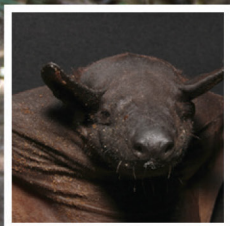
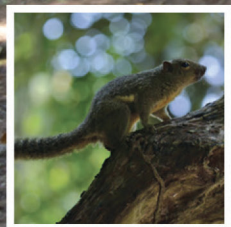
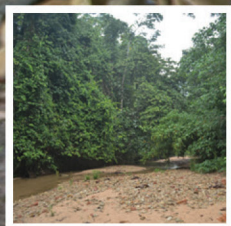


SYARAHAN INAUGURAL

UNIVERSITI MALAYSIA TERENGGANU

Evolusi dan Biogeografi Mamalia Malaysia



MOHD TAJUDDIN ABDULLAH

SIRI SYARAHAN INAUGURAL
UMT : 21 (2016)

SYARAHAN INAUGURAL
UNIVERSITI MALAYSIA TERENGGANU

**Evolusi
dan
Biogeografi
Mamalia
Malaysia**

SYARAHAN INAUGURAL
UNIVERSITI MALAYSIA TERENGGANU

**Evolusi
dan
Biogeografi
Mamalia
Malaysia**

Mohd Tajuddin Abdullah



Penerbit UMT
Universiti Malaysia Terengganu
21030 Kuala Terengganu
2016

Evolusi dan Biogeografi Mamalia Malaysia

Hak Cipta Terpelihara © 2016. Tidak dibenarkan mengeluarkan ulang mana-mana bahagian artikel, ilustrasi dan isi kandungan buku ini dalam apa juga bentuk dan dengan apa cara sekalipun sama ada secara elektronik, fotokopi, mekanik, rakaman, atau cara lain sebelum mendapat izin bertulis daripada Pengarah, Penerbit UMT, Universiti Malaysia Terengganu, 21030 Kuala Terengganu, Terengganu, Malaysia.

© 2016 All rights reserved. No part of this publication may be reproduced or transmitted in any form or by any means, electronic or mechanical including photocopy, recording or any information storage and retrieval system, without permission in writing from Director, Penerbit UMT, Universiti Malaysia Terengganu, 21030 Kuala Terengganu, Terengganu, Malaysia.

Diterbitkan oleh / Published in Malaysia by
Penerbit UMT,
Universiti Malaysia Terengganu,
21030 Kuala Terengganu,
Terengganu, Malaysia.

<http://www.umt.edu.my/penerbitumt>
E-mel: penerbitumt@umt.edu.my

Perpustakaan Negara Malaysia Data Pengkatalogan-dalam-Penerbitan

Mohd. Tajuddin Abdullah

Evolusi dan Biogeografi Mamalia Malaysia / Mohd Tajuddin Abdullah.

(SYARAHAN INAUGURAL UNIVERSITI MALAYSIA TERENGGANU)

Bibliography: page 97

ISBN 978-967-0962-11-5

1. Mammal--Evolution. 2. Mammals--Ecology.

3. Biogeography. I. Judul. II. Siri.

599

Set in Optima

Reka bentuk: Penerbit UMT

Reka letak: Penerbit UMT

Dicetak oleh:

Reka Cetak Sdn. Bhd.

No. 14, Jalan Jemuju Empat 16/13D,

Seksyen 16, 40200 Shah Alam,

Selangor.

SIRI SYARAHAN INAUGURAL

1. KUT Inaugural Lecture Series: 1 (2000)
Fisheries and the National Food Security: The Malaysian Perspective
Prof. Dr. Mohd. Azmi Ambak
2. Siri Syarahan Inaugural KUT: 2 (2000)
Development of Ocean Modelling: The Malaysian Perspective
Prof. Dr. Alejandro Livio Camerlengo
3. KUT Inaugural Lecture Series: 3 (2000)
Into the Wonders of Surfactant Behaviour
Prof. Dr. Hamdan Suhaimi
4. KUT Inaugural Lecture Series: 4 (2000)
Food Chain in the Sea - Its Values, Challenges and Prospects
Prof. Dr. Lokman Shamsudin
5. KUSTEM Inaugural Lecture Series: 5 (2002)
The Fascinating World of Flukes
Prof. Dr. Faizah Mohd. Shaharom
6. KUSTEM Inaugural Lecture Series: 6 (2002)
The Width is Unreachable, the Travel is at the Speed of Light
Prof. Dr. Ismail Mohd
7. KUSTEM Inaugural Lecture Series: 7 (2004)
Turtles in Trouble
Prof. Dr. Chan Eng Heng
8. KUSTEM Inaugural Lecture Series: 8 (2004)
Exploring the Interface: The Enigmatic Mangroves
Prof. Dr. Mohd. Lokman Husain
9. KUSTEM Inaugural Lecture Series: 9 (2004)
Metals in the Marine Environment
Prof. Dr. Noor Azhar Mohamed Shazili

10. Siri Syarahan Inaugural KUSTEM: 10 (2004)
Deria Pemikiran Matematik: Daripada Konkrit ke Niskala
Prof. Dr. Abu Osman Md Tap
11. KUSTEM Inaugural Lecture Series: 11 (2007)
The Quest for High Performance Computers
Prof. Dr. Md. Yazid Mohd Saman
12. UMT Inaugural Lecture Series: 12 (2008)
Resizing *Homo Sapiens*
Tan Sri Dato' Dr. Ahmad Mustaffa Babjee
13. UMT Inaugural Lecture Series: 13 (2009)
Corporate Governance in Malaysia: Towards Stronger Boards
and Audit Committees
Prof. Dr. Shamsul Nahar Abdullah
14. Siri Syarahan Inaugural UMT: 14 (2010)
Realiti Sebuah Kehidupan dari Perspektif Ekonomi Alam Sekitar
dan Falsafah Islam
Prof. Dr. Nik Hashim Nik Mustapha
15. UMT Inaugural Lecture Series: 15 (2010)
Plant Parasitic Nematodes A Challenging Pest to Third National
Agriculture Policy: Myth or Reality?
Prof. Dr. Abdul Rahman Abdul Razak
16. Siri Syarahan Inaugural UMT: 16 (2010)
Pembangunan Sumber Manusia: Salah Tafsiran Konsep dan
Strategi Luhur untuk Meningkatkan Prestasi Pekerja dan
Pencapaian Organisasi
Prof. Dr. Ibrahim Mamat
17. Siri Syarahan Inaugural UMT: 17 (2010)
Inovasi Kurikulum Sekolah Menengah: Kes Sekolah IMTIAZ
Prof. Dr. Shukery Mohamed

18. Siri Syarahan Inaugural UMT: 18 (2013)
Kepelbagaian Genetik Tanaman: Pemuliharaan dan Kepentingan
dalam Bidang Pertanian
Prof. Dr. Sayed Mohd Zain S. Hasan

19. UMT Inaugural Lecture Series: 19 (2014)
Wastewater Treatment Technology: A Green Application in
Aquaculture
Prof. Dr. Ir. Ahmad Jusoh

20. UMT Inaugural Lecture Series: 20 (2014)
Cognitive Tools in Social Science Research
Prof. Dr. Wan Salihin Wong Abdullah

KANDUNGAN

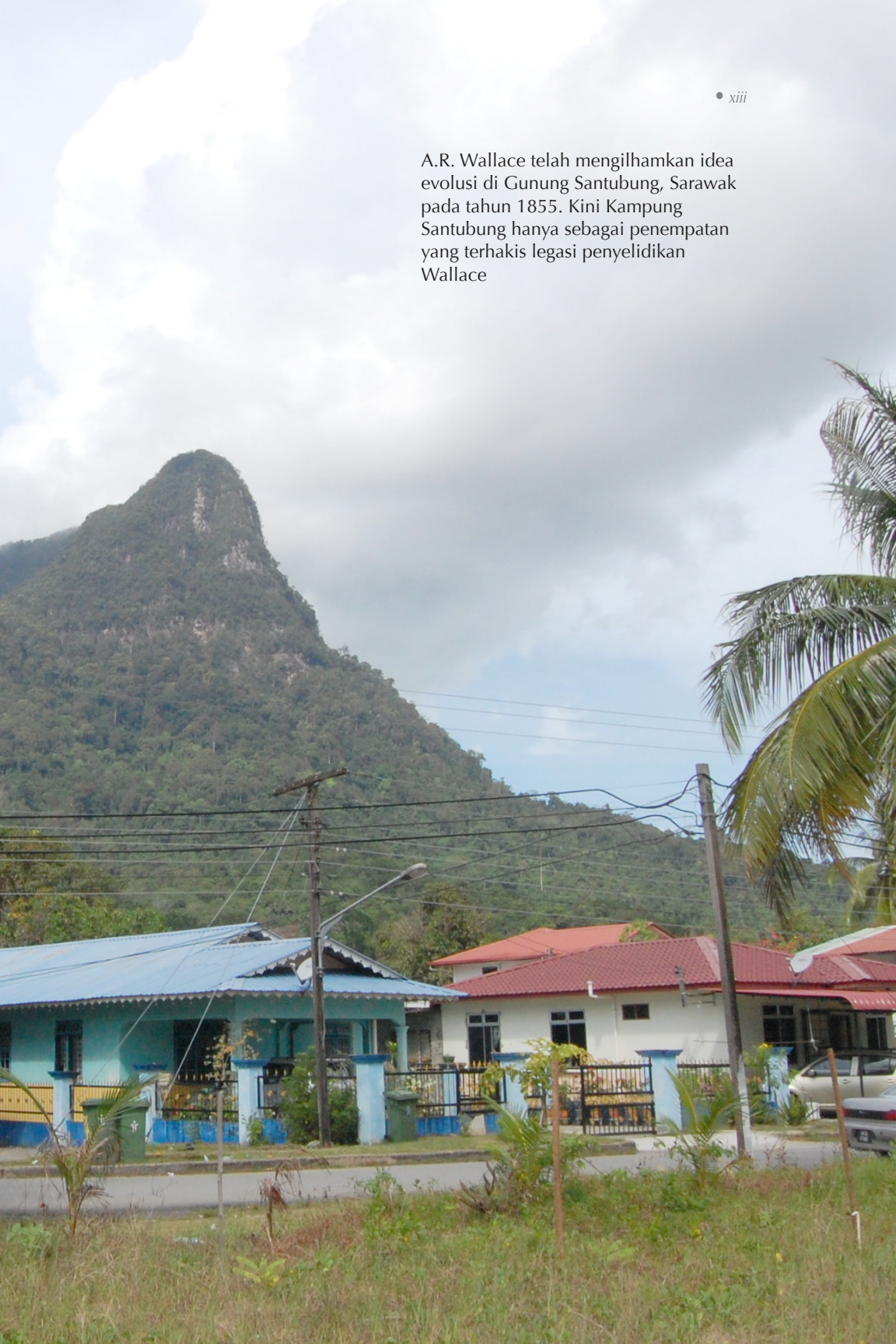
Penghargaan	xxi
Abstrak	xxv
1 RETROSPEKTIF	1
2 EVOLUSI ALAM DALAM FALSAFAH SAINS ISLAM DAN PEMIKIRAN BARAT	17
3 PENSPEKSIAN DAN KEPELBAGAIAN MAMALIA	43
4 CABARAN PEMULIHARAAN MAMALIA	77
Lampiran	95
Bibliografi	119
Indeks	129

DEDIKASI

Syarahannya ini saya dedikasikan kepada seluruh ahli keluarga yang tersayang; terutamanya, ayahanda Haji Abdullah Abdul Rahman dan bonda Hajah Habsah Sulaiman; isteri Laila Ibrahim serta anakanda Hafez dan Amera Hanna; kekanda Drs Haji Abdul Manaf Abdullah, Mohd Daud Abdullah, Hajah Zanariah Abdullah, Nordin Abdullah, Normah Abdullah serta adinda Hajah Norzahan Abdullah dan Mohd Basri Abdullah.

Sungai Genok, Sungai Mak Dulang
Nampak jauh Pulau Keladi
Orang gemok tinggal tulang
Kerana cintanya di dalam hati

A.R. Wallace telah mengilhamkan idea evolusi di Gunung Santubung, Sarawak pada tahun 1855. Kini Kampung Santubung hanya sebagai penempatan yang terhakis legasi penyelidikan Wallace






Macroglossus minimus ialah kelawar pemakan madu yang sangat sensitif dengan perubahan mendadak ekosistem paya bakau



Ekosistem pinggiran anak sungai yang berbatu ini sangat penting untuk mamalia kecil yang mendiami lantai hutan



Eonycteris spelaea
yang penting dalam
pendebungaan pisang serta
pokok berbunga waktu
malam



Sepasang *Nasalis larvatus* di Taman Negara Bako terpaksa berjalan di atas tanah kerana kanopi hutan bakau yang telah terputus dan tidak bersambung sebagai koridor



Saudara Wahap Marni dan rakannya sering meneroka hutan belantara yang mencabar untuk mencari mamalia yang sangat ilusif di Kepulauan Borneo



Buah petai adalah hasil kerjasama intim bunga dengan kelawar pemakan madu yang memberi perkhidmatan ekologi secara percuma kepada masyarakat Malaysia



Industri perladangan telah membawa kepada kepupusan populasi gajah di Perlis, Selangor, Kedah, Pahang Timur dan Johor Selatan (Gambar oleh Mohd Sharif Daim)



Penempatan penduduk dan aktivitas antropogenik membawa ancaman kepada ekosistem persiran pantai serta mamalia yang menggunakan habitat tersebut





Dr. Les Hall merupakan guru kelawar yang terkenal di rantau Australia dan Borneo



Taj bersama Wahap Marni menggunakan sampan untuk meninjau hutan belantara dan haiwan di kawasan rumah panjang Nanga Merit di pedalaman Daerah Kapit, Sarawak

PENGHARGAAN

Saya amat bertuah kerana mendapat peluang menyelia ramai pelajar yang menjalankan penyelidikan di peringkat ijazah BSc, MSc, PhD dan pasca kedoktoran yang sudi berkongsi ilmu serta membina impian menjana ilmu.

Kemudahan dan sokongan daripada Universiti Malaysia Terengganu, Universiti Malaysia Sarawak, Kementerian Pendidikan Malaysia, Malaysia Genome Institute dan Malaysia Genome Research Center.

Permit dan surat penyelidikan daripada Jabatan Perhilitan, Jabatan Hidupan Liar Sabah, Jabatan Perhutanan Sarawak, Taman Taman Sabah, Yayasan Sabah, Jabatan Hal Ehwal Orang Asli, Jabatan Polis dan KETENGAH.

Geran dan sokongan penyelidikan daripada Universiti Malaysia Terengganu (Geran Galakan Penyelidikan), Kementerian Pelajaran Malaysia (TRGS, NRGs, FRGS, ERGS, FRGS dan IRPA), Universiti Malaysia Sarawak (small grant scheme dan Shell Chair), Kementerian Sains, Teknologi dan Inovasi (Proboscis monkey genome grant), Kementerian Sumber Asli dan Persekitaran (Giant Panda), Rufford Foundation, MTSF, Zoo Negara dan Akademi Sains Malaysia.

Penyokong, pengkritik dan sahabat seperjuangan kelestarian alam – Profesor Dato` Dr. Nor Aieni Haji Mokhtar, Profesor Emeritus Dato' Dr. Ibrahim Komoo, Profesor Dr. Mohd Lokman Husain, Profesor Dr. Mohd. Effendy Abd. Wahid, Profesor Dr. Anuar Hasan, Profesor Emeritus Dr. Faizah Mohd Sharoum , Mohd Nor Shokri Hj. Abd Rahman, Hajah Azizah Kasim, Atip Ali, Ir. Haji Mohd Zaideen Yusoff, Profesor Zulfigar Yassin, Profesor Norhayati Mohd Tahir, Profesor Dr. Mazlan Abd. Ghaffar, Prof. Madya Dr. Gopalasamy Reuben Clements, Dr. Samuel Walton, Dr. Roslina Ismail, Dr. Sh

Marzety Adibah Al Sayed Mohamad, Dr. Salwana Mohamad @ Asmara, Dr. Nor Bahktiah Baharim, Prof. Madya Dr. Jamilah Mohd. Salim @ Halim, Dr. Faridah Mohamad, Dr. Nor Zalipah Mohamed, Dr. Amirrudin Ahmad, Dr. Rohani Shahrudin, Dr. Jarina Mohd Jani, Dr. Nor Zalipah Mohamed, Profesor Madya Dr. Hii Yii Siang, Nor Amalina Elias, Profesor Madya Dr. Noraien Mansor, Profesor Dr. Nora`Aini Haji Ali, Profesor Madya Dr. Marzuki Ismail, Rohaida Haji Awang, Profesor Dato` Dr. Saharuddin Abdul Hamid, Profesor Dr. Tengku Sifzizul Tengku Muhammad, Dr. Firdaus Khairi Abdul Kadir, Profesor Dr. Ibrahim Mamat, Profesor Dr. Osman Ross, Ustaz Hj. Riswadi Azmi, Dr. Les S Hall, Profesor Robert Leo Smith, Profesor David Samuel, Profesor Gordan G. Grigg, Profesor C. Moritz, Profesor Ramlee Abdullah, Emeritus Profesor Dato' Dr. Abdul Latiff Mohamad, Profesor Haji Mohamed, Profesor Shabdin Mohd Long, Profesor Datuk Ghazali Ismail, Profesor Murtedza Mohamed, Profesor Laily Din, Profesor Mohd Azib Salleh, Earl of Cranbrook, Profesor Robert Baker, Profesor Andrew Alek Tuen, Profesor Madya Dr. Abdul Hamid Ahmad, Dr. Faisal Ali Anwarali Khan, Dr. Chong Yee Ling, Dr. Sulaiman Hanafi, Profesor Fatimah Abang, Profesor Madya Dr. Mohd Azlan Jayasilan, Profesor Madya Dr. Ramlah Zainuddin, Profesor Madya Charlie Laman, Profesor Kasing Apun, Profesor Indraneil Das, Profesor Mustafar A Raman, Profesor Yong Hoi Sen, Profesor Madya Dr. Rohana Jani, Dr. Lim Boo Liat, Dato' Dr. Zaaba Zainal Abidin, Dr. Zainal Zahari Zainuddin, Mohd Khan Momin Khan, Dato' Musa Nordin, Dato' Abd Rasid Samsudin, Louis Clement Ratnam, Jasmi Abdul, Karim Hercus, Rodney W Flynn, Rapiah Muda, Ahmad Harun, Dr. Sivananthan Elagupillay, Mohd Shariff Daim, Mohd Nawayai Yasak, Rahmat Topani, Mohd Shamsuddin Mohd Suri, Mohd Desa, Mohd Azhar, Dr. Mohd Salleh Daim, Abdul Kadir Abu Hashim, Mohd Hata, Shamsul, Azmi

Johor, Shabrina Mohd Shariff, Habsah Muda, Dr. Pan Khang Aun, Burhanudin Mohd Nor, Dr. Abdullah Mohd, Khairiah Md. Shariff, Saharudin Anan, Ahmad Shamsuddin Shaari, Dr. Maklarin Lakim, Paul Imbun Yambun, Dr. Jamili Nais, Datuk Lamri Ali Alisputra, Dr. Waidi Sinun, Mahedi Andau, Titol Peter Malim, Dr. Wan Sabri Wan Mansor, Sapuan Ahmad, Abang Kassim Abg Morshidi, Oswald Braken Tisen, Paschal Dagang, Mohd Isham Mohd Azhar, Wahap Marni, Besar Ketol, Mohamad Jalani Mortada, Isa Sait, Dr. Charlie Leh, Dr. Ibnu Maryanto, Kang Kong Mintol, Saidu Wahid, Marid Hassan Abdul Rahman, Jenal Limon, Chan Kem Hock, Zainuddin Baatu, Abdul A Rahman, Wan Mohamad Wan Abdullah, Ahmad Zainuddin Abd Rahman, Sallehuddin Awang Long, Abdullah Ibrahim, Md Noor Itam, Dennis Ten Choon Yung, Rahmah Ilias, Tan Poai Ean, Awaludin Ramli, Ahmayudin Ahmad, Dato' Azlan Huzir, Catherin Karim, Imelda Marcus, Abang Arbi, Dr. Jayaraj Vijaya Kumaran, Kishen Bunya, Siali Aban, Mohd Kasyfullah Zaini, Ahmad Mashur Julaihi, Fong Pui Har, Dr. Jeffrrin Ryan Japning, Madinah Adrus, Nur Aida Md Tamrin, Mohd Hanif Ridzuan Mat Daud, Zairunisa Abdul Rahman, Mohd Riduan Abdul Rahman, Dr. Noorhaliza Hasan, Roberta Chaya Tawie Tingga, Muhamad Ikhwan Idris, Eileen Lit, Dr. Siva Thaya, Mohamad Kombi, Millawati Ghani, Ho Licia, Sigit Wiantoro, Anang, Noor Aisyah Rahim, Azuan Roslan, Fathihi Hakimi Rosmidi, Muhamad Aidil Zahidin, Nur Izzah Izzati Ahmad, Elizabeth Pesiu, Candyrilla Vera Bartholomew, Gertrude David, Nur Amalina Adanan, Amirah Azizah Zakaria, Muhamad Fuad Abdullah, Dr. Mohd Sidq Fidzl Ramji, Wan Norainie Wan Ismail, Mohd Huzal Irwan Hussin, Muhamad Razali Salam, Mazrul, Mohamad Abid Kamaruzzaman, Hasrulzaman Hassan Basri, Noor Azleen Mohd Kulaimi, Frankie Thomas, Nor Amalina Elias, Suhaiti Mohd, Muhammad Syahrnunizan Abdul Rashid, Abdullah Syukri

M. Saleh, Wan Ab. Hafiz Wan Ibrahim, Mohd Faizal Mohd Noor, Zolarman Muhamad, Azeeha Ibrahim, Mohd Fadli Abdullah, Rabil Sitta Abdul Rahman, Mohd Afifullah Ahmad, Nur Aaminah Azhar, Ahmad Fakhurrrazi Mokhtar, Yusnaina Mat Zin, Shamsul Hafizi Saleh, Norhayati Ab Manaf, Sahrim Ngah, Noor Hidayah Mat Isa; serta ratusan kenalan yang telah memberikan bantuan yang diperlukan atau idea yang baik untuk dilaksanakan.

Terima kasih kerana inspirasi ayahanda Haji Abdullah Abdul Rahman dan bonda Hajah Habsah Sulaiman yang dalam kemiskinan sangat bijaksana dengan menghantar saya bersekolah, seluruh kerabat Yang Hajah Aishah Ibrahim, ahli keluarga yang menyokong dan sahabat semua yang selalu memberikan dorongan untuk memacu ke arah puncak kejayaan.

*Pisang emas dibawa berlayar
Masak sebiji di atas peti
Hutang emas boleh dibayar
Hutang budi dibawa mati*

ABSTRAK

Syarahan perdana ini bermula dengan mengimbuu kembali kenangan serta pengalaman dari zaman formatif semasa menjadi seorang budak kampung sehingga beberapa ketika yang sangat kritikal dalam merebut peluang-peluang keemasan yang datang tanpa dirancang, menghayati peluang menimba ilmu pengetahuan, peluang mendapat kerjaya dan peluang menjana ilmu bersama penyelidik-penyelidik pasca kedoktoran, pelajar-pelajar PhD, MSc dan BSc dalam bidang zoologi sehingga ke tahap kini. Saya juga cuba mengupas perkaitan ilmu evolusi menurut falsafah sains Islam dan konsep pemikiran Barat. Konsep ruang, pembentukan alam semesta serta konsep jangka masa telah diselaraskan menurut falsafah sains Islam dengan konsep jangka masa geologi. Maka seluruh kejadian langit, bumi, gunung-ganang, burung, unggas serta haiwan yang tidak diketahui itu semuanya mempunyai fungsi dan sujud kepada Ilahi. Konsep penspesiesan dan biogeografi telah dikupas dengan perkaitan beberapa konsep ekologi, pemilihan semula jadi, palaeopersekitaran, geologi, morfologi dan ekologi molekul. Mekanisme evolusi telah diterangkan menggunakan dapatan dan pengalaman daripada penyelidikan sejak tahun 1977 hingga ke hari ini. Dalam jangka masa yang panjang cabaran pemuliharaan mamalia di Malaysia berkait rapat dengan kehilangan habitat semula jadi, pertumbuhan populasi manusia yang mendadak, pencemaran alam sekitar, kehadiran spesies invasif yang memusnahkan ekosistem dan habitat hidupan liar, polisi dan governan, sokongan pihak swasta dan badan bukan kerajaan serta sokongan kewangan penyelidikan. Penyelidikan menggunakan teknologi tinggi pula telah berjaya merungkai dan menamakan spesies baharu mamalia kecil dan penemuan semula spesies serigala yang dikatakan telah pupus di Malaysia. Peluang masa hadapan adalah sangat cerah

untuk penemuan ilmu baharu dan penggunaan ilmu taksonomi haiwan adalah sangat penting bagi bioteknologi, muzium maya, pencirian perkhidmatan ekosistem serta pengecaman hos-patogen untuk tujuan perubatan dan kesihatan manusia sejagat.

BAB 1

RETROSPEKTIF

PENYATAAN INGATAN

Syarahan perdana ini adalah sebahagian daripada peristiwa yang paling bersejarah dalam hidup saya untuk diraikan bersama dengan guru-guru saya yang memberi kesan yang mendalam dalam membentuk pemikiran saya; sahabat dan rakan-rakan yang telah memberikan komen dan kritikan yang membina; seluruh ahli keluarga yang penyayang yang saya sering kehilangan waktu untuk bersama dan ramai pelajar penyelidik peringkat BSc, MSc, PhD dan pasca kedoktoran yang sudi berkongsi ilmu serta impian besar bersama-sama dengan saya.

PENJELASAN

Syarahan ini juga menjadi satu wadah pelantikan saya sebagai seorang pendidik institusi pengajian tinggi dan penyelidik dalam bidang sains zoologi untuk saya berkongsi pengalaman dan ilmu yang telah dijanakan.

Saya mengambil kesempatan ini sebagai satu platform bagi menerangkan dan meringkaskan pengaruh ilmu zoologi yang ditemui kepada para sarjana dan pelajar sains dengan harapan ia akan memberi manfaat kepada generasi akan datang. Saya ingin merangka syarahan ini sedikit berbeza daripada penulisan sains saya yang terdahulu; sebahagian secara saintifik dan sebahagiannya secara santai bagi orang ramai, pelajar dan generasi-Z (orang-orang

yang lahir di abad ke-21) untuk memahami proses memperoleh ilmu pengetahuan zoologi. Penerangan dan contoh-contoh yang diberi dengan makna yang mudah mengenai kepelbagaian mamalia dan kepupusan spesies. Oleh itu esei ditulis secara teknikal sambil bercerita mengenai peristiwa-peristiwa penting dalam pembentukan ilmu pengetahuan zoologi yang saya telah lalui.

Saya ingin mengimbuai kembali beberapa kenangan mendalam, laluan zoologi saya dan pengalaman langsung dari tempat kelahiran saya, sifat-sifat yang saya terapi, sekolah-sekolah saya pergi menuntut ilmu peringkat awal, orang-orang yang saya temui, guru-guru yang mengajar mata pelajaran biologi dan mereka yang telah merangsang minat saya dan bahan bacaan yang mempengaruhi fikiran dan pemikiran zoologi saya.

Sejenak kita menoleh ke belakang ketika melalui masa lampau sambil menerokai tempat-tempat jauh yang telah mengubah pandangan dunia saya daripada seorang budak kampung biasa sehingga menjadi seseorang yang dapat membaca dan kemudiannya menjana ilmu bidang biologi, ekologi, kepelbagaian biologi, ekologi molekul dan evolusi. Tahun-tahun formatif pengalaman pembelajaran dan perkembangan intelek adalah amat penting kerana cita-cita saya pada mulanya adalah hanya untuk menjadi seorang kerani di pejabat kerajaan. Tetapi apabila saya mempunyai peluang-peluang yang jarang berlaku, saya memaut kemas segala peluang itu, dan memegang erat dengan sepenuh hati serta bersemangat tinggi untuk mencari pengetahuan dan pengalaman yang baharu.

Pengalaman saya sebagai pengamal pemuliharaan hidupan liar yang terancam memberi banyak peluang untuk pemerhatian langsung di lapangan dan akhirnya membuat ramalan mengenai kepupusan spesies yang sebenarnya berlaku dua dekad selepas itu. Kemudian saya mendapat peluang untuk penemuan pengetahuan sebagai penyelidik ekologi, kepelbagaian biologi, morfologi dan genetik; dan

mencari spesies genetik baharu. Seterusnya saya diberikan peluang untuk berucap mengenai cabaran masa depan kepelbagaian biologi dan cara-cara untuk mengukuhkan kepelbagaian biologi di dalam seminar, bengkel dan konferens.

Pembelajaran itu adalah suatu pengalaman sepanjang hayat dan cara berfikir yang membawa impak di kemudian hari. Saya akan bermula daripada bahagian tengah pengalaman pembelajaran semasa mengikuti pendidikan pengajian tinggi yang memperkenalkan saya kepada kepelbagaian biologi dan evolusi, dan kemudian tentang beberapa pengembaraan hidup dalam tempoh lima dekad. Dalam refleksi menjadi pelajar di universiti, saya tidak pernah bermimpi menjadi seorang ahli sains kerana saya tidak begitu suka mata pelajaran sains dan matematik semasa di sekolah rendah dan menengah. Pada ketika itu, di sekolah *Ahmad Primary School* dan *Ahmad High School*, saya mempelajari sains am dan matematik am, tetapi paling cenderung dengan mata pelajaran sastera. Apabila ada masa lapang saya akan menjelajah parit-parit yang kotor berlumpur mencari ikan laga di Kampong Mengkasar atau hutan paya Genok atau memancing ikan di Sungai Genok dan Sungai Mak Dulang atau melastik burung dan tupai di hutan getah tepi rumah. Kegiatan luar itu amat bermakna kepada setiap budak kampung yang cuba menghayati hamparan persekitaran yang menghijau sejauh mata memandang.

Pada tahun 1981, saya berjaya mendapat tajaan biasiswa Jabatan Perkhidmatan Awam dan berpeluang membeli sebuah buku bertajuk *Field Ecology* (Smith, 1980) sebagai buku teks pengajian ijazah sarjana muda bagi kursus ekologi oleh Profesor Robert Leo Smith di University of West Virginia, Amerika Syarikat. Semasa syarahan Profesor Smith mengenai subjek ekosistem hutan hujan tropika, saya membaca sub-seksyen yang menyebut tentang kerja biogeografi yang dilakukan oleh seorang naturalis Inggeris, bernama Alfred

Russell Wallace, di kawasan Timur Jauh. Itu adalah kali pertama saya mendengar nama Wallace yang pernah menjejak kaki di bumi Melaka dan Sarawak. Wallace telah memberi sumbangan besar dalam bidang kepelbagaian biologi dan teori biogeografi. Kemudian petang itu, saya telah memesan buku *Malay Archipelago* karangan Wallace dan menerimanya dalam tempoh dua minggu. Dalam beberapa hari saya menghabiskan masa membaca buku Wallace – suatu pengembaraan yang sangat menarik dari Melaka, Singapura, Sarawak dan tempat-tempat menarik di Kepulauan Melayu.

Semasa mengikuti kursus Pengurusan Hidupan Liar Tanah Tinggi yang dikendalikan oleh Profesor Michael pada tahun 1983, saya membaca buku *Sand County Almanac* (1949) oleh ahli ekologi Aldo Leopold dan *Silent Spring* (1962) oleh aktivis alam sekitar Racheal Carson. Falsafah Leopold mengenai etika tanah digambarkan melalui rangkaian cerita hubungan kait ekologi tanah ladangnya di Wisconsin dengan fauna dan komuniti flora sepanjang empat musim. Saya mendapat manfaat daripada idea-idea Leopold di dalam *Sand County Almanac* dan membantu saya untuk mengingatkan kampung halaman saya sendiri di mana saya datang – dengan sungai yang besar, hutan belantara yang luas, paya gambut yang berlintah, pokok cemara dan buah ceremai, babi hutan, keluang, pembalakan, perlombongan, pembinaan jambatan dan jalan raya dan pembangunan tanah Daerah Pekan. Racheal Carson pula mengupas mengenai isu-isu alam sekitar yang disebabkan oleh racun perosak membunuh fauna. Buku ini juga telah memberi inspirasi kepada saya untuk berfikir keras tentang nasib Malaysia pada masa puncak aktiviti pembalakan hutan hujan dan isu-isu konservasi Endau Rompin pada tahun 1970an.

Secara kebetulan pula saya mempunyai pandangan sendiri daripada pengalaman kecil dalam persekitaran tetapi tidak sama dengan penulis besar seperti Leopold mahupun Carson. Pada tahun

1977, selepas peperiksaan akhir di Institut Teknologi MARA, saya tinggal dengan nenek Hajah Aishah di rumah kayu yang usang, mengisi permohonan pekerjaan, membaca akhbar dan menulis beberapa artikel untuk majalah dan surat khabar tempatan. Pada 24 Oktober 1977, hari yang sama saya menghadiri temuduga bagi jawatan sebagai Penolong Pegawai Hidupan Liar, saya mendapat peluang yang terbesar apabila Utusan Malaysia menyiarkan artikel saya bertajuk “Maka Runtuhlah Keagungan kita”, dan bahagian kedua telah diterbitkan pada 25 Oktober 1977. Artikel ini berhujah tentang keperluan untuk amalan pengurusan hutan yang betul dan baik untuk melindungi populasi hidupan liar di kawasan Endau Rompin. Kerana saya bukanlah seorang pelajar terbaik dari kelas yang menghadiri temuduga kerja itu, mungkin kerana artikel tersebut telah meyakinkan ahli panel untuk memberikan saya kerja di Jabatan Hidupan Liar di Kuala Lumpur pada 1 Disember 1977. Itu adalah titik permulaan peluang dalam kerjaya berkaitan pemuliharaan hidupan liar dan saya tidak berpatah balik lagi.

PENGARUH PENGALAMAN LEPAS

Semasa hayat dikandung badan, kita dapat melihat kejadian proses kepupusan dan juga penemuan spesies baharu mamalia di Malaysia. Dalam tahun 1990an, kita dapat melihat secara langsung spesies *Dicerorhinus sumatrensis* (Badak Kerbau) dalam pameran dan kurungan di Zoo Melaka atau di Pusat Pemiakan, Sungai Dusun, Selangor. Akan tetapi individu badak jantan dan betina dalam kurungan itu gagal membiak kerana kecatatan serta penyakit dan populasi di hutan hujan tropika pula sudah kehilangan habitat atau dibunuh pemburu haram dan langsung pupus di Semenanjung Malaysia. Kini populasi badak terakhir di Malaysia hanya tinggal di kawasan Rezab Tabin, Sabah dan mungkin juga akan pupus dalam masa terdekat ini.

Baru-baru ini kumpulan penyelidik telah menemui spesies baharu daripada kumpulan spesies *Maxomys whiteheadi* (Aida & Abdullah 2011; Anang *et al.*, 2013; Cranbrook 2015). Kumpulan penyelidikan mamalia juga telah berjaya membuat pemerihalan spesies genetik dan spesies morfologi daripada kumpulan Chiroptera (kelawar).

Sebelum itu pada awal tahun 1990an, semasa bekerja di lapangan, saya bersama pelajar sering menemui jalan yang buntu dalam penentuan spesies krip. Rujukan untuk mengenalpasti sangat terhad atau tidak semasa serta sering memberikan ciri-ciri morfologi yang terlalu seni, secara deskriptif atau dalam bahasa yang sangat relatif; contohnya, lengan agak panjang, ukuran ekor setengah badan atau pinggir telinga yang kelihatan keputihan. Jika sampel muzium itu telah lama tersimpan dalam etanol, keadaan warna menjadi pudar dan badan telah mengecut hingga semua pemerihalan morfologi itu tidak jelas dan tidak berguna lagi. Ada di antara pemerihalan berdasarkan satu sampel yang telah digunakan turun temurun daripada pengarang pertama tahun 1800an hinggalah ahli zoologi masa kini tanpa pembaharuan maklumat yang baharu.

Di lapangan keadaan sangat meriah kerana kita boleh melihat spesies krip yang kelihatan sama tetapi mempunyai sukatan morfologi yang berbeza-beza. Atau takson yang mempunyai spesies beradik yang dipengaruhi altitud; ada spesies yang menakluki nic yang spesifik di tanah pamah, bukit dan gunung.

PENGARUH EKOLOGI

Pengaruh ekologi dapat dikesan dalam variasi intraspecies dengan individu yang tinggal di dalam gua didapati sangat berlainan daripada individu yang tinggal di hutan. Kesan pengaruh perubahan cuaca di zaman ais terakhir lebih kurang 10,000 tahun boleh dilihat pula dalam persamaan jujukan nukleotid gen mitokondria untuk

populasi yang berada di Semenanjung Malaysia dengan di Borneo. Penspesiesan simpatrik pula berlaku dalam banyak genus.

Dalam bidang zoologi, teori evolusi adalah asas untuk sistematik dan taksonomi haiwan dan sangat penting dalam merungkai filogeni spesies, spesies kompleks atau populasi yang mempunyai individu-individu yang krip. Pertanyaan pengkaji evolusi adalah berkaitan dengan mod dan tempo evolusi, atau bagaimana dan bila perubahan ketara berlaku.

Hasil tindak balas faktor biologi dan fizikal, spesies boleh tersebar secara meluas dan ada yang terhad kepada sesuatu habitat (Corbet & Hill 1992). Bidang biogeografi, ilmu berkaitan dengan pola-pola taburan organisma di muka bumi ini, sangat terhad kajiannya di Malaysia. Dengan menggunakan sistem model mamalia, kami cuba mencari penyelesaian persoalan yang sering ditanya oleh ahli biogeografi; Kenapa organisma berada di sesuatu kawasan?

Bagaimana sesuatu populasi itu boleh terpisah tetapi membawa cap jari DNA yang serupa?

Dalam syarahan perdana ini, saya akan berkongsi pengalaman penyelidikan klasikal hingga ekologi molekul serta pemerhatian mengenai taburan dan evolusi dan biogeografi mamalia terpilih. Kita akan cuba menjawab persolan kepelbagaian biologi; Apakah semua spesies mamalia telah ditemui dan diketahui di Malaysia?

PERANAN ALFRED RUSSEL WALLACE DALAM SEJARAH TEORI BIOLOGI MALAYSIA

Khalayak ramai biasanya mendengar atau membaca cerita-cerita Galapagos, Charles Darwin dan teori evolusi. Tetapi hanya segelintir ahli biologi yang mengetahui peranan Malaysia dalam pembentukan teori asas biologi yang telah menjadi pemangkin dan teras dalam bidang zoologi.

Peminat dan pencinta alam semulajadi dari Eropah telah banyak menyumbangkan ilmu zoologi serta taburan mamalia di Malaysia. Alfred Russel Wallace ialah seorang pengutip bahan zoologi profesional untuk dijual kepada muzium di Eropah bagi menyara hidupnya dan juga sebagai kerjaya. Beliau tidak mendapat pendidikan formal di sekolah atau universiti tetapi kerana minatnya yang sangat mendalam, dia telah mempelajari ilmu biologi daripada pembacaan serta pemerhatian yang dicatat dengan jelas. Wallace telah singgah di Melaka dalam bulan Mei 1884 semasa penjajahan British di atas Tanah Melayu. Semasa dalam perjalanan ke Gunung Ophir (sekarang dikenali Gunung Ledang) beliau telah membuat catatan mengenai kesan harimau dan gajah di pinggir hutan tersebut.

Alfred Wallace kemudian singgah sebentar di Singapura dalam perjalanannya ke Sarawak di atas jemputan Raja Brooke. Pada 1 Januari 1855, Wallace telah berlabuh di sekitar kawasan Gunung Santubong. Puncak Gunung Santubong lazimnya menjadi mercu penanda bagi pedagang dari Cina dan Timur jauh dalam pelayaran untuk semua kapal dagang yang menjadikan tempat berlindung daripada angin kencang atau mengambil bekalan air tawar di sekitar Telaga Air dan Kampung Santubong. Semasa di Gunung Santubong, Alfred Wallace telah mengadakan beberapa siri ekspedisi ke Bulit Peninjau, Serian dan Bau untuk mengutip serangga serta memburu spesies *Pongo pygmaus* (Orang Hutan) (Wallace 1896). Semasa tinggal di Gunung Santubong, dalam bulan Februari 1855, Wallace telah mula merangka sebuah artikel bertajuk "On the Law which has Regulated the Introduction of New Species" (Wallace 1855). Artikel ini juga dikenali sebagai "Sarawak Law" telah melahirkan buah fikiran Alfred Wallace mengenai beberapa hipotesis untuk menerangkan kewujudan spesies haiwan yang tersebar di dunia adalah hasil daripada proses semulajadi kepupusan dan pembentukan spesies yang baharu dalam beberapa epoch geologi.

Hipotesis Wallace telah menyatakan *“Every species has come into existence coincident both in space and time with a pre-existing closely allied species”*. Hipotesis beliau juga mengatakan bahawa, *“The shallow sea between the Peninsula of Malacca, Java, Sumatra and Borneo was probably a continent..... The organic results we see in the considerable number of animals common to some or all of these countries...”*

Idea Wallace itu mendepani zaman kerana teori hanyutan benua masih belum dicetuskan oleh ahli geologi pada ketika itu.

PENGARUH TEORI HANYUTAN BENUA DAN PERUBAHAN CUACA MASA KUNO

Lebih kurang 150 selepas Alfred Wallace membuahkannya, ahli biologi serta geologi telah menemui beberapa bukti bahawa hanyutan kerak bumi adalah punca spesies yang seakan serupa terdapat di benua yang berlainan dan perubahan cuaca zaman kuno telah memaksa pergerakan haiwan mengikuti hutan yang mengucup untuk berada dalam refugia yang membenarkan percampuran spesies. Teori hanyutan benua telah dihasilkan oleh ahli geologi Jerman bernama Alfred Wegner pada tahun 1915 telah diperhalusi oleh Hall dan Blundell (1996) yang menunjukkan bahawa beberapa kawasan di Borneo dan Semenanjung Malaysia adalah daripada serpihan benua kuno bernama Laurentia dan Gondwana.

Kajian daripada beberapa sarjana seperti Voris (2000) telah membuktikan bahawa semasa zaman ais terakhir 10,000 tahun dahulu, apabila suhu telah menurun sebanyak 5°C telah menyebabkan hujan yang menghimpunkan salji dan ais di pergunungan termasuk Gunung Kinabalu (MacKinnon *et al.*, 1996). Keadaan ini telah memutuskan kitaran air yang tidak mengalir dari pergunungan dan sungai ke laut sehingga aras laut telah surut hingga

120m daripada aras laut sekarang. Oleh itu Pentas Pelantar Sunda telah timbul dan menjadi jambatan tanah yang menghubungkan tanah besar Asia dengan kepulauan Jawa, Sumatra dan Borneo. Cuaca yang kering menyebabkan tanah besar itu menjadi savanna dan hutan hujan mulai mengucup ke kawasan yang lebih lembab di kaki gunung dan lembangan sungai.

Sungai Sunda kuno telah menghubungkan Sungai Pahang, Sungai Endau di pantai timur Semenanjung Malaysia dengan Sungai Minang Cho Pnya di Thailand, Sungai Mekong di Vietnam dan Sungai Murum di Sarawak. Ikan air tawar seperti kumpulan spesies baung (*Hemibagrus nemurus*) di sungai-sungai tersebut masih mempunyai sedikit persamaan dalam kesan cap jari DNA (Dobson *et al.*, 1990). Hutan hujan terdapat di sepanjang sungai telah menjadi koridor penghijrahan binatang daripada tanah besar Asia dengan Borneo. Kawasan lembah yang lembab di tepi gunung yang memerangkap hujan itu telah menjadi refugia Plestosen yang menggalakkan aliran DNA antara spesies.

Apabila suhu kembali normal, hutan hujan mula merebak ke kawasan yang dulunya tandus dengan habitat savanna dan diikuti dengan penyebaran semula spesies mamalia. Maka fenomena Plestose inilah yang dapat menerangkan persamaan spesies yang pernah bertemu dalam refugia dan kini telah tersebar ke dalam wilayah yang lain (Bird *et al.*, 2005; Cranbrook 2015; Riduan & Abdullah, 2010).

HIPOTESIS PENSPESESAN

Proses kepupusan dan penspesiesan adalah sangat dinamik yang saling mengimbangi di dalam biome hutan hujan tropika Malaysia. Secara amnya penspesiesan dipengaruhi oleh pemilihan, adaptasi, geografi dan ekologi. Penspesiesan simpatrik terjadi kerana pemisahan

prazigotik dalam suatu kawasan yang sama. Penspesiesan allopatrik terjadi kerana sesuatu populasi itu terpisah oleh pergunungan, lautan dan sungai yang besar. Populasi yang terpisah itu akan beradaptasi dengan persekitaran dan dalam jangka masa yang panjang spesies dalam populasi yang terpisah itu akan bertukar sifat, morfologi atau tingkah laku. Penspesiesan parapatrik adalah proses yang berlaku di sempadan kawasan yang berhampiran yang dikekang oleh tekanan pemilihan dalam populasi berkaitan yang tidak membenarkan aliran gen berlaku dan homogenisasi gen melalui pembiakan sesama sendiri.

Dalam habitat hutan hujan tropika, terdapat tiga spesies yang simpatrik iaitu *Cynopterus brachyotis*, *C. horsfieldi* dan *C. sphinx* (Abdullah 2003). Spesies *C. brachyotis* terdapat di seluruh habitat semulajadi, hutan sekunder, kawasan pertanian, kebun buah-buahan serta bukit dan pergunungan hingga 1,600m. Ketiga-tiga spesies *Cynopterus* ini boleh didapati dalam kawasan hutan serta pinggir Taman Negara Taleban, Thailand. Apabila cerapan morfologi dibuat dengan teliti, kita akan dapati ada spesies keempat yang krip dalam spesies kompleks *C. brachyotis*. Jujukan gen sitokrom b menunjukkan *brachyotis* berbadan besar dalam kluster tersendiri dan *brachyotis* berbadan kecil termasuk ke dalam kluster *horsfieldi* dan *sphinx*. Kedua-dua bentuk *brachyotis* ini terdapat di Semenanjung Malaysia dan Borneo dan kita tidak dapat menggunakan idea penspesiesan allopatrik. Dapatan daripada filogeni ini telah menghasilkan hipotesis yang baharu. Pertamanya, tekanan pemilihan mungkin menjadi sebab ke arah penspesiesan dalam kompleks *C. brachyotis*. Keduanya, adaptasi kepada habitat menyebabkan perubahan kepada morfologi serta finotip yang berlainan. Badan yang kecil adalah amat sesuai untuk *brachyotis* yang tinggal di dalam hutan untuk mudah pergerakan dan mengelak struktur tumbuhan yang padat. Manakala *brachyotis* berbadan besar tinggal di kawasan yang lapang dan

memerlukan sayap yang besar untuk kuat terbang bagi mengelak daripada binatang pemangsa seperti burung hantu memakannya. Permasalahan yang timbul dalam hipotesis ini ialah uji kaji makmal atau cerapan di hutan amat sukar untuk dilaksanakan. Sebuah hutan yang besar dan ekotone perlu dikepong dan seleksi memakan masa yang amat panjang untuk melihat kejadian proses penspesiesan.

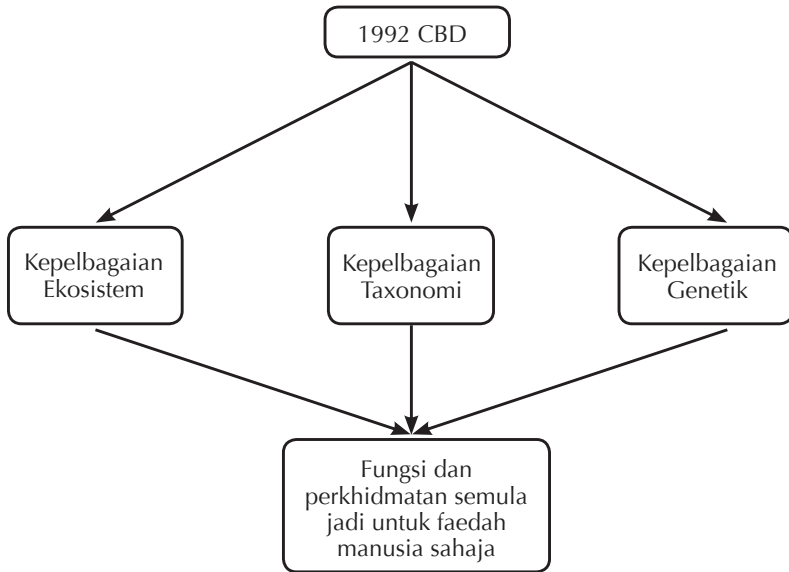
KONSEP KEPELBAGIAN BIOLOGI

Manusia menerima faedah yang utama daripada sumber-sumber biologi dalam dunia ini. Sumber-sumber yang boleh diperbaharui disediakan input tenaga berharga dan struktur bahan langsung untuk kesejahteraan kita seperti karbohidrat, sebatian gula dan protein. Fungsi-fungsi ekologi sebagai kawasan tadahan air, sebagai contohnya, telah menyediakan bekalan air bersih untuk keperluan fisiologi kita atau sebagai medium pengangkutan untuk mikronutrien tumbuhan bagi melengkapkan proses fotosintesis. Sebaliknya, output langsung kita adalah bahan yang sangat toksik yang mencemarkan udara, air dan tanah serta menjejaskan ekosistem kita, spesies dan sumber genetik.

Kepelbagaian biologi telah digunakan oleh ahli pemuliharaan R. F. Dasmann pada tahun 1968. Pada 1980an, konsep ini berkembang menjadi Biologi Pemuliharaan oleh ahli sains barat. Pada tahun 1992, Sidang Kemuncak Dunia Pertubuhan Bangsa-bangsa Bersatu konsep itu telah diinstitusikan bagi pentadbiran dan pengurusan sumber biologi oleh pihak berkuasa negara-negara anggota.

Convention on Biological Diversity (CBD) mendefinisi kepelbagaian biologi sebagai kepelbagaian antara organisma hidup daripada semua sumber termasuk daratan, lautan dan ekosistem akuatik dan ini termasuk kepelbagaian dalam spesies, antara spesies dan ekosistem (Konvensyen Kepelbagaian Biologi, 1992). Istilah kepelbagaian biologi yang diajar sedikit demi sedikit kepada

pelajar biologi oleh ahli akademik dalam cara lebih dipermudahkan (Rajah 1) yang tidak pernah mengintegrasikan gambaran global besar - segalanya dalam cara yang lebih mudah difahami dan saling berkaitan tanpa gelung maklum balas positif dan negatif seperti ekosistem semula jadi.

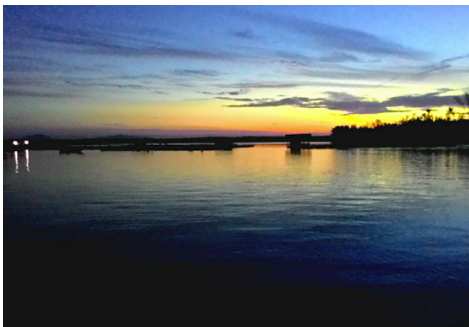


Rajah 1: Tafsiran mudah biodiversiti bagi faedah manusia sahaja

Pelajar sering diberitahu bahawa kepelbagaian biologi melibatkan fauna dan flora dan segala fungsi dan perkhidmatan ekosistem, spesies dan gen perlu memberi manfaat kepada manusia jenis. Tingkah laku secara utilitarian itu banyak dipengaruhi oleh kuasa pasaran untuk mendapatkan keuntungan ekonomi. Di sesetengah kawasan yang kaya dengan kepelbagaian biologi seperti di Indonesia dan Amerika Selatan, populasi manusia adalah lebih miskin. Maka model 1992 CBD di sebelah itu telah gagal dan model kepelbagaian biologi baharu perlulah merangkumi kepelbagaian sosio-kebudayaan manusia, kepelbagaian pertanian dan kepelbagaian bio-geo-kimia.

Dunia yang sudah mencapai tujuh bilion penduduk manusia pada 31 Oktober 2011, adakah kepelbagaian biologi ini dapat dikekalkan untuk generasi yang akan datang? Diramalkan bahawa pada tahun 2045, populasi manusia akan mencecah sembilan bilion. Bolehkah kepelbagaian biologi ini di dunia mengambil apa-apa tekanan yang berlebihan? Atau akan ada proses kepupusan secara besar-besaran, evolusi dan radiasi organisma yang berdaya tahan yang tinggi?

Kewujudan kepelbagaian hidupan terdiri daripada interaksi komponen biologi dan fizikal dalam persekitaran selama kira-kira 4 bilion tahun evolusi sejak Prakambrium sehingga zaman Kuarter (Gaston & Spicer, 1998; Zimmer, 2009). Sejak sintesis pertama molekul RNA dalam persekitaran semula jadi kita, kepada perkembangan unicelular dan kepada kemajuan organisma multicellular, telah terdapat beberapa episod kepupusan spesies, evolusi, radiasi penyesuaian, kepelbagaian dan penjajahan organisma sehingga semasa Glasier Akhir Maxima kira-kira 10,000 tahun yang lalu. Ahli sains juga telah membuat ramalan bahawa kita sedang dalam peredaran perubahan cuaca seperti zaman kuno yang akan membawa kepupusan global bagi kali ke enam. Jika ramalan tersebut itu betul, maka dalam tahun 2070, bandaraya Singapura, Bangkok, Hong Kong dan seluruh persisiran pantai yang rendah akan ditenggelami air laut.



Kawasan rendah persisiran Pantai Setiu, Terengganu akan tenggelam menjelang tahun 2070 kerana peredaran perubahan cuaca dunia yang semakin panas (Gambar oleh Azuan Roslan)

BAB 2

EVOLUSI ALAM DALAM FALSAFAH SAINS ISLAM DAN PEMIKIRAN BARAT

*“Dengan nama Allah Yang Maha Pemurah lagi Penyayang
Segala puji-pujian bagi Allah, Tuhan semesta alam
Maha Pemurah lagi Maha Penyayang
Hanya kepada Engkaulah kami sembah dan hanya
kepada Engkaulah kami memohon pertolongan
Tunjuk kepada kami jalan yang lurus
Jalan orang-orang yang telah Engkau anugerah nikmat kepada mereka;
bukan mereka yang dimurkai dan bukan mereka yang sesat”*

PERNYATAAN KONSEP

Ilmu sains tabii bermaksud sains kehidupan serta sains fizikal alam semester ini. Islam dan Barat mempunyai falsafah dan pemikiran berbeza di dalam bidang ilmu sains tabii. Falsafah sains Islam untuk menyelidik alam tabii dan alam kewujudan bagi mencari pencipta alam semesta ini dan mendekati diri kepadaNya. Manakala pemikiran Barat adalah berpaksikan pencerapan untuk mendapatkan maklumat serta data emperikal sebagai bahan bukti dan kewujudan. Walau bagaimanapun pemikiran Barat dan falsafah Islam hampir selari untuk menjalankan penyelidikan bagi menjana dan membina ilmu melalui pencerapan.

PENJELASAN DAN CONTOH

Menurut Profesor Shaharir Mohamad Zain, seorang pemikir dari Universiti Kebangsaan Malaysia, konsep itu timbul hasil dari rasa dan perasaan kecintaan kepada kebijaksanaan dan kebenaran. Dalam Islam pula ilmu pengetahuan adalah suatu ibadah (Shaharir Mohamad Zain 2000; Abu Maula *et al.*, 2009) yang dituntut bagi semua lapisan umatNya untuk mendapat keredhaan Allah. Sebagai manusia kita adalah khalifah yang dijadikan untuk memakmurkan dan memelihara Bumi seperti dalam Surat Al Quran (SQ) Al Baqarah 2: 30 yang bermaksud,

“Ingatlah ketika Tuhanmu berfirman kepada para Malaikat: Sesungguhnya Aku hendak menjadikan seorang khalifah di muka bumi.”

Khalifah ini pula terbentuk berunsurkan sains tabii daripada dua komponen biologikal dan fizikal. Dalam Surah Al Mukminun 23: 12-14 telah memberikan petunjuk mengenai proses reproduktif kejadian khalifah daripada tanah (komponen fizikal) dan unsur genetik dalam air mani dan darah (komponen biologikal);

“Dan sesungguhnya Kami telah menciptakan manusia daripada suatu saripati (berasal) dari tanah.

“Kemudian Kami jadikan saripati itu air mani (yang disimpan) dalam tempat yang kukuh (rahim).”

“Kemudian air mani itu Kami jadikan segumpal darah, lalu segumpal darah itu Kami jadikan segumpal daging dan segumpal daging itu Kami jadikan tulang belulang, lalu tulang belulang itu Kami bungkus dengan daging. Kemudian Kami jadikan dia makhluk yang

(berbentuk) lain. Maka Maha sucilah Allah, Pencipta Yang Paling Baik.”

Sebagai khalifah kita mempelajari sains untuk memahami sifat tabii bumi dan manusia. Kejadian komponen fizikal dan biologikal termasuk tumbuhan dan manusia sering diperkatakan dalam mata pelajaran biologi mengenai evolusi. Akan tetapi sub-bidang evolusi ini boleh menjadi perkara yang sangat hangat dan menyentuh akidah umat Islam.

Kajian sub-bidang evolusi di negara ini amat baharu dan sedang melalui cabaran getir kerana terdapat banyak perbezaan pandangan dan ketidakfahaman masyarakat serta para ilmuan. Ketidakfahaman masyarakat terhadap pemikiran Barat yang dianggap tidak selari dengan falsafah atau pegangan Islam telah dizahirkan dalam satu persidangan yang dianjurkan oleh Universiti Kebangsaan Malaysia di Kuching, Sarawak, apabila seorang profesor telah mencelah perbincangan saya mengenai evolusi dan biogeografi dengan kata-kata, “Kita jangan mengagungkan evolusi Darwin dan Wallace kerana orang beragama tidak mempercayainya.”

Saya menjawab, “Kita tidak mendewakan orang Inggeris seperti Darwin and Wallace. Kita membincangkan teori biologi berasaskan evolusi. Manakala, secara kebetulan pula Wallace adalah warisan sejarah Malaysia kerana beliau pencetus idea dalam penulisan beliau semasa bekerja di Gunung Santubong.”

Suatu hari pada tahun 1997, di University of Queensland, sambil menyediakan bahan-bahan penjujukan mtDNA sitokrom b, seorang rakan Lisa Pope bertanya, “Bagaimana kamu percaya kepada Tuhan sambil belajar evolusi?”

Saya menjawab, “Kajian evolusi untuk memahami asal usul kejadian dan ketuhanan pula untuk pegangan dan kelangsungan hidup di dunia ini serta akhirat nanti.”

Menurut seorang ahli biologi akuatik Program Biodiversiti yang tidak mahu namanya disebutkan, “Evolusi itu adalah cara yang menunjukkan kebesaran Allah yang berkuasa menentukan corak pembentukan dan perkembangan organisma.”

Sambil menghirup kopi di warung Padang Nenas, seorang Pak Haji bertanya, “Kenapa orang kata manusia daripada monyet? Saya tidak percaya.”

Saya menjawab, “Saya pun tidak percaya kerana dalam teori evolusi tidak pernah menyebut nenek moyang kita daripada binatang monyet. Kita adalah anak-anak Adam.”

Pada waktu makan sandwich tengah hari saya bersama John Selvamani, seorang paderi dan pelajar PhD bidang genetik, kami berbincang mengenai kejadian manusia pertama, Adam dan Hawa yang terbentuk daripada *reverse DNA engineering* dan pengklonan dari diri Adam. Perkara tersebut telah dijelaskan dalam Surah An Nisaa (Wanita) 4:1;

“Hai sekalian manusia, bertaqwalah kepada Tuhanmu yang telah menciptakan kamu dari diri yang satu (Adam), dan daripadanya (Adam) Allah mencipta isterinya (Hawa); dan daripada keduanya Allah memperkembangkan biakkan laki-laki dan perempuan yang banyak.”

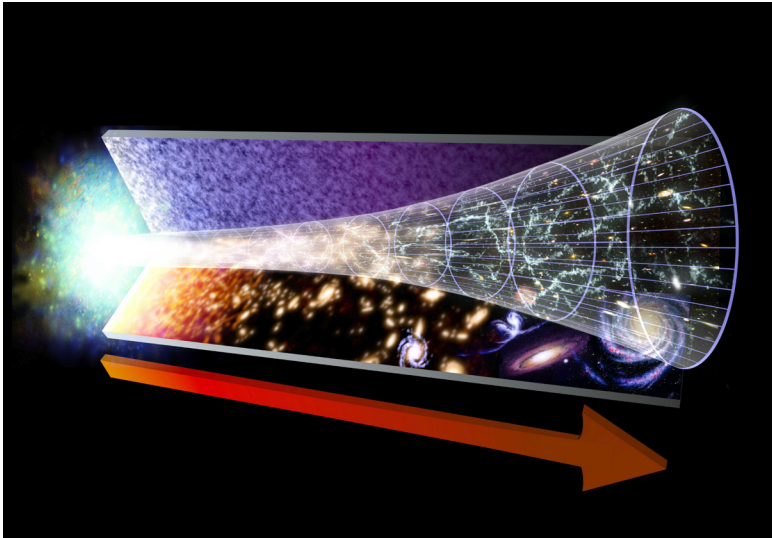
Maka bagi setiap anak Adam adalah menjadi kewajipan mencari kebenaran dan pencirian kewujudan alam semesta melalui ilmu sains tabii.

KONTEKS FALSAFAH ISLAM MENGENAI EVOLUSI ALAM SEMESTA

Terdapat perkaitan diantara evolusi daripada konteks pemikiran Barat dan falsafah Islam. Seorang ahli biologi tidak lari akidah jika dia memahami dan mendalami kedua-dua ilmu dunia dan ilmu akhirat itu. Dalam prinsip Islam, seluruh alam dan kehidupan ini adalah ciptaan Allah. Langit, gunung, haiwan dan tumbuhan sujud kepada Ilahi. Oleh itu, prinsip sains Islam mendorong manusia mencuba mencari fakta untuk merungkai identiti kehidupan alam tabiinya untuk mendekati dirinya kepada Allah.

Sarjana Barat telah menghasilkan teori letupan besar (*Big Bang theory*) yang mengatakan bahawa kira-kira 15 bilion tahun lalu semua jirim dan tenaga telah terkumpul dengan padat dan panas sehingga berlaku suatu letupan yang amat dasyhat dan kuat (Rajah 2). Ahli fizik mengatakan itulah titik permulaan alam semesta ini. Jika benar angkasa ini kosong, maka dari manakah datangnya jirim dan tenaga untuk menghasilkan letupan yang besar itu? Sekumpulan ahli fizik pula yang mengatakan hipotesis jirim maya di angkasa yang kosong itu. Setakat ini teori fizik itu tiada sebarang bukti atau data yang menyokong hasil ujian makmal ketika ini.

Kemudian, kira-kira 4.6 billion tahun lalu debu telah terkumpul dalam angkasa itu menjadikan galaksi, planet, matahari, bintang, bulan dan bumi. Dari mana dan bagaimana jirim asalnya wujud masih menjadi spekulasi ahli sains.



Rajah 2: Teori Big Bang (sumber: svcs.gsfc.nasa.gov)

Dalam Surah Al-Anbiyaa' 21 ayat-ayat 30 hingga 33 telah memberikan gambaran teori *Big Bang* dan pembinaan geologi, cekerawala dan kehidupan alam semesta ini daripada punca air.

"bahawanya langit dan bumi itu keduanya dulu adalah suatu yang padu, kemudian Kami pisahkan antara keduanya. Dan daripada air Kami jadikan segala sesuatu yang hidup."

"Dan telah Kami jadikan di bumi ini gunung-gunung yang kukuh supaya bumi itu tidak goncang bersama mereka...."

"Dan Kami menjadikan langit itu sebagai atap yang terpelihara..."

"Dan Dialah yang telah menciptakan malam dan siang, matahari dan bulan. Masing-masing daripada keduanya itu beredar di dalam garis edarnya."

Gunung ganang berfungsi untuk menstabilkan bumi yang berpusing sambil bergerak mengelilingi matahari yang diletakkan pada altitud dan graviti yang sesuai. Bagaimanakah matahari, bumi dan bulan itu terletak pada orbitnya tidak dapat direka oleh ahli fizik yang handal ketika ini.

Pengembangan alam semesta dan Bumi ini telah juga dikatakan dalam Surah Azd-Dzaariyaat (Angin yang Menerbangkan) 51: 47-48;

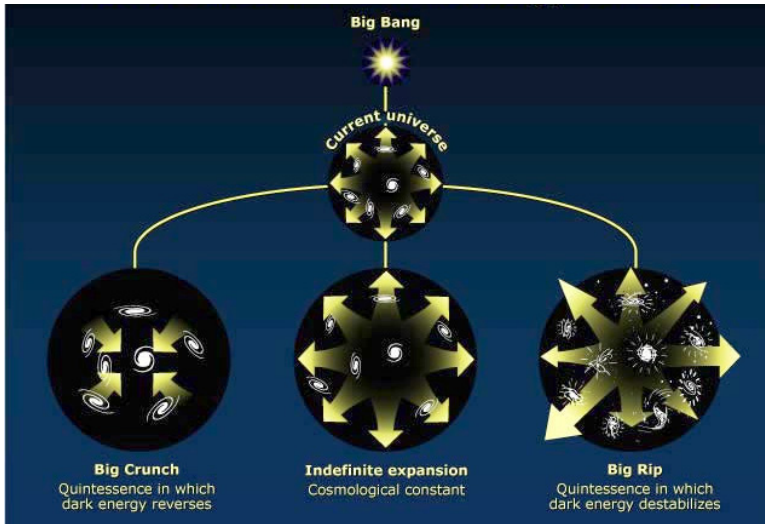
“Dan langit itu Kami dirikan dengan kekuasaan Kami (dalam bentuk binaan yang kukuh rapi) dan sesungguhnya Kami benar-benar meluaskannya.”

“Dan bumi itu Kami hamparkan (untuk kemudahan kamu mendiaminya); maka sebaik-baik yang menghamparkannya (adalah Kami).”

Dalam Surah Al-Anbiyaa’ (Nabi-Nabi) ayat 21:104, menunjukkan kepada kita kejadian alam semesta ini boleh musnah dan selaras dengan teori sains;

“(Iaitu) pada hari Kami gulung langit seperti menggulung lembaran-lembaran kertas. Sebagaimana Kami telah memulakan penciptaan pertama begitulah Kami akan menggulungnya. Itulah satu janji yang pasti Kami tepati; sesungguhnya Kamilah yang akan melaksananya”.

Pemikir Barat mengatakan kejadian alam semesta yang ranap itu sebagai *Big Crunch Theory* adalah hasil pecahan tenaga hitam yang tidak stabil (Rajah 3).



Rajah 3: *Big Crunch Theory* (sumber: www.nasa.gov)

Dalam konsep biogeografi dan kelangsungan kehidupan manusia pula telah dinyatakan dalam Surah Al-Israa' (memperjalankan di malam hari) 17:70; sebagai tanda penyebaran anak-anak Adam di muka Bumi ini;

"Dan sesungguhnya Kami telah memuliakan anak-anak Adam, Kami angkut mereka di daratan dan lautan, Kami beri mereka rezeki daripada yang baik-baik dan Kami lebihkan mereka dengan kelebihan yang sempurna atas kebanyakan makhluk yang lain Kami cipta."

Faktor-faktor fizikal (awan, angin dan hujan) dan biologi (kehidupan dan binatang) dalam kelangsungan ekosistem bumi ini telah juga dijelaskan dalam Surah Al-Baqarah (Sapi Betina) 2: 164 yang bermaksud;

"Sesungguhnya dalam penciptaan langit dan bumi, silih bergantinya malam dan siang, bahtera yang berlayar di laut membawa apa yang

berguna bagi manusia dan apa yang Allah turunkan dari langit berupa air, lalu air itu Dia hidupkan bumi sesudah mati (kering)-nya dan Dia sebarkan di bumi itu segala jenis haiwan dan pengisaran angin dan awan yang dikendalikan antara langit dan bumi; sesungguhnya (terdapat) tanda-tanda (keesaan dan kebesaran Allah) bagi kaum yang memikirkannya."

KONTEKS FALSAFAH BARAT DALAM EVOLUSI

Sejarah bumi yang terbentuk antara 4 hingga 2 bilion tahun lalu dalam Era Archean bermula daripada pembentukan RNA dalam sel mikroskopik bakteria. Dalam Era Pra-Kambrian 550 hingga 250 juta tahun lalu baru terdapat organisma pelbagai sel dan eukariot kuno; tumbuhan dan binatang kuno juga mula tersebar di atas daratan (Rajah 4; Jadual 1).

Dalam Era Mesozoik 250 hingga 65 juta tahun lalu terdapat kehadiran mamalia, tumbuhan berbunga serta dominasi dinosaur yang serupa reptalia. Dari Era Senozoik 65 juta tahun lalu hingga hari ini Bumi didominasi oleh pokok berbunga dan mamalia.

Kekangan peralatan penyelidikan menyebabkan ahli pemikir terdahulu kurangnya kefahaman kejadian kehidupan Bumi ini. Maka teori alternatif sains ialah kehidupan berasal dari luar angkasa yang terhanyut ke Bumi. Kedua-dua teori itu mempercayai sistem genetik (RNA) terbentuk serentak dengan pemilihan semulajadi.



Rajah 4: Kerangka masa geologi, pembentukan bumi dan alam kehidupan
(Sumber: <http://earthobservatory.nasa.gov/>)

Perkaitan konsep mekanisme evolusi allopatri dengan evolusi geologi telah dinyatakan melalui kelahiran gunung yang disebut dalam Surah An Naml (Semut) 27: 88;

“Dan kamu lihat gunung-gunung itu, kamu sangka dia tetap di tempatnya, padahal ia berjalan sebagai jalannya awan.”

Seorang ahli geologi Barat bernama Albert Wegner (1912), telah memperkenalkan idea hanyutan benua selepas 1400 tahun selepas firman Allah.

Dalam bidang ilmu zoologi, fauna adalah seperti umat atau hambaNya jua yang dinyatakan dalam Suran Al-An’aam (Binatang Ternakan);

“Dan tiadalah binatang-binatang yang ada di bumi dan burung-burung yang terbang dengan kedua sayapnya, melainkan umat-umat (juga) seperti kamu.”

APAKAH PENCIPTAAN DAN SAINS ITU BERTENTANGAN?

Kita telah diamanahkan untuk menjadi khalifah yang bijaksana melalui perumpamaan untuk mendapatkan petunjuk (SQ Al-Baqarah 2:26; 2:29) dan Allah akan menunjukkan jalannya kebenaran;

“Sesungguhnya Allah tiada segan membuat perumpamaan berupa nyamuk atau yang lebih rendah. Ataupun orang-orang yang beriman, maka mereka yakin bahawa perumpamaan itu benar daripada Tuhan mereka. Apakah maksud Allah menjadikan ini untuk perumpamaan? Dengan perumpamaan itu banyak orang yang disesatkan Allah, dan dengan perumpamaan itu pula banyak orang yang diberikanNya petunjuk”

“Dialah Allah yang menjadikan segala yang ada di bumi untuk kamu dan Dia berkehendak menuju langit, lalu dijadikanNya tujuh langit. Dan Dia Maha Mengetahui segala sesuatu (SQ 2:29).

Maka Tuhan bersumpah dengan segala pembinaan alam semesta ini agar kita menjadi ilmuan yang reti menilai yang baik dan yang buruk (SQ As Syams [Matahari] 91:1-10);

“Demi matahari dan cahayanya di pagi hari
dan bulan apabila mengiringinya
dan malam apabila menutupinya
dan langit serta pembinaannya
dan bumi serta penghampirannya
dan jiwa serta penyempurnaanya (ciptaannya)

maka Allah mengilhamkan kepada jiwa itu kefasikan
dan ketakwaannya
sesungguhnya beruntunglah orang yang mensucikan
jiwa itu
dan sesungguhnya rugilah orang yang mengotorinya.”

Kita melihat gabungan unsur-unsur fizikal seperti matahari, cahaya, bulan dan hamparan bumi dengan unsur biologi seperti tumbuhan serta haiwan tanpa menyedari kesempurnaan proses kejadian bio-fizikal yang amat kompleks dalam alam semesta. Maka setiap kali kita keluar dari rumah hanya melihat sinar cahaya matahari pagi yang panas (Rajah 5) tanpa tujuan kewujudannya. Pemikir Barat seperti Wallace dan Darwin hanya jumud dengan persoalan spesies haiwan yang pelbagai yang mereka jumpai. Mereka tidak memikirkan kewujudan matahari dan hamparan bio-fizikal bumi (Rajah 6) yang berbeza yang saling berkaitan daripada bentuk fizikal kepada bentuk jasad atau mereka tidak terfikir mengenai embriologi atau genetik yang tersebut 1400 tahun sebelumnya.

Matahari ialah bintang terbesar dalam alam semesta ini. Tenaga dalam bentuk cahaya suria atau foton bergerak 150 juta kilometer untuk sampai ke bumi dan diserapi oleh daun pisang emas yang fotopeka. Di dalam daun terdapat mesin fotosintesis dalam bentuk klorofil yang amat kecil untuk menjadikan sistem photon bagi proses fotosintesis berikut;

$\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{tenaga cahaya suria} + \text{klorofil} = \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ (tenaga kimia) + O^2 + air .

Bagaimanakah pisang boleh memindah dan menyimpan produk baharu anugerah Tuhan ini? Dalam konsep koevolusi,

(yang tidak terfikir oleh Wallace dan Darwin), pokok pisang telah menjalinkan kerjasama erat bersama haiwan untuk membantu proses pemindahan tenaga tersebut. Apabila matahari mula terbenam, selepas jam 7 petang, Kelawar Madu Besar (*Eonycteris spelaea*) dan Kelawar Madu Kecil (*Macroglossus minimus*) akan keluar dari hutan dan gua mencari bunga pisang. Muncungnya yang panjang akan masuk ke dalam infloresen (tunas bunga) dan lidahnya yang panjang akan menjilat madu di pangkal tunas. Dalam proses memakan madu, kelawar madu telah melaksana pendebungaan dan pensenyawaan silang untuk meningkatkan kepelbagaian genetik tumbuhan. Selepas pensenyawaan, bunga pisang akan terbentuk dengan penyimpan tenaga kimia baharu terbentuk dalam setiap sikat dan tandan pisang emas.

$C_6H_{12}O_6$ (tenaga kimia) disimpan dalam buah pisang emas dalam bentuk glukosa bercampur serat. Tenaga dalam cahaya suria telah bertukar menjadi tenaga baharu dalam bentuk biokimia untuk menjana kehidupan dalam ekosistem, manusia dan bumi. Kita membeli dan memakan pisang emas tanpa memikirkan proses kejadian alam, makanan yang ada kaitan dengan ketuhanan. Kita juga tidak terfikir mengenai proses perubahan fizikal cahaya suria, zat tanah dan air menjadikan bahan biologi dan organisma yang apabila mati akan terurai menjadi zat fizikal ke dalam tanah juga.

“Yang menciptakan tiap-tiap sesuatu dengan sebaik-baiknya, dan dimulakanNya kejadian manusia berasal dari tanah” (As-Sajdah 32:7).

Apakah setiap khalifah pernah terfikir kenapa semua makhluk dijadikan untuk berfungsi (sujud kepada Allah) dalam kelangsungan ekosistem di setiap biome (Rajah 7) yang terdapat di bumi ini? Teori Wallace dan Darwin tidak dapat merungkai seluruh proses holistik

daripada matahari hingga setiap sel yang berfungsi menyokong jaringan tenaga dan kehidupan dalam ekosistem.

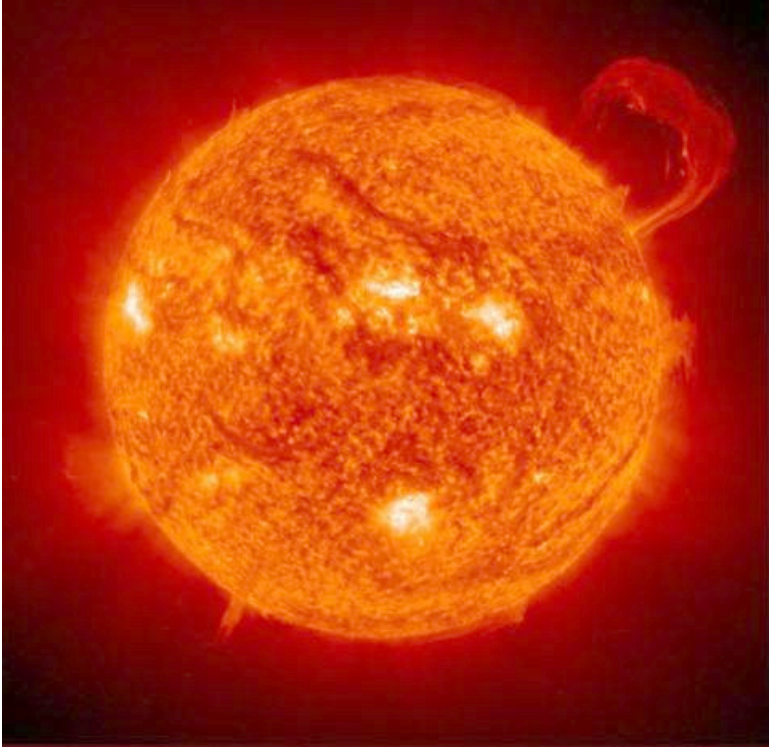
Perumpamaan bumi dicipta dalam masa enam hari (SQ Al A'raaf – Tempat tertinggi, 7:54) boleh diselaraskan dengan proses jangka masa kosmik dengan evolusi masa geologi dan orginisma secara berperingkat yang lama, berjuta dan ratusan ribu tahun lamanya (Jadual 1). Kerana apabila Surah Quran diturunkan manusia di tanah Arab tidak mempunyai kemahiran tinggi matematik atau fizik yang mengira hari, tahun dan kurun seperti yang diketahui pada hari ini. Berdasarkan beberapa pendapat tafsir Al-Quran mengenai masa urusan Tuhan iaitu sehari di dunia itu bersamaan suatu masa perumpamaannya masa kosmik yang sangat panjang dari 1,000 atau 50,000 tahun.

“Yang dilalui oleh malaikat-malaikat dan Jibril ke pusat pemerintahNya (untuk menerima dan menyempurnakan tugas masing-masing, terutama) pada satu masa yang adalah tempohnya (dirasai oleh orang-orang yang bersalah) sungguh panjang, (kerana banyak hitungan hisab dan berat soal jawabnya)” (Al-Ma'aarij 70:4).

Ayat-ayat itu telah ditafsirkan sebagai perumpamaan masa kosmik itu selama 50,000 tahun bersamaan dengan setahun di bumi untuk menghisab seseorang itu.

“Allah mentadbirkan makhluk-makhlukNya; (bagi melaksanakan tadbirNya itu Ia menurunkan segala sebab dan peraturan) dari langit ke bumi; kemudian diangkat naik kepada pengetahuanNya (segala yang berlaku daripada pelaksanaan tadbirNya itu untuk dihakimiNya) pada suatu masa yang (dirasai oleh orang-orang yang bersalah) banyak bilangan tahunnya menurut hitungan masa kamu yang biasa” (As-Sajdah 32:5).

Ayat itu telah ditafsirkan sebagai seperti masa kosmik 1,000 tahun bersamaan dengan sehari di bumi.



Rajah 5: Matahari sumber tenaga suria yang menjana tenaga kimia untuk kelangsungan kehidupan dalam ekosistem di bumi (Sumber: <http://earthobservatory.nasa.gov/>)

Masa bumi hanya berpandukan matahari dan bulan yang dapat dikira oleh manusia;

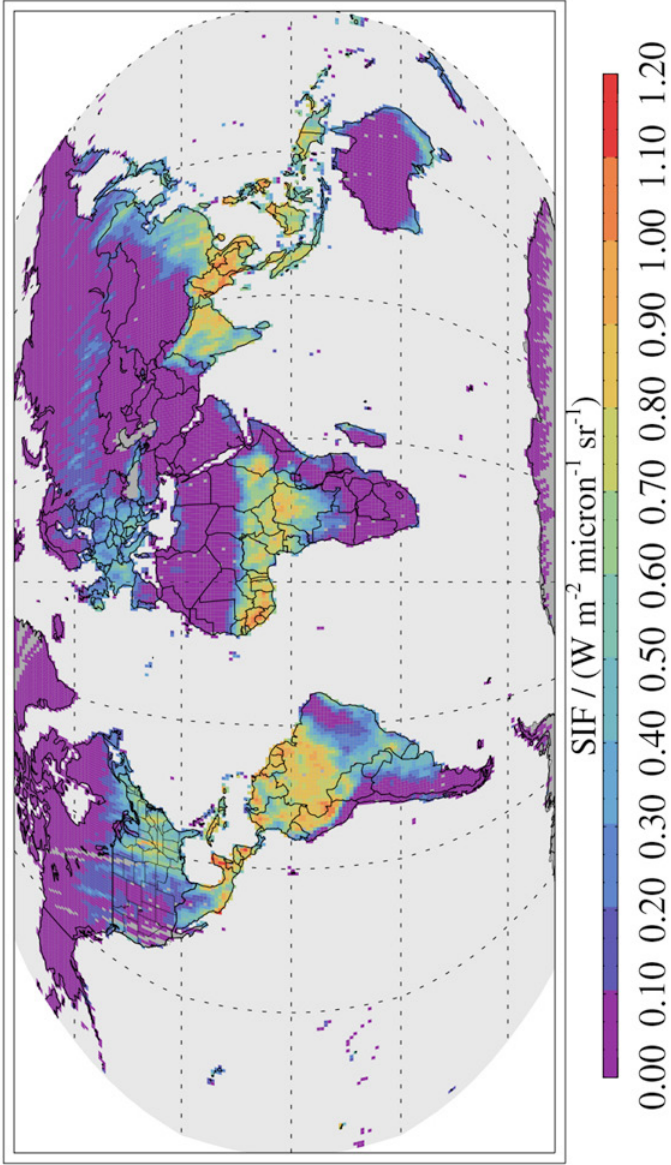
“Dia lah yang menjadikan matahari bersinar-sinar (terang-benderang) dan bulan bercahaya, dan Dia lah yang menentukan perjalanan tiap-tiap satu itu (berpindah-randah) pada tempat-tempat peredarannya masing-masing) supaya kamu dapat mengetahui

bilangannya dan kiraan masa. Allah tidak menjadikan semuanya itu melainkan dengan adanya faedah dan gunanya yang sebenar. Allah menjelaskan ayat-ayatNya (tanda-tanda kebesarannya) satu persatu bagi kaum yang mahu mengetahui (hikmat sesuatu yang dijadikanNya) (Yunus 10:5)."



Rajah 6: Bumi kelihatan dari kapal angkasa lepas NASA
(Sumber: <http://earthobservatory.nasa.gov/>)

OCO-2 Solar-Induced Fluorescence Aug-Oct 2014



Rajah 7: Peta NASA yang menunjukkan fotosintesis yang tinggi dalam biome hutan hujan tropika dibandingkan dengan kawasan lain di dunia. Faktor sinaran cahaya, bahan daripada angin, air dan tanah boleh meningkatkan proses penyerapan tenaga matahari

Jadual 1: Skala petunjuk masa geologi bersamaan enam peringkat kejadian alam semesta terkandung di dalam SQ 7:54 Al-Araaf (Tempat Tertinggi)

Fasa masa alam	Peringkat ¹ masa zaman	Juta tahun	Era geologi	Zaman geologi	Kejadian
Masa Alam Fizikal	1	15,000	Prasejarah		<i>Big Bang</i> ; Surah Al-Anbiyaa' 21 ayat-ayat 30-33; Menyatakan habuk dan gas untuk pembentukan fizikal alam semesta
	2	3500	Prakambrium	Proterozoik	Pembentukan alam organik RNA pembawa maklumat kepada jasad biologi; Bakteria & algae; Fotosintesis
	3	650-550	Proterozoik		Metazoan & binatang berencerang
	4	550-250	Paleozoik	Kambrium Karboniferos	Letupan Kambrium; Fosil organisma kompleks; tumbuhan, invertebrate, ikan, amfibia menakluki daratan.
	5	250-65	Mesozoik	Permian Triasik Jurasik	Burung; Mamalia; tumbuhan berbunga & dinosaur
	6	65 - kini	Senozoik	Tertiari	Primat muncul; Dinosaur pupus
Masa Alam Organik			Kuarternar (1.8-0.01 jtl)	Plestosen	Dominasi mamalia dan tumbuhan berbunga Kewujudan homoid & manusia; Perubahan cuaca & Kepupusan haiwan
			0.005 jtl	Holosen	Sea level rise

¹ Disebut enam hari sebagai perumpamaan dan boleh ditakrifkan kepada enam tingkat atau peringkat dalam skala geologi. SQ 7:54 Al-A'raaf (Tempat Tertinggi); "Sesungguhnya Tahun kamu ialah Allah yang telah menciptakan langit dan bumi dalam enam hari, lalu Dia bersemayam di atas 'Arsy. Dia menutupkan malam kepada siang yang mengikutinya dengan cepat, dan matahari, bulan dan bintang-bintang tunduk kepada perintahNya. Ingatlah, mencipta dan memerintah hanyalah Allah. Maha Suci Allah, Tuhan semesta alam."

Bumi telah dijadikan dengan dua peringkat masa yang panjang (SQ Fushishilat [Yang Dijelaskan] 41:9;] "Katakanlah: Sesungguhnya patutkah kamu fikir yang mencipta bumi dalam dua hari"). Peringkat fizikal bermula selepas 15 bilion tahun yang lalu di mana habuk dan gas bersatu menjadi partikal yang besar daripada matahari, bintang, asteroid, bulan kepada bumi.

Peringkat biologi di mana Bumi yang mulanya panas kemudian mempunyai oksigen dan hidrogen untuk bersatu menjadi air yang dapat membentuk RNA untuk pembinaan protein. Menurut ahli genetik Itam Sulaiman dan Hazli Abdul Muid, maklumat pada gen disalin dan dipindah kepada RNA pengutus (mRNA) yang membawa semua maklumat pewarisan kepada tapak sintesis protein pada ribosom. Ribosom adalah zarah yang terdiri daripada RNA dan protein tempat protein disintesis. Dalam ribosom maklumat mRNA diterjemahkan dari tiga nukleotida (ACGT) menjadi asid amino kepada protein yang membina setiap sel, organ, sistem dan menjadikan jasad atau organisma yang berfungsi.

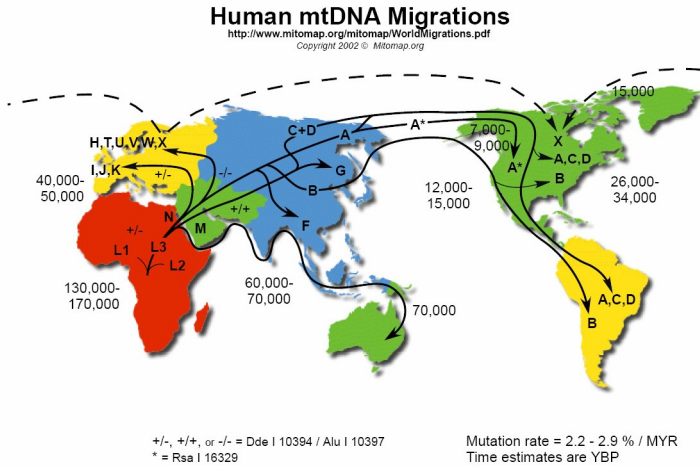
Bahan-bahan asas fizikal terdapat daripada tanah dan bumi, fosfat, oksigen, hidrogen serta gula hasil daripada fotosintesis tenaga suria kepada tenaga biokimia. Dalam Al-Quran telah dinyatakan perumpamaan khalifah berasal dari tanah dan kepada tanah mereka kembali semula.

SEJARAH EVOLUSI ILMU DAN *CORPUS* BAHASA DALAM PERADAPAN MANUSIA

Konsep peradaban manusia dan kepelbagaian biologi sosio-budaya telah dinyatakan dalam Surah Al Hujurat (13) firman Allah bermaksud:

“Hai manusia, sesungguhnya Kami menciptakan kamu daripada seorang laki-laki dan seorang perempuan dan menjadikan kamu berbangsa-bangsa dan bersuku-suku supaya kamu saling kenal mengenal. Sesungguhnya orang yang paling mulia di antara kamu di sisi Allah ialah orang yang paling bertakwa di antara kamu. Sesungguhnya Allah Maha Mengetahui lagi Maha Mengenal.”

Jika kita memikirkan skala evolusi masa dan segala perumpaan yang ada, maka kita dapat melihat kewujudan kebenaran. *Homo sapiens* telah diketahui wujud di kawasan Benua Afrika sejak 200,000 tahun lalu mengikut pengiraan kebelakang masa evolusi DNA yang diselaraskan dengan fosil. Populasi manusia ini kemudiannya telah berpindah randah menyusuri pantai ke arah Asia (60,000-70,000 tahun dulu) dan Eropah (40,000-50,000 ribu tahun dulu) (Rajah 8) (Anon, 2016; Vilar, 2015). Skala masa zaman kini yang dikira dari belakang, antara Nabi Musa dan Nabi Isa dianggarkan lebih kurang 1,200 tahun dan antara Nabi Isa dengan Muhammad ialah hampir 500 tahun.



Rajah 8: Perpindahan manusia menurut tarikan kajian DNA

NASA berterima kasih kepada peradaban China yang mencipta berlang dan bunga api dalam tahun masihi 900an dan juga peradaban Islam kerana astrologi dan matematik yang dibangunkan oleh Omar Khayam (1048-1131 M), Nashirudin Ath-Thusi (1201-1274 M) dan Ibnu Shafir (1305-1375 M). Pemikir barat Copernicus (1473-1543 M) baru terfikir mengenai matahari sebagai pusat planetari sedangkan SQ Al-Anbiyak 33 telah mengilhamkan matahari dan bulan beredar dalam orbit yang telah ditetapkan Allah. Selepas lebih 300 tahun kemudian Benua Amerika telah ditemui oleh Christopher Columbus dalam tahun 1494. Di kala sebelum Columbus itu, Kerajaan Melayu Melaka (1400 – 1500) telah begitu gah rantau di Asia Tenggara.

Ilmu yang terbina di Asia dan Timur Tengah telah dapat diterapi oleh orang-orang Barat. Di Benua Amerika selepas 500 tahun penemuan oleh Columbus, mereka telah berjaya menjejakkan kaki di bulan dalam tahun 1965 oleh Neil Armstrong. Selepas 1583 Nabi

Muhamad berhijrah dari Mekah ke Madinah, kita telah berjaya berhijrah dari papan kalam, papan hitam dan buku kepada alam maya internet, *Facebook* dan *Twitter*.

Manusia yang kerdil di kala ayat dan wahyu diturunkan itu tidak mempunyai *corpus* bahasa sains, fizik dan matematik yang banyak dan tinggi seperti hari ini. Oleh itu perumpamaan enam hari boleh diertikan dengan enam peringkat masa kosmik dalam evolusi alam semesta ini (Jadual 1).

EVOLUSI MAKRO BIOLOGI DAN KEPELBAGAIAN BIOLOGI

Apakah ilmu evolusi dalam falsafah sains Islam dan pemikiran Barat dapat diterima? Dalam sains kita perlu bertanya soalan penyelidikan yang baik, kemudian mengadakan beberapa hipotesis yang boleh diuji. Sehingga hipotesis tersebut dapat dikekalkan atau menjadi peraga dan teori yang terpakai dalam bidang ilmu tersebut.

Teori evolusi biologi makro telah tercatat (sebelum tahun 1859 Wallace dan Darwin) dalam dalam SQ An Nuur (Cahaya) 24:45-46 dengan firman;

“Dan Allah telah mencipta semua jenis haiwan daripada air, maka sebahagian daripada haiwan itu ada yang berjalan di atas perutnya dan sebahagian berjalan dengan dua kaki, sedang sebahagian berjalan dengan empat kaki. Allah menciptakan apa yang dikehendakiNya, sesungguhnya Allah Maha Kuasa atas segala sesuatu.”

“Sesungguhnya Kami telah menurunkan ayat-ayat yang menjelaskan. Dan Allah memimpin sesiapa yang dikehendakiNya kepada jalan yang lurus.”

Banyak bukti terdapat dalam bidang paleontologi mengenai fosil yang berasal daripada unsur air laut. Bakteria satu sel dan alga biru-hijau yang terdapat pada 3.5 bilion tahun lepas; tumbuhan laut dan ikan dalam 500 juta tahun; hutan tropika dan kemunculan reptilia serta pembentukan Benua Pangaea di antara 360-290 juta tahun lalu; hanyutan Benua Laurasia dan Gondwana serta kemunculan dinosaur dan pokok konifer dan paku pakis 245-146 juta tahun lalu; penyebaran *Archaeopteryx* yang mempunyai ciri burung dan dinosaur pada 159-144 juta tahun; dan kehadiran mamalia serta makhluk hominid *Australopithecus* dan *Homo habilis* pada antara 65-2 juta tahun lalu (Kelley 2005).

Walaupun perincian bakteria, algae dan dinosaur tidak pernah ternayta dengan jelas, SQ An Nahl (Lebah) 14:8 telah telah memberikan perumpamaan berikut;

“Dan (Dia telah menciptakan) kuda, agal (silang kuda dan keledai), dan keledai, agar kamu menungganginya dan (menjadikannya) perhiasan. Dan Allah mencipta apa yang kamu tidak ketahui.”

Selanjutnya kepelbagaian biologi di bumi ini telah dimeriahkan lagi dengan kehadiran spesies flora dan fauna seperti di dalam SQ Faathir (Pencipta) 35:27-28;

“Tidakkah kamu melihat bahawasanya Allah menurunkan hujan dari langit lalu Kami hasilkan dengan hujan itu buah-buahan yang beraneka macam jenisnya. Dan di antara gunung-gunung itu ada garis-garis putih dan merah yang beraneka macam warnanya dan ada yang hitam pekat.”

“Dan demikian di antara manusia, binatang-binatang melata dan binatang ternakan ada bermacam-macam warna (dan jenisnya).”

Seluruh kepelbagaian sumber itu juga adalah khazanah yang dikurniakan itu adalah untuk manusia mencari rezeki, kelangsungan dan kesejahteraan kehidupan di bumi, telah diberitahu dalam SQ Al-Hijr 15:19-21;

“Dan Kami telah menghamparkan bumi dan menjadikan padanya gunung-ganang dan Kami tubuhkan padanya segala sesuatu menurut ukuran.”

“Dan Kami telah menjadikan untuk mu di bumi keperluan-keperluan hidupan, dan (Kami menciptakan pula) makhluk-makhluk yang kamu sekali-kali bukan pemberi rezeki kepadanya.”

“Dan tidak ada sesuatu pun melainkan pada sisi Kami-lah khazanahnya; dan Kami tidak menurunkannya melainkan dengan ukuran yang tertentu.”

Para ilmuwan perlulah bijaksana memikirkan pembangunan penyelidikan segala ilmu sains tabii dan matematik daripada falsafah Islam dan Barat bagi membentuk kesatuan ilmu. Semua khalifah perlu mengabungkan pelbagai bidang ilmu biologi, geologi, arkeologi, genetik, matematik, statistik, pengkomputeran dan sosiologi untuk merungkai persoalan evolusi dan penciptaan Tuhan ini.

Semoga dengan pengetahuan yang mendalam itu akan mendekatkan kita dalam soal ketuhanan, untuk memakmurkan bangsa dan negara, dan meningkatkan kecintaan ilmu, berfikir tinggi dan lebih bijaksana.

*“Dengan nama Allah Yang Maha Pemurah lagi
Penyayang
Katakanlah: Aku berlindung kepada Tuhan manusia
Raja manusia
Sembahan manusia
Dari kejahatan syaitan yang boleh bersembunyi
Yang membisikkan (kejahatan) ke dalam dada manusia
Dari jin dan manusia.”
SQ An Naas (Manusia) 114:1-6.*



Evolusi penternakan kerbau telah memberikan rezeki kepada masyarakat orang Melayu di Kampung Buluh, Kuala Berang, Hulu Terengganu
(Gambar oleh Sahrim Ngah, CSD, UMT)



Evolusi kelawar pemakan buah dengan kelawar pemangsa mempunyai pelbagai teori sains



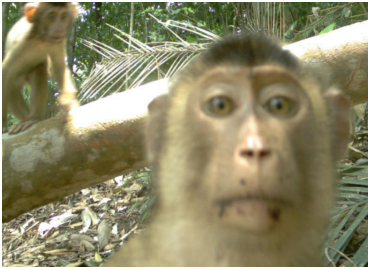
Terdapat pelbagai teori sains mengenai hubungan taxa primat, kubong dan kelawar (Gambar oleh Mazrul)

BAB 3

PENSPEKIESAN DAN KEPELBAGAIAN MAMALIA

PERNYATAAN KONSEP SPESIES TEMPATAN

Bagi orang Melayu yang tradisional, spesies haiwan itu dipanggil secara generik atau sebagai spesies-kumpulan sahaja. Spesies kompleks tupai akan merangkumi segala spesies mamalia dalam famili Tupiidae dan Sciuridae. Tetapi orang Melayu juga mempunyai nama-nama khusus untuk spesies beruk (*Macaca nemestrina*; Rajah 9) dan kera (*Macaca fascicularis*; Rajah 10) kerana kedua-dua haiwan ini banyak berinteraksi dengan orang-orang kampung atau menggunakan kebolehan beruk untuk mengutip kelapa dan kera sebagai haiwan penglipur lara, permainan dan belaan di halaman rumah mereka. Spesies mamalia yang lain yang diberikan nama spesifik ialah gajah (*Elephas maximus*), seladang (*Bos gaurus*), harimau (*Panthera tigris*), tenok, rusa dan kambing gurun. Dalam konteks sosio-budaya orang Melayu, Sang Kancil merupakan haiwan yang sangat bijaksana yang boleh membuat akal dengan buaya untuk menyeberangi sungai. Pelanduk putih pula mempunyai kehebatan menendang anjing buruan Parameswara sehingga baginda mengisytiharkan tempat beliau berehat itu bernama Melaka.



Rajah 9: Spesies beruk yang mengintai *camera-trap* (Gambar oleh Dr. Reuben Clements)



Rajah 10: Kera liar di Taman Negara Bako, Sarawak (Gambar oleh Kumpulan Primat UNIMAS)

HURAIAN DAN CONTOH

Semasa permulaan kajian ke atas hidupan liar dalam tahun 1970an, pencerapan hanya untuk mengetahui mengenai taburan spesies, habitat, populasi serta ekologi haiwan secara am. Pada ketika itu kami hanya mengetahui bahawa Badak Sumatra mempunyai dua subspesies, iaitu di Semenanjung dikenali sebagai *Dicerorhinus sumatrensis sumatrensis* dan di Sabah (Pulau Borneo) pula dinamakan sebagai *Dicerorhinus sumatrensis harrissoni* (Medway, 1977; Rajah 11 dan 12). Perbezaan kedua-dua subspesies itu adalah pada ukuran tulang tengkorak tetapi secara morfologinya kelihatan sama sahaja.



Rajah 11: Gambar *Dicerorhinus sumatrensis* yang telah pupus di Malaysia dari Pusat Pembiakan Badak Zoo Melaka (Gambar oleh Dr. Zainal Zahari Zainuddin & M.T. Abdullah)



Rajah 12: Dr. Zainal Zahari Zainuddin sedang membuat pemeriksaan harian keatas *Dicerorhinus sumatrensis harrisoni* di Pusat Pembiakan Tabin, Sabah (Gambar oleh Dr. Zainal Zahari Zainuddin & BORA)

Secara teorinya, spesies biologi adalah sekumpulan individu yang kelihatan sama antara satu dengan yang lain, boleh membiak antara mereka atau bertukar gen dalam kumpulan yang sama, tetapi tidak boleh membiak dengan kumpulan yang lain (Allaby 1998). Jika aliran gen antara populasi itu terputus kerana halangan seperti habitat yang berlainan dan sekatan geografi seperti lautan dan pergunungan yang tinggi, maka keadaan ini akan membawa kepada pengasingan reproduktif yang memberi kesan kepada pemilihan dan membawa kepada hanyutan gen dan akan timbulnya subspecies yang baharu dalam jangka masa yang panjang. Pembentukan subspecies ini dinamakan penspesiesan allopatrik kerana fragmentasi populasi yang menghalang aliran gen. Perubahan cuaca kuno zaman Plestosen telah menyebabkan penspesiesan *Dicerorhinus* kepada subspecies *sumatrensis sumatrensis* dan *sumatrensis harrisoni*.

Dalam kes gajah Borneo (*Elephas maximus sumatrensis*), spekulasi Medway (1977) telah mengatakan bahawa kemungkinan besar suatu populasi kuno telah terhapus semasa zaman Pleistosen dan populasi yang ada sekarang ialah daripada gajah (Rajah 13) persembahan Sultan Sulu yang dibela tetapi telah terlepas dan menjadi liar di Sabah.

Teori spesies biologi itu telah didapati tidak sempurna kerana ada spesies yang berlainan boleh bercampur untuk menjadi spesies kacukan. Dalam peristiwa di luar jangkauan Selembu telah memeranjatkan negara apabila seladang (*Bos gaurus*) liar daripada hutan kawasan Keluang telah memasuki ke dalam kandang dan bercampur dengan lembu (*Bos taurus*) ternakan Jabatan Veterinar. Pencampuran antara seladang dengan lembu itu telah menghasilkan selembu. Walau bagaimanapun baka selembu itu didapati mandul dan tidak dapat membiak sesama baka seterusnya. Selembu boleh dibiak semula (back cross) hanya dengan seladang asli yang liar di hutan belantara.



Rajah 13: Pameran Gajah dari Semenanjung (Gambar oleh Fathini)

Konsep dan teori penspesiesan dan kumpulan spesies mamalia di Malaysia dan Pentas Sunda ini amat rumit untuk difahami oleh seseorang ahli sains yang mempunyai ilmu biologi sahaja. Maka kita perlulah merentasi sempadan ilmu dengan penerapan mendalami bidang ilmu-ilmu zoologi tulen, ekologi, biogeografi, biologi evolusi, geologi evolusi, arkeologi, genetik, ekologi molekul, morfomatrik dan statistik *multivariate*. Daripada ilmu geologi kita akan dapat mengetahui perubahan dan usia benua. Perubahan dalam rangkaian nukleotid dalam gen itu adalah titik permulaan evolusi yang akan mengubah penjujukan protein yang membawa kesan kepada fungsi sel. Ilmu ekologi molekul melalui konsep jam molekul pula boleh membuat ramalan dan anggaran mengenai jangka masa kumpulan spesies itu berpisah daripada keturunan/ moyang yang sama semasa dalam proses penspesiesan. Arkeologi pula akan memberikan suatu tarikh atau jangka masa sesuatu keturunan itu mula wujud di sesuatu kawasan dunia ini. Secara asasnya, setiap populasi yang tersebar di muka bumi ini akan membawa cap jari gen daripada nenek moyang atau keturunan haiwan tersebut.

BIOGEOGRAFI PENTAS SUNDA

Penyebaran mamalia di Semenanjung dan Pulau Borneo sangat istimewa kerana kedudukan geografi di kawasan hutan hujan yang mempunyai pertumbuhan sepanjang tahun, kepelbagaian struktur tumbuhan yang tinggi memberikan habitat, nic serta makanan yang banyak kepada haiwan. Bidang biogeografi memberi tumpuan kepada penyebaran pelbagai taxonomi haiwan dan tumbuhan dalam kawasan geografi pada zaman kuno hingga sekarang. Perubahan iklim dalam zaman Plestosen telah memberikan impak yang besar dalam kepupusan spesies, migrasi populasi pengasas serta radiasi spesies endamik yang tinggi di Pulau Borneo (Reudi & Fumagalli, 1996; Abdullah, 2003).

Kawasan biodiversiti hiper di Semenanjung Malaysia mempunyai hampir 300 spesies mamalia dan Pulau Borneo lebih kurang 288 spesies (Abdullah *et al.*, 2006; Abdullah & Hall, 2009) (Jadual 2). Daripada jumlah itu terdapat 100 spesies kelawar dan >60 spesies rodentia.

Jadual 2: Perbandingan kepelbagaian spesies mamalia di Malaysia
(Sumber: IUCN)

	Dunia	Asia	Malaysia	Pulau Borneo
Mamalia	5,416	702	337	288

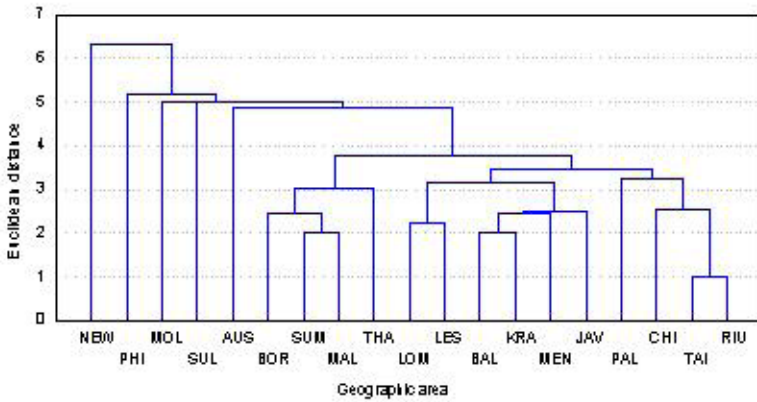
Persolanan yang sering diasak oleh ahli-ahli biogeografi ialah: Kenapakah begitu banyaknya spesies mamalia di Pentas Sunda dan Malaysia? Apabila fosil dinosaur ditemui di kawasan Tasik Kenyir oleh sekumpulan pakar akeologi Universiti Kebangsaan Malaysia dan Jabatan Geologi dan Mineral pada tahun 2014, usia hutan hujan landskap Kenyir serta Malaysia telah dianggarkan

lebih kurang 250 juta tahun lalu. Hutan hujan tropika yang begitu tua ini, telah memberikan ruang dan peluang yang banyak untuk penspesiesan haiwan dalam pelbagai ekosistem dan nie secara alopatrik, simpatrik dan parapatrik. Perubahan cuaca zaman kuno telah meningkatkan kepupusan spesies, hanyutan gen daripada populasi yang terpisah dalam refugia yang membawa kepada penspesiesan. Mekanisme penspesiesan ini adalah evolusi yang bermula daripada perubahan penjujukan nukleotida dan protein dalam gen yang menzahirkan finotip yang berbeza kerana tekanan semula jadi dan adaptasi kepada persekitaran yang berbeza-beza. Mamalia juga menghadapi pelbagai halangan pembiakan secara prezigotik dan pasca zigotik kerana perbezaan ekologi, perilaku, perubahan cuaca kuno serta pemilihan seksual. Sebagai contohnya, populasi tikus *Rattus baluensis* yang terdapat di tanah tinggi Gunung Kinabalu mempunyai pertalian keturunan yang sangat rapat dengan semua spesies *Rattus* yang terdapat di tanah rendah di Pulau Borneo. Tetapi oleh kerana perubahan cuaca zaman kuno dan pemisahan habitat yang berbeza maka *baluensis* mempunyai ciri morfologi dan genetik yang berbeza daripada kumpulan spesies *Rattus*.

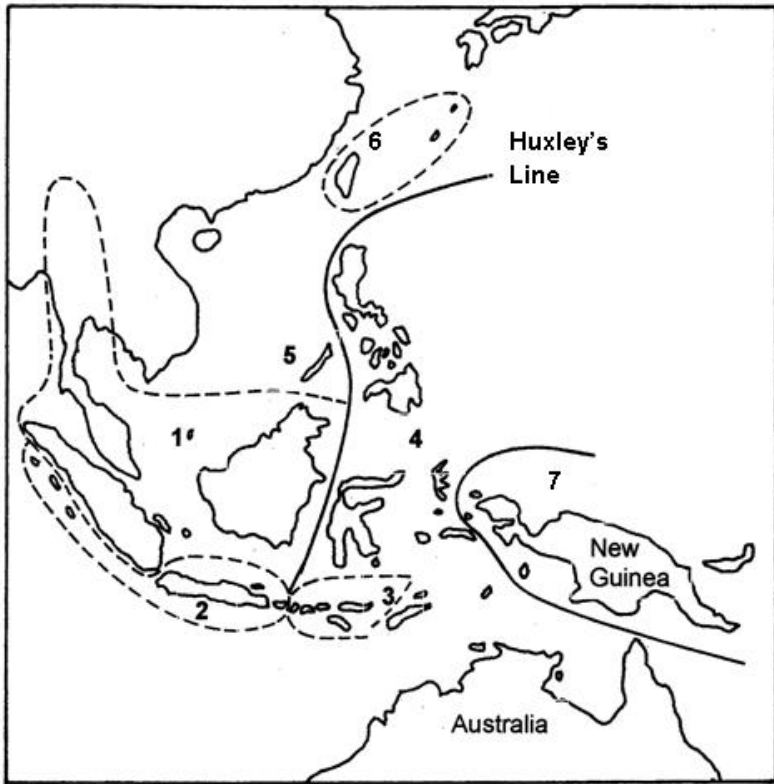
Di dalam kumpulan spesies krip *Hipposideros bicolor* pula mempunyai perilaku ekolokasi yang berbeza-beza pada tahap 110 kHz, 131 kHz dan 142 kHz. Pencirian ekolokasi ini telah menentukan pengecaman untuk pemilihan pasangan bagi pembiakan dan capahan spesies krip *Hipposideros bicolor*.

Dalam kes primate pula, dalam kalangan individu jantan yang dominan akan menguasai kumpulan betina untuk membiak dan mengekalkan waris gen yang terbaik (terkuat) pada ketika itu. Maka di sini juga merupakan kegagalan dalam teori Darwin-Wallace yang tidak menerangkan mekanisma evolusi itu daripada pelbagai cara dan bukan perubahan secara perlahan-lahan.

Pencirian penyebaran kelawar pemakan di Pentas Sunda telah dilakukan dengan menggunakan data kehadiran spesies di sesuatu kawasan. Dengan analisis gugusan UPGMA dengan jelas menunjukkan kawasan biogeografi Pentas Sunda yang mempunyai persamaan spesies Megachiroptera dan terpisah dengan Garisan Huxley daripada kepulauan di Timor serta Pentas Sahul (Rajah 14 dan Rajah 15). Kepelbagaian spesies di Pentas Sunda sangat tinggi jika dibandingkan dengan Pentas Sahul (Australia-New Guinea).



Rajah 14: Analisis gugusan menggunakan kaedah UPGMA untuk Megachiroptera di Pentas Sunda, Pentas Sahul dan kawasan sekitarnya



Rajah 15: Biogeografi Megachiroptera di kawasan Pentas Sunda yang terpisah daripada kepulauan Timor Garisan Huxley serta Pentas Sahul berdasarkan Rajah 14

Garisan biogeografi:

1= Thailand, Peninsular, Sumatra dan Thailand di sub-bahagian alam Pentas Sunda; 2= sub-bahagian Java, Mentawi dan Bali; 3= sub-bahagian Lombok dan Lesser Sunda; 4= sub-bahagian Philippines, Moluccan Islands, Sulawesi dan Australia; 5= sub-bahagian Palawan, 6= sub-bahagian China, Taiwan dan Riukiu

SPESES MORFOLOGI

Spesies morfologi ialah kumpulan haiwan yang mempunyai ciri-ciri fizikal yang sama, contohnya, daripada segi ukuran luaran dan ukuran dalaman. Sekitar tahun 1990an semasa menjalankan penyelidikan ke atas mamalia kecil di kawasan-kawasan hutan Semenanjung, Sabah, Sarawak serta Kalimantan dan Thailand, saya sering melihat beberapa individu dewasa spesies yang mempunyai julat ukuran morfologi yang sangat besar. Di suatu kawasan hutan Taman Negara Taleban, Thailand, kajian telah dibuat terhadap beberapa spesies iaitu *Cynopterus brachyotis*, *Cynopterus horsfieldi* dan *Cynopterus sphinx* (Abdullah *et al.*, 2000, Abdullah 2003). Populasi *Cynopterus brachyotis* (Rajah 16) mempunyai individu dewasa yang mempunyai beberapa ukuran yang amat berbeza. *Cynopterus brachyotis* kecil mempunyai ukuran lengan antara 56 sm hingga 59 sm dan jenis yang besar pula mempunyai lengan >62 sm hingga 66 sm. Di kawasan ekotone hutan hujan Taman Negara Taleban, Thailand pula terdapat *Cynopterus brachyotis* berukuran lengan pertengahan antara 60-62 sm. Ukuran panjang *sphinx* ialah 65 hingga 73 sm dan *horsfieldi* (Rajah 17) 67 hingga 75 sm (Jadual 3).

Jadual 3: Ukuran morfologi spesies *Cynopterus* (K= kecil; B= besar; P= pertengahan atau sederhana)

No	Spesies	Lengan (mm)	Habitat & Taburan
1	<i>C. brachyotis</i> K	56-59	Hutan primer; Pentas Sunda
2	<i>C. brachyotis</i> B	62-66	Hutan sekunder, pertanian, paya; Pentas Sunda
3	<i>C. brachyotis</i> S	60-62	Ekotone; Taman Negara Taleban
4	<i>C. sphinx</i>	66-73	Hutan prima & sekunder tua; Asia Tenggara

5	<i>C. horsfieldi</i>	67-75	Hutan prima & sekunder tua; Asia Tenggara
6	<i>C. titthaecheleus</i>	73-81	Sumatra, Krakatua
7	<i>C. nusatenggara</i>	54-64	Hutan tanah pamah; Nusa Tenggara



Rajah 16: Kompleks spesies *C. brachyotis* mempunyai lebih daripada satu spesies (Gambar oleh Les Hall)

Rajah 17: *C. horsfieldi* (Gambar oleh Azuan Roslan)

Lima spesies *Cynopterus* yang terdapat di Semenanjung Tanah Melayu dan Thailand itu tersebar dalam hutan primer atau hutan sekunder yang sangat tua antara 20 hingga 30 tahun atau hutan tumbuh semula seperti keadaan asal. Spesies *brachyotis* yang berlelgan besar pula terdapat di kawasan lapangan, tanah pertanian dan hutan sekunder. Analisis kluster yang menggunakan data morfologi pula mendapati spesies pertama *C. brachyotis* yang dikenalpasti itu termasuk dalam kumpulan yang bermorfologi besar (Abdullah dan Jayaraj 2006).

Daripada cerapan tersebut, hipotesisnya ialah kejadian penspesiesan simpatrik bagi spesies kompleks *C. brachyotis* kerana keadaan ekologi dan tekanan pemilihan yang berlainan. Kumpulan *C. brachyotis* kecil mempunyai morfologi yang sesuai untuk pergerakan yang perlahan untuk terbang di dalam hutan tebal yang mempunyai struktur yang kompleks. *C. brachyotis* besar memerlukan lengan yang panjang untuk penerbangan yang kuat serta laju untuk mengelak daripada diserang atau tangkap oleh burung pemangsa di kawasan pertanian dan paya bakau dan nipah yang terbuka. Permasalahan yang timbul dalam hipotesis ini ialah ujikaji makmal atau cerapan di hutan amat sukar untuk dilaksanakan. Sebuah hutan yang besar dan ekoton perlu dikepong dan pemilihan memakan masa yang amat panjang untuk melihat kejadian proses penspesiesan.

Pada tahun 2000, pendapat kita bahawa ekoton sebagai zon hibrid antara *C. brachyotis* besar dan kecil berasaskan morfologi telah ditolak oleh penyelidik Barat kerana tiada data DNA sebagai sokongan. Turut juga ditolak pada ketika itu ialah pandangan kita bahawa *C. brachyotis* besar mempunyai perilaku “flocking” atau terbang secara beramai-ramai. Pada tahun 2013, seorang penyelidik Barat berjaya menerbitkan idea “flocking” dalam chiroptera. Usaha kita untuk mendalami kajian ke atas spesies kompleks *C. brachyotis* dan menamakan spesies baharu juga tidak dapat diteruskan kerana kekangan dana penyelidikan dan tiada kerjasama muzium yang menyimpan spesimen tip.

Dalam genus *Kerivoula* terdapat sebanyak sembilan spesies yang boleh dijumpai di peringkat bawah kanopi hutan primer. Hasan dan Abdullah (2010) telah menemui spesies kompleks *Kerivoula papillosa* melalui cerapan dan analisis morfologi (Jadual 4). Penemuan ini telah meningkatkan kepelbagaian spesies ini kepada sepuluh yang terdapat di Malaysia.

Jadual 4: Ukuran morfologi spesies *Kerivoula* (Hasan dan Abdullah, 2011; *Francis, 2008). Ukuran dalam sm.

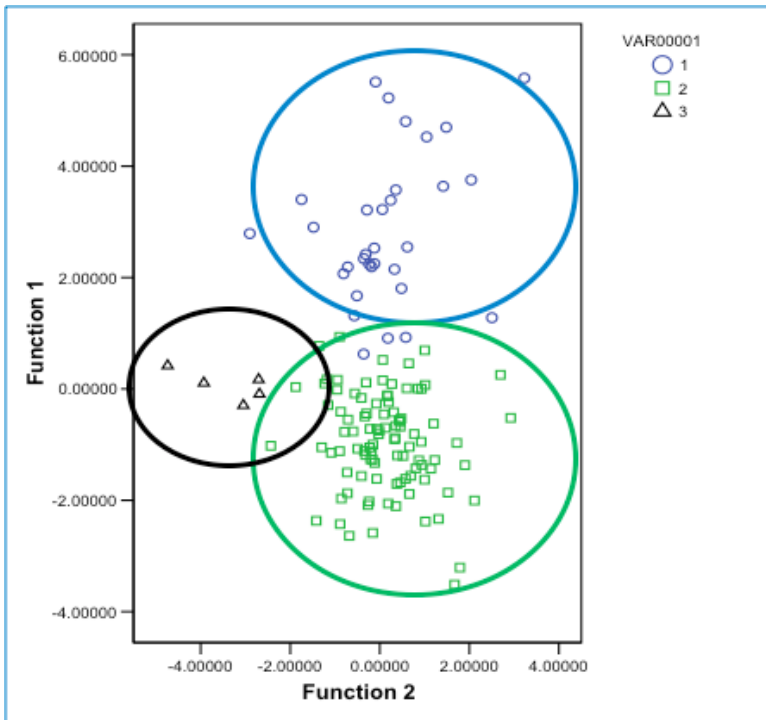
No	Spesies	Lengan	Tibia	Tapak kaki	Ekor
1	<i>K. papillosa</i> Kecil	42.1-43.6	21.9-23.4	8.0-9.1	52.6-57.5
2	<i>K. papillosa</i> Besar	44.7-47.2	20.2-22.6	8.5-9.7	49.2-56.3
3	<i>K. lenis</i>	39.9-40.8	19.9-20.2	7.6-7.7	46.2-51.4
4	<i>K. hardwickii</i>	30.6-33.8	17.1-18.2	5.6-6.6	40.6-45.1
5	<i>K. pellucida</i>	31.2-32.0	18.0-18.4	5.4-6.3	49.8-51.8
6	* <i>K. intermedia</i>	26.5-31			37-41
7	<i>K. minuta</i>	26.2-30.4	13.1-14.4	4.93-5.9	34.6-39.3
8	* <i>K. whiteheadi</i>	28-29			
9	* <i>K. krauensis</i>	29-33			35-37
10	* <i>K. picta</i>	32-39			37-47

Dalam kajian oleh Sigit *et al.* (2010) spesies kompleks *Myotis muricola* (Rajah 18) juga didapati mempunyai lebih daripada satu spesies yang amat berbeza. Kumpulan-kumpulan ini juga terbahagi mengikut Garis Wallace yang memisahkan fauna Barat daripada unsur Asia daripada Timor yang mempunyai unsur pertalian fauna Australia.



Rajah 18: Spesies kompleks *Myotis muricola* (Gambar oleh Sigit)

Discriminant Function Analysis (DFA) (Rajah 19) dengan menggunakan data ukuran morfologi luaran juga jelas menunjukkan kumpulan *M. muricola* terbahagi kepada kumpulan Barat Garisan Wallace (warna biru) daripada populasi Sumatra, Borneo, Jawa Barat dan Sulawesi (Rajah 19 dan Rajah 20). Kumpulan Timor (warna hijau) ialah daripada populasi Bali, Lombok, Sumba, Sumbawa, Flores, Pantar, dan Timor. Kumpulan Jawa Timor (warna hitam) berdasarkan ukuran kepala. Variasi ukuran morfologi sangat tinggi terdapat daripada populasi kawasan Timor.



Rajah 19: *Discriminant Function Analysis* keatas *M. muricola* yang menggunakan ukuran morfologi luaran



Rajah 20: Garisan Wallace menjadi pemisah untuk populasi Barat dan Timor *M. muricola* (Sumber Google)

Untuk rodentia, Nur Aida dan Abdullah (2010) mendapati dua bentuk ciri morfologi dalam spesies kompleks *Maxomys whiteheadi* (Rajah 21) yang terdapat di rantau ini.



Rajah 21: Kumpulan spesies krip secara morfologi *Maxomys whiteheadi* (Gambar oleh Mohd Hanif Ridzuan)

Kumpulan spesies *Rhinolophus* (contoh Rajah 22) amat sukar dicam semasa di lapangan berdasarkan dengan rupa bentuk muka dan berapa ciri morfologi. Analisa kluster menggunakan ciri morfologi telah berjaya digunakan untuk mengenalpasti sempadan spesies dalam genus *Rhinolophus* sampel yang dicam sebagai *R. affinis* sebenarnya adalah *R. acuminatus* berdasarkan analisa ukuran morfologi luaran (Rajah 23).



Rajah 22: *Rhinolophus affinis*
(Gambar oleh Faisal Anwarali Khan)



UPGMA Cluster Analysis of four selected *Rhinolophus* species.

Rajah 23: Analisis kluster ukuran morfologi luaran yang memisah spesies dalam genus *Rhinolophus*

MEMECAH KOD GENETIK MAMALIA PENTAS SUNDA

Secara amnya, polimorfisme genetik adalah kerana mutasi dalam populasi yang terjadi kerana perbezaan tekanan pemilihan yang berlainan, adaptasi kepada keadaan persekitaran yang berlainan, atau sawar genetik yang membawa kepada sawar genetik dan

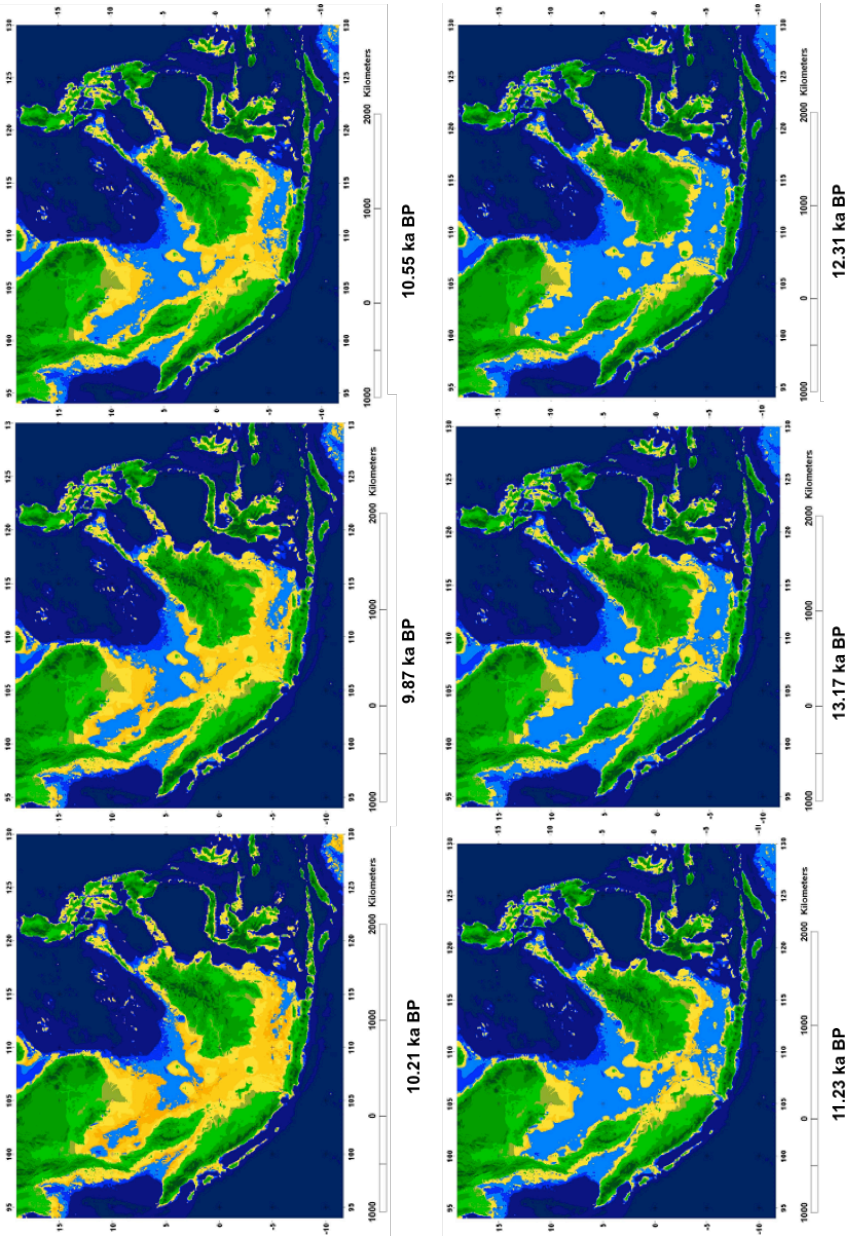
hanyutan genetik. Impak kejadian semasa Pleistosen dalam zaman Glasier Akhir Maxima (GAM) kira-kira 13,000 hingga 9,000 tahun dahulu menyebabkan pemisahan populasi dan menghalang aliran genetik (Rajah 24). Dalam jangka masa yang panjang populasi yang terpisah itu akan mengalami kecapahan evolusi dan terjadinya spesies genetik yang baharu.

Dalam masa yang sama dasar laut yang timbul kerana kitaran air yang terputus telah membolehkan spesies daripada tanah besar dan semenanjung Asia berhijrah ke Sumatra, Borneo, dan Jawa melalui susur sungai yang mempunyai hutan hujan tropika yang dihubungi oleh Sungai Sunda kuno di utara dan selatan. Semasa Holosen pula, air laut telah pasang yang menyebabkan kawasan tanah pamah tenggelam (Rajah 25) yang memutuskan aliran genetik tanah rendah. Hipotesis tersebut telah terbukti dengan peneraan genetik beberapa spesies vertebrata di antara Semenanjung-Borneo serta sekitar Segenting Kra (Abdullah, 2003).

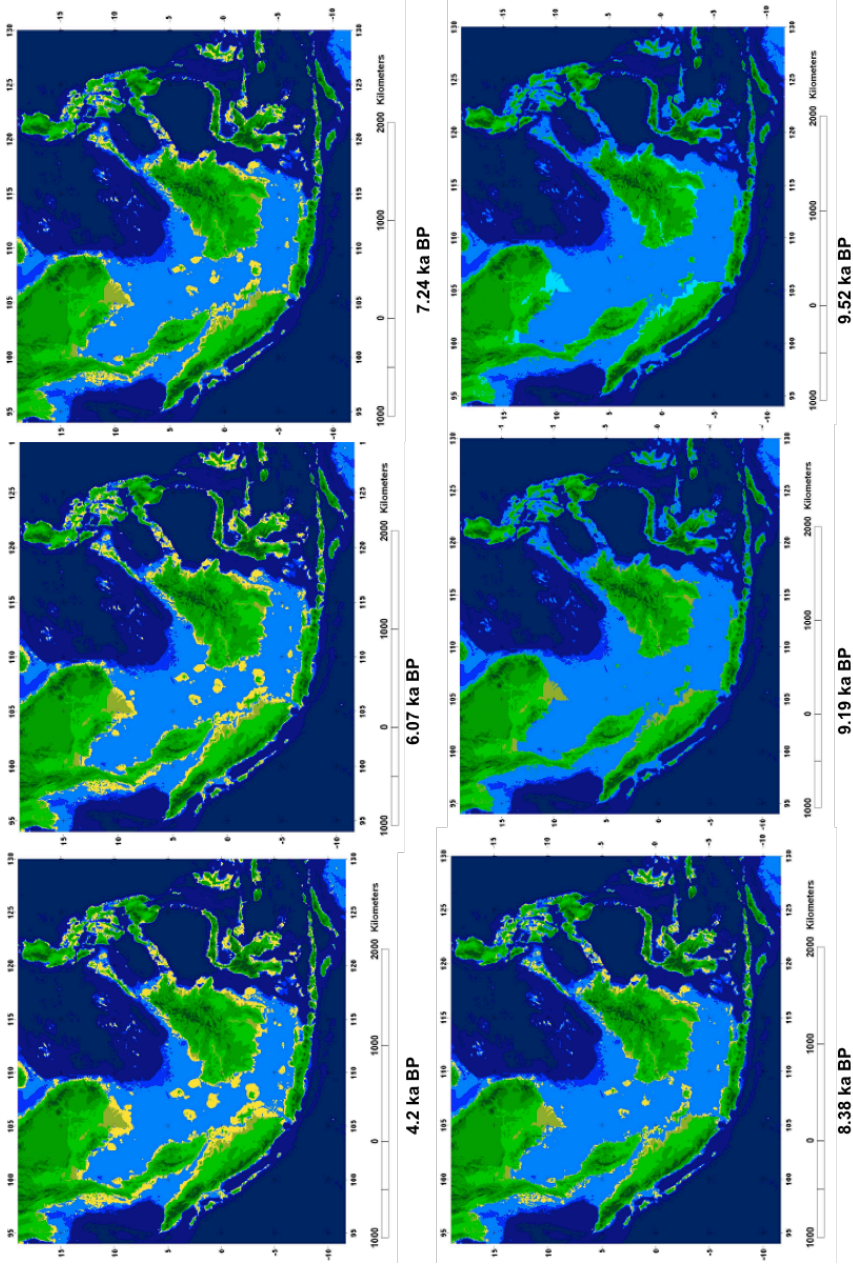
Kod genetik daripada variasi gen kerana perubahan cuaca kuno itu boleh dirungkai kembali. Kajian ekologi molekul ada kaitan dengan keplastikan spesies mamalia disebabkan perubahan finotip dan genotip kerana pembeza pemilihan atau kerana pemilihan berporak peranda.

Penemuan morfo-spesies dalam order Chiroptera dan Rodentia telah membuka cabaran baharu untuk mengguna kaedah teknologi tinggi untuk memecahkan kod genetik. Selama dua dekad kami berhempas pulas di lapangan dan dalam makmal untuk mencari jawapan. Daripada perspektif zoogeografi rantau ini, persoalan penyelidikan yang boleh ditanya oleh setiap ahli biologi ialah;

Apakah corak biogeografi, pola dan tempo evolusi mamalia di kawasan Pentas Sunda?

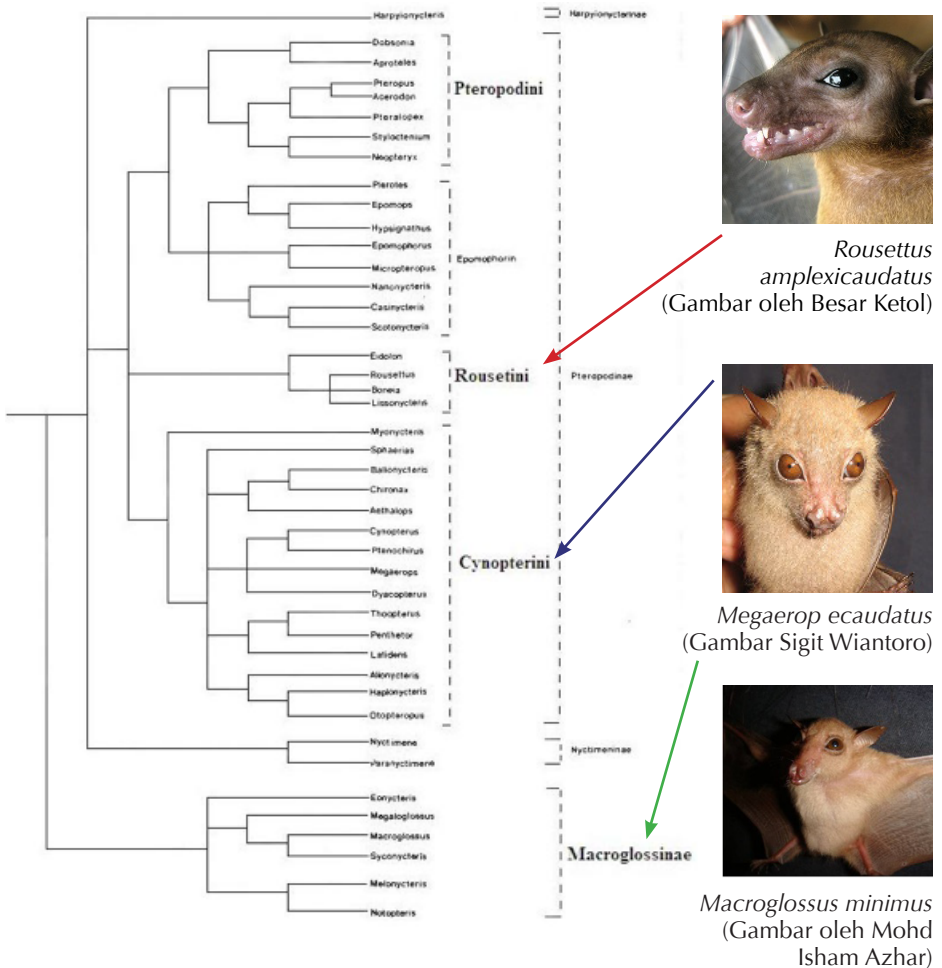


Rajah 24: Pentas Sunda yang bersatu semasa Glasier Akhir Maxima kerana perubahan cuaca kuno menyebabkan pemisahan populasi serta memberi peluang penghijrahan spesies dari Semenanjung Asia ke Borneo dan ke arah Pentas Sahul di kawasan Australia-Papua New Guinea. Warna oren-kuning ialah tanah yang timbul kerana paras laut yang surut hingga 120m maxima, warna muda ialah laut di pentas dan biru tua ialah lautan dalam. Takrif 13.17ka BP ialah 13,170 tahun daripada masa sekarang. Peta komposit daripada Muzium Chicago dan rajah olahan Dr. Faisal Ali Anwarali Khan



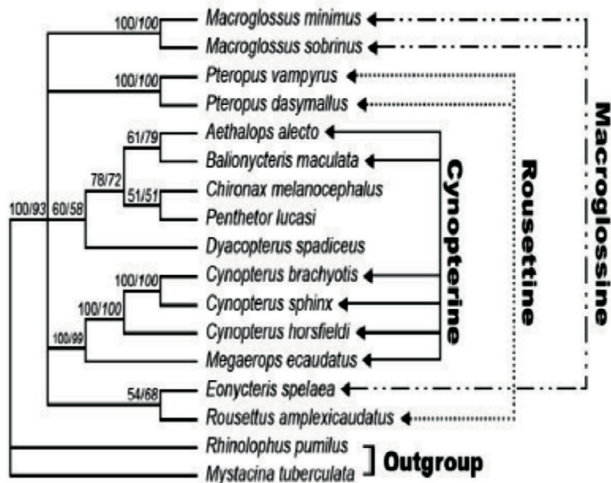
Rajah 25: Keadaan cuaca dan paras laut yang normal selepas GAM. Pada masa Holosin kira-kira 4,200 tahun dahulu, air laut yang pasang tinggi dan menenggelami kawasan pantai serta tanah rendah (warna biru muda cerah) telah juga memutuskan aliran genetik dalam populasi di tanah pamah. Takrifan 4.2ka BP ialah 4,200 tahun daripada masa sekarang. Peta komposit daripada Muzeum Chicago olahan Dr. Faisal Ali Anwarali Khan

Pencirian spesies dengan menggunakan data mtDNA bermula dengan cubaan melihat filogeni kumpulan spesies Megachiroptera atau kelawar pemakan buah dan madu di Malaysia (Rajah 26) yang tidak seragam dengan hipotesis DNA (Rajah 27).



Rajah 26: Hipotesis klasik filogeni Megachiroptera atau kelawar pemakan buah (warna merah dan biru) dan madu (warna hijau) (Mickelburgh *et al.*, 1994) yang berlawanan dengan penemuan oleh Rovie-Ryan *et al.*, (2008)

Penemuan kami ialah filogeni yang tidak serupa dengan hipotesis klasik dan telah menjana hipotesis yang baharu dalam filogeni Megachiroptera menurut penyelidikan oleh Rovie-Ryan *et al.*, 2008, (Rajah 27). Mereka juga mendapati bahawa kumpulan spesies subfamili MacroGLOSSINAE yang polifilotik daripada pembinaan filogeni DNA berdasarkan 1,334 pasangan bes 12SrRNA, tRNA valine dan 16S rRNA (Rajah 27).

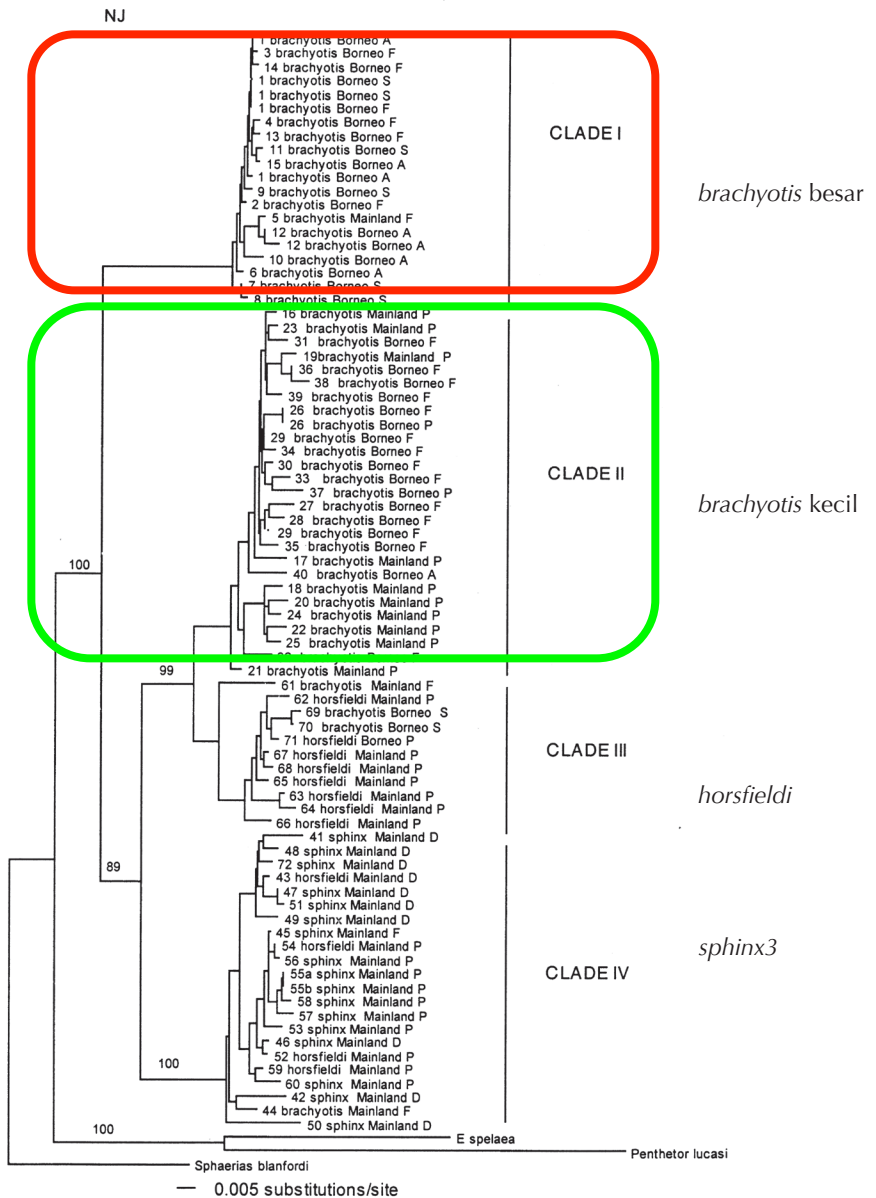


Combined phylogenetic tree of unweighted MP (tree length=1465; CI=0.5468; RI=0.4943) and ML (-ln likelihood = 8595.50874) tree generated using the 12S rRNA, tRNA valine, and 16S rRNA of the megachiropteran species used in this study (only bootstrap values >50% are shown). Regular font values on the branches represent MP and italic font values represent ML bootstrap estimates, based on 1000 replicate for MP and 100 replicate for ML.

Rajah 27: Filogeni Megachiroptera yang berlainan corak dengan yang klasik berdasarkan 1,334 pasangan bes 12SrRNA, tRNA valine dan 16S rRNA. Kumpulan spesies subfamily MacroGLOSSINAE adalah polifilotik (Rovie-Ryan *et al.*, 2008)

Dalam spesies kompleks *Cynopterus brachyotis*, tiga morfotip dipisahkan kerana perbezaan ekologi yang sangat ketara. *C. brachyotis* kecil menghuni kawasan hutan primer yang mempunyai struktur tumbuhan dan konopi yang kompleks. Bentuk morfologi *C. brachyotis* besar terdapat di kawasan terbuka atau hutan sekunder.

Berdasarkan dendrogram penjujukan mtDNA sitokrom b, species complex *Cynopterus* dapat dirungkai kepada beberapa spesies genetik (Rajah 28). Nod pertama telah memisahkan *C. brachyotis* besar yang terdapat dalam habitat lapang daripada kumpulan spesies *Cynopterus* yang menghuni hutan primer. Bagi *C. brachyotis* kecil pula, spesies siblingnya ialah *sphinx* dan *horsfieldi*. Dalam klad *sphinx* pula terbahagi kepada dua subklad yang berkaitan dengan hutan hujan tropika di selatan dan hutan bermusim daun luruh di utara yang terpisah di Kawasan Segenting Kra di Thailand (Rajah 28).



Rajah 28: Filogeni DNA spesies krip *Cynopterus* menghasilkan hipotesis baharu

Kerana perselisihan julat ukuran yang besar dalam kumpulan spesies *Cynopterus*, terdapat juga kesilapan pengecaman konspesies mengikut morfologi dan penjujukan DNA dapat menyelesaikan penentuan spesies *Cynopterus*.

Kita berasa amat teruja kerana dapat memecahkan kod genetik spesies krip *Cynopterus* ini, suatu penemuan pertama di dunia pada ketika itu. Akan tetapi penyelia projek penyelidikan ini (semasa pengajian PhD saya) telah menolak untuk membaca manuskrip untuk terbitan jurnal berimpak tinggi kerana dapatan ini tidak sama dengan fahaman beliau sebelum ini. Keputusan dan dapatan kajian akhirnya dibentangkan dan tersorok dalam prosiding konferens tempatan (Abdullah *et al.*, 2001) selepas usaha untuk pembentangannya di luar negara tidak mendapat pembiayaan universiti kerana penulisnya hanya seorang pensyarah muda. Inilah suatu cabaran getir dan rintangan bagi setiap pensyarah muda yang tidak mudah difahami oleh profesor dan pentadbiran kanan universiti awam di Malaysia. Kita terlepas peluang untuk gah di arena antarabangsa kerana jati diri yang rendah untuk menyokong ahli biologi yang menghabiskan masa mudanya di makmal dan mengorbankan masa berkualiti untuk bersama anak isteri serta keluarga. Usaha berikut untuk pencirian dan perbandingan mendalam dengan setiap holotip atau spesimen tip daripada beberapa muzium di London, Leiden, Australia dan Bogor juga terhalang kerana tidak mendapat sokongan dan dana penyelidikan negara ini. Oleh itu, kita masih ada satu spesies baharu *Cynopterus* tersimpan di dalam balang-balang kaca yang perlu mendapat pengiktirafan sains dan khalayak ramai.

Dalam kumpulan spesies *Eonycteris spealea*, corak biogeografi adalah menepati dengan hipotesis GAM di mana hutan yang menguncup telah menyediakan suaka haiwan untuk kumpulan haplo Miri-Kuching dan kumpulan haplo kedua ada kaitan dengan populasi daripada Kelantan-Miri-Sri Aman (Rajah 29; Mohd-Ridwan dan Abdullah, 2010).

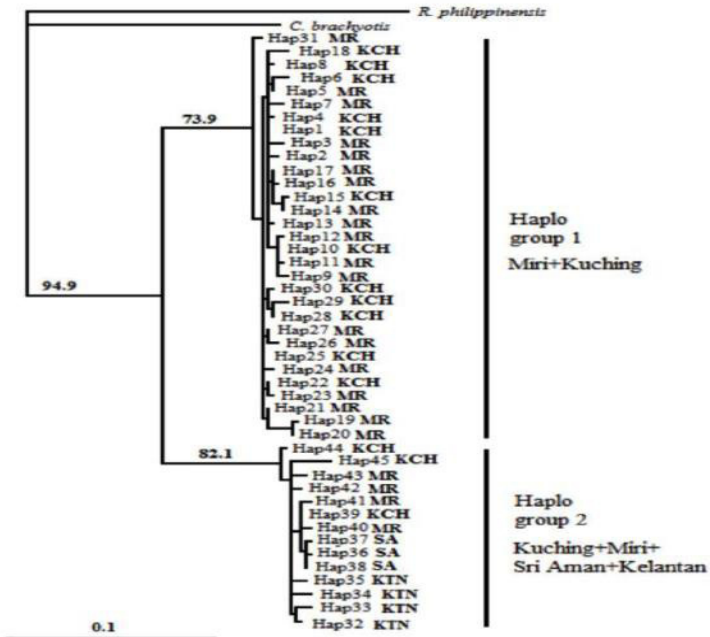
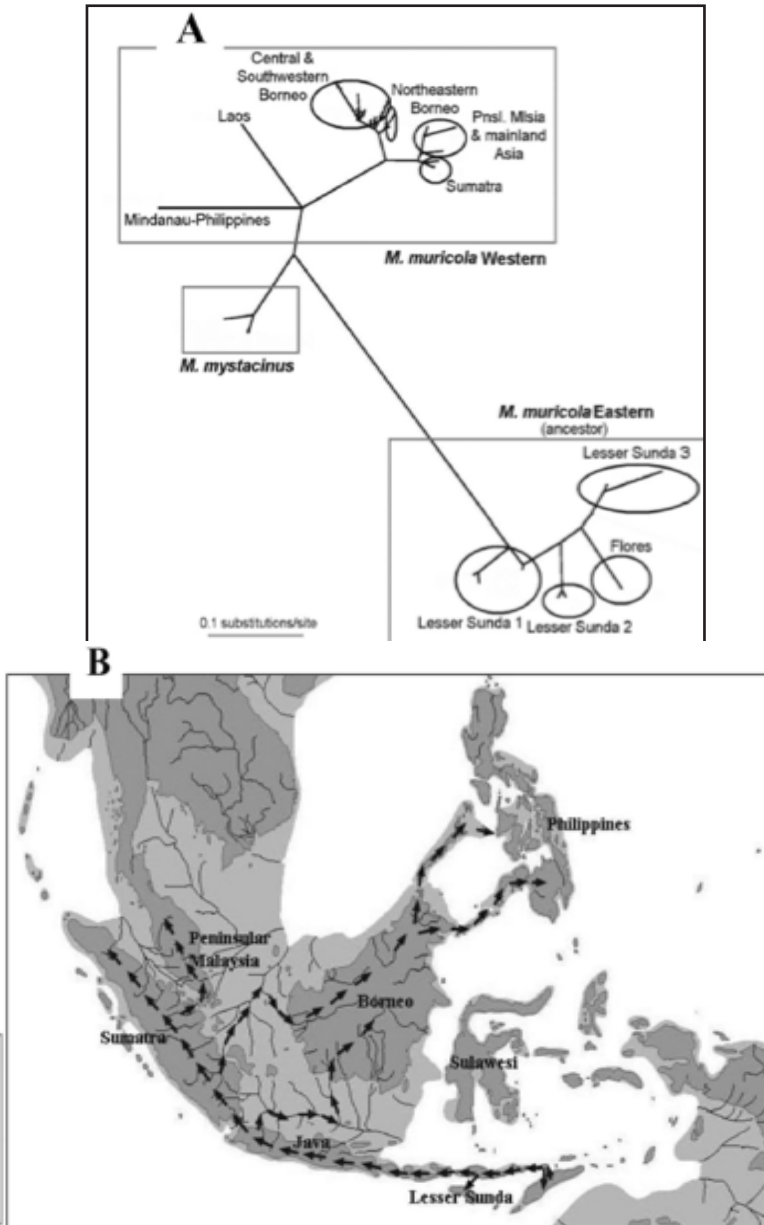


Fig. 2: A maximum likelihood 50% majority rule consensus tree of mtDNA cyt *b* of *P. lucasi*. Bootstrap values above 50 % are indicated below branch. KCH - Kuching; KTN - Kelantan; MR - Miri; SA - Sri Aman.

Rajah 29: Kumpulan haplo *Eonycteris spealea* menurut refugia Pleistosen semasa GAM di Borneo dan Semenanjung Malaysia

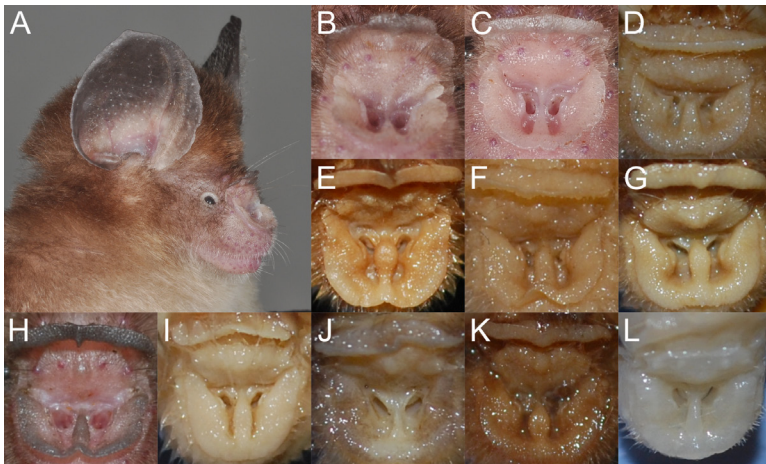
Corak biogeografi *Myotis muricola* terbahagi kepada dua kumpulan spesies di sebelah Timor dan Barat Garisan Wallace yang memisahkan Pentas Sunda daripada Sulawesi dan Lombok. Populasi *M. muricola* yang berasal usul daripada Pulau Jawa didapati telah memasuki Pulau Borneo, Sumatra dan Tanah Melayu melalui Sungai Sunda kuno semasa GAM Plestosen (Sigit *et al.*, 2013) (Rajah 30).

Dr. Faisal Ali Anwarali Khan dan rakan-rakannya sedang menjalankan penyelidikan bagi penentuan penspesiesan Microchiroptera dengan menggunakan kaedah morfologi, ekolokasi dan mtDNA. Spesies kompleks *Hipposideros* mempunyai

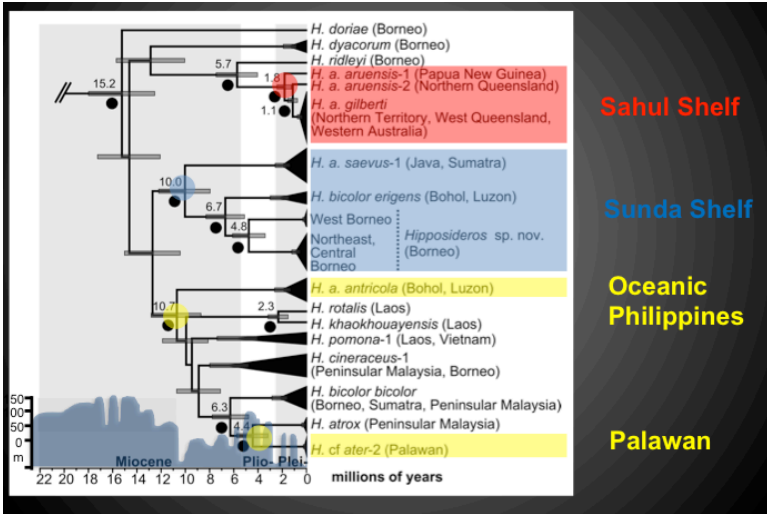


Rajah 30: Corak biogeografi *Myotis muricola* yang muncul di kawasan Pulau Jawa dan memasuki Borneo melalui Sungai Sunda Selatan kuno dan melalui Sumatera ke Tanah Melayu

kepelbagaian morfologi, struktur muka dan hidung (Rajah 31). Dalam kawasan Pentas Sunda terdapat satu spesies baharu dalam spesies kompleks *H. bicolor* yang diketahui melalui maklumat morfologi, suara ultra dan DNA yang terpisah daripada keturunan asal *bicolor* kira-kira dua juta tahun dahulu (Rajah 32). Hipotesis corak biogeografi kumpulan spesies *Hipposideros* ialah penyebaran semasa Miosen semasa paras air laut yang rendah. Spesies vicariance terjadi semasa kitaran air laut turun naik dalam Plestosen (Rajah 31). Dalam kumpulan *bicolor* filogeni terbaharu menunjukkan terdapat spesies baharu yang belum diketahui komuniti sains.



Rajah 31: Warna dan struktur morfologi daun hidung *H. ater*. A, B, C = Borneo; D = Sri Lanka; E = Luzon; F = Australia; G = Sulawesi; H = Jawa; I = Papua NG; J = Nicobar; L = Luzon (Gambar dan data oleh Dr. Faisal Ali Anwarali Khan)



Rajah 32: Filogeni *Hipposideros* menggunakan data DNA (Data oleh Faisal Ali Anwarali Khan)

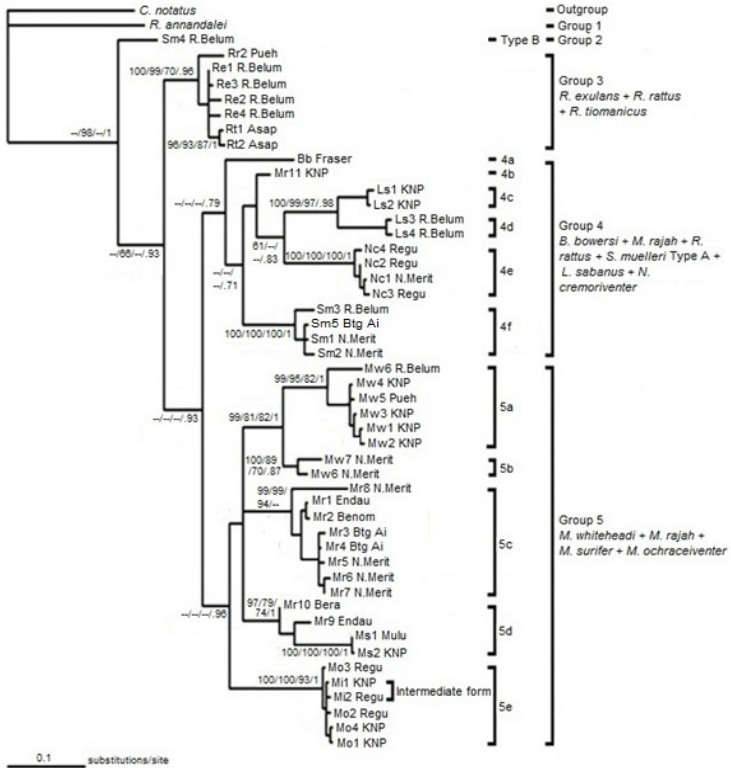
Pencirian DNA dan morfologi spesies *Kerivoula papillosa* oleh Hasan dan Abdullah (2009) serta Faisal *et al.*, (2010) juga telah menemui perbezaan yang ketera dan terdapat spesies yang baharu dalam kumpulan *papillosa* (Rajah 33 dan Rajah 34).



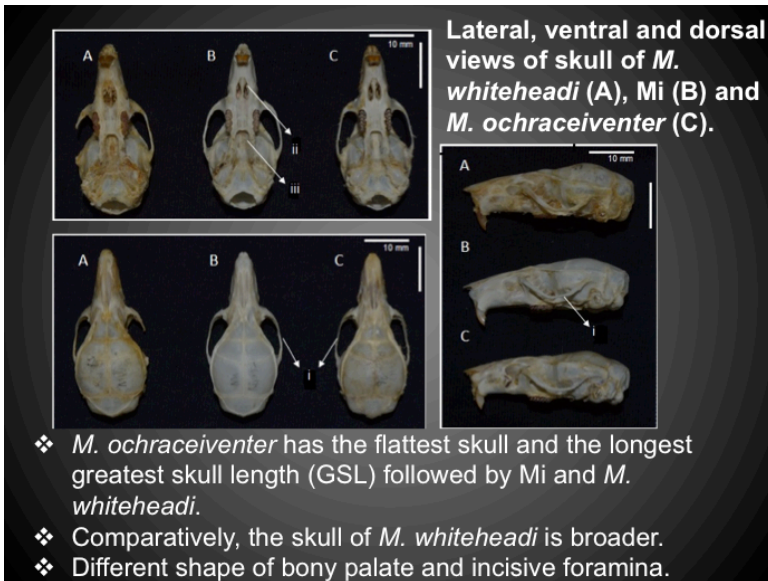
Rajah 33: Spesies krip *Kerivoula papillosa*

Penyiasatan melalui morfologi dan DNA bagi kumpulan spesies *Maxomys whiteheadi* oleh Aida dan Abdullah (2010) dan Achmadi *et al.*, (2013) telah juga menemui spesies krip di dalam

titisan *Maxomys* (Rajah 35 dan Rajah 36). Di dalam populasi *M. whiteheadi* yang seakan-akan serupa mempunyai min jarak genetik yang sangat tinggi hingga 11.37%.



Rajah 35: Spesies krip di dalam titisan *Maxomys*



Rajah 36: Ciri-ciri morfologi *Maxomys* berdasarkan Aida dan Abdullah (2010)

KESIMPULAN PENSPEKIESAN DAN KEPELBAGAIAN MAMALIA

Kaedah morfomatrik dan DNA telah berjaya memecah kebuntuan mengenai spesies krip dalam pelbagai titisan taxa mamalia. Perubahan morfologi yang tidak ketara pula boleh dirungkai melalui kaedah DNA. Konsep *vicariance* dan perubahan cuaca kuno boleh menerangkan mekanisme evolusi dan penspesiesan mamalia. Penemuan spesies genetik dan spesies morfologi telah berjaya meningkatkan kepelbagaian spesies mamalia di Malaysia (Jadual 5a dan 5b).

Ahli biologi perlu berani melihat disebalik sesuatu organisma untuk menemui spesies baharu yang berevolusi secara genetik, morfologi atau adaptasi dengan persekitaran (Rajah 37).

Walaupun bagaimanapun banyak spesies yang masih tiada maklumat, tidak diselidiki dan ada telah terancam kepupusan dalam masa terdekat ini (Rajah 5b). Khazanah warisan negara ini perlulah dipelihara untuk generasi masa hadapan.



Rajah 37: Spesies krip *Cynopterus brachyotis* bersama anak yang berevolusi kerana tekanan persekitaran dan interaksi dengan pemangsa (Gambar oleh Les S. Hall)

BAB 4

CABARAN PEMULIHARAAN MAMALIA

KEPENTINGAN MAMALIA

Mamalia ialah khazanah warisan nenek moyang yang telah diamanah kepada kita untuk menjaganya bagi generasi anak cucu kita di masa hadapan. Khazanah warisan Malaysia ini mempunyai peranan dan penting untuk perkhidmatan ekologi hutan tropika. Kepentingan mamalia sangat tinggi sebagai;

- i) agen pendebungaan tumbuhan hutan dan pertanian (tupai dan kelawar);
- ii) jurutera ekologi hutan tropika (contohnya babi hutan);
- iii) sumber makanan dan pakaian etnik atau traditional;
- iv) haiwan untuk pembawa beban dan pengangkutan;
- v) hiburan, mainan dan belaan (Lampiran 1);
- vi) pengawal biologi makhluk perosak;
- vii) penyelenggaraan dan penyebaran tumbuhan hutan; dan
- viii) penunjuk biologi untuk kesihatan ekosistem daratan dan akuatik.

Spesies kelawar pemakan madu sangat penting untuk pendebungaan buah durian dan pisang. Manakala pula spesies kelawar pemakan serangga ialah pengawal biologi yang sangat efisien mengawal populasi serangga perosak atau vektor pembawa penyakit. Babi hutan yang haram dimakan oleh orang Islam mempunyai fungsi ekosistem untuk menggemburkan tanah tanah semasa menyundul mencari cacing. Tanah yang digemburkan itu akan menjadi sangat subur untuk pokok di hutan membesar dengan

baik. Harimau belang dan harimau kumbang pula sangat penting untuk mengawal keseimbangan populasi babi hutan. Jika populasi babi terlalu banyak, kegiatannya boleh membawa kepada hakisan tanah dan kerosakan ekosistem hutan. Kehadiran spesies mamalia besar seperti gajah, seladang, badak, tenuk, beruang dan harimau adalah penunjuk biologi untuk menentukan hutan prima itu dalam keadaan yang terbaik kesihatan ekologiannya. Spesies kelawar (Rajah 38) yang tinggal di dalam gua yang tandus pula membawa tenaga melalui najis (guano) yang menghidupkan ekosistem gua. Spesies herbivor pula diperlukan sebagai pemangkas daun dan ranting tumbuhan untuk bercambah dan sebagai agen penyebaran tumbuhan dan buah-buahan ke tempat yang berjauhan daripada ibu pokok. Ketidakhadiran spesies herbivor atau pemangsa (karnivora) pula adalah sebagai penunjuk bahawa ekosistem hutan itu telah musnah (Rajah 39). Semua kerja penyelenggaraan ekosistem hutan ini telah dijalankan oleh banyak spesies mamalia setiap masa tanpa sebarang bayaran dan tanpa kita sedari.



Rajah 38: *Hipposideros cervinus albino* ini penting untuk mengawal serangga perosak (Gambar oleh Mohd Isham)



Rajah 39: Habitat sekitar Gunung Santubong yang indah ini telah kepupusan mamalia besar daratan. Spesies Orang Belanda terdapat di kawasan paya bakau

KEPUPUSAN MAMALIA

Umumnya, pemuliharaan mamalia di Malaysia hari ini sedang menghadapi cabaran yang sangat hebat kerana faktor-faktor yang memberi impak terhadap kepupusan mamalia seperti;

- i) pertumbuhan eksponen populasi manusia telah meningkatkan permintaan penggunaan sumber alam,
- ii) pembangunan tanah dan infrastruktur bagi menampung keperluan asas penduduk serta ekonomi telah menceroahi habitat asal mamalia,
- iii) pencemaran persekitaran daripada industri dan kenderaan telah merosakan habitat dan sumber makanan hidupan liar,
- iv) pengambilan atau penuaian sumber alam semulajadi yang berlebihan dan melebihi had daya muat membawa sehingga populasi haiwan mengalami kepupusan tempatan; dan

- v) kehadiran spesies invasif yang merosakan ekosistem semulajadi daratan dan akuatik.

Kegiatan antropogenik (Rajah 40a, b, c) telah menyebabkan perubahan mendadak kepada ekosistem akuatik, daratan dan atmosfera. Gangguan terhadap ekosistem telah merosakan niche haiwan dan sumber makanan. Pengeluaran gas rumah hijau telah menyebabkan kerosakan lapisan ozon yang telah meningkatkan radiasi serta kepanasan yang merubah iklim dunia. Pada masa kini kita berhadapan dengan iklim ekstrim seperti hujan lebat melampau yang membawa kepada bencana banjir besar dalam bulan November hingga Disember 2014 dan kemarau yang keterlaluan pada bulan Jun hingga September setiap tahun.

Semua faktor tersebut telah membawa kepada kepupusan mamalia di Malaysia. Di Semenanjung Malaysia, Badak Raya (*Rhinoceros sondaicus*), Badak Kerbau (*Dicerorhinus sumatrensis*) dan Banteng (*Bos javanicus*) telah pupus kerana pemburuan haram yang tidak terkawal. Perubahan cuaca kini adalah seperti perubahan cuaca semasa zaman kuno yang mengakibatkan kepupusan beberapa spesies mamalia (seperti *Manis palaeojavanicus* dan harimau di Sarawak). Kekurangan pengetahuan spesies yang terdapat di kanopi menyebabkan banyak spesies arbor kepupusan selepas pembalakan (Rajah 40a, b, c).



Rajah 40a: Kawasan tanah becak Setiu yang telah diterokai mempunyai biodiversiti haiwan yang sangat rendah



Rajah 40b: Pembalakan haram yang memusnahkan habitat dan nic mamalia di tanah becak Setiu



Rajah 40c: Kanopi hutan sangat tinggi biodiversiti haiwan. Pembalakan telah menyebabkan serpihan kanopi dan kepupusan spesies kanopi dan di udara

PERUNDANGAN, POLISI DAN GOVERNAN

Dalam Perlembagaan Malaysia, pentadbiran, pengurusan dan pemuliharaan fauna adalah di bawah senarai bersama yang membolehkan Kerajaan Persekutuan dan Kerajaan Negeri mengadakan perundangan yang berlainan. Pentadbiran hidupan liar serta habitatnya di Semenanjung Malaysia adalah di bawah Akta Konservasi Hidupan Liar 2010, di Sabah di bawah Enakmen Konservasi Hidupan Liar 1997 dan di Sarawak ialah Ordinan Perlindungan Hidupan Liar 1998. Perlindungan mamalia laut pula diletakkan di bawah Akta Perikanan 1985. Untuk perlindungan mamalia di peringkat antarabangsa, Malaysia telah memperakui konvensyen CITES. Akta Orang Asli 1954 (kaji semula 1974) pula membenarkan pengambilan sumber untuk kegunaan bagi kelangsungan kehidupan mereka. Di kawasan Taman Negara Mulu pula penduduk asli Penan dan Berawan dibenarkan mengambil binatang buruan untuk makanan dan bahan binaan rumah mereka.

Kawasan perlindungan hidupan liar yang terdiri daripada taman-taman negara, santuari dan rizab hidupan liar telah di gazetkan di Sabah, Sarawak dan Semenanjung. Kebanyakan kawasan perlindungan di Semenanjung telah dibangunkan semasa pentadbiran British. Kawasan Taman Negara di Pahang, Kelantan dan Terengganu telah diistihyarkan melalui Enakmen Taman Negara Kelantan 1938, Enakmen Taman Negara Pahang 1939 dan Enakmen Taman Negara Terengganu 1939. Kini banyak kawasan perlindungan dan rizab hidupan liar di negeri Pahang, Johor, Selangor dan Perak telah dikeluarkan untuk pembangunan pertanian, penempatan dan pembinaan padang golf.

Taman Negara Pulau Pinang merupakan satu-satunya kawasan perlindungan yang ditubuhkan menggunakan Akta Taman Negara 1980. Kawasan perlindungan hidupan liar banyak ditambah di negeri Sarawak dan Sabah sejak 30 tahun yang lalu.

Dalam jangka masa panjang, pemuliharaan mamalia di Malaysia saling berkait seperti peragaan dalam Rajah 42;

- i) memerlukan pemahaman fungsi biodiversiti dalam ekosistem;
- ii) integrasi persekitaran, sosio-budaya dengan penemuan ilmu;
- iii) polisi, perundangan dan governan yang baik;
- iv) sokongan badan bukan kerajaan dan swasta; dan
- v) sokongan dana dan pembangunan yang lestari.



Rajah 42: Peraga pemuliharaan mamalia di Malaysia

Pemikiran dan inisiatif baharu diperlukan untuk menyokong aktiviti pemuliharaan mamalia di Malaysia. Baru-baru ini pada 26 November 2015, Dr. Reuben Clements yang telah mengilhamkan

idea unik untuk bekerjasama dengan Tuan Mufti Negeri Terengganu untuk mengisytiharkan pemburuan tanpa permit itu adalah haram menurut Islam (Lampiran 2). Adalah diharap bahawa usaha murni ini akan diikuti oleh negeri-negeri lain di Malaysia kerana ramai pemburu haram ini adalah terdiri daripada orang-orang Islam. Pada 1 Mac 2016 pula Tuan Mufti Negeri Perlis telah mengisytiharkan fatwa baharu bahawa memusnahkan alam sekitar termasuk fauna dan flora itu adalah haram.

Perlindungan spesies dan habitatnya perlulah diselaraskan dengan kerjasama agensi yang lain. Akta Kualiti Alam Sekitar, Akta Perhutanan, Akta Perhutanan, Akta Taman Negara dan Akta Pemuliharaan Hidupan Liar perlu mempunyai peruntukan-peruntukan khas untuk membuat pampasan kewangan atau menyediakan habitat yang setara bagi pengurusan dan rehabilitasi populasi (Rajah 43) kerana kemusnahan habitat asal spesies mamalia terancam berkenaan.



Rajah 43a: Kawasan perlindungan Taman Negara Bako mempunyai spesies payung Orang Belanda yang sangat terancam



Rajah 43b: Tapir dalam kurungan di Zoo Kemaman yang sedang menghadapi kehilangan habitat asal tanah pamah

HALANGAN PENEMUAN DAN KEILMUAN

Bagi ahli pengkaji mamalia terdapat lapan halangan untuk penemuan ilmu baharu (Rajah 44). Cabaran pertama ialah ketiadaan ahli taxonomi mamalia tempatan yang boleh menulis diskripsi spesies (morfologi dan genetik) yang baru ditemui. Kerjaya seorang ahli taxonomi fauna hanya terdapat di universiti awam sahaja dan tidak menarik kepada ramai penyelidik kerana kerja yang tidak memberikan hasil yang cepat dan berimpak tinggi. Keduanya ialah keperluan untuk mendapatkan spesimen tip, holotip atau paratip daripada muzium di luar negara. Kebanyakan muzium ini akan mengenakan bayaran yuran pengecaman serta penggunaan spesimen yang sangat tinggi. Daripada pengalaman yang lepas Kementerian Pendidikan Malaysia dan universiti tidak menyediakan dana untuk ahli taxonomi menjelaskan pencirian spesies baharu dan perbandingan dengan holotip atau paratip kumpulan spesies berkaitan.



Rajah 44: Peraga halangan dalam penyelidikan mamalia di Malaysia (Abdullah, 2013)

Ketiganya, ketiadaan koleksi rujukan di Malaysia untuk semua spesimen daripada lokasi dan habitat yang berbeza-beza untuk kajian perbandingan yang mendalam. Koleksi yang terdapat di universiti adalah hasil sampingan daripada kerja penyelidikan. Pada masa kini juga terdapat suatu golongan ahli ekologi dan pegawai pelaksana yang mempunyai fahaman songsang dan sempit yang menentang pengutipan spesimen atau menuduh bahawa ahli taxonomi yang telah menjadi punca kepupusan mamalia yang tersimpan di dalam balang kaca. Muzium yang agong di dunia di London, Leiden dan Chicago telah mengumpul spesimen mamalia sejak beratus-ratus tahun daripada seluruh pelusuk dunia.

Keempatnya, kekurangan stesen penyelidikan persekitaran di lapangan yang mewakili setiap ekosistem di Malaysia. Contoh terbaik sebagai piawaian emas ialah Stesyen Penyelidikan Lembah Danum yang diuruskan oleh Yayasan Sabah dan Royal Society adalah model terbaik yang telah mengeluarkan ramai sarjana di peringkat PhD dan MSc. Di Taman Negara Bukit Lambir, Sarawak mempunyai stesen untuk kajian kanopi yang dikendalikan oleh Jabatan Perhutanan Sarawak dan Universiti Kyoto Jepun. Disebabkan kekurangan sokongan dana penyelidikan, maka ada stesen yang terbaik seperti di Pulau Bidong, Pulau Langkawi, Tasik Cini dan Batang Ai maka tiada ahli biologi atau pegawai penyelidik berpengalaman yang tetap sepenuh masa menjalankan penyelidikan jangka masa panjang secara berterusan. Seharusnya kita perlu mempunyai stesen yang beroperasi 24x7 di kawasan terumbu Spartley, pulau yang strategik di Selat Melaka, Tanah Tinggi Titiwangsa, Tanah Tinggi Bario dan Tasik Bera.

Kelimanya, kurang kefahaman mengenai konsep evolusi dan pemilihan semula jadi kerana jumud fikiran atau akan mencabar keimanan dan akidah sedangkan ilmu itu sebagai sumber untuk mendekatkan diri kita kepada Tuhan. Contohnya, terdapat ramai yang berfikir bahawa teori Darwin-Wallace mengatakan manusia itu berasal daripada monyet. Hakikatnya teori Darwin-Wallace itu masih gagal memberikan bukti yang sahih perubahan daripada satu takson kepada takson peralihan hingga menjadi beberapa takson baharu; atau dalam bahasa pasarnya ialah tiada manusia yang mempunyai sifat separa monyet; atau ikan bersifat separa katak.

Keenamnya, kurang kefahaman mengenai peraga vikarian dalam biogeografi mamalia seperti halangan penyebaran organisma (seperti sungai, laut atau peningkatan aras laut zaman kuno) atau jambatan tanah kuno yang merangsang penyebaran haiwan seperti batu loncatan dari Borneo ke Palawan hingga Mindano. Oleh itu

pelajar sering membuat pensampelan yang salah di suatu kawasan populasi panmatik dan tidak di kawasan lembah berlainan yang terpisah kerana pembentukan tanah tinggi.

Ketujuhnya ialah ketiadaan data perubahan ekologi semasa Galsier Akhir Maxima (GAM) serta perubahan kontemporari dalam 50 hingga 100 tahun yang lepas menyukarkan ahli biologi untuk membuat rumusan dan jangkaan yang baik mengenai impak persekitaran terhadap populasi haiwan.

Kelapannya, penyelidik masa kini perlulah mempunyai kepelbagaian pengetahuan dan kemahiran dengan penggunaan kaedah DNA untuk memahami ekologi dan evolusi. Ramai penyelidik hanya selesa menguasai satu bidang ilmu dan tidak dapat mengaitkan kepelbagaian data untuk membuat rumusan yang baik mengenai biodiversiti di Malaysia.

Akhirnya, ialah mengadakan sumber kewangan yang berkekalan untuk menjalankan penyelidikan asas kepelbagaian biologi. Cukai atau bayaran perkhidmatan ekosistem boleh dijana daripada pengguna air, penjanaan kuasa haidro, eko-pelancongan dan semua pengguna hutan tropika Malaysia.

Taksonomi haiwan berkisar kepada isu pengelasan organisma dan dengan ilmu sains baharu boleh membuat pencirian pengelasan menjadi lebih baik lagi. Dalam keghairahan bar-koding DNA dengan menggunakan gen COI, ramai ahli biologi telah menyalahgunakan ilmu hanya untuk tujuan memecahkan sesuatu takson menjadi beberapa takson yang baharu. Ada juga ahli taksonomi yang hanya memfokus kepada ciri terpilih dan kemudiannya menyatukan beberapa takson menjadi satu.

HARAPAN MASA HADAPAN

Taksonomi yang sah diperlukan untuk menentukan fungsi ekologi dan perkhidmatan ekosistem bagi takson berkaitan. Dalam kerangka bayaran untuk perkhidmatan ekosistem, berapakah yang perlu dibayar untuk pendebungaan oleh kelawar buah? Untuk perlindungan perkhidmatan biome hutan hujan tropika di Malaysia, dunia perlu membayar USD1,000/ha hutan (Abdullah & Latiff, 2015) berdasarkan anggaran kajian *willingness to pay* yang lepas.

Di masa hadapan, taksonomi sangat penting dalam bidang bioteknologi, genom, metagenom, kreativiti intelektual, muzium maya 3D dan pengesanan awalan perumah dan mikrob untuk penyakit berjangkit (Rajah 45). Setakat ini hanya kajian *Leptospira* sahaja yang telah berjaya membuat pencirian perumah yang menjumpai taksa baharu daripada spesies rodentia, primat dan carnivora (Sivaa *et al.*, 2011, 2013, 2014).



Rajah 45: Peraga taksonomi dan dunia masa hadapan (Abdullah *et al.*, 2013)

PELUANG DAN HARAPAN

Genom, metagenom, penemuan spesies baharu dan penemuan semula mamalia adalah peluang yang memberikan harapan yang sangat cerah dalam pemuliharaan mamalia di Malaysia.

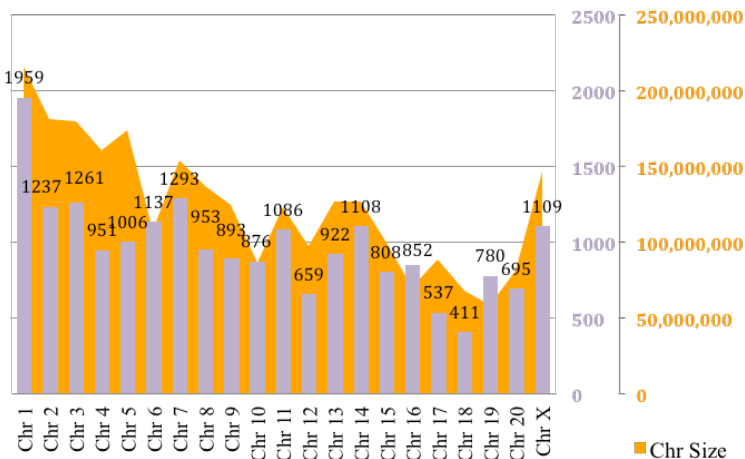
Dalam tahun 2012, Acmedi dan rakan-rakan telah berjaya mencirikan kumpulan spesies krip *Maxomys whiteheadi* yang terdapat di Kalimantan Timor dalam hutan paya gambut dan di Hutan Simpan Bukit Fraser di Pahang, Pulau Balambangan di Sabah dan Gua Jambusan di Sarawak. Spesies baharu rodentia ini yang dinamakan *M. tajuddinii* mempunyai taburan simpatrik dengan *M. whiteheadi*. Pada ketika ini Dr. Faisal Ali Anwarali Khan dan rakannya sedang mencirikan spesies baharu dalam spesies-kumpulan *Hipposideros*. Sementara itu, Dr. Reuben Clements dan rakannya telah menemui semula Serigala (*Coun alpinus*) berdasarkan rakaman perangkap kamera yang dipasang dalam hutan Tasik Kenyir (Rajah 46). Sebelum ini spesies tersebut tidak pernah dilihat sekian lama dan dianggap telah pupus dalam hutan hujan Malaysia.



Rajah 46: Serigala di kawasan hutan Tasik Kenyir (Gambar oleh Dr Reuben Clements)

Teknologi NGS yang menggunakan platform Illumina dan 454 Roche telah berjaya membuat penjujukan genom *Nasalis larvatus*, seekor Monyet Belanda bernama Charlie I, oleh dua orang pelajar PhD Nur Aida Md Tamrin dan Mohd Hanif (Jadual 6). Penjujukan sepanjang 2.67 Gb itu mengandungi 20,533 gen (Rajah 47) dan 14,635 gen apabila dibandingkan dengan data genom primat yang lain dengan sejumlah 119 gen berkongsi dengan manusia (21,297 gen) (Rajah 48). Genom ini sangat penting untuk kajian lanjutan mengenai persoalan mengapa *N. larvatus* boleh hidup di dalam ekosistem paya bakau yang mempunyai sumber makanan yang terhad dan keadaan persekitaran yang ekstrim.

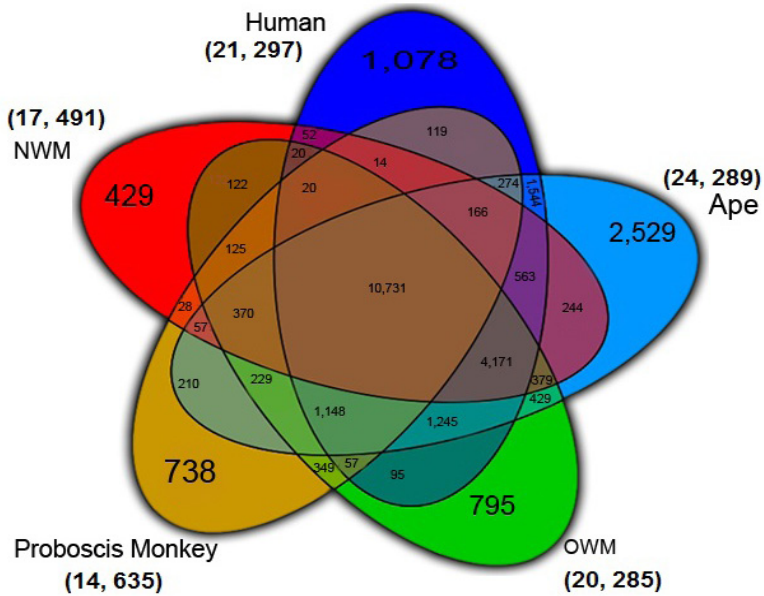
Kaedah metagenom dengan pengekstrakan semua DNA daripada komuniti mikrob dalam persekitaran boleh mencirikan fungsi gen dan laluan metabolisme. Bagi mikrobiota perut kelawar kita akan dapat mencirikan dan mengetahui spesies kelawar yang menggunakan pelbagai sumber dan mempromosi kepelbagaian chiroptera di Malaysia.



Rajah 47: Jumlah gen di dalam genom *Nasalis larvatus*

Jadual 6: Genom Orang Belanda (Data oleh Nur Aida Md Tamrin 2013)

Library type	Size, bp	Read length, bases	Raw reads				Qualified reads ¹					
			Total Read	Total Read, bases	Sequence coverage, x	Total Read	Total Read, bases	Sequence coverage, x				
Illumina Platform												
1a) Fragments*	180	~ 100	856.89 M	85.69 Gbp	32	632.47 M	63.25 Gbp	23.67				
2a) PE I	500	~ 100	2.13 T	212.65 Gbp	80	1.52 T	152.04 Gbp	56.89				
2b) PE II	700	~ 100	1.95 T	195.10 Gbp	73	1.51 T	151.29 Gbp	56.61				
2c) PE III	1, 000	~ 100	4.07 T	406.90 Gbp	152	2.67 T	267.04 Gbp	99.92				
3a) MP I	3, 000	~ 100	1.15 T	115.09 Gbp	43	824.15 M	82.41 Gbp	30.84				
3b) MP II	5, 000	~ 100	649.56 M	64.96 Gbp	24	454.81 M	45.48 Gbp	17.02				
		Total	10.80 T	1, 080 Gbp	404	7.61 T	761.51 Gbp	284.95				
454 Platform	~ 400 – 500	40 – 1.2k	45.50 M	15.91 Gbp	6	41.16 M	14.81 Gbp	5.54				
Grand Total			10.85 T	1, 096 Gbp	410	7.66 T	776.33 Gbp	290.5				



Rajah 48: Ciri-ciri genom *Nasalis larvatus* dan perbandingan dengan taxa primat yang lain (Data oleh Nur Aida Md Tamrin dan Mohd Hanif 2013)

SPESES PAYUNG

Setiap spesies mamalia dijadikan untuk memberi perkhidmatan ekologi kepada bumi ini. Konsep spesies payung, seperti Badak Kerbau, Kambing Gurun, Harimau Malaya, Monyet Belanda, Orang Hutan, Seladang, Gajah, Tenuk dan kelawar perlu diadakan di Malaysia. Pemuliharaan spesies payung ini akan memberikan perlindungan kepada semua spesies yang lain di dalam habitat dan ekosistem. Kelawar sangat penting untuk pengawalan serangga perosak atau vektor penyakit berjangkit. Spesies kelawar Megachiroptera pula penting untuk pendebungaan buah durian dan petai serta beratus spesies pokok yang bernilai komersial. Kelawar yang mendiami gua akan membawa tenaga dalam najis

bagi spesies invertebrate serta menghidupkan ekosistem gua. Babi hutan ialah jurutera ekologi untuk menggemburkan tanah supaya pohon mendapat nutrien dengan tanah yang gebu merangsangkan pertumbuhan. Badak Kerbau, Tapir dan Gajah pula sangat penting untuk penyebaran biji benih buah buahan daripada pohon ibu ke tempat yang berjauhan di dalam hutan rimba kita. Seladang dan rusa sambar juga penting untuk penyebaran rumput rumpai di kawasan ekoton hutan. Kambing Gurun pula sangat penting untuk membawa nutrien dalam najis untuk timbunan di lereng bukit batu kapur yang gersang. Monyet Belanda menjadi pemangkas pucuk untuk percambahan tangkai tumbuhan di kawasan ekosistem paya bakau.

Perlindungan Harimau Malaya akan memberikan keseimbangan kepada ekosistem hutan dengan mengawal populasi babi hutan yang ada. Jika harimau telah pupus, populasi babi hutan tidak terkawal lagi, aktiviti penggemburan tanah yang tidak terkawal itu akan menyebabkan hakisan dan kemusnahan hutan dan populasi yang berlebihan akan menyerang tanaman pertanian di kampung. Kepupusan harimau mengakibatkan ketidakseimbangan ekosistem dalam alam semulajadi negara ini. Kita juga akan hilang jati diri kerana harimau itu adalah untuk lambang kemegahan rasmi Kerajaan Persekutuan Malaysia dan maskot pasukan bola sepak Malaysia.

PENUTUP

Dalam syarahan perdana ini saya telah mengupas subjek yang paling sensitif mengenai evolusi dan sains biogeografi mamalia di Malaysia. Konsep jangka waktu dalam falsafah sains Islam telah diselaraskan dengan idea jangka masa geologi yang panjang bagi evolusi fizikal and biologi alam semesta ini. Seluruh kejadian alam,

fungsi dan perkhidmatan ekologi itu telah tersebut dalam surah-surah kitab suci Al Quran.

Maka semua hamparan dari langit, gunung ganang, pokok, burung dan unggas dijadikan untuk sujud kepadaNya. Beberapa aspek penspesiesan mamalia telah diterangkan daripada peringkat morfologi, DNA dan perilaku yang akhirnya akan meningkat bilangan kepelbagaian spesies dalam biome hutan hujan Malaysia.

Cabaran masa hadapan kita adalah untuk mengurangkan kehilangan habitat dan kepupusan mamalia terancam supaya fungsi serta perkhidmatan ekosistem itu akan terus berkekalan bagi kelestarian dunia dan keselesaan seluruh makhluk Tuhan di bumi yang bertuah ini. Manusia sebagai khalifah perlulah bijaksana dalam pengurusan ekosistem dan mamalia yang boleh dijadikan spesies payung yang terancam seperti Harimau Malaya, Monyet Belanda, Orang Hutan, Seladang, Gajah dan Tenuk untuk pemuliharaan spesies-spesies yang lain yang berada di dalam biome hutan hujan tropika. Kelangsungan kehidupan manusia di bumi ini bergantung kepada kebijaksanaan kita menguruskan kelestarian sumber alam semesta yang menjadi warisan negara kita. Yang menjadi ironinya ialah kita berbelanja besar untuk mencari organisma di khutub sedangkan kepelbagaian di belakang rumah sendiri masih tidak dapat ditentukan.

Tiada keadaan yang tidak mempunyai harapan kecuali kepada manusia yang tidak berusaha untuk membangunkan kelestarian sumber alam kita.

LAMPIRAN

Lampiran 1:

Gambar contoh mamalia liar yang sering ditangkap oleh orang Melayu dan Orang Asli untuk peliharaan, belaan atau dijual di kampung pinggiran hutan Terengganu.



Prionailurus bengalensis / Kucing batu
Ditangkap oleh golongan Orang Asli untuk dipelihara
(Gambar oleh Hasrul)



Macaca fascicularis / Monyet
Ditangkap oleh golongan Orang Asli untuk dipelihara
(Gambar oleh Hasrul)



Macaca nemestrina/ Beruk
Ditangkap oleh golongan Orang Asli untuk dipelihara dan dijual kepada pembeli atas permintaan
(Gambar oleh Hasrul)



Paradoxurus hermaphroditus/ Musang pandan
Ditangkap oleh golongan Orang Asli untuk dipelihara
(Gambar oleh Hasrul)



Hylobates lar/ Jebon
Ditangkap oleh golongan Orang Asli untuk dipelihara
(Gambar oleh Hasrul)



Hystrix brachyura/ Landak

Ditangkap oleh golongan Orang Asli menggunakan perangkap sangkar bagi tujuan dipelihara dan dijual. Selain itu, haiwan ini juga digunakan didalam perubatan tradisional
(Gambar oleh Hasrul)



Perangkap sangkar

Digunakan untuk menangkap landak, musang dan anak beruang matahari
(Gambar oleh Hasrul)

Lampiran 2:

Berita pengishtiharan memburu tanpa permit itu haram

Terengganu first to issue fatwa against wildlife poaching BY ADRIAN DAVID - 30 NOVEMBER 2015 @ 3:48 PM

KUALA BERANG: Terengganu became the first state in Malaysia to issue a fatwa against wildlife poaching, signifying its recognition that illegal hunting is 'haram' (forbidden). The fatwa was announced to over 500 local people at a fatwa and falak seminar organised by Terengganu's Mufti Department. The fatwa highlighted the tenets in Islam which called on Muslims to protect Allah's creations. Speaking on behalf of the organisers, Universiti Malaysia Terengganu's Associate Prof. Dr. Reuben Clements said that the Terengganu Fatwa Council, thus, recognized that hunting was 'haram' if it posed a threat to Malaysia's endangered biodiversity, as acknowledged by the relevant authorities. Another UMT expert, Prof. Datuk Dr. Mohd Tajuddin Abdullah said: "We hope that this fatwa can be replicated in other Malaysian states. "We need to improve awareness among Muslim communities on the impacts of illegal hunting on their own survival." At the seminar, Terengganu mufti Datuk Dr. Zulkifly Muda gave an impassioned plea on the importance of wildlife conservation in Islam. "I call on you, especially teachers and religious leaders, to continue educating the public about this fatwa. "I urge Muslims to stop all forms of hunting in general to prevent species extinction and to safeguard our environment," said Zulkifly. To report activities on illegal hunting, trading and possession of endangered wildlife, you can contact MYCAT Wildlife Crime Hotline (+60 19 356 4194 / report@malayantiger.net) or call the Perhilitan Care Line (1800 88 5151).



Camera trap pictures of Malayan Tiger. Pix courtesy of Perhilitan
(<http://www.nst.com.my/news/2015/11/114702/terengganu-first-issue-fatwa-against-wildlife-poaching>)

Jadual 5a: Senarai taksonomi spesies mamalia dan taburan di Semenanjung Malaysia, Sabah dan Sarawak (Sumber : Abdullah et al., (2013). GS = species genetic)

No	Order	Famili	Spesies	Nama Ingeris	S. Mal	Sbh	Swk
1	Erinaceomorpha	Erinaceidae	<i>Echinorex gymnura</i>	Moonrat	X	X	X
2	Erinaceomorpha	Erinaceidae	<i>Hylomys suillus</i>	Lesser Gymnure	X	X	X
3	Eulipotyphla	Talpidae	<i>Euroscaptor micrura</i>	Himalayan Mole	X		
4	Soricomorpha	Soricidae	<i>Suncus murinus</i>	House Shrew	X	X	X
5	Soricomorpha	Soricidae	<i>Suncus ater</i>	Black Shrew		X	
6	Soricomorpha	Soricidae	<i>Suncus etruscus</i>	White-toothed Pygmy Shrew	X		
7	Soricomorpha	Soricidae	<i>Suncus malayanus</i>	Malayan Pygmy Shrew	X	X	X
8	Soricomorpha	Soricidae	<i>Suncus hosei</i>	Bornean Pigmy Shrew		X	X
9	Soricomorpha	Soricidae	<i>Crocidura fuliginosa</i>	Southeast Asian Shrew	X	X	X
10	Soricomorpha	Soricidae	<i>Crocidura foetida</i>	Bornean Shrew		X	X
11	Soricomorpha	Soricidae	<i>Crocidura batuensis</i>	Kinabalu Shrew		X	
12	Soricomorpha	Soricidae	<i>Crocidura monticola</i>	Sunda Shrew	X	X	X
13	Soricomorpha	Soricidae	<i>Crocidura malayana</i>	Malayan Shrew	X		
14	Soricomorpha	Soricidae	<i>Crocidura negligens</i>	Peninsular Shrew	X		
15	Soricomorpha	Soricidae	<i>Crocidura attenuata</i>	Grey Shrew	X		
16	Soricomorpha	Soricidae	<i>Chimarrogale phaeura</i>	Bornean Water Shrew	X	X	X
17	Soricomorpha	Soricidae	<i>Chimarrogale himalayica</i>	Himalayan Water Shrew	X		
18	Scandentia	Ptilocercidae	<i>Ptilocercus lowii</i>	Pentail Treeshrew	X	X	X
19	Scandentia	Tupaiaidae	<i>Tupaia longipes</i>	Long Footed Treeshrew	X	X	X
20	Scandentia	Tupaiaidae	<i>Tupaia glis</i>	Common Treeshrew	X		
21	Scandentia	Tupaiaidae	<i>Tupaia glis</i> morphotype	Treeshrew	X		
22	Scandentia	Tupaiaidae	<i>Tupaia</i> - GS	Treeshrew	X		

No	Order	Famili	Species	Nama Ingeris	S. Mal	Sbh	Swk
23	Scandentia	Tupaiidae	<i>Tupaia montana</i>	Montain Treeshrew		X	X
24	Scandentia	Tupaiidae	<i>Tupaia minor</i>	Lesser Treeshrew	X	X	X
25	Scandentia	Tupaiidae	<i>Tupaia gracilis</i>	Slender Treeshrew		X	X
26	Scandentia	Tupaiidae	<i>Tupaia picta</i>	Painted Treeshrew		X	X
27	Scandentia	Tupaiidae	<i>Tupaia dorsalis</i>	Striped Treeshrew		X	X
28	Scandentia	Tupaiidae	<i>Tupaia tana</i>	Large Treeshrew		X	X
29	Scandentia	Tupaiidae	<i>Dendrogale melanura</i>	Bornean Smooth-Tailed Treeshrew		X	X
30	Dermoptera	Cynocephalidae	<i>Galeopterus variegatus</i>	Sunda Flying Lemur	X	X	X
31	Chiroptera	Pteropodidae	<i>Rousettus amplexicaudatus</i>	Geoffroy's Rousette	X	X	X
32	Chiroptera	Pteropodidae	<i>Rousettus spinalatus</i>	Bare-Backed Rousette		X	X
33	Chiroptera	Pteropodidae	<i>Rousettus leschenaultii</i>	Leschenault's Rousette	X		
34	Chiroptera	Pteropodidae	<i>Pteropus vampyrus</i>	Large Flying Fox	X	X	X
35	Chiroptera	Pteropodidae	<i>Pteropus hypomelanus</i>	Island Flying Fox	X	X	X
36	Chiroptera	Pteropodidae	<i>Cynopterus brachyotis</i> – GS, Small	Small Short-Nosed Fruit Bat	X	X	X
37	Chiroptera	Pteropodidae	<i>Cynopterus brachyotis</i> – GS, Large	Large Short-Nosed Fruit Bat	X	X	X
38	Chiroptera	Pteropodidae	<i>Cynopterus minutus</i>	Lesser Short-Nosed Fruit Bat		X	X
39	Chiroptera	Pteropodidae	<i>Cynopterus sphinx</i> - GS	Greater Short-Nosed Fruit Bat	X		
40	Chiroptera	Pteropodidae	<i>Cynopterus sphinx</i> - GS	Greater Short-Nosed Fruit Bat	X		
41	Chiroptera	Pteropodidae	<i>Cynopterus horsfieldii</i>	Horsfield's Fruit Bat	X	X	X
42	Chiroptera	Pteropodidae	<i>Penthetor lucasi</i> - GS	Forest Dusky Fruit Bat	X	X	X
43	Chiroptera	Pteropodidae	<i>Penthetor lucasi</i> - GS	Forest Dusky Fruit Bat	X	X	X
44	Chiroptera	Pteropodidae	<i>Megaerops ecaudatus</i>	Sunda Tailless Fruit Bat	X	X	X
45	Chiroptera	Pteropodidae	<i>Megaerops wetmorei</i>	White-Collared Fruit Bat	X	X	X
46	Chiroptera	Pteropodidae	<i>Dyacopterus spadiceus</i>	Dayak Fruit Bat	X	X	X

No	Order	Famili	Spesies	Nama Inggiteris	S. Mal	Sbh	Swk
47	Chiroptera	Pteropodidae	<i>Chironax melanocephalus</i>	Black-Capped Fruit Bat	X	X	X
48	Chiroptera	Pteropodidae	<i>Balionycteris maculata</i>	Spotted-Winged Fruit Bat	X	X	X
49	Chiroptera	Pteropodidae	<i>Balionycteris seimundi</i>	Large Spotted-Winged Fruit Bat	X		
50	Chiroptera	Pteropodidae	<i>Aethalops aequalis</i>	Borneo Fruit Bat		X	X
51	Chiroptera	Pteropodidae	<i>Aethalops alecto</i>	Pygmy Fruit Bat	X		
52	Chiroptera	Pteropodidae	<i>Eonycteris spelaea</i>	Cave Nectar Bat	X	X	X
53	Chiroptera	Pteropodidae	<i>Eonycteris major</i>	Greater Nectar Bat	X	X	X
54	Chiroptera	Pteropodidae	<i>Macroglossus minimus</i>	Long-Tongued Nectar Bat	X	X	X
55	Chiroptera	Pteropodidae	<i>Macroglossus sobrinus</i>	Hill Long-tongued Fruit Bat	X		
56	Chiroptera	Emballonuridae	<i>Emballonura alecto</i>	Greater Sheath-Tailed Bat	X	X	X
57	Chiroptera	Emballonuridae	<i>Emballonura monticola</i>	Lesser Sheath-Tailed Bat	X	X	X
58	Chiroptera	Emballonuridae	<i>Saccolaimus saccolaimus</i>	Pouched Tomb Bat	X	X	X
59	Chiroptera	Emballonuridae	<i>Taphozous melanopogon</i>	Black-Bearded Tomb Bat	X	X	X
60	Chiroptera	Emballonuridae	<i>Taphozous longimanus</i>	Long-Winged Tomb Bat	X	X	X
61	Chiroptera	Megadermatidae	<i>Megaderma spasma</i>	Lesser False Vampire	X	X	X
62	Chiroptera	Megadermatidae	<i>Megaderma lyra</i>	Greater False Vampire	X		
63	Chiroptera	Nycteridae	<i>Nycteris tragata</i>	Hollow-Faced Bat	X	X	X
64	Chiroptera	Rhinolophidae	<i>Rhinolophus borneensis</i>	Bornean Horseshoe Bat	X	X	X
65	Chiroptera	Rhinolophidae	<i>Rhinolophus pusillus</i>	Least Horseshoe Bat	X	X	
66	Chiroptera	Rhinolophidae	<i>Rhinolophus malayanus</i>	Malayan Horseshoe Bat	X		
67	Chiroptera	Rhinolophidae	<i>Rhinolophus arcuatus</i>	Arcuate Horseshoe Bat			X
68	Chiroptera	Rhinolophidae	<i>Rhinolophus acuminatus</i>	Acuminate Horseshoe Bat		X	X
69	Chiroptera	Rhinolophidae	<i>Rhinolophus macrotis</i>	Big-eared Horseshoe Bat	X		
70	Chiroptera	Rhinolophidae	<i>Rhinolophus robinsoni</i>	Peninsular Horseshoe Ba	X		
71	Chiroptera	Rhinolophidae	<i>Rhinolophus stheno</i>	Lesser Brown Horseshoe Bat	X		

No	Order	Famili	Spesies	Nama Ingggeris	S. Mal	Sbh	Swk
72	Chiroptera	Rhinolophidae	<i>Rhinolophus rufugens</i>	Glossy Horseshoe Bat	X		
73	Chiroptera	Rhinolophidae	<i>Rhinolophus affinis</i>	Intermediate Horseshoe Bat	X		X
74	Chiroptera	Rhinolophidae	<i>Rhinolophus creaghi</i>	Creagh's Horseshoe Bat		X	X
75	Chiroptera	Rhinolophidae	<i>Rhinolophus philippinensis</i>	Philippine Horseshoe Bat		X	X
76	Chiroptera	Rhinolophidae	<i>Rhinolophus trifoliatus</i>	Trefoil Horseshoe Bat	X	X	X
77	Chiroptera	Rhinolophidae	<i>Rhinolophus francisi</i>	Francis's Woolly Horseshoe Bat		X	
78	Chiroptera	Rhinolophidae	<i>Rhinolophus</i> sp (undescribed)	Hill Trefoil Horseshoe Bat	X	X	X
79	Chiroptera	Rhinolophidae	<i>Rhinolophus sedulus</i>	Lesser Woolly Horseshoe Bat		X	X
80	Chiroptera	Rhinolophidae	<i>Rhinolophus beddomei</i>	Beddome's Horseshoe Bat		X	X
81	Chiroptera	Rhinolophidae	<i>Rhinolophus luctus</i>	Great Woolly Horseshoe Bat	X	X	X
82	Chiroptera	Rhinolophidae	<i>Rhinolophus coelophyllus</i>	Croset Horseshoe Bat	X		
83	Chiroptera	Rhinolophidae	<i>Rhinolophus marshalli</i>	Marshall's Horseshoe Bat	X		
84	Chiroptera	Rhinolophidae	<i>Rhinolophus pearsonii</i>	Pearson's Horseshoe Bat	X		
85	Chiroptera	Rhinolophidae	<i>Rhinolophus shameli</i>	Shamel's Horseshoe Bat	X		
86	Chiroptera	Rhinolophidae	<i>Rhinolophus convexus</i>	Convex Horseshoe Bat	X		
87	Chiroptera	Rhinolophidae	<i>Rhinolophus chiewkweeae</i>	Chiew Kwee's Horseshoe Bat	X		
88	Chiroptera	Hipposideridae	<i>Hipposideros ater</i>	Dusky Roundleaf Bat	X	X	X
89	Chiroptera	Hipposideridae	<i>Hipposideros ater</i> - GS	Dusky Roundleaf Bat		X	X
90	Chiroptera	Hipposideridae	<i>Hipposideros bicolor</i>	Bicolor Roundleaf Bat	X	X	X
91	Chiroptera	Hipposideridae	<i>Hipposideros bicolor</i> 131 Khz	Bicolor Roundleaf Bat	X	X	X
92	Chiroptera	Hipposideridae	<i>Hipposideros bicolor</i> 142 Khz	Bicolor Roundleaf Bat	X	X	X
93	Chiroptera	Hipposideridae	<i>Hipposideros cineraceus</i>	Ashy Roundleaf Bat	X	X	X
94	Chiroptera	Hipposideridae	<i>Hipposideros dyacorum</i>	Dayak Roundleaf Bat	X	X	X
95	Chiroptera	Hipposideridae	<i>Hipposideros doriae</i>	Least Roundleaf		X	X
96	Chiroptera	Hipposideridae	<i>Hipposideros ridleyi</i>	Ridley's Roundleaf Bat		X	X

No	Order	Famili	Spesies	Nama Ingeris	S. Mal	Sbh	Swk
97	Chiroptera	Hipposideridae	<i>Hipposideros cervinus</i>	Fawn Roundleaf Bat	X	X	X
98	Chiroptera	Hipposideridae	<i>Hipposideros galeritus</i>	Cantor's Roundleaf Bat	X	X	X
99	Chiroptera	Hipposideridae	<i>Hipposideros coxi</i>	Cox's Roundleaf Bat			X
100	Chiroptera	Hipposideridae	<i>Hipposideros larvatus</i>	Intermediate Roundleaf Bat	X		X
101	Chiroptera	Hipposideridae	<i>Hipposideros diadema</i>	Diadem Roundleaf Bat	X	X	X
102	Chiroptera	Hipposideridae	<i>Hipposideros pratti</i>	Pratt's Roundleaf Bat	X		
103	Chiroptera	Hipposideridae	<i>Hipposideros armiger</i>	Great Roundleaf Bat	X		
104	Chiroptera	Hipposideridae	<i>Hipposideros lekaguli</i>	Large Asian Roundleaf Bat	X		
105	Chiroptera	Hipposideridae	<i>Hipposideros lylei</i>	Shield-faced Roundleaf Bat	X		
106	Chiroptera	Hipposideridae	<i>Hipposideros orbiculus</i>	Orbiculus Roundleaf Bat	X		
107	Chiroptera	Hipposideridae	<i>Hipposideros nequam</i>	Malayan Roundleaf Bat	X		
108	Chiroptera	Hipposideridae	<i>Hipposideros pomona</i>	Pomona Roundleaf Bat	X		
109	Chiroptera	Hipposideridae	<i>Hipposideros sabanus</i>	Lawas Roundleaf Horseshoe Bat	X	X	X
110	Chiroptera	Hipposideridae	<i>Coelops robinsoni</i>	Lesser Tailless Roundleaf Bat	X	X	X
111	Chiroptera	Hipposideridae	<i>Coelops irithii</i>	Tail-less Leaf-nosed Bat	X		
112	Chiroptera	Hipposideridae	<i>Aselliscus stoliczkanus</i>	Stoliczka's Trident Bat	X		
113	Chiroptera	Vespertilionidae	<i>Myotis muricola</i> - GS	Whiskered Myotis	X	X	X
114	Chiroptera	Vespertilionidae	<i>Myotis muricola</i> - GS	Whiskered Myotis	X	X	X
115	Chiroptera	Vespertilionidae	<i>Myotis ater</i>	Black Myotis	X	X	X
116	Chiroptera	Vespertilionidae	<i>Myotis borneensis</i>	Bornean Whiskered Myotis		X	X
117	Chiroptera	Vespertilionidae	<i>Myotis siligorensis</i>	Small-Toothed Myotis		X	
118	Chiroptera	Vespertilionidae	<i>Myotis ridleyi</i>	Ridley's Myotis	X	X	X
119	Chiroptera	Vespertilionidae	<i>Myotis horsfieldii</i>	Horsfield's Myotis	X	X	X
120	Chiroptera	Vespertilionidae	<i>Myotis hasseltii</i>	Hasselt's Large-Footed Myotis	X	X	X
121	Chiroptera	Vespertilionidae	<i>Myotis adversus</i>	Grey Large-Footed Myotis	X	X	

No	Order	Famili	Species	Nama Ingeris	S. Mal	Sbh	Swk
122	Chiroptera	Vespertilionidae	<i>Myotis macrotratus</i>	Pallid Large-Footed Myotis		X	X
123	Chiroptera	Vespertilionidae	<i>Myotis gomantongensis</i>	Gomantong Myotis		X	X
124	Chiroptera	Vespertilionidae	<i>Myotis hermani</i>	Herman's Myotis	X		
125	Chiroptera	Vespertilionidae	<i>Myotis montivagus</i>	Burmese Whiskered Myotis	X	X	
126	Chiroptera	Vespertilionidae	<i>Pipistrellus javanicus</i>	Javan Pipistrelle	X	X	X
127	Chiroptera	Vespertilionidae	<i>Pipistrellus tenuis</i>	Least Pipistrelle	X	X	X
128	Chiroptera	Vespertilionidae	<i>Pipistrellus ceylonicus</i>	Dark Brown Pipistrelle		X	
129	Chiroptera	Vespertilionidae	<i>Pipistrellus kitcheneri</i>	Red-Brown Pipistrelle		X	
130	Chiroptera	Vespertilionidae	<i>Pipistrellus imbricatus</i>	Brown Pipistrelle		X	X
131	Chiroptera	Vespertilionidae	<i>Pipistrellus vordermanni</i>	White-Winged Pipistrelle		X	
132	Chiroptera	Vespertilionidae	<i>Pipistrellus stenopterus</i>	Narrow-Winged Pipistrelle	X	X	X
133	Chiroptera	Vespertilionidae	<i>Pipistrellus macrotis</i>	Big-eared Pipistrelle	X		
134	Chiroptera	Vespertilionidae	<i>Falsistrellus petersi</i>	Wooly Pipistrelle		X	
135	Chiroptera	Vespertilionidae	<i>Arielulus cuprosus</i>	Coppery Pipistrelle		X	X
136	Chiroptera	Vespertilionidae	<i>Arielulus circumdatus</i>	Black Gilded Pipistrelle	X		
137	Chiroptera	Vespertilionidae	<i>Arielulus societatis</i>	Benum Pipistrelle	X		
138	Chiroptera	Vespertilionidae	<i>Glischropus tylopus</i>	Thick-Thumb Pipistrelle	X	X	X
139	Chiroptera	Vespertilionidae	<i>Philetor brachypterus</i>	Narrow-Winged Brown Bat	X		X
140	Chiroptera	Vespertilionidae	<i>Hesperoptenus doriae</i>	False Serotine	X		X
141	Chiroptera	Vespertilionidae	<i>Hesperoptenus blanfordi</i>	Least False Serotine	X	X	X
142	Chiroptera	Vespertilionidae	<i>Hesperoptenus tomesi</i>	Tomes' False Serotine	X	X	X
143	Chiroptera	Vespertilionidae	<i>Nyctalus noctula</i>	Noctule	X		
144	Chiroptera	Vespertilionidae	<i>Tylonycteris robustula</i>	Greater Bamboo Bat	X	X	X
145	Chiroptera	Vespertilionidae	<i>Tylonycteris pachypus</i>	Lesser Bamboo Bat	X	X	X
146	Chiroptera	Vespertilionidae	<i>Scotophilus kuhlii</i>	Yellow House Bat	X	X	

No	Order	Famili	Spesies	Nama Ingeris	S. Mal	Sbh	Swk
147	Chiroptera	Vespertilionidae	<i>Murina cyclothis</i>	Round-eared Tube-nosed Bat	X	X	X
148	Chiroptera	Vespertilionidae	<i>Murina peninsularis</i>			X	X
149	Chiroptera	Vespertilionidae	<i>Murina aenea</i>	Bronzed Tube-Nosed Bat	X	X	X
150	Chiroptera	Vespertilionidae	<i>Murina rozendaaali</i>	Gilded Tube-Nosed Bat	X	X	X
151	Chiroptera	Vespertilionidae	<i>Murina suilla</i>	Lesser Tube-Nosed Bat	X	X	X
152	Chiroptera	Vespertilionidae	<i>Murina huttoni</i>	Hutton's Tube-nosed Bat	X		
153	Chiroptera	Vespertilionidae	<i>Harpiocephalus mordax</i>	Greater Hairy-Winged Bat	X	X	
154	Chiroptera	Vespertilionidae	<i>Kerivoula flora</i>	Flores Woolly Bat		X	
155	Chiroptera	Vespertilionidae	<i>Kerivoula tenuis</i>	Indian Woolly Bat			
156	Chiroptera	Vespertilionidae	<i>Kerivoula papillosa</i> – GS, Small	Papillose Woolly Bat – Small	X	X	X
157	Chiroptera	Vespertilionidae	<i>Kerivoula papillosa</i> – GS, Large	Papillose Woolly Bat – Large	X		
158	Chiroptera	Vespertilionidae	<i>Kerivoula hardwickii</i>	Hardwicke's Woolly Bat	X	X	X
159	Chiroptera	Vespertilionidae	<i>Kerivoula pellucida</i>	Clear-Winged Woolly Bat	X	X	X
160	Chiroptera	Vespertilionidae	<i>Kerivoula intermedia</i>	Small Woolly Bat	X	X	X
161	Chiroptera	Vespertilionidae	<i>Kerivoula minuta</i>	Least Woolly Bat	X	X	X
162	Chiroptera	Vespertilionidae	<i>Kerivoula whiteheadi</i> - GS	Whitehead's Woolly Bat		X	X
163	Chiroptera	Vespertilionidae	<i>Kerivoula whiteheadi</i>	Whitehead's Woolly Bat	X		
164	Chiroptera	Vespertilionidae	<i>Kerivoula picta</i>	Painted Woolly Bat	X	X	X
165	Chiroptera	Vespertilionidae	<i>Kerivoula krauensis</i>	Krau Woolly Bat	X		
166	Chiroptera	Vespertilionidae	<i>Phoniscus jagori</i>	Frosted Groove-Toothed Bat	X	X	
167	Chiroptera	Vespertilionidae	<i>Phoniscus atrox</i>	Gilded Groove-Toothed Bat	X	X	
168	Chiroptera	Vespertilionidae	<i>Miniopterus magnater</i>	Large Bent-Winged Bat		X	X
169	Chiroptera	Vespertilionidae	<i>Miniopterus fuliginosus</i>	Eastern Bent-Winged Bat		X	X
170	Chiroptera	Vespertilionidae	<i>Miniopterus medius</i>	Medium Bent-Winged Bat	X	X	X
171	Chiroptera	Vespertilionidae	<i>Miniopterus paululus</i>	Philippine Long Fingered Bat		X	
172	Chiroptera	Vespertilionidae	<i>Miniopterus schreibersii</i>	Schreiber's Bent-winged Bat	X		

No	Order	Famili	Spesies	Nama Ingeris	S. Mal	Sbh	Swk
173	Chiroptera	Vespertilionidae	<i>Myotis australis</i>	Lesser Bent-Winged Bat		X	X
174	Chiroptera	Molossidae	<i>Cheiromeles torquatus</i>	Naked Bat	X	X	X
175	Chiroptera	Molossidae	<i>Mops mops</i>	Sunda Free-Tailed Bat	X	X	X
176	Chiroptera	Molossidae	<i>Chaerephon johorensis</i>	Johore Wrinkle Lipped Bat	X	X	X
177	Chiroptera	Molossidae	<i>Chaerephon plicata</i>	Wrinkle-Lipped Bat	X	X	X
178	Chiroptera	Molossidae	<i>Otomops</i> sp*		X		
179	Primates	Loridae	<i>Nycticebus menagensis</i>	Bornean Slow Loris	X	X	X
180	Primates	Tarsiidae	<i>Tarsius bancanus</i>	Western Tarsier	X	X	X
181	Primates	Cercopithecidae	<i>Presbytis hosei</i>	Hose's Langur	X	X	X
182	Primates	Cercopithecidae	<i>Presbytis rubicunda</i>	Maroon Langur	X	X	X
183	Primates	Cercopithecidae	<i>Presbytis frontata</i>	White-Fronted Langur			
184	Primates	Cercopithecidae	<i>Presbytis chrysomelas</i>	Bornean Banded Langur	X	X	X
185	Primates	Cercopithecidae	<i>Trachypithecus cristatus</i>	Silvered Langur	X	X	X
186	Primates	Cercopithecidae	<i>Macaca fascicularis</i>	Long-Tailed Macaque	X	X	X
187	Primates	Cercopithecidae	<i>Macaca nemestrina</i>	Pig-Tailed Macaque	X	X	X
188	Primates	Cercopithecidae	<i>Macaca arctoides</i>	Stump-tailed Macaque	X		
189	Primates	Cercopithecidae	<i>Symphalangus syndactylus</i>	Siamang	X		
190	Primates	Cercopithecidae	<i>Hylobates lar</i>	White-handed Gibbon	X		
191	Primates	Cercopithecidae	<i>Hylobates agilis</i>	Agile Gibbon	X		
192	Primates	Cercopithecidae	<i>Hylobates muelleri</i>	Bornean Gibbon		X	X
193	Primates	Cercopithecidae	<i>Hylobates albibarbis</i>	Bornean White-bearded Gibbon			
194	Primates	Cercopithecidae	<i>Nasalis larvatus</i>	Proboscis Monkey	X	X	X
195	Primates	Homonidae	<i>Pongo pygmaeus</i>	Orang-Utan		X	X
196	Pholidota	Manidae	<i>Manis javanica</i>	Pangolin	X	X	X
197	Rodentia	Sciuridae	<i>Ratufa affinis</i>	Giant Squirrel	X	X	X
198	Rodentia	Sciuridae	<i>Ratufa bicolor</i>	Black Giant Squirrel			X

No	Order	Famili	Spesies	Nama Ingeris	S. Mal	Sbh	Swk
199	Rodentia	Sciuridae	<i>Callosciurus prevostii</i>	Prevost's Squirrel	X	X	X
200	Rodentia	Sciuridae	<i>Callosciurus baluensis</i>	Kinabalu Squirrel		X	X
201	Rodentia	Sciuridae	<i>Callosciurus notatus</i>	Plantain Squirrel		X	X
202	Rodentia	Sciuridae	<i>Callosciurus adamsi</i>	Ear-Spot Squirrel		X	X
203	Rodentia	Sciuridae	<i>Callosciurus orestes</i>	Bornean Black-Banded Squirrel		X	X
204	Rodentia	Sciuridae	<i>Callosciurus nigrovittatus</i>	Black-striped Squirrel	X		
205	Rodentia	Sciuridae	<i>Callosciurus finlaysonii</i>	Finlayson's Squirrel	X		
206	Rodentia	Sciuridae	<i>Callosciurus flavimaus</i>	Belly-banded Squirrel	X		
207	Rodentia	Sciuridae	<i>Sundasciurus hippurus</i>	Horse-Tailed Squirrel	X	X	X
208	Rodentia	Sciuridae	<i>Sundasciurus lowii</i>	Low's Squirrel	X	X	X
209	Rodentia	Sciuridae	<i>Sundasciurus tenuis</i>	Slender Squirrel	X	X	X
210	Rodentia	Sciuridae	<i>Sundasciurus jentinki</i>	Jentink's Squirrel		X	
211	Rodentia	Sciuridae	<i>Sundasciurus brookei</i>	Brooke's Squirrel		X	X
212	Rodentia	Sciuridae	<i>Glyphotes simus</i>	Red-Bellied Sculptor Squirrel		X	X
213	Rodentia	Sciuridae	<i>Tamias maclellandii</i>	Himalayan Striped Squirrel	X		
214	Rodentia	Sciuridae	<i>Lariscus insignis</i>	Three-Striped Ground Squirrel	X	X	X
215	Rodentia	Sciuridae	<i>Lariscus hosei</i>	Four-Striped Ground Squirrel		X	X
216	Rodentia	Sciuridae	<i>Dremomys everetti</i>	Bornean Mountain Ground Squirrel		X	X
217	Rodentia	Sciuridae	<i>Dremomys rufigenis</i>	Asian Red-cheeked Squirrel	X		
218	Rodentia	Sciuridae	<i>Rhinosciurus laticaudatus</i>	Shrew-Faced Ground Squirrel	X	X	X
219	Rodentia	Sciuridae	<i>Nannosciurus melanotis</i>	Black-Eared Pigmy Squirrel		X	X
220	Rodentia	Sciuridae	<i>Exilisciurus exilis</i>	Plain Pigmy Squirrel		X	X
221	Rodentia	Sciuridae	<i>Exilisciurus whiteheadi</i>	Whitehead's Pigmy Squirrel		X	X
222	Rodentia	Sciuridae	<i>Rheithrosciurus macrotis</i>	Tufted Ground Squirrel		X	X
223	Rodentia	Sciuridae	<i>Petaurillus kinlochii</i>	Selangor Pygmy Flying Squirrel	X		
224	Rodentia	Sciuridae	<i>Petaurillus hosei</i>	Hose's Pigmy Flying Squirrel		X	X

No	Order	Famili	Spesies	Nama Ingeris	S. Mal	Sbh	Swk
225	Rodentia	Sciuridae	<i>Petaurillus emiliae</i>	Lesser Pigmy Flying Squirrel			X
226	Rodentia	Sciuridae	<i>Iomys horsfieldii</i>	Horsfield's Flying Squirrel	X	X	X
227	Rodentia	Sciuridae	<i>Aeromys tephromelas</i>	Black Flying Squirrel	X	X	X
228	Rodentia	Sciuridae	<i>Aeromys thomasi</i>	Thomas's Flying Squirrel		X	X
229	Rodentia	Sciuridae	<i>Petinomys genibarbis</i>	Whiskered Flying Squirrel	X	X	X
230	Rodentia	Sciuridae	<i>Petinomys sagitta</i>	Arrow Flying Squirrel		X	X
231	Rodentia	Sciuridae	<i>Petinomys setosus</i>	Temminck's Flying Squirrel	X	X	X
232	Rodentia	Sciuridae	<i>Petinomys vordermanni</i>	Vordermann's Flying Squirrel	X	X	X
233	Rodentia	Sciuridae	<i>Hylomys leptodus</i>	Grey-Cheeked Flying Squirrel	X	X	X
234	Rodentia	Sciuridae	<i>Hylomys spadiceus</i>	Red-Cheeked Flying Squirrel	X	X	X
235	Rodentia	Sciuridae	<i>Pteromyscus pulverulentus</i>	Smoky Flying Squirrel	X	X	X
236	Rodentia	Sciuridae	<i>Petaurista pelaurista</i>	Red Giant Flying Squirrel	X	X	X
237	Rodentia	Sciuridae	<i>Petaurista elegans</i>	Spotted Giant Flying Squirrel	X	X	X
238	Rodentia	Muridae	<i>Rattus rattus</i>	House Rat	X	X	X
239	Rodentia	Muridae	<i>Rattus tiomanicus</i>	Malaysian Field Rat	X	X	X
240	Rodentia	Muridae	<i>Rattus argentiventer</i>	Ricefield Rat	X	X	X
241	Rodentia	Muridae	<i>Rattus baluensis</i>	Summit Rat		X	
242	Rodentia	Muridae	<i>Rattus exulans</i>	Polynesia Rat	X	X	X
243	Rodentia	Muridae	<i>Rattus norvegicus</i>	Norway Rat	X	X	X
244	Rodentia	Muridae	<i>Rattus annandalei</i>	Annandale's Rat	X		
245	Rodentia	Muridae	<i>Sundamys muelleri</i>	Muller's Rat	X	X	X
246	Rodentia	Muridae	<i>Sundamys infraluteus</i>	Mountain Giant Rat		X	X
247	Rodentia	Muridae	<i>Berylmys bowersi</i>	Bower's Rat	X		
248	Rodentia	Muridae	<i>Niviventer cremoriventer</i>	Dark-tailed Rat	X	X	X
249	Rodentia	Muridae	<i>Niviventer rapit</i>	Long-tailed Mountain Rat	X	X	X

No	Order	Famili	Spesies	Nama Ingeris	S. Mal	Sbh	Swk
250	Rodentia	Muridae	<i>Niviventer cameroni</i>	Cameron Highlands Niviventer	X		
251	Rodentia	Muridae	<i>Maxomys rajah</i>	Brown Spiny Rat	X	X	X
252	Rodentia	Muridae	<i>Maxomys surifer</i>	Red Spiny Rat	X	X	X
253	Rodentia	Muridae	<i>Maxomys alicicola</i>	Mountain Spiny Rat		X	
254	Rodentia	Muridae	<i>Maxomys ochraceiventer</i>	Chestnut-Bellied Spiny Rat		X	X
255	Rodentia	Muridae	<i>Maxomys baeodon</i>	Small Spiny Rat		X	X
256	Rodentia	Muridae	<i>Maxomys inas</i>	Malayan Mountain Spiny Rat	X		
257	Rodentia	Muridae	<i>Maxomys whiteheadi</i>	Whitehead's Rat	X	X	X
258	Rodentia	Muridae	<i>Maxomys tajuddinii</i>	Tajuddin's Spiny Rat		X	X
259	Rodentia	Muridae	<i>Maxomys Genetic Sp</i>	New genetic species	X		
260	Rodentia	Muridae	<i>Leopoldamys sabanus</i>	Long-tailed Giant Rat	X	X	X
261	Rodentia	Muridae	<i>Leopoldamys edwardsi</i>	Edward's Rat	X		
262	Rodentia	Muridae	<i>Lenothrix canus</i>	Grey Tree Rat	X	X	X
263	Rodentia	Muridae	<i>Mus musculus</i>	Asian House Rat	X	X	X
264	Rodentia	Muridae	<i>Mus caroli</i>	Ricefield Mouse	X		
265	Rodentia	Muridae	<i>Chirodomys major</i>	Large Pencil-Tailed Tree-Mouse		X	X
266	Rodentia	Muridae	<i>Chirodomys muroides</i>	Grey-Bellied Pencil-Tailed Tree-Mouse		X	
267	Rodentia	Muridae	<i>Chirodomys pusillus</i>	Lesser Pencil-tailed Tree Mouse		X	X
268	Rodentia	Muridae	<i>Chirodomys gliroides</i>	Pencil-tailed Tree Mouse	X		
269	Rodentia	Muridae	<i>Haeromys margaretae</i>	Ranee Mouse		X	X
270	Rodentia	Muridae	<i>Haeromys pusillus</i>	Sundaic Haeromys		X	X
271	Rodentia	Muridae	<i>Hapalomys longicaudatus</i>	Marmoset Rat	X		
272	Rodentia	Muridae	<i>Pithecheirus melanura</i>	Monkey-footed Rat	X		
273	Rodentia	Muridae	<i>Pithecheirops otion</i>	Bornean Pithecheirops	X		X
274	Rodentia	Muridae	<i>Bandicota indica</i>	Greater Bandicoot Rat	X		

No	Order	Famili	Spesies	Nama Ingeris	S. Mal	Sbh	Swk
275	Rodentia	Muridae	<i>Bandicota bengalensis</i>	Lesser Bandicoot Rat	X		
276	Rodentia	Spalacidae	<i>Rhizomys sumatrensis</i>	Large Bamboo Rat	X		
277	Rodentia	Spalacidae	<i>Rhizomys pruinosus</i>	Hoary Bamboo Rat	X		
278	Rodentia	Hystriidae	<i>Trichys fasciculata</i>	Long-tailed Porcupine	X	X	X
279	Rodentia	Hystriidae	<i>Hystrix brachyura</i>	Common Porcupine	X	X	X
280	Rodentia	Hystriidae	<i>Hystrix crassispinis</i>	Thick-spined Porcupine	X	X	X
281	Rodentia	Hystriidae	<i>Atherurus macrourus</i>	Asiatic Brush-tailed Porcupine	X		
282	Carnivora	Canidae	<i>Cuon alpinus</i>	Wild Dog	X		
283	Carnivora	Canidae	<i>Canis lupus familiaris</i>	Domestic Dog	X	X	X
284	Carnivora	Ursidae	<i>Helarctos malayanus</i>	Sun Bear	X	X	X
285	Carnivora	Mustelidae	<i>Arctonyx collaris</i>	Hog Badger	X		
286	Carnivora	Mustelidae	<i>Martes flavigula</i>	Yellow-Throated Marten	X	X	X
287	Carnivora	Mustelidae	<i>Mustela nudipes</i>	Malay Weasel	X	X	X
288	Carnivora	Mustelidae	<i>Melogale everetti</i>	Ferret-Badger		X	
289	Carnivora	Mustelidae	<i>Mydaus javanensis</i>	Malaya Badger		X	X
290	Carnivora	Mustelidae	<i>Lutra sumatrana</i>	Hairy-Nosed Otter	X	X	X
291	Carnivora	Mustelidae	<i>Lutra lutra</i>	Eurasian Otter	X		
292	Carnivora	Mustelidae	<i>Lutrogale perspicillata</i>	Smooth-Coated Otter	X	X	
293	Carnivora	Mustelidae	<i>Aonyx cinerea</i>	Oriental Small-Clawed Otter	X	X	X
294	Carnivora	Viverridae	<i>Viverra zibetha</i>	Malay Civet	X	X	X
295	Carnivora	Viverridae	<i>Viverra tangalunga</i>	Large Indian Civet	X		
296	Carnivora	Viverridae	<i>Viverra megaspila</i>	Large Spotted Civet	X		
297	Carnivora	Viverridae	<i>Viverrica indica</i>	Small Indian Civet	X		
298	Carnivora	Viverridae	<i>Prionodon linsang</i>	Banded Linsang	X	X	X
299	Carnivora	Viverridae	<i>Paradoxurus hermaphroditus</i>	Common Palm Civet	X	X	X

No	Order	Famili	Spesies	Nama Ingeris	S. Mal	Sbh	Swk
300	Carnivora	Viverridae	<i>Paguma larvata</i>	Masked Palm Civet	X	X	X
301	Carnivora	Viverridae	<i>Arctictis binturong</i>	Bearcat	X	X	X
302	Carnivora	Viverridae	<i>Arctogalidia trivirgata</i>	Small-Toothed Palm Civet	X	X	X
303	Carnivora	Viverridae	<i>Hemigalus derbyanus</i>	Banded Palm Civet	X	X	X
304	Carnivora	Viverridae	<i>Diplogale hosei</i>	Hose's Civet	X	X	X
305	Carnivora	Viverridae	<i>Cynogale bennettii</i>	Otter-Civet	X	X	X
306	Carnivora	Viverridae	<i>Herpestes brachyurus</i>	Short-Tailed Mongoose	X	X	X
307	Carnivora	Viverridae	<i>Herpestes edwardsii</i>	Indian Grey Mongoose	X	X	X
308	Carnivora	Viverridae	<i>Herpestes urva</i>	Grab-eating Mongoose	X	X	X
309	Carnivora	Viverridae	<i>Herpestes javanicus</i>	Javan Mongoose	X	X	X
310	Carnivora	Viverridae	<i>Herpestes semitorquatus</i>	Collared Mongoose	X	X	X
311	Carnivora	Viverridae	<i>Herpestes hosei</i>	Hose's Mongoose	X	X	X
312	Carnivora	Felidae	<i>Panthera tigris</i>	Malayan Tiger	X	X	X
313	Carnivora	Felidae	<i>Panthera pardus</i>	Clouded Leopard	X	X	X
314	Carnivora	Felidae	<i>Neofelis diardi</i>	Sunda Clouded Leopard	X	X	X
315	Carnivora	Felidae	<i>Pardofelis temminckii</i>	Golden Cat	X	X	X
316	Carnivora	Felidae	<i>Pardofelis marmorata</i>	Marbled Cat	X	X	X
317	Carnivora	Felidae	<i>Pardofelis badia</i>	Bay Cat	X	X	X
318	Carnivora	Felidae	<i>Prionailurus planiceps</i>	Flat-Headed Cat	X	X	X
319	Carnivora	Felidae	<i>Prionailurus bengalensis</i>	Leopard Cat	X	X	X
320	Carnivora	Felidae	<i>Prionailurus viverrina</i>	Fishing cat	X	X	X
321	Carnivora	Felidae	<i>Felis catus</i>	Domestic Cat	X	X	X
322	Cetartiodactyla	Balaenopteridae	<i>Balaenoptera musculus</i>	Blue Whale	X	X	X
323	Cetartiodactyla	Balaenopteridae	<i>Balaenoptera physalus</i>	Fin Whale	X	X	X
324	Cetartiodactyla	Balaenopteridae	<i>Balaenoptera borealis</i>	Sei Whale	X	X	X

No	Order	Famili	Spesies	Nama Ingeris	S. Mal	Sbh	Swk
325	Cetartiodactyla	Balaenopteridae	<i>Balaenoptera edeni</i>	Bryde's Whale		X	X
326	Cetartiodactyla	Balaenopteridae	<i>Balaenoptera acutorostrata</i>	Common Minke Whale		X	X
327	Cetartiodactyla	Balaenopteridae	<i>Balaenoptera brydei</i>	Common Bryde's Whale	X		
328	Cetartiodactyla	Balaenopteridae	<i>Balaenoptera omurai</i>	Omura's Whale	X		
329	Cetartiodactyla	Balaenopteridae	<i>Megaptera novaeangliae</i>	Humpback Whale		X	X
330	Cetartiodactyla	Physeteridae	<i>Physeter macrocephalus</i>	Sperm Whale		X	X
331	Cetartiodactyla	Physeteridae	<i>Kogia breviceps</i>	Pigmy Sperm Whale		X	X
332	Cetartiodactyla	Physeteridae	<i>Kogia sima</i>	Dwarf Sperm Whale		X	X
333	Cetartiodactyla	Ziphiidae	<i>Ziphius cavirostris</i>	Cuvier's Beak Whale		X	X
334	Cetartiodactyla	Ziphiidae	<i>Indopacetus pacificus</i>	Tropical Bottlenose Whale		X	X
335	Cetartiodactyla	Ziphiidae	<i>Mesoplodon densirostris</i>	Blainville's Beaked Whale		X	X
336	Cetartiodactyla	Ziphiidae	<i>Mesoplodon ginkgodens</i>	Ginkgo-Toothed Beaked Whale		X	X
337	Cetartiodactyla	Delphinidae	<i>Orcaella brevirostris</i>	Irawaddy Dolphin	X	X	X
338	Cetartiodactyla	Delphinidae	<i>Peponocephala electra</i>	Melon-Headed Whale	X	X	X
339	Cetartiodactyla	Delphinidae	<i>Feresa attenuata</i>	Pigmy Killer Whale	X	X	X
340	Cetartiodactyla	Delphinidae	<i>Pseudorca crassidens</i>	False Killer Whale	X	X	X
341	Cetartiodactyla	Delphinidae	<i>Orcinus orca</i>	Killer Whale		X	X
342	Cetartiodactyla	Delphinidae	<i>Globicephala macrorhynchus</i>	Short-Finned Pilot Whale	X	X	X
343	Cetartiodactyla	Delphinidae	<i>Steno bredanensis</i>	Rough-Toothed Dolphin		X	X
344	Cetartiodactyla	Delphinidae	<i>Sousa chinensis</i>	Indo-Pacific Hump-Backed Dolphin		X	X
345	Cetartiodactyla	Delphinidae	<i>Lagenodelphis hosei</i>	Fraser's Dolphin		X	X
346	Cetartiodactyla	Delphinidae	<i>Tursiops aduncus</i>	Indo-Pacific Bottlenose Dolphin	X	X	X
347	Cetartiodactyla	Delphinidae	<i>Tursiops truncatus</i>	Bottlenose Dolphin		X	X
348	Cetartiodactyla	Delphinidae	<i>Delphinus capensis</i>	Long-beaked Common Dolphin	X		
349	Cetartiodactyla	Delphinidae	<i>Grampus griseus</i>	Risso's Dolphin		X	X

No	Order	Famili	Spesies	Nama Ingggeris	S. Mal	Sbh	Swk
350	Cetartiodactyla	Delphinidae	<i>Stenella attenuata</i>	Spotted Dolphin	X	X	X
351	Cetartiodactyla	Delphinidae	<i>Stenella coeruleoalba</i>	Striped Dolphin	X	X	X
352	Cetartiodactyla	Delphinidae	<i>Stenella longirostris</i>	Long-Snouted Spinner Dolphin	X	X	X
353	Cetartiodactyla	Phocoenidae	<i>Neophocaena phocaenoides</i>	Finless Porpoise	X	X	X
354	Cetartiodactyla	Suidae	<i>Sus barbatus</i>	Bearded Pig	X	X	X
355	Cetartiodactyla	Suidae	<i>Sus scrofa</i>	Wild Pig	X		
356	Cetartiodactyla	Tragulidae	<i>Tragulus javanicus</i>	Javan Mouse-Deer	X	X	X
357	Cetartiodactyla	Tragulidae	<i>Tragulus napu</i>	Greater Mouse-Deer	X	X	X
358	Cetartiodactyla	Tragulidae	<i>Tragulus kanchil</i>	Lesser Mousedeer	X	X	X
359	Cetartiodactyla	Cervidae	<i>Muntiacus muntjak</i>	Red Muntjac	X	X	X
360	Cetartiodactyla	Cervidae	<i>Muntiacus atherodes</i>	Bornean Yellow Muntjac	X	X	X
361	Cetartiodactyla	Cervidae	<i>Rusa unicorn</i>	Sambar Deer	X	X	X
362	Cetartiodactyla	Bovidae	<i>Bos gaurus</i>	Seladang	X		
363	Cetartiodactyla	Bovidae	<i>Bos javanicus</i>	Tembadau	X	X	
364	Cetartiodactyla	Bovidae	<i>Bos taurus</i>	Domestic Cattle	X	X	X
365	Cetartiodactyla	Bovidae	<i>Capricornis sumatraensis</i>	Serow	X		
366	Cetartiodactyla	Bovidae	<i>Bubalus bubalis</i>	Water Buffalo	X	X	X
367	Cetartiodactyla	Bovidae	<i>Capra hircus</i>	Domestic Goat	X	X	X
368	Sirenia	Dugongidae	<i>Dugong dugon</i>	Dugong	X	X	X
369	Proboscidae	Elephantidae	<i>Elephas maximus</i>	Pygmy Elephant	X	X	X
370	Perissodactyla	Tapiridae	<i>Tapirus indicus</i>	Malayan Tapir	X	X	
371	Perissodactyla	Rhinocerotidae	<i>Rhinoceros sondaicus</i>	Javan Rhinoceros	X		
372	Perissodactyla	Rhinocerotidae	<i>Dicerorhinus sumatrensis</i>	Sumatran Rhinoceros	X	X	

* Source: Juliana Senawi et al., (2007). Expedition Highlight. Malaysian Forester. 70(2).

Jadual 5b: Status spesies mamalia yang kepupusan (EX) dan yang terancam (CR, EN, VU) mengikut IUCN

No	Order	Famili	Species	Nama Inggeris	Status IUCN (2013)	S.Mal	Sbh	Swk
1	Soricomorpha	Soricidae	<i>Crocidura baluensis</i>	Kinabalu Shrew	VU		X	
2	Soricomorpha	Soricidae	<i>Chimarrogale phaeura</i>	Bornean Water Shrew	EN	X	X	X
3	Chiroptera	Pteropodidae	<i>Rousettus spinalatus</i>	Bare-Backed Rousette	VU		X	X
4	Chiroptera	Pteropodidae	<i>Megaerops wetmorei</i>	White-Collared Fruit Bat	VU	X	X	X
5	Chiroptera	Hipposideridae	<i>Hipposideros ridleyi</i>	Ridley's Roundleaf Bat	VU		X	X
6	Chiroptera	Hipposideridae	<i>Hipposideros orbiculus</i>	Orbicular Roundleaf Bat	EN	X		
7	Chiroptera	Hipposideridae	<i>Coelops robinsoni</i>	Lesser Tailless Roundleaf Bat	VU	X	X	X
8	Chiroptera	Vespertilionidae	<i>Arielulus societatis</i>	Benum Pipistrelle	VU	X		
9	Chiroptera	Vespertilionidae	<i>Hesperoptenus tomesi</i>	Tomes' False Serotine	VU	X	X	X
10	Chiroptera	Vespertilionidae	<i>Murina aenea</i>	Bronzed Tube-Nosed Bat	VU	X	X	X
11	Chiroptera	Vespertilionidae	<i>Murina rozendaali</i>	Gilded Tube-Nosed Bat	VU		X	X
12	Primates	Loridae	<i>Nycticebus menagensis</i>	Bornean Slow Loris	VU	X	X	X
13	Primates	Tarsiidae	<i>Tarsius bancanus</i>	Western Tarsier	VU		X	X
14	Primates	Cercopithecidae	<i>Presbytis hosei</i>	Hose's Langur	VU		X	X
15	Primates	Cercopithecidae	<i>Presbytis rubicunda</i>	Maroon Langur	VU		X	X
16	Primates	Cercopithecidae	<i>Presbytis frontata</i>	White-Fronted Langur	VU			X
17	Primates	Cercopithecidae	<i>Presbytis chrysomelas</i>	Bornean Banded Langur	CR			X
18	Primates	Cercopithecidae	<i>Macaca nemestrina</i>	Pig-Tailed Macaque	VU	X	X	X
19	Primates	Cercopithecidae	<i>Macaca arctoides</i>	Stump-tailed Macaque	VU	X		
20	Primates	Cercopithecidae	<i>Symphalangus syndactylus</i>	Siamang	EN	X		
21	Primates	Cercopithecidae	<i>Hylobates lar</i>	White-handed Gibbon	EN	X		
22	Primates	Cercopithecidae	<i>Hylobates agilis</i>	Agile Gibbon	EN	X		
23	Primates	Cercopithecidae	<i>Hylobates muelleri</i>	Bornean Gibbon	EN		X	X
24	Primates	Cercopithecidae	<i>Hylobates albibarbis</i>	Bornean White-bearded Gibbon	EN			

No	Order	Famili	Species	Nama Ingggris	Status IUCN (2013)	S.Mal	Sbh	Swk
25	Primates	Cercopithecidae	<i>Nasalis larvatus</i>	Proboscis Monkey	EN		X	X
26	Primates	Homonidae	<i>Pongo pygmaeus</i>	Orang Hutan	EN		X	X
27	Pholidota	Manidae	<i>Manis javanica</i>	Pangolin	EN	X	X	X
28	Rodentia	Sciuridae	<i>Callosciurus adamsi</i>	Ear-Spot Squirrel	VU		X	X
29	Rodentia	Sciuridae	<i>Rheithrosciurus macrotis</i>	Tufted Ground Squirrel	VU		X	X
30	Rodentia	Sciuridae	<i>Petinomys genibarbis</i>	Whiskered Flying Squirrel	VU	X	X	X
31	Rodentia	Sciuridae	<i>Petinomys setosus</i>	Temminck's Flying Squirrel	VU	X	X	X
32	Rodentia	Sciuridae	<i>Petinomys vordermanni</i>	Vordermann's Flying Squirrel	VU	X	X	X
33	Rodentia	Sciuridae	<i>Pteromyscus pulverulentus</i>	Smoky Flying Squirrel	EN	X	X	X
34	Rodentia	Muridae	<i>Niviventer cremoriventer</i>	Dark-Tailed Rat	VU	X	X	X
35	Rodentia	Muridae	<i>Niviventer cameroni</i>	Cameron Highlands Niviventer	VU	X		
36	Rodentia	Muridae	<i>Maxomys rajah</i>	Brown Spiny Rat	VU	X	X	X
37	Rodentia	Muridae	<i>Maxomys whiteheadi</i>	Whitehead's Rat	VU	X	X	X
38	Rodentia	Muridae	<i>Haeromys pusillus</i>	Sundaic Haeromys	VU		X	X
39	Rodentia	Muridae	<i>Hapalomys longicaudatus</i>	Marmoset Rat	EN	X		
40	Carnivora	Canidae	<i>Cuon alpinus</i>	Wild Dog	EN	X		
41	Carnivora	Ursidae	<i>Helarctos malayanus</i>	Sun Bear	VU	X	X	X
42	Carnivora	Mustelidae	<i>Lutra sumatrana</i>	Hairy-Nosed Otter	EN	X	X	X
43	Carnivora	Mustelidae	<i>Lutrogale perspicillata</i>	Smooth-Coated Otter	VU	X	X	
44	Carnivora	Mustelidae	<i>Aonyx cinerea</i>	Oriental Small-Clawed Otter	VU	X	X	X
45	Carnivora	Viverridae	<i>Viverra zibetha</i>	Large Spotted Civet	VU	X		
46	Carnivora	Viverridae	<i>Arctictis binturong</i>	Bearcat	VU	X	X	X
47	Carnivora	Viverridae	<i>Hemigalus derbyanus</i>	Banded Palm Civet	VU	X	X	X
48	Carnivora	Viverridae	<i>Diplogale hosei</i>	Hose's Civet	VU		X	X
49	Carnivora	Viverridae	<i>Cynogale bennettii</i>	Otter-Civet	EN	X	X	X

No	Order	Famili	Species	Nama Inggeris	Status IUCN (2013)	S.Mal	Sbh	Swk
50	Carnivora	Felidae	<i>Panthera tigris</i>	Malayan Tiger	EN	X		
51	Carnivora	Felidae	<i>Neofelis diardi</i>	Sunda Clouded Leopard	VU	X	X	X
52	Carnivora	Felidae	<i>Pardofelis marmorata</i>	Marbled Cat	VU	X	X	X
53	Carnivora	Felidae	<i>Pardofelis badia</i>	Bay Cat	EN	X	X	X
54	Carnivora	Felidae	<i>Prionailurus planiceps</i>	Flat-Headed Cat	EN	X	X	X
55	Carnivora	Felidae	<i>Prionailurus viverrina</i>	Fishing cat	EN	X		
56	Cetartiodactyla	Balaenopteridae	<i>Balaenoptera musculus</i>	Blue Whale	EN		X	X
57	Cetartiodactyla	Balaenopteridae	<i>Balaenoptera physalus</i>	Fin Whale	EN		X	X
58	Cetartiodactyla	Balaenopteridae	<i>Balaenoptera borealis</i>	Sei Whale	EN		X	X
59	Cetartiodactyla	Physeteridae	<i>Physeter macrocephalus</i>	Sperm Whale	VU		X	X
60	Cetartiodactyla	Delphinidae	<i>Orcaella brevirostris</i>	Irrawaddy Dolphin	VU	X	X	X
61	Cetartiodactyla	Phocoenidae	<i>Neophocaena phocaenoides</i>	Finless Porpoise	VU	X	X	X
62	Cetartiodactyla	Suidae	<i>Sus barbatus</i>	Bearded Pig	VU	X	X	X
63	Cetartiodactyla	Cervidae	<i>Rusa unicorn</i>	Sambar Deer	VU	X	X	X
64	Cetartiodactyla	Bovidae	<i>Bos gaurus</i>	Seladang	VU	X		
65	Cetartiodactyla	Bovidae	<i>Bos javanicus</i>	Tembadau	EN		X	
66	Cetartiodactyla	Bovidae	<i>Capricornis sumatraensis</i>	Serow	VU	X		
67	Sirenia	Dugongidae	<i>Dugong dugon</i>	Dugong	VU	X	X	X
68	Proboscidae	Elephantidae	<i>Elephas maximus</i>	Pygmy Elephant	EN	X	X	
69	Perissodactyla	Tapiridae	<i>Tapirus indicus</i>	Malayan Tapir	EN	X	X	
70	Perissodactyla	Rhinocerotidae	<i>Rhinoceros sondaicus</i>	Javan Rhinoceros	EX	X		

BIBLIOGRAFI

- Abdullah, M.T. (1977a). Maka runtuhlah satu lagi keagungan kita. *Utusan Malaysia*. 24 Oktober 1977.
- Abdullah, M.T. (1977b). Hutan kita akan pupus menjelang 1990. *Utusan Malaysia* 25 Oktober 1977.
- Abdullah, M.T. (1985). *A Sumatran Rhinoceros Conservation Plan for the Endau-Rompin National Park, Malaysia*. MSc Problem Report. West Virginia University, Morgantown.
- Abdullah, M.T. (1996). Some aspects of wildlife utilization in Sarawak. *Sarawak Museum Journal*. 71: 201-208.
- Abdullah, M.T. (2003). *Biogeography and Variation of Cynopterus brachyotis in Southeast Asia*. PhD thesis. The University of Queensland, St. Lucia.
- Abdullah, M.T. (2010). *Climate Change and its impact on biodiversity: Research requirements in Sarawak, Borneo*. Seminar LESTARI, Universiti Kebangsaan, Bangi.
- Abdullah, M.T. (2011). Mammalian diversity and potential reservoir of zoonotic diseases. *Socio-Ecological Dimension of Infectious Disease (SEDID, 2011)*, Bangkok, Thailand. 5-8 October 2011. The Institut de Recherche pour le Développement.
- Abdullah, M.T., & Ahmad, S. (1998). A note on the new distribution record of rare flying squirrels in Sarawak, Malaysia. *Malayan Nature Journal*. 52:237-240.
- Abdullah, M.T., & Faisal Ali Anwarali Khan. (2015). Ecology, Conservation & Taxonomy Studies in Borneo: An Evolution of Research Opportunities. *International Conference on Rainforest Ecology and Conservation In Borneo*. Yayasan Sabah/Innoprise Corporation Sdn Bhd, Kota Kinabalu.
- Abdullah, M.T., & Faisal Ali Anwarali Khan. (2015). Institutional contributions on conservation of bats in Malaysia. *The 3rd International Southeast Asian Bat Conference (SEABCO) 2015*, Kuching, Sarawak.

- Abdullah, M.T., & Hall, L.S., (1997). Abundance and distribution of fruit bats and other mammals in the tropical forest canopy in Borneo. *Sarawak Museum Journal*. 72:63-74.
- Abdullah, M.T., Hall, L.S., Faisal Ali Anuarali Khan & Mohd Isham Mohd Azhar. (2016). *Photographic guide to Bats of Malaysia*. Penerbitan Universiti Malaysia Terengganu, Kuala Terengganu (In press).
- Abdullah, M.T. Hall, L.S., Tissen, O.B., Tuuga, A., & Earl of Cranbrook. 2007. The large bat caves of Malaysian Borneo. *Bat Research News*. 48: 99 -100.
- Abdullah M.T., Hall, L.S., Rahman, M.A., Besar Ketol, & Wahap Marni, Isa Sait. (2000). A note on the rare *Pipistrellus vordermanni* in Sarawak, Malaysian Borneo. *Malayan Nature Journal* 54(4): 375-376.
- Abdullah, M.T., & Jayaraj, V.K. (2006). Preliminary investigation on the relationship of the nominate *C. brachyotis* with the small-sized and large-sized *C. brachyotis* using clustering analysis. *Sarawak Museum Journal* 62: 223-236.
- Abdullah, M.T., Jub, N., Jalaweh, N. (2003). First record of *Hipposideros ater* in Sarawak, Malaysian Borneo. *Sarawak Museum Journal*. 53:271-274.
- Abdullah., M.T., Jusanit, P., Di, P.W.H., Zabani Ariffin, M., & Hall, L.S. (2007). Observations on bats in three national parks in Thailand. *Tigerpaper* 34 (4): 5-10.
- Abdullah, M.T., & Latiff, A. (2015). Cabaran penyelidikan kepelbagaian biologi di Malaysia (Challenges in biological diversity research in Malaysia). Forum Kebangsaan Sumber Alam dan Alam Sekitar, Majlis Profesor Negara, Kuala Lumpur.
- Abdullah, M.T., Moritz, C., Grigg, G.G., & Hall, L.S. (2000). Evidence of cryptic species within *Cynopterus brachyotis* by using mtDNA sequence. In: Z. Yaacob, S. Moo-Tan and S. Yorath, *Proceedings of the International Conference on In-Situ And Ex-Situ Biodiversity Conservation in the New Millenium*, Kota Kinabalu. (403-408). 20-22 June 2000.

- Abdullah, M.T., Nur Aida Md Tamrin, Mohd Hanif Ridzuan Mat Daud, Ramlah Zainuddin, Yuzine Esa, Croft, L.J., & Faisal Ali Anwarali Khan. (2003). Mammalian species, genetic and genomic diversity. 10th Malaysian Genomic Congress, Kuala Lumpur.
- Abdullah, M.T., Paul, I.V., & Hall, L.S. (2005). A frightful stairway to cave bats in Borneo. *Bats*. 23(3):11-13.
- Abdullah, M.T., Tuen, A.A., & Faisal Ali Anwarali Khan. (2005). Universiti Malaysia Sarawak Contributions towards Biodiversity and Protected Area Management. *Proceedings of the Seventh Hornbill Workshop on Totally Protected Areas and Biodiversity Conservation*, Holiday Inn Damai Lagoon.
- Abdullah M.T., Tuen, A.A., & Hanifah Mustafa. (2006). The mammal fauna. In *The Biodiversity of Peat Swamp Forest in Sarawak*. F. Abang and I Das (eds.). Institute of Biodiversity and Environmental Conservation, Universiti Malaysia Sarawak, Kota Samarahan. Pp137-142.
- Abdullah, M.T., Wong, S.F., Besar Ketol. (2010). *Catalogue of Mammals of UNIMAS Zoological Museum*. Universiti Malaysia Sarawak, Kota Samarahan.
- Abdullah M.T., Zainal-Zahari Z., Shukor M.D., Norlia B., & Zainun, A.B. (1987). Notes on the birth of a Sumatran rhinoceros at Malacca Zoo. *J. Wildlife and Parks*. 6:39-42.
- Abdullah, M.T., Zainuddin, Z.Z., & Suri, M.S.M. (1989). A review of the Sumatran Rhinoceros Conservation Programme and assessment of management alternatives for the future. Pp191-201. *Proceedings of the International Conference on National Parks and Protected Areas*, Kuala Lumpur.
- Abu Maula, Abu Hana & Agus Irawan. (2009). *Ensiklopedia Sains Dalam Al-Quran & Sunah*. Al-Hidayah Publication, Kuala Lumpur.

- Achmadi, A.S., Esselstyn, J.A., Rowe, K.C., Maryanto, I., & M.T Abdullah. (2013). Phylogeny, diversity, and biogeography of Southeast Asian spiny rats (*Maxomys*) *Journal of Mammalogy*. 94 (6):1412-1423.
- Allaby, M. (1996). *Concise Dictionary of Zoology*. Oxford University Press, Oxford,
- Anon. (2016). *Land Bridge Theory*. <https://ows.edb.utexas.edu/site/high-kreitman/land-bridge-theory>. Retrieved 18 January 2016.
- Bonaccorso, F. J. (1998). *Bats of Papua New Guinea*. Conservation International, Washington, D.C.
- Bird, M.I., Taylor, D., & Hunt, C. (2005). Palaeoenvironments of insular Southeast Asia during the Last Glacial Period: a savanna corridor in Sundaland? *Quaternary Science Reviews*. 24 (20–21): 2228–2242
- Carson, R. (2002). [1st. Pub. Houghton Mifflin, 1962]. *Silent Spring*. Mariner Books. ISBN 0-618-24906-0. *Silent Spring* initially appeared serialized in three parts in the June 16, June 23, and June 30, 1962 issues of *The New Yorker* magazine.
- CBD. (1992). *United Nations Conference on Environment and Development* (also known as UNCED or the Earth Summit) Archived January 19, 2012 at the Wayback Machine held in Rio de Janeiro.
- Corbet, G. B., & Hill, J.E. (1992). *The Mammals of the Indomalayan Region: A Systematic Review*. Oxford University Press, Oxford,
- Cranbrooke, Earl. (2010). Late quaternary turnover of mammals in Borneo: the zooarchaeological record. *Biodiversity & Conservation* 19(2) : 373-391.
- Daud Mohd Hanif Ridzuan Mat, Tamrin Nur Aida Md, Rahim Zahirunisa Abd, Rahman Mohd Ridwan Abd, & Abdullah, M.T. (2015). Contribution of regenerated forest in conservation of bats in Peninsular Malaysia. *Journal of Tropical Forest Science*. 27(4): 506-516.

- Department of Wildlife and National Park. (2010). Red List of Mammals for Peninsular Malaysia. MNRE, DWNP & Zoo Copenhagen, Kuala Lumpur.
- Dewan Bahasa dan Pustaka. (1976). *Istilah Geografi*. DBP, Kuala Lumpur.
- Dewan Bahasa dan Pustaka. (1988). *Istilah Biologi*. DBP, Kuala Lumpur.
- Dodson, J.J., Colombani, F., & Ng, P.K.L. (1995). Phylogeographic structure in mitochondrial DNA of a South-east Asian freshwater fish, *Hemibagrus nemurus* (Siluroidei; Bagridae) and Pleistocene sea-level. *Molecular Ecology*. 4 (3) : 331–346.
- Fadzlullah Hj Shuib. (2007). *Pemikiran tamadun Islam*. Kuala Lumpur: Al-Hidayah Publication.
- Faisal Ali Anuarali Khan, Solari, S., Swier, V.J., Larsen, P.A., Abdullah, M.T., & Baker, R.J. (2010). Systematics of Malaysian woolly bats (*Vespertilionidae: Kerivoula*) inferred from mitochondrial, nuclear, karyotypic, and morphological data. *Journal of Mammalogy*. 91(5) : 1058-1072.
- Flynn., R.W., & Abdullah, M.T. (1983). Distribution and number of Sumatran rhinoceros in the Endau-Rompin region of peninsular Malaysia. *Malayan Nature Journal*. 36 (4): 219-247.
- Flynn., R.W., & Abdullah, M.T. (1984). Distribution and status of the Sumatran rhinoceros in Peninsular Malaysia. *Biological Conservation*. 28 (3), 253-273.
- Gaston, K.J., & Spicer, J.I. (1998). Biodiversity: An Introduction. Blackwell Publishing, Oxford.
- Hall, R., & Blundell, D. J. (1996) (eds.). *Tectonic Evolution of SE Asia*. Special Publication of the Geological Society of London, London.
- Hall, L.S., Richards, G.C., & Abdullah, M.T. (2002). The bats of Niah National Park, Sarawak. *Sarawak Museum Journal* 78: 255-282.

- Hall, L.S., Grigg, G.G., Moritz, C., Besar Ketol, Isa Sait, Wahap Marni., & Abdullah, M.T. (2004), *Biogeography of fruit bats in Southeast Asia.*, *Sarawak Museum Journal*, 80 : 191-284.
- Hasan, N.H., & Abdullah, M.T. (2011). A morphological analysis of Malaysian *Kerivoula* (Chiroptera, Vespertilionidae). *Mammal Study*. 36 (2): 87-97.
- Itam Sulaiman & Hazli Abdul Muid. (2000). *Konsep genetic. Edisi Ketiga*. DBP, Kuala Lumpur.
- Jarina Mohd Jani, Jamilah Mohd Salim @Halim & Abdullah, M.T. (2016). Malaysian biodiversity and natural products: finding the balance for sustainability. *International Conference on Natural Products 2016*, Kuala Terengganu.
- Jayaraj, V.K., Laman, C.J., & Abdullah, M.T. (2012). A predictive model to differentiate the fruit bats *Cynopterus brachyotis* and *C. cf. brachyotis* forest (Chiroptera: Pteropodidae) from Malaysia using multivariate analysis. *Zoological Studies*. 51(2):259-271.
- Jayaraj, V.K., Besar Ketol, Khan, F.A.A., Hall, L.S., & Abdullah, M.T. (2006). Bat survey of Mount Penrisen and notes on the rare *Kerivoula minuta*, *Kerivoula intermedia* and *Hipposideros coxi* in Sarawak, Borneo. *Journal of Biological Sciences* 6(4): 711-716. Available online at <http://www.ansijournals.com/jbs/2006/711-716.pdf>.
- Jualiana Senawi, Shahrul Anuar Mohd Sah & Shukur Md Nor. (2007). Expedition Highlights. *Malaysian Forester*. 70(2):117-178.
- Kelly, M. (2005). *History Timelines*. Miles Kelly Publishing, Essex.
- Kingston, T., Lim, B.L., & Zubaid Akbar. (2006). Penerbit Universiti Kebangsaan Malaysia, Bangi.
- Leopold, A. (1949). *Sand County Almanac*. Oxford University Press.
- Latiff, A., Che Aziz Ali, & Kamal Roslan Mohamad. (2011). Gunung Gagau, Terengganu: Transforming Natural Assets Into an Ecotourism Product : *Proceedings of the Seminar on Gunung Gagau Scientific Expedition*, 10-12 May 2009. Academy of Sciences Malaysia, Kuala Lumpur.

- Madinah, A., Fatimah, A., Mariana, A., & Abdullah, M.T. (2011), Ectoparasites of small mammals in four localities of wildlife reserves in Peninsular Malaysia. *Southeast Asian Journal of Tropical Medicine and Public Health*. 42(4):803-813.
- Mohamad Kombi & Abdullah, M.T. (2016). A Review of the Proboscis monkey (*Nasalis larvatus*) in Borneo, with reference to the population in Bako National Park, Sarawak, Malaysian Borneo. *Tropical Natural History in press 16 (1) In press*.
- Mohd Khan Momin Khan, (1992). Mamalia Semenanjung Malaysia. Jabatan Perhilitan, Kuala Lumpur.
- Mohd Momin Khan. (2012). Khazanah Mamalia Semenanjung Malaysia: panduan bergambar. Tinta Publishers, Kuala Lumpur.
- Nur-Aida, M.T.A & Abdullah, M.T. (2011). Molecular phylogenetics and systematics of five genera of Malaysian murine rodents (*Maxomys*, *Sundamys*, *Leopoldamys*, *Niviventer* and *Rattus*) inferred from partial mitochondrial cytochrome c oxidase subunit I (COI) gene. *Journal of Science and Technology in the Tropics*. 7: 75-86.
- Odum, E.P. (1996). *Asas Ekologi*. Dewan Bahasa dan Pustaka, Kuala Lumpur.
- Payne, J., Francis, C.M. and Phillipps, K. (1985). *A field guide to the mammals of Borneo*. Kota Kinabalu: The Sabah Society and World Wildlife Fund Malaysia.
- Phillipps, Q., & Phillipps, K. (2016). Phillipps' Field Guide to the Birds of Borneo. Natural History Publication (Borneo), Kota Kinabalu.
- Rahman, MA., Abdullah, M.T., & Noweg, G.T. (2003). Hunting, uses, and trade of wildlife by Orang Ulu in the upper reaches of Batang Rajang, Sarawak, Malaysia. Pp 91-102 in Mertz, O., Wadley, R. L., & Christensen, A. E. (eds.) *Local Land Use Strategies in a Globalizing World: Shaping Sustainable Social and Natural Environments*. Proceedings of the International Conference, August 21-23, 2003. Volume 3. Institute of Geography, University of Copenhagen, Copenhagen. DOI: 10.1002/ldr.718.

- RHA Soenarjo (Ketua Pentafsir Al Qur'an). (2007). *Al Quran dan Terjemahan Rasmi Uthmani*. Jaffar Abdullah Bajrai, Batu Pahat.
- Riduan, M.A.R., & Abdullah, M.T. (2010). Morphological variation of dusky fruit bat, *Penthetor lucasi* in Sarawak, Malaysian Borneo. *Tropical Natural History*. 10(2):141-158.
- Rosmidzatul Azila Mat Yamin & Abu Bakar Yang. (2012). Islam, Pemuliharaan Hidupan Liar & Anda. IKIM & WWF-Malaysia, Kuala Lumpur.
- Rovie-Ryan, J.J., Jayaraj, V. K., Esa, Y., Sallehin, A.A., & Abdullah, M.T. (2008). Malaysian Fruit Bats Phylogeny Inferred Using Ribosomal RNA. *Pertanika Journal of Tropical Agricultural Science*. 31(1):67-77.
- Sazali, S.N., Besar, K., & Abdullah, M.T. (2011). Phylogenetic Analysis of the Malaysian *Rhinolopus* and *Hipposideros* Inferred from Partial Mitochondrial DNA Cytochrome b Gene Sequences. *Pertanika Journal of Tropical Agricultural Science*. 34(2): 281-294.
- Sazali, S.N., Laman, C.J., & Abdullah, M.T. (2012), *Morphometrical Variations of Malaysian Hipposideros Species 6 (1)*, *Malaysian Journal of Mathematical Sciences*. 6(1):47-57.
- Shaharir Mohamad Zain. (2000). *Pengenalan – Sejarah dan Falsafah Sains*. Penerbitan Universiti Kebangsaan Malaysia, Bangi.
- Sharoum, F.M., Abdullah, M.T., Ali, C.A., & Roslina Ismail. (2015). *Geopark Tasik Kenyir*. Penerbitan Universiti Malaysia Terengganu, Kuala Terengganu.
- Smith, R.L. (1980). *Ecology and Field Biology*. Harper & Row, New York.
- Stevens, W.E. (1968). *The Conservation of Wildlife in West Malaysia*. Chief Game Warden, Kuala Lumpur.
- Thayaparan, S., Robertson, I., Amaran, F., Lela, S., Umanga Chathurani, G. & Abdullah, M.T. (2015). Seroepidemiological study of leptospirosis among the communities living in periurban areas of Sarawak, Malaysia. *Medical Journal of Malaysia*. 70 (5):281-287.

- Tingga, R.C.T ., Anwarali, F.A., Ridwan, A.R.M., Senawi, J., & Abdullah, M.T. (2012), Small Mammals from Kuala Atok, Taman Negara Pahang, Malaysia., *Sains Malaysiana*. 41(6) : 659-669.
- Tim Editor Kemilau Publika. (2015). *Kisah-kisah Haiwan di dalam Al Quran dan Hadis*. Kemilau Publika, Kuala Lumpur.
- Voris, H. K. (2000), Maps of Pleistocene sea levels in Southeast Asia: shorelines, river systems and time durations. *Journal of Biogeography*. 27: 1153–1167.doi:10.1046/j.1365-2699.2000.00489.x
- Vilar, M. (2015). DNA reveals unknown ancient migration into India. *Explorers Journal*. Voices.nationalgeographic.com/2015/04/21/genographic-southeast-asia/ Retrieved 18 January 2016.
- Wallace, A.R. (1855). On the Law Which Has Regulated the Introduction of New Species. Wallace's thoughts on the laws governing the geographic distribution of closely allied species, including the Sarawak Law, and the implications of those laws for the transmutation of species. *The Alfred Russel Wallace Page hosted by Western Kentucky University*. Archived from the original on 28 April 2007. Retrieved 8 May 2007.
- Wallace, A.R. (1858). On the Tendency of Varieties to Depart Indefinitely From the Original Type. Paper on natural selection sent by Wallace to Darwin. *The Alfred Russel Wallace Page hosted by Western Kentucky University*. Archived from the original on 28 April 2007. Retrieved 8 May 2007.
- Wallace, A.R. (1896). *The Malay Archipelago*. Macmillan, London.
- Wallace, Alfred. "On the Tendency of Varieties to Depart Indefinitely From the Original Type". The Alfred Russel Wallace Page hosted by Western Kentucky University. Archived from the original on 29 April 2007. Retrieved 22 April 2007.

- Wiantoro, S., I Maryanto, M.T Abdullah. (2013). Phylogeny and Phylogeography of *Myotis muricola* (Gray, 1846)(Chiroptera: Vespertilionidae) from the West and East of Wallace's Line Inferred from Partial MtDNA Cytochrome b Gene. *Pertanika Journal of Tropical Agricultural Science*. 35 (2):271-292.
- Wilson, D.E., & Reeder, D.E.M. (editors). (2005). *Mammal Species of the World. A Taxonomic and Geographic Reference (3rd ed)*, Johns Hopkins University Press, 2,142 pp. (Available from Johns Hopkins University Press at <http://www.press.jhu.edu>).
- Yasuma, S. & Andau, M. (2000). *Mammals of Sabah. Part-2. Habitat and ecology*. Japan International Cooperation Agency and Sabah Wildlife Department, Kota Kinabalu.
- Zaaba, Z.A., Abdullah, M.T., Mustafa, A.R., Ebil, Y. (1991). Large Mammals in Peninsular Malaysia. *The Status of Nature Conservation in Malaysia*. Malayan Nature Society.173-176.
- Zaghlul Al-Najjar. (2013). *Keajiban sains dalam hadis*. Al-Hidayah Publications, Kuala Lumpur.
- Zimmer, C. (2009). *The Tangled Bank*. Roberts and Company Publishers.
- Zainal-Zahari Z., Abdullah, M.T., & Suri M.S.M. (1990). The husbandry and veterinary care of captive Sumatran rhinoceros at Zoo Melaka. *Malayan Nature Journal* 44: 1-19.

Bahan Internet Sahih

<http://earthobservatory.nasa.gov/>

<http://www.scientus.org/Wegener-Continental-Drift.html>

<http://www.scientus.org/Mendel-Darwin.html>

svs.gsfc.nasa.gov

www.nasa.gov

INDEKS

A

Ahmad Primary School, 3
Aldo Leopold, 4
Alfred Russel Wallace, 4, 7, 8,
9,
Allopatrik, 11, 44

B

Biogeografi, 3, 4, 7, 17, 22, 45,
46, 48, 58, 65, 66, 68, 86
Big Bang, 19, 20
Biokimia, 27, 33
Badak Sumatra, 42
Borneo, 7, 9, 10, 11, 44, 54,
58, 59, 66, 68, 86

C

CBD, 12, 13

D

Dicerorhinus Sumatrensis, 5,
42, 78

E

Endau Rompin, 4, 5
Evolusi, 2, 3, 7, 14, 15, 17, 18,
19, 24, 26, 28, 34, 36, 38,
45, 47, 58, 72, 86, 87, 93
Embriologi, 26
Ekolokasi, 47, 66

G

Gunung Santubung, 8, 77
Gunung Kinabalu, 9, 47
Gajah, 8, 41, 44, 76, 92, 93, 94
Glasier Akhir Maxima, 14, 58
Genom, 88, 89, 90

I

Institut Teknologi Mara, 5

K

Khalifah, 16, 17, 25, 27, 33, 38,
94
Klorofil, 26

M

Masa Geologi, 24, 28, 93

P

Parapatrik, 11, 47
Penspesiesan, 7, 10, 11, 12, 40,
44, 45, 47, 52, 66, 72, 94
Pengklonan, 18

R

Racheal Carson, 4
Rezab Tabin, 5
RNA, 14, 23, 33

S

Selangang, 41, 44, 76, 92, 93,
94
Serigala, 89
Simpatrik, 7, 10, 11, 47, 52, 89
Spesies Morfologi, 6, 50, 72
Spesies Krip, 6, 47, 65, 69, 72,
89
Spesies Payung, 92, 94
Spesies Genetik, 3, 6, 58, 63,
72

T

Taksonomi, 7, 87, 88

U

University of West Virginia, 3

Z

Zoo Melaka, 5

Hasil perkongsian hidup Haji Abdullah Abdul Rahman dan Hajah Habsah Sulaiman, Mohd Tajuddin Abdullah telah dilahirkan di Kampung Mengkasar, Pekan Pahang pada tahun 1956 (kira-kira 100 tahun selepas Alfred Russel Wallace meninggalkan Melaka dan Sarawak). Beliau mendapat pendidikan awal di Sekolah Rendah Ahmad dan Sekolah Menengah Ahmad di Pekan, Pahang; Sekolah Menengah Rendah Jalan Bahagia



dan Sekolah Menengah Abu Bakar, Temerloh, Pahang. Pelajaran tinggi beliau bermula di Institut Teknologi MARA (Diploma Perhutanan), West Virginia Universiti (BSc dan MSc Sumber Hidupan Liar) dan University of Queensland (PhD Zoologi). Selepas pengajian diploma, beliau pernah bekerja di Jabatan Perlindungan Hidupan Liar dan Taman Negara (Perhilitan) pada tahun 1977 hingga 1993, di Ibu Pejabat Kuala Lumpur, Perhilitan Melaka dan Zoo Melaka. Beliau telah menjadi pensyarah jemputan di Universiti Pertanian Malaysia Serdang dan Universiti Kebangsaan Malaysia (Sabah) dan pensyarah di Universiti Malaysia Sarawak, Kota Samarahan (1994 – 2013). Mulai Jun 2014 hingga kini beliau adalah seorang pensyarah di Pusat Pengajian Sains Marin dan Sekitaran, Universiti Malaysia Terengganu (UMT), Kuala Terengganu dan sebagai seorang penyelidik di Institut Penyelidikan Kenyir, UMT. Pada tahun 2013 telah dilantik sebagai Felo Akademi Sains Malaysia dan menerima anugerah DIMP pada tahun 2014 daripada DYMM Sultan Pahang kerana sumbangan dalam bidang zoologi. Mempunyai isteri Laila Ibrahim yang banyak menyokong kerjaya beliau serta dua orang anakanda Hafez dan Amera Hanna. Beliau menggunakan nama pengarang sebagai Mohd-Tajuddin dan M.T. Abdullah; nama panggilan sebagai Taj dalam kalangan sahabat dan rakan sekerja serta panggilan nama oleh pelajar sebagai Mr. T. Di masa lapang beliau suka berkebum.



Penerbit UMT
Universiti Malaysia Terengganu
21030 Kuala Terengganu
<http://www.umt.edu.my/penerbitumt>
E-mel : penerbitumt@umt.edu.my

ISBN 978-967-0962-11-5

