dibentuk dalam konteks aspirasi pembangunan negara pada masa ini, iaitu pertumbuhan inklusif dan pembangunan mampan.

DBN 2.0 adalah kesinambungan DBN 2005-2020, yang dirumuskan selaras dengan Matlamat Pembangunan Mampan (*Sustainable Development Goals* - SDG) Pertubuhan Bangsa-Bangsa Bersatu, WKB 2030, dan DSTIN 2021-2030.



Rajah 8 : Sasaran Polisi DBN 2.0

2.2 Rangka Kerja DBN 2.0



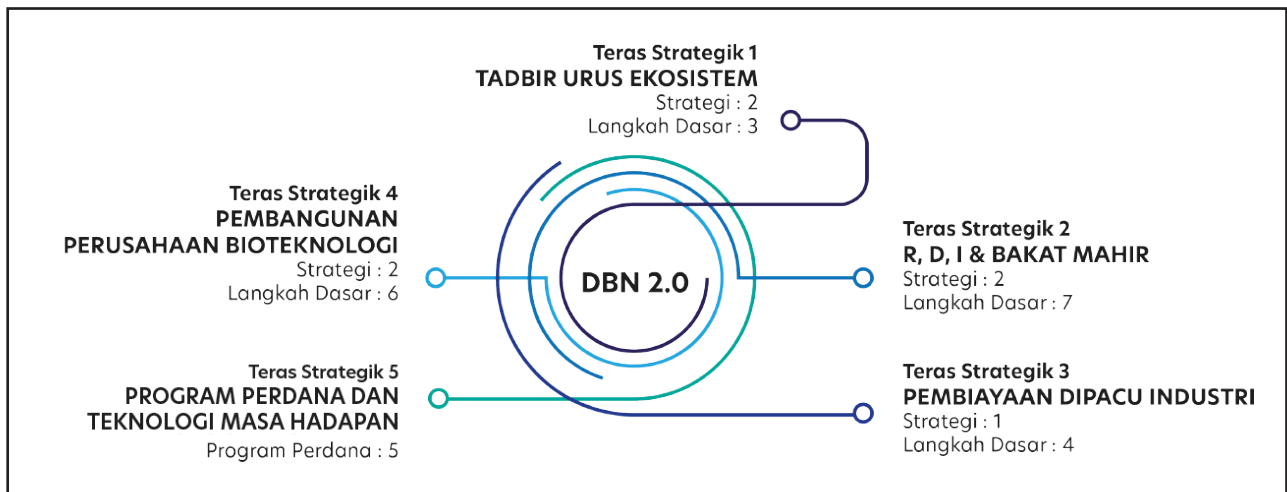
Rajah 7 : Rangka Kerja DBN 2.0



3.0 TERAS STRATEGIK, STRATEGI DAN LANGKAH DASAR

Dasar ini disokong oleh 5 teras strategik yang saling berkaitan dan mempunyai hubungan dinamik antara satu sama lain. Pencapaian sesuatu teras strategik akan memberi kesan kepada teras strategik yang lain. Asas kukuh teras strategik ini akan membantu membangunkan bidang strategik utama dalam bioteknologi. DBN

2.0 akan memastikan Malaysia bangkit sebagai sebuah negara yang teguh, maju dan dipacu oleh inovasi, lengkap dengan nilai etika dan kemanusiaan terpupuk dalam masyarakat yang tinggi daya saing. Sebanyak 7 strategi, 20 langkah dasar, dan 5 program perdana dikenal pasti dalam pelaksanaan DBN 2.0 (Rajah 8).



Rajah 8 : Teras Strategik, Strategi dan Langkah Dasar dalam DBN 2.0

3.1 Teras Strategik 1: Tadbir Urus Ekosistem

Perkongsian ekonomi (*sharing economy*) dan penyelarasan hulu dan hiliran (*up-stream and down-stream coordination*) masa kini yang sering diperkatakan

dalam perniagaan mempunyai hubungan dengan pendekatan tadbir urus ekosistem. Ia menggabungkan disiplin, sektor atau industri yang berbeza dan mewujudkan nilai melalui hubungan, kerjasama dan inovasi, pada masa yang sama mengekalkan aktiviti secara mampan.

TERAS STRATEGIK 1: TADBIR URUS EKOSISTEM	
Strategi 1.1 Menambah Baik Sistem Tadbir Urus Bioteknologi	
Langkah Dasar 1	
1.	Memperkuh tadbir urus institusi bioteknologi dengan memperkemas entiti berkaitan bioteknologi untuk mengurangkan pertindihan dan lebihan: <ol style="list-style-type: none"> a. Melaksanakan ramalan, perancangan, penyelarasan, pelaksanaan, pemantauan dan penilaian (Contoh: melaksanakan ramalan industri bioteknologi dan bidang keutamaan yang memuncul); b. Mempelopori agenda bioteknologi di bawah Majlis <i>High Tech Nation</i> dan Majlis Sains Negara; c. Memperkuh tadbir urus NIBM (dalam aspek penyelidikan dan pra-pengkomersialan); d. Penggunaan teknologi blok rantai sebagai pemboleh daya ekosistem bioteknologi bagi pelaksanaan dasar (melaksanakan ramalan, perancangan, penyelarasan, pelaksanaan, pemantauan dan penilaian dan sebagainya); dan e. Memperkuh inovasi sosial berasaskan bio dan penglibatan orang asli dan komuniti tempatan bagi meningkatkan sosioekonomi golongan B40.

Strategi 1.2 Meningkatkan Kerjasama melalui Pembangunan Maklumat dan Peraturan Bioteknologi	
Langkah Dasar 1	
2.	Mewujudkan garis panduan etika dan semakan peraturan tentang penggunaan produk bioteknologi dan metodologi dalam industri yang dikenal pasti / dipilih di Malaysia.
Langkah Dasar 2	
3.	Mewujudkan rangkaian repositori sumber semula jadi untuk pembangunan komersial (contohnya membangunkan farmakopeia untuk bioteknologi) yang memanfaatkan pangkalan data bioteknologi di seluruh negara (sebagai contoh: Biobank di Institut Biologi Molekul Perubatan Universiti Kebangsaan Malaysia (UKM) dan keluaran bioteknologi hijau untuk kegunaan perindustrian).
4.	Membangunkan lagi Monograf dan Farmakopeia Herba Malaysia.

3.2 Teras Strategik 2: Penyelidikan & Pembangunan, Inovasi (R,D,I) dan Bakat Mahir

DBN 2.0 memperkemas dan menyediakan sokongan yang diperlukan untuk pengembangan dan aplikasi teknologi

tempatan atau teknologi asli (*indigenous*) untuk mengubah Malaysia menjadi negara berteknologi tinggi. Negara harus membangunkan keupayaan teknologi aslinya sendiri melalui Penyelidikan, Pembangunan dan Inovasi (R, D, I) selain mempunyai bakat mahir yang mudah menyesuaikan diri dengan Kerangka 10-10 Sains, Teknologi, Inovasi dan Ekonomi (STIE).

TERAS STRATEGIK 2: RDI & BAKAT MAHIR	
Strategi 2.1 Merapatkan Jurang Inovasi antara R&D Bioteknologi dengan Industri	
Langkah Dasar 1	
1.	Mewujudkan rangkaian kerjasama / konsortium penyelidikan / mekanisme pemindahan teknologi untuk produk dan perkhidmatan bioteknologi yang dihasilkan sendiri dalam bidang industri bioteknologi strategik, contohnya <i>i-Connect</i> untuk Kesihatan dan Agrobioteknologi dan industri Halal;

2. Memudahkan peralihan bio-inovasi dari makmal penyelidikan ke pasaran;
3. Mempercepat pemindahan teknologi melalui rakan kongsi berpengalaman; dan
4. Memperantara (*intermediary*) rundingan antara institusi R&D dengan industri termasuk penilaian harta intelek (IP).

Langkah Dasar 2

6. Mewujudkan bahagian atau unit bioteknologi di bawah Unit Pengurusan Penyelidikan (RMU) dan *Malaysian Research Accelerator for Technology and Innovation* (MRANTI):
 - a) Memasukkan mekanisma gedung penjelasan bioteknologi kebangsaan (*biotechnology national clearing house mechanism*) di bawah kerjasama RMU dan Pusat Maklumat Sains dan Teknologi Malaysia (MASTIC);
 - b) Memastikan pewujudan syarikat unikorn melalui MRANTI dan agensi-agensi pembiayaan STI lain; dan
 - c) Memantapkan peranan RMU dalam memantau dan memacu input dana untuk R&D dalam bidang bio di seluruh negara.

Strategi 2.1

Merapatkan Jurang Inovasi antara R&D Bioteknologi dengan Industri

Langkah Dasar 1

7. Membangunkan bakat mahir khusus, bukannya pakar bioteknologi umum, contohnya Pakar Patologi Veterinar berkaitan dengan pembangunan ubat, penyiasat yang diperakui Amalan Klinikal Baik (GCP), kakitangan ujian klinikal (ahli biostatistik);
8. Membangunkan kursus yang membolehkan peserta menyempurnakan latihan pekerjaan kemahiran tinggi;
9. Bakat mahir dalam teknologi maju & terkini untuk tenaga kerja skala industri pada peringkat lepasan ijazah; dan
10. Menubuhkan Hab Bakat Mahir Biotek di tiga institut NIBM untuk membangunkan bakat mahir khusus dalam bidang bioteknologi.

Langkah Dasar 2

11. Membangunkan program pentauliahan mikro untuk siswazah bioteknologi:
 - a) Pensijilan profesional (seperti yang ditawarkan oleh *Malaysia Board of Technologists* - MBOT) atau kursus yang menyediakan kemahiran dan pengetahuan khusus yang diperlukan oleh industri seperti analisis data, automasi, keselamatan dan sebagainya; dan
 - b) Merangkumkan amalan perniagaan dan keusahawanan yang sesuai dalam program/kursus bioteknologi perindustrian.

Langkah Dasar 3

12. Membangunkan/menetapkan semula tujuan dan memperhebat/membaharui Pendidikan dan Latihan Teknikal dan Vokasional (TVET) untuk industri bioteknologi:
 - a) Diploma atau Diploma Teknologi Tinggi seperti pemisahan atau pengoperasian bioreaktor; dan
 - b) Meningkatkan kesedaran, pendidikan tidak formal dan pembudayaan berkaitan bioteknologi dan bio-inovasi di kalangan semua lapisan masyarakat untuk meningkatkan minat dalam bidang ini.

Langkah Dasar 4

13. Menggalakkan perkongsian pembiayaan Institut Pendidikan Tinggi-Industri bagi program pembangunan bakat mahir berorientasikan industri yang difasilitasi oleh RMU.

3.3 Teras Strategik 3: Pembiayaan Dipacu Industri

DBN 2.0 meneruskan program BioNexus yang ditubuhkan di bawah DBN dengan

menambahbaik skim insentif untuk meningkatkan pertumbuhan syarikat BioNexus dan memastikan bahawa industri bioteknologi Malaysia tetap kompetitif.

TERAS STRATEGIK 3 : PEMBIAYAAN DIPACU INDUSTRI

Strategi 3.1

Memastikan Pembiayaan Bioteknologi secara Berterusan dan Bersifat Jangka Panjang

Langkah Dasar 1

1. Mewujudkan ekosistem pendanaan berterusan dan ekosistem sokongan:
 - a) Termasuk geran, pinjaman mudah, ekuiti untuk syarikat pemula/ perusahaan mikro, peringkat pembangunan dan peringkat pertumbuhan; dan
 - b) Mewujudkan kaedah pembiayaan yang mampan untuk usahawan bioteknologi baharu.

Langkah Dasar 2

2. Mewujudkan bahagian atau unit bioteknologi di bawah *Malaysia Science Endowment (MSE)*

Langkah Dasar 3

3. Menggalakkan penyertaan dan pelaburan Syarikat Berkaitan Kerajaan (GLC), contohnya Khazanah, Petronas, Ekuinas, Perbadanan Nasional Berhad (PNB) dan badan berkanun seperti Kumpulan Wang Simpanan Pekerja (KWSP) serta Yayasan Sime Darby.

Langkah Dasar 4

4. Menyenaraikan di pasaran tempatan dan antarabangsa (contohnya Chapter18A, *National Association of Securities Dealers Automated Quotations (NASDAQ)* termasuk bursa dan dwipenyenaraian pasaran bursa tempatan dan antarabangsa, contohnya *Hong Kong Exchanges and Clearing Limited (HKEx)* HKEX Chapter18A, untuk mewujudkan syarikat unicorn.



3.4 Teras Strategik 4: Pembangunan Perusahaan Bioteknologi

Pembangunan perusahaan, termasuk keusahawanan teknologi dalam industri bioteknologi, perlu ditingkatkan dan dikembangkan lebih lanjut. Syarikat pemula atau keusahawanan teknologi dan kebanyakan PKS bioteknologi boleh meraih

manfaat daripada teknologi dan proses baharu, seterusnya berubah kepada “Bio IR4.0”.

Dalam DBN, sebanyak 258 syarikat Bionexus telah ditubuhkan. Perusahaan Bioteknologi diberi mandat untuk membangunkan lagi syarikat ini menjadi syarikat unikorn bioteknologi yang berpotensi di bawah DBN 2.0.

TERAS STRATEGIK 4: PEMBANGUNAN PERUSAHAAN BIOTEKNOLOGI	
Strategi 4.1	
Membangunkan industri bioteknologi yang dinamik bagi produk/teknologi tempatan	
Langkah Dasar 1	
1.	Membangunkan Perusahaan Bioteknologi bagi pelaksanaan pengkomersialan R&D, harta intelek, pembiayaan perniagaan, pengharmonian dan pengenalan peraturan (kewangan dan bukan kewangan), syarikat permulaan perniagaan dan keusahawanan.
Langkah Dasar 2	
2.	Mewujudkan hab/kluster bioteknologi kebangsaan / negeri dan membangunkan ekosistem yang kondusif: <ul style="list-style-type: none"> a) Membangunkan ekosistem ujian klinikal, industri farmaseutikal / nutraseutikal; b) Menggalakkan perkongsian infrastruktur / bahan / sumber kewangan / harta intelek dan menyediakan teknologi maju yang strategik di kemudahan sepunya; c) Membimbing syarikat pemula / usahawan sehingga berjaya disenaraikan dalam pasaran; d) Menyokong program keusahawanan / teknokeusahawanan di institusi pengajian tinggi / institusi pendidikan / latihan teknikal / vokasional; dan

- e) Mewujudkan persekitaran yang kondusif untuk membolehkan usahawan bioteknologi tempatan antara lain melalui inovasi sosial untuk mempromosikan produk mereka.

Langkah Dasar 3

- 3. Menyediakan kemudahan kebangsaan bertaraf tinggi untuk memudahkan proses pengeluaran ke arah pelaksanaan skala pengkomersialan.

Strategi 4.2

Meletakkan Jenama Malaysia di Peringkat Global

Langkah Dasar 1

- 4. Mempromosikan jenama Malaysia dari sudut kekuatan dan kelebihan daya saing di peringkat tempatan & antarabangsa:
 - a) Penjenamaan bioteknologi dengan pengesahan halal (untuk menguasai pasaran 7 bilion penduduk dunia);
 - b) Pelancongan kesihatan;
 - c) Ubat botani Tropika Malaysia - memanfaatkan kekayaan biodiversiti dan pengetahuan-etno yang dilengkapi bioteknologi dan inovasi untuk mencipta penjenamaan unik (*branding*) bagi produk penjagaan kesihatan Malaysia; dan
 - d) Teknologi Malaysia (biodiversiti dan inovasi berkaitan dengan pertanian, penjagaan kesihatan dan perindustrian).

Langkah Dasar 2

5. Mengutamakan produk / teknologi bioteknologi tempatan / yang dibangunkan sendiri:
 - a) Kempen Beli Barangan Buatan Malaysia untuk kerajaan sebagai pembeli / penyokong utama produk bioteknologi tempatan dan bekerjasama dengan pembekal dana komersial sektor swasta; dan
 - b) Menggalakkan pelabur asing bekerjasama dengan syarikat tempatan untuk membangunkan teknologi dalam negara.

Langkah Dasar 3

6. Meningkatkan keyakinan dan sokongan awam terhadap bioteknologi:
 - a) Mempromosikan kejayaan bioteknologi Malaysia melalui media (media konvensional dan media baharu), contohnya penerbitan kajian genetik Malaysia dan perubatan jitu (*precision medicine*); dan
 - b) Perolehan kerajaan yang memberi penekanan kepada pembelian produk hasil dari R&D tempatan.

3.5 Teras Strategik 5: Program Perdana & Teknologi Masa Depan

Program perdana DBN 2.0 dirangka berdasarkan 3 teras utama dasar ini dan

diselaraskan dengan rangka tindakan dan pelan hala tuju yang berkaitan dengan bioteknologi, antara lain adalah Pelan Hala Tuju Pembangunan Vaksin Negara untuk membangun dan mengeluarkan vaksin buatan Malaysia.

TERAS STRATEGIK 5: PROGRAM PERDANA & TEKNOLOGI MASA DEPAN	
Teras Utama 1 Bioteknologi Pertanian & Jaminan Makanan	
Program Perdana 1	
1.	Sistem pengeluaran mampan untuk jaminan makanan yang memanfaatkan sumber biodiversiti yang kaya dengan menggunakan teknologi maju: <ul style="list-style-type: none"> a) Memanfaatkan teknologi platform molekul untuk: <ul style="list-style-type: none"> i. Menambah baik biak baka ternakan, spesies marin, tanaman, hutan dan spesies tempatan; ii. Diagnostik inovatif; dan iii. Vaksin ternakan. b) Menggunakan sumber asli tempatan secara mampan untuk input ladang bioteknologi, ternakan dan makanan marin bernilai tinggi; c) Membangunkan teknologi 4IR yang dipacu oleh biosains molekul untuk sistem penetasan pintar dan akuakultur luar pesisir; d) Membangunkan sistem penyimpanan pascatuai, pembungkusan pintar dan integriti halal bagi produk; dan e) Mewujudkan penciptaan nilai untuk sisa pertanian dan perindustrian.

Program Perdana 2

2. Membina ekosistem Makanan Untuk Masa Depan dan produk bernilai tinggi dengan menggunakan teknologi baharu dan terkini:
 - a) Makanan unggul tempatan (contohnya serangga sebagai sumber makanan dan bahan alternatif); dan
 - b) Makanan baharu contohnya pertanian sel untuk produk daging buatan (*cellular agriculture for artificial meat*), produk marin dan akuakultur.

Teras Utama 2

Bioteknologi Penjagaan Kesihatan & Kesejahteraan

Program Perdana 3

3. Penggunaan Ubat Botani Halal dan Ramuan Semula jadi Bernilai Tinggi untuk Industri Penjagaan Kesihatan dan Kesejahteraan:
 - a) Mengembangkan perumusan ramuan semula jadi bagi tujuan terapeutik berasaskan bukti;
 - b) Mengusahakan penemuan sebatian semula jadi melalui teknologi pengkomputeran dan kecerdasan buatan (AI) untuk pembangunan terapeutik baharu;
 - c) Menetapkan semula tujuan penyelidikan sebatian semula jadi untuk sasaran biologi baharu yang dikenal pasti dan penggunaan dalam aspek terapeutik; dan
 - d) Mengenal pasti ramuan semula jadi untuk kesejahteraan dan tuntutan terapeutik, contohnya makanan fungsian, nutrasetikal, kosmetik dan penjagaan diri.

Program Perdana 4

4. Penggunaan Biologik, Teknologi Omik, dan Terapi Bersasar untuk Menambah Baik Kesihatan (Menerima guna perubatan jitu dan tersuai, terapi gen dan sel):
 - a) Membangunkan dan memacu Program Vaksin Kebangsaan;
 - b) Memanfaatkan kemudahan biobank sedia ada untuk konsortium spesimen biologi seiring dengan perubatan jitu dan tersuai;
 - c) Penderia diagnostik (*Diagnostic sensors*) dan biopenanda (*biomarkers*) dengan menggunakan teknologi omik seperti penganalisis diagnostik bagi penyakit baharu; dan
 - d) Biopenderia dan Biopenderiaan Kebangsaan bagi mengesan dan mendiagnosis penyakit serta patogen termasuk virus pada Manusia, Haiwan dan Tumbuhan. (*National Biosensor and Bio-Sensing for detecting and diagnosing diseases and pathogens including viruses in Human, Animals and Plants*).

Teras Utama 3

Bioteknologi Perindustrian & Ekonomi Kitaran

Program Perdana 5

5. Bioteknologi Perindustrian untuk Ekonomi Kitaran
 - a) Menggunakan mikrob dan enzim baharu daripada biotinjauan dalam penghasilan biobahan api, bioremediasi dan biokimia mampan (protein, metabolit dan biotenaga).
 - b) Mengintegrasikan biologi melalui konsep reka bentuk atau biosistem tereka bentuk untuk menghasilkan biobahan termaju bagi tujuan biofabrikasi / biopengeluaran generasi mendatang;
 - c) Menggalakkan industri *biomimicry* yang efisien untuk memacu pembangunan mampan;

- d) Memacu penghasilan biobahan yang mesra alam berasaskan sumber bio negara; dan
- e) Mewujudkan ekosistem rantaian yang kukuh untuk menggalakkan ekonomi kitaran bagi pengeluaran dan penggunaan produk berasaskan bio.



4.0 PELAKSANAAN DBN 2.0

4.1 Rangka Kerja Tadbir Urus DBN 2.0

MOSTI akan menjadi agensi peneraju pelaksanaan DBN 2.0 pada peringkat kebangsaan. Pelaksanaan DBN 2.0 akan dilaporkan kepada Jawatankuasa Penyelarasan DBN 2.0 yang dipengerusikan oleh Ketua Setiausaha MOSTI, Majlis Negara Berteknologi Tinggi (HTNC) yang dipengerusikan oleh YB Menteri MOSTI dan Majlis Sains Negara (NSC) yang dipengerusikan oleh YAB Perdana Menteri. Struktur tadbir urus ini (Rajah 1) merupakan pemacu utama kepada dasar untuk memastikan keseluruhan dasar diselaraskan dan dipantau dengan baik oleh jawatankuasa dan majlis yang telah dikenalpasti.

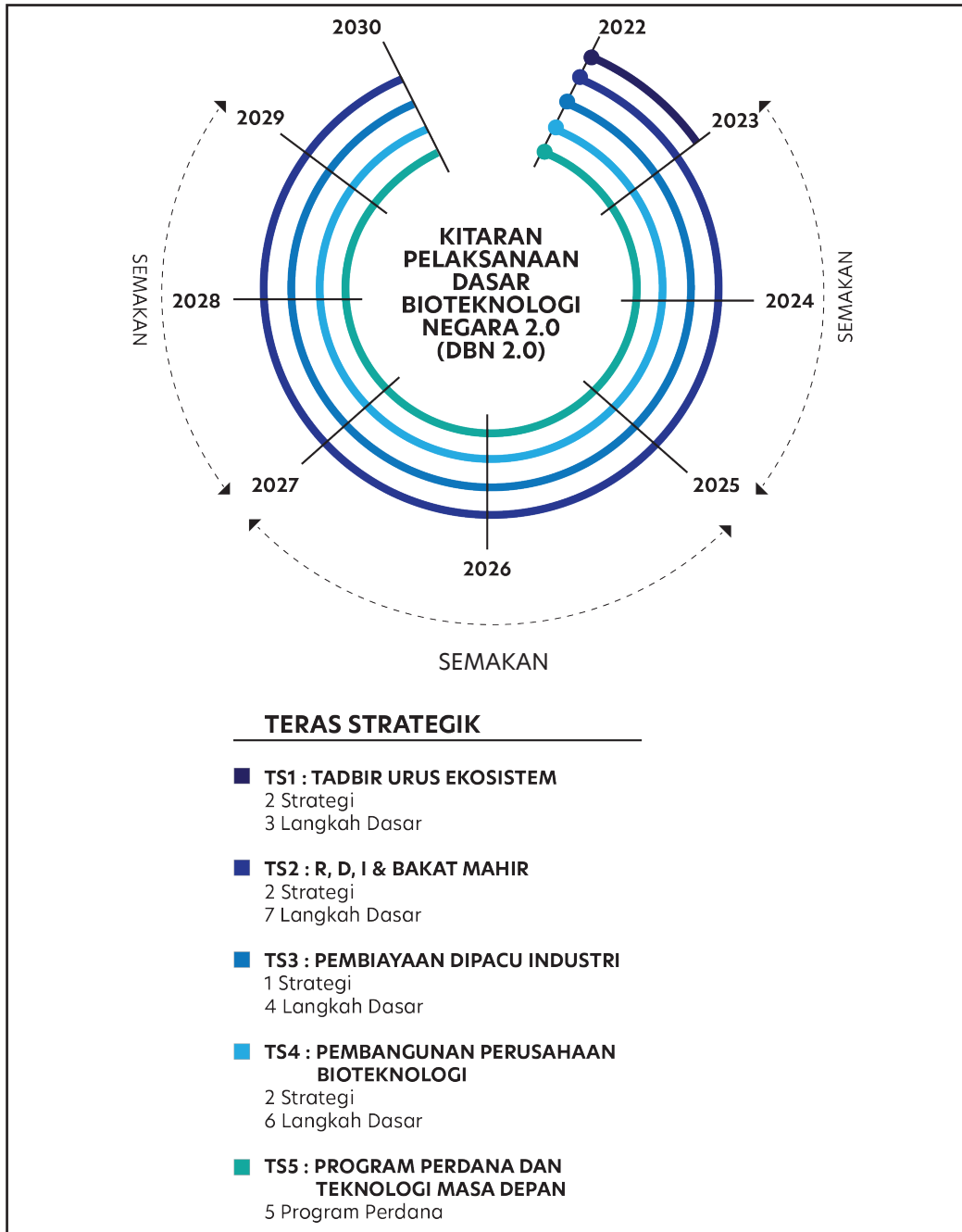


4.2 Sasaran Dasar Utama dan Pelaksanaan Dasar

Tempoh kritikal bagi pelaksanaan dasar adalah pada dua atau tiga tahun pertama (2022 - 2024), iaitu peletakan asas untuk menggerakkan dasar berkenaan. Sasaran dasar adalah penting bagi Teras Strategik yang akan diberikan keutamaan pada 2022 - 2024. Bagi memastikan sasaran

dasar bagi DBN 2.0 direalisasikan, pemantauan berterusan terhadap pencapaian utama dan indeks prestasi utama (KPI) adalah perlu. Hal ini dapat dilakukan dengan menyediakan sistem pengesanan automatik, pemantauan dan penilaian melalui penggunaan teknologi 4IR seperti blok rantai, analisis data raya (BDA) dan kecerdasan buatan (AI) seperti di rajah 10.





Rajah 9: Kitaran Pelaksanaan dan Semakan Dasar Bioteknologi Negara 2.0


5.0 GLOSARI

Biobahan Termaju	Bahan kimia canggih yang dicipta untuk berinteraksi dengan sistem biologi, terutamanya untuk tujuan perubatan dan terapeutik
Sisa pertanian	Serabut berselulosa yang mempunyai kandungan karbon tetap yang tinggi dan kumpulan berbilang fungsi
Pertanian	Amalan mengusahakan tanaman dan ternakan
Akuakultur	Proses mengusahakan organisma akuatik secara terkawal, khususnya untuk penggunaan manusia
Kecerdasan buatan (AI)	Keupayaan komputer digital atau robot kawalan komputer untuk melakukan tugas yang biasanya dikaitkan dengan makhluk pintar
Daging buatan	Daging kultur atau daging tiruan ialah daging yang ditumbuhkan dengan menggunakan kultur sel, bukannya daripada haiwan
Analitik terimbuh	Penggunaan teknologi pemboleh daya seperti pembelajaran mesin dan AI untuk membantu dalam penyediaan data, penjanaan pemahaman dan penjelasan pemahaman bagi meluaskan cara individu meneroka dan menganalisis data dalam platform analitik dan perisikan perniagaan
Automasi	Penciptaan dan penggunaan teknologi untuk menghasilkan dan menyampaikan barangan dan perkhidmatan dengan pelibatan manusia yang minimum

Bio IR4.0	Syarikat pemula (<i>start-up</i>) Bioteknologi yang memanfaatkan teknologi & proses baharu dari 4IR.
Biofabrikasi	Biofabrikasi membolehkan penghasilan binaan 3D tersuai yang lebih sepadan dengan kecacatan (berbanding dengan cantuman tulang konvensional) dan mengurangkan risiko kegagalan pencantuman atau pembaikan.
Bioplastik Berasaskan Biologi	Bioplastik ialah sejenis bahan plastik, iaitu sama ada berasaskan biologi, boleh biodegradasi atau mempunyai kedua-dua ciri berkenaan.
Biokimia Polimer Boleh Biodegradasi	Penggunaan peralatan dan konsep kimia dalam sistem kehidupan. Plastik yang mempunyai ciri yang sama dengan plastik biasa, tetapi boleh terdegradasi dan diuraikan kepada karbon dioksida dan air oleh mikrob dan enzim.
Bioekonomi	Dilihat sebagai pengeluaran berasaskan pengetahuan dan penggunaan sumber asli / biologi berserta proses dan hukum biologi yang membolehkan penyediaan barangan dan perkhidmatan yang menguntungkan dilakukan secara mesra alam.
Biotenaga	Apa-apa bentuk tenaga boleh dibaharui yang terhasil daripada bahan mentah biologi atau biojisim, dan terdapat dalam dua jenis, iaitu tradisional dan kontemporari.
Biobahan api	Sumber tenaga boleh dibaharui yang diperolehi daripada sumber mikrob, tumbuhan atau haiwan.
Sasaran biologi	Apa-apa yang terdapat dalam organisma hidup yang padanya beberapa entiti lain (seperti <i>drug</i> atau <i>ligan endogen</i>) diserap atau boleh diikat, seterusnya menyebabkan pengubahsuaian fungsi atau sifat tindakannya.
Biologik	Pelbagai jenis produk seperti vaksin, darah dan komponen darah, alergik, sel somatik, terapi gen, tisu dan protein terapeutik rekombinan.
Biopembuatan	Pengeluaran industri yang menggunakan proses boleh skala dan disahkan untuk menghasilkan produk yang menggunakan organisma biologi atau bahagian organisma biologi, luar daripada cara biasa, serta produk yang direka untuk mengesan, mengubah suai, mengekalkan dan mengkaji organisma biologi untuk digunakan sebagai agen pembuatan baharu.
Biopenanda	Biopenanda bermaksud subkategori tanda-tanda perubatan yang luas, iaitu petunjuk objektif tentang keadaan perubatan yang diperhatikan dari luar pesakit.
Biotinjauan	Pencarian sistematik dan terselarasi item daripada biosumber yang menguntungkan, seperti tumbuhan, mikrob dan haiwan, boleh dibangunkan untuk pengkomersialan dan manfaat masyarakat.

Bioreaktor	Bioreaktor ialah takungan/bekas yang menyediakan keperluan biologi dan biokimia untuk pertumbuhan optimum mikroorganisma pengurai serta tindak balas biokimia dalam sintesis biologi berskala industri yang dikehendaki.
Ahli biostatistik	Individu yang terlibat dalam perancangan dan pelaksanaan kajian serta penyebaran hasil dan perujukan statistik.
Ubat Botani	Produk yang disasarkan untuk digunakan dalam diagnosis, pengubatan, pengurangan, perawatan atau pencegahan penyakit pada manusia. Produk ubat botani terdiri daripada bahan tumbuhan, termasuk bahan herba, alga, kulat makroskopik atau gabungannya.
Ujian klinikal	Kajian penyelidikan yang dijalankan pada manusia untuk menilai intervensi perubatan, pembedahan atau tingkah laku. Kaedah utama yang digunakan oleh penyelidik untuk melihat sama ada rawatan baharu, seperti ubat atau diet atau peranti perubatan baharu, selamat dan berkesan pada orang ramai.
Analitik data	Ilmu menganalisis data mentah untuk membuat kesimpulan tentang maklumat.
Teknologi Canggih & Terkini	Istilah untuk menerangkan teknologi baharu, tetapi juga boleh bermaksud pembangunan berterusan teknologi sedia ada.
Biosistem Tereka Bentuk	Kajian, reka bentuk dan kawalan sistem berasaskan biologi untuk pengeluaran dan pemprosesan makanan dan bahan biologi secara mampan serta penggunaan sumber asli dan boleh dibaharui secara berkesan untuk menambah baik kesihatan manusia secara harmoni dengan alam sekitar.
Terapi gen	Teknik uji kaji yang menggunakan gen untuk merawat atau mencegah penyakit.
Penyelidikan genetik	Disiplin saintifik melibatkan kajian tentang peranan gen berdasarkan tret seperti perkembangan penyakit. Ia mempunyai peranan penting dalam mengenal pasti potensi sasaran bagi intervensi terapeutik dan memahami variasi berasaskan genetik sebagai tindak balas kepada intervensi terapeutik.
Amalan Klinikal Baik (GCP)	Set keperluan kualiti etika dan saintifik yang diiktiraf pada peringkat antarabangsa yang mesti dipatuhi apabila mereka bentuk, menjalankan, merekodkan dan melaporkan ujian klinikal yang melibatkan orang ramai.
Halal	Produk yang mengandungi ramuan yang dibenarkan mengikut hukum Syarak.
Pelancongan kesihatan	Proses melakukan perjalanan ke luar dari negara kediaman untuk mendapatkan rawatan perubatan.

Pakan marin	Bahan tumbuhan atau haiwan yang disasarkan sebagai makanan spesies marin.
Saiz Pasaran	Saiz pasaran bermaksud jumlah amaun jualan dalam industri bioteknologi dalam tempoh satu tahun yang dinyatakan.
Metabolit	Metabolit ialah produk akhir daripada proses kawal atur sel.
Pentauliahan mikro	Istilah yang merangkumi pelbagai bentuk pensijilan, termasuk pentauliahan 'ijazah berkaitan nano', 'sarjana berkaitan mikro' yang memfokus kepada modul pembelajaran yang lebih khusus berbanding dengan modul yang digunakan dalam penganugerahan akademik konvensional, lazimnya membolehkan pelajar menyelesaikan tugas yang dikehendaki dalam tempoh yang lebih singkat.
Semula jadi	Tiada apa-apa bahan tiruan atau sintetik (termasuk semua bahan tambah warna tanpa mengira sumber) telah dimasukkan atau telah ditambah ke dalam makanan yang lazimnya tidak terdapat dalam makanan berkenaan.
Makanan baharu	Mikrob baharu, sama ada genus tersendiri dan spesies baharu daripada sumber semula jadi atau strain bakteria yang berasal daripada bakteria sedia ada.
Nutraseutikal	Istilah "nutraseutikal" digunakan untuk menerangkan makanan dengan fungsi perubatan atau pemakanan.
Akuakultur luar pesisir	Akuakultur perairan terbuka atau laut lepas.
Omik	Omik bermaksud teknologi kolektif yang digunakan untuk meneroka peranan, perkaitan dan tindakan pelbagai jenis molekul yang membentuk sel sesuatu organisma.
Perubatan tersuai	Penggunaan maklumat genetik atau biopenanda lain untuk membuat keputusan tentang pesakit.
Penyimpanan pascatuai	Melibatkan kawalan ketat suhu dan kelembapan persekitaran di dalam kebuk penyimpanan.
Perubatan jitu	Pendekatan terkini untuk rawatan dan pencegahan penyakit yang mengambil kira variasi gen individu, persekitaran dan gaya hidup setiap orang.
Pembungkusan pintar	Sistem pembungkusan dengan teknologi penderia terbenam.
Sistem penetasan pintar	Meningkatkan kebolehuntungan penternak ikan dengan mengurangkan kos proses pemberian makanan pada peringkat penyapihan, meningkatkan kualiti pakan, pada masa yang sama menghasilkan makanan laut berkualiti tinggi.



Terapi bersasar	Jenis rawatan yang menggunakan ubat atau bahan lain untuk mengenal pasti dan menyerang jenis sel kanser tertentu dengan kemudaran yang rendah kepada sel normal.
Terapeutik	Cabang ilmu perubatan yang berkisar tentang penggunaan remedi bagi mengubati penyakit.
TVET	Pendidikan dan latihan teknikal dan vokasional (<i>Technical and vocational education training</i> atau TVET) ialah proses pendidikan dan latihan dengan haluan pekerjaan, menekankan amalan industri yang bermatlamat menyediakan tenaga kerja cekap dalam bidang tertentu.
Unikorn	Istilah bagi industri modal teroka yang menerangkan tentang syarikat pemula dengan nilai melebihi USD\$1 bilion.
Penciptaan nilai	Proses penggunaan atau penggunaan semula sisa pertanian untuk membolehkan penggunaan bahan suapan secara mampan dan mengurangkan pencemaran.
Ahli Patologi Veterinar	Anggota penting pasukan penemuan dan pembangunan ubat yang bermatlamat untuk menyediakan ubat yang selamat dan berkesan kepada pasaran bagi kegunaan manusia dan haiwan.
Virus	Agen jangkitan bersaiz kecil dengan komposisi ringkas yang boleh berganda hanya dalam sel hidup haiwan, tumbuhan atau bakteria.
Kesejahteraan	Pelaksanaan aktiviti, pilihan dan gaya hidup secara aktif yang membawa kepada keadaan kesihatan yang holistik.

6.0 AKRONIM/SINGKATAN

4IR	<i>Fourth Industrial Revolution (Revolusi Industri Keempat)</i>
ABI	<i>Agro-Biotechnology Institute (Institut Agrobioteknologi)</i>
AI	<i>Artificial Intelligence (Kecerdasan Buatan)</i>
AIF	<i>Applied Innovation Fund (Dana Inovasi Gunaan)</i>
APAC	Kerjasama Akreditasi Asia Pasifik
BCDP	<i>Bioeconomy Community Development Programme (Program Pembangunan Komuniti Bioekonomi)</i>
BinA	<i>Malaysia / National Bioinformatics and Biological Analytics Institute (Institut Bioinformatik dan Analitik Biologi Malaysia/Kebangsaan)</i>
BTH	<i>BIOTECH Talent Hub (Hab Bakat Mahir Biotek)</i>
BTP	<i>Bioeconomy Transformation Programme (Program Transformasi Bioekonomi)</i>
CAGR	Kadar Pertumbuhan Tahunan Terkompaun (<i>Compound Annual Growth Rate</i>) (Kadar Pertumbuhan)
CRISPR	<i>Clustered Regularly Inter Spaced Short Palindromic Repeats (Jujukan Berulang Antara Ruang Palindromik Pendek Bergugus Tetap)</i>
DDI	<i>Domestic Direct Investments (Pelaburan Langsung Dalam Negeri)</i>
DKN	Dasar Keusahawanan Negara
DSD	<i>Department of Skills Development (Jabatan Pembangunan Kemahiran)</i>
DSTIN	Dasar Sains, Teknologi dan Inovasi Negara
FAO	<i>Food and Agriculture Organization (Pertubuhan Makanan dan Pertanian)</i>
FDI	<i>Foreign Direct Investments (Pelaburan Langsung Asing)</i>
FMM	<i>Federation of Manufacturers of Malaysia (Persekutuan Pekilang-Pekilang Malaysia)</i>

FOP	<i>Future of Production (Masa Depan Pengeluaran)</i>
GDP	<i>Gross Domestic Product (Keluaran Dalam Negara Kasar)</i>
GLC	<i>Government Linked Companies (Syarikat Berkaitan Kerajaan)</i>
GLP	<i>Good Laboratory Practice (Amalan Makmal Baik)</i>
GMOs	<i>Genetically Modified Organisms (Organisma Terubah Suai secara Genetik)</i>
GM Products	<i>Genetically Modified Products (Produk Terubah Suai secara Genetik)</i>
GMP	<i>Good Manufacturing Practice (Amalan Pengilangan Baik)</i>
GNI	<i>Gross National Income (Pendapatan Negara Kasar)</i>
GSIAAC	<i>Global Science International Advisory Council (Majlis Penasihat Antarabangsa Sains Global)</i>
HHMI	<i>Howard Hughes Medical Institute</i>
HKEX	<i>Hong Kong Exchanges and Clearing Limited</i>
IPT	<i>Institut Pengajian Tinggi</i>
HTNC	<i>High-Tech National Council (Majlis Negara Berteknologi Tinggi)</i>
IP	<i>Internet Protocol (Protokol Internet)</i>
MAFI	<i>Ministry of Agriculture and Food Industries (Kementerian Pertanian dan Industri Makanan)</i>
MGVI	<i>Malaysia Genome & Vaccine Institute (Institut Genom & Vaksin Malaysia)</i>
MITI	<i>Ministry of International Trade and Industry (Kementerian Perdagangan Antarabangsa dan Industri)</i>
MOA	<i>Ministry of Agriculture and Agro-Based Industry (Kementerian Pertanian dan Industri Asas Tani)</i>
MOF	<i>Ministry of Finance (Kementerian Kewangan)</i>
MOH	<i>Ministry of Health (Kementerian Kesihatan)</i>
MOHE	<i>Ministry of Higher Education (Kementerian Pengajian Tinggi)</i>
MOSTI	<i>Ministry of Science, Technology, and Innovation (Kementerian Sains, Teknologi dan Inovasi)</i>
MPIC	<i>Ministry of Plantation Industries and Commodities (Kementerian Perusahaan Perladangan dan Komoditi)</i>
MPOB	<i>Malaysia Palm Oil Board (Lembaga Minyak Sawit Malaysia)</i>
MQA	<i>Malaysian Qualification Agency (Agensi Kelayakan Malaysia)</i>
MSE	<i>Malaysia Science Endowment</i>
NASDAQ	<i>National Association of Securities Dealers Automated Quotations</i>

NBC	<i>National Biotechnology Centre</i> (Pusat Bioteknologi Negara)
DBN 2.0	Dasar Bioteknologi Negara 2.0
NIBBA	<i>National Institute for Bioinformatics and Biological Analytics</i> (Institut Bioinformatik dan Analitik Biologi Kebangsaan)
NIBM	<i>National Institutes of Biotechnology Malaysia</i> (Institut Bioteknologi Kebangsaan Malaysia)
NSC	<i>National Science Council</i> (Majlis Sains Negara)
OECD	<i>Organisation for Economic Co-operation and Development</i> (Pertubuhan Kerjasama dan Pembangunan Ekonomi)
PNB	Perbadanan Nasional Berhad
QA	<i>Quality Assurance</i> (Jaminan Mutu)
R&D	<i>Research and Development</i> (Penyelidikan dan Pembangunan)
RDI	<i>Research, Development and Innovation</i> (Penyelidikan, Pembangunan dan Inovasi)
RI	<i>Responsible Innovation</i> (Inovasi Bertanggungjawab)
RMU	<i>Research Management Unit</i> (Unit Pengurusan Penyelidikan)
S&T	Sains dan Teknologi
SaaS	<i>Software as a Service</i> (Perisian sebagai satu Perkhidmatan)
SDG	<i>Sustainable Development Goals</i> (Matlamat Pembangunan Mampan)
SRF	<i>Strategic Research Fund</i> (Dana Inovasi Strategik)
STI	Sains, Teknologi dan Inovasi
STIE	Sains, Teknologi, Inovasi dan Ekonomi
TCA	<i>Technology Commercialisation Accelerator</i> (Pemecut Pengkomersialan Teknologi)
TRPL	<i>Triple-three Engine</i> (Enjin Tiga Serangkai)
TVET	<i>Technical and Vocational Education and Training</i> (Pendidikan dan Latihan Teknikal dan Vokasional)
WEF	<i>World Economic Forum</i> (Forum Ekonomi Dunia)
WHO	<i>World Health Organisation</i> (Pertubuhan Kesihatan Sedunia)

CATATAN



CATATAN



**KEMENTERIAN SAINS,
TEKNOLOGI DAN INOVASI**