

PROGRAM SAINS MIKROGRAVITI KEBANGSAAN

TEMA:

Program mikrograviti untuk penjanaaan pengetahuan, kemakmuran ekonomi dan kesejahteraan masyarakat.

BAHAGIAN PERTAMA: PENGENALAN MIKROGRAVITI

APAKAH MIKROGRAVITI

Apabila disebutkan mikrograviti ia bermaksud satu keadaan di mana pengaruh graviti hampir sifar (tiada tarikan graviti). Ini boleh di lihat apabila angkasawan terapung-apung di dalam pesawat angkasa atau ISS. Selain daripada itu, kesannya ialah sesuatu objek itu akan merasai kehilangan berat atau menjadi ringan

DI MANA MIKROGRAVITI

Mikrograviti secara semula jadi terdapat di angkasa lepas iaitu di ketinggian melebihi 100 km

BAGAIMANA MIKROGRAVITI TERBENTUK

Walau bagaimanapun, mikrograviti untuk jangka masa pendek boleh di simulasi di Bumi melalui beberapa cara seperti berikut:

- i) Jatuhan bebas dari menara tinggi(drop tower) – 2 saat
- ii) Penerbangan parabola – 20 saat
- iii) Roket penyelidikan (Sounding rocket) – 9 minit
- iv) Satelit atau stesen angkasa – jangka masa panjang

KEUNIKAN MIKROGRAVITI DAN MENGAPA MIKROGRAVITI

Manusia hidup di Bumi yang dilingkungi oleh graviti. Pernah kita terfikir untuk melihat kesan tanpa graviti?

Manusia ke angkasa lepas atau ke suasana mikrograviti kerana hendak melihat dan mengkaji fenomena sesuatu kejadian atau perlakuan bahan(material) tanpa kesan graviti.

Ini kerana tanpa graviti, sifat sebenar sesuatu bahan(material) akan kelihatan. Di Bumi, saintis tidak mungkin nampak kerana faktor kesan graviti.

Jadi dapat disimpulkan mikrograviti ialah satu peluang yang unik untuk saintis memerhati dan seterusnya memahami proses fizikal dan biologi yang sebenar untuk sesuatu fenomena dan bahan yang hendak dikaji.

Contohnya, sifat struktur biologi yang sebenar sesuatu protein akan dapat dilihat dengan jelas di suasana mikrograviti kerana pengkristalan protein akan berlaku dengan lebih jelas. Hasil daripada fenomena tersebut, saintis dapat memahami perlakuan dan pencirian struktur molekul biologi tersebut. Ini seterusnya mendorong untuk saintis untuk mencipta pelbagai enzim untuk pelbagai aplikasi seperti perubatan, bioteknologi sains bahan(teknologi nano), pembakaran (*combustion*) dan lain-lain.

Selain daripada itu, pemahaman mikrograviti juga amat mustahak dalam usaha manusia untuk meneroka angkasa lepas seperti kajian kesan mikrograviti kepada sistem biologi manusia dan kepada sistem elektronik satelit/kapal angkasa.

BIDANG PENYELIDIKAN MIKROGRAVITI

Bidang-bidang utama penyelidikan mikrograviti ialah:

- i) Bioteknologi
- ii) Sains biologi
- iii) Perubatan angkasa (*space medicine*)
- iv) Sains bahan dan teknologi nano (*material science*)
- v) Teknologi pembakaran (*combustion*)
- vi) Fizik bendalir (*fluid physics*)

MANFAAT PENYELIDIKAN SAINS MIKROGRAVITI

Penyelidikan sains mikrograviti dapat menyelesaikan banyak masalah di Bumi dan penambahbaikan kualiti hidup manusia di Bumi melalui:

- i) Pembangunan dan penciptaan bahan(material baru)
- ii) Penemuan dalam bidang perubatan melalui penyembuhan penyakit melalui penciptaan ubatan
- iii) Mengurangkan pencemaran di Bumi
- iv) Penambahbaikan sistem telekomunikasi yang berasaskan gentian optik

BAHAGIAN KEDUA: PROGRAM ANGKASAWAN NEGARA PERTAMA (PAN 1)

LATAR BELAKANG

Program angkasawan negara yang pertama adalah hasil dari perolehan pesawat pejuang SU-30MK dari Rusia secara timbal balik (*off-set*). Intipati utama program ofset itu ialah latihan dua orang angkasawan negara dan melancarkan seorang daripadanya ke Stesen Angkasa Antarabangsa (ISS). Sehubungan dengan itu, untuk menambah nilai (*add-value*) program ini, program sains mikrograviti dilancarkan iaitu satu program di mana pakar-pakar penyelidik negara mendapat peluang untuk menghantar kajian ke ISS untuk dilaksanakan oleh angkasawan negara.

Program penyelidikan sains mikrograviti yang dijalankan oleh angkasawan negara dapat dibahagikan kepada 4 kumpulan penyelidikan utama iaitu; *Protein in Space (PCS)*, *Microbes in Space (MIS)*, *Cells in Space (CIS)*, dan *Food in Space*. Program penyelidikan sains mikrograviti ini telah disertai oleh penyelidik dari Universiti Kebangsaan Malaysia (UKM), Universiti Malaya (UM), Universiti Putra Malaysia (UPM), Universiti Teknologi MARA (UiTM), Institut Perubatan Penerbangan, Kementerian Pertahanan Malaysia dan MARDI

PROGRAM ANGKASAWAN NEGARA (PAN 1)

Visi:

Visi PAN adalah untuk membina keupayaan mengilhamkan impian dalam kalangan generasi muda Malaysia, menjana idea-idea baharu yang imaginatif serta menggalakkan keazaman dan penyatuan negara dalam usaha untuk menyejahterakan kehidupan seluruh rakyat Malaysia

Objektif:

Objektif PAN ialah:

- i) Melancarkan Angkasawan Negara ke ISS untuk menjalankan aktiviti yang boleh memanfaatkan industri serta membangunkan bidang sains dan teknologi untuk masa depan
- ii) Pemanduan pengetahuan dan pengalaman dari Rusia sebagai asas untuk Malaysia membangunkan sains angkasanya sendiri
- iii) Menyemai minat golongan muda untuk merintis ilmu sains dan teknologi baharu yang amat penting bagi menjamin kemajuan negara untuk jangka masa panjang dalam era persaingan dan globalisasi yang pesat ini
- iv) Membangkitkan semangat perpaduan di samping sentiasa berusaha untuk mencapai kecemerlangan demi meningkatkan lagi keazaman dan kenegaraan
- v) Menjadikan tahun pelancaran 2007 sebagai simbol anjakan minda rakyat Malaysia ke arah pemodenan negara untuk 50 tahun akan datang selaras dengan visi negara

BAHAGIAN KETIGA: PROGRAM SAINS MIKROGRAVITI UNTUK PAN 1

Latar belakang

Melalui PAN 1, negara khususnya saintis Malaysia buat pertama kalinya berpeluang menyertai program penyelidikan sains mikrograviti. Hasil dari dua bengkel yang telah dijalankan sebelum ini, penyelidikan yang dijalankan oleh saintis negara boleh dibanggakan kerana telah berjaya memenuhi objektif kajian walaupun ini merupakan pengalaman kali pertama dan eksperimen Malaysia hanya berada di Stesen Angkasa Antarabangsa (ISS) hanya dalam tempoh misi yang pendek iaitu 8 hari sahaja. Selain daripada itu, ia juga memberikan indikasi yang jelas, bahawa prospek penyelidikan mikrograviti mempunyai prospek penyelidikan yang baik untuk diteroka oleh penyelidik-penyelidik negara dan mampu memberi pulangan sama ada dalam bentuk harta intelek yang bakal memberi pulangan dari segi ekonomi selain daripada sumbangan dalam ilmu pengetahuan.

Dalam Rancangan Malaysia yang ke Sembilan dan seterusnya, Agensi Angkasa Negara (ANGKASA), MOSTI juga bercadang untuk mengukuh dan memperkembangkan lagi bidang penyelidikan sains mikrograviti sebagai salah satu daripada teras utama penyelidikan di Malaysia. Selain daripada hasil terus dari penyelidikan seperti di atas, para penyelidik dan institusi penyelidikan seperti universiti serta ANGKASA/MOSTI sendiri juga telah mempunyai pengalaman dan keupayaan untuk mengurus, merangka, melaksana dan menjalankan proses penilaian program pengurusan penyelidikan sains mikrograviti terutamanya untuk program-program penyelidikan eksperimen di angkasa lepas khususnya di ISS pada masa hadapan.

HASIL EKSPERIMEN PAN1

1. PROTEIN DI ANGKASA (*PROTEIN IN SPACE*)

Tajuk:

Penghabluran Enzim/Protein Industri di Angkasa (*Crystallization of Industrially Important Enzyme/Protein in Space*)

Penyelidik:

Prof Dr. Raja Nor Zaliha Raja Abdul Rahman
Universiti Putra Malaysia

Objektif:

- Mengkaji sifat-sifat penghabluran enzim lipase di bumi
- Mengkaji kesan mikrograviti ke atas penghabluran enzim lipase
- Membandingkan struktur 3D hablur yang dihasilkan di bumi dan di angkasa

Abstrak kajian

Protein adalah sejenis bahan kimia penting yang bertindak dalam pelbagai fungsi badan organisma. Mengetahui struktur molekulnya akan memberikan pemahaman yang lebih baik mengenai fungsinya. Kebanyakan protein boleh menghablur dan struktur molekulnya ditentukan melalui kaedah analisis yang sofistikated seperti kristalografi sinar-x. Mengenal pasti struktur protein tersebut secara tepat akan membantu kita mengenal pasti lebih lanjut mengenai fungsinya terutama sekali protein yang mempunyai nilai dalam kegunaan perubatan mahupun industri. Ianya juga akan membantu mereka bentuk molekul dengan kejadian yang menepati keperluan dan produksi industri sepertimana yang diinginkan.

Hasil menunjukkan kajian protein di angkasa telah menunjukkan bahawa protein jenis *lipase* yang di bawa ke angkasa lepas telah menghablur dengan saiz yang lebih besar dan mempunyai struktur yang lebih baik(lebih jelas) berbanding dengan protein yang dihablurkan di permukaan Bumi. Penyelidik telah memilih dua protein yang mana ianya

telah pun berjaya menghablur di bumi. Kedua-duanya adalah *lipase*, iaitu sejenis enzim yang digunakan secara meluas sama ada dalam kegunaan industri mahupun produk domestik. *Lipase* merupakan kumpulan enzim penting dalam bidang bioteknologi. Keputusan ini telah memberikan lakaran struktur tiga dimensi protein tersebut dengan lebih jelas dan pengetahuan ini akan digunakan untuk menghasilkan sejenis enzim yang sangat penting dan digunakan secara meluas, contohnya di dalam industri oleokimia (*oleochemical*), bioteknologi dan perubatan.

Hasil:

- i) Telah memfailkan dua permohonan paten iaitu "*Crystal Growth under microgravity condition*" iaitu di Malaysia (P1 20084994) dan di USA (No.12/415437)
- ii) Telah memfailkan dua permohonan paten iaitu "*Crystal Growth under Earth condition*" di Malaysia (P1 20062931) dan di USA (No.12/151045)

Paten yang di mohon untuk perkara (i) dan (ii) di atas ialah mengenai penciptaan kaedah baru dalam teknik penghabluran protein di angkasa.

- iii) Proses *scalling* enzim tersebut sebelum dikomersilkan untuk kegunaan industri khususnya dalam bidang oleokimia
- iv) Sebanyak tiga artikel saintifik diterbitkan di jurnal antarabangsa seperti di bawah dan satu kertas kerja dibentangkan di konferensi iaitu:

- *Interaction Revealed by Crystal Structure of Thermoalkalophilic lipase. PROTEINS: Structure, Function and Bioinformatics 70(2):592-598. Hiroshi Matsumura, Takahiko Yamamoto, Thean Chor Leow, Tadashi Mori, Abu Bakar Salleh, Mahiran Basri, Tsuyoshi Inoue, Yasushi Kai and Raja Noor Zaliha Raja Abd Rahman (2008);*
- *High Temperature Crystallization of Thermostable T1 Lipase Protein Crystal Growth and Design 7(2):406-41. Thean Chor Leow, Raja Noor Zaliha Raja Abdul Rahman, Mahiran Basri and Abu Bakar Salleh (2007).*

- *The Effect of Microgravity on Thermostable T1 Lipase Protein Crystal.*
R.N.Z.A. Rahman, M.S.M. Ali, T.C. Leow, A.B. Salleh, and M.Basri.
Gravitational and Space Biology. 23(1):24
- v) Pembangunan modal insan dalam bidang berkaitan seramai 2 orang (seorang di peringkat sarjana dan seorang di peringkat kedoktoran)
- vi) Perjanjian Kerjasama Penyelidikan antara Agensi Angkasa Negara (ANGKASA), Kementerian Sains, Teknologi dan Inovasi (MOSTI) dan *Japan Aerospace Exploration Agency (JAXA)* untuk menghantar 24 protein (12 kapilari) ke Stesen Angkasa Antarabangsa (ISS) yang membabitkan 6 penerbangan bermula pada tahun 2009 hingga 2012.

2. MICROB IN SPACE

Tajuk:

Kesan persekitaran angkasa (mikrograviti dan radiasi) ke atas pertumbuhan, profil ekspresi gen dan mekanisme kerintangan antibiotik *Enterobacter cloacae* (*The effects of spaceflight on growth, gene expression and proteomic profiles of Enterobacter cloacae*)

Penyelidik:

Prof Dr. Ramelah Mohamed
Universiti Kebangsaan Malaysia

Tajuk:

Kesan persekitaran angkasa (mikrograviti dan radiasi) ke atas mekanisme ketahanan dan perubahan ekspresi profil gen bagi *Acinetobacter Baumannii* (*The effects of spaceflight on growth, antibiotic resistance mechanism and gene expression profiles of Acinetobacter baumannii*)

Penyelidik:

Prof Dr. Sazaly Abu Bakar
Universiti Malaya

Objektif:

- i. Untuk mengamati kesan persekitaran angkasa ke atas pertumbuhan *Enterobacter cloacae* dan *Acinetobacter Baumannii*
- ii. Untuk mengkaji kesan persekitaran angkasa terhadap mutasi dan juga perubahan profil ekspresi gen *Enterobacter cloacae* dan *Acinetobacter Baumannii*
- iii. Untuk mengkaji kesan persekitaran angkasa ke atas perubahan mekanisme kerintangan antibiotik pada *Enterobacter cloacae* dan *Acinetobacter Baumannii*.

Abstrak kajian

Bagi kajian mikrob di angkasa, hasil kajian telah menunjukkan bahawa bakteria yang dibawa ke angkasa lepas telah membiak dengan lebih banyak dan mempunyai jangka hayat yang lebih panjang berbanding dengan bakteria yang sama di permukaan Bumi. *Gene expression profiles* bagi bakteria yang dibawa ke angkasa lepas juga telah mengalami perubahan yang disebabkan oleh kesan sekitaran mikrograviti. Bacteria yang di biak di angkasa telah meningkatkan ketahanannya terhadap antibiotik berbanding di Bumi seterusnya menunjukkan bahawa tiada kerencatan bagi bakteria ini dari terus membiak di angkasa. Ini mungkin kerana jangka masa 12 jam rawatan ataupun dos antibiotik masih belum mencukupi untuk menghentikan pembiakannya di angkasa. Sifat unik cecair yang 'tidak aktif' dalam keadaan mikrograviti mungkin menjadi salah satu faktor penambah terhadap peningkatan pengembang biakan bakteria di angkasa. Kajian ini telah memberikan pengetahuan baru berkenaan adaptasi mikrob terhadap persekitaran mikrograviti dan pengetahuan baru ini akan digunakan oleh para penyelidik dalam mengawal sejenis bakteria *enterobacter cloacae* yang boleh menyebabkan kanser usus kepada manusia dan haiwan serta dapat digunakan kelak dalam bidang perubatan angkasa dan industri farmaseutikal.

Hasil:

- i) Pembuktian makmal (*Laboratory proof of concept*) untuk pembangunan cip mikroatur untuk *Enterobacter cloacae* (*Development of Microarray for Enterobacter cloacae*)
- ii) Pembuktian konsep makmal (*Laboratory proof of concept*) untuk pembangunan cip mikroatur untuk *Enterobacter Baumannii* (*Acinetobacter baumannii Gene Chip*) yang akan digunakan untuk pengkajian fungsi genom
- iii) *Spin-off* daripada ujikaji ini ialah pembangunan sebuah prototaip *portable sterilizer* dan *Laminar Hood sterilizer* yang pertama di dunia yang sedang dalam proses pengujian sebelum dikomersilkan.
- iv) Sumbangan kepada bidang ilmu mikrobiologi angkasa khususnya dalam pemahaman mekanisme kerintangan antibiotik pada *Enterobacter cloacae* di persekitaran angkasa.
- v) Pembangunan modal insan dalam bidang berkaitan seramai 7 orang (seorang di peringkat sarjana kedoktoran, 2 orang di peringkat sarjana dan lima orang pegawai penyelidik/sokongan)
- vi) Pembentangan tiga kertas kerja penyelidikan di seminar kebangsaan dan antarabangsa
- vii) Rancangan masa hadapan dalam penyelidikan ini adalah untuk meneroka laluan metabolik yang telah dikenal pasti untuk penciptaan antibiotik baru

3. CELL IN SPACE

Tajuk:

Effects of short-term space flight travel on endothelial function and inflammation

Penyelidik:

Prof. Dr. Hapizah Mohd Nawawi
Universiti Teknologi MARA

Objektif:

Objektif penyelidikan ini adalah untuk mengkaji kesan jangka masa pendek penerbangan misi angkasa terhadap ekspresi protein dan molekul bagi penanda inflamasi dan aktivasi endotelium pada sel endotelium manusia

Abstrak kajian:

Sel endotelium menyelaputi lapisan saluran darah dan memainkan peranan yang penting untuk dalam pengekalan integriti dinding saluran darah. Ketakfungsian endotelial mengaruhkan aterosklerosis dengan peningkatan penghasilan sitokin dan molekul perlekatan. Seterusnya, pembentukan plak yang berlemak pada lapisan dalam saluran darah akan berlaku. Aterosklerosis mengaruh kepada risiko mendapat penyakit arteri koronari, strok dan penyakit vaskular periferi. Keadaan mikrograviti mempengaruhi fungsi sel dan ianya telah dibuktikan melalui beberapa siri penjelajahan manusia mengelilingi orbit. Tambahan lagi, pendedahan radiasi kosmik dan keadaan hipergraviti semasa perlepasan dan pendaratan roket telah dicadangkan mengaruhkan ketakfungsian endotelium. Walau bagaimanapun, kesan penerbangan misi angkasa dalam jangkamasa pendek terhadap fungsi endotelium dan inflamasi masih kurang jelas.

Sel endotelium ini merupakan model kultur sel yang paling sesuai bagi penyelidikan aterosklerosis. Sel endotelium dikulturkan di dalam apparatus pemprosesan cecair (FPA) yang telah direka khusus untuk penyelidikan angkasa. Optimasi kaedah pengkulturan telah dijalankan oleh ahli-ahli penyelidikan di Malaysia untuk mengenal pasti keadaan yang sesuai untuk pertumbuhan sel yang optimum di angkasa kerana sel endotelium ini belum pernah diterbangkan ke angkasa di dalam apparatus FPA

sebelum ini. Persediaan eksperimen sebelum penerbangan telah dilakukan di Institut Bio-Medical Problems (IBMP), Rusia dan Makmal Kultur Sel Energia di Baikonur. Sejumlah 6 FPA telah berjaya diterbangkan oleh Roket Soyuz TMA-11 ke Stesen Angkasa Antarabangsa (ISS) di mana Angkasawan Malaysia telah melaksanakan langkah aktivasi (penambahan media sel kultur untuk menggalakkan pertumbuhan sel) dan langkah terminasi (fiksatif sel). Kemudian, 1 set sel hidup dan 2 set sel fiksatif telah dibawa turun ke bumi untuk analisa selanjutnya.

Sel endothelium telah didapati terjejas selepas penerbangan angkasa. Walaubagaimanapun, sel endothelium yang hidup selepas misi penerbangan angkasa telah berjaya diperolehi untuk analisa selanjutnya. Sel endothelium selepas misi penerbangan angkasa didapati meningkatkan ekspresi sitokin dan molekul perlekatan pada peringkat protin dan molekular. Sel yang berjaya hidup selepas misi penerbangan angkasa turut menunjukkan peningkatan ekspresi sitokin dan molekul perlekatan pada peringkat protin dan molekular berbanding sel kontrol. Kadar pertumbuhan sel yang hidup selepas misi penerbangan angkasa lebih perlahan berbanding sel normal. Analisa *scanning electron* dan konfokal mikroskopi menunjukkan terdapat perubahan ultrastruktural pada sel endothelium. Terdapat peningkatan permeabiliti dan perubahan struktur ultra sel menandakan berlakunya *cellular cytoskeletal remodelling*.

Data daripada projek penyelidikan ini telah menunjukkan bahawa penerbangan angkasa mengaruh kepada aktivasi endothelium, peningkatan keadaan pro-inflamatori dan *cytoskeletal remodelling*. Berkemungkinan ianya berpunca daripada keadaan mikrograviti, hipergraviti, radiasi kosmik, perubahan suhu serta faktor lain yang berlaku semasa misi penerbangan angkasa. Langkah-langkah pencegahan harus dilakukan untuk mengelakkan berlakunya proses aterosklerosis akibat peningkatan proses inflamasi sel endotelium yang berlaku selepas misi penerbangan ke angkasa lepas.

Hasil:

- i) Telah memfailkan satu permohonan paten di Malaysia (No: 18911) iaitu "*Method of Preparing & Optimizing Human Umbilical Vein Endothelial Cells (HUVEC) For Growth in a Microgravity Environment & Method of Re-Adapting the Cells Grown in Microgravity to an Earth Gravity Environment*"
- ii) Penemuan saintifik (*scientific discoveries*) dan mempelopori teknologi baru iaitu kaedah optimasi untuk mengkulturkan sel endothelium yang bersifat melekat di atas permukaan 'microcarrier' dalam FPA. Projek ini turut membawa kejayaan dalam memperolehi sel endotelium yang hidup (*human umbilical vein endothelial cells, HUVECs*) selepas misi penerbangan angkasa. Di mana sebelum ini cubaan untuk mendapatkan sel hidup selepas misi penerbangan angkasa tidak berjaya
- iii) Sumbangan dalam perkembangan ilmu pengetahuan di peringkat antarabangsa dalam teknologi pengkulturkan sel yang baru serta bidang perubatan angkasa terutama dalam bidang kesihatan kardiovaskular dan penyakit yang berkaitan penerokaan angkasa
- iv) Penubuhan makmal yang lengkap untuk pengkulturkan sel, ujian khas bagi analisa penanda inflamasi dan aktivasi endothelium pada peringkat protin dan molekular di UiTM dan Malaysia.
- v) Pembangunan modal insan dalam bidang berkaitan seramai 4 orang (seorang di peringkat sarjana kedoktoran, seorang di peringkat sarjana dan dua orang pegawai penyelidik)
- vi) Satu penerbitan di jurnal saintifik antarabangsa "*Short-term spaceflight enhanced protein and gene expressions of Interleukin-6 and intercellular cell adhesion molecule-1 in endothelial cells (Atherosclerosis Supplements, Volume 10, Issue 2, June 2009, Page e870)*"

vii) Enam manuskrip yang berada dalam proses untuk di terbit di jurnal saintifik seperti senarai di bawah:

- *Changes in protein expression of adhesion molecules and cytokines of endothelial cells immediately following short-term spaceflight travel – submitted to **Gravitational and Space Biology** on 13 Feb 2010*
- *Gene expression of markers of inflammation and endothelial activation of endothelial cells after short-term spaceflight travel*
- *Slower growth rate of revived endothelial cells after short-term space flight travel*
- *Neutral effects in expression of adhesion molecules and cytokines in endothelial cells in simulated microgravity environment*
- *Endothelial cells culture on microcarrier vs. J Flask : Any difference in protein and gene expressions of inflammation and endothelial cells activation biomarkers?*
- *Ultrastructural changes and image analysis of HUVECs (Human Umbilical Vein Endothelial Cells) following short-term spaceflight travel*

viii) Enam penerbitan di konferen antarabangsa dan kebangsaan seperti berikut:

- *Nawawi H, Mustapha SMS, Muid S, Froemming GRA, Yusoff K & Manaf Ali. Expression of markers of inflammation and endothelial activation by endothelial cells following short-term spaceflight travel. Proceedings of Australian Atherosclerosis Society, New South Wales, Australia, 28th- 31st October 2008.*
- *Muid S, Mustapha SMS, Froemming GRA, Yusoff K, Manaf A & Nawawi H. Enhanced Gene Expression Of Inflammatory And Endothelial Activation Markers Is Mediated Via Nuclear Factor Kappa B During Spaceflight Travel. Proceedings of Australian Atherosclerosis Society, Melbourne, Australia, 12th - 16th October 2009.*

- *Kapitonova M.Yu, WN Yusoff, Abd Rahman MS, Muid S, Froemming G.R.A., Manaf A., Kuznetsov S.L, H. Nawawi. Ultrastructural Characteristics Of Human Umbilical Vein Endothelial Cells After Short Space Flight. (Submitted for 42nd Japan Atherosclerosis Society Annual Meeting, Nagaragawa Convention Center, Gifu-Shi, Japan, 15-16 July 2010)*
- *Effects of short space travel on endothelial function and inflammation. Science Microgravity Workshop ANGKASA and MOSTI : PICC, Putrajaya, 2-3rd Sept, 2008.*
- *Effects of short space travel on endothelial function and inflammation. Science Microgravity Workshop ANGKASA and MOSTI : PICC, Putrajaya, 2-3rd Sept, 2008.*
- *Effects of short-term spaceflight travel on in-vitro endothelial function and inflammation. Proceedings of the Annual Research Workshop 2009/2008. 4th Annual Research Workshop, 24-25 July 2009, Intekma Resort, Shah Alam.*

Tajuk

Osteoblast cellular function during space flight

Penyelidik:

- i) Prof Madya Dr. Mohamed Saifulaman bin Mohd Said
- ii) Prof Madya Dr Gabriele Ruth Anisah Froemming
Universiti Teknologi MARA

Abstrak kajian

Kajian sel di angkasa telah menunjukkan bahawa sel-sel osteoblast manusia yang dibawa ke angkasa lepas telah menunjukkan perubahan fungsi-fungsinya hasil daripada kesan adaptasi sel terhadap persekitaran mikrograviti. Pengetahuan ini akan digunakan oleh para penyelidik dalam bidang kajian pertumbuhan tulang baru selepas berlaku keretakan kepada tulang dan juga kajian kesan pereputan tulang semasa angkasawan berada di angkasa lepas.

Hasil:

- i) Telah memfailkan satu permohonan paten di Malaysia (No: 18911) iaitu *"Microgravity Culture Method for normal human osteoblast (NHost) cells"*
- ii) *Trade Mark: RAP-NHOst (re-adapted normal human osteoblast)*
- iii) Penemuan saintifik (*scientific discoveries*) iaitu pertama kali sel osteoblast yang normal (*non-cancer cells*) serta hidup diperolehi semula selepas misi penerbangan angkasa dan seterusnya membiakkannya semula di dalam makmal
- iv) Dari data kajian, ilmu pengetahuan baru diperolehi iaitu pengaruh mikrograviti terhadap perkembangan sel osteoblast dan pembentukan tulang

- v) Pembangunan modal insan seramai 5 orang iaitu seorang di peringkat sarjana dan empat di peringkat pegawai penyidik

4. CELLS IN SPACE

Tajuk

Eukaryotic Cells in Space

Penyelidik:

Prof Dr. A.Rahman Jamal

Universiti Kebangsaan Malaysia

Objektif:

- Untuk menentukan perubahan genetik dan profil sel eukaryotic akibat pengaruh mikrograviti seperti struktur biologi dan sifatnya
- Untuk mengkaji pertumbuhan sel secara tiga dimensi di persekitaran mikrograviti
- Untuk mengkaji pengaruh mikrograviti terhadap gen sel kanser dan tindak balasnya dengan dadah dalam ubat-ubatan kanser (*multidrag*)

Abstrak

Cara terbaik untuk memahami sesuatu jenis penyakit adalah dengan memahami lebih mendalam mengenai sifat biologi normal sel dan dibandingkan dengan sel tidak normal. Seperti yang masyarakat sedia maklum, kanser merupakan pembunuh utama dewasa kini, malahan ia menjadi cabaran kepada saintis kita untuk mencari jawapan kepada permasalahan ini. Oleh yang demikian, para saintis Malaysia bercadang menggunakan peluang ini untuk mengkaji sel organisma di bawah keadaan tanpa graviti. Data yang diperolehi akan memberikan kita maklumat mengenai pertumbuhan sel, perubahan sifat gen, ketahanan terhadap ubat-ubatan, penuaan sel dan sebagainya.

Mengapakah kita perlu mengkaji sel di angkasa? Ini kerana kita perlu mengkaji kesan keadaan tanpa graviti dan radiasi di angkasa terhadap sel di mana dibimbangi akan memberikan kesan negatif kepada Angkasawan. Radiasi di angkasa mampu memberikan kesan terhadap struktur sel, merosakkan sel seterusnya mampu menyebabkan kanser. Selain itu keadaan tanpa graviti akan mendedahkan pengetahuan baru mengenai interaksi antara sel dan pembaikan tisu.

Kajian ke atas sel kanser pula telah menunjukkan bahawa sel-sel kanser yang berada dalam sekitaran mikrograviti telah mengambil laluan pergerakan yang baru dan adaptasi ini belum pernah dilaporkan oleh mana-mana penyelidik sebelum ini. Pengetahuan yang diperolehi daripada kajian ini akan digunakan oleh para penyelidik yang membuat kajian ke atas ketahanan protein yang berada di lapisan luar sel kanser terhadap *multidrug* (dadah dalam ubat-ubatan kanser) yang digunakan untuk mengawal penyakit kanser.

Hasil:

- i) Sumbangan ilmu pengetahuan baru dalam bidang sel biologi dan kesannya terhadap mikrograviti
- ii) Pengiktirafan dari pihak Rusia khususnya dari Jawatankuasa Etika Biologi terhadap rekabentuk eksperimen Malaysia khususnya dalam reka bentuk *hardware* untuk menghalang pencemaran sel kanser. Ini merupakan pertama kali sel kanser di benarkan untuk dilancarkan ke ISS melalui pesawat Soyuz
- iii) Memperbaiki teknik untuk mengoptimumkan prosedur mengekstrak *Ribonucleic Acid (RNA)* disebabkan oleh limitasi sel yang sedikit. (*Improving the technique of optimization of Ribonucleic Acid (RNA) extraction procedures due to small number of cells*).
- iv) Selain daripada itu, pihak UKM juga telah menubuhkan sebuah makmal penyelidikan mutasi genetik (*genetic mutation*) untuk digunakan oleh saintis dan

pelajar-pelajar pascasiswazah untuk meneruskan kajian dalam bidang "*life sciences*" sama ada di Bumi atau di angkasa lepas khususnya di ISS

- v) Pembentangan dan penerbitan tiga kertas kerja di konferensi dan empat kertas kerja dibentangkan secara poster
- vi) Pembangunan modal insan seramai dua orang di peringkat ijazah sarjana

5. MAKANAN DI ANGKASA (*FOOD IN SPACE*)

Penyelidik:

Institut Penyelidikan Dan Kemajuan Pertanian Malaysia (MARDI)

Objektif

- i) Membangunkan makanan angkasawan sesuai untuk angkasawan Malaysia di di stesen angkasa antarabangsa (ISS) dan mematuhi semua piawaian antarabangsa termasuk dari segi teknik pembungkusan (*space qualified*)
- ii) Mengkaji kesan mikrograviti ke atas persepsi nilai rasa angkasawan terhadap makanan Malaysia
- iii) Memperkenalkan makanan Malaysia kepada angkasawan daripada negara lain di ISS dan secara tidak langsung kepada dunia
- iv) Untuk merangsang minat dan menanam semangat kebanggaan pada warga Malaysia dengan penyajian makanan Malaysia kepada angkasawan di ISS

Hasil / Keputusan:

- i) Tiada perbezaan ketara didapati di antara skor penilaian rasa bagi 9 produk tersebut apabila diuji oleh angkasawan di bumi dan di angkasa. Ini menunjukkan bahawa mikrograviti tidak memberi kesan kepada persepsi nilai rasa angkasawan semasa 4 hari angkasawan berada di angkasa. Penginapan di angkasa lepas untuk jangka masa lama mungkin akan menyebabkan perubahan kepada persepsi nilai rasa angkasawan.

ii) Sembilan produk telah berjaya dibangunkan untuk projek ini iaitu:

(a) Produk yang disteril dengan haba dalam pembungkusan aseptik

- Sate ayam
- Rendang Tok daging lembu
- Nasi himpit beriani ayam

(b) Produk dalam pak plastik tanpa di retort

- Gegelung pisang
- Hirisan mangga kering
- Jeli konfeksi halia
- Bar granola roselle
- Kuih bangkit
- Cip tempe goreng

iii) Produk-produk ini telah berjaya menepati syarat-syarat Agensi Angkasa Rusia dan mendapat iktiraf selamat untuk dimakan dan sesuai untuk dibawa naik ke Stesen Angkasa Antarabangsa.

KEPENTINGAN PROGRAM MIKROGRAVITI

Pengkajian sains mikrograviti merupakan salah satu cabang penyelidikan sains yang mustahak untuk Malaysia menyertainya secara aktif kerana:

1. Bidang penyelidikan sains mikrograviti merupakan asas kepada penyelidikan dalam bidang sains perubatan (*Medical science*) dan kejuruteraan (sains bahan, mekanik bendalir) kerana suasana mikrograviti boleh digunakan sebagai alat untuk mereka lebih memahami persoalan-persoalan asas untuk menyelesaikan masalah di Bumi kerana suasana mikrograviti itu yang menarik iaitu tanpa graviti dan kesan radiasi yang tinggi. Contohnya untuk kes Malaysia, pihak UKM telah menghantar dua eksperimen di bawah kategori "*Cell in Space*" iaitu untuk memahami perubahan sifat sel kanser dibandingkan dengan sel normal(dari segi kadar tumbesaran) terutamanya jika diberi dedahan kepada suasana mikrograviti (tanpa graviti dan beradiasi) serta "*Microb in Space*" iaitu untuk mengkaji kesan mikrograviti dan radiasi ke atas bakteria ulser dan bakteria di hospital
2. *Spin off* dari program penyelidikan sains mikrograviti merupakan platform yang baik untuk berinovasi dan mencipta sesuatu teknologi yang baru yang dapat memberi kesejahteraan kepada penduduk di Bumi.
3. *Spin-off* yang kedua ialah di dalam bidang pendidikan terutamanya kepada pelajar-pelajar sekolah di mana mereka dapat mengaplikasikan ilmu sains yang dipelajari di kelas terutamanya dalam subjek biologi, dan fizik dalam hal yang berkaitan graviti, dan radiasi. Contohnya di Malaysia melalui program angkasawan negara yang pertama, para pelar dapat menyertai program penyelidikan C.Elegans di mana mereka berpeluang untuk mengkaji tumbesaran serta populasi cacing tersebut di ISS dan di bandingkan dengan tumbesaran cacing yang sama di Bumi

Secara umumnya, hasil yang didapati dari program penyelidikan sains mikrograviti dari PAN 1 boleh dirumuskan seperti di bawah:

- i) penerokaan bidang penyelidikan baru iaitu mikrograviti dan ini merupakan peluang buat pertama kalinya kepada penyelidik Malaysia untuk menjalankan kajian dan pembangunan dalam bidang penyelidikan sains mikrograviti;
- ii) telah berjaya melahirkan sekumpulan pakar penyelidik yang berpengalaman dalam bidang penyelidikan sains angkasa yang bertaraf antarabangsa dan berjaya mematuhi piawaian antarabangsa yang tinggi. Ini telah membuktikan secara langsung yang penyelidik-penyelidik negara mempunyai mutu penyelidikan yang tinggi dan diterima di peringkat antarabangsa. Kerajaan yakin dari kumpulan penyelidik awal ini akan berjaya untuk melahirkan lebih ramai penyelidik baru yang seterusnya akan memperkembangkan lagi bidang penyelidikan sains angkasa di Malaysia;
- iii) Dari program penyelidikan sains mikrograviti yang pertama ini di ISS, ia telah membuka peluang untuk ANGKASA/MOSTI dan penyelidik-penyelidik negara untuk mengukuhkan kerjasama antarabangsa khususnya dari NASA(USA), ESA(Kesatuan Negara-Negara Eropah), JAXA(Jepun) dan ROSCOSMOS (Rusia);
- iv) *Spin-Off* yang diperolehi dari program angkasawan negara yang pertama khususnya melalui program penyelidikan sains mikrograviti ialah tawaran dari Kerajaan Jepun untuk negara menyertai program sains mikrograviti melalui penerbangan parabola yang ditawarkan kepada pelajar-pelajar universiti peringkat sarjana muda. Negara telah berjaya menghantar eksperimen yang pertama pada Disember 2007 dan kedua Februari 2010;

