05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

ANALISIS STRUKTUR POPULASI TIKUS SAWAH *(Rattus argentiventer)* DI KAWASAN SAWAH PADI, PINANG TUNGGAL, PULAU PINANG

ZAKIAH ANIS BINTI AHMAD NAWAWI

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

TESIS DIKEMUKAKAN BAGI MEMENUHI SYARAT UNTUK MEMPEROLEH IJAZAH SARJANA SAINS (BIOLOGI)

(MOD PENYELIDIKAN)

FAKULTI SAINS DAN MATEMATIK
UNIVERSITI PENDIDIKAN SULTAN IDRIS

2016

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

ABSTRAK

Kajian ini bertujuan untuk menganalisis struktur populasi *Rattus argentiventer* di kawasan sawah padi, Pinang Tunggal, Pulau Pinang. Pemerangkapan dijalankan pada dua sesi berbeza. SPB telah dibangunkan dengan membina pagar plastik di sekeliling kawasan kajian dan lubang-lubang kecil telah dibuat sebagai laluan pintu masuk bagi *Rattus argentiventer*. Kaedah penyingkiran telah digunakan untuk menganggar saiz populasi. Struktur populasi telah ditentukan dengan mengukur, menimbang, menentukan jantina dan memeriksa kondisi badan *Rattus argentiventer*. Morfometri tengkorak telah dilaksanakan dengan mengukur parameter tengkorak manakala pengamplifikasian dan penjujukan DNA mitokondria Rantau Hipervariabel 1 telah dijalankan untuk menentukan bilangan haplotip. Hasil kajian menunjukkan bahawa jumlah keseluruhan tikus yang diperangkap semasa sesi pemerangkapan adalah 110. Terdapat perbezaan yang signifikan antara jantina di kedua-dua sesi dengan min nisbah Jantan/Betina adalah 3:1. Hasil kajian daripada kajian morfometri menunjukkan bahawa tujuh daripada 27 pengukuran tengkorak menunjukkan perbezaan yang signifikan dari segi umur. Dua haplotip yang berbeza iaitu RAH1 dan RAH2 telah didapati hasil daripada kajian haplotip. Kejayaan penangkapan tikus yang tinggi mendedahkan bahawa SPB adalah lebih berkesan dalam menurunkan populasi *Rattus argentiventer* daripada perangkap tikus biasa. Populasi *Rattus argentiventer* di kawasan Pinang Tunggal dipercayai dapat dikawal menggunakan SPB sebagai alternatif kepada penggunaan racun perosak memandangkan populasi ini memiliki variasi genetik yang sangat rendah.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun PustakaTBainun ptbupsi

ANALYSIS POPULATION STRUCTURE OF *RATTUS ARGENTIVENTER* IN PADDY FIELD AT PINANG TUNGGAL, PENANG

ABSTRACT

The aim of the study is to investigate the population structure of *Rattus argentiventer* in paddy field at Pinang Tunggal, Penang. Trapping was carried out on two different sessions. The Trap Barrier System (SPB) was set up by constructing plastic fence along the margin of the study plot and small holes have been made as an entrance of *Rattus argentiventer*. Removing method was used to estimate the population size. Population structure was determined by measuring, weighing, sexing, and examining the body condition of *R.argentiventer.* Cranial morphometry was executed by measuring the skull parameters while amplification and sequencing of mitochondrial DNA Hypervariable Region 1 were perfomed to determine the number of haplotype. The result shows that the total number of rats caught during trapping session is 110. There were significant difference between sexes on both sessions with mean Male/Female ratio was 3:1. Results from morphometrics study shows that 7 out of 27 cranial measurements were significantly difference in term of age. Two different haplotypes, RAH1 and RAH2 were found as a result of genetic study. The success of capturing high number of rats reveals that SPB is more effective in reducing *R.argentiventer* population than normal rat traps. *Rattus argentiventer* population in Pinang Tunggal is believed to be controlled using SPB as an alternative to the use of pesticides as this population has a very low genetic variation.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

KANDUNGAN

		Muka Surat
PENGHARGAAN		iii
ABSTRAK		iv
ABSTRACT		v
KANDUNGAN		vi
SENARAI JADUAL		xiii
SENARAI RAJAH		xv
SENARAI SINGKATAN/ISTILAH		xvii
BAB 1	**PENGENALAN**	
1.0	Pendahuluan	
1.1	Latar Belakang Kajian	2
1.1.2	Tikus sebagai Makhluk Perosak	4
1.1.3	Ekologi Populasi Tikus Sawah *(Rattus argentiventer)*	7
1.1.3.1	Ciri-ciri fizikal tikus *Rattus argentiventer*	7
1.1.3.2	Sistem reproduktif dan kitaran hidup *Rattus argentiventer*	8
1.1.3.3	Diet pemakanan *Rattus argentiventer*	10
1.1.3.4	Habitat tikus *Rattus argentiventer*	11
1.1.4	Punca-punca berlakunya ledakan populasi *Rattus argentiventer*	12
1.1.5	Pengurusan tikus secara ekologi (EBRM)	14
1.2	Pernyataan Masalah	17
1.3	Matlamat Kajian	19
1.4	Objektif Kajian	20
1.5	Persoalan Kajian	20
1.6	Skop dan Batasan Kajian	21
BAB 2	**TINJAUAN LITERATUR**	
2.0	Pendahuluan	

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

2.1 Amalan Pengurusan Tikus di Kawasan Pertanian 24
2.1.1 Kawalan alam sekitar 26
2.1.2 Kawalan mekanikal dan fizikal 27
2.1.2.1 Evolusi Sistem Pemerangkapan Bubu (SPB) 28
2.1.3 Kawalan kimia 33
2.1.3.1 Jenis racun tikus dan mekanisma tindakan 34
2.1.4 Kawalan biologi 38
2.2 Pengurusan Perosak Bersepadu (IPM) 39
2.3 Kaedah-kaedah yang digunakan dalam mengkaji struktur populasi haiwan 41
2.3.1 Kaedah tangkap-tanda-lepas dan tangkap semula 41
2.3.2 Kaedah penyingkiran 43
2.3.3 Kaedah morfometri 44
2.3.3.1 Struktur tengkorak haiwan mamalia 46
2.3.3.2 Ciri tengkorak *Rattus* 48
2.3.3.3 Variasi morfologi tengkorak 50
2.3.4 Kaedah molekul 52
2.3.4.1 Faedah-faedah pengimplementasian kaedah molekul 55
2.4 Penanda Genetik yang Digunapakai di dalam Kajian Molekul 58
2.4.1 Penanda alozim 59
2.4.2 Penanda Polimorfisme Panjang Serpihan Penyekatan (RFLP) 60
2.4.3 Penanda Polimorfisme Nukleotida Tunggal (SNP). 60
2.4.4 Penanda mikrosatelit 61
2.4.5 Penanda Amplifikasi DNA Polimorfisme Rawak (RAPD) 62
2.4.6 Penanda Amplifikasi Panjang Serpihan Polimorfisme (AFLP) 63
2.5 Penanda Mitokondria DNA 64
2.5.1 Ciri-ciri mitokondria DNA 64
2.5.2 Kelebihan penanda mitokondria DNA 65
2.5.3 Rantau Hipervariabel 1 (HVR1) 66
2.5.4 Penggunaan penanda DNA di dalam Kajian-Kajian Lepas 67

BAB 3 KAEDAH KAJIAN
3.0 Pendahuluan
3.1 Kajian Struktur Populasi 69
3.1.1 Reka bentuk kajian 69
3.1.2 Bahan-bahan 70

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

3.1.3 Pensampelan 72
3.1.4 Lokasi kajian 75
3.1.5 Prosedur pengumpulan data 76
3.1.5.1 Menganggar kelimpahan populasi *Rattus argentiventer* yang terdapat di sekitar sawah padi di dalam kawasan MARDI. 76
3.1.5.2 Mengkaji pergerakan tikus sawah *(Rattus argentiventer*) terhadap SPB 76
3.1.5.3 Mengkaji struktur populasi tikus-tikus yang berjaya diperangkap melalui kaedah Sistem Pemerangkapan Bubu (SPB) 81
3.2 Kajian Morfometri Tengkorak 84
3.2.1 Reka bentuk kajian 84
3.2.2 Bahan-bahan 85
3.2.3 Sampel kajian 86
3.2.4 Prosedur pengumpulan data 87
3.2.4.1 Penyediaan tengkorak 87
3.2.4.2 Ciri-ciri tengkorak 89
3.3 Kajian Perbezaan Haplotip 96
3.3.1 Reka bentuk kajian 96
3.3.2 Sampel kajian 98
3.3.3 Pengekstrakan genom DNA 98
3.3.4 Tindak balas Rantai Polimerase (PCR) 99
3.3.5 Pembersihan produk PCR 100
3.4 Analisis Data 101
3.4.1 Kajian struktur populasi 101
3.4.2 Kajian morfometri tengkorak 103
3.4.3 Kajian perbezaan haplotip 104

BAB 4 DAPATAN KAJIAN
4.0 Pendahuluan
4.1 Kajian Struktur Populasi 105
4.1.1 Kelimpahan populasi tikus *Rattus argentiventer* 105
4.1.2 Corak pergerakan tikus *Rattus argentiventer* 106
4.1.3 Struktur populasi tikus *Rattus argentiventer* 106
4.1.3.1 Jumlah keseluruhan tikus yang berjaya diperangkap 106
4.1.3.2 Struktur populasi berdasarkan berat badan 108
4.1.3.3 Perbandingan antara peratusan kelas berat 109
4.1.3.4 Struktur populasi berdasarkan panjang kepala dan badan 111
4.1.3.5 Struktur populasi berdasarkan panjang telinga, Kaki belakang dan ekor 113
4.1.3.6 Struktur populasi berdasarkan kondisi badan 114
4.1.3.7 Struktur populasi berdasarkan nisbah jantina 115
4.1.3.8 Struktur populasi berdasarkan sistem reproduksi 116

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

4.1.3.9 Pengaruh spesies bukan sasaran terhadap struktur populasi 118
4.2 Kajian Morfometri Tengkorak 119
4.3 Kajian Perbezaan Haplotip 122

BAB 5 PERBINCANGAN

5.0 Pendahuluan
5.1 Kajian Struktur Populasi 126
5.2 Kajian Morfometri Tengkorak 131
5.3 Kajian Perbezaan Haplotip 134
5.4 Cadangan dan Penutup 139
5.4.1 Kajian struktur populasi 139
5.4.2 Kajian morfometri 140
5.4.3 Kajian perbezaan haplotip 141

BAB 6 KESIMPULAN

6.0 Pendahuluan
6.1 Kesimpulan 143
6.2 Cadangan lanjutan dan kesimpulan 146
6.3 Implikasi Kajian 151

RUJUKAN

LAMPIRAN

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

SENARAI JADUAL

Jadual	Tajuk	Muka surat
3.1	Penentuan kondisi badan sampel kajian	83
3.2	Pengukuran ciri-ciri tengkorak	88
4.1	Jumlah tangkapan tikus sawah dengan menggunakan teknik Tangkap-Tanda-Lepas Tangkap Semula	105
4.2	Jumlah Keseluruhan Tikus-Tikus yang Berjaya Ditangkap dengan Menggunakan TBS pada Dua Musim yang Berbeza	107
4.3	Keputusan Ujian T Bagi 2 Sampel Bebas berdasarkan Berat	109
4.4	Keputusan Ujian T Bagi 2 Sampel Bebas Berdasarkan Panjang Kepala + Badan	112
4.5	Struktur populasi berdasarkan panjang ekor (mm), kaki belakang (mm) dan telinga (mm)	114
4.6	Perbandingan Kelas Lemak dan Kelas Berat Badan (g) pada Sesi 1	115
4.7	Perbandingan Kelas Lemak dan Kelas Berat Badan (g) pada Sesi 2	115
4.8	Nisbah jantina bagi *Rattus argentiventer* yang berjaya ditangkap semasa Sesi 1 dan Sesi 2	116
4.9	Keputusan Analisis Varians (ANOVA) Parameter Tengkorak berdasarkan Umur	120
4.10	Perbandingan antara Min Saiz Tengkorak Tikus mengikut Umur	120
4.11	Perbezaan Nukleotida untuk Kedua-Dua Haplotip (RAH1 dan RAH2) bagi 34 Sampel Individu di dalam Sebuah Populasi *Rattus argentiventer*	124

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

SENARAI RAJAH

Rajah	Tajuk	Muka surat
2.1	Carta alir penentuan keputusan untuk menyusun strategi pengurusan di kawasan kawalan bergantung kepada pertumbuhan tanaman dan status populasi tikus.	25
2.2	Skema pemasangan SPB	30
2.3	Mekanisma tindakan racun Warfarin terhadap tikus perosak	36
3.1	Carta alir reka bentuk kajian	69
3.2	Pagar plastik yang dibina mengelilingi tanaman perangkap	73
3.3	Contoh perangkap bubu yang digunakan untuk menangkap tikus Melalui Sistem Pemerangkapan Bubu (SPB)	74
3.4	Peta lokasi kajian	75
3.5	Kedudukan perangkap hidup yang mengelilingi SPB	77
3.6	Perangkap diletakkan berdekatan dengan laluan dan sarang tikus yang masih aktif.	78
3.7	Tikus yang diperangkap buat kali pertama ditanda dengan klip telinga	79
3.8	Carta alir reka bentuk kajian	85
3.9	Tengkorak-tengkorak dan mandibel-mandibel yang siap dibersihkan dan sedia untuk diukur.	88
3.10	Pandangan lateral tengkorak tikus *Rattus argentiventer* yang menunjukkan had pengukuran kranium dan gigi.	92
3.11	Pandangan ventral tengkorak tikus *Rattus argentiventer* yang menunjukkan had pengukuran kranium dan gigi.	93
3.12	Pandangan dorsal tengkorak tikus *Rattus argentiventer* yang menunjukkan had pengukuran kranium dan gigi.	94
3.13	Pandangan lateral mandibel tikus *Rattus argentiventer* yang menunjukkan had pengukuran mandibel dan gigi.	95
3.14	Carta alir reka bentuk kajian	97
4.1	Contoh tikus-tikus yang berjaya diperangkap untuk sehari sesi persampelan menggunakan teknik SPB	107
4.2	Peratusan kelas berat (g) tikus *Rattus argentiventer* yang berjaya diperangkap sepanjang sesi persampelan	110
4.3	Peratusan kelas panjang kepala + badan (mm) tikus *Rattus argentiventer* yang berjaya diperangkap sepanjang sesi persampelan	111
4.4	Tikus betina bunting dengan enam embrio.	117
4.5	Contoh spesies bukan sasaran (ikan haruan) yang terperangkap di dalam perangkap	118
4.6	Contoh spesies bukan sasaran (biawak) yang terperangkap di dalam perangkap	119
4.7	Contoh spesies bukan sasaran (ular) yang terperangkap di dalam perangkap bubu	119
4.8	Contoh produk PCR tikus *Rattus argentiventer* yang telah dikualifikasi melalui elektroforesis gel agarosa 1%, pada arus 110 v, selama 30 minit.	122
4.9	Bilangan haplotip dan jumlah individu bagi setiap haplotip	123

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

di dalam sebuah populasi *Rattus argentiventer*

6.1 Cadangan kerangka kempen *"Boo! Boo! Rat!"* pada peringkat nasional 150

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun PustakaTBainun ptbupsi

SENARAI SINGKATAN/ISTILAH

ATL	-	Tahap Ambang Tindakan
SPB	-	*Trap Barrier System/* Sistem Pemerangkapan Bubu
EBRM	-	Pengurusan Tikus Secara Ekologi
MARDI	-	Institut Penyelidikan dan Kemajuan Pertanian Malaysia
DNA	-	Asid Deoksiribonukleik
MtDNA	-	*"Mithocondria DNA"/* DNA mitokondria
PCR Polimerase	-	*"Polymerase Chain Reaction"/* Tindak balas Rantai
SPB+TP	-	Sistem Pemerangkapan Bubu dengan tanaman perangkap
SPBL	-	Sistem Pemerangkapan Bubu Linear
IPM Bersepadu	-	*"Integrated Pest Management"/* Pengurusan Perosak
RFLP	-	*"Restriction Fragment Length Polymorphism"/* Polimorfisme Panjang Serpihan Penyekatan
SNP	-	*"Single-Nucleotide Polymorphism"/* Polimorfisme Nukleotida Tunggal
RAPD	-	*"Random Amplified Polymorphic DNA"*/ Amplifikasi DNA Polimorfisme Rawak
AFLP	-	*"Amplified Fragment Length Polymorphism"*/ Amplifikasi Panjang Serpihan Polimorfisme
HVR1	-	*"Hyper Variable Region 1"/* Rantau Hipervariabel 1

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

BAB 1

PENGENALAN

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

1.0 Pendahuluan

Bab ini menerangkan latar belakang kajian, latar belakang subjek kajian, pernyataan masalah yang mendorong untuk melakukan kajian, matlamat dan objektif kajian serta persoalan kajian.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

1.1 Latar belakang kajian

Malaysian Adult Nutrition Survey (MANS) melaporkan bahawa 97 peratus penduduk Malaysia pada peringkat dewasa makan nasi putih dua kali sehari dan secara puratanya makan sebanyak dua setengah pinggan sehari (Norimah *et al*., 2008). Menurut Rittgers dan Wahab (2014), penggunaan domestik beras di Malaysia adalah stabil dan dijangka berada di dalam lingkungan 2.8 juta tan sekitar tahun 2014 hingga 2015. Ini membuktikan bahawa pokok padi *(Oryza sativa)* merupakan tanaman bijirin yang menjadi makanan ruji seluruh rakyat Malaysia. Pokok padi terbahagi kepada dua jenis iaitu padi sawah dan padi huma. Di Malaysia, padi sawah sering ditanam di kawasan tanah rendah yang mempunyai pengairan yang baik manakala padi huma pula sering ditanam di kawasan tanah tinggi kerana tidak memerlukan air yang banyak. Padi sawah lebih kerap ditanam berbanding padi huma kerana faktor ruang tanaman dan kadar pengeluaran yang tinggi.

Sejak dahulu lagi, padi telah menjadi sumber ekonomi penduduk Tanah Melayu. Padi pada mulanya ditanam secara kecil-kecilan atas tujuan sara diri sebelum dijadikan tanaman komersial bagi menampung keperluan rakyat. Menurut Lembaga Kemajuan Pertanian Muda (MADA), tahun 1955 telah menjadi titik tolak kemajuan perusahaan padi tempatan yang mana kecukupan beras menerusi pengeluaran tempatan mula menjadi dasar utama kerajaan. Sistem pengairan padi yang lebih baik mula dibina bahkan badan-badan berkanun seperti Lembaga Kemajuan Pertanian

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

Muda (MADA) dan Institut Penyelidikan dan Kemajuan Pertanian Malaysia (MARDI) mula ditubuhkan bagi meningkatkan kualiti dan produktiviti padi.

Menurut Jabatan Perangkaan Malaysia (2010), penanaman padi di Malaysia terbahagi kepada dua musim iaitu Musim Utama yang bermula dari 1 hb Ogos hingga 28 atau 29 Februari tahun berikutnya dan Musim Luar yang bermula dari 1 hb Mac hingga Julai tahun berkenaan. Pihak MARDI melaporkan bahawa dapatan data pada tahun 2009 mendapati keluasan bertanam padi di Malaysia ialah seluas 596,000 hektar dengan purata hasil 4.1 tan sehektar. Selain itu, keperluan tahunan beras negara ialah sebanyak 2.19 juta tan manakala penghasilan beras dalam negara pula hanya sebanyak 1.53 juta tan. Justeru, kerajaan terpaksa bertindak mengimport 0.66 juta tan beras bagi menampung keperluan beras dalam negara. Di bawah Rancangan Malaysia Ke-9 (2006-2010), pihak kerajaan telah mensasarkan penambahan dalam Tahap Kecukupan Beras Negara (SSL) sebanyak 90 peratus menjelang tahun 2010. Walaubagaimanapun, Malaysia hanya berjaya mencapai 62 peratus SSL ekoran daripada kekurangaan tanah untuk menanam padi (Rittgers & Hoh, 2012). Pada tahun 2011, kerajaan Malaysia telah melancarkan Dasar Agromakanan Negara 2011-2020, yang bertujuan untuk meningkatkan pendapatan dan menjamin bekalan makanan negara (Kementerian Pertanian dan Industri Asas Tani Malaysia, 2011). Pihak kerajaan telah memperuntukkan sebanyak RM 19.6 juta bagi penambahbaikan infrastruktur pengairan dan varieti padi. Susulan daripada itu, penambahbaikan pengairan, hasil padi, pengurusan yang lebih baik, peningkatan kawasan penanaman padi di Malaysia Timur dan penggunaan varieti padi yang berhasil tinggi terus

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

menjadi fokus utama pihak kerajaan dan ini dijangka membawa kepada peningkatan pengeluaran keseluruhan padi pada tahun 2014 (Rittgers & Wahab, 2014).

1.1.2 Tikus sebagai Makhluk Perosak

Rattus argentiventer atau tikus sawah, subjek bagi kajian ini, merupakan haiwan perosak yang menjadi penyebab kerosakan terbesar tanaman padi terutamanya bagi negara-negara Asia Tenggara seperti Vietnam, Filipina, dan Indonesia. (Douangboupha *et al.,* 2009; Htwe *et al.,* 2012; Htwe *et al.,* 2011). Tikus sawah merosak tanaman padi pada setiap peringkat, bermula daripada peringkat permulaan pertumbuhan padi hingga ke peringkat matang, sehingga ke gudang penyimpanan padi sekalipun tikus-tikus ini rakus menyerang untuk mendapatkan makanan. Meskipun telah terbukti spesies ini sering mengundang masalah kepada sektor pertanian, dokumentasi dan pengetahuan mengenai tikus sawah adalah sangat sedikit direkodkan jika dibandingkan dengan spesies-spesies *Rattus* yang lain (Htwe *et al.,* 2012). Di Malaysia, kajian-kajian tentang tikus perosak lebih berfokus kepada kawasan ladang kelapa sawit berbanding sawah padi (Pin & Lian, 2008; Puan, *et al.*, 2011; Puan, 2010).

Selain daripada pertanian sawah padi, tikus juga merupakan perosak utama tanaman kelapa sawit di Malaysia. Serangan tikus telah menyebabkan Malaysia

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

kerugian sebanyak USD 32 juta setahun (Puan *et al.,* 2011). Malah jumlah kerugian ini semakin meningkat sejajar dengan peningkatan kebun kelapa sawit memandangkan Malaysia merupakan pengeluar semasa dan pengeksport utama minyak sawit di dunia (Tan *et al.,* 2009). Serangan tikus terhadap tanaman kelapa sawit telah ditangani secara sistematik sejak tahun 1960-an lagi dengan menggunakan racun antikoagulan (Wood & Fee, 2003). Selain itu, usaha kawalan berasaskan ekologi turut dilaksanakan dengan menggunakan burung hantu *(Tyto alba)* sebagai pemangsa. Kajian lepas oleh Hafidzi & Saayon (2001) mendapati gabungan racun tikus dan kawalan menggunakan burung hantu *T. alba* dapat menjimatkan kos mengumpan di antara RM2.64 sehingga RM30 per hektar dalam setahun.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

Roden atau haiwan pengerat merupakan kumpulan terbesar Mamalia yang mewakili 42 peratus daripada keseluruhan spesies Mamalia. Terdapat lebih daripada 2270 spesies roden ditemui di dunia ini (Singleton, 2007). Sebanyak 20 spesies tikus daripada genus *Rattus* telah ditemui di Malaysia (Paramasvaran & Sani, 2012). Tikus merupakan antara haiwan perosak utama yang sentiasa mendatangkan ancaman terhadap kawasan pertanian. Kerosakan akibat serangan tikus telah menyebabkan kerugian hasil pra-tuai sebanyak 1 hingga 5 peratus di Filipina (Stuart *et al.,* 2011) manakala di Laos, tikus telah memusnahkan tanaman padi serta menyebabkan kerugian hasil padi sebanyak 5 peratus dan mampu menjangkau 30 peratus sekiranya berlaku ledakan populasi tikus (Douangboupha, 2010). Selain itu, tikus juga telah menjadi penyebab kemusnahan tanaman padi seluas 100,000 hektar pada setiap tahun di negara Vietnam dengan anggaran kerugian hasil padi sebanyak 10 peratus (Huan *et al.*, 2010) manakala di Indonesia pula, peratusan kerugian hasil pra-tuai akibat

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

serangan tikus sawah didapati mencecah 17 peratus (Baco *et al.,* 2010). Lebih malang lagi, kerugian tahunan hasil padi di Indonesia akibat tikus sawah dianggarkan boleh memberi makan 39 juta penduduk setahun (Meerburg *et al.,* 2009). Bagi negara Malaysia, serangan tikus sawah dianggar telah menyebabkan kerugian hasil padi sebanyak 5 peratus. Walaupun pada peringkat nasional masalah serangan tikus sawah ke atas sawah padi dianggap kecil kerana masalah ini dilihat berlaku sekali-sekala dan hanya berlaku di sesetengah kawasan, namun kemusnahan ini mengakibatkan kerugian yang amat teruk dan mendatangkan impak yang mendalam kepada petani kecil (Singleton, 2003, 2007, 2010).

Selain daripada itu, tikus juga merupakan haiwan perosak yang bertindak sebagai perantara bagi hos berjangkit dan berfungsi sebagai hos bagi vektor anthropoda seperti kutu (Meerburg *et al.*, 2009). Dalam erti kata lain, tikus merupakan takungan yang mampu menyebarkan pelbagai penyakit berbahaya yang memberi risiko kepada kehidupan manusia. Pada tahun 2010, Malaysia telah dikejutkan dengan penularan penyakit *Leptospirosis* atau lebih dikenali sebagai kencing tikus. Utusan Malaysia (2010) melaporkan seramai enam orang penduduk kampung sekitar Maran, Terengganu telah menjadi korban kepada wabak ini. Penyakit berjangkit zoonosis ini telah mengancam nyawa para penduduk dengan mengakibatkan jangkitan kuman pada otak *(meningitis),* pendarahan yang teruk, gangguan pernafasan, kegagalan fungsi hati dan buah pinggang (Sarkar *et al.,* 2012) di samping menyebabkan kematian sejumlah besar haiwan. Antara penyakit bawaan tikus yang mengancam nyawa manusia ialah penyakit demam berdarah akibat daripada jangkitan virus *(Hantavirus)* (Colleen, *et al.*, 2010; Meerburg *et al.*, 2009; Ramsden *et al.*, 2009;

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

Semenza & Menne, 2009). Di samping itu, penyakit-penyakit lain yang dibawa oleh tikus adalah seperti penyakit hawar *(plague)* yang dijangkiti melalui kutu misalnya dari spesies *Xenopsylla cheopis* dan *Yersinia pestis* yang terdapat pada badan tikus (Ari *et al.,* 2011; Bitam *et al.,* 2010; Chouikha & Hinnebusch, 2012) dan penyakit-penyakit riketsia seperti tipus belukar, cacar riketsia *(rickettsiapox),* serta demam berbintik gunung Rocky *(Rocky Mountain spotted fever)* yang berlaku hasil daripada jangkitan bakteria yang dipindahkan melalui melalui gigitan tungau dan kutu yang menjadi parasit pada badan tikus (Milstone & Dumler, 2009; Barbara *et al.,* 2010; Lin *et al.,* 2012; Renvoisé, *et al.,* 2012).

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

1.1.3 Ekologi populasi tikus sawah *(Rattus argentiventer)*

1.1.3.1 Ciri-Ciri Fizikal Tikus *Rattus argentiventer*

Tikus sawah atau nama saintifiknya *(Rattus argentiventer)* merupakan haiwan bersaiz sederhana. Haiwan ini mempunyai bulu di bahagian dorsal dan kaki yang berwarna coklat jingga dengan sedikit kehitaman di penghujung bulu. Bahagian ventralnya pula berwarna kelabu di garis tengah dengan sisi yang lebih putih manakala ekor berwarna coklat gelap. Ekor tikus sawah lebih pendek sedikit daripada panjang kepala-badan (Francis & Barrett, 2008). Tikus sawah mempunyai telinga yang besar dan selalunya mempunyai jambul kecil berwarna oren di pinggir hadapan telinga (Chaval, 2011). Tikus sawah mempunyai gigi kacip putih seperti pahat (Ruedas *et al.,* 2012). Panjang tikus sawah di antara 120-220 mm dengan panjang ekor 123-205 mm, panjang kaki

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

belakang *(hindfoot)* 30-37 mm dan panjang telinga 17-24 mm. Berat purata *Rattus argentiventer* sekitar 46 hingga 261 g. Tikus betina memiliki 6 pasang puting susu (Chaval, 2011).

1.1.3.2 Sistem Reproduktif dan Kitaran Hidup *Rattus argentiventer*

Tikus merupakan haiwan yang sangat cepat membiak yang mana sepasang tikus mampu menghasilkan anak sebanyak 120 ekor tikus untuk sekali musim pembiakan (Singleton, 2007). Prestasi pembiakan tikus sawah betina sangat dipengaruhi oleh pertumbuhan padi (Douangboupha *et al.*, 2009; Phung, *et al.*, 2012) yang mana permulaan musim pembiakan bagi tikus sawah berlaku pada fasa generatif padi (Htwe *et al.*, 2012). Menurut Douangboupha *et al.* (2009), data pemerangkapan mendedahkan bahawa kelimpahan populasi dan aktiviti pembiakan tikus berubah dari masa ke masa sejajar dengan ketersediaan sumber makanan. Ini dipersetujui oleh Htwe *et al.* (2012) yang mendapati jumlah anak tikus sawah yang paling tinggi berjaya direkodkan adalah sewaktu padi sedang masak dan matang dan paling berkurang berlaku sewaktu padi baru tumbuh. Selain itu, setiap spesies tikus mempunyai dinamik pembiakan yang berbeza. Misalnya, terdapat spesies tikus seperti tikus *Rattus norvegicus* yang membiak secara optimum di sepanjang tahun manakala terdapat juga spesies yang membiak secara bermusim *(Rattus rattus),* dan ada juga sebagai spesies yang membiak hanya pada waktu-waktu yang tertentu umpamanya seperti tikus sawah *(Rattus argentiventer).* Tikus sawah membiak hanya apabila padi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

mula menguning, iaitu pada peringkat reproduktif (Brown *et al.,* 2005b; Htwe *et al.,* 2011; Phung *et al.,* 2011). Sebagai contoh, seandainya sesuatu kawasan menanam padi sekali setahun, maka tikus sawah membiak hanya sekali sahaja dalam setahun. Begitu juga sekiranya padi ditanam tiga kali setahun, ini mengakibatkan populasi tikus sawah di kawasan itu mengalami tiga kali musim pembiakan (Singleton, 2007).

Tikus sawah betina memulakan kitaran estrus pada minggu pertama atau kedua sebelum padi matang. Selepas itu, tikus betina akan bunting selama tiga minggu, dengan purata jumlah seperindukan antara 11 hingga 12 ekor bahkan juga mampu untuk kembali mengawan seawal 48 jam selepas melahirkan anak tikus *(post-partem oestrus).* Ini boleh mengakibatkan satu musim tanaman padi berpotensi mempunyai sehingga tiga generasi tikus (Singleton, 2007; Sudarmaji & Herawati, 2008; Sudarmaji *et al.,* 2007). Frekuensi tikus betina melahirkan anak boleh diketahui dengan cara mengenalpasti jumlah set parut plasenta *(placenta scars).* Parut plasenta merupakan bekas luka yang terdapat pada salur uterus yang menunjukkan bekas penempelan embrio. Jumlah set ditentukan dengan mengenal pasti bintik-bintik berwarna merah, hitam dan coklat yang terdapat di sekitar uterus. Hasil pembedahan daripada 164 ekor tikus betina yang pernah bunting mendapati 54.27 peratus tikus betina mempunyai satu set parut plasenta iaitu bersamaan dengan sekali melahirkan anak, 34.76 peratus dua kali melahirkan anak, 10.36 peratus tiga kali melahirkan anak, dan 0.60 peratus empat kali melahirkan anak (Sudarmaji *et al.,* 2007). Disamping itu, tanaman padi yang masak dan menguning menyediakan sumber makanan yang mencukupi untuk tumbesaran anak-anak tikus yang baru lahir. Justeru, seandainya penanaman padi di suatu kawasan gagal ditanam secara serentak, maka

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

setelah enam minggu, generasi pertama ini juga akan turut membiak sekaligus menyerang tanaman padi di kawasan sekeliling yang baru mula matang serta menjadi punca tercetusnya ledakan populasi tikus sawah (Htwe *et al.*, 2012, 2011). Laman sesawang Rice Knowledge Bank (2009) melaporkan seekor tikus betina mampu menghasilkan 120 ekor anak tikus seandainya tempoh penanaman padi dilanjutkan lebih daripada dua minggu bahkan penyingkiran seekor tikus betina yang masih belum sempat membiak adalah bersamaan dengan membunuh 34 ekor tikus yang bakal menyerang tatkala tanaman padi sedang masak.

1.1.3.3 Diet Pemakanan *Rattus argentiventer*

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

Tikus sawah merupakan sejenis haiwan omnivor yang bijak memanfaatkan segala sumber makanan yang ada di sekelilingnya bagi menjamin kelangsungan hidup. Menurut Anggara (2008), hasil daripada autopsi mendapati struktur anatomi terhadap saluran pencernaan tikus sawah pada bahagian usus sekum *(caecum)* telah membesar dengan sangat ketara. Ini menunjukkan bahawa sebahagian besar daripada diet tikus sawah adalah terdiri daripada tumbuh-tumbuhan. Pembesaran pada bahagian usus sekum *(caecum)* dipercayai adalah disebabkan oleh penyediaan ruang fermentasi yang cukup bagi membolehkan mikroorganisma mencerna tumbuh-tumbuhan dengan seoptimal mungkin (Anggara, 2008). Menurut Htwe *et al.* (2011), tikus sawah memakan beraneka jenis makanan di sepanjang musim penanaman padi. Hasil kajian

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

menunjukkan perut tikus sawah sebahagian besarnya mengandungi tumbuh-tumbuhan seperti daun dikotiledon, bulir padi, spikelet dan beras serta siput gondang emas. Dapatan kajian ini disokong oleh kajian lepas daripada Phung *et al.* (2011) yang juga mendapati secara keseluruhan, sebayak 70% beras, diikuti dengan 25.9% tumbuhan hijau, 3.1% serangga dan 0.5% kekacang hijau ditemui di dalam perut tikus sawah

1.1.3.4 Habitat Tikus *Rattus argentiventer*

Habitat yang ideal merupakan faktor pemangkin ke arah peningkatan populasi tikus sawah *(Rattus argentiventer).* Oleh kerana itu, pemahaman mengenai habitat tikus sawah amat diperlukan agar usaha dalam mengawal dan menghad kadar populasi tikus sawah dapat dijalankan. Ekosistem sawah padi menawarkan perlindungan daripada pemangsa, sumber makanan, tempat bersarang dan tempat membiak sekali gus menjadi habitat pilihan tikus sawah. Kajian lepas daripada Brown *et al.* (2005a) melaporkan bahawa tikus sawah memilih untuk bersembunyi di dalam lubang-lubang bawah tanah pada siang hari dan dan menggunakan habitat sawah padi pada waktu malam ketika di luar tempoh pembiakan manakala pada musim pembiakan, tikus sawah memilih untuk menghuni habitat sawah padi pada waktu malam dan siang. Dapatan kajian ini disokong oleh kajian daripada Phung *et al.* (2012) yang melaporkan bahawa tikus betina tinggal di dalam lubang tanah dan hanya keluar ke habitat sawah padi tatkala sawah padi mula meninggi. Ini membuktikan bahawa *Rattus argentiventer* bijak memanfaatkan ketinggian pokok padi dan jerami yang

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

bertaburan di atas tanah untuk memburu makanan di samping melindungi diri daripada pemangsa. Kajian lepas daripada Sudarmaji *et al.* (2007) melaporkan terdapat lima jenis habitat yang sangat digemari tikus sawah berdasarkan jumlah tangkapan yang diperoleh di dalam ekosistem sawah padi antaranya habitat kampung (35.1%), ban beririgasi (29.8%), jalan sawah (16.5%), tengah sawah (9.5%) dan parit sawah (9.0%). Walaupun hasil tangkapan tertinggi diperoleh di habitat kampung, kajian mendapati tidak terdapat sebarang lubang aktif pada habitat kampung. Ini seiring dengan dapatan kajian daripada Douangboupha *et al.* (2009) yang menegaskan habitat kampung juga sering dijadikan habitat sementara bagi tikus sawah bagi memperoleh bekalan makanan alternatif sejurus sahaja selepas tamat tempoh penuaian tanaman padi.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

1.1.4 Punca-Punca Berlakunya Ledakan Populasi Tikus *Rattus argentiventer*

Saiz dan kepadatan populasi sesuatu spesies berubah-ubah disebabkan faktor peningkatan populasi kerana kelahiran (nataliti), penurunan populasi kerana kematian (mortaliti), dan pergerakan keluar (emigrasi) dan masuk (imigrasi) individu di dalam populasi tersebut. Selain itu, perubahan populasi spesies juga turut dipengaruhi oleh faktor intrinsik iaitu struktur sosial, genetik dan fisiologi manakala faktor ekstrinsik pula ialah terdiri daripada pemangsa, bekalan sumber makanan, penyakit, parasit, iklim dan lanskap (Krebs, 2002). Kemampuan spesies *Rattus argentiventer* ini membiak dengan sangat cepat menjadikan haiwan perosak ini sukar dikawal oleh para

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

petani. Pemahaman berkenaan dinamik populasi tikus sawah amat penting dalam usaha membanteras populasi ini daripada terus bermaharajalela di dalam ekosistem sawah padi.

Berdasarkan kajian lepas selama lima tahun di daerah Giang, Vietnam, Brown & Phung (2011) mendedahkan bahawa tikus menduduki tangga ke- empat haiwan perosak ekosistem sawah padi dengan menyebabkan 4.2 peratus kerosakan tanaman. Di Indonesia, kepadatan tikus yang tinggi menuntut para petani untuk memusnahkan 75 peratus daripada populasi tikus supaya kehilangan hasil padi akibat tikus sawah dapat berkurang daripada 30 peratus kepada 15 peratus (Singleton *et al.,* 2008). Faktor utama yang menjadi punca meletusnya ledakan populasi tikus sawah adalah kerana ketersediaan sumber makanan yang berkualiti yang mencukupi bagi pembiakan tikus sawah kerana tikus sawah membiak ketika padi tumbuh pada peringkat reproduktif (Brown & My Phung, 2011; Brown *et al.,* 2005b; Htwe *et al.,* 2012; Jacob *et al.,* 2010; Normile, 2010; Phung *et al.,* 2011; Phung *et al.,* 2012; Singleton, 2007, 2010; Sudarmaji & Herawati, 2008; Sudarmaji *et al.,* 2007). Corak kerosakan akibat tikus sawah dilaporkan lebih tinggi semasa peringkat pertengahan penanaman padi berbanding peringkat awal dan akhir penanaman padi yang mana ini menggambarkan kadar keperluan tenaga yang diperlukan oleh tikus betina untuk menjalankan proses pembiakan. Dapatan kajian ini sejajar dengan dapatan kajian Phung *et al.* (2012) yang menegaskan bahawa prestasi pembiakan tikus betina secara signifikannya dipengaruhi oleh kadar pertumbuhan padi.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

Di samping itu, ledakan populasi tikus dipacu oleh perubahan cuaca yang tidak menentu sebagai contoh banjir kilat akibat hujan lebat, taufan Nargis dan fenomena El Nino (Douangboupha, 2010; Jacob & Tkadlec, 2010; Singleton *et al.*, 2010). Perubahan cuaca yang tidak menentu menyebabkan kekangan sumber makanan dan ini sekali gus menyebabkan populasi tikus memburu dan menyerang mana-mana kawasan yang mempunyai sumber makanan. Tercetusnya ledakan populasi juga adalah disebabkan oleh sistem penanaman padi secara tidak selaras (Htwe *et al.*, 2012, 2011; Htwe *et al.*, 2013; Sudarmaji *et al.*, 2010). Penanaman padi secara tidak serentak menyebabkan ketersediaan sumber makanan yang berkualiti tinggi dalam tempoh yang panjang dan ini seterusnya membawa kepada pemanjangan musim pembiakan tikus, lantas menjadi punca ledakan populasi tikus.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

1.1.5 Pengurusan Tikus Secara Ekologi (EBRM)

Tikus merupakan antara haiwan perosak utama yang mendatangkan masalah kepada penghasilan padi di negara-negara Asia Tenggara seperti Kemboja, Laos dan Vietnam (Douangboupha, 2010). Kerugian pra-tuai hasil padi di negara-negara Asia akibat serangan tikus dianggarkan sebanyak lima ke 10 peratus. Seandainya tiada tindakan yang serius diambil untuk mengawal tikus, kerugian hasil tuaian padi di Asia boleh mencecah 30 juta tan setahun yang mana ia cukup untuk memberi makan kepada 180 juta orang selama 12 bulan (Aplin *et al.*, 2006). Oleh itu, kerugian hasil tuaian padi yang berpunca daripada tikus perlu menjadi sebahagian daripada matlamat global

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

dalam usaha mengurangkan kadar kebuluran dunia dan pada masa yang sama memenuhi permintaan makanan (John, 2014).

Pendekatan pengurusan tikus secara ekologi (EBRM) adalah merupakan pendekatan yang menggabungkan kaedah pengurusan tikus tradisional dan penemuan-penemuan daripada penyelidikan terdahulu tentang kepenggunaan habitat, dinamik populasi dan biologi pembiakan spesies tikus. EBRM telah dikenali sebagai pendekatan yang berkesan dan mampan di dalam mengawal tikus perosak di kawasan sawah padi negara-negara Asia Tenggara (Palis *et al.*, 2010). Pendekatan ini meminimumkan risiko spesies bukan sasaran kerana pendekatan ini hanya mensasarkan spesies dan habitat yang spesifik pada masa yang tepat (Stuart *et al.*, 2013).

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

Strategi pengurusan tikus secara ekologi menggabungkan amalan pengurusan secara kultura dan fizikal. Palis *et al.* (2013) telah menyenaraikan beberapa contoh amalan pengurusan yang boleh dilaksanakan. Antaranya, memastikan tanaman padi ditanam secara serentak serta melaksanakan dua minggu kempen pengurusan tikus seperti satu minggu sebelum padi ditanam atau dalam tempoh dua minggu selepas padi ditanam. Selain itu, mengurangkan lebar batas pengairan di kawasan sawah padi sehingga kurang dari 30 cm untuk mengelak tikus daripada membuat sarang, meningkatkan kebersihan di sekitar sawah padi dan kampung, mempromosikan pembajakan padi secara serentak dan mendemonstrasi penggunaan kaedah Sistem Pemerangkapan Bubu secara komuniti (SPBK).

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

Dibina pada lewat tahun 1990-an, pengurusan tikus secara ekologi telah menawarkan kaedah alternatif kepada para petani untuk mengurangkan kebergantungan terhadap penggunaan racun tikus. Teknologi Sistem Pemerangkapan Bubu (SPB) telah diiktiraf sebagai kaedah pengurusan tikus secara ekologi yang berkesan di dalam mengawal populasi tikus. Perlaksanaan kaedah ini memerlukan pengetahuan yang mendalam mengenai ekologi spesies sasaran, corak pembiakan, kepenggunaan habitat dan perilaku spesies. Tanpa menggunakan sebarang racun perosak, kaedah ini memanipulasikan tanaman padi sebagai umpan bagi menggoda tikus untuk masuk ke dalam perangkap. Pengimplementasian teknologi Sistem Pemerangkapan Bubu (SPB) dijalankan dengan memasang pagar plastik di sekeliling tanaman padi yang mana di dalamnya terdapat sekurang-kurangnya satu perangkap bubu *(multiple capture live trap).* Perangkap ini dipasang rapat dengan pagar plastik. Lubang kecil kemudiannya ditebuk pada pintu masuk perangkap agar dapat membawa tikus untuk masuk terus ke dalamnya (Palis *et al.*, 2010). Kaedah penangkapan menggunakan SPB di Malaysia adalah sangat rendah berbanding negara-negara membangun yang lain (Singleton, 2003) malah penyelidikan mengenai struktur populasi spesies tikus *Rattus argentiventer* yang menyerang ekosistem sawah padi Malaysia juga kali terakhir dilaksanakan pada lewat 1990-an (Lam, 1983, 1988, 1990).

1.2 Pernyataan masalah

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

Tikus telah menyebabkan kerugian ekonomi serta kesusahan kepada manusia lebih daripada mana-mana vertebrata perosak lain. Haiwan ini memakan dan mencemarkan makanan, merosakkan harta benda, dan menjadi agen pembawa parasit dan penyakit kepada haiwan dan manusia. Tikus hidup dan membiak dalam pelbagai iklim dan keadaan. Haiwan ini sering dijumpai di dalam dan di sekitar rumah-rumah, bangunan, ladang-ladang mahupun di persekitaran terbuka. Tikus sawah *(Rattus argentiventer)* merupakan spesies roden perosak yang bertanggungjawab ke atas kerosakan sawah padi di seluruh negara Asia Tenggara. Haiwan ini telah membawa masalah kepada pesawah kecil di Asia Tenggara kerana telah menyebabkan kerugian hasil padi yang kronik.

Dalam usaha membanteras tikus sawah, kebanyakan petani lebih gemar mengambil jalan pintas iaitu memilih racun perosak sebagai jalan penyelesaian. Meskipun penggunaan racun akut dan racun antikoagulan terbukti efektif dalam mengurangi populasi tikus, namun penggunaan yang berterusan akan mengundang risiko kepada kesihatan manusia dan spesies bukan sasaran. Selain itu, respon tikus selepas kawalan menggunakan racun perosak juga didapati tidak tetap. Membunuh sesetengah tikus mungkin akan menurunkan kadar populasi dalam jangka masa pendek, namun saki-baki yang berjaya hidup lebih lama akan belajar menjauhi racun tersebut. Keadaan akan menjadi lebih buruk seandainya genetik individu tikus yang terselamat mula rintang terhadap racun (Baert *et al.,* 2012; Buckle & Prescott, 2012). Ini menyebabkan generasi tikus yang akan datang lebih sukar untuk dihapuskan kerana memerlukan racun baru yang lebih efektif.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

Di Malaysia, tikus sawah merupakan antara haiwan perosak utama yang merosakkan tanaman padi. Haiwan ini bukan sahaja rakus memusnahkan tanaman padi di setiap peringkat malah turut menyerang gudang-gudang penyimpanan beras. Walaubagaimanapun, hasil tinjauan mendapati kajian-kajian mengenai tikus sawah hanya dilaksanakan sekitar 1980-an dan 1990-an (Buckle *et al.,* 1984; Lam, 1983, 1988, 1990). Maklumat mengenai ekologi spesies ini amat terhad berbanding di negara-negara lain. Di Malaysia, laporan rasmi mengenai peratusan jumlah kerugian hasil padi dan kadar kerosakan sawah padi akibat serangan tikus sawah di peringkat nasional sudah tidak lagi diterbitkan semenjak kali terakhir diulas oleh Singleton pada tahun 2003. Menurut Singleton (2003), Malaysia amat kekurangan data mengenai kesan tikus perosak ke atas ekosistem sawah padi negara sejak sedekad yang lalu. Laporan menunjukkan bahawa bilangan saintis roden di Malaysia terlampau sedikit, bahkan pengetahuan dan penilaian penglibatan masyarakat luar bandar juga terlalu terhad. Kesimpulannya, setelah sedekad lamanya, kajian ini diharap dapat meluaskan dan menambahkan pengetahuan tentang taburan populasi, dinamik populasi, ekologi pembiakan, perilaku tikus sawah terhadap Sistem Pemerangkapan Bubu (SPB) dan seterusnya menjadi sumber rujukan terbaru kepada para saintis.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

1.3 Matlamat Kajian

Matlamat kajian ini adalah untuk memahami dengan lebih mendalam struktur populasi tikus sawah *(Rattus argentiventer)* yang terdapat di Institut Penyelidikan dan Kemajuan Pertanian Malaysia (MARDI), Pinang Tunggal, Pulau Pinang, dan respon perilaku populasi tikus tersebut terhadap pengimplementasian teknik Sistem Pemerangkapan Bubu atau *Trap Barrier System* (SPB) di kawasan sawah padi serta perbezaan haplotip yang hadir. Selain itu, kajian ini juga dijalankan bagi menguji keberkesanan teknik SPB dalam mengurangi populasi tikus sawah. Penyelidik percaya bahawa hanya dengan memahami ekologi populasi tikus sawah secara mendalam, perancangan yang inovatif boleh dibangunkan bagi meningkatkan keberkesanan SPB. Selain itu, seiring dengan arus teknologi, kajian ini juga turut mengkaji kepelbagaian haplotip dalam kalangan populasi tikus dengan menggunakan teknik polimorfisma nukleotida tunggal pada DNA mitokondria (mtDNA). Pemahaman struktur genetik populasi yang jelas dapat membantu menerangkan dengan lebih mendalam ekologi populasi spesies ini. Kajian ini juga diharap dapat menjadi batu loncatan kepada para saintis di Malaysia dengan harapan lebih banyak lagi penyelidikan mengenai SPB akan dibangunkan selepas ini memandangkan Malaysia merupakan negara pertama yang membangunkan teknik SPB ini.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

1.4 Objektif Kajian

Objektif kajian adalah seperti berikut:

i. Menganggar saiz populasi tikus sawah *(Rattus argentiventer)* yang terdapat di dalam lingkungan 24.07 hektar sawah padi di Institut Penyelidikan dan Kemajuan Pertanian Malaysia (MARDI).

ii. Mengkaji struktur populasi tikus sawah *(Rattus argentiventer)* yang terperangkap di dalam Sistem Pemerangkapan Bubu (SPB).

iii. Menjalankan analisis morfometri terhadap tengkorak tikus sawah *(Rattus argentiventer)* yang berjaya diperangkap dengan menggunakan Sistem Pemerangkapan Bubu (SPB).

iv. Menentukan jumlah bilangan haplotip yang terdapat dalam kalangan populasi tikus sawah *(Rattus argentiventer)* di kawasan kajian.

1.5 Persoalan Kajian

i. Berapakah saiz populasi tikus sawah di dalam kawasan sawah padi sebesar 24.07 hektar?

ii. Apakah struktur populasi tikus sawah *(Rattus argentiventer)* yang terperangkap di dalam Sistem Pemerangkapan Bubu (SPB)?

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

iii. Apakah hasil analisis morfometri yang dijalankan terhadap tengkorak tikus sawah *(Rattus argentiventer)* yang berjaya diperangkap dengan menggunakan Sistem Pemerangkapan Bubu (SPB)?

iv. Berapakah jumlah haplotip yang ditemui di dalam sebuah populasi tikus sawah yang diperangkap menggunakan kaedah SPB?

1.6 Skop dan Batasan Kajian

Hasil kajian yang diperoleh adalah terbatas kepada populasi spesies tikus sawah *(Rattus argentiventer)* serta kawasan sawah padi yang terlibat di dalam kajian sahaja. Hasil kajian ini tidak boleh digeneralisasikan kepada spesies-spesies tikus yang lain dan kawasan sawah yang berada di luar kawasan kajian.

1.6 Rumusan

Dalam usaha mengawal tikus, perkara pertama yang perlu ditekankan dan difahami dengan teliti adalah struktur populasi spesies haiwan perosak itu sendiri. Setelah lebih 20 tahun laporan pada peringkat nasional mengenai spesies *Rattus argentiventer* dikeluarkan (Singleton, 2003), kajian ini dilaksanakan dengan harapan untuk memberi maklumat terkini kepada masyarakat mengenai struktur populasi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

spesies *Rattus argentiventer* di Malaysia. Maklumat ini diharap dapat membantu merangka program pengurusan tikus secara ekologi yang lebih mampan dan berkesan di samping mempromosikan teknologi Sistem Pemerangkapan Bubu yang suatu ketika dahulu dicipta dan diperkenalkan oleh rakyat Malaysia sendiri.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

BAB 2

TINJAUAN LITERATUR

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

2.0 Pendahuluan

Bab ini menerangkan tentang tinjauan literatur bagi penganggaran saiz populasi tikus dan keberkesanan SPB, serta kajian-kajian lepas tentang analisis morfometri tengkorak dan analisis genetik molekul.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

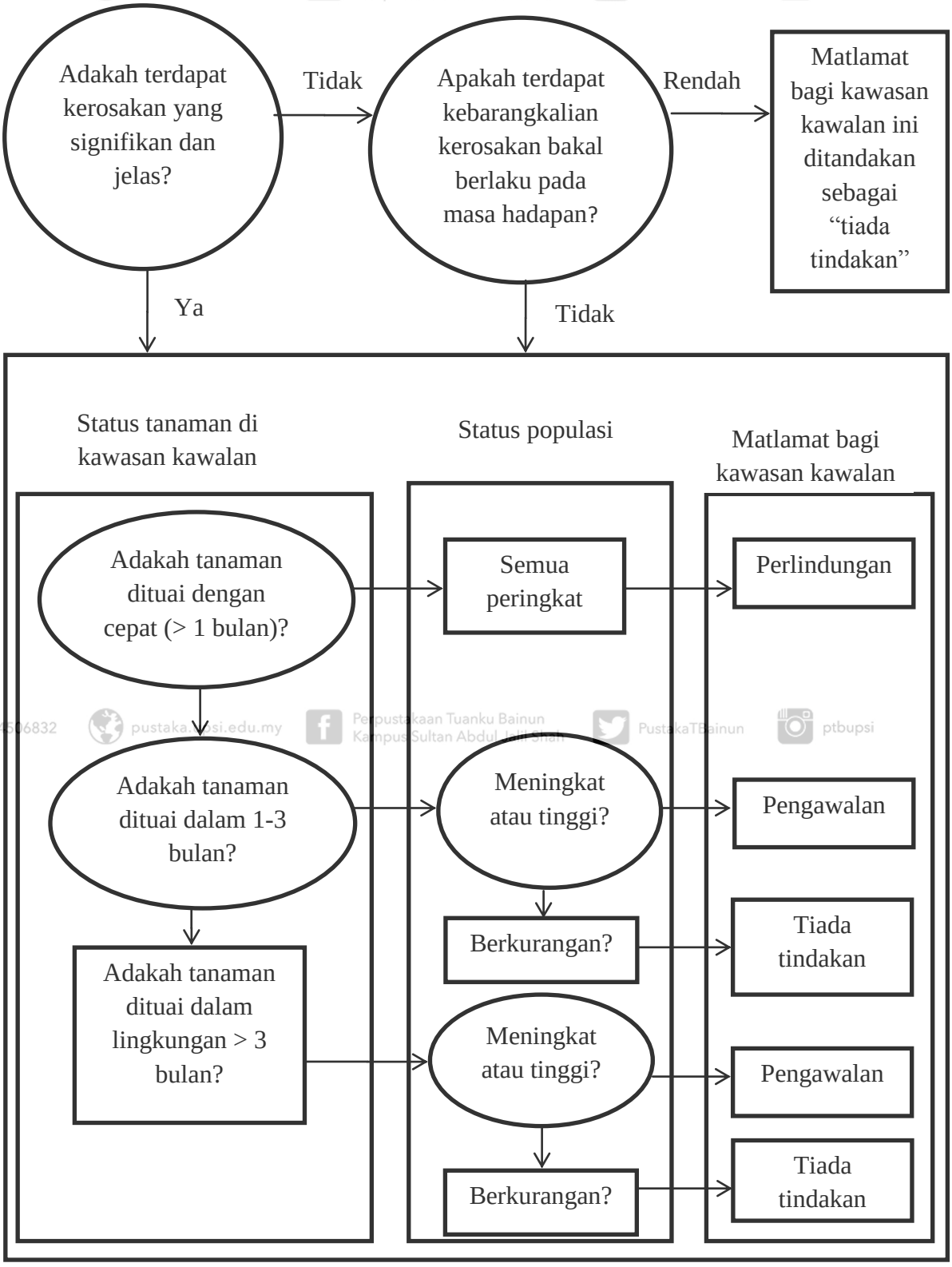
2.1 Amalan Pengurusan Tikus di Kawasan Pertanian

Penentuan strategi pengurusan yang sesuai adalah sangat perlu sebelum langkah pengawalan diambil bagi mengelakkan serangan tikus perosak. Ramsey & Wilson, (2000) telah membina carta alir tentang perancangan pengurusan bagi membuat keputusan untuk menentukan strategi pengurusan yang sesuai untuk dilaksanakan di suatu kawasan kawalan berdasarkan maklumat tanaman dan status populasi (Rajah 2.1).

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



Rajah 2.1. Carta alir penentuan keputusan untuk menyusun strategi pengurusan di kawasan kawalan bergantung kepada pertumbuhan tanaman dan status populasi tikus (Ramsey & Wilson, 2000).

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

Di Malaysia, meskipun kerosakan akibat tikus di sekitar sawah padi tidak begitu ketara (Singleton, 2003, 2007, 2010), namun, terdapat kebarangkalian yang tinggi kerosakan bakal berlaku pada masa hadapan seandainya kawalan tikus perosak tidak dijalankan. Selain itu, oleh sebab fasa pertumbuhan padi ditanam adalah melebihi tiga bulan dan kualiti makanan ketika fasa reproduktif padi amat mempengaruhi prestasi pembiakan *Rattus argentiventer* (Htwe *et al.,* 2011), untuk itu berdasarkan carta alir ini, strategi pengurusan yang sesuai digunakan ialah kaedah kawalan. Sejajar dengan arus pemodenan, model simulasi komputer telah dibina di Vietnam agar jumlah sebenar hasil padi akibat kerosakan tikus pada setiap peringkat pertumbuhan padi boleh dianggar (Phung *et al.,* 2013). Pengetahuan yang diperoleh daripada model simulasi ini dapat memberi faedah kepada para petani untuk membuat pelan tindakan kawalan pada masa yang tepat dengan cara memutuskan pengurusan tikus yang sesuai dan berbeza-beza mengikut fasa pertumbuhan padi. Terdapat beberapa cara pengawalan perosak tanaman yang telah diamalkan di beberapa negara, seperti kawalan alam sekitar, kawalan mekanikal dan fizikal, kawalan kimia, dan lain-lain lagi.

2.1.1 Kawalan Alam Sekitar

Strategi yang efektif perlu dibina bagi menghalang tikus-tikus daripada terus membiak dan melakukan kerosakan pada padi. Operasi membasmi haiwan perosak ini juga perlu dilakukan daripada sebelum permulaan musim pembiakan lagi iaitu pada

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

peringkat menyemai padi dan operasi ini harus dijalankan secara berterusan sehingga ke gudang penyimpanan (Brown *et al.,* 2005b). Terdapat pelbagai cara yang digunakan oleh petani bagi mengurangkan populasi tikus sawah. Antaranya ialah kawalan alam sekitar seperti membersih dan membuang semak-semak dan jerami padi serta mengorek lubang-lubang yang terdapat di batas-batas sawah (Htwe *et al.,* 2012). Hasil kajian Stuart *et al.* (2011) mendapati amalan pembersihan lalang-lalang yang tumbuh di sepanjang ban dan sawah padi menjadi aktiviti paling popular yang kerap dilakukan oleh para petani. Namun begitu, usaha memanipulasi habitat semata-mata didapati kurang berkesan di dalam mengawal pembiakan tikus perosak (Stuart *et al.,* 2013). Beliau berpendapat usaha ini hanya berjaya seandainya ia digabungkan dengan pengetahuan yang mendalam mengenai ekologi populasi spesies tikus tersebut.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

2.1.2 Kawalan Mekanikal dan Fizikal

Kawalan mekanikal dan fizikal ditakrifkan sebagai penggunaan teknik amali dan peralatan- peralatan yang mudah seperti perangkap tikus, pagar plastik atau dawai elektrik bagi melindungi tanaman daripada serangan haiwan perosak (Hillock, 2014). Menurut tinjauan yang dibuat oleh Brown & Khamphoukeo (2010), di Laos, 54 peratus para petani berpendapat penggunaan perangkap adalah kaedah yang paling efektif dalam mengawal tikus selain daripada menggunakan racun tikus (12.5%), menggunakan kucing (9.5%) dan menggali lubang (6.5%). Walau bagaimanapun,

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

kawalan mekanikal dan fizikal memerlukan tenaga kerja yang ramai untuk tujuan pemasangan perangkap dan penyelenggaraan (Simberloff, 2013). Di Mesir, kawalan mekanikal dan fizikal ke atas tikus yang menyerang tanaman gandum dijalankan dengan menggali sarang tikus aktif, membuka air pengairan yang kuat bagi menenggelami sarang-sarang tikus dan menggunakan perangkap tikus. Kawalan ini didapati lebih berkesan dan selamat daripada kawalan kimia (Desoky, 2013).

2.1.2.1 Evolusi Sistem Pemerangkapan Bubu (SPB)

Sistem pemerangkapan bubu atau *Trap Barrier System* (SPB) merupakan kawalan secara fizikal yang sering digunakan oleh negara-negara membangun terutamanya di Indonesia, Vietnam dan Filipina di dalam membanteras serangan tikus sawah (Baco *et al.*, 2010; Douangboupha, 2010; Huan *et al.*, 2010; Singleton, 2003, 2007; Stuart *et al.*, 2011; Sudarmaji *et al.*, 2010, Singleton *et al.*, 2010). Teknik ini adalah salah satu daripada tindakan Pengurusan Roden Perosak Secara Ekologi (EBPM) yang tidak menggunakan sebarang racun perosak tetapi menggunakan pendekatan mesra alam untuk mengawal tikus perosak. Teknik ini pada mulanya diperkenalkan oleh rakyat Malaysia, Lam Yuet Ming di dalam kajiannya untuk melindungi tanaman di dalam kawasan yang mempunyai keluasan sawah padi yang luas, kerosakan padi dan kadar populasi tikus sangat tinggi (Singleton, 2003).

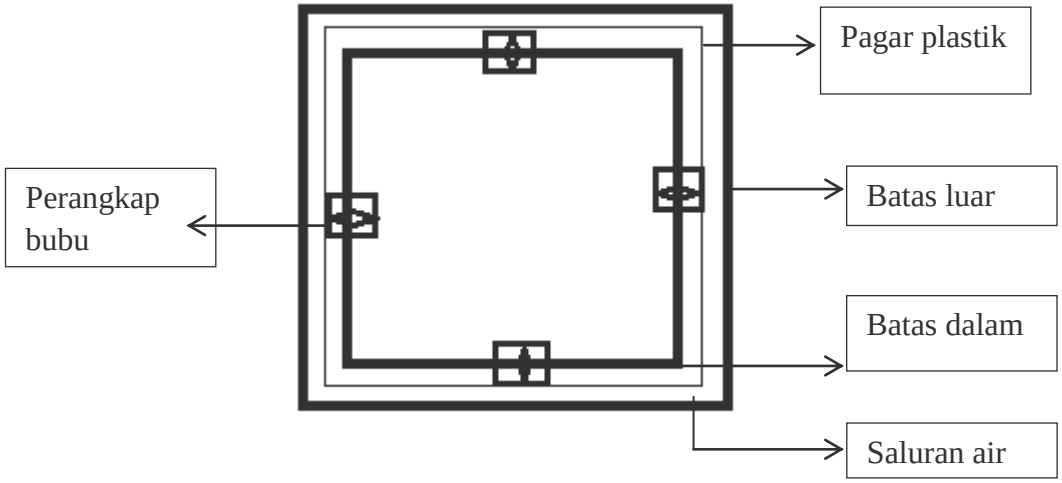
05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

Sistem ini dirancang dengan menggunakan bahan yang mudah diperolehi dan mudah dipasang. Setelah petak sawah berukuran kira-kira 20 hingga 50 m^2 dipilih, kayu-kayu dipacakkan di sekeliling petak dengan selang 1 m bentangan pagar plastik. Setelah itu, pagar plastik kemudiannya dilekatkan pada kayu-kayu dengan menggunakan kawat dan tali. Pagar plastik harus dibenamkan jauh ke dalam tanah agar tikus tidak menerobos masuk melalui bahagian bawah tanah dan dipasang setinggi 60 cm untuk mencegah tikus daripada meloncat masuk. Selepas pagar plastik siap dipasang, saluran air dibuat dibahagian luar pagar dengan lebar minima setengah meter. Akhir sekali, empat perangkap bubu iaitu perangkap-perangkap yang dapat memerangkap lebih dari satu ekor tikus dalam sekali pemerangkapan, tanpa menyebabkan tikus mati *(multiple- capture traps)* diletakkan tengah-tengah setiap sisi pagar. Perangkap-perangkap ini dletakkan serapat mungkin bagi memastikan tikus untuk masuk ke dalam pintu perangkap serta laluan masuk disediakan dengan menambak lumpur di depan pintu masuk perangkap (Anggara & Sudarmadji, 2008; Beckmann, 2003; Sudarmaji & Herawati, 2008). Skema pemasangan adalah seperti Rajah 2.2.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



Rajah 2.2. Skema pemasangan SPB

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

Lam *et al.* (1988) berjaya memerangkap sebanyak 44,101 ekor tikus di dalam sembilan minggu dengan jumlah pemerangkapan 6,872 dalam sehari dengan cara memasang perangkap mengelilingi tanaman pertanian sejauh 5 km. Walaubagaimanapun, analisis faedah-kos menunjukkan bahawa kerugian perlu melebihi 30 peratus, barulah teknik ini mampu menjimatkan kos jika ingin dilaksanakan secara terus-terusan (Singleton *et al.,* 1999).

Teknik ini kemudiannya diperkembangkan oleh penyelidik luar dengan menggabungkan SPB dengan tanaman perangkap (SPB+TP) bagi mendapatkan keputusan yang lebih cemerlang. Di Indonesia dan Vietnam, kejayaan pemerangkapan tikus menggunakan SPB+TP adalah bergantung kepada kejayaan menangkap tikus betina di dalam sebuah populasi sebelum padi masak dan sebelum tikus-tikus ini

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

sempat untuk melahirkan anak (Duque *et al.,* 2005). Tanaman perangkap yang telah ditanam sebelum tanaman utama akan matang lebih awal. Ketersediaan sumber makanan di dalam kawasan SPB+TP ini memancing tikus lapar untuk datang lalu memerangkap mereka yang cuba untuk memasukinya (Beckmann, 2003).

Seiring dengan perkembangan SPB, Sistem Pemerangkapan Bubu Linear (SPBL) atau *'Linear Trap Barrier System'* pula telah diperkenalkan. Secara dasarnya, SPB dan SPBL sama-sama menggunakan pendekatan EBRM tetapi SPBL lebih murah dan mudah dipindahkan berbanding SPBL (Sudarmaji *et al.,* 2010). Penerapan SPBL merupakan bentangan pagar plastik sepanjang 100 m, tanpa tanaman perangkap, dilengkapi dengan bubu perangkap. Pada peringkat sebelum padi ditanam dan satu minggu setelah padi ditanam, perangkap bubu dipasang secara berselang-seli sehingga mampu memerangkap tikus dari dua arah iaitu dari habitat tikus dan sawah. Kemudian, setelah tanaman padi mula merimbun, bubu perangkap dipasang dengan mulut corong perangkap menghadap ke arah habitat tikus. Pemasangan SPBL dilakukan di kawasan habitat tikus seperti tepi kampung, sepanjang permatang sawah. SPBL juga efektif dalam memerangkap tikus yang bermigrasi iaitu dengan memasang SPBL pada laluan tikus sehingga tikus dapat diarahkan masuk ke dalam perangkap bubu (Anggara & Sudarmaji, 2011).

Menurut Singleton *et al.* (1999), secara ringkasnya, hasil analisis faedah-kos ekonomi mendapati kos pemasangan yang tinggi, pengambilan pekerja yang banyak, penyelenggaraan yang kerap, tanaman perangkap menarik serangga dan burung,

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

kesusahan mendapatkan sumber air yang cukup untuk tiga bulan awal bagi padi perangkap, pemerangkapan spesies bukan sasaran seperti reptilia dan amfibia, soal peri kemanusiaan tatkala membunuh tikus, dan pencemaran alam sekitar akibat penggunaan plastik. Ini boleh ditangani dengan mengitar semula bahan. Di Hatsoua, Laos, teknik SPB telah digunakan dengan mengkitar semula beg- beg plastik yang sebelum ini digunakan untuk mengisi baja. (Douangboupha *et al.,* 2009).

Pengelolaan SPB secara berkelompok (*Community Trap Barrier System*) hasil daripada kerjasama seluruh masyarakat mampu mengurangi kos pemasangan dan pengupahan pekerja bagi tujuan penyelenggaraan yang sebelum ini ditanggung secara individu, serta menawarkan perlindungan yang mampu melindungi tanaman sekitarnya dalam jarak sekurang-kurangnya 200 meter daripada pagar plastik (Brown *et al.,* 2003). Ini bermakna tanaman di kawasan sekitar SPB tidak perlu lagi ditambah dengan perangkap. Penggunaan kaedah ini sangat digalakkan di kawasan yang mengalami kerugian melebihi 10 peratus (Sudarmaji *et al.,* 2010). Kaedah ini terbukti berkesan apabila di Indonesia, julat kerosakan akibat tikus sawah menurun dan sekali gus meningkatkan produktiviti padi sebanyak 6 peratus (Jacob *et al.,* 2010). Malah, faedah ekonomi daripada perlaksanaan pengurusan tikus berasaskan ekologi ini didapati sama dengan atau lebih baik daripada yang dicapai oleh pengurusan konvensional yang hanya bergantung kepada racun tikus sintetik (Singleton *et al.,* 2005).

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

2.1.3 Kawalan Kimia

Rata-rata para petani di negara-negara membangun lebih bergantung kepada bahan kimia sebagai usaha mengawal populasi tikus daripada terus meningkat. Racun adalah kaedah kawalan yang paling biasa digunakan, diikuti dengan perangkap dan pengurusan habitat (Capizzi *et al*., 2014). Di negara Filipina, hasil tinjauan Stuart *et al*. (2011) mendedahkan bahawa kesemua petani yang menggunakan racun tikus sebagai jalan penyelesaian memilih racun akut iaitu Zink Fosfida dan bukannya racun kronik untuk melindungi tanaman. Walaubagaimanapun, terdapat juga sebahagian petani (n=80) yang tidak berminat untuk menggunakan racun tikus dan kaedah kawalan lain yang efektif seperti fumigasi, Sistem Pemerangkapan Bubu (SPB) dan kejutan elektrik dengan alasan terlampau bahaya (50%), terlalu mahal (23%) dan tidak tersedia (9%). Di Indonesia, racun tikus buatan sendiri menjadi antara pilihan para petani yang mana bahan kimia berbahaya seperti endosulfan dicampur ke dalam sisa minyak pelincir lalu dijadikan racun untuk menghapuskan populasi tikus perosak di sekitar sawah padi (Sudarmaji *et al.*, 2010).

Di Malaysia, penggunaan racun perosak adalah dibenarkan namun ia harus digunakan secara bijak. Menurut Jabatan Pertanian Negeri Perak (2010), kawalan perosak perlulah mengikut konsep Pengurusan Perosak Secara Bersepadu (IPM) iaitu kawalan dijalankan setelah serangan mencapai tahap ambang tindakan (ATL). Penggunaan bahan aktif racun seperti Chlorophacinone dan Brodifocoam adalah dibolehkan sekiranya serangan tikus telah mencapai 5% iaitu melebihi ambang

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

tindakan *(action treshhold).* Di samping itu, Lembaga Kemajuan Pertanian Muda (2013) mengesyorkan agar racun tikus diletakkan setiap sepuluh langkah menyelusuri tebing batas, lubang dan laluan tikus. Selain itu, proses pengumpanan perlu dijalankan sebelum dan semasa penyediaan tanah, semasa menabur benih padi, semasa padi sedang mula tumbuh dan semasa padi sedang masak. Menurut BadrulHadza Hamzah (2012), Institut Penyelidikan dan Kemajuan Pertanian Malaysia (MARDI) menggunakan racun antikoagulan generasi pertama iaitu Warfarin dengan cara merendam pokok padi ke dalam racun lalu diletakkan di sarang-sarang dan laluan-laluan tikus sebagai usaha mengurangi populasi tikus di sekitar sawah padi. Selain itu, pihak MARDI juga menggunakan Sistem Pemerangkapan Bubu (SPB) dan burung hantu sebagai langkah kawalan yang lebih mesra alam dan selamat.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

2.1.3.1 Jenis Racun Tikus dan Tindakan

Racun tikus telah digunakan secara meluas untuk mengawal populasi tikus di kawasan-kawasan pertanian, hutan, bandar dan pinggir bandar. Racun tikus boleh dibahagikan kepada beberapa kategori bergantung kepada mekanisma tindakan dan ketoksikan. Kebanyakan racun tikus boleh didapati di dalam bentuk blok, pelet, pada bijirin atau sayur-sayuran, serbuk, formula cecair dan gas bertoksik (Witmer & Eisemann, 2007). Bahan-bahan ini boleh digunakan dalam pelbagai cara, bergantung kepada situasi dan peraturan-peraturan. Racun tikus kebiasaannya diletakkan di dalam

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

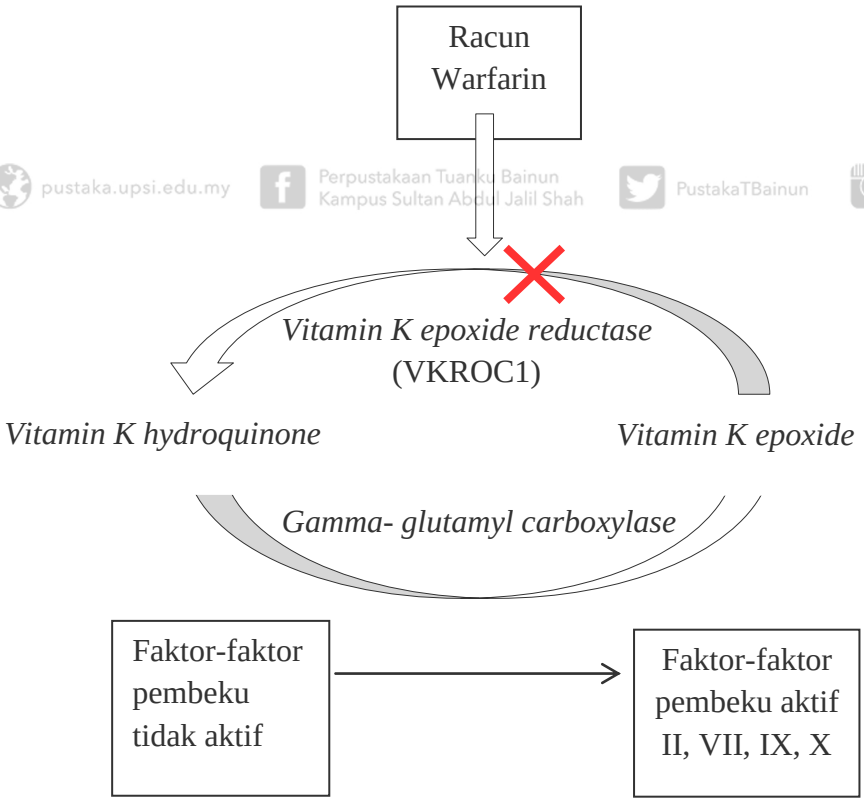
lubang, berhampiran bukaan lubang pada sarang tikus, di sepanjang laluan tikus, fumigasi, atau dijadikan umpan.

Secara ringkasnya, racun tikus boleh dikelaskan kepada dua jenis iaitu racun akut dan racun kronik. Racun akut merupakan sejenis racun yang sangat berbahaya kerana boleh menyebabkan kematian dengan sangat cepat walau hanya dengan kuantiti dos yang kecil disebabkan oleh kadar ketoksikan yang tinggi. Walaubagaimanapun, racun tikus jenis akut mempunyai beberapa kekurangan. Antaranya, rasa bahan kimia yang pahit boleh menghalang tikus daripada menelan umpan yang cukup untuk menyebabkan kematian, tikus yang bertahan mungkin akan mengalami perilaku menghindar umpan *(bait shyness),* dan tahap ketoksikan yang tinggi memerlukan pengendalian yang lebih cermat serta turut membunuh haiwan bukan sasaran seperti burung (Golob *et al.*, 2007). Perilaku tikus dalam mengenal dan menghindar umpan beracun amat mengagumkan. Fisher *et al*. (2009) di dalam kajiannya tentang penerimaan umpan beracun akut yang mempunyai kandungan *"Sodium Fluoroacetate"* berpendapat bahawa tikus liar sangat cepat mengenalpasti umpan beracun lalu menjauhinya. Antara racun akut yang paling biasa digunakan ialah Arsenik Oksida yang hanya memerlukan 40 mg untuk membunuh tikus coklat *(Rattus norvegicus)* seberat 200 g, Zink Fosfida yang hanya memerlukan kurang daripada 10 mg untuk membunuh tikus yang sama dan *"Sodium Monofluorophaspate"* yang merupakan 20 kali ganda lebih bertoksik daripada Zink Fosfida dan telah diharamkan di negara-negara Eropah (Groot, 2004).

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

Racun tikus kedua ialah racun kronik. Racun kronik atau dipanggil racun antikoagulan bertindak dengan cara merencat tindakan enzim *"Vitamin K epoxide reductase"* (VKORC1) yang bertanggungjawab menjadi pemangkin proses kitaran semula Vitamin K yang diperlukan bagi pengeluaran dan pengaktifan faktor pembekuan II, VII, IX dan X. Gangguan terhadap kitaran semula Vitamin K secara langsung telah menyebabkan pengaktifan faktor-faktor pembeku tidak dapat berlaku lantas mengurangkan paras faktor-faktor aktif II, IV. IX dan X yang terdapat dalam badan (Rajah 2.3).



Rajah 2.3. Mekanisma tindakan racun Warfarin terhadap tikus perosak *(Ishizuka et al.*, 2008)

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

Pengurangan faktor-faktor pembeku ini menyebabkan spesies sasaran mengalami pendarahan dalaman selama beberapa hari lalu mati (Frederick, 2012; Ishizuka *et al.*, 2008). Racun antikoagulan bertindak jauh lebih lambat daripada racun akut menjadikan racun ini tidak dapat dikesan oleh tikus sebagai penyebab kesakitan dan kematian (Witmer *et al.*, 2010). Maka, perilaku malu terhadap umpan *(bait shyness)* tidak berlaku dan ini menjadikan racun ini sangat efektif untuk membunuh tikus dan terkenal dalam kalangan petani. Terdapat beberapa jenis racun antikoagulan. Warfarin merupakan racun antikoagulan generasi pertama dan telah digunakan untuk mengawal haiwan perosak sejak tahun 1950-an. Rintangan terhadap bahan terbitan Coumarin mula dikesan di dalam *Rattus norvegicus* di United Kingdom pada tahun 1958 (Boyle, 1960) lantas membawa kepada pembangunan racun antikoagulan generasi kedua yang jauh lebih kuat seperti Difenacoum, Bromadiolone dan Brodifacoum pada 1970-an dan 1980-an (Tosh *et al*., 2011). Sama seperti racun akut, racun antikoagulan juga mengancam spesies bukan sasaran (Elmeros *et al.*, 2011; Lemus *et al.*, 2011; Tosh *et al*., 2011).

Populasi tikus yang rintang terhadap antikoagulan telah dilaporkan dari banyak negara dan menimbulkan masalah yang besar dalam usaha mengawal tikus perosak. Rintangan ditransmisikan sebagai trait dominan autosom (Gupta, 2012). Kumpulan tikus yang membawa mutasi genetik ini membiak dan bermigrasi lalu menyebarkan rintangan tersebut sehingga muncul populasi baru. Analisis berasaskan PCR genetik untuk mutasi dalam gen VKORC1 berjaya mengenal pasti tikus yang rintang terhadap Warfarin yang diperangkap di lapangan (Pelz *et al.*, 2005). Kesimpulannya, kajian genetik berupaya memberi pengetahuan mengenai sebaran

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

rintangan yang secara tidak langsung mempengaruhi peningkatan variasi genetik sesebuah populasi tikus. Pengetahuan ini amat berguna kepada para saintis dalam membantu membina strategi baru untuk mengawal populasi tikus.

2.1.4 Kawalan Biologi

Terdapat dua cara yang digunakan dalam mengawal haiwan perosak iaitu sama ada meningkatkan kadar kematian atau mengurangkan kadar kesuburan populasi haiwan perosak. Strategi pengurusan haiwan perosak di kawasan sawah padi dengan kaedah membunuh menggunakan racun tikus dan perangkap kurang sesuai dijalankan ke atas populasi tikus untuk jangka masa yang panjang memandangkan tikus berupaya membiak dengan cepat dan bergerak dengan laju. Penggunaan racun tikus turut mendatangkan kemudaratan kepada alam sekitar terutama spesies bukan sasaran. Kawalan biologi adalah tindakan kawalan yang memanfaatkan haiwan pemangsa, parasit, patogen di dalam pengurusan haiwan perosak. Dalam usaha mengawal populasi tikus, pendekatan alternatif yang boleh digunakan selain racun ialah kawalan kesuburan atau *"immunocontraception"*. Kaedah ini lebih berfokus untuk mengurangkan reproduksi berbanding mortaliti (Tran & Hinds, 2013). Kaedah ini dilakukan dengan matlamat untuk membina vaksin "*immunocontraceptive"* yang mengurangkan kesuburan pada haiwan perosak vertebrata. Vaksin ini menjana tindak balas imun di dalam sel-sel perumah *(host)* dengan menghasilkan antibodi yang dapat menghalang persenyawaan (Jacob *et al.,* 2008). Kajian lepas oleh Liu *et al.* (2013)

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

mendapati kawalan kesuburan populasi tikus *Rattus nitidus* menggunakan *"quinestrol"* telah menyebabkan pengecutan organ reproduktif serta memberi kesan terhadap perilaku sosial dari segi pemilihan pasangan dan pertahanan wilayah. Seiring dengan arus pemodenan, vaksin virus rekombinan dilihat berpotensi menggantikan vaksin kawalan kesuburan tradisional (Cross *et al.,* 2011). Selain itu, penggunaan patogen dan parasit sebagai ejen kawalan biologi tikus perosak seperti *Sarcocystis singaporensis* dan *Salmonela spp.* juga didapati berkesan di dalam membunuh populasi tikus (Saunders *et al.,* 2010). Di negara-negara membangun, kawalan biologi dengan menggunakan burung hantu *(Tyto alba)* telah dipraktikkan sejak dahulu lagi dan teknik ini diakui berkesan di dalam mengurangi populasi tikus di kawasan pertanian (Motro, 2011; Paz *et al.,* 2013; Puan *et al.,* 2012).

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

2.2 Pengurusan Perosak Bersepadu (IPM)

Di negara-negara Asia Tenggara, pendekatan pengurusan perosak bersepadu (IPM) telah diiktiraf sebagai pendekatan yang berkesan dan mampan dalam menangani pembiakan tikus perosak dalam kawasan sawah padi. Pengurusan Perosak Bersepadu (IPM) telah dibina pada penghujung tahun 1990-an bagi membasmi tikus-tikus perosak yang berada di dalam agroekosistem sawah padi di negara-negara Asia Tenggara (Palis *et al.,* 2007). Menurut Jabatan Pertanian Perak (2010), IPM ditakrifkan sebagai satu pendekatan yang menggabungkan semua aktiviti-aktiviti pertanian seperti penggunaan jenis padi, amalan kultura, kawasan biologi dan

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

penggunaan kimia secara bijaksana dan terhad, dengan mengambilkira aspek-aspek ekonomi dan sosial. Kawalan roden perosak secara bersepadu mampu menghadkan penggunaan racun perosak sekali gus mengurangkan kadar pencemaran alam sekitar. IPM boleh dipraktikkan dengan cara menanam padi secara serentak, mengadakan kempen membasmi tikus pada terutama ketika musim membiak, meningkatkan kadar kebersihan dengan membersih tali air, batas-batas sawah yang semak, serta menggunakan Sistem Pemerangkapan Bubu atau *Trap Barrier Sistem* (SPB). Kajian di Indonesia mendapati julat kerosakan akibat tikus sawah menurun dengan menggunakan kaedah SPB sekali gus meningkatkan produktiviti padi sebanyak 6 peratus (Jacob *et al.,* 2010). Di Malaysia, kawalan secara biologi telah diaplikasikan dengan menyediakan sarang-sarang burung di sekitar kawasan sawah padi untuk haiwan pemangsa iaitu burung hantu jelapang *(Tyto alba)* bagi memburu tikus-tikus sawah (Hafidzi & Na'im., 2003).

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

Menurut Singleton (Normile, 2010) ;

"If you do everything we think should be done to manage rodents and your neighbor does not, you will inherit those rodents." (Normile, 2010, p4).

Seperti yang dinyatakan oleh Singleton (Normile, 2010), kawalan roden perosak hanya akan berjaya sekiranya mendapat sokongan penuh daripada seluruh masyarakat. Kawalan komuniti secara bersepadu perlu dijalankan sejak dari peringkat fasa penyemaian padi lagi. Strategi ini juga perlu dikombinasikan dengan penanaman secara serentak bagi menghadkan kadar pembiakan tikus sawah (Htwe *et al.,* 2012).

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

2.3 Kaedah-Kaedah yang Digunakan dalam Mengkaji Struktur Populasi haiwan

2.3.1 Kaedah Tangkap-Tanda-Lepas dan Tangkap Semula

Kaedah tangkap-tanda-lepas dan tangkap semula merupakah kaedah yang sering digunakan dalam menganggar kelimpahan dan saiz populasi haiwan di lapangan. (Amstrup *et al.*, 2009; Seber & Schwarz, 1999). Kaedah ini melibatkan proses memerangkap haiwan daripada populasi yang diingini, menanda haiwan, melepaskan ia untuk tempoh yang agak singkat, dan kemudian memerangkap semula haiwan, dan membilang jumlah haiwan bertanda dan tidak bertanda (Aplin *et al.*, 2003). Saiz seluruh populasi dapat dianggarkan dengan tepat sekiranya andaian-andaian berikut dipenuhi: (i) haiwan-haiwan yang ditanda tidak terjejas tanpa mengambilkira faktor perilaku mahupun jangka hayat, (ii) haiwan-haiwan bertanda bercampur sepenuhnya dalam kalangan populasi, (iii) Kebarangkalian memerangkap haiwan bertanda adalah sama seperti memerangkap mana-mana haiwan lain dalam populasi, (iv) Persampelan mestilah dibuat dalam satu selang masa yang singkat (Southwood, 1978). Selain daripada itu, sekiranya mengguna pakai kaedah Lincoln-Petersen, adalah penting untuk penyelik untuk menganggap bahawa: (i) populasi adalah populasi tertutup tanpa mengambil kira faktor migrasi dan emigrasi haiwan. (ii) tiada kelahiran atau kematian berlaku dalam tempoh atau antara tempoh persampelan berlangsung (White & Anderson, 1982).

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

Mamalia kecil tidak berkeliaran disatu-satu kawasan secara sembarangan. Ia lebih cenderung untuk memilih landskap yang kompleks bagi mengurangkan potensi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

untuk diperangkap (Fischer *et al.,* 2011). Oleh itu, pemilihan perangkap (Torre *et al.,* 2010), posisi perangkap serta pemilihan umpan yang tepat (Astúa, *et al.,* 2006), kehadiran pemangsa (Paz *et al.,* 2013) akan mempengaruhi hasil tangkapan. Selain itu, kejayaan tangkapan mamalia kecil juga adalah dipengaruhi oleh faktor cuaca seperti hujan (Wijesinghe, 2010). Perilaku tikus terhadap perangkap mempengaruhi hasil tangkapan. Tikus merupakan haiwan yang sangat bijak. Haiwan pengerat ini juga mempunyai sifat neofobia iaitu curiga kepada sesuatu perkara baru tidak kira sama ada benda mahupun makanan sekali gus menghindar benda atau makanan tersebut (Stokes, 2013). Sifat neofobia ini telah menyebabkan haiwan ini sering terselamat daripada ancaman perangkap atau racun Selain itu, tikus juga menunjukkan sifat *"trap- happy"* iaitu sifat menyukai perangkap dan "*trap-shy"* iaitu sifat menghindar perangkap. Oleh itu, tempoh pra-pengumpanan perlulah dilakukan bagi mengatasi masalah ini (Clapperton, 2006). Walaubagaimanapun, Edalgo & Anderson (2007) berpendapat tempoh pra-pengumpanan tidak meningkatkan kejayaan memerangkap mamalia kecil di dalam landskap yang dipenuhi oleh pokok renek yang padat. Tikus juga berupaya membentuk sifat *"poison shyness"* iaitu sifat serik untuk memakan umpan beracun. Tikus sawah yang pernah mengicipi umpan beracun tetapi masih tidak mati akibat umpan berkenaan berupaya mengingati dan menghindari umpan beracun itu lagi (Anggara & Sudarmadji, 2008). Kehebatan tikus dalam berfikir dan mengingat menjadi salah satu faktor yang membawa kegagalan kepada usaha mengurangi populasi tikus.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

2.3.2 Kaedah Penyingkiran

Bubu adalah sejenis alat penangkap ikan tradisional yang sering digunakan oleh nelayan. Alat ini berbentuk bakul yang membolehkan ikan masuk tetapi menghalangnya keluar. Sistem SPB telah mengimplimentasi teknologi ini dengan sedikit pengubahsuaian sesuai dengan persekitaran sekeliling dan spesies yang ingin diperangkap. Memandangkan sistem SPB mengggunapakai konsep yang sama dengan operasi memerangkap ikan, kaedah penyingkiran dipercayai boleh digunakan untuk menganggar populasi tikus dikawasan kajian dengan syarat andaian-andaian berikut dipatuhi (Scottish Fisheries Co-ordination Centre, 2007): (i) tiada emigrasi dan immigrasi berlaku, (ii) Semua individu mempunyai kebarangkalian yang sama untuk diperangkap, (iii) kebarangkalian memerangkap satu individu adalah bebas daripada kebarangkalian memerangkap individu yang lain, (iv) kebarangkalian memerangkap tidak berubah sepanjang sesi pemerangkapan dilaksanakan.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

Kaedah penyingkiran Carle & Strub (1978) yang juga turut dikenali sebagai kaedah kebolehjadian wajaran maksimum telah dibangunkan dan sering digunakan bagi menganggar saiz populasi ikan yang diperangkap menggunakan alat pemerangkapan ikan berelektrik (Chamberland *et al.,* 2014; Hedger *et al.,* 2013). Kaedah ini adalah terbitan daripada keadah Zippin (1956). Kaedah ini menganggap bahawa tangkapan per unit usaha adalah berkadar langsung dengan jumlah populasi. Oleh itu, satu siri persampelan yang diambil dengan usaha yang sama dari suatu populasi tertutup harus menunjukkan penurunan dalam jumlah bagi setiap sesi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

persampelan (Defra, 2014). Selain itu, Henderson *et al.* (2007) menyatakan bahawa kaedah ini dipilih seandainya data hasil pemerangkapan adalah lemah dan tidak memberikan anggaran sah seandainya menggunakan kaedah kebolehjadian maksimum.

2.3.3 Kaedah Morfometri

Analisis morfometri merupakan analisis statistik variasi bentuk dan saiz yang sering digunakan di dalam bidang biologi, pertanian, arkeologi, geologi, geografi dan sains forensik (Claude, 2008). Morfometri penting di dalam menentukan perbezaan antara kumpulan organisma seperti populasi dan spesies serta perubahan morfologi yang telah berlaku semasa evolusi dan ontogeni organisma (Claude & Soonchan, 2011). Morfometri tengkorak atau ciri-ciri badan yang lain dapat membantu ahli forensik mengenalpasti spesimen yang tidak diketahui (Slice & Ross, 2010) lantas mengelaskan ia ke dalam kumpulan yang dikenali. Di samping itu, morfometri juga dapat mengukur dan menggambarkan perubahan ontogeni dan perubahan dari segi fungsi sesuatu komponen tengkorak (Karimi *et al.*, 2011; Odman *et al.*, 2008), atau mendiskriminasikan dua spesies berbeza (BarÄiová & Macholán, 2009; Martínez & Di Cola, 2011). Morfometri juga memainkan peranan di dalam perkembangan bidang perubatan dan pergigian. Menurut Morfológico (2009), kajian morfometri mental foramen adalah amat penting untuk amalan akupuntur serta prosedur pembedahan moden, seperti anestesia. Selain itu, morfometri berupaya mengukur perubahan

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

bentuk tengkorak janin sekali gus mengesan sebarang kecacatan janin (Rochelson & Vohra, 2006).

Kajian-kajian sebelum ini menunjukkan bahawa teknik morfometri sangat berkesan di dalam menentukan variasi morfologi tengkorak haiwan mamalia termasuk kucing (Monfared, 2013; Uddin *et al.,* 2013), anjing (Onar *et al.,* 2013; Reponen *et al.,* 2013), dan haiwan-haiwan roden seperti tupai (Xuefei Lv *et al.,* 2013), vole (Conroy & Gupta, 2011) dan tikus (Fernandes, 2009; Homsi & Aulagnier, 2010; Martínez & Di Cola, 2011; Olude & Olopade, 2010). Berbanding dengan kajian morfologi yang mungkin dipengaruhi oleh keplastikan fenotip, kajian morfometri menjadikan kajian morfometri lebih sering dipilih didalam penentuan umur dan perbandingan antara spesies kerana teknik ini memberi pengukuran yang linear (Slice & Ross, 2010).

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

Terdapat pelbagai kajian lepas yang mengkaji kesan kekurangan zat makanan terhadap tengkorak dengan memberi tumpuan kepada perbezaan min saiz dan bentuk antara haiwan kawalan dan haiwan yang kekurangan nutrisi (Cesani & Orden, 2006; Fernandes *et al.,* 2008; Gonzalez *et al.,* 2011). Ini menunjukkan bahawa nutrisi sangat mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan fungsi bahagian-bahagian yang terdapat di dalam struktur tengkorak. Kekurangan protein pada peringkat awal pertumbuhan khususnya sewaktu sedang menyusu boleh mengubah komposisi susu, kepekatan serum hormon di dalam anak tikus, dan sistem reproduktif tikus betina (Fernandes *et al.,* 2008).

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

Sejauh mana perbezaan fenotip yang terhasil sebagai tindak balas terhadap keadaan persekitaran setempat adalah kunci kepada peristiwa sejarah adaptasi sesuatu spesies. Analisis morfometri tengkorak boleh memberi gambaran yang jelas terhadap struktur populasi spesies. Kajian lepas menunjukkan bahawa kekurangan protein secara berterusan pada peringkat awal umur telah mengubah corak pertumbuhan kraniofasial tikus *Rattus norvegicus* seterusnya mengurangkan saiz tengkorak. Ini menyebabkan berlakunya perubahan kekal terhadap saiz tengkorak tikus pada peringkat dewasa sekaligus mempengaruhi struktur populasi sebuah spesies (Lobe *et al.*, 2006).

Berbanding dengan genus *Rattus* yang lain, laporan kajian morfometri tengkorak bagi spesies *Rattus argentiventer* adalah sangat terhad dan sukar diperoleh. Ukuran tengkorak *Rattus argentiventer* yang disediakan di laman web CeroPath (Herbreteau & Chaval, 2012) merupakan ukuran yang diambil lebih sedekad yang lepas (Lunde & Son, 2001). Justeru, kajian ini diharap dapat membantu di dalam menyediakan maklumat morfometri terkini mengenai taksonomi spesies *Rattus argentiventer*.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

2.3.3.1 Struktur Tengkorak Haiwan Mamalia

Tengkorak mamalia merupakan sebuah struktur yang kompleks yang melindungi organ otak, sistem-sistem saraf iaitu reseptor-reseptor utama deria seperti deria rasa, deria pendengaran, deria penglihatan, bau dan keseimbangan. Selain itu, tengkorak juga melindungi bahagian dalam mulut serta trakea yang kedua-duanya merupakan bahagian yang penting untuk sistem penafasan dan sistem pencernaan. Sifat tengkorak yang keras dan rintang terhadap proses penguraian menjadikan struktur ini sebagai struktur yang terpenting bagi tujuan pengecaman haiwan mamalia (Martin *et al.*, 2000a). Secara ringkasnya, tengkorak mammalia mempunyai dua bahagian yang jelas kelihatan iaitu bahagian atas kranium dan mandibel atau rahang bawah. Kedua-dua bahagian ini saling berfungsi secara serentak bagi tujuan seperti mendapatkan dan menyediakan makanan untuk dicerna serta bercakap.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

Bagi haiwan mamalia, tengkorak haiwan ini boleh dibahagikan kepada lima bahagian umum iaitu rostrum iaitu bahagian anterior kranium yang mengikat semua gigi, lelangit dan keseluruhan rongga hidung, sarang otak *(braincase)* iaitu bahagian posterior kranium yang melindungi organ otak, lengkung zigoma atau tulang pipi yang terletak di sisi bahagian anterior kranium, sepasang gigi dan sepasang mandibel atau rahang yang berfungsi mengapit, mengumpil dan menghancurkan makanan (Elbroch, 2006). Bahagian-bahagian lain yang terdapat dalam tengkorak ialah bula pendengaran atau *"auditory bullae"* yang melindungi bahagian dalam telinga, foramen, kondil oksipital atau *"occipital condyle"* yang bercantum dengan tulang

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

belakang dan lain-lain; berperanan sebagai titik percantuman otot-otot, beberapa foramen dan rongga-rongga yang menembusi tulang bagi membenarkan laluan saraf dan saluran darah (Martin *et al.,* 2000b).

Haiwan roden dikenali dengan dua pasang gigi kacip yang khusus untuk aktiviti mengunggis iaitu menggigit sikit-sikit makanan dan mengorek tanah (Becerra *et al.,* 2012). Gigi kacip haiwan roden mempunyai bentuk pahat, panjang, tajam dan sentiasa tumbuh sepanjang hayat. Roden juga mempunyai diastema yang merupakan ruang antara gigi kacip dan gigi-gigi lain yang memaksimumkan penggunaan gigi kacip bagi menggeraguti makanan (Feldhamer *et al.,* 2007). Selain itu, roden khususnya tikus tidak mempunyai gigi taring dan gigi prageraham, tetapi mempunyai gigi geraham sebanyak 3 pasang di atas dan 3 pasang di bawah manakala jumlah gigi tikus adalah 16 batang dengan formula 1/1,0/0,0/0,3/3 (Simon, 2010). Selain itu, haiwan roden juga mempunyai kawasan zigoma dan foramen infraorbit yang telah diubah suai bentuknya bagi laluan dan percantuman otot-otot maseter. Roden yang tergolong dalam keluarga Muridae tergolong dalam myomorphous iaitu kondisi di mana otot maseter merentasi foramen infraorbit yang bersaiz sederhana menuju ke rostrum manakala *"maxillary process"* bawah beberapa haiwan daripada keluarga Muridae pula ada yang telah berubah menjadi rata dan luas, sehingga boleh membentuk plat zigoma (Martin *et al.,* 2000b).

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

2.3.3.2 Ciri Tengkorak *Rattus*

Secara amnya, tikus daripada genus *Rattus* boleh dibezakan daripada keluarga Muridae yang lain melalui beberapa ciri. Akar skuamosal zigoma tikus ini rendah pada sarang otak dan foramen kacipnya mengunjur melepasi margin gigi geraham pertama. Selain itu, margin posterior lelangit berada berhampiran posterior gigi geraham terakhir dan fosa pterigoid tikus genus *Rattus* menembusi foramen. Fosa mesopterigoid tikus ini lebih sempit daripada lelangit, bulanya lebih besar dan struktur koronoid pada mandibel didapati telah maju (Lunde & Son, 2001). Musser (1973) dan Lunde & Son (2001) telah menjalankan penyelidikan yang teliti tentang *Rattus argentiventer* dan menyenaraikan ciri-ciri morfologi tengkorak tikus ini untuk tujuan identifikasi. Tengkorak *R. argentiventer* terbaik digambarkan dalam perbandingan dengan *R. rattus*. Tengkorak R. *argentiventer* kelihatan lebih padu daripada *R. rattus* yang setanding umur dengannya. Rostrum *R. argentiventer* lebih pendek, lebih luas, lebih mendalam di sisi anterior plat zigoma, dan bentuknya dengan jelas melengkung ke bawah. Ruang antara orbit *(interorbital)* tikus sawah adalah sempit manakala sarung otak *(braincase)* berbentuk bujur. Permatang supraorbit pada *"frontal"* yang tidak begitu tinggi dan seperti tikus *R. rattus.* Tulang interparietal adalah tebal, panjang dan sempit berbanding kranium *R. rattus*. Diastema tikus sawah pula adalah pendek manakala foramen kacip adalah panjang dan luas. Posterior foramen kacip berhenti berdekatan akar pertama gigi geraham atas yang mana ianya jauh ke belakang berbanding foramen kacip *R. rattus.* Jambatan palatal *(palatal bridge)* pendek dan sempit bahkan fosa mesopterigoid juga sempit. Bula tikus sawah

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

adalah lebih besar dan lebih megegelembung. Topografi gigi *R. argentiventer* menyerupai *R. rattus* dengan gigi yang lebih luas, kelihatan lebih berat dan besar.

2.3.3.3 Variasi Morfologi Tengkorak

Variasi morfologi menjadi petunjuk kepada fenomena evolusi mahupun kepelbagaian di dalam taksonomi haiwan dan tumbuhan. Memandangkan variasi morfologi menjadi pemangkin pembentukan evolusi, adalah penting untuk kita memahami seni bina genetik dan sifat molekul variasi morfologi dalam kalangan spesies (Carroll, 2000). Sebagai contoh, kajian morfometri tengkorak dan mandibel tikus Algeria *(Mus spretus)* yang dibandingkan dengan sampel dari Maghribi, Tunisia, Sepanyol, dan Perancis memberi keputusan yang mengejutkan yang mana hasil kajian mendapati wujud variasi morfologi yang mana tikus dari Algeria sangat berbeza daripada sampel lain dari segi ciri hidung yang lebih sempurna, lelangit yang luas dan gigi yang kecil (Homsi & Aulagnier, 2010). Monteiro *et al.* (2003) telah mengkaji sama ada pembolehubah geografi alam sekitar seperti altitud, suhu, hujan, kepadatan populasi manusia, dan jenis tumbuh-tumbuhan mempengaruhi pemerihal bentuk geometri tengkorak dan mandibel roden *Thrichomys apereoides*. Hasil kajian mendapati wujud variasi morfologi ke atas populasi kesan daripada persekitaran yang panas terik yang mana populasi ini menunjukkan struktur *"coronoid process"*, jugum dan muncung yang lebih besar dan luas. Begitu juga dengan kajian daripada Martínez & Di Cola (2011) yang mendedahkan variasi bentuk tengkorak dua spesies roden Amerika

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

Selatan daripada genus *Graomys* mempunyai korelasi yang kuat dengan pemboleh ubah persekitaran khasnya latitud, min suhu tahunan dan hujan tahunan.

Selain itu, tabiat makanan juga memainkan peranan berlakunya variasi morfologi di dalam haiwan. Zhi *et al.* (2010) berpendapat, tabiat pemakanan merupakan faktor yang menyebabkan perubahan morfologi tengkorak lima populasi tikus *Niviventer confucianus* di China. Kepelbagaian dalam ciri-ciri tengkorak mungkin disebabkan oleh adaptasi yang dibuat berdasarkan kesediaan sumber makanan. Perbezaan bentuk morfologi dilihat mempunyai kaitan ketersediaan makanan yang terdapat di kawasan persekitaran (Lalis *et al.,* 2009).

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

2.3.4 Kaedah molekul

Meskipun ciri fizikal boleh menjadi petunjuk bagi membuat inferens tentang kepelbagaian genetik spesies, penggunaan data fenotip dikhuatiri boleh disalah tafsir (Merilä & Hendry, 2014). Sebagai contoh, peristiwa keplastikan fenotip pada haiwan boleh membawa kepada pentaksiran variasi genetik yang melampau seandainya individu dinilai dari segi variasi morfologi semata-mata di samping mengkaburkan pergerakan individu yang beremigrasi seandainya juvenil yang dilahirkan memiliki ciri yang mirip dengan populasi setempat berbanding spesies induk (Freeland *et al.*, 2011; Merilä dan Hendry, 2014). Penentuan bagaimana keplastikan fenotip itu timbul pada peringkat molekul dan bagaimana keplastikan boleh dikekang sangat berguna

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

dalam memahami dinamik evolusi dan adaptasi yang berlaku dalam populasi semula jadi (Kelly *et al.*, 2012).

Sekitar tahun 1800-an, para saintis telah mula menyedari bahawa persoalan-persoalan ekologi mampu dibantu dengan memahami komposisi molekul organisma (Beebee & Rowe, 2004). Idea tentang kepentingan untuk mengkaji molekul organisma bagi menjawab persoalan mengenai haiwan dan hubungan antara mereka serta evolusi telah mula tertanam di minda para saintis pada ketika itu. Cetusan idea ini kemudiannya telah menjadi pemangkin kepada kemunculan disiplin baru iaitu ekologi molekul.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

Kajian ekologi molekul dijalankan dengan tujuan membina konsep genetik yang dapat memberi jawapan tentang perubahan yang berlaku terhadap sesuatu populasi. Menurut Hartl & Clark (2007), genetik populasi memberi interpretasi tentang perbezaan di dalam jujukan nukleotida gen atau jujukan asid amino protein dalam kalangan spesies dan spesies berkait rapat. Analisis gen dan genom di dalam spesies yang pelbagai dapat menentukan hubungan evolusi yang wujud antara mereka dan menguji hipotesis tentang proses evolusi yang mungkin berlaku.

Di dalam kajian ekologi molekul, penanda molekul memainkan peranan yang besar bagi menganalisis kepelbagaian genetik yang wujud dalam kalangan spesies. Berbeza dengan teknik pengukuran ekologi yang lain, penanda molekul berupaya mengkuantifikasi variasi genetik dengan lebih jitu. Jujukan DNA ini mudah

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

dikenalpasti dan boleh digunakan di dalam makmal untuk membezakan individu, populasi, atau spesies. Malah data-data genetik ini boleh digunakan untuk menilai dan menyiasat interaksi antara spesies, pertalian antara individu berdasarkan serakan dan perilaku, sistem mengawan, penghibridan, aliran gen, saiz populasi berkesan, pembentukan spesies baru dan evolusi ciri-ciri penting (Andrew *et al*., 2013; DeYoung & Honeycutt, 2005; Kirk & Freeland, 2011). Selain itu, kemajuan pesat penanda DNA dapat membantu menyiasat pembiakan seturunan *(inbreeding)*, pemetaan rangkaian genetik, pemilihan berbantu penanda *(marker-assisted selection)* (Liu & Cordes, 2004).

Haplotip adalah gabungan alel pada penanda-penanda berbeza di sepanjang kromosom yang diwariskan oleh generasi terdahulu dan membentuk satu unit (Gusfield, 2014). Penentuan haplotip sangat berguna untuk mengkaji pelbagai penyakit (O'Connell *et al.*, 2014) dan genetik populasi (Li *et al.*, 2014). Polimorfisme dalam kalangan gen sebuah populasi dapat diketahui secara berkesan dengan menggunakan penanda DNA mitokondria. Sebagai contoh, kajian filogeografi mitokondria Thomson *et al.* (2014) menunjukkan bahawa penempatan asal bagi spesies *Rattus exulans* adalah di dalam kawasan Kepulauan Asia Tenggara berdasarkan oleh polimorfisme rantaian mtDNA yang paling tinggi berbanding kawasan yang lain serta polimorfisme haplotip yang signifikan telah ditemui dikawasan tersebut. Kajian oleh Russell (2011) mendapat terdapat 5 haplotip telah ditemui yang mana hasil kajian ini berupaya menunjukkan maklumat yang jelas mengenai laluan sejarah pengkolonisasi *Rattus rattus* di kawasan Iˆles E´parses, Laut Hindi Barat. Selain itu, penemuan dua haplotip bagi spesies tikus *Rattus tanezumi* di

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

Afrika Selatan adalah di luar jangkaan memandangkan serangan daripada spesies ini masih belum pernah direkodkan di Afrika Selatan kerana kebiasaannya spesies perosak ini hanya menyerang negara-negara Asia Tenggara (Bastos *et al.,* 2011). Kajian filogeografi spesies *Rattus norvegicus* pula mendapati 39 haplotip telah ditemui di negara-negara Eropah yang mana sebahagian daripada haplotip ini didapati mempunyai rintangan terhadap Warfarin (Song *et al.,* 2014).

Kesimpulannya, walaupun morfologi atau ciri fenotip senang diukur dan diperhati, namun ciri yang terhasil mungkin juga dipengaruhi oleh faktor persekitaran (Beebee & Rowe, 2004). Justeru, kualifikasi variasi genetik individu dengan mengenalpasti perbezaan struktur genetik populasi dapat memberi penjelasan tentang perubahan morfologi yang berlaku dan mengelak berlakunya salah faham mengenai populasi spesies yang dikaji. Matlamat kajian molekul di dalam projek ini adalah untuk mengenal pasti kepelbagaian haplotip pada DNA mitokondria yang wujud dalam kalangan populasi tikus sebagai salah satu cara didalam penentuan struktur populasi tikus sawah. Sampel hati tikus sawah (n=34) diekstrak lalu di kualifikasi menggunakan kaedah elektroforesis. Setelah itu, Segmen Rantau Hipervariabel 1 yang berkualiti diamplifikasi menggunakan kaedah Tindak Balas Rantai Polimerase (PCR). Produk PCR kemudian dibersihkan dan dihantar untuk proses penjujukan DNA. Akhir sekali, penjajaran jujukan dilaksanakan untuk menentukan bilangan haplotip populasi tikus sawah.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

2.3.4.1 Faedah-Faedah Pengimplementasian Kaedah Molekul

Dalam mengkaji struktur populasi haiwan roden, para saintis sering menggunakan kaedah tanda-lepas-tangkap semula dan telemetri radio. Meskipun, kaedah-kaedah ini sangat berkesan didalam mengkaji struktur populasi haiwan, penggunaan kaedah ini mempunyai beberapa limitasi yang mampu ditangani dengan kaedah molekul. Kaedah ekologi tradisional kurang berkesan dalam mengesan peristiwa penting seperti penyerakan jarak jauh *(dispersal)* memandangkan peristiwa ini sangat jarang berlaku dan sukar untuk diperhatikan (Schliehe-Diecks *et al.,* 2012). Seiring dengan perkembangan teknologi, peristiwa ini mungkin dapat dikesan dengan menggunakan penanda molekul iaitu dengan mengira perubahan pada frekuensi gen dalam kalangan sub-sub populasi (Kim & Sappington, 2013). Selain itu, hasil kajian bagi kaedah ini boleh dipengaruhi oleh faktor bias pemerhati (Korner-Nievergelt *et al.,* 2010). Penanda molekul sebaliknya, memberikan keputusan jauh lebih tepat dengan mendedahkan polimorfisme yang berlaku pada peringkat DNA (White, 2007) .

Kajian telemetri radio dan tanda-tangkap semula memberikan maklumat tentang penyerakan tetapi bukan aliran gen kerana tiada maklumat diperoleh sama ada pendatang berjaya membiak atau tidak (Kirk & Freeland, 2011). Perilaku haiwan; mengawan contohnya, dapat digambarkan dengan lebih tepat dengan menggunakan pendekatan berasaskan DNA (Carolina *et al.,* 2011). Dengan melihat penanda molekul dalam kumpulan haiwan tertentu, penyelidik boleh menubuhkan hubungan kekeluargaan antara ahli kumpulan itu, malah haiwan pendatang turut dapat dikenal

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

pasti memandangkan ia mempunyai penanda genetik yang sedikit berbeza daripada ahli kumpulan yang lain (Portnoy & Heist, 2012).

Teknik molekul berguna malah kadang kala perlu digunakan dalam bidang ekologi. Gabungan pendekatan tradisonal dan moden dapat mengatasi kekangan-kekangan yang sering terjadi semasa kajian ekologi dijalankan. Misalnya, pendekatan ekologi tradisional mempunyai jangka masa pemerhatian yang agak sempit (Monsen-Collar & Dolcemascolo, 2010). Melainkan data sejarah organisma telah sedia ada terkumpul dari tahun ke tahun, kesimpulan yang dibuat hasil pendekatan ekologi tradisional adalah terhad hanya di dalam tempoh kajian dijalankan semata-mata. Peristiwa sejarah sesebuah spesies mampu ditafsir secara tepat seandainya dikaji sehingga ke peringkat molekul memandangkan spesies induk cenderung meninggalkan jejak DNA (Simpson & Blampied, 2013). Kita dapat mengukur berapa banyak perbezaan genetik yang wujud dalam kalangan spesies, dan menggunakan data ini untuk menganggarkan berapa banyak perubahan genetik berlaku dari masa ke masa.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

Sumber pengetahuan yang pelbagai sangat penting dalam menaksir struktur populasi memandangkan keadaan landskap muka bumi mampu mempengaruhi pergerakan haiwan dan aliran gen (Finnegan *et al.*, 2011). Gabungan teknik tanda-tangkap semula dengan analisis genetik populasi dilihat dapat memberikan pemahaman yang lebih lengkap tentang dinamik populasi berbanding satu kaedah sahaja (McCall & Mitchell, 2013). Integrasi kaedah demografi dan molekul ini sering

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

digunakan di dalam kajian-kajian terdahulu. Adams *et al.* (2011) telah menggunakan penanda molekul mtDNA untuk mengenalpasti spesies tikus *Rattus exulan* yang diperangkap menggunakan tanda-tangkap semula bagi kajian pengurusan haiwan perosak di kepulauan Mariana, Amerika Syarikat.

Busch *et al.* (2007) telah mengkaji kesan cerutan *(bottleneck)* demografi terhadap tikus *Dipodomys spectabilis* di Arizona. Keputusan kajian menunjukkan kadar serakan antara populasi yang sangat rendah berdasarkan hasil tangkapan tanda-tangkap semula, namun tiada tanda-tanda cerutan genetik berlaku berdasarkan keputusan frekuensi alel penanda mikrosatelit. Gabungan data tanda-tangkap semula dan maklumat genetik silang spesies juga amat diperlukan untuk mengkaji tapak fideliti bagi spesies burung (Pearce *et al.*, 2008). Kajian ini bertujuan untuk memahami dengan lebih terperinci mengenai spesies *Rattus argentiventer* yang terdapat di kawasan padi MARDI Pinang Tunggal, Pulau Pinang. Oleh itu, gabungan data tangkap-tanda-lepas-tangkap semula, morfometri tengkorak dan genetik *Rattus argentiventer* adalah penting bagi menentukan dengan lebih jelas struktur populasi tikus sawah.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

2.4 Penanda Genetik yang Digunapakai di dalam Kajian Molekul

Gabungan antara kaedah genetik molekul dan ekologi menyumbang ke arah kemajuan yang besar terhadap penyelidikan biologi evolusi. Penanda genetik molekul ditakrifkan sebagai polimorfisme pada protein dan DNA yang boleh dijadikan sebagai petunjuk yang berupaya mengesan dan mencirikan variasi genetik yang wujud dalam sebuah populasi dengan cepat (Schulman *et al.,* 2004). Terdapat tiga jenis kaedah molekul yang sering digunakan di dalam kajian ekologi molekul iaitu penanda morfologi, penanda biokimia, dan penanda DNA (White, 2007). Penanda morfologi mengenalpasti perbezaan dalam kalangan populasi berdasarkan trait fenotip yang tertera dan ciri-cirinya seperti trait kekerdilan, albino (Grljusic *et al.,* 2008). Penanda biokimia pula mengesan variasi di peringkat produk gen seperti perubahan dalam protein dan asid amino manakala penanda DNA mengesan variasi genetik pada peringkat DNA seperti perubahan nukleotida akibat daripada pelenyapan, penggandaan dan penyongsangan gen (Kumar *et al.,* 2009).

2.4.1 Penanda Alozim

Alozim merupakan penanda biokimia yang mengambil masa yang singkat serta kos yang murah berbanding berbanding penanda molekul lain memandangkan ia tidak memerlukan sebarang informasi jujukan DNA (Kumar *et al.,* 2009). Secara teorinya,

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

jujukan amino asid bagi produk polipeptida harus mencerminkan jujukan DNA yang dikodkan untuknya. Prosedur analisis alozim adalah berpandukan kepada hakikat bahawa semua organisma akan menghasilkan pelbagai bentuk beberapa enzim yang dipanggil alozim. Setiap satu daripada alozim ini dipercayai mempunyai jujukan asid amino sedikit berbeza dan dianggap terbentuk hasil daripada alel unik. Kebaikan penanda alozim ialah ia murah dan menggunakan protokol yang universal, berguna untuk kajian evolusi, tidak memerlukan maklumat jujukan dan senang diisolasi berbanding DNA manakala kelemahan penanda alozim pula ialah ia memerlukan sampel segar atau sampel yang telah disejuk beku, protein tidak stabil di beberapa lokus dan polimorfisme terhad (Kumar *et al.*, 2009).

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

2.4.2 Penanda Polimorfisme Panjang Serpihan Penyekatan (RFLP)

Analisis Polimorfisme Panjang Serpihan Penyekatan (RFLP) atau *'Restriction Fragment Length Polymorphism'* dijalankan dengan menggunakan enzim penyekatan yang spesifik untuk memotong DNA menjadi serpihan-serpihan kecil (Christiane, 2011). Perbezaan panjang serpihan terjadi disebabkan oleh faktor mutasi dan ini dapat digambarkan dengan melihat saiz dan bilangan serpihan yang melalui gel elektroforesis. Analisis RFLP sering digunakan di dalam kajian pemetaan genetik dan ujian kebapaan (Pastuszak & Lamb, 2012) serta menentukan penyakit keturunan (Mota *et al.*, 2013). Penanda PPSP mempunyai kelimpahan genom yang tinggi, boleh

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

digunakan merentasi spesies dan boleh dihasilkan semula, namun, ia memerlukan DNA yang berkualiti dalam jumlah yang besar (Kumar *et al.,* 2009).

2.4.3 Penanda Polimorfisme Nukleotida Tunggal (SNP).

Meskipun kesemua penanda mampu mengkuantifikasi variasi genetik, hanya data penjujukan DNA sahaja yang boleh mengenal pasti secara tepat perbezaan pasangan bes antara individu (Beebee & Rowe, 2004). Ini membolehkan kita membuat inferens tentang sejarah evolusi lokus-lokus genetik (Parsch *et al.,* 2007). Penjujukan DNA telah membawa kepada pembangunan penanda molekul yang berpolimorfisme tinggi iaitu Polimorfisme Nukleotida Tunggal atau *'Single-Nucleotide Polymorphism'* (SNP). SNP mensasarkan kepada variasi satu pasangan bes yang terjadi pada lokus-lokus tertentu di sepanjang jujukan DNA. Tinjauan daripada beberapa taksa termasuk tumbuhan, mamalia, burung, serangga, dan fungi mendapati SNP dapat dikesan pada tiap-tiap 200-500 pasangan bes bagi DNA yang tidak di kod dan pada tiap-tiap 500-100 pasangan bes bagi DNA yang di kod (Brumfield *et al.,* 2003).

SNP sesuai digunakan bagi mengenal pasti individu dan menilai peringkat variasi genetik dalam sebuah populasi (Morin *et al.,* 2004). Kelebihan yang ada pada penanda SNP ialah mempunyai kadar mutasi yang rendah, kelimpahan yang tinggi, pendekatan analitik yang baru sedang dibina, perbandingan kajian silang mudah

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

dijalankan. Keburukan penanda SNP pula kos yang mahal untuk diisolasi dan penentuan yang berat sebelah (Kumar *et al.*, 2009).

2.4.4 Penanda Mikrosatelit

Mikrosatelit yang turut dikenali sebagai ulangan jujukan mudah (SSR) atau ulangan tandem pendek (STR) merupakan DNA yang terdiri daripada beberapa ulangan tandem dari 1 hingga 6 pasangan bes (Buschiazzo & Gemmell, 2006). Selaku penanda neutral, polimorfisme yang tinggi didalam jujukan mikrosatelit menunjukkan bahawa mutasi berlaku dengan kerap. Pengetahuan evolusi mikrosatelit ini dapat membantu kita menganggar sejauh mana dan berapa lamakah dua populasi telah menjauh serta mengukur jumlah aliran gen antara populasi (Ellegren, 2004).

Aplikasi mikrosatelit juga digunakan di dalam kajian pemetaan genetik, ketidakstabilan genomik dalam kanser, genetik populasi, forensik, biologi pemuliharaan, antropologi molekul dan kajian sejarah evolusi manusia (Bhargava & Fuentes, 2010). Kelebihan penanda mikrosatelit ialah kelimpahan genom yang tinggi, polimorfisme tinggi, bias yang rendah dalam penentuan, dan mudah diisolasi. Namun begitu, penanda ini mempunyai beberapa kelemahan iaitu kadar mutasi yang tinggi, perilaku mutasi yang kompleks, perbandingan kajian silang memerlukan penyediaan yang khusus (Kumar *et al.*, 2009).

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

2.4.5 Penanda Amplifikasi DNA Polimorfisme Rawak (RAPD)

Kebiasaannya, kita akan memilih dahulu jujukan yang kita ingini sebelum mereka primer yang sesuai untuk mengamplifikasi jujukan DNA tersebut. Analisis Amplifikasi DNA Polimorfisme Rawak atau *'Random Amplified Polymorphic DNA'* (RAPD) bertindak sebaliknya yang mana ia tidak mensasarkan jujukan DNA secara spesifik, tetapi hanya mengamplifikasi jujukan DNA menggunakan primer arbitrari (8 hingga 10 nukleotida). Analisis RAPD sesuai dijalankan untuk mengkaji pemetaan genetik, genetik populasi, evolusi genetik, pengenalpastian genotip, kajian taxonomi, dan pembiakan haiwan dan tumbuhan. (Bardakci, 2001; Nezhad *et al.*, 2010). RAPD sesuai untuk dipilih memandangkan ia murah, tidak memerlukan maklumat jujukan dan kelimpahan yang tinggi. Malangnya, maklumat primer tidak diketahui, penanda ini tidak boleh dihasilkan semula, alel dominan yang menyebabkan ia sukar dianalisis dan perbandingan kajian silang sukar dilaksanakan (Kumar *et al.*, 2009).

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

2.4.6 Penanda Amplifikasi Panjang Serpihan Polimorfisme (AFLP)

Penanda Amplifikasi Panjang Serpihan Polimorfisme atau *'Amplified Fragment Length Polymorphism'* (AFLP) menggabungkan pemotongan jujukan DNA oleh enzim penyekatan dan analisis PCR. Apabila pemotongan jujukan DNA berlaku, akan wujud lebihan jujukan di penghujungnya. Oleh itu, "penyambung" yang terdiri daripada jujukan DNA pendek disintesis supaya penghujung penyambung dapat

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

disatukan dengan lebihan jujukan DNA tadi. Proses pengikatan antara penyambung dan serpihan penyekatan berlaku, menghasilkan serpihan-serpihan yang mempunyai jujukan DNA yang sama di penghujungnya. Setelah itu, primer direka berdasarkan jujukan yang baru terbina lalu serpihan jujukan diamplifikasi menggunakan kaedah PCR. Analisis AFLP dapat digunakan untuk mengkaji pemetaan genetik bagi spesies baru, filogenetik, penspesiesan dan adaptasi populasi semulajadi (Paris *et al.,* 2012).

2.5 Penanda Mitokondria DNA

2.5.1 Ciri-Ciri Mitokondria DNA

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

Genom DNA mitokondria (mtDNA) bagi haiwan peringkat tinggi adalah berbentuk bulatan kecil yang mempunyai saiz kira-kira 16 hingga 20 kb serta mengandungi 37 gen. Di samping itu, mtDNA juga mempunyai suatu kawasan yang dikenali sebagai "Gelung-D" *(D-Loop)* yang berfungsi mengawalselia replikasi mtDNA dan RNA transkripsi (Voigt *et al.,* 2008). Berbanding dengan DNA nukleus yang hanya mengandungi dua salinan di dalam setiap sel, mtDNA menyediakan ratusan maklumat genetik yang berguna di dalam satu sel. Kelimpahan salinan mtDNA yang tinggi menjadikan mtDNA lebih mandiri di dalam sampel yang sudah terdegradasi daripada DNA nukleus (Gunn, 2011). Keunikan mtDNA terletak kepada sifat pewarisan ibu yang terkandung di dalamnya, kadar mutasi yang tinggi, bentuk semulajadinya yang bulat dan kecil serta pengkapsulan mtDNA di dalam organel meningkatkan kadar kemandirian mtDNA berbanding DNA nukleus (Butler, 2011). Ciri-ciri ini

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

membolehkan ahli biologi membina semula hubungan evolusi antara atau dalam kalangan spesies dengan cara menilai semula corak-corak mutasi yang terdapat di dalam mtDNA.

2.5.2 Kelebihan penanda mitokondria DNA

Penggunaan penanda DNA seperti DNA mitokondria merupakan salah satu kaedah yang berkesan untuk mengesan polimorfisme yang berlaku dalam kalangan gen. Haniza Hanim Mohd. Zain (2008) telah menyenarai tiga sebab tentang mengapa kaedah DNA ini semakin penting dan popular untuk dijalankan di dalam kajian-kajian variasi genetik dalam kalangan populasi: (i) evolusi yang pesat di Rantau Hipervariabel, (ii) bahan-bahan yang digunakan kemungkinannya boleh disampel secara tidak invasif daripada populasi haiwan hidup bebas, (iii) primer yang dibina untuk spesies tertentu telah terbukti boleh diguna pakai merentasi taksonomi yang mana spesies-spesies rapat juga sesuai untuk menggunakan primer yang sama. Beebee & Rowe (2004) pula menyenaraikan lima sebab utama mtDNA memiliki beberapa kelebihan: (i) Primer PCR yang versatil membolehkan jujukan mtDNA kini diamplifikasi tanpa proses penulenan mtDNA, (ii) jumlah salinan mtDNA yang tinggi di dalam tisu meskipun sampel diambil dari tinggalan arkeologi menjanjikan keputusan yang cemerlang di dalam proses amplifikasi PCR, (iii) kadar mutasi yang tinggi berbanding genom nukleus, (iv) intraspesies polimorfisme nukleutida mtDNA adalah neutral efektif. Oleh itu, taburan haplotip dipengaruhi oleh peristiwa demografi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

berbanding seleksi. (v) bersifat, seinduk *(uniparental)*, tiada rekombinasi antara molekul haiwan mtDNA.

2.5.3 Rantau Hipervariabel 1 (HVR1)

Polimorfisme DNA mitokondria (mtDNA) telah digunakan secara meluas di dalam analisis filogenesis dan kepelbagaian genetik haiwan. Menurut Matisoo-Smith & Robins (2008), filogenesis DNA mitokondria bukan sahaja memberi maklumat mengenai asal-usul populasi dan laluan migrasi, malah ia juga memberi pengetahuan tentang darjah hubungan dan interaksi populasi antara pulau-pulau. Rantau Hipervariabel 1 (HVR1) atau '*Hyper Variable Region 1'* yang terletak di gelung-D di dalam mtDNA haiwan mengandungi kadar kelimpahan mutasi yang tinggi membuatkan rantau ini sangat berguna selaku penanda moyang bagi mengkaji sejarah evolusi haiwan verterbrata (Larizza *et al.,* 2002). Selain itu, metodologi pengenalpastian spesies berdasarkan variasi saiz Rantau Hipervariabel adalah lebih ringkas, mudah, cepat dan tepat membuatkan kaedah ini lebih digemari di dalam kajian-kajian forensik (Nakamura *et al.,* 2009). Polimorfisme yang terdapat di dalam jujukan Rantau Hipervariabel gelung-D juga telah memberi sumbangan besar terhadap pengenalpastian haiwan liar yang menjadi moyang kepada spesies domestik, pembentukan corak geografi di dalam kepelbagaian genetik, dan pemahaman mengenai pendomestikan haiwan ternakan (Rischkowsky & Pilling, 2007).

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

2.5.4 Penggunaan Penanda DNA di dalam Kajian-Kajian Lepas

Di dalam bidang ekologi, asimilasi antara kajian populasi dan kajian genetik mampu memberi pemahaman yang lebih jelas tentang variasi, kolonisasi, dan migrasi yang berlaku dalam kalangan spesies. Sebagai contoh, 17 haplotip unik telah dikesan di dalam 65 individu biawak terancam *(Oligosoma grande).* Populasi timur dan barat saling monofiletik dan berasal daripada keturunan mtDNA yang sama mencadangkan bahawa spesies ini mempunyai sejarah evolusi tak bersandar yang panjang sebelum kedatangan manusia ke New Zealand (Berry & Gleeson, 2005). Selain itu, kajian lepas oleh Chan *et al.* (2010) berkenaan dengan spesies terancam burung kakerori *(Pomarea dimidiata)* di Kepulauan Cook, Amerika Syarikat mendapati ketiadaan kepelbagaian haplotip dan kurangnya kepelbagaian alel tidak menghalang perkembangan populasi serta kemandirian yang berterusan bagi spesies ini. Kajian lepas mengenai komuniti ikan lumba-lumba '*bottlenose'* di Australia mendapati terdapat 8 haplotip ditemui dalam kalangan sembilan komuniti ikan lumba-lumba '*bottlenose'.* Hasil kajian ini mencadangkan bahawa kemungkinan besar kesemua sembilan komuniti ini berasal daripada keturunan nenek moyang yang sama, yang secara progresifnya mengkolonisasi pantai-pantai menghala ke arah selatan (Wiszniewski *et al.,* 2009). Di samping itu, hasil kajian tentang taburan variasi mitokondria memerang Amerika Utara di seluruh Kepulauan Tierra del Fuego mendapati terdapat 7 haplotip unik dikesan di dalam 111 individu memerang Amerika Utara *(C. canadensis).*

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

BAB 3

KAEDAH KAJIAN

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

3.0 Pendahuluan

Bab ini menerangkan tentang kaedah kajian dan analisis data bagi kajian struktur populasi tikus, kajian morfometri tengkorak dan kajian perbezaan haplotip.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

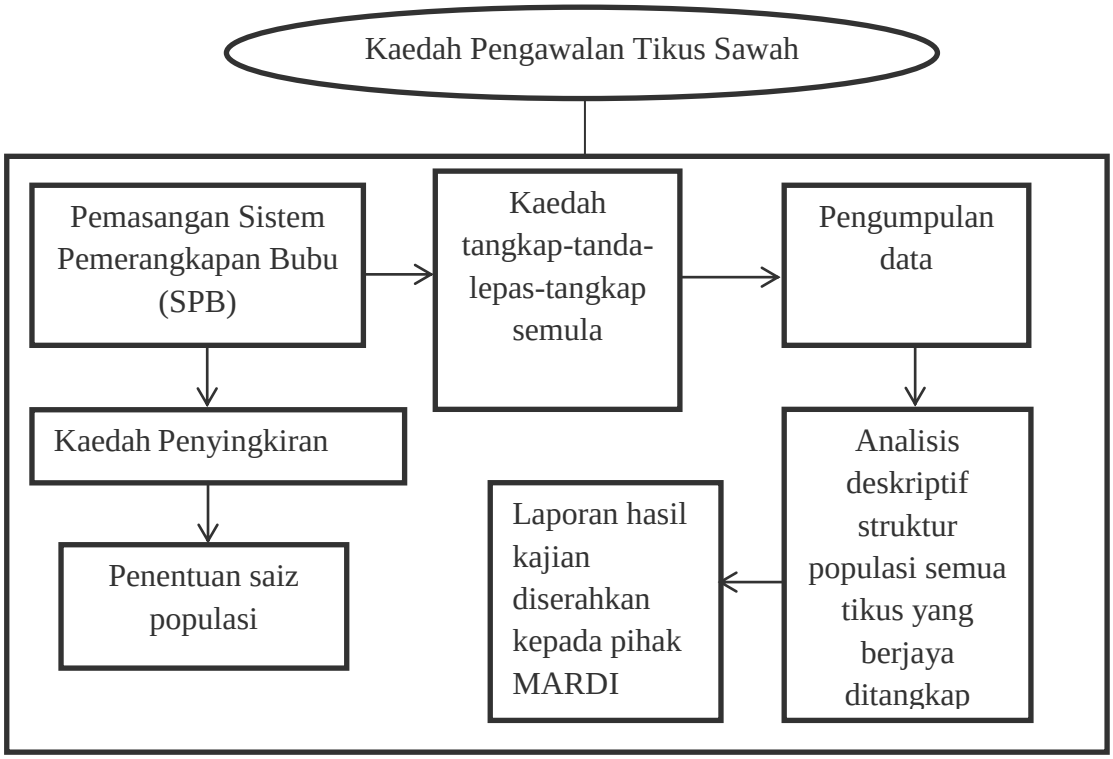
05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

3.1 Kajian Struktur Populasi

3.1.1 Reka Bentuk Kajian

Di dalam kajian ini, teknologi Sistem Pemerangkapan Bubu (SPB) telah dibangunkan. Pada masa yang sama, kaedah tangkap-tanda-lepas-tangkap semula juga dilaksanakan di sekeliling kawasan SPB untuk mengesan pergerakan tikus sawah terhadap SPB. Penentuan saiz populasi tikus sawah dijalankan dengan menggunakan kaedah penyingkiran (Schneider & Lockwood, 2000). Analisis deskriptif struktur populasi bagi semua tikus yang berjaya diperangkap kemudiannya dijalankan. Akhir sekali, laporan hasil kajian dilaporkan kepada pihak MARDI.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



Rajah 3.1. Carta alir reka bentuk kajian

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

3.1.2 Bahan-Bahan

Bahan-bahan yang digunakan sepanjang kajian ialah kaedah dokumentasi di mana setiap maklumat mengenai tangkapan yang diperoleh seperti tarikh, tempat tikus diperangkap, jantina, status reproduktif dan sebagainya akan direkod di dalam borang pemerhatian. Bahan-bahan asas yang diperlukan bagi proses pemasangan Sistem Pemerangkapan Bubu (SPB):

i. Plastik untuk dijadikan pagar. Pemilihan plastik adalah kerana ia merupakan bahan yang kuat dan tahan lama serta dapat digunakan lagi pada musim yang berikutnya.
ii. Kayu-kayu untuk mendirikan dan menegakkan pagar plastik dan menyendal perangkap bubu

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

iii. Dawai kokot dan tali untuk menegakkan pagar plastik
iv. Stapler untuk menempel plastik pada kayu-kayu
v. Empat buah perangkap bubu *(multiple- capture trap)* berukuran 60.96 cm × 30.48 cm × 25.4 cm yang merupakan perangkap-perangkap yang dapat menangkap lebih dari satu ekor tikus dalam sekali pemerangkapan, tanpa menyebabkan tikus mati.

Seterusnya, bahan-bahan asas yang diperlukan bagi kajian tangkap-tanda-lepas dan tangkap semula adalah seperti berikut:

i. 76 buah perangkap hidup tunggal berukuran 25 cm ×15 cm ×11.5cm. Perangkap ini mampu memerangkap hanya seekor tikus dalam satu-satu masa.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

ii. Ikan goreng sebagai umpan.

iii. Pita pengukur bagi mengukur transek di sekeliling SPB.

iv. Jerami sebagai alas

v. Tag besi bernombor beserta alat aplikator *(National Wing Band Style 898 Tab End, National Band and Tag Co.).*

vi. Batang-batang paip yang siap dilabelkan dengan nombor. Batang-batang paip ini dipacakkan betul-betul di lokasi di mana perangkap diletakkan agar mudah dikesan.

Setiap tikus yang diperangkap akan dipengsankan (bagi kajian tangkap-tanda-lepas dan tangkap semula, atau dibunuh (bagi kajian struktur populasi tikus yang diperangkap menggunakan sistem SPB). Oleh itu, radas-radas dan bahan kimia yang diperlukan sepanjang proses pensampelan dibuat adalah seperti berikut:

i. Sarung tangan getah sebagai langkah berjaga-jaga untuk menghindar diri daripada dijangkiti penyakit.

ii. Topeng pelindung. Topeng pelindung ini digunakan agar dapat melindungi penyelidik daripada terhidu bau dietil eter.

iii. Diethyl eter yang digunakan sebagai bahan sedatif untuk memengsankan atau membunuh tikus (bergantung kepada kajian yang dilaksanakan).

iv. Jaring tikus, digunakan untuk mengekstrak tikus daripada perangkap ke dalam balang pembunuh *(killing jar).*

v. Balang pembunuh *(killing jar).* Setelah tikus berjaya diperangkap, tikus kemudiannya dimasukkan ke dalam balang pembunuh lalu dipengsankan atau dibunuh menggunakan larutan dietil eter.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

vi. Forseps dan pisau bedah

vii. penimbang (g)

viii. Pembaris (mm)

ix. Pen dan buku log untuk merekod maklumat. Contoh seperti di **Lampiran A dan B.**

3.1.3 Pensampelan

Sebanyak dua sesi persampelan telah dijalankan mengikut musim penanaman padi di Institut Penyelidikan dan Kemajuan Pertanian Malaysia (MARDI). Sesi persampelan yang pertama telah dilakukan ketika musim kemarau; juga dikenali sebagai Musim Luar penanaman padi di Malaysia (07/02/2011 – 25/03/2011) manakala sesi persampelan yang kedua dijalankan ketika musim hujan yang merupakan Musim Utama penanaman padi di Malaysia (24/08/2011 – 21/09/2011). Di dalam kajian lapangan, Sistem Pemerangkapan Bubu atau *Trap Barrier Sysem* (SPB) telah dibangunkan berdasarkan teknik Lam, (1988) dengan membina pagar plastik di sekeliling tanaman padi (47 m × 22 m) (Rajah 3.2). Setelah itu, ditengah-tengah setiap sisi pagar plastik, lubang-lubang kecil telah ditebuk pada pagar plastik sebagai laluan pintu masuk ke arah perangkap-perangkap bubu. Perangkap-perangkap bubu (60.96 cm × 30.48 cm × 25.4 cm) ini diletakkan di atas timbunan lumpur di dalam pagar plastik (Rajah 3.3). Saluran air pula dibuat dibahagian luar pagar dengan lebar minima setengah meter untuk menghalang tikus-tikus daripada keluar dari perangkap. Proses

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

pemerangkapan bagi kedua-dua sesi telah dijalankan selama dua minggu di awal peringkat penuaian padi. Semua perangkap bubu dan pagar plastik telah diperiksa pada keesokan harinya pada kira-kira pukul 0800 pagi dan mana-mana bahagian pada pagar plastik yang rosak atau ditebuk telah dibaiki.



Rajah 3.2. Pagar plastik yang dibina mengelilingi tanaman perangkap

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



Rajah 3.3. Contoh perangkap bubu yang digunakan untuk menangkap tikus melalui Sistem Pemerangkapan Bubu (SPB).

Setelah Sistem Pemerangkapan Bubu siap dibangunkan, empat transek dibina sejauh kira-kira 300 meter bersejenjang kepada setiap sisi segi empat SPB menghala ke luar pagar plastik untuk menjalankan kajian tangkap-tanda-lepas-tangkap semula dan mengkaji corak pergerakan tikus sawah. Perangkap dawai berukuran 25 x 15 x 11.5cm telah diletakkan secara rawak di sekeliling SPB dalam lingkungan 300 m daripada pagar plastik. Perangkap-perangkap dawai diletakkan di lubang-lubang tikus dan kawasan yang berpotensi menjadi laluan tikus (Rajah 3.6). Jarak di antara perangkap adalah tidak sama di antara kawasan, bergantung kepada keadaan persekitaran dan permukaan sawah padi berikutan faktor keselamatan penyelidik memandangkan persampelan dibuat di kawasan yang dipenuhi semak dan ular. Sebanyak 76 buah perangkap telah diletakkan dan dilabel. Untuk membolehkan tikus-tikus ini membiasakan diri dengan perangkap yang baru diletakkan di dalam persekitaran mereka, perangkap telah ditetapkan dalam mod selamat iaitu dengan

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

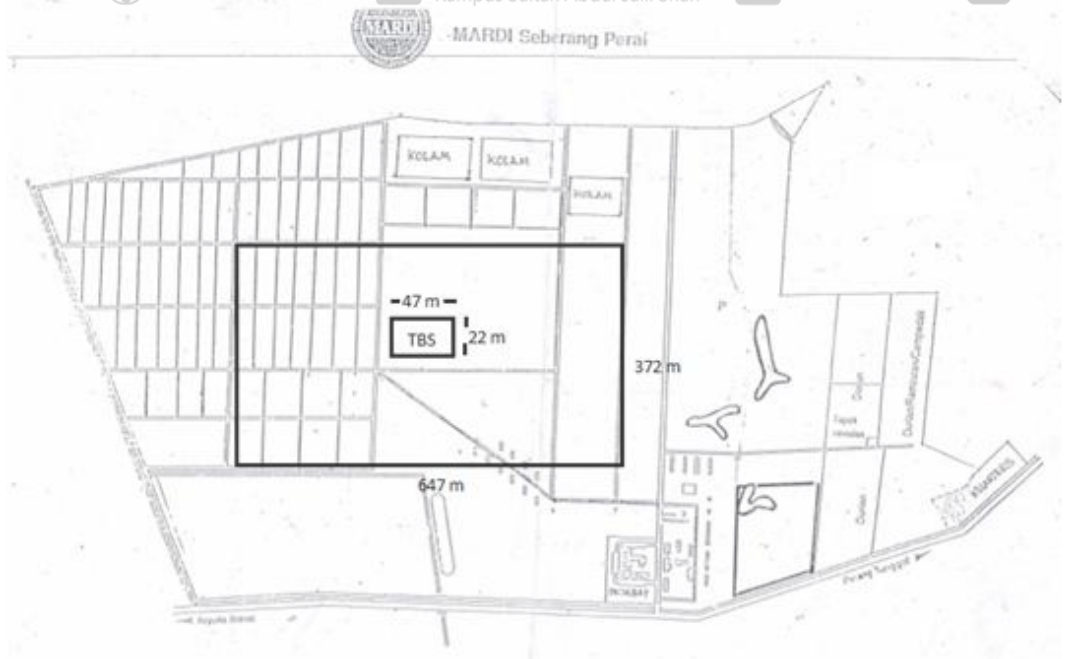
05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

meletakkan perangkap beserta umpan tanpa membuka pintu perangkap sebelum proses pemerangkapan berlangsung selama dua minggu.

3.1.4 Lokasi Kajian

Lokasi kajian dijalankan di Institut Penyelidikan dan Kemajuan Pertanian Malaysia (MARDI), Pinang Tunggal, Pulau Pinang. Kawasan kajian meliputi 24.07 ha sawah padi yang terdapat di dalam kawasan MARDI (Rajah 3.4).

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



Rajah 3.4. Peta lokasi kajian

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

3.1.5 Prosedur Pengumpulan Data

3.1.5.1 Menganggar Kelimpahan Populasi *Rattus argentiventer* yang Terdapat di Sekitar Sawah Padi di dalam Kawasan MARDI.

Anggaran kelimpahan populasi tikus dijalankan dengan menggunakan kaedah penyingkiran (Zippin, 1956). Justeru, pada awal kajian, populasi *Rattus argentiventer* di MARDI Pinang Tunggal dianggap sebagai populasi tertutup dan semua andaian telah dipatuhi. Pada permulaan, Sistem Pemerangkapan Bubu ditetapkan dalam mod selamat selama seminggu. Setelah itu, semua perangkap bubu telah diperiksa pada keesokan harinya pada kira-kira 0730 selama enam hari berturut-turut setiap minggu sebaik sahaja perangkap-perangkap ditetapkan dalam mod hidup. Kaedah penyingkiran menuntut tikus-tikus diperangkap secara berterusan pada waktu yang tetap. Tikus-tikus yang memasuki perangkap bubu telah dibunuh menggunakan dietil eter dan balang pembunuh *(killing jar)*. Semua sampel diperiksa dengan teliti. Segala maklumat mengenai ukuran badan, berat jantina, dan sebagainya kemudian telah direkodkan di dalam borang penelitian. Jumlah keseluruhan individu yang berjaya diperangkap turut direkodkan.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

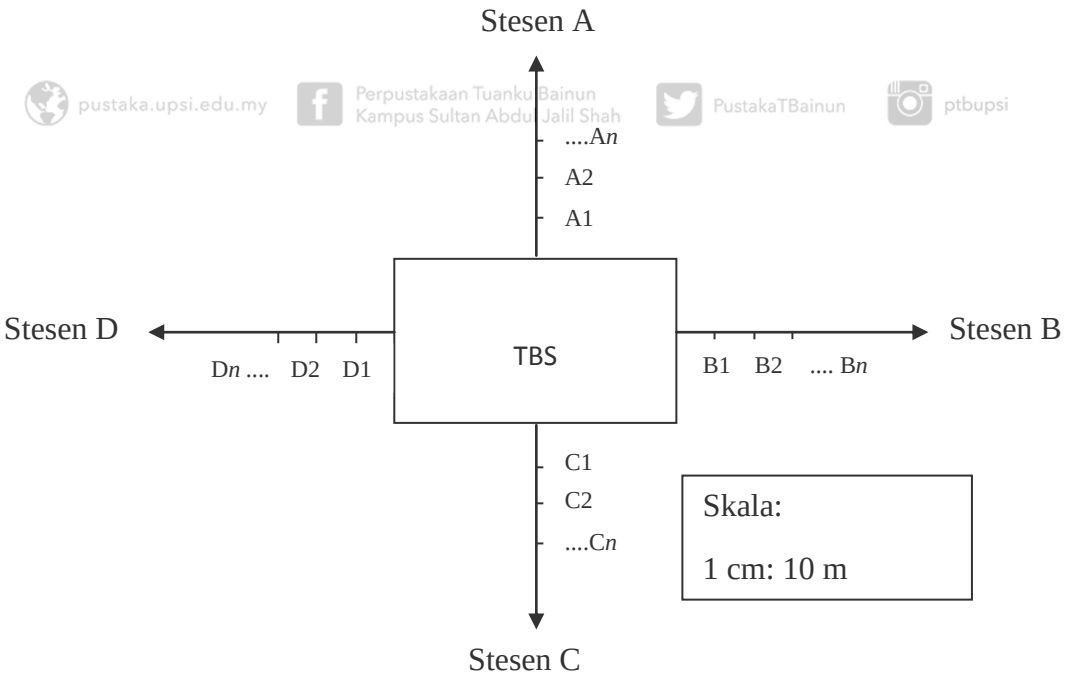
3.1.5.2 Mengkaji Pergerakan Tikus Sawah *(Rattus argentiventer)* Terhadap SPB

Pergerakan tikus sawah ditentukan melalui kaedah tangkap-tanda-lepas dan tangkap semula. Bagi mengkaji corak pergerakan *Rattus argentiventer* terhadap SPB, empat

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

transek dibina sejauh kira-kira 300 meter menghala ke arah luar setiap sisi segi empat SPB menghala ke luar pagar plastik. Kedudukan menghala ke utara dinamakan sebagai Stesen A, kedudukan menghala ke timur dinamakan Stesen B, kedudukan menghala ke selatan dinamakan Stesen C dan kedudukan menghala barat dinamakan Stesen C. Perangkap dawai berukuran 25 x 15 x 11.5cm telah diletakkan pada setiap selang 10 m di sepanjang transek iaitu di dalam lingkungan 300 m daripada pagar plastik. Sebanyak 5 perangkap lagi diletakkan secara rawak yang mana masing-masing diletakkan pada jarak tidak lebih daripada 2 m, di sekitar titik selang (Rajah 3.5).



Rajah 3.5. Kedudukan perangkap hidup yang mengelilingi SPB

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

Perangkap-perangkap tikus tersebut telah dipasangkan umpan ikan kering goreng seperti yang telah dicadangkan oleh penduduk kampung dan jerami sebagai alas (Clapperton, 2006). Selain itu, batang paip bernombor telah dipacak di semua kawasan yang mempunyai perangkap bagi memudahkan perangkap dikenal pasti. Kesemua perangkap diletakkan di sekeliling SPB iaitu di kawasan-kawasan laluan tikus, dan berdekatan dengan sarang tikus yang aktif. Contoh boleh dilihat menerusi Rajah 3.6.



Rajah 3.6. Perangkap diletakkan berdekatan dengan laluan dan sarang tikus yang masih aktif.

Untuk sesi pemerangkapan yang pertama (TI), setiap perangkap telah diperiksa dengan berhati-hati. Setiap tikus yang diperangkap buat kali pertama telah ditandakan dengan menggunakan tag besi bernombor (National Wing Band Style 898 Tab End, National Band and Tag Co.) yang dilekatkan di telinga tikus bagi tujuan

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

pengecaman semasa tangkapan semula diperolehi (Rajah 3.7). Tikus-tikus kemudiannya ditimbang beratnya, diukur fizikalnya, dikenal pasti jantinanya, dan diperiksa untuk menentukan status pembiakan. Semua data telah direkodkan di dalam borang penelitian. Selepas semua data siap direkod, semua perangkap ditetapkan semula dalam mod hidup dan dikembalikan ke kedudukan asal. Tikus-tikus yang telah ditanda dilepaskan kembali di lokasi ia diperangkap supaya ia kembali ke dalam populasinya.



Rajah 3.7. Tikus yang diperangkap buat kali pertama ditanda dengan klip telinga

Setelah selesai proses pemerangkapan bagi T1, perangkap-perangkap ditetapkan dalam mod selamat selama seminggu bagi memberi masa untuk tikus-tikus yang sudah ditanda masuk dan bercampur dengan tikus-tikus lain di dalam

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

populasinya. Untuk sesi pemerangkapan yang kedua (T2), perangkap-perangkap telah ditetapkan sekali lagi dalam mod hidup dalam usaha menawan semula tikus-tikus yang telah ditanda mahupun tikus-tikus lain yang terdapat di dalam lingkungan lokasi kajian. Tikus yang memasuki perangkap dalam tempoh T2 telah diperiksa dengan teliti bagi mengenalpasti sekiranya tikus yang bertanda telah diperangkap semula. Selain itu, segala maklumat mengenai ukuran badan, berat jantina, dan sebagainya telah direkodkan di dalam borang penelitian sebagaimana T1. Jumlah keseluruhan individu yang berjaya diperangkap sama ada bertanda mahupun tidak bertanda direkodkan.

Kesemua kedudukan tikus yang diperangkap, ditanda dan dilepaskan semula (T1) telah diplotkan di atas peta. Seandainya tikus yang bertanda dapat diperangkap semula (T2), kedudukan ia diperangkap turut diplotkan di atas peta. Jarak kedudukan dari kawasan tikus diperangkap dan ditanda hingga ke kawasan dimana ia diperangkap kembali dikira bagi menentukan corak pergerakan tikus sawah. Contoh pemetaan lokasi perangkap seperti **Lampiran C.**

3.1.5.3 Mengkaji Struktur Populasi Tikus-Tikus yang Berjaya Diperangkap melalui Kaedah Sistem Pemerangkapan Bubu (SPB)

Tikus yang terperangkap diperiksa dan maklumat-maklumat berikut direkod bagi tujuan pengecaman spesies **(Lampiran A dan B).** i) tarikh tangkap, ii) nombor perangkap, iii) umur - dikelaskan kepada peringkat juvenil, peringkat separa dewasa

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

dan peringkat dewasa, iv) jantina ditentukan oleh pemeriksaan visual ke atas keadaan organ reproduktif luaran, v) panjang kepala + badan (mm) - diukur dalam milimeter daripada hujung hidung ke hujung distal dubur, vi) panjang ekor (mm) - diukur dalam milimeter daripada pertengahan dubur hingga ke hujung ekor, vii) panjang kaki belakang atau *hindfoot* (mm) - diukur dalam milimeter daripada tumit ke hujung jari kaki dan kuku terpanjang, ix) panjang telinga (mm) - diukur dalam milimeter daripada bawah takuk telinga kepada titik terjauh bibir telinga, x) berat badan (g) - diukur dalam gram menggunakan alat penimbang. Cara ukuran diambil adalah mengikut Aplin *et al.* (2003). Pengecaman spesies merujuk kepada Ruedas *et al.* (2012).

Beberapa maklumat tambahan seperti tahap kematangan tikus direkodkan merujuk kepada Herbreteau *et al.* (2011) dan Aplin *et al.* (2003). Bagi tikus jantan, organ testis dilihat dan dikategorikan kepada dua ciri iaitu abdominal (A) untuk peringkat juvenil dan peringkat separa dewasa dan skrotal (S) untuk peringkat dewasa. Kematangan seksual tikus jantan boleh diamati berdasarkan perkembangan organ testis. Tikus jantan yang belum dewasa mempunyai testis yang pada mulanya terletak di dalam badan, di kedudukan perut atau abdomen. Selepas itu, semakin tikus jantan meningkat dewasa dan matang, organ testisnya akan membesar dek kerana penghasilan spermatozoa lalu turun ke posisi skrotal. Testis akan berada di dalam kantung skrotum dan tikus yang matang sepenuhnya mempunyai kantung skrotal yang sering mengunjur ke belakang, dan seterusnya menutupi dubur.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

Berdasarkan pemeriksaan bukaan vagina, tikus betina boleh diklasifikasikan mengikut dua kategori yang berbeza iaitu i) tidak membiak (NB), dan ii) membiak (B). Tikus betina yang tidak membiak dikategorikan kepada Tidak Membiak serta Mempunyai Vagina Tertutup untuk peringkat juvenil (NBI) Tidak Membiak serta Mempunyai Vagina Terbuka untuk peringkat dewasa (NBP). Tikus betina yang tidak matang (NBI) mempunyai faraj yang ditutupi oleh satu lapisan nipis yang dinamakan selaput dara. Sekiranya pemeriksaan terhadap tikus betina mendapati bukaan vagina meluas, ini menandakan bahawa ia telah matang. Seterusnya, tikus betina yang matang pula boleh dikenali dan diklasifikasikan kepada dua jenis iaitu Tidak Membiak serta Mempunyai Vagina Terbuka (NBP) dan Membiak (B). Tikus betina NBP merujuk kepada tikus matang yang telah mengawan atau melahirkan. Walaubagaimanapun, sekiranya terdapat tikus betina matang tetapi belum pernah mengawan, atau sudah lama tidak mengawan, tikus ini dapat dikenalpasti melalui bukaan vagina yang kecil dan tidak tutup sepenuhnya. Tikus betina yang membiak pula boleh dikategorikan kepada menyusu (LCT) dan bunting (PGT).

Kondisi sedang menyusu dikenalpasti melalui pengamatan puting tikus betina disamping melihat sekiranya ada tanda-tanda yang menunjukkan tingkah laku penyusuan. Kemerahan di kawasan sekitar puting menunjukkan meningkatnya kadar pemvaskularan dan ini disebabkan oleh pembinaan tisu mamae. Tikus yang menyusu sering mempunyai puting yang membesar dan berbentuk tirus *(cornified)* berbanding tikus yang tidak menyusu ataupun yang selesai menyusu. Antara ciri lain ialah tikus betina yang aktif menyusu selalunya mempunyai puting yang berwarna keputih-putihan sebagai tanda terdapatnya susu didalamnya manakala tikus yang baru sahaja

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

selesai menyusu pula mempunyai puting yang mengecut tetapi masih mengekalkan warna kemerah-merahan (Wilson *et al.*, 1996).

Tikus yang bunting pada mulanya dikenalpasti dengan memeriksa bahagian perut dan seterusnya mengenalpasti sama ada terdapat tanda-tanda pembengkakan uterus. Setelah itu, tikus bunting ini kemudiannya dibedah dan bilangan embrio yang terdapat didalamnya direkod. Menurut Wilson *et al.* (1996), kaedah yang paling cepat menilai status reproduktif kebanyakan haiwan mamalia kecil adalah dengan menggunakan kaedah analisis secara histologi. Cara terbaik mengenalpasti dimana letaknya ovari adalah dengan memegang dan meneliti salur ovum yang terdapat di kedua-dua uterus. Spesimen yang baru sahaja dibedah mempunyai ovari-ovari yang berwarna putih merah jambu atau kuning pucat dan selalunya berupa seakan-akan "batu kerikil" didalamnya, sekaligus menandakan keberadaan folikel dan korpus luteum yang aktif.

Seterusnya, kondisi badan pula dikenalpasti merujuk kepada skala ordinal Butler & Whelan (1994). Tikus yang mempunyai paling banyak lemak cenderung memiliki tubuh yang lebih sihat (Jadual 3.1).

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

Jadual 3.1.
Penentuan Kondisi Badan Sampel Kajian

Jumlah lemak pada buah pinggang melekat di dinding abdomen	Skala
Tiada Lemak	0
Terdapat tanda-tanda adanya sedikit lemak pada dinding abdomen	0.5
Terdapat lemak pada dinding abdomen yang juga bercantum pada buah pinggang	1
Buah pinggang diselaputi lemak sebanyak kira-kira ¼	2
Buah pinggang diselaputi lemak lebih daripada ¼	3

3.2 Kajian Morfometri Tengkorak

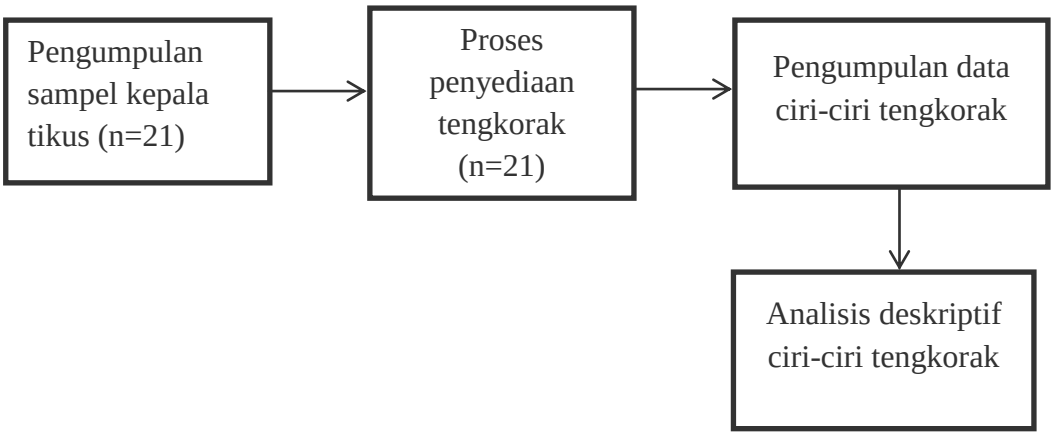
3.2.1 Reka Bentuk Kajian

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

Kajian ini merupakan satu bentuk kajian kuantitatif (Rajah 3.8). Kaedah ini digunakan kerana ia melibatkan penentuan saiz keseluruhan tengkorak dan perbandingan antara sampel tengkorak dari Malaysia dengan ukuran piawai yang telah diterbitkan bagi pengenalpastian spesies *Rattus argentiventer*.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



Rajah 3.8. Carta alir reka bentuk kajian

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

3.2.2 Bahan-Bahan

Maklumat ciri-ciri tengkorak yang diukur telah direkod di dalam borang pemerhatian. Kesemua alat radas dan bahan untuk langkah penyediaan tengkorak dimodifikasi mengikut kesesuaian tempat dan kecukupan alat. Alat-alat yang digunapakai sepanjang proses penyediaan tengkorak adalah seperti berikut:

i. Topeng pelindung dan sarung tangan getah sebagai langkah berjaga-jaga
ii. Tong gas
iii. Penunu bunsen
iv. kaki retort
v. Bikar dan air untuk proses merebus kepala tikus
vi. Forceps, pisau bedah, dan talam plastik untuk membersihkan tengkorak

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

vii. Bekas plastik untuk menyimpan tengkorak yang telah dibersihkan

viii. Pen, gunting dan *"sellotape"* bagi tujuan pelabelan bekas plastik berisi tengkorak.

Setelah tengkorak-tengkorak berjaya dibersihkan, kesemua ciri-ciri tengkorak diukur direkod menggunakan alat-alat berikut:

i. Angkup vernier digital. Ketepatan ukuran menggunakan alat ini ialah sehingga 0.01 mm. Alat lain ialah pen dan buku log untuk merekod maklumat ukuran ciri-ciri tengkorak yang diperoleh.

ii. Pen dan borang pemerhatian untuk merekod data

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

3.2.3 Sampel kajian

Sebanyak 21 kepala tikus telah diambil daripada tikus-tikus yang telah ditangkap pada Sesi Kedua dengan menggunakan teknik Sistem Pemerangkapan Bubu (SPB). Kepala-kepala tikus kemudiannya dilabel dan dimasukkan ke dalam bekas plastik lalu disimpan di dalam peti sejuk -20 °C.

3.2.4 Prosedur Pengumpulan Data

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

3.2.4.1 Penyediaan Tengkorak

Tengkorak tikus disediakan dengan merujuk kepada protokol yang dicadangkan oleh Herbreteau *et al.* (2011). Selepas kepala dipisahkan daripada badan dengan menggunakan gunting, sampel dilabel dengan teliti dan disimpan pada suhu -20 ° C. Proses penyediaan tengkorak telah dijalankan di tempat terbuka oleh sebab baunya yang kuat. Untuk proses pembersihan, pisau bedah telah digunakan untuk menyiat kulit kepala dan membuang bahagian daging. Tengkorak kemudiannya direndam perlahan-lahan di dalam air sejuk untuk membuang tisu otak. Selepas mengeluarkan kebanyakan daging dan membuang tisu otak, tengkorak telah direbus selama 15 minit sambil membersihkan lebihan tisu. Tengkorak diperiksa dengan kerap semasa proses memasak untuk melihat dan menghalang mana-mana keretakan atau kerosakan pada tengkorak.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

Pada dasarnya, proses ini adalah untuk membuang sisa-sisa daging yang melekat pada tengkorak sebanyak mungkin dengan cara memasak untuk masa yang singkat, membuang dan membersihkan lebihan tisu yang melekat pada tengkorak dengan menggunakan forsep dan mengulangi proses ini sehingga tengkorak bersih. Pada akhir proses, air rebusan telah ditapis untuk mendapatkan kembali gigi yang telah longgar dan jatuh daripada tengkorak. Satu berus dawai lembut bersaiz kecil telah digunakan bagi pembersihan terakhir. Tengkorak yang telah dicuci dikeringkan dan diletakkan di atas kertas tisu semalaman agar kering sepenuhnya. Tengkorak

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

kemudiannya disimpan di dalam botol plastik pada suhu bilik dan setiap individu dilabel (Rajah 3.9).



Rajah 3.9. Tengkorak-tengkorak dan mandibel-mandibel yang siap dibersihkan dan sedia untuk diukur.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

3.2.4.2 Ciri-ciri Tengkorak

Sebanyak 21 ekor *Rattus argentiventer* dengan min berat badan 124 g ± 36.9 yang ditangkap pada Sesi 2 menggunakan Sistem Pemerangkapan bubu atau *Trap Barrier System* (SPB) telah dijadikan sampel bagi kajian ini. Pengukuran tengkorak telah dijalankan dengan merujuk kaedah yang dilakukan oleh Hughes *et al.* (1978), Husni Ibrahim (2008), Olude *et al.* (2009), Pankakoski & Nurmi (1986), Pessôa & Strauss (1999), Pucciarelli (1981), dan Yahaya & Olopade (2012). Sebanyak 27 ukuran ciri tengkorak telah diambil oleh seorang pengukur bagi meminimumkan sebarang ralat

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

pengukuran (Rajah 3.10, 3.11, 3.12, 3.13). Tengkorak telah diukur dengan menggunakan angkup elektronik dalam ketepatan 0.1 mm. Singkatan ciri-ciri telah ditakrifkan dalam Jadual 3.2.

Jadual 3.2

Pengukuran Ciri-Ciri Tengkorak

Bil.	Ciri-ciri	Singkatan	Huraian
1	Panjang rostrum	RL	Panjang keseluruhan garisan tengah rostrum daripada bucu paling anterior hidung hingga akhir garisan tulang hidung.
2	Lebar rostrum	RW	Jarak antara orbit tulang tersembul yang berada di sudut anterior tengkorak yang mengelilingi rongga hidung.
3	Lebar antara orbit terkecil	IOB	Lebar minimum pencerutan antara orbit di dorsal tengkorak
4	Panjang foramen kacip *(incisive foramen)*	IFL	Jarak terpanjang anterior lelangit foramen.
5	Panjang jambatan lelangit *(palatal-bridge)*	PBL	Jarak antara bucu posterior foramen kacip ke "*staphylion"*.
6	Panjang barisan gigi geraham atas	UML	Panjang barisan gigi geraham atas
7	Panjang diastema	DL	Jarak di antara hujung posterior alveolus gigi kacip atas ke titik anterior barisan gigi maksila.

(bersambung)

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

8	Lebar zigoma	ZW	Ukuran terbesar antara margin luar dua lengkung zigoma
9	Panjang basilar	BL	Jarak daripada margin posterior alveolus gigi kacip atas ke titik basion.
10	Panjang sarung otak *(braincase)*	BCL	Jarak antara "*staphylion"* ke basion
11	Tinggi sarung otak *(braincase)*	BCD	Jarak daripada titik tertinggi atau paling dorsal sarung otak ke satah mendatar yang menyentuh hujung gigi kacip serta sempadan ventral *"auditory bullae"*
12	*Panjang zigoma*	ZL	Panjang "*zygion"*
13	*Panjang "condylobasal"*	CL	Jarak daripada bucu anterior alveolus gigi kacip atas ke bucu posterior kondil oksipital.
14	*Panjang sutur sagital*	SSL	Jarak daripada *"bregma"* iaitu titik persilangan antara sutur korona dan sutur sagital ke *"lambda"* iaitu titik persilangan antara sutur sagital ke sutur lambdoid.
15	Panjang keseluruhan Tengkorak	WSL	Jarak daripada titik bucu hujung hidung (tidak termasuk gigi) ke titik bucu paling posterior yang terdapat di tulang oksipital tengkorak
16	Panjang lelangit	PL	Jarak antara bucu posterior gigi kacip ke "*staphylion"*

(bersambung)

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

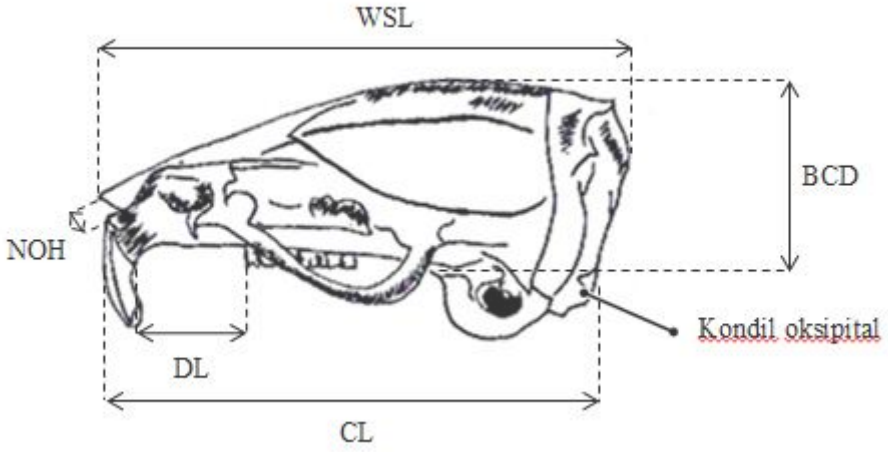
17	Lebar *"frontonasal"*	FW	Jarak di antara nasion yang merupakan titik pertembungan antara tulang frontal dan tulang nasal
18	Panjang mandibel	ML	Jarak terpanjang mandibel tidak termasuk gigi
19	Tinggi bukaan luar hidung	NOH	Tinggi maksimum bukaan luar hidung
20	Lebar bukaan luar hidung	NOW	Lebar maksimum bukaan luar hidung
21	Lebar *"interparietal"*	IL	Lebar merentasi tulang interparietal iaitu tulang segitiga terletak di tengah-tengah antara tulang parietal dan tulang oksipital
22	Panjang *"interalveolar"*	IAL	Panjang di antara alveolus gigi geraham ke margin posterior alveolus gigi kacip bawah

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

23	Panjang maseter	MSL	Jarak di antara titik lekuk posterior alveolus gigi kacip bawah ke bucu terhujung *"angular process"*
24	Tinggi mandibel	MH	Jarak daripada bucu terhujung *"coronoid process"* ke bucu terhujung *"angular process"*
25	Tinggi keseluruhan tengkorak	WSH	Jarak dari tahap tertinggi puncak sagittal luar ke tahap terendah rahang bawah
26	Lebar foramen magnum	FMW	Jarak terlebar merentasi foramen magnum
27	Tinggi foramen magnum	FMH	Jarak di antara basion ke opistion

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

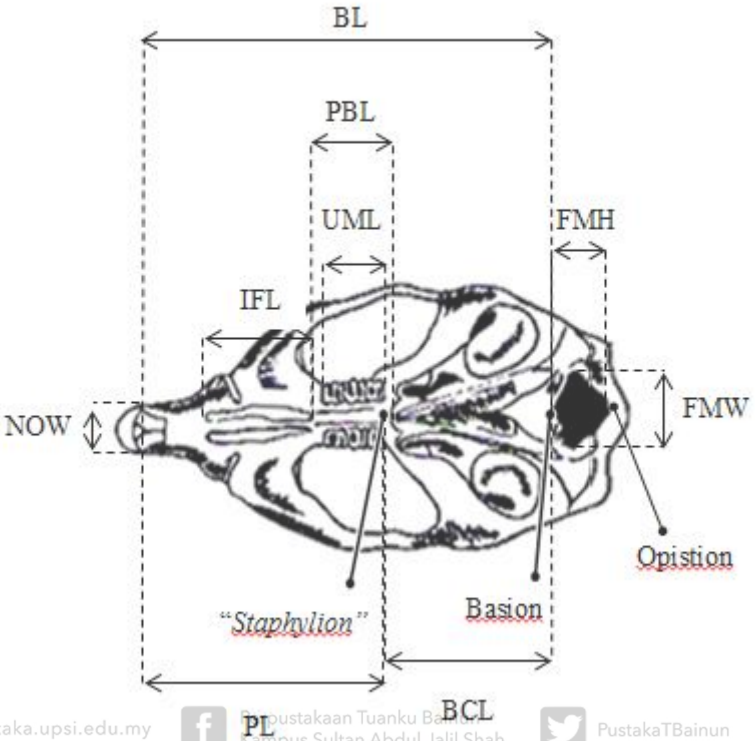


Rajah 3.10. Pandangan lateral tengkorak tikus *Rattus argentiventer* yang menunjukkan had pengukuran kranium dan gigi.
Nota. Lihat Jadual 3.2 untuk singkatan dan huraian.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

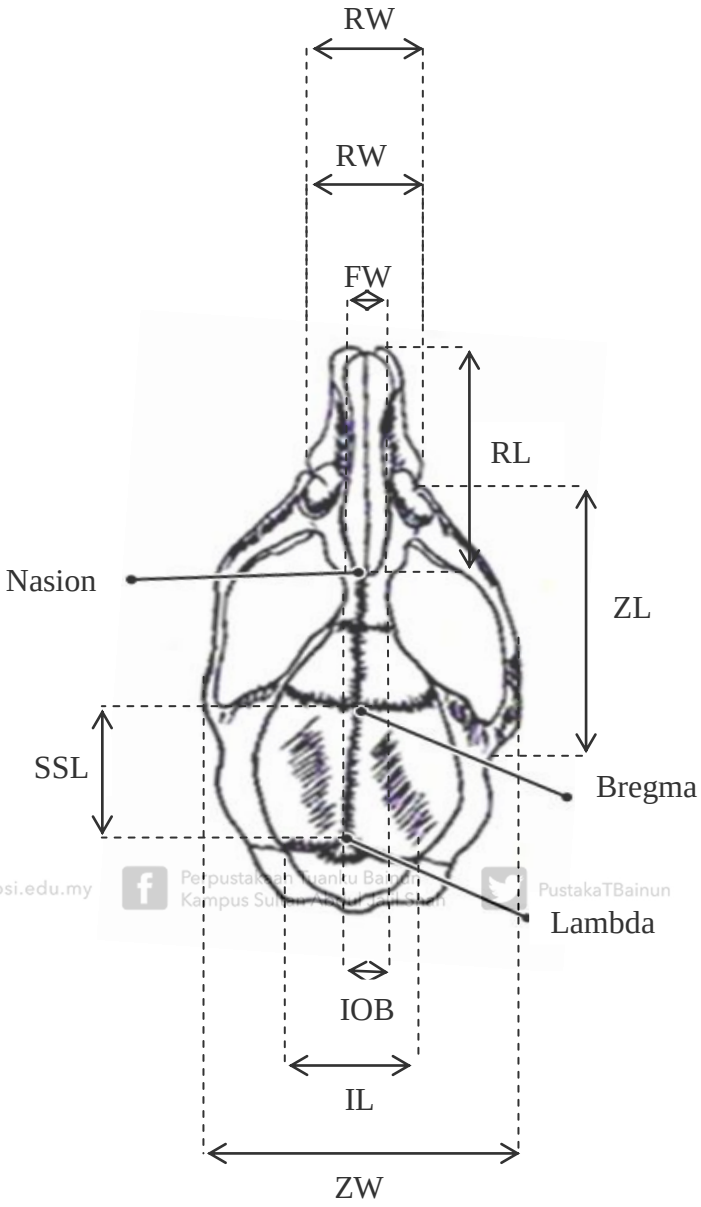
05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



Rajah 3.11. Pandangan ventral tengkorak tikus *Rattus argentiventer* yang menunjukkan had pengukuran kranium dan gigi.
Nota. Lihat Jadual 3.2 untuk singkatan dan huraian.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

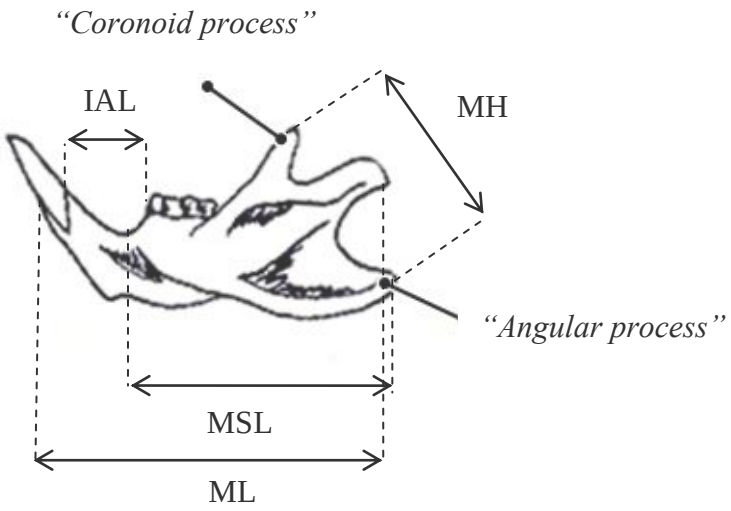
05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



Rajah 3.12. Pandangan dorsal tengkorak tikus *Rattus argentiventer* yang menunjukkan had pengukuran kranium dan gigi.
Nota. Lihat Jadual 3.2 untuk singkatan dan huraian.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



Rajah 3.13. Pandangan lateral mandibel tikus *Rattus argentiventer* yang menunjukkan had pengukuran mandibel dan gigi.
Nota. Lihat Jadual 3.2 untuk singkatan dan huraian.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

3.3 Kajian Perbezaan Haplotip

3.3.1 Reka Bentuk Kajian

Di dalam kajian ini, bilangan haplotip mtDNA ditentukan. 34 ekor tikus *Rattus argentiventer* yang telah diperangkap menggunakan kaedah Sistem Pemerangkapan Bubu (SPB), dibedah dan diambil hatinya. Proses pengekstrakan DNA kemudiannya dijalankan menggunakan kit komersial (Promega) sebelum dikualifikasi dengan menggunakan kaedah elektroforesis gel agarosa. Seterusnya, segmen Rantau Hipervariabel 1 yang berkualiti diamplifikasi menggunakan teknik Tindak Balas Rantai Polimerase (PCR) dan kemudian dibersihkan dengan menggunakan kit

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

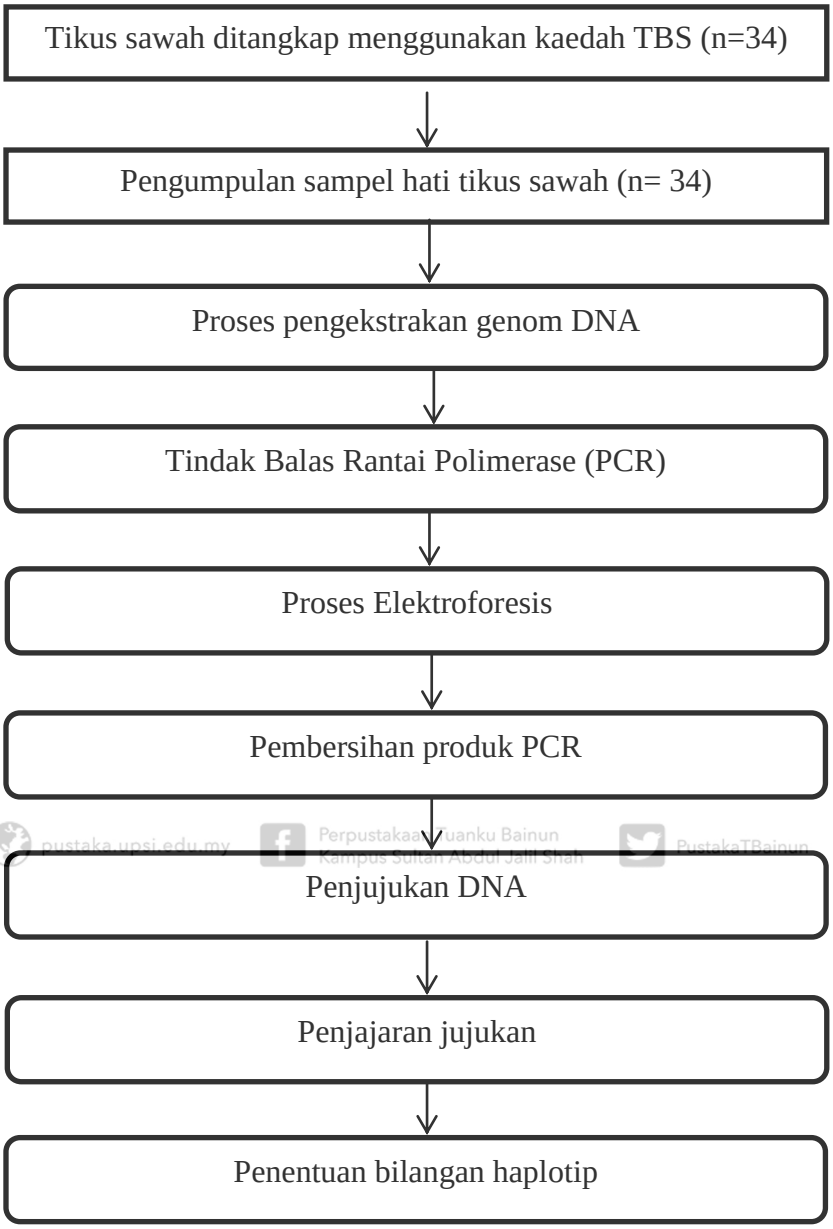
05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

"NucleoSpin® Extract II" (Clontech Laboratories, Inc.). Produk PCR yang telah dikuantifikasi melalui elektroforesis gel agarosa seterusnya telah dihantar ke First BASE Laboratories Sdn Bhd untuk proses penjujukan DNA. Penjajaran jujukan dilaksanakan dengan menggunakan perisian *CLC Sequence Viewer 6.8.1* bagi mengenal pasti bilangan haplotip yang wujud dalam populasi *Rattus argentiventer* yang diperangkap.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



Rajah 3.14. Carta Alir reka bentuk kajian

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

3.3.2 Sampel kajian

Sampel kajian ini terdiri daripada tikus sawah *(Rattus argentiventer)* yang diperangkap menggunakan kaedah SPB. Tikus-tikus sawah ini kemudiannya telah dibedah untuk diambil hatinya. Semua sampel hati dimasukkan ke dalam bekas dan dilabel, seterusnya disimpan ke dalam peti sejuk beku pada suhu -20°C, sehingga ianya digunakan untuk analisa seterusnya.

3.3.3 Pengekstrakan genom DNA

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

Pengekstrakan DNA dilakukan dengan mengikut protokol PROMEGA Corporation dengan beberapa pengubahsuaian. 20 mg tisu hati diambil daripada setiap individu dan dimasukkan ke dalam tiub 2 ml yang mengandungi larutan lisis nukleus *(Nuclei Lysis)* dan enzim . Tiub dieram pada suhu 37 °C di dalam kukusan air *(water bath)* selama 20 minit. Setelah itu, larutan Pemendakan Protein *(Protein Precipitation)* ditambah sebelum diempar selama 4 minit pada kelajuan 14000 g per minit. Supernatan yang terkumpul seterusnya disedut dan dipindahkan ke dalam tiub Eppendorf 1.5 bersih yang mengandungi larutan isopropanol. Tiub ditelangkupkan ke atas dan ke bawah sehingga bebenang putih kelihatan lalu diempar selama 1 minit pada kelajuan 14000 g per minit. Supernatan dikeluarkan manakala pelet putih ditinggalkan di dasar tiub. Genom DNA kemudiannya dibasuh dengan larutan etanol

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

70% lalu diempar selama 4 minit pada kelajuan 14000 g per minit. Setelah itu, larutan etanol 70% dikeluarkan dari tiub secara berhati-hati. Genom dihidrat semula dengan larutan Penghidratan Semula DNA *(DNA Rehydration)* dan dieram pada suhu 55 °C selama 1 jam.

Setelah itu, kualifikasi genom DNA dijalankan dengan menggunakan kaedah elektroforesis agarosa. Gel agarosa yang digunakan mempunyai kepekatan 1 peratus dan ia telah dilalukan pada arus elektrik dengan kelajuan 110 voltan, selama 45 minit. Setelah bekalan elektrik dimatikan, gel diimbas pada mesin pengimbas DNA untuk melihat kualiti DNA yang diekstrak. Setelah siap, sampel disimpan pada suhu -20 °C sebelum menjalani proses Tindak balas Rantai Polimerase (PCR).

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

3.3.4 Tindak balas Rantai Polimerase (PCR)

Selepas memilih DNA yang berjaya diekstrak, amplifikasi segmen Rantau Hipervariabel 1 atau *"Hyper Variable Region"* (HVR1) bersaiz 450 bp untuk setiap individu tikus dijalankan dengan menggunakan teknik Tindak Balas Rantai Polimerase (PCR). Teknik PCR telah dijalankan mengikut Haniza Hanim Mohd. Zain (2007) dengan menggunakan sepasang primer iaitu Primer L283 (5'TACACTGGTCTTGTAAACC-3') dan Primer H16498 (5'-CCTGAAGTAGGAACCAGATG-3'). Tindak balas PCR (isipadu keseluruhan 20 µl)

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

terdiri daripada 2 µl templat DNA, 10 µl larutan *"ready mix"*, 7 µl air ternyahion, 0.5 µl Primer L283 dan 0.5 µl Primer H16498. PCR dilaksanakan menggunakan mesin *"T3 Thermocycler"* (Biometra, Goetingen, Jerman). Program *"thermocycler"* disetkan seperti berikut: 30 kitaran, 45 saat langkah penyahaslian *(denaturation)* pada suhu 94 °C, 45 saat langkah penyepuhlindapan *(annealing)* pada suhu 50 °C, 1 minit langkah pemanjangan pada suhu 72°C dan 30 minit langkah pemanjangan lanjutan pada suhu 72°C. Seterusnya, kuantifikasi produk PCR dijalankan dengan menggunakan kaedah elektroforesis. Proses elektroforesis dijalankan dengan menggunakan Elektroforesis gel Agarosa dengan kepekatan 1 peratus, penanda DNA yang bersaiz 100 bp dengan 0.5 µl penanda EtBr, dilalukan pada arus elektrik dengan kelajuan 110 voltan, selama 30 minit.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

3.3.5 Pembersihan Produk PCR

Produk PCR yang telah berjaya diamplifikasi kemudiannya telah dibersihkan dengan menggunakan kit *"NucleoSpin® Extract II"* (Clontech Laboratories, Inc.) agar hanya DNA sampel yang dikehendaki sahaja yang diperoleh dan tiada sebarang lebihan primer, dimer primer, nukleotida atau bahan kimia lain yang boleh mengganggu proses jujukan DNA. Kualifikasi produk PCR yang telah dibersihkan dijalankan menggunakan kaedah elektroforesis sebelum dihantar bagi proses penjujukan. Proses elektroforesis dijalankan dengan menggunakan Elektroforesis gel Agarosa dengan kepekatan 1 peratus, penanda DNA yang bersaiz 1 kb, pada kelajuan 110 voltan,

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

selama 30 minit. Kesemua 34 produk PCR yang telah dibersihkan seterusnya dihantar ke First BASE Laboratories Sdn Bhd bagi menjalani proses penjujukan DNA *(DNA sequencing).*

3.4 Analisis Data

3.4.1 Kajian Kepadatan Populasi

Untuk pengiraan saiz populasi, populasi *Rattus argentiventer* di MARDI Pinang Tunggal dianggap sebagai populasi tertutup dan dengan itu pengiraan populasi adalah menggunakan kaedah Carle dan Strub (Schneider & Lockwood, 2000).

Kaedah penyingkiran Carle & Strub memerlukan sesi pemerangkapan yang konsisten iaitu $p_1 = p_2 = p_3 = p_s = p$. Langkah- langkah penganggaran adalah seperti di bawah:

$$T = \sum_{i=1}^{k} C_i \,, \tag{1}$$

$$X = \sum_{i=1}^{k} (k-i) C_i \,, \tag{2}$$

Di mana,

i = jumlah sesi

k = jumlah tikus yang disingkirkan

Ci = jumlah tikus yang ditangkap di dalam pada ke-i

X = statistik pengantara digunakan di bawah,

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

T = jumlah keseluruhan tikus yang diperangkap di dalam semua sesi

Kaedah Carle & Strub merupakan kaedah yang menggunakan proses berulang untuk mendapatkan anggaran kelimpahan N dengan menggantikan nilai-nilai N dalam persamaan berikut, dengan nilai N terkecil ialah $N \geq T$:

$$\text{N=} \quad \left[\frac{n+1}{n-T+1}\right] \prod_{i=1}^{k}\left[\frac{kn-X-T+1+(k-i)}{kn-X+2+(k-i)}\right]_i \leq 1.0, \tag{3}$$

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

Kemungkinan diperangkap p, dan varians N dianggarkan dengan :

$$p = \frac{T}{kN - X}, \tag{4}$$

$$\text{Varians } N = \quad \frac{N(N-T)T}{T^2 - N(N-T)\left[\frac{(kp)^2}{(1-p)}\right]},$$

$$\text{Ralat piawai } N = \sqrt{\text{Varians } N} \tag{5}$$

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

Untuk mengkaji struktur populasi tikus yang berjaya diperangkap melalui kaedah Sistem Pemerangkapan Bubu atau *Trap Barrier System* (SPB), analisis statistik deskriptif telah dijalankan bagi mengetahui min, nilai terpendek dan terpanjang bagi panjang kepala + badan, panjang ekor, panjang kaki belakang atau *hindfoot,* panjang telinga dan berat badan. Ujian Bebas T pula dijalankan mendapatkan nilai perbezaannya. Nilai alpha α bagi kebarangkalian (*p*) adalah ditetapkan pada α = 0.05. Analisis korelasi juga dijalankan bagi mengetahui perkaitan antara berat badan dan lemak- yang melekat pada buah pinggang dan dinding abdomen sampel tikus yang telah dibedah.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

3.4.2 Kajian Morfometri Tengkorak

Analisis statistik deskriptif telah dijalankan bagi mengetahui nilai minimum (mm) dan maksimum (mm) bagi kesemua 27 ciri-ciri tengkorak yang telah diukur (Jadual 3.1). Saiz antara tikus juvenil, separa dewasa dan dewasa pula diukur setelah setiap ukuran dikira mengikut formula dibawah:

Ciri (x) tikus ,

$$\frac{x_1 + x_2 + x_3 + \ldots\ldots\ldots x_{27}}{27} = R(\text{min ciri-ciri per sampel})$$

Seterusnya,

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

$$\underline{x_1}\ ,\ \underline{x_2}\ ,\ \underline{x_3},\ \ldots\ldots\ldots\ \underline{x_{27}}$$
$$R \quad R \quad R \qquad\qquad R$$

Analisis ANOVA pula dijalankan mendapatkan nilai perbezaannya. Ujian nilai alpha α bagi kebarangkalian (*p*) adalah ditetapkan pada α = 0.05. Selain itu, dua ukuran telah diperoleh iaitu: Indeks tengkorak: Lebar zigoma (ZW) ÷ Panjang keseluruhan tengkorak (WSL) × 100 dan Indeks foramen magnum: Tinggi foramen magnum (FMH) ÷ Lebar foramen magnum (FMW) × 100.

3.4.3 Kajian Perbezaan Haplotip

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

Hasil jujukan DNA Segmen Rantau Hipervariabel 1 mitokondria yang diperoleh kemudiannya dijajar menggunakan perisian *CLC Sequence Viewer 6.6.2* bagi mengenal pasti bilangan haplotip serta perbezaan nukleotida dan kedudukannya pada setiap individu tikus dalam kalangan populasi *Rattus argentiver* yang diperangkap.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

BAB 4

DAPATAN KAJIAN

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

4.0 Pendahuluan

Bab ini menerangkan tentang dapatan kajian yang diperoleh bagi kajian struktur populasi tikus, kajian morfometri tengkorak dan kajian perbezaan haplotip.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

4.1 Kajian Struktur Populasi

4.1.1 Kelimpahan Populasi Tikus *Rattus argentiventer*

Anggaran jumlah saiz populasi keseluruhan bagi Sesi 1 adalah sebanyak 250 ekor di dalam lingkungan 24.07 ha sawah padi manakala pada Sesi 2, jumlah keseluruhan saiz populasi tikus sawah adalah sebanyak 40 ekor di dalam 24.07 ha. Saiz populasi yang tinggi pada Sesi 1 adalah berkait rapat dengan jumlah tikus betina dan jumlah tikus juvenil yang berjaya diperangkap sepanjang tempoh persampelan berlangsung. Hasil kajian mendapati sebanyak 36 ekor tikus betina dewasa dengan 1 ekor daripadanya bunting dan 11 lagi menyusu, serta 17 ekor tikus juvenil telah berjaya diperangkap di sepanjang Sesi 1. Sementara itu, 8 ekor tikus betina dewasa dengan 2 daripadanya berkeadaan bunting dan 2 lagi menyusu, serta 15 ekor tikus juvenil telah berjaya diperangkap ketika Sesi 2 (Jadual 4.1).

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

Jadual 4.1.

Jumlah tangkapan tikus sawah dengan menggunakan teknik Tangkap-Tanda-Lepas Tangkap Semula

Sesi Penangkapan	Betina			Juvenil
	NBP	PGT	LCT	
Sesi 1	36	1	11	17
Sesi 2	8	2	2	15

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

4.1.2 Corak Pergerakan Tikus *Rattus argentiventer*

Hasil kajian mendapati tiada tangkapan semula (T2) diperolehi bagi kajian tangkap-tanda-lepas-tangkap semula yang dijalankan pada Sesi 1 (07/02/2011 – 25/03/2011) dan Sesi 2 (24/08/2011 – 21/09/2011). Selain itu, sebanyak tiga ekor tikus belukar (*Rattus tiomanicus*) dijumpai di dalam perangkap yang diletakkan berhampiran dengan pokok kelapa. Ketiadaan data tangkap semula mengekang usaha untuk memeta corak pergerakan tikus sawah.

4.1.3 Struktur Populasi Tikus *Rattus argentiventer*

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

4.1.3.1 Jumlah Keseluruhan Tikus yang Berjaya Diperangkap

Jumlah keseluruhan tikus sawah yang berjaya diperangkap menggunakan kaedah Sistem Pemerangkapan Bubu (SPB) ialah sebanyak 110 ekor tikus (Jadual 4.2). Kaedah SPB terletak kepada kemampuannya memerangkap tikus dalam kuantiti yang banyak pada satu-satu masa (Rajah 4.1). Sebanyak 57 tikus dewasa, 28 tikus separa dewasa dan 4 tikus juvenil daripada kedua-dua jantina telah diperangkap semasa Sesi 1 manakala sebanyak 13 ekor tikus dewasa, 5 ekor tikus separa dewasa dan 3 ekor tikus juvenil telah berjaya diperangkap sepanjang Sesi 2. Hasil kajian mendapati terdapat perbezaan yang signifikan dari segi jantina tikus yang berjaya diperangkap pada kedua-dua sesi iaitu Sesi 1 ($t=26.966$, $p = 0.000$) dan Sesi 2 ($t = 14.606$, $p =$

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

0.000). Keputusan ini juga menunjukkan bahawa min bilangan tikus jantan yang diperangkap di kedua-dua sesi penangkapan mengatasi tikus betina.



Rajah 4.1. Contoh tikus-tikus yang berjaya diperangkap untuk sehari sesi persampelan menggunakan teknik SPB.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

Jadual 4.2.

Jumlah keseluruhan tikus-tikus yang berjaya diperangkap dengan menggunakan SPB pada dua sesi yang berbeza

Sesi Penangkapan	Jantina	
	Jantan	Betina
Sesi 1	66	23
Sesi 2	18	3

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

4.1.3.2 Struktur populasi berdasarkan berat badan

Hasil kajian juga mendapati bahawa tiada perbezaan yang signifikan di antara min berat badan tikus yang berjaya diperangkap di kedua-dua sesi penangkapan (t = 0.345, p = 0.731). Secara keseluruhannya, terdapat perbezaan yang signifikan diantara berat tikus betina dan berat tikus jantan pada kedua-dua sesi (t = 3.719, p = 0.000). Hasil kajian mendapati min tikus jantan yang diperangkap di sepanjang sesi persampelan (135 g ± 51.5) berbanding min tikus betina (105 g ± 29.4).

Pada Sesi 1, hasil kajian menunjukkan bahawa terdapat perbezaan bererti dari segi min berat badan (t = 3.156 p = 0.02) di antara tikus jantan (136 g ± 55.1) dan tikus betina (107 g ± 30.4). Selain itu, terdapat perbezaan yang signifikan direkod bagi berat badan (t = 5.103, p = 0.00) antara tikus jantan dewasa (167 mm ± 48.8) dan tikus betina dewasa (119 mm ± 22.1). Tikus jantan dan tikus betina dewasa yang paling berat pernah direkodkan semasa Sesi 1 masing-masing adalah seberat 280 g dan 180 g manakala tikus jantan dan betina dewasa yang paling ringan pernah direkodkan semasa Sesi 1 masing-masing adalah seberat 80 g dan 90 g. Pada Sesi 2 juga, didapati tiada perbezaan bererti dari segi min berat badan (t=1.851, p = 0.08) di antara tikus jantan (130 g ± 36.4) dan tikus betina (90 g ± 17.3). Tikus jantan dan tikus betina dewasa yang terberat yang berjaya diperangkap semasa Sesi 2 masing-masing adalah seberat 190 g dan 100 g (Jadual 4.3).

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

Jadual 4.3.

Keputusan Ujian T Bagi 2 Sampel Bebas berdasarkan Berat

Ciri-Ciri	Variabel		Min	Sisihan Piawai	*t*	*P*
Berat	Sesi				0.345	0.731
		Sesi1	129 g	51.4		
		Sesi2	125 g	36.9		
Berat (Sepanjang Sesi)	Jantina				3.719	0.000
		Jantan	135 g	51.5		
		Betina	105 g	29.4		
Berat (Sesi 1)	Jantina				3.156	0.020
		Jantan	136 g	55.1		
		Betina	107 g	30.4		
	Jantina (dewasa)				5.103	0.000
		Jantan	167 g	48.8		
		Betina	119 g	22.1		
Berat (Sesi 2)	Jantina				1.851	0.080
		Jantan	130 g	36.4		
		Betina	90 g	17.3		
	Jantina (dewasa)				-	-
		Jantan	152.5 g	29.2		
		Betina	-	-		

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

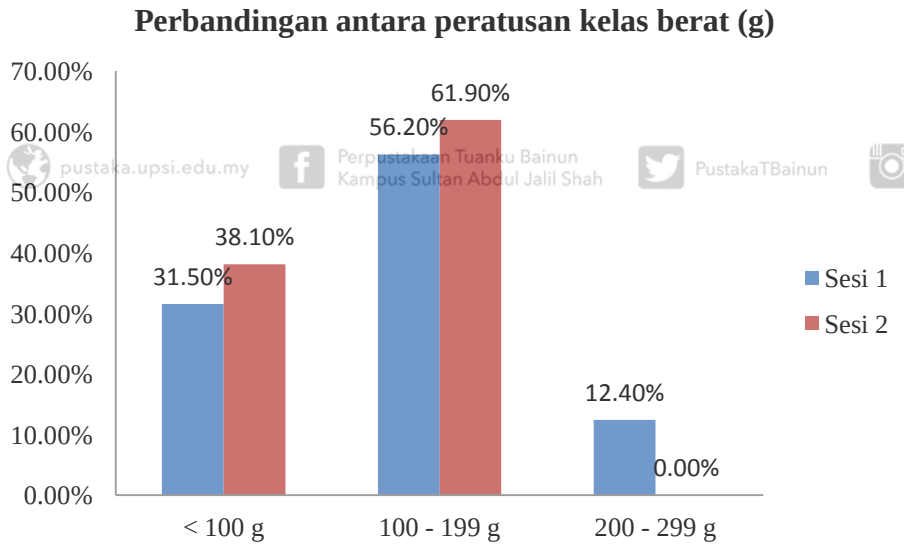
4.1.3.3 Perbandingan antara Peratusan Kelas Berat

Tikus-tikus yang berjaya diperangkap telah dikelaskan kepada 100 g kelas-kelas berat untuk dianalisis (Rajah 4.2). Di sepanjang sesi persampelan, tikus yang paling

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

banyak diperangkap berada dalam lingkungan kelas berat 100-199 g, mewakili 59.55 peratus pada Sesi 1 dan 61.90 peratus pada Sesi 2; daripada keseluruhan peratus hasil tangkapan manakala tikus yang mempunyai berat kurang daripada 100 g mewakili 31.46 peratus pada Sesi 1 dan 38.10 peratus pada Sesi 2; daripada populasi keseluruhan tikus yang berjaya diperangkap. Tikus yang berada dalam kelas berat 200-299 g pula merupakan kelas terendah daripada kesemua kelas berat iaitu sebanyak 8.99 peratus pada Sesi 1 dan 0 peratus pada Sesi 2; daripada populasi keseluruhan.



Rajah 4.2. Perbandingan antara peratusan kelas berat (g)

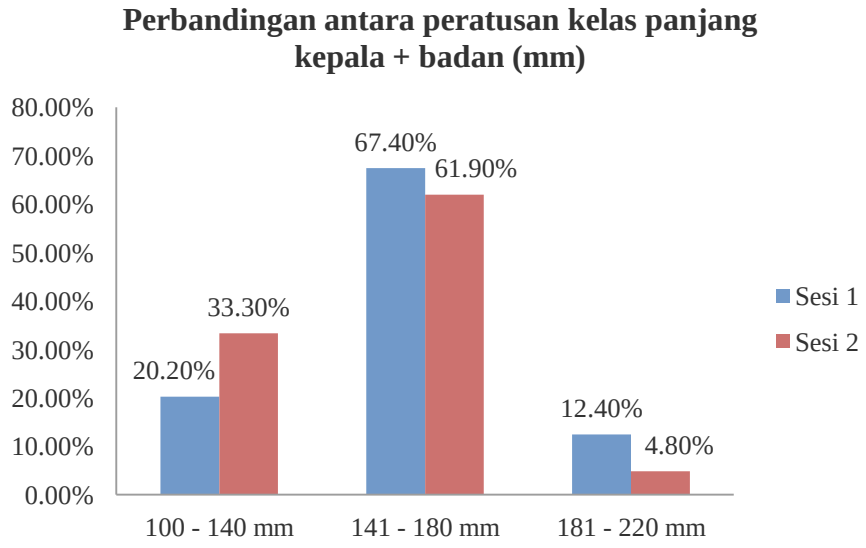
05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

4.1.3.4 Struktur Populasi berdasarkan Panjang Kepala dan Badan

Tikus yang berjaya diperangkap juga dikelaskan kepada 140 mm kelas panjang kepala + badan untuk dianalisis (Rajah 4.3). Hasil kajian mendapati sepanjang sesi persampelan, tikus yang paling banyak diperangkap berada dalam lingkungan kelas panjang kepala + badan 141-180 mm, mewakili 67.42 peratus pada Sesi 1 dan 61.91 peratus pada Sesi 2; daripada jumlah hasil tangkapan keseluruhan manakala tikus yang mempunyai panjang kepala + badan 100-140 mm mewakili 20.2 peratus pada Sesi 1 dan 32.33 peratus daripada keseluruhan populasi. Tikus yang berada dalam kelas panjang kepala + badan 180-220 mm adalah yang paling sedikit diperangkap sepanjang sesi persampelan iaitu sebanyak 12.36 peratus pada Sesi 1 dan 4.76 peratus pada Sesi 2 daripada keseluruhan populasi.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



Rajah 4.3. Perbandingan antara peratusan kelas panjang kepala + badan (mm)

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

Secara keseluruhannya, hasil kajian juga mendapati bahawa tiada perbezaan bererti di antara min panjang kepala + badan tikus yang berjaya diperangkap di kedua-dua sesi penangkapan (t = 0.318, *p* = 1.003). Hasil kajian juga mendapati tiada perbezaan yang signifikan diantara jantina panjang bagi kepala + badan tikus yang berjaya diperangkap di kedua-dua sesi (t = 1.632, *p* = 0.106) meskipun min panjang kepala + badan tikus jantan (157 mm ± 2.04) lebih panjang daripada betina (150 mm ± 1.73). Pada Sesi 1, tiada perbezaan yang signifikan direkod bagi panjang kepala + badan (t = 2.666, *p* = 0.01) antara tikus jantan dewasa (171 mm ± 1.63) dan tikus betina dewasa (159 mm ± 1.37) manakala pada keseluruhan peringkat umur, hasil kajian mendapati tiada perbezaan yang signifikan diperoleh dari segi min panjang kepala + badan (t = 1.325, *p* = 0.189) di antara tikus jantan (158 mm ± 2.13) dan tikus betina (152 mm ± 1.75). Hasil yang sama juga diperoleh pada Sesi 2 yang mana tiada perbezaan yang signifikan diperoleh (t = 1.564, *p* = 0.134) di antara tikus jantan (154 mm ± 1.72) dan tikus betina (138 mm ± 1.07) (Jadual 4.4).

Jadual 4.4.

Keputusan Ujian T Bagi 2 Sampel Bebas Berdasarkan Panjang Kepala + Badan

Ciri-ciri	Variabel		Min	Sisihan piawai	*t*	*P*
Panjang Kepala + Badan	Sesi	Sesi1	156 mm	2.05	1.003	0.318
		Sesi2	152 mm	1.72		
Panjang Kepala + Badan (Sepanjang Sesi)	Jantina	Jantan	157 mm	2.04	1.632	0.106
		Betina	150 mm	1.73		
Panjang Kepala +	Jantina (Dewasa)	Jantan	171 mm	1.63	2.666	0.010

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

Badan (Sesi 1)		Betina	159 mm	1.37		
	Jantina				1.325	0.189
		Jantan	158 mm	2.13		
		Betina	152 mm	1.75		
Panjang Kepala + Badan (Sesi 2)	Jantina				1.564	0.134
		Jantan	154 mm	1.72		
		Betina	138 mm	1.07		

4.1.3.5 Struktur Populasi berdasarkan Panjang Telinga, Kaki Belakang dan Ekor

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

Jadual 4.5 menunjukkan nilai-nilai min tikus-tikus *Rattus argentiventer* dewasa yang berjaya diperangkap dengan menggunakan teknologi Sistem Pemerangkapan Bubu. Daripada jadual ini, dapat disimpulkan bahawa purata ukuran kepala+badan dan berat badan tikus dewasa Sesi 1adalah lebih panjang dan berat berbanding Sesi 2 manakala purata ukuran panjang ekor, panjang telinga dan panjang kaki belakang tikus dewasa Sesi 1 lebih pendek daripada Sesi 2. Walaubagaimanapun, tiada perbezaan yang signifikan ditemui antara ciri-ciri yang diukur pada Sesi 1 dengan Sesi 2.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

Jadual 4.5.

Struktur populasi berdasarkan panjang ekor (mm), kaki belakang (mm) dan telinga (mm)

Bil	Ciri-ciri	Min tikus dewasa bagi Sesi 1	Min tikus dewasa bagi Sesi 2 (mm)
1	Panjang ekor (mm)	183±2.47	189±1.35
2	Panjang kaki belakang (mm)	35±0.27	38±0.17
3	Panjang telinga (mm)	17±0.19	18±0.16

4.1.3.6 Struktur Populasi berdasarkan Kondisi Badan

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

Setelah semua ukuran selesai direkod, tikus-tikus yang berjaya diperangkap telah dibawa ke makmal dan dibedah bagi merekod dan menilai kondisi badan tikus. Tikus-tikus kemudiannya dikelaskan ke dalam lima kelas-kelas lemak yang berbeza. Jadual 4.6 dan 4.7 menunjukkan bahawa individu yang termasuk dalam kelas berat yang besar cenderung tergolong dalam kelas lemak yang lebih tinggi. Ini menunjukkan bahawa semakin berat seseekor tikus, semakin sihat kondisi badannya. Tambahan pula, dapatan kajian menunjukkan terdapat korelasi yang positif di antara kelas-kelas lemak dengan kelas-kelas berat (korelasi Spearman, r = 0.445, p < 0.01). Data pemerhatian menunjukkan bahawa hasil kajian mendapati kebanyakan tikus-tikus jantan dewasa tergolong dalam kelas lemak 3 (buah pinggang diselaputi lemak lebih daripada ¼) lebih cenderung memiliki badan yang lebih besar berbanding tikus betina dewasa yang rata-rata hanya tergolong dalam lingkungan kelas 2 (buah pinggang diselaputi lemak sebanyak kira-kira ¼).

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

Jadual 4.6
Perbandingan Kelas Lemak dan Kelas Berat Badan (g) pada Sesi 1

Kelas berat badan (g)	Bilangan tikus yang dibedah (n)	Kelas lemak				
		0	0.5	1	2	3
<100	20	25.0%	20.0%	40.0%	5.0%	10.0%
100 -199	52	5.8%	3.8%	25.0%	2.0%	40.4%
200 – 299	11	0.0%	0.0%	9.1%	9.1%	72.7%

Nota. 5 sampel telah hilang/mati

Jadual 4.7
Perbandingan Kelas Lemak dan Kelas Berat Badan (g) pada Sesi 2

Kelas berat badan (g)	Bilangan tikus yang dibedah (n)	Kelas lemak				
		0	0.5	1	2	3
<100	4	25.0%	0.0%	50.0%	25.0%	0.0%
100-199	17	17.6%	6.0%	23.5%	17.6%	35.3%

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

4.1.3.7 Struktur Populasi berdasarkan Nisbah Jantina

Jadual 4.8 pula menunjukkan bahawa nisbah jantan/betina bagi tikus yang berjaya diperangkap dalam Sesi 1 ialah 3:1 manakala Sesi 2 pula ialah 6:1. Nisbah jantina keseluruhan yang diperoleh bagi sepanjang tempoh kajian pula ialah 3:1.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

Jadual 4.8

Nisbah Jantina Bagi Rattus argentiventer *yang Berjaya Diperangkap Semasa Sesi 1 dan Sesi 2.*

	Bilangan		Nisbah	
Sesi	Jantan	Betina	Jantan	Betina
1	66	23	3	1
2	18	3	6	1
Jumlah	84	26	3	1

4.1.3.8 Struktur Populasi berdasarkan Sistem Reproduksi

Hasil kajian mendapati sebanyak 59 peratus tikus jantan dewasa yang dikategorikan sebagai skrotal (S) dan 41 peratus tikus jantan belum matang yang dikategorikan sebagai abdominal (A) telah diperangkap semasa Sesi 1. Dalam pada itu, 74 peratus tikus betina dewasa yang dikategorikan sebagai Tidak Membiak serta Mempunyai Vagina Terbuka (NBP) dan 13 peratus tikus betina matang yang dikategorikan sebagai Membiak dan Sedang Menyusu (LCT) telah diperangkap ketika Sesi 1. Baki 13 peratus daripada peratus keseluruhan tikus yang telah diperangkap pula merupakan tikus betina tidak matang yang dikategorikan sebagai Tidak Membiak serta Mempunyai Vagina Tertutup (NBI). Secara keseluruhannya, sebanyak 87% tikus betina dewasa daripada jumlah keseluruhan tikus betina dengan 18% daripadanya menyusu telah diperangkap pada Sesi 1.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

Bagi Sesi 2, sebanyak 67 peratus tikus jantan dewasa tikus jantan dewasa atau skrotal (S) telah diperangkap manakala baki selebihnya iaitu sebanyak 33 peratus terdiri daripada tikus jantan tidak matang atau abdominal (A). Sementara itu, sebanyak 67 peratus tikus betina tidak matang yang dikategorikan sebagai Tidak Membiak serta Mempunyai Vagina Tertutup (NBI) telah diperangkap manakala 33 peratus daripada peratusan keseluruhan tikus betina pula terdiri daripada tikus betina bunting. Sejumlah enam embrio hasil daripada pembedahan terhadap seekor tikus betina bunting telah direkod (Rajah 4.4).



Rajah 4.4. Tikus betina bunting dengan enam embrio.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

4.1.3.9 Pengaruh Spesies Bukan Sasaran terhadap Struktur Populasi

Di sepanjang sesi persampelan dijalankan, sebanyak dua ekor katak, seekor haruan, dua ekor biawak dan seekor ular tedung selar telah terperangkap di dalam perangkap bubu SPB (Rajah 4.5, 4.6, 4.7).



05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

Rajah 4.5. Contoh spesies bukan sasaran (ikan haruan) yang terperangkap di dalam perangkap



Rajah 4.6. Contoh spesies bukan sasaran (biawak) yang terperangkap di dalam perangkap

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



Rajah 4.7. Contoh spesies bukan sasaran (ular) yang terperangkap di dalam perangkap bubu

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

4.2 Kajian Morfometri Tengkorak

Hasil kajian mendapati tujuh daripada kesemua 27 ciri-ciri tengkorak menunjukkan perbezaan yang signifikan dari segi umur iaitu dewasa, separa dewasa dan juvenil. Antaranya, lebar rostrum (RW) ($t = 10.293$, $p = 0.001$), lebar antara orbit terkecil (IOB) ($t = 4.573$, $p = 0.025$), panjang diastema (DL) ($t = 4.855$, $p = 0.021$), tinggi sarung otak *(braincase)* (BCD) (t 5.192, $p = 0.017$), panjang "*interalveolar"* (IAL) ($t = 4.052$, $p = 0.035$), panjang maseter (MSL) ($t = 5.345$, $p = 0.015$), dan lebar foramen magnum (FMW) ($t = 7.398$, $p = 0.005$) (Jadual 4.9). Setelah itu, analisis deskriptif dijalankan ke atas ciri-ciri tengkorak yang dikelaskan mengikut umur individu untuk memperoleh nilai min (Jadual 4.10).

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

Jadual 4.9.

Keputusan Analisis Varians (ANOVA) Parameter Tengkorak berdasarkan Umur

Bil	Variabel	*F*	*P*
1	Lebar rostrum (RW)	10.293	0.001
2	Lebar antara orbit terkecil (IOB)	4.573	0.025
3	Panjang diastema (DL)	4.855	0.021
4	Tinggi sarung otak *(braincase)* (BCD)	5.192	0.017
5	Panjang "interalveolar" (IAL)	4.052	0.035
6	Panjang maseter (MSL)	5.345	0.015
7	Lebar foramen magnum (FMW)	7.398	0.005

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

Jadual 4.10.

Perbandingan antara Min Saiz Tengkorak Tikus mengikut Umur

Bil	Ciri-ciri Tengkorak	Min tikus dewasa (mm)	Min tikus separa dewasa (mm)	Min tikus juvenil (mm)
1	RL	0.96±0.06	0.93±0.02	0.96±0.06
2	RW	0.54±0.01	0.53±0.01	0.50±0.02
3	IOB	0.40±0.02	0.40±0.01	0.4±0.01
4	IFL	0.56±0.04	0.56±0.03	0.50±0.06
5	PBL	0.57±0.52	0.58±0.50	0.59±0.03
6	UML	0.52±0.02	0.53±0.03	0.6±0.03
7	DL	0.79±0.24	0.75±0.03	0.75±0.02
8	ZW	1.34±0.04	1.34±0.01	1.31±0.04
9	BL	2.55±0.04	2.55±0.01	2.51±0.05

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

10	BCL	1.00±0.03	0.99±0.03	0.98±0.03
11	BCD	0.79±0.03	0.81±0.02	0.85±0.02
12	ZL	1.44±0.03	1.44±0.03	1.44±0.03
13	CL	2.75±0.02	2.73±0.01	2.73±0.04
14	SSL	0.66±0.03	0.68±0.04	0.70±0.03
15	WSL	2.90±0.04	2.90±0.00	2.87±0.04
16	PL	1.37±0.02	1.36±0.03	1.36±0.03
17	FW	0.31±0.02	0.31±0.16	0.32±0.16
18	ML	1.66±0.04	1.66±0.01	1.66±0.03
19	NOH	0.32±0.04	0.30±0.14	0.28±0.01
20	NOW	0.25±0.01	0.26±0.02	0.26±0.01
21	IL	0.73±0.15	0.79±0.07	0.79±0.01
22	IAL	0.46±0.02	0.43±0.01	0.45±0.02
23	MSL	1.19±0.02	1.18±0.01	1.16±0.01
24	MH	0.79±0.48	0.81±0.13	0.76±0.44
25	WSH	1.31±0.01	1.31±0.01	1.32±0.05
26	FMH	0.45±0.02	0.40±0.02	0.40±0.05
27	FMW	0.45±0.03	0.47±0.03	0.50±0.01

Akhir sekali, indeks-indeks *Rattus argentiventer* yang diperoleh dalam kajian ini antaranya ialah indeks tengkorak (46.0 ± 3.68), dan indeks foramen magnum (83 ± 5.55).

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

4.3 Kajian Perbezaan Haplotip

Secara keseluruhannya, sebanyak 78 ekor tikus telah diperangkap menggunakan Sistem Pemerangkapan Bubu. Setelah pengekstrakan DNA dilakukan, hanya 34 individu sahaja berjaya diekstrak dan menjalani proses Tindak Balas Rantai Polimerase (Rajah 4.8).



Rajah 4.8. Contoh produk PCR tikus *Rattus argentiventer* yang telah dikualifikasi melalui elektroforesis gel agarosa 1%, Pada Arus 110 V, selama 30 minit.
Nota. Lorong 1: penanda DNA (100 bp), 2: sampel A60, 3: sampel A61, 4: sampel A69, 5: sampel A70, 6: sampel A71, 7: sampel A72, 8: sampel A73, 9: sampel A83, 10: sampel A84.

Berdasarkan Rajah 4.8, sampel-sampel A60, A61, A69, A70, A71, A84 dipilih untuk menjalani proses pembersihan PCR. Jalur-jalur ini jelas kelihatan dan berada diantara 400 hingga 500 bp.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

Jujukan Rantau Hipervariabel 1 daripada 34 ekor tikus di dalam sebuah populasi *Rattus argentiventer* disusun menggunakan perisian *'CLC Sequence Viewer 6.6.2'*. Hasil kajian mendapati hanya dua jenis haplotip ditemui iaitu haplotip RAH1 dan haplotip RAH2 **(Lampiran D).** Haplotip RAH 1 dikongsi oleh 16 ekor tikus manakala haplotip RAH 2 pula dikongsi oleh 18 ekor tikus (Rajah 4.9).



Rajah 4.9. Bilangan haplotip dan jumlah individu bagi setiap haplotip di dalam sebuah populasi *Rattus argentiventer*

Kedua-dua haplotip boleh dibezakan berdasarkan 4 perbezaan nukleotida di sepanjang jujukan 450 pasangan bes yang terdapat di Rantau Hipervariabel 1 (HVR1) yang disebabkan oleh transisi nukleotida (Jadual 4.10).

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

Jadual 4.11
Perbezaan Nukleotida untuk Kedua-Dua Haplotip (RAH1 dan RAH2) bagi 34 Sampel Individu di dalam Sebuah Populasi Rattus argentiventer.

Posisi	154	163	164	192	*n*
Haplotip					
RAH 1	T	A	A	C	16
RAH2	C	G	G	T	18

Nota. Baris paling atas menunjukkan posisi perbezaan nukleotida yang terdapat di sepanjang jujukan 450 pasangan bes yang terdapat di Rantau Hipervariabel 1(HVR1) mitokondria

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

BAB 5

PERBINCANGAN

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

5.0 Pendahuluan

Bab ini menerangkan tentang perbincangan dapatan kajian serta cadangan bagi kajian-kajian struktur populasi tikus, morfometri tengkorak dan perbezaan haplotip yang telah dijalankan.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

5.1 Kajian Struktur Populasi

Setelah bertungkus-lumus menjalankan kajian tangkap-lepas-tangkap semula tikus, hasil kajian mendapati tiada tangkapan semula diperoleh selama sesi persampelan dijalankan. Kegagalan menangkap semula tikus sawah di dalam kajian ini adalah berpunca daripada perilaku *(behaviour)* tikus terhadap perangkap. Kaedah tangkap-tanda-lepas-tangkap semula memerlukan penyelidik untuk menanda tikus yang berjaya ditangkap pada kali pertama dengan menebuk telinganya. Tekanan akibat tertangkap, kesakitan, kekurangan makanan atau dehidrasi mungkin menjadi faktor yang mempengaruhi perilaku tikus untuk menjauhi perangkap *(trap-shy).* Selain itu, ketiadaan hasil tangkapan semula juga mungkin disebabkan oleh ketersediaan makanan yang tinggi di sekitar kawasan perangkap memandangkan persampelan dibuat ketika padi sedang masak, umpan perangkap yang tidak sesuai, dan jumlah perangkap yang diletakkan pada setiap *"interval"* di sepanjang transek tidak mencukupi. Walaubagaimanapun, umum telah mengetahui bahawa kadar tangkap semula *(recapture rate)* bagi spesis *Rattus argentiventer* adalah sangat rendah jika dibandingkan spesies tikus yang lain (Brown *et al.*, 2005a) malah menurut Nolte *et al.* (2002), penangkapan semula tikus sawah bagi penganggaran saiz populasi amat susah dan penggunaan perangkap bubu di dalam kaedah SPB merupakan satu-satunya cara yang sesuai untuk memerangkap haiwan perosak ini. Selain itu, kehadiran tiga ekor tikus belukar *(Rattus tiomanicus)* mungkin disebabkan oleh lokasi perangkap. Spesies tikus ini dijumpai di dalam perangkap yang diletakkan berhampiran dengan pokok kelapa. Menurut Plantwise (2012), *Rattus tiomanicus* atau tikus Malaysia ini

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

menjadikan pokok kelapa *(Cocos nucifera)* sebagai habitatnya. Secara keseluruhannya, hasil tinjauan penyelidik mendapati jumlah tangkapan yang tinggi adalah berpunca daripada penanaman padi yang tidak bersinkroni. Penanaman padi yang tidak bersinkroni menyebabkan ketersediaan sumber makanan yang berkualiti tinggi dalam tempoh yang panjang dan ini seterusnya membawa kepada pemanjangan musim pembiakan tikus, lantas menjadi punca ledakan populasi tikus (Htwe et al., 2012; Htwe *et al.,* 2011; Htwe *et al.,* 2013; Sudarmaji *et al.,* 2010). Malah, laman sesawang Rice Knowledge Bank (2009) melaporkan seekor tikus betina mampu menghasilkan 120 ekor anak tikus seandainya penanaman padi tidak dilakukan secara serentak.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

Berdasarkan hasil kajian, adalah diketahui bahawa ekosistem sawah padi di MARDI adalah di dominasi oleh *Rattus argentiventer*. Di sepanjang sesi persampelan tidak kira dengan menggunakan perangkap hidup tunggal dan SPB, penangkapan tikus sawah betina yang berada dalam kondisi membiak dan anak tikus (berdasarkan berat badan dan kondisi reproduktif) ketika padi sedang masak menunjukkan bahawa terdapat hubungan yang kuat di antara kondisi reproduktif tikus sawah dan peringkat pertumbuhan padi sama seperti kajian-kajian sebelum ini (Brown *et al.,* 2005a; Douangboupha *et al.*, 2009; Htwe *et al*., 2011; Phung, *et al.*, 2011, 2012). Penemuan tikus-tikus yang mempunyai nilai berat yang tinggi 200- 299 g pada Sesi 1 dengan kebanyakannya (72.7 peratus) berada pada kelas lemak 3 (buah pinggang diselaputi lemak lebih daripada ¼) menunjukkan bahawa tikus-tikus yang diperangkap pada Sesi 1 mendapat makanan yang mencukupi dan berkualiti tinggi. Kualiti makanan yang terdapat semasa fasa reproduktif dan fasa padi yang sedang masak amat

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

mempengaruhi prestasi pembiakan *Rattus argentiventer* (Htwe *et al.,* 2011). Ini secara tidak langsung menjelaskan mengapa jumlah tangkapan tikus betina membiak yang tinggi diperoleh pada Sesi 1.

Perbezaan yang ketara di antara jumlah tikus yang berjaya diperangkap pada Sesi 1 dan Sesi 2 dalam Jadual 4.2 menunjukkan bahawa jumlah bilangan tikus yang berjaya diperangkap menurun dengan ketara setelah mengaplikasikan SPB. Ini juga disokong oleh dapatan kajian tangkap-tanda-lepas-tangkap semula (Jadual 4.1). Hasil kajian menunjukkan bahawa saiz populasi tikus sawah pada Sesi 2 telah menurun jika dibandingkan dengan Sesi 1. Kejayaan memerangkap dan membunuh tikus betina dan tikus juvenil pada Sesi 1 dipercayai merupakan antara faktor yang menyebabkan penurunan jumlah tangkapan tikus pada Sesi 2. Sebanyak 36 ekor tikus betina dewasa dengan 1 ekor daripadanya bunting dan 11 lagi menyusu, serta 17 ekor tikus juvenil diperoleh dalam Sesi 1. Laman sesawang Rice Knowledge Bank (2009) melaporkan penyingkiran seekor tikus betina yang masih belum sempat membiak adalah bersamaan dengan membunuh 34 ekor tikus yang bakal menyerang tatkala tanaman padi sedang masak. Selain itu, faktor ekstrinsik seperti cuaca juga dilihat menjadi penyebab kurangnya hasil tangkapan pada Sesi 2. Hasil penelitian di sepanjang batas, paras air naik tinggi sehingga menenggelami batas- batas dan lubang tikus. Ini menyebabkan tikus-tikus bermigrasi atau mati; khususnya tikus juvenil sekali gus menghad populasi tikus. Tikus tidak boleh membiak di bawah keadaan yang sangat basah atau keadaan yang sangat kering yang mana tempoh pembiakan tikus boleh menghampiri sifar di dalam keadaan sangat basah atau sangat kering (Madsen &

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

Shine, 1999). Namun demikian, menurut Sudarmaji & Herawati (2008), curahan hujan tidak menyebabkan penurunan populasi tikus sawah.

Kajian mendapati *Rattus argentiventer* hanya menunjukkan dimorfisme seks *(sexual dimorphism)* di dalam berat badan. Ini diperkukuhkan lagi dengan hasil kajian yang menunjukkan bahawa kebanyakan tikus-tikus jantan dewasa tergolong dalam kelas berat 3 (buah pinggang diselaputi lemak lebih daripada ¼) serta cenderung memiliki badan yang lebih besar berbanding tikus betina dewasa yang rata-rata hanya tergolong dalam lingkungan kelas 2 (buah pinggang diselaputi lemak sebanyak kira-kira ¼). Menurut Clutton-Brock *et al.* (1985), vertebrata jantan kebiasaannya lebih besar daripada betina malah haiwan jantan juga lebih mudah terjejas berbanding betina akibat kekurangan makanan atau lain-lain perubahan alam sekitar. Saiz badan yang besar di dalam organisma telah dipersetujui secara meluas adalah disebabkan oleh tekanan evolusi dari segi pemilihan fekunditi dan pemilihan seksual (Blanckenhorn, 2000; Cox & Calsbeek, 2010). Namun begitu, kajian mendapati tikus jantan dan tikus betina tidak mempunyai perbezaan yang signifikan dari segi parameter badan yang lain malah terdapat pertindihan antara parameter. Ini menunjukkan bahawa sebarang perbezaan yang terdapat di antara jantina tidak boleh dengan mudah dikaitkan dengan alometri atau perbezaan dalam bentuk morfologi (Schulte-Hostedde *et al.*, 2001).

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

Ekologis perilaku haiwan telah menjadikan kondisi badan sebagai kayu pengukur bagi menganggar kejayaan memburu, keupayaan berlawan, keupayaan

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

menangani stress persekitaran, tahap kecergasan dan ketangkasan (Cox & Calsbeek, 2010; Jakob *et al.,* 1996). Penyimpanan lemak badan boleh bertindak sebagai indeks penentuan kondisi badan bagi haiwan mamalia (Wirsing *et al.,* 2002). Di dalam penentuan tahap kondisi badan, hasil kajian menunjukkan bahawa terdapat korelasi positif di antara kelas berat dan kelas lemak. Kesemua tikus juvenil mempunyai berat <100g berada di dalam kelas lemak terendah, ini adalah tidak menghairankan kerana badan yang kecil menyimpan jumlah lemak terkumpul yang kecil manakala tikus betina dan tikus jantan dan dewasa pula berada di dalam kelas yang lebih besar. Selain itu, terdapat korelasi positif tetapi sederhana di antara kelas-kelas berat, kelas-kelas panjang kepala + badan dengan umur tikus. Ini menunjukkan bahawa kondisi badan bukan sahaja ditentukan melalui perkaitan kelas berat dan kelas lemak malah kondisi badan juga meningkat seiring dengan usia.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

Nisbah jantina menunjukkan bahawa tikus jantan menandingi tikus betina dikedua-dua sesi tangkapan. Ini mungkin disebabkan oleh kajian dijalankan di dalam musim pembiakan tikus sawah. Ketika musim pembiakan, tikus jantan mempunyai luas kawasan rayau yang tinggi iaitu seluas 3.20-3.24 ha jika dibandingkan dengan tikus betina iaitu seluas 2.51-2.34 hektar bahkan pertindihan antara kawasan rayau juga berlaku semasa musim pembiakan, khususnya tikus jantan (Tristiani *et al.,* 2003). Selain itu, sesi persampelan yang dijalankan di awal peringkat penuaian padi iaitu ketika sawah padi hampir bersih, dan tidak lagi merimbun menyekat pergerakan tikus sawah betina dan menyebabkan tikus betina jarang diperangkap berbanding tikus jantan. Tikus betina akan tinggal di dalam lubang tanah dan hanya keluar ke habitat sawah padi tatkala sawah padi mula meninggi (Phung *et al.,* 2012).

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

Kesimpulannya, Sistem SPB terbukti berkesan dalam menurunkan populasi tikus sawah di sekitar sawah padi. Hasil kajian seterusnya telah dilaporkan kepada pihak MARDI untuk tindakan susulan dan penambah baikan agar teknik mesra alam ini terus menjadi pilihan para petani dalam menangani masalah tikus perosak ini.

5.2 Kajian Morfometri Tengkorak

Hasil kajian mendapati tujuh daripada keseluruhan ciri fizikal tengkorak meningkat mengikut umur. Ini menunjukkan bahawa variasi tengkorak berlaku disebabkan kesan pertumbuhan yang berlaku di sepanjang proses perkembangan badan. Menurut Herrel *et al.* (2012), pembangunan tengkorak dan mandibel dicirikan oleh pemanjangan keseluruhan bahagian rostrum. Jisim otot meningkat dengan alometri positif semasa pembangunan dan pertumbuhan badan tikus. Dapatan kajian yang diperoleh di dalam kajian ini menyokong kajian lepas mengenai status taksonomi *Rattus argentiventer* (Maryanto, 2003). Setelah membuat perbandingan sampel *Rattus argentiventer* daripada beberapa negara, Maryanto (2003) mendapati umur sememangnya mempengaruhi beberapa karakter tengkorak dan gigi *Rattus argentiventer*. Selain itu, pengasingan tikus-tikus yang diperangkap mengikut umur merupakan langkah awal yang penting dan perlu dibuat sebelum menjalankan analasis morfologi tengkorak kerana terdapat perubahan yang signifikan pada ciri-ciri fizikal tengkorak sejajar dengan peningkatan umur. Kepentingan pengasingan tikus mengikut umur ini turut

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

disokong oleh Abdel-Rahman *et al.* (2009) yang berjaya mengesan variasi dari segi umur yang signifikan di dalam bentuk dan saiz tengkorak roden *Aethomys ineptus* dan *Arvicanthis niloticus***.** Penentuan umur tengkorak juga penting kerana kesimpulan yang salah akan memberi implikasi dalam tafsiran proses geografi dan evolusi yang mungkin bertanggungjawab terhadap perbezaan morfologi dalam kalangan spesies mahupun antara spesies. Justeru, adalah penting untuk kita menilai perubahan umur sebelum mengkaji perubahan geografi dan persempadanan spesies (Prado & Percequillo, 2011).

Didalam taksonomi roden, analisis morfometri tengkorak merupakan kaedah asas yang digunakan untuk mengklasifikasikan individu dan menentukan struktur populasi tikus. Analisis morfometri tengkorak dapat membantu menambah pengetahuan tentang struktur populasi tikus memandangkan bahagian kepala mengandungi otak, organ-organ deria dan gigi. Ini membolehkan filogeni, tabiat pemakanan dan adaptasi sesebuah spesies tikus dapat ditentukan. Perbandingan antara spesies berdasarkan ciri luaran seperti warna bulu boleh menyebabkan kekeliruan dan kesilapan. Spesies daripada genus *Rattus* mempunyai bulu yang seakan-akan sama iaitu berwarna coklat gelap dan putih kekuningan di bahagian bawah badan. Untuk itu, analisis perbandingan saiz dan bentuk tengkorak adalah lebih sesuai kerana tengkorak dan gigi memberi ukuran yang linear.

Hasil kajian morfometri tengkorak mendapati ciri sarung tengkorak *Rattus argentiventer* amat berbeza daripada *Rattus norvegicus. Rattus argentiventer*

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

mempunyai sarung tengkorak berbentuk bulat dan melengkung dibahagian atas manakala *Rattus norvegicus* mempunyai sarung tengkorak berbentuk petak dan rata dibahagian atas (Nagorsen, 2002). Diet pemakanan dapat membantu membentuk perilaku, evolusi dan anatomi spesies sekali gus memahami struktur populasi spesies *Rattus argentiventer*. Didalam kajian ini, diet pemakanan tikus *Rattus argentiventer* dapat ditentukan melalui struktur gigi. Gigi kacip yang panjang, tajam dan tumbuh berterusan secara signifikan (f = 4.052, p = 0.035) di sepanjang peringkat umur menunjukkan bahawa ia digunakan untuk memotong dan menggigit lapisan yang keras dan ketiadaan gigi taring menunjukkan bahawa diet pemakanan spesies ini adalah omnivor.

Nutrisi yang mencukupi sangat penting untuk membantu perkembangan dan pertumbuhan badan. Kuantiti dan kualiti nutrisi sangat memberi impak kepada pertumbuhan badan terutama ketika tempoh kritikal seperti fasa kehamilan dan menyusu. Kekurangan nutrisi mempengaruhi adaptasi haiwan. Bekalan nutrien yang berkurang menyebabkan haiwan bertindak untuk beradaptasi bagi meneruskan kemandirian hidup dengan cara melambatkan kadar pembahagian sel dalam tisu dan organ-organ (Koletzko, 2005) sekali gus membawa kepada perubahan kekal struktur dan fungsi sistem badan. Hasil kajian mendapati bahawa semakin meningkat umur, semakin merosot tinggi sarung kotak (f = 5.192, p = 0.017) dan lebar foramen magnum (f = 7.398, p = 0.005) manakala bagi komponen pengunyahan *(masticatory)* iaitu panjang *"interalveolar",* ciri ini didapati merosot secara signifikan (f = 4.855, p = 0.021) pada peringkat umur separa-dewasa. Kemerosotan pertumbuhan dan perkembangan beberapa ciri tengkorak tikus sawah yang signifikan menunjukkan

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

bahawa tengkorak berubah menjadi lebih kecil setelah mencapai fasa matang. Ini mungkin disebabkan oleh kegagalan mendapat sumber protein yang mencukupi sewaktu fasa kehamilan dan menyusu yang sekali gus menyebabkan struktur tengkorak mengecil (Fernandes *et al.,* 2008). Dapatan ini disokong oleh Lobe *et al,* (2006) yang menegaskan bahawa struktur rangka *"craniofacial"* adalah merupakan bahagian pada badan yang paling kritikal terjejas akibat kekurangan zat makanan.

Hasil kajian mendapati indeks tengkorak *Rattus argentiventer* dewasa adalah normal iaitu di bawah 100 sama seperti indeks tengkorak spesies *Rodensia* yang lain. Sebagai contoh, tikus gergasi Afrika (*Cricetomys gambianus Waterhouse*) mempunyai nilai indeks tengkorak 28.41 ± 0.58 dan indeks foramen magnum 81.46 ± 1.42 (Olude *et al.,* 2009). Penentuan indeks tengkorak dan foramen magnum adalah untuk memastikan bahawa sampel yang ditangkap berada dalam kalangan spesies *Rodensia.* Kesimpulannya, faktor kekurangan sumber makanan yang dapat dilihat dengan jelas melalui hasil analisis morfometri tengkorak menjadi antara faktor yang menyebabkan tikus-tikus ini memasuki perangkap SPB. Tikus-tikus ini mungkin sedang mencari makanan *(foraging)* semasa ia ditangkap memandangkan perangkap SPB ini dibina mengelilingi kotak padi yang sedang masak.

5.3 Kajian Perbezaan Haplotip

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

Rattus argentiventer adalah tergolong dalam kumpulan *"Rattus rattus complex"* yang terdiri daripada *Rattus rattus, Rattus tanezumi, Rattus losea, Rattus andamanensis, Rattus tiomanicus, Rattus osgoodi* dan *Rattus argentiventer* (Chaval, 2011). Kepelbagaian intraspesies yang luas hasil daripada adaptasi setempat menyukarkan proses pengecaman spesies dan membezakan antara spesies seandainya pengecaman dibuat berpandukan morfologi fizikal atau morfometri tengkorak. Oleh itu, analisis genetik adalah kaedah yang paling berkesan untuk menentukan taksonomi spesies simpatri *(sympatric species).* Analisis polimorfisma DNA mitokondria sering kali digunakan untuk mengkaji struktur genetik di dalam populasi spesies serta mendapatkan hubungan filogenetik dua spesies yang rapat. Hasil kajian mendapati bahawa dua haplotip telah dikenal pasti di dalam 34 individu tikus *Rattus argentiventer* yang menghuni kawasan tanaman padi MARDI Pinang Tunggal, Pulau Pinang. Ini bermaksud daripada kajian mtDNA ini, boleh disimpulkan bahawa tikus-tikus yang diperangkap melalui SPB di kawasan sawah padi MARDI Pinang Tunggal, Pinang terdiri daripada dua populasi sahaja. Perbezaan nukleotida yang rendah di dalam kajian menunjukkan bahawa hanya sedikit sahaja perbezaan yang berlaku di antara haplotip (Jong *et al*., 2011). Pembentukan dua populasi di dalam kawasan kajian dipercayai didorong oleh beberapa faktor.

Pertama, peranan racun tikus dalam mengubah suai struktur genetik tikus sawah. Song *et al.* (2014) membuat kesimpulan bahawa kepelbagaian mtDNA tidak boleh ditafsirkan tanpa mengambil kira kawalan perosak dan evolusi rintangan terhadap racun tikus. Pembentukan dua populasi di dalam kawasan kajian dipercayai berpunca daripada mutasi genetik akibat daripada rintangan terhadap racun Warfarin.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

Ini disokong oleh hakikat bahawa fenomena rintangan terhadap Warfarin oleh populasi *Rattus argentiventer* di Malaysia telah dikesan sejak tahun 1984 lagi (Buckle *et al.*, 1984). Racun tikus kerap digunakan bagi mengawal populasi *Rattus argentiventer* di kawasan MARDI Pinang Tunggal, Pinang (BadrulHadza Hamzah, 2012), iaitu tempat di mana kajian ini dijalankan. Malah menurut pegawai MARDI sendiri, racun Warfarin telah digunakan dua kali bagi satu musim, iaitu sebelum padi dan ketika padi dituai; bersamaan empat kali setahun. Penggunaan racun Warfarin yang berulang-ulang boleh menyebabkan populasi tikus liar mengalami rintangan terhadap racun tersebut (Ishizuka *et al.*, 2008). Rintangan kekal dan boleh diwarisi ini berlaku kerana terjadinya mutasi di dalam gen "*Vitamin K epoxide reductase complex subunit 1"* (VKROC1) yang merupakan gen yang bertanggungjawab mengekod enzim yang diperlukan untuk kitaran Vitamin K (Rost *et al.*, 2009).

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

Kedua, dua haplotip yang ditemui dalam kalangan populasi mungkin menunjukkan bahawa mereka berasal daripada dua populasi yang berbeza. Perbezaan haplotip mtDNA lebih dikaitkan dengan faktor demografi berbanding faktor seleksi memandangkan mtDNA adalah penanda neutral (Kirk & Freeland, 2011). Pembiakan tikus *Rattus argentiventer* dipengaruhi oleh fasa reproduktif padi. Di dalam kajian ini, semua 34 sampel di ambil daripada satu tapak persampelan yang sama iaitu perangkap SPB yang mengandungi padi yang sedang masak. Tikus jantan *Rattus argentiventer* mempunyai kawasan ranjau seluas 3.20 hektar hingga 3.24 hektar pada musim membiak (Tristiani *et al.*, 2003). Kajian Tristiani *et al.* (2003) ini selari hasil yang diperoleh di dalam kajian ini. Berdasarkan hasil kajian, tikus jantan telah diperangkap jauh lebih banyak berbanding tikus betina dengan nisbah jantina

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

keseluruhan yang diperoleh bagi sepanjang tempoh kajian ialah 3.2:1.0 (Lihat Bab 3). Oleh itu, adalah dipercayai bahawa pembentukan dua populasi mungkin disebabkan oleh individu-individu pendatang yang keluar ke kawasan kajian untuk mendapatkan makanan *(foraging).* Selain itu, Petak SPB sebesar 47 m × 22 m yang digunakan di dalam kajian ini mempunyai empat buah perangkap bubu yang dipasang pada keempat-empat sisi pagar plastik. Sistem SPB ini mampu memberi perlindungan halo sejauh 200 meter (Singleton, 2001), bersamaan 4 hektar. Selaras dengan kajian Tristiani *et al.* (2003), luas kawasan ranjau tikus jantan dilihat masih berada di dalam ruang lingkup "perlindungan halo" yang diberikan oleh sistem SPB ini. Oleh itu, jika dilihat dari sudut perilaku tikus itu sendiri dan kawasan persampelan dibuat, terdapat kemungkinan bahawa dua haplotip yang temui sememangnya berasal daripada dua populasi yang berbeza.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

Seterusnya, faktor aliran gen. Spesies tikus *Mus caroli* (Shimada *et al.,* 2007) dan sampel *Rattus argentiventer* di dalam kajian ini mempunyai persamaan dari segi habitat. Kedua-dua spesies ini hidup dan membiak di kawasan sawah padi. Shimada *et al.* (2007) menyatakan bahawa terdapat haplotip yang pelbagai dan perbezaan genetik yang jelas dikesan di antara populasi *Mus caroli* yang diperangkap dikawasan sawah padi Mekong Basin, Myanmar akibat daripada pembersihan kawasan persekitaran. Memandangkan kajian ini dijalankan di tapak penyelidikan MARDI yang mempunyai pelbagai tanaman seperti jagung, pisang dan padi, pembersihan kawasan persekitaran bagi melaksanakan penyelidikan tanaman padi mungkin telah menyebabkan berlakunya aliran gen yang mana spesies *R.argentiventer* dari kawasan sekitar

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

terserak lalu mengkolonisasi landskap yang baru diwujudkan sekali gus menjadi punca wujudnya dua populasi di dalam kawasan kajian.

Jumlah haplotip yang dikenal pasti di dalam kajian ini didapati jauh lebih rendah daripada kajian-kajian mtDNA sebelum ini (Russell, 2011; Song *et al.,* 2014; Thomson *et al.,* 2014). Jumlah haplotip sebegini kebiasaannya diperoleh di dalam kajian-kajian yang di buat di kawasan kepulauan, bukannya di tanah besar kerana dipercayai berpunca daripada isolasi habitat dan halangan *(barrier)* geografi (López *et al.*, 2013; Savidge *et al.*, 2012). Namun begitu, jumlah haplotip yang dikenal pasti ini adalah munasabah jika diambil kira dari segi saiz kawasan persampelan. Sampel-sampel tikus sawah di dalam kajian ini diambil di dalam satu kawasan sahaja iaitu di kawasan di mana Sistem Pemerangkapan Bubu (SPB) dilaksanakan. Ini berbeza dengan kajian-kajian lepas yang lain di mana kebanyakan kajian memperoleh jumlah haplotip yang tinggi kerana persampelan telah dibuat di beberapa kawasan. Sebagai contoh, kajian lepas oleh Centeno-Cuadros *et al.* (2011) mendapati 10 haplotip ditemui dalam 47 individu tikus air *(Arvicola sapidus)* daripada 7 kawasan persampelan. Selain itu, kajian variasi DNA mitokondria tikus rumah *(Mus musculus)* mendedahkan bahawa 69 haplotip yang berbeza dikenal pasti di dalam 82 individu yang terdiri daripada 31 kawasan persampelan (Macholán & Vyskoäœilová, 2012).

Pembentukan dua populasi telah menimbulkan persoalan kepada penyelidik tentang adakah terdapat perbezaan dari segi morfologi dua populasi ini?. Ujian T yang telah dilaksanakan mendapati tiada perbezaan yang signifikan diperoleh di antara

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

struktur morfologi tikus-tikus RAH1 dan tikus-tikus dewasa RAH2. Parameter-parameter yang terlibat ialah panjang kepala hingga badan (mm), panjang ekor (mm), panjang kaki belakang (mm), panjang telinga (mm), berat badan (g) dan kondisi badan.

Jadual 5.1

Nilai Min Parameter Badan Tikus Dewasa Haplotip RAH1 dan RAH2

Bil	Parameter	Min tikus dewasa haplotip RAH1	Min tikus dewasa haplotip RAH2
1	Panjang kepala hingga badan	16.1±1.69	17.2±2.10
2	Panjang ekor	17.9±2.36	18.9±2.25
3	Panjang kaki belakang	3.7±0.20	3.5±0.40
4	Panjang telinga	1.7±0.12	1.7±0.27
5	Berat badan	146.0±30.26	158.5±45.5
6	Kondisi badan	1.9±1.10	2.2±1.06

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

Merujuk kepada Jadual 5.1, meskipun sampel *Rattus argentiventer* di dalam kajian ini tidak menunjukkan sebarang perbezaan morfologi yang signifikan, nilai min panjang kepala hingga badan, panjang ekor, berat badan dan kondisi badan tikus dewasa haplotip RAH 1 didapati lebih besar daripada haplotip RAH2.

5.4 Cadangan dan Penutup

5.4.1 Kajian Struktur Populasi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

Penambahan jumlah SPB juga adalah sangat penting dalam menyelamatkan padi daripada serangan tikus sawah. Tinjauan mendapati hanya satu sahaja SPB dipasang di dalam lokasi kajian seluas 24.07 hektar sedangkan satu unit SPB berupaya melindungi tanaman sekitarnya hanya dalam lingkungan 10 ke 15 hektar daripada pagar plastik. Justeru, kawasan sawah padi yang luas memerlukan lebih daripada satu unit SPB untuk perlindungan kesan halo yang menjanjikan pulangan faedah-kos dari segi meningkatkan hasil padi dan menurunkan kadar populasi tikus (Brown *et al.,* 2003). Penambahan jumlah tenaga kerja juga diperlukan agar proses persampelan dapat berjalan dengan lancar. Penyelidik mencadangkan agar penanaman padi secara bersinkroni perlu dilakukan. Di samping itu, kerjasama masyarakat amat penting bagi membanteras infestasi tikus sawah. Kawalan komuniti secara bersepadu perlu dijalankan sejak dari peringkat fasa penyemaian padi lagi. Strategi ini juga perlu digabungkan dengan penanaman secara bersikroni bagi menghadkan kadar pembiakan tikus sawah (Palis *et al.*, 2013)

Akhir sekali, pemahaman mengenai populasi dinamik *Rattus argentiventer* di Malaysia diharap dapat memberi inspirasi kepada kita untuk mencari faktor utama yang menghadkan pertumbuhan populasi haiwan perosak ini. Selain itu, diharap kajian ini bertindak menjadi batu loncatan ke arah pembangunan dan pengaplikasian Sistem Pemerangkapan Bubu atau *Trap Barrier System* (SPB). Semoga lebih banyak penyelidikan mengenai SPB dan *Rattus argentiventer* akan dijalankan di Malaysia memandangkan Malaysia sangat kekurangan saintis roden dan Malaysia juga merupakan negara asal yang mencipta SPB ini.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

5.4.2 Kajian Morfometri

Pemahaman terhadap morfologi tengkorak dan hubungkaitnya dengan persekitaran setempat mampu menyingkap pengetahuan penting tentang sejarah evolusi dan dinamik ekologi spesies haiwan. Kajian perbandingan struktur tengkorak boleh dijalankan ke atas *Rattus argentiventer* dan spesies simpatri *(sympatric species)* yang lain seperti *Rattus tiomanicus* bagi memandangkan kedua-dua spesies ini mendiami kawasan kajian. Perbandingan antara spesies dapat memudahkan proses pengecaman sewaktu di kawasan lapangan. Selain itu, pengumpulan sampel yang banyak juga dilihat amat membantu memantapkan lagi kajian ini. Sekiranya sampel yang banyak diperoleh, informasi-informasi yang lain seperti dimorfisme seks tengkorak variasi morfologi tengkorak dapat dikaji dengan lebih mendalam yang mana secara tidak langsung memberi gambaran terhadap perilaku, dinamik populasi spesies tikus sawah.

Kesimpulannya, faktor kekurangan zat pemakanan memberi kesan terhadap pertumbuhan dan perkembangan tengkorak tikus sawah. Akhir sekali, maklumat mengenai struktur tengkorak tikus sawah *(Rattus argentiventer)* ini sangat berguna untuk para saintis roden dapat memandangkan negara Malaysia amat ketandusan data mengenai tengkorak tikus *Rattus argentiventer* semenjak kali terakhir diulas oleh

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

Maryanto (2003) di samping meniup semangat para saintis di Malaysia untuk kembali giat menjalankan kajian mengenai mamalia kecil ini.

5.4.3 Kajian Perbezaan Haplotip

Keputusan genetik yang diperoleh dikekang oleh saiz sampel dan jumlah kawasan yang kecil sekali gus menghad kesimpulan yang boleh dibuat. Selain itu, sampel yang banyak dan perlaksanaan analisis DNA mitokondria pada rantau sitokrom b *(cytochrome b)* boleh dijalankan bagi mengetahui hubungan filogeni spesies *Rattus argentiventer* yang berjaya ditangkap bagi memberi gambaran yang lebih jelas tentang perbezaan haplotip yang terjadi di dalam kalangan populasi.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

BAB 6

KESIMPULAN

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

6.0 Pendahuluan

Bab ini membincangkan secara umum hasil gabungan semua dapatan kajian daripada ketiga-tiga kajian struktur populasi, morfometri tengkorak dan perbezaan haplotip.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

6.1 Kesimpulan

Matlamat keseluruhan kajian adalah bertunjangkan kepada misi mendalami biologi populasi tikus sawah *(Rattus argentiventer)* yang terdapat di Malaysia. Penaklukan misi ini dibuat menerusi strategi serampang dua mata yakni bermula dengan pengimplementasian teknik Sistem Pemerangkapan Bubu (SPB). Hasil tangkapan tikus yang telah diperoleh bukan sahaja menyebabkan populasi tikus di sekitar sawah padi menurun, malah pada masa yang sama tikus-tikus tersebut boleh dijadikan sampel untuk memahami dengan lebih terperinci tentang perihal biologi populasi mamalia kecil ini. Penyelidik telah menelusuri tiga aspek penting yang menjadi pemangkin ke arah pemahaman yang jitu terhadap biologi populasi tikus sawah iaitu (i) mengkaji struktur populasi tikus sawah, (ii) menerangkan struktur morfologi tengkorak tikus sawah, (iii) mengenalpasti struktur genetik yang terdapat di dalam populasi tikus sawah itu sendiri. Setelah sedekad lamanya Malaysia ketandusan data terperinci mengenai spesies ini, rangkuman ketiga-tiga aspek ini dipercayai mampu menjadi sumber rujukan awal kepada saintis-saintis roden di Malaysia untuk menggubal strategi yang mampan dalam usaha menghad populasi tikus sawah yang menghuni kawasan sawah padi.

Keputusan kajian saiz populasi melalui kaedah penyingkiran (Bab 4) menunjukkan berlakunya penurunan saiz populasi tikus sawah yang signifikan antara Sesi Pertama dan Sesi Kedua. Keberkesanan teknik pemasangan SPB juga terbukti dengan jumlah tangkapan yang jauh lebih banyak teknik tangkapan menggunakan

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

perangkap dawai sewaktu kajian tangkap-tanda-lepas-tangkap semula dijalankan, Keberkesanan SPB yang bercirikan mesra alam ini menunjukkan bahawa teknik ini mampu bertindak sebagai kaedah alternatif untuk mengurangi populasi tikus selain daripada penggunaan racun perosak. Seterusnya, keputusan daripada Bab 4 menunjukkan bahawa kejayaan penangkapan tikus-tikus betina pada Sesi 1 dilihat menjadi faktor utama yang menyumbang ke arah penurunan saiz populasi tikus. Kejayaan penangkapan tikus betina di peringkat awal penuaian padi yang juga merupakan fasa di mana terdapatnya ketersediaan sumber makanan berkualiti tinggi menunjukkan bahawa terdapat hubungan yang kuat di antara kondisi reproduktif tikus sawah dan peringkat pertumbuhan padi sama seperti kajian-kajian sebelum ini (Brown *et al.,* 2005; Douangboupha *et al.,* 2009; Htwe *et al.,* 2011; Phung *et al.,* 2011, 2012). Penyelidik berpendapat agar jumlah SPB perlu ditambah dan dijalankan tidak hanya pada satu kawasan lagi mengawal tikus perosak ini secara terus-terusan. Meskipun kelimpahan populasi sawah didapati menurun, pengawalan secara meluas di seluruh kawasan dapat menghalang tikus daripada menjajah semula kawasan melalui penyerakan rawak (Brown *et al.,* 2005a).

Kajian variasi bentuk kranium berupaya merungkai dan memberi gambaran kepada kita tentang sejarah adaptasi spesies dan kesannya terhadap struktur populasi . Analisis morfometri sangat berguna didalam penentuan taksonomi, terutamanya apabila berurusan dengan spesies-spesies rapat yang mempunyai rupa bentuk dan ciri-ciri yang seakan sama dan sukar dikenal pasti (Amaral *et al.,* 2009). Berpandukan keputusan kajian (Bab 4), penyelidik berpendapat bahawa penentuan umur tengkorak wajar dilakukan sebagai langkah awal yang sangat penting sebelum menjalani analisis

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

morfometri tengkorak. Pengasingan sampel mengikut umur dapat mengelakkan daripada berlakunya ralat akan memberi implikasi terhadap tafsiran proses geografi dan adaptasi sesuatu spesies.

Hasil jujukan DNA sampel dari Malaysia sendiri menunjukkan bahawa telah wujud dua haplotip unik dalam kalangan sampel *Rattus argentiventer* yang dikaji. Racun tikus antikoagulan yang telah diperkenalkan sekitar era 1950-an menjadi pilihan utama para petani di negara-negara beriklim sederhana kerana keberkesanannya dalam mengawal populasi tikus. Namun begitu, kebergantungan yang melampau terhadap racun ini umpama ‘senjata makan tuan’ apabila populasi tikus mula berevolusi lalu rintang terhadapnya. Keputusan Bab 4 telah memberi gambaran awal kepada kita tentang struktur genetik *Rattus argentiventer* yang terdapat di Malaysia. Penyelidik telah mengandaikan bahawa terdapat empat sebab terjadinya perbezaan haplotip dalam kalangan spesies iaitu peranan racun tikus, dua haplotip yang ditemui dalam kalangan populasi mungkin menunjukkan bahawa mereka berasal daripada dua populasi yang berbeza dan faktor aliran gen. Oleh itu, bagi memastikan adakah benar atau tidak telah berlaku mutasi dalam struktur genetik populasi tikus sawah akibat penggunaan racun perosak, kajian selanjutnya iaitu analisis mikrosatelit boleh dilakukan pada masa akan datang. Selain itu, jumlah haplotip yang dikenal pasti di dalam kajian ini didapati jauh lebih rendah daripada kajian-kajian mtDNA sebelum ini. Namun begitu, ini dianggap munasabah setelah perbandingan dari segi saiz kawasan persampelan dilakukan. Berbanding dengan kajian lain, sampel-sampel tikus sawah di dalam kajian ini hanya diambil di dalam

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

satu kawasan sahaja iaitu di kawasan di mana Sistem Pemerangkapan Bubu (SPB) dilaksanakan.

Akhir sekali, keputusan morfometri dan analisi kondisi badan telah menunjukkan bahawa struktur populasi *Rattus argentiventer* di Pinang Tunggal, Pulau Pinang mempunyai masalah kekurangan nutrisi. Kekurangan nutrisi memberi gambaran kepada kita bahawa tikus-tikus yang terperangkap di dalam Sistem Pemerangkapan Bubu adalah terdiri daripada tikus-tikus yang sedang keluar mencari makanan *(foraging),* selaras seperti keputusan nisbah jantan/betina yang diperoleh. Perilaku mencari makanan ini juga mungkin menjadi punca kewujudan dua haplotip di kawasan tersebut. Secara keseluruhan, teknik SPB bukan sahaja melindungi tanaman padi di kawasan ia dipasang, malah mampu menarik tikus-tikus diluar kawasan SPB dan melindungi petak-petak sawah padi di sekeliling SPB.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

6.2 Cadangan lanjutan dan kesimpulan

Pepatah Melayu ada menyebut, ‘kusut di hujung balik ke pangkal’. Usaha untuk menghadkan perkembangan populasi perlu dijalankan bermula dengan strategi pengumpanan yang efektif. Oleh itu, reka bentuk strategi pengumpanan harus berteraskan dengan pemahaman yang luas tentang ekologi dan dinamik populasi spesies sasaran. Ramsey & Wilson (2000) telah menggariskan lima aspek penting

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

yang perlu diambil kira dalam pembentukan strategi pengumpanan yang cemerlang; (i) peringkat perkembangan populasi, iaitu kitaran tahunan kelimpahan dan pembiakan, (ii) kemungkinan terjadi trend populasi berdasarkan keadaan alam sekitar semasa, (iii) hubungan spasial antara jenis habitat yang tersedia, (iv) peranan kawasan buru biak sama ada berada bersebelahan dengan tapak semaian atau kawasan yang tinggi populasinya walaupun tanpa tanaman, (v) akibat yang bakal berlaku seandainya populasi terserak ke kawasan yang masih belum tinggi populasinya dan tanaman yang akan dituai lewat musim.

Dalam usaha untuk melaksanakan strategi kawalan yang lebih baik dan mampu mengurangkan kelimpahan tikus perosak serta meminimumkan kerosakan dan kehilangan hasil, masa yang tepat untuk tindakan pengurusan diambil adalah sangat penting. Kawalan yang lebih tanpa strategi yang betul ibarat ‘menyimbah air ke daun keladi’ kerana tindakan ini hanyalah meningkatkan kos dan kesan terhadap alam sekitar tanpa mengurangi kadar populasi mahupun meningkatkan hasil padi (Phung *et al.*, 2013). Justeru, penyelidik mencadangkan bahawa setiap kali sesi kawalan menggunakan racun perosak mahupun SPB dijalankan di MARDI, ia perlulah dimulai dengan penelitian dan perancangan strategi pengumpanan yang efektif dengan menitik beratkan kelima-lima aspek tersebut pada setiap musim penanaman padi agar perkembangan populasi tikus sawah dapat dikawal secara berterusan.

Meskipun Pengurusan Roden Perosak Secara Ekologi (EBRM) telah dikenali sebagai suatu pendekatan yang efektif dalam mengawal populasi tikus perosak di

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

sekitar sawah padi di negara-negara Asia Tenggara, namun penerimaan kaedah ini kurang mendapat sambutan dalam kalangan para petani di Malaysia. Sebagai langkah permulaan, kaedah Sistem Pemerangkapan Bubu ini boleh diperkenalkan melalui seminar-seminar anjuran pihak-pihak berwajib. Pembinaan ilmu pengetahuan, pemahaman, pembelajaran secara praktikal dan pembudayaan pengurusan tikus secara ekologi adalah sangat penting bagi memastikan kaedah ini dapat diterapkan kepada para pesawah (Palis *et al.*, 2010). Pada masa yang sama, panduan mengenai kaedah dan masa kawalan yang tepat, serta galakan untuk bekerja bersama-sama sebagai satu komuniti juga perlu disyorkan ketika mempromosikan pelaksanaan SPB dalam kalangan petani (Stuart *et al.*, 2011).

Selain itu, penyelidik mencadangkan agar kaedah yang lebih mesra seperti kempen *"Boo! Boo! Rat!"* dilaksanakan di Malaysia sebagaimana di Filipina bagi memperkenal dan mempromosikan kaedah SPB ini pada peringkat nasional. Kempen ini telah berjaya dengan cemerlang dalam meningkat kesedaran rakyat Filipina tentang EBRM (Flor & Singleton, 2010). Sehubungan dengan itu, penyelidik telah mereka kerangka cadangan kempen yang diterbitkan daripada Teori Perubahan (Flor & Singleton, 2010) yang mungkin berguna pada masa akan datang (Rajah 6.1). Secara keseluruhannya, penglibatan masyarakat setempat adalah merupakan kunci utama keberkesanan SPB. EBRM dipercayai mampu menurunkan populasi, mengurangkan kadar kerosakan padi dan penggunaan racun perosak secara signifikan seandainya masyarakat berganding bahu merealisasikannya. Pendedahan teknologi SPB kepada masyarakat setempat melalui demonstrasi SPB, pameran, media cetak dan eletronik mampu memberi pendedahan sekali gus mengubah pengetahuan, sikap, dan persepsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

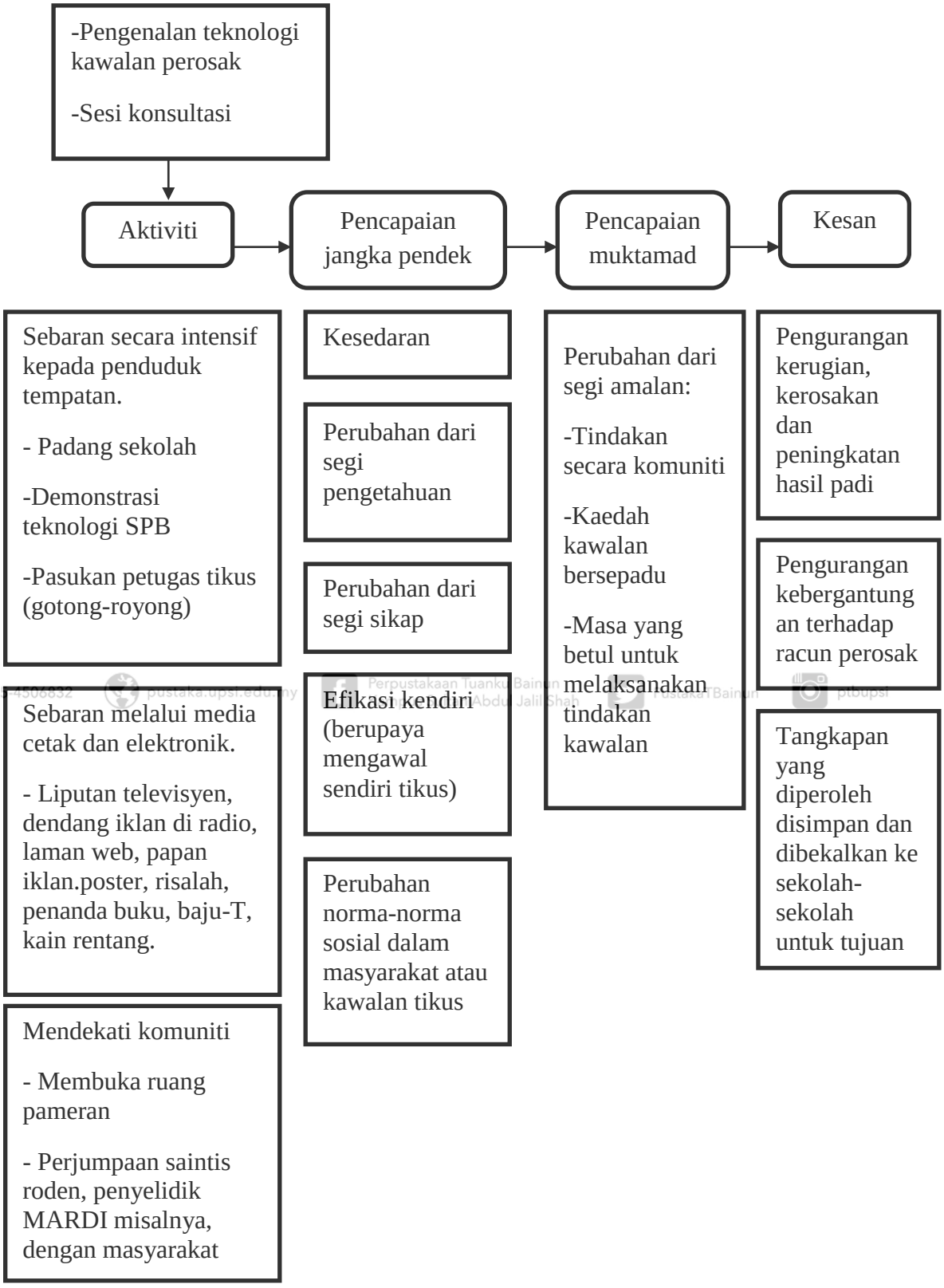
05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

masyarakat terhadap kaedah yang bercirikan mesra alam ini; bahkan dengan ilmu yang diperoleh, keupayaan kendiri masyarakat dalam mengawal tikus dapat ditingkatkan. Ini secara langsung mampu mentransformasikan amalan masyarakat daripada menguruskan tikus secara sendirian kepada komuniti. Di samping itu, pendedahan yang diterima mampu menggalakkan dan menyuntik semangat para petani untuk mempraktikkan kaedah pengurusan tikus secara bersepadu pada waktu yang tepat. Memandangkan tangkapan menggunakan teknik SPB merupakan tikus hidup, tikus-tikus ini boleh disimpan dan diberikan kepada sekolah-sekolah untuk tujuan pembelajaran organ-organ haiwan.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



Rajah 6.1. Cadangan kerangka kempen *"Boo! Boo! Rat!"* pada peringkat nasional

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

Di samping itu, kerjasama sesama masyarakat dengan mengamalkan dan mengekalkan amalan menanam padi secara bersinkroni juga boleh dilakukan kerana amalan ini merupakan satu langkah yang paling mudah dan efektif yang boleh diambil bagi mengelakkan berlakunya ledakan populasi (Htwe *et al.*, 2011). Kesimpulannya, kajian ini telah berjaya menambah pengetahuan kita tentang biologi populasi tikus sawah *(Rattus argentiventer)* yang terdapat di Malaysia. Kajian ini juga boleh dikira berjaya memandangkan semua objektif kajian tercapai. Akhir kata, sesuai dengan pepatah 'bila kucing tiada bergigi, tikus berani melompat tinggi', sesungguhnya, kehadiran musuh kecil ini tidak harus dipandang enteng. Semua pihak haruslah bersatu padu melestarikan kawalan tikus secara bersepadu dan belajar mengurangkan kebergantungan terhadap racun perosak demi kesejahteraan sejagat.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

6.3 Implikasi Kajian

Kajian ini memberi implikasi besar kepada para petani kerana kaedah SPB secara langsung dapat mengurangkan kesan kerosakan daripada tikus. Penurunan jumlah tikus juga dapat mengurangkan risiko penularan penyakit bawaan tikus. Akhir sekali, pemasangan SPB tidak mencemarkan alam sekitar dan memudaratkan kesihatan para petani memandangkan sistem ini tidak menggunakan sebarang bahan kimia toksik.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

RUJUKAN

Aaron Milstone, & Dumler, J. S. (2009). Rocky Mountain Spotted Fever. In P. S. Brachman & E. Abrutyn (Eds.), *Bacterial Infections Of Humans* (pp. 661–676). Springer US.

Abdel-Rahman, E., Taylor, P., Contrafatto, G., Lamb, J. M., Bloomer, P., & Chimimba, C. T. (2009). Geometric craniometric analysis of sexual dimorphism and ontogenetic variation: A case study based on two geographically disparate species, Aethomys ineptus. *Mammalian Biology - Zeitschrift Für Säugetierkunde*, *74*(5), 361–373. doi:10.1016/j.mambio.2008.06.002.

Adams, A. A. Y., Stanford, J. W., Wiewel, A. S., & Rodda, G. H. (2011). Modelling detectability of kiore *(Rattus exulans)* on Aguiguan , Mariana Islands , to inform possible eradication and monitoring efforts, *35*, 145–152.

Agus W. Anggara, & Sudarmaji. (2011). Inovasi Teknologi Pengendalian Tikus. *Badan Penelitian Dan Pengembangan Pertanian*, (3419), 10–11.

Alan Gunn. (2011). Mithochondrial DNA. In *Essential Forensic Biology* (2nd ed., pp. 112–115). UK: John Wiley & Sons.

Amaral, A. R., Coelho, M. M., Marugán-Lobón, J., & Rohlf, F. J. (2009). Cranial shape differentiation in three closely related delphinid cetacean species: insights into evolutionary history. *Zoology (Jena, Germany)*, *112*(1), 38–47. doi:10.1016/j.zool.2008.03.001

Amstrup, D. S., McDonald, T., Aars, J., Belikov, S. E., Boltunov, A., Born, E. W., Durner, G. (2009). Mark-recapture. Retrieved November 11, 2012, from http://pbsg.npolar.no/en/methods/markrecap.html

Amstrup, S., McDonald, T., & Manly, B. (Eds.). (2010). *Handbook of capture-recapture analysis* (p. 42). UK: Princeton University Press.

Andrew, R. L., Bernatchez, L., Bonin, A., Buerkle, C. A., Carstens, B. C., Emerson, B. C., Rieseberg, L. H. (2013, May). A road map for molecular ecology. *Molecular Ecology*. doi:10.1111/mec.12319

Anggara, A. (2008). Ragam pakan alami tikus sawah *(Rattus argentiventer)*. In *Seminar Nasional Padi 2008* (pp. 489–500). Indonesia: BB Padi.

Anggara, A. W., & Sudarmadji. (2008). *Pengendali Hama Tikus Terpadu (PHTT), Pelatihan TOT-SL-PTT Padi Nasional*. *Balai Besar Penelitian Tanaman Padi Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian*. Dasa Prima: Balai Besar Penelitian Tanaman Padi Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

Aplin, K., Brown, P., Jacob, J., Krebs, C., & Singleton, G. (2003). *Field methods for Rodent Studies in Asia and the Indo-Pacific*. *ACIAR Monograph* (Vol. 100, p. 223 pp). Canberra.: ACIAR.

Aplin K.P, Brown P.R, Singleton G.R, Douang Boupha B., & Khamphoukeo K. (2006). Rodents in the rice environments of Laos. In J. M. Schiller, M.B. Chanphengxay, B. Lindquist, & S. Appa Rao. (Eds.), *Rice in Laos* (pp. 291–308). Los Baños (Philippines): International Rice Research Institute.

Ari, T., Neerinckx, S., Gage, K., & Kreppel, K. (2011). Plague and climate: Scales matter. *Plos Pathogen*, *7*(9). doi:doi:10.1371/journal.ppat.1002160

Astúa, D., Moura, R. T., Grelle, C. E. V, & Fonseca, M. T. (2006). Influence of baits , trap type and position for small mammal capture in a Brazilian lowland Atlantic Forest. *Boletim Do Museu de Biologia Mello Leitão*, *19*, 31–44.

Atkinson, I. A. E., & Towns, D. R. (2001). Advances in New Zealand mammalogy 1990–2000: Pacific rat. *Journal of the Royal Society of New Zealand*, *31*(1), 99–109. doi:http://dx.doi.org/10.1080/03014223.2001.9517641

Baco, D., Nasruddin, R., & Juddawi, H. (2010). Rodent outbreaks in South Sulawesi, Indonesia: the importance of understanding cultural norms. In G. R. Singleton, S. R. Belmain, P. R. Brown, & and B. Hardy (Eds.), *Rodent outbreaks: ecology and impacts.* (pp. 129–137). Los Baños (Philippines): International Rice Research Institute.

BadrulHadza Hamzah. (2012). National Workshop on Sustainable Rice Production : Re-visiting IPM 12-13. In *Managing Rats in Rice Fields* (pp. 20–69). Selangor: MARDI.

Baert, K., Stuyck, J., Breyne, P., Maes, D., & Casaer, J. (2012). Distribution of anticoagulant resistance in the brown rat in Belgium. *Belg. J. Zool*, *142*(January), 39–48. Retrieved from http://www.sciencesnaturelles.be/en/institute/associations/rbzs_website/bjz/back/pdf/BJZ_142_1/Baert_BJZ_142_1.pdf

BarÄiová, L., & Macholán, M. (2009). Morphometric key for the discrimination of two wood mice species, *Apodemus sylvaticus* and *A. flavicollis. Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae*, *55*(1), 31–38. Retrieved from http://actazool.nhmus.hu/55/1/Azh55_1_Barciova.pdf

Baräœiová,, L. (2009). Variation in the digging apparatus of the subterranean silvery moleârat, Heliophobius argenteocinereus (Rodentia, Bathyergidae): the role of ecology and geography. *Biological Journal of the Linnean Society*, *97*, 822–831. doi:10.1111/j.1095-8312.2009.01228.x

Barbara, K., Farzeli, A., Ibrahim, I., Antonjaya, U., Yunianto, A., Winoto, & Ester, I. (2010). Rickettsial infections of fleas collected from small mammals on four

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

islands in Indonesia. *Journal of Medical Entomology*, *47*(6), 1173–1178. doi:doi: http://dx.doi.org/10.1603/ME10064

Bardakci, F. (2001). Random amplified polymorphic DNA (RAPD) markers. *Turk J Biol*, *25*, 185–196.

Bastos, A. D., Nair, D., Taylor, P. J., Brettschneider, H., Kirsten, F., Mostert, E., … Chimimba, C. T. (2011). Genetic monitoring detects an overlooked cryptic species and reveals the diversity and distribution of three invasive Rattus congeners in South Africa. *BMC Genetics*, *12*(1), 26. doi:10.1186/1471-2156-12-26

Becerra, F., Casinos, A., & Vassallo, A. (2012). Biting Performance and Skull Biomechanics of a Chisel Tooth Digging Rodent (*Ctenomys tuconax*; Caviomorpha; Octodontoidea). *Journal of Experimental Zoology Part A, Ecological Genetics and Physiology*, 1–12. doi:10.1002/jez.1770

Beckmann, R. (2003). Tougher times for raiders of the ricefield. *Partners in Research for Development*, *16*, 28–33. Retrieved from http://www.cse.csiro.au/Research/rodents/ACIAR_rodent_article16_May 2003.pdf

Beebee, T. J. C., & G.Rowe. (2004). *An Introduction to Molecular Ecology*. *BioScience* (1st ed., Vol. 55, p. 13). New York, USA: Oxford University Press.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

Berry, O., & Gleeson, D. M. (2005). Distinguishing historical fragmentation from a recent population decline – shrinking or pre-shrunk skink from New Zealand? *Biological Conservation*, *123*(2), 197–210. doi:10.1016/j.biocon.2004.11.007

Bhargava, A., & Fuentes, F. (2010). Mutational dynamics of microsatellites. *Molecular Biotechnology*, *44*(3), 250–266. doi:10.1007/s12033-009-9230-4

Bitam, I., Dittmar, K., Parola, P., Whiting, M. F., & Raoult, D. (2010). Fleas and flea-borne diseases. *International Journal of Infectious Diseases*, *14*(8), e667–e676. doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.ijid.2009.11.011

Blanckenhorn, W. (2000). The evolution of body size: what keeps organisms small? *Quarterly Review of Biology*, *75*(4), 385–407. Retrieved from http://www.jstor.org/stable/10.2307/2664968

Boyle, C. (1960). Case of apparent resistance of Rattus norvegicus Berkenhout to anticoagulant poisons. *Nature*, *188*, 517–525. Retrieved from http://www.nature.com/nature/journal/v188/n4749/abs/188517a0.html

Brown, P., & Khamphoukeo, K. (2010). Changes in farmers' knowledge, attitudes and practices after implementation of ecologically-based rodent management in the uplands of Lao PDR. *Crop Protection*, *29*(6), 577–582. doi:10.1016/j.cropro.2009.12.025.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

Brown, P. R., Leung, L. K.-P., Sudarmaji, & Singleton, G. R. (2003). Movements of the ricefield rat, *Rattus argentiventer*, near a trap-barrier system in rice crops in West Java, Indonesia. *International Journal of Pest Management*, *49*, 123–129. doi:10.1080/0967087021000038144

Brown, P. R., & My Phung, N. T. (2011). Pattern and dynamics of rodent damage to lowland irrigated rice crops in An Giang, Vietnam. *International Journal of Pest Management*, *57*(1), 67–76. doi:10.1080/09670874.2010.529954

Brown, P. R., Tuan, N. P., & Banks, P. B. (2005). Movements , habitat use and response of ricefield rats to removal in an intensive cropping system in Vietnam. *Belgian Journal of Zoology*, *135*(December), 145–152.

Brown, P., Tuan, N., Singleton, G., & Hue, D. (2005). Population dynamics of *Rattus argentiventer*, *Rattus losea*, and *Rattus rattus* inhabiting a mixed-farming system in the Red River Delta, Vietnam. *Population Ecology*, *47*, 247–256. doi:DOI 10.1007/s10144-005-0228-x

Brumfield, R. T., Beerli, P., Nickerson, D. a., & Edwards, S. V. (2003). The utility of single nucleotide polymorphisms in inferences of population history. *Trends in Ecology & Evolution*, *18*(5), 249–256. doi:10.1016/S0169-5347(03)00018-1

Buckle, A., & Prescott, C. (2012). The Current Status of Anticoagulant Resistance in Rats and Mice in the UK. *Rodenticide Resistance Action Group*, (May), 1–35. Retrieved from http://www.pestmagazine.co.uk/_attachments/Resources/624_S4.pdf

Buckle, A., Rowe, F., & Husin, A. (1984a). Field trials of warfarin and brodifacoum wax block baits for the control of the rice field rat, Rattus argentiventer in peninsular Malaysia∗. *International Journal of Pest Management*, *30*, 51.

Buckle, A., Rowe, F., & Husin, A. (1984b). Field trials of warfarin and brodifacoum wax block baits for the control of the rice field rat, *Rattus argentiventer* in peninsular Malaysia. *Tropical Pest Management*, *30*(1), 51–58. doi:10.1080/09670878409370851

Busch, J., Waser, P., & Dewoody, J. (2007). Recent demographic bottlenecks are not accompanied by a genetic signature in banner-tailed kangaroo rats *(Dipodomys spectabilis)*. *Molecular Ecology*, *16*, 2450–2462. doi:10.1111/j.1365-294X.2007.03283.x

Buschiazzo, E., & Gemmell, N. (2006). The rise, fall and renaissance of microsatellites in eukaryotic genomes. *Bioessays*, *28*, 1040–1050. doi:10.1002/bies.2047

Capizzi, D., Bertolino, S., & Mortelliti, A. (2014). Rating the rat: global patterns and research priorities in impacts and management of rodent pests. *Mammal Review*. doi:10.1111/mam.12019

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

Carle, F. L., & Strub, M. R. (1978). A New Method for Estimating Population Size from Removal Data. A New Method for Estimating Population Size from Removal Data. *Biometrics*, *34*, 621–630.

Carolina I., Pollet, I. L., Bishop, C. A., & Russello, M. A. (2011). Genetic mating system and population history of the endangered Western Yellow-breasted Chat (Icteria virens auricollis) in British Columbia, Canada. *Canadian Journal of Zoology*, *89*(10), 881–891. doi:10.1139/z11-061

Carroll, S. B. (2000). Endless forms: the evolution of gene regulation and morphological diversity. *Cell*, *101*(6), 577–580. doi:10.1016/S0092-8674(00)80868-5

Centeno-Cuadros, A., Román, J., Delibes, M., & Godoy, J. A. (2011). Prisoners in their habitat? Generalist dispersal by habitat specialists: a case study in southern water vole *(Arvicola sapidus). PloS One*, *6*(9), e24613. doi:10.1371/journal.pone.0024613

Chamberland, J., Lanthier, G., & Boisclair, D. (2014). Comparison between electrofishing and snorkeling surveys to describe fish assemblages in Laurentian streams. *Environmental Monitoring and Assesment*, *186*(3), 1837–46. doi:10.1007/s10661-013-3497-4

Chaval, Y. (2011). *South East Asian Murines Field Guide*. ANR BiodivhealthSEA.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

Chouikha, I., & Hinnebusch, B. (2012). Yersinia–flea interactions and the evolution of the arthropod-borne transmission route of plague. *Current Opinion in Microbiology*, *15*(3), 239–246. doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.mib.2012.02.003

Christiane Gebhardt. (2011). Molecular Markers, Maps, and Population Genetic. In H. A. R. Dick Vreugdenhil, John Bradshaw, Christiane Gebhardt, Francine Govers, Mark A. Taylor, Donald K.L. MacKerron (Ed.), *Potato Biology and Biotechnology: Advances and Perspectives: Advances and Perspectives* (p. 78). Elsevier.

Clapperton, B. K. (2006). *A review of the current knowledge of rodent behaviour in relation to control devices* (pp. 15–25). New Zealand: Science & Technical Publishing.

Claude, J. (2008). *Morphometrics with R* (pp. 1–5). New York, USA: Springer.

Claude, J., & Soonchan, S. (2011). *Protocols for field and laboratory rodent studies*. (V. Herbreteau, Jittapalapong, C. J.-F. SRerkamnuaychoke W., Chaval Y., & M. S., Eds.) (Vol. 58, p. 24). CERoPath. Retrieved from http://www.ceropath.org/FichiersComplementaires/Herbreteau_Rodents_protocols_2011.pdf

Clutton-Brock, T., Albon, S., & Guinness, F. (1985). Parental investment and sex differences in juvenile mortality in birds and mammals. *Nature*, *313*, 131–133.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

Colleen, J., Figueiredo, M. L., & Vapalahti Olli. (2010). A global perspective on hantavirus ecology, epidemiology, and disease. *Clinical Microbiology Reviews*, *23*(2). doi:10.1128/CMR.00062-09

Conroy, C., & Gupta, A. (2011). Cranial morphology of the California vole (*Microtus californicus,* Cricetidae) in a contact zone. *Biological Journal of the Linnean Society*, *104*, 264–283. doi:10.1111/j.1095-8312.2011.01722.x

Cordero, G., & Epps, C. (2012). From Desert to Rainforest: Phenotypic Variation in Functionally Important Traits of Bushy-Tailed Woodrats *(Neotoma cinerea)* Across Two Climatic Extremes. *Journal of Mammalian Evolution*, *19*(2), 135–153. doi:10.1007/s10914-012-9187-0

Cox, R. M., & Calsbeek, R. (2010). Sex-specific selection and intraspecific variation in sexual size dimorphism. *Evolution; International Journal of Organic Evolution*, *64*(3), 798–809. doi:10.1111/j.1558-5646.2009.00851.x

Cross, M., Zheng, T., Duckworth, J., & Cowan, P. (2011). Could recombinant technology facilitate the realisation of a fertility-control vaccine for possums? *New Zealand Journal of Zoology*, *38*(1), 91–111. doi:10.1080/03014223.2010.541468

Dawson, R., & Milne, N. (2012). Cranial size and shape variation in mainland and island populations of the quokka. *Journal of Zoology*, *288*, 267–274. doi:10.1111/j.1469-7998.2012.00952.x

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

Defra. (2014). UK UWMN Fish Sampling Methodology. Retrieved October 30, 2014, from http://uwmn.defra.gov.uk/methods/fishmethods.php

Desoky, A. (2013). Evaluation of Chemical and Mechanical Control to Reduce Active Burrows for Arvicanthis niloticus in Sohag Governorate, Egypt. *Journal of Environmentally Friendly Processes*, *1*(1), 14–18. Retrieved from http://www.petrotex.us/wp-content/uploads/2013/07/Vol-1-No-1-2.pdf

DeYoung, R., & Honeycutt, R. (2005). The molecular toolbox: genetic techniques in wildlife ecology and management. *Journal of Wildlife Management*, *69*(4), 1362–1384. doi:10.2193/0022-541X(2005)69[1362:TMTGTI]2.0.CO;2

Douangboupha, B. (2010). Rodent outbreaks in the uplands of Lao PDR. In Grant R. Singleton, S. R. Belmain, P. R. Brown, & and B. Hardy (Eds.), *Rodent outbreaks: ecology and impacts.* (pp. 99–109). Los Baños (Philippines): International Rice Research Institute.

Douangboupha, B., Brown, P. R., Khamphoukeo, K., Aplin, K. P., & Singleton, G. R. (2009). Population dynamics of rodent pest species in upland farming systems of Lao PDR. *Kasetsart Journal : Natural Science*, *131*, 125–131. Retrieved from http://www.projet-pepites.org/index.php/projets/content/download/3954/25319/file/Douangboupha_KUJ_2009.pdf

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

Duque, U. G., Joshi, R. C., Martin, A. R., Marquez, L. V, & Sebastian, L. S. (2005). Rat pest species breeding patterns in the trap barrier system plus a trap crop (TBS + TC) at the PhilRice-CES farm : management implications. *International Rice Research Notes*, *30*(1), 26–28.

Edalgo, J., & Anderson, J. (2007). Effects of Prebaiting on Small Mammal Trapping Success in a Morrow's Honeysuckle-Dominated Area. *The Journal of Wildlife Management*, *71*(1), 246–250. doi:10.2193/2006-344

Elbroch, M. (2006). The Bones of the Skull. In *Animal skulls: a guide to North American species* (pp. 1–23). Mechanicsburg, PA: Stackpole Books.

Ellegren, H. (2004). Microsatellites: simple sequences with complex evolution. *Nature Reviews. Genetics*, *5*(6), 435–45. doi:10.1038/nrg1348

Elmeros, M., Christensen, T. K., & Lassen, P. (2011). Concentrations of anticoagulant rodenticides in stoats Mustela erminea and weasels Mustela nivalis from Denmark. *The Science of the Total Environment*, *409*(12), 2373–8. doi:10.1016/j.scitotenv.2011.03.006

Feldhamer, G. A., Drickamer, L. C., Vessey, S. H., Merritt, J. F., & Krajewski, C. (2007). Rodentia and Lagomorpha. In *Mammalogy: Adaptation, Diversity, Ecology* (3rd ed., Vol. 54, pp. 348–349). Baltimore, Maryland: Johns Hopkins University Press.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

Fernandes, F. (2009). Intra-and interspecific skull variation in two sister species of the subterranean rodent genus *Ctenomys* (Rodentia, Ctenomyidae): coupling geometric morphometrics. *Zoological Journal of the Linnean Society*, *155*, 220–237. doi:10.1111/j.1096-3642.2008.00428.x

Finnegan, L. a., Wilson, P. J., Price, G. N., Lowe, S. J., Patterson, B. R., Fortin, M.-J., & Murray, D. L. (2011). The complimentary role of genetic and ecological data in understanding population structure: a case study using moose *(Alces alces).* *European Journal of Wildlife Research*, *58*(2), 415–423. doi:10.1007/s10344-011-0590-2

Fischer, C., Thies, C., & Tscharntke, T. (2011). Small mammals in agricultural landscapes: Opposing responses to farming practices and landscape complexity. *Biological Conservation*, *144*(3), 1130–1136. doi:10.1016/j.biocon.2010.12.032

Flor, R. J. B., & Singleton, G. R. (2010). Analysis of communication pathways and impacts of the Boo! Boo! Rat! campaign. In G. R. Singleton, S. R. Belmain, P. R. Brown, & and B. Hardy (Eds.), *Rodent Outbreaks: Ecology and Impacts* (pp. 191–204). Los Baños (Philippines): International Rice Research Institute.

Francis, C. M., & Barrett, P. (2008). *A field guide to the mammals of South-East Asia (Thailand, Peninsular Malaysia, Singapore, Myanmar, Laos, Vietnam, Cambodia)* (pp. 51–52). UK: New Holland Publishers.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

Frederick W. Oehme. (2012). Anticoagulant Rodenticides (Warfarin and Congeners). Retrieved March 18, 2013, from http://www.merckmanuals.com/vet/print/toxicology/rodenticide_poisoning/anticoagulant_rodenticides_warfarin_and_congeners.html

Freeland, J. R., Kirk, H., & Petersen, S. (2011). *Molecular Ecology*. Chichester, UK: John Wiley & Sons, Ltd. doi:10.1002/9780470979365

Golob, P., Birkinshaw, L. A., Stathers, T. E., Meyer, A. N., Belmain, S. R., Farrell, G., & Hodges, R. J. (2007). Pest Management. In P. Golob, G. Farrell, & J. E. Orchard (Eds.), *Crop Post-Harvest: Science and Technology, Volume 1: Principles and Practice* (pp. 233–320). Oxford, UK.: Blackwell Science Ltd. doi:10.1002/9780470751015.ch6

Grieco, T., & Rizk, O. (2010). Cranial shape varies along an elevation gradient in Gambel's white□footed mouse *(Peromyscus maniculatus gambelii)* in the Grinnell Resurvey Yosemite transect. *Journal of Morphology*, *271*, 897–909. doi:10.1002/jmor.10839

Grljusic, S., Snjezana Bolari, Popovi, S., Cupic, T., Tucak, M., & Kozumplik, V. (2008). Comparison of morphological and RAPD markers in evaluation of red clover *(Trifolium pratense L .)* changes caused by natural selection. *Periodicum Biologorum*, *110*(3), 237–242.

Groot, I. de. (2004). Prevention and Control of Rats and Mice. In *AD18E Protection of stored grains and pulses* (5th ed., pp. 54–55). Wageningen: Agromisa Foundation.

Gupta, R. C. (2012). *Veterinary Toxicology: Basic and Clinical Principles* (p. 680). USA: Academic Press.

Gusfield, D. (2014). Exploiting Recombination. In *ReCombinatorics: The Algorithmics of Ancestral Recombination Graphs and Explicit Phylogenetic Networks* (p. 113). USA: MIT Press.

Hafidzi, M. ., & Saayon, M. . (2001). Status of Rat Infestation and Recent Control Strategies in Oil Pahn Plantations in Peninsular Malaysia. *Pertanika J. Trap. Agric. Sci.*, *24*(2), 109–114.

Hafidzi, M. N., & Na'im., M. (2003). *The use of Barn Owl, Tyto alba, to suppress rat damage in ricefields in Malaysia.* (G. Singleton, L. Hinds, C. Krebs, & D. Spratt, Eds.)*Rats, mice and people: rodent biology and management.* (pp. 274–276). Canberra, Australia.: Australian Centre for International Agricultural Research.

Haniza Hanim Mohd. Zain. (2008). *Population Structure and Warfarin Resistance in the Brown Rat*. University of Leicester.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

Hedger, R. D., de Eyto, E., Dillane, M., Diserud, O. H., Hindar, K., McGinnity, P., … Rogan, G. (2013). Improving abundance estimates from electrofishing removal sampling. *Fisheries Research, 137*, 104–115. doi:10.1016/j.fishres.2012.09.015

Henderson, P., Seaby, R., & Somes, R. (2007). *Removal Sampling 2*. *Pisces Conservation Ltd* (pp. 23–27). Hampshire: Pisces Conservation Ltd.

Herbreteau, V., & Chaval, Y. (2012). Rattus argentiventer (Robinson and Kloss, 1916). Retrieved December 24, 2012, from http://www.ceropath.org/rdbsea/species/Rattus argentiventer/measurements

Herbreteau, V., Jittapalapong, SRerkamnuaychoke W., Chaval Y., C. J.-F., & S., M. (Eds.). (2011). *Protocols for field and laboratory rodent studies*. *Protocols for field and laboratory rodent studies.* CERoPath. Retrieved from http://www.ceropath.org/FichiersComplementaires/Herbreteau_Rodents_protocols_2011.pdf

Herrel, A., Fabre, A., Hugot, J., Keovichit, K., Adriaens, D., Brabant, L., … Cornette, R. (2012). Ontogeny of the cranial system in Laonastes aenigmamus. *Journal of Anatomy, 221*, 128–137. doi:10.1111/j.1469-7580.2012.01519.x

Hillock, D. (2014). Mechanical Pest Controls. Retrieved April 16, 2014, from http://osufacts.okstate.edu

Homsi, K., & Aulagnier, S. (2010). Unexpected morphometric differentiation of the Algerian mouse, Mus spretus (Rodentia: Muridae) from Kabylie of Djurdjura (Algeria). *Mammalia*, *74*(2), 199–207. doi:10.1515/mamm.2010.023

Htwe, N., Singleton, G., & Hinds, L. (2012). Breeding ecology of rice field rats, Rattus argentiventer and R. tanezumi in lowland irrigated rice systems in the Philippines. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, *161*, 39–45. doi:10.1016/j.agee.2012.07.023

Htwe, N., Singleton, G., & Sluydts, V. (2011). Are rodent population eruptions in southeast Asia associated with quantity or quality of food? *8th European Vertebrate Pest Management Conference*, *432*, 174–175. doi:10.5073/jka. 2011.432. 095

Htwe, N. M., Singleton, G. R. and Nelson, A. D. (2013). Can rodent outbreaks be driven by major climatic events? Evidence from cyclone Nargis in the Ayeyawady delta, Myanmar. *Pest Management Science.*, *69*(3), 378–385. doi:doi: 10.1002/ps.3292

Huan, N. H., Nga, V. T. Q., Brown, P. R., Phung, N. T. M., & Singleton G.R. (2010). Rodent impacts in lowland irrigated intensive rice systems in Vietnam. In G. R. Singleton, S. R. Belmain, P. R. Brown, & and B. Hardy (Eds.), *Rodent outbreaks: ecology and impacts*. Los Baños (Philippines): International Rice Research Institute.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

Hughes, P. C., Tanner, J. M., & Williams, J. P. (1978). A longitudinal radiographic study of the growth of the rat skull. *Journal of Anatomy*, *127*(Pt 1), 83–91.

Husni Ibrahim. (2008). *The role of migration in the distribution of the brown rat in the UK agricultural landscape*. University of Leicester.

Ishizuka, M., Tanikawa, T., & Tanaka, K. (2008). Pesticide resistance in wild mammals-Mechanisms of anticoagulant resistance in wild rodents. *The Journal of Toxicological Sciences*, *33*(3), 283–291.

IUCN. (2012). IUCN (International Union for Conservation of Nature) 2008. Rattus argentiventer. Retrieved December 31, 2012, from http://maps.iucnredlist.org/map.html?id=19322

J. L., Lin, T. E., Wang, H. C., Kuo, C., & Huang, J. (2012). Detection of Rickettsia spp. and host and habitat associations of fleas (Siphonaptera) in eastern Taiwan. *Medical and Veterinary Entomology*, *26*, 341–350. doi:doi: 10.1111/j.1365-2915.2012.01009.x

Jabatan Pertanian Negeri Perak. (2010). Ke Arah Meningkatkan Hasil Padi 7 Tan Sehektar. Retrieved from http://www.pertanianperak.gov.my/jpp/index.php?option=com_content&view=article&id=618:ke-arah-meningkatkan-hasil-padi-7-tan-sehektar&catid=68:manual-tanaman&Itemid=385

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

Jacob, J., Singleton, G. R., Herawati, N. a., & Brown, P. R. (2010). Ecologically based management of rodents in lowland irrigated rice fields in Indonesia. *Wildlife Research*, *37*(5), 418. doi:10.1071/WR10030

Jacob, J., & Tkadlec, E. (2010). Rodent outbreaks in Europe: dynamics and damage. In G. R. Singleton, S. R. Belmain, P. R. Brown, & and B. Hardy (Eds.), *Rodent outbreaks: ecology and impacts* (pp. 207–223). Los Baños (Philippines): International Rice Research Institute.

Jakob, E., Marshall, S., & Uetz, G. (1996). Estimating fitness: a comparison of body condition indices. *Oikos*, *77*(1), 61–67. Retrieved from http://www.jstor.org/stable/10.2307/3545585

John A. (2014). Rodent outbreaks and rice pre-harvest losses in Southeast Asia. *Food Security*, *6*(2), 249–260. doi:10.1007/s12571-014-0338-4

John M. Butler. (2011). Mithochondrial DNA Analysis. In *Advanced Topics in Forensic DNA Typing: Methodology* (3rd ed., pp. 405–412). USA: Academic Press.

Jong, M. De, Wahlberg, N., Eijk, M. Van, Brakefield, P. M., & Zwaan, B. J. (2011). Mitochondrial DNA signature for range-wide populations of *Bicyclus anynana* suggests a rapid expansion from recent refugia. *PloS One*, *6*(6), 1–5. doi:10.1371/journal.pone.00213

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

Kahvecioghu KO, Onar V, Alpak H, & Pazvant G. (2000). The morphometry of the Foramen magnum in rabbits and its correlation with craniometric measurements. *Folia Veterinaria*, *44*, 62–69.

Karimi, I., Onar, V., Hadipour, M., & Mazaheri, Y. (2011). The Cranial Morphometric and Morphologic Characteristics of Mehraban Sheep in Western Iran, *6*(2), 111–117.

Kelly, S., Panhuis, T., & Stoehr, A. (2012). Phenotypic plasticity: molecular mechanisms and adaptive significance. *Comprehensive Physiology*, *2*, 1417–1439.

Kementerian Pertanian dan Industri Asas Tani Malaysia. (2011). *Dasar Agromakanan Negara 2011* (pp. 47–51). Malaysia: Percetakan Watan Sdn. Bhd.

Keshtkar, S. (2012). Morphometric Study of Genus Rattus in Tehran City. *Journal of American Science*, *8*(11), 220–224. Retrieved from http://medcontent.metapress.com/index/A65RM03P4874243N.pdf

Kim, K., & Sappington, T. (2013). Population genetics strategies to characterize long-distance dispersal of insects. *Journal of Asia-Pacific Entomology*, *16*, 87–97.

Kirk, H., & Freeland, J. R. (2011). Applications and Implications of Neutral versus Non-neutral Markers in Molecular Ecology. *International Journal of Molecular Sciences*, *12*(6), 3966–88. doi:10.3390/ijms12063966

Korner-Nievergelt, F., Sauter, A., Atkinson, P. W., Guélat, J., Kania, W., Kéry, M., … van Noordwijk, A. J. (2010). Improving the analysis of movement data from marked individuals through explicit estimation of observer heterogeneity. *Journal of Avian Biology*, *41*(1), 8–17. doi:10.1111/j.1600-048X.2009.04907.x

Krebs, C. J. (2002). Two complementary paradigms for analysing population dynamics. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences*, *357*(1425), 1211–9. doi:10.1098/rstb.2002.1122

Kumar, P., Gupta, V. K., Misra, A. K., Modi, D. R., & Pandey, B. K. (2009). Potential of Molecular Markers in Plant Biotechnology. *Plant Omics Journal*, *2*(4), 141–162.

Lalis, A., Baylac, M., & Cosson, J. (2009). Cranial morphometric and fine scale genetic variability of two adjacent *Mastomys natalensis* (Rodentia: Muridae) populations. *Acta Theriologica*, *54*(2), 171–181. doi:10.1007/BF03193173

Lam, Y. (1983). Reproduction in the rice field rat, *Rattus argentiventer*. *Malayan Nature Jurnal*, *36*, 249–282.

Lam, Y. (1988). Rice as a trap crop for the rice field rat in Malaysia. In R. E. A. C. Crabb, A. C. and R. E. Marsh (Ed.), *Proceedings of the 13th vertebrate pest conference* (pp. 67–74). Davis, USA.: University of California.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

Lam, Y. (1990). Evaluation of four rodenticidal dusts for the control of Rattus argentiventer in rice fields. *MARDI Research Journal*, *18*(2), 185–189.

Larizza, A., Pesole, G., Reyes, A., Sbisà, E., & Saccone, C. (2002). Lineage specificity of the evolutionary dynamics of the mtDNA D-loop region in rodents. *Journal of Molecular Evolution*, *54*(2), 145–55. doi:10.1007/s00239-001-0063-4

Lembaga Kemajuan Pertanian Muda. (2013). Kawalan Makhluk Perosak Dan Penyakit. Retrieved from http://www.mada.gov.my/web/guest/semakantanamanpadi

Lemus, J. a, Bravo, C., García-Montijano, M., Palacín, C., Ponce, C., Magaña, M., & Alonso, J. C. (2011). Side effects of rodent control on non-target species: Rodenticides increase parasite and pathogen burden in great bustards. *The Science of the Total Environment*, *409*(22), 4729–34. doi:10.1016/j.scitotenv.2011.07.007

Li, J., Coates, B. S., Kim, K. S., Bourguet, D., Ponsard, S., He, K., & Wang, Z. (2014). The genetic structure of Asian corn borer, *Ostrinia furnacalis*, populations in China: Haplotype variance in Northern populations and potential impact on management. *Journal of Heridity*, *5*, 105. doi:10.1093/jhered/esu036

Liu, Q., Qin, J., Chen, Q., Wang, D., & Shi, D. (2013). Fertility control of Rattus nitidus using quinestrol: effects on reproductive organs and social behavior. *Integrative Zoology*, *8 Suppl 1*, 9–17. doi:10.1111/j.1749-4877.2012.00296.x

Liu, Z., & Cordes, J. (2004). DNA marker technologies and their applications in aquaculture genetics. *Aquaculture*, 1–37.

Loiselle, B., Graham, C., Goerck, J. M., & Ribeiro, M. C. (2010). Assessing the impact of deforestation and climate change on the range size and environmental niche of bird species in the Atlantic forests, Brazil. *Journal of Biogeography*, *37*, 1288–1301. doi:10.1111/j.1365-2699.2010.02285.x

López, M., Foronda, P., Feliu, C., & Hernández, M. (2013). Genetic characterization of black rat (Rattus rattus) of the Canary Islands: origin and colonization. *Biological Invasions*, *15*(11), 2367–2372. doi:10.1007/s10530-013-0466-3

Lunde, D., & Son, N. T. (2001). *An identification guide to the rodents of Vietnam*. *Center for Biodiversity and Conservation at the American Museum of Natural History* (p. 36). New York: Center for Biodiversity and Conservation , American Museum of Natural History.

Macholán, M., & VYSKOÄŒILOVÁ, M. (2012). Mitochondrial DNA sequence variation and evolution of Old World house mice (Mus musculus). *Folia Zool*, *61*(3-4), 284–307. Retrieved from http://www.iapg.cas.cz/uzfg/files/files/Folia12c.pdf

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

Madsen, T., & Shine, R. (1999). Rainfall and rats: Climatically-driven dynamics of a tropical rodent population. *Australian Journal of Ecology*, *24*, 80–89. doi:0.1046/j.1442-9993.1999.00948.x

Marchán-Rivadeneira, M. R., Larsen, P. A., Phillips, C. J., Strauss, R. E., & Baker, R. J. (2012). On the association between environmental gradients and skull size variation in the great fruit-eating bat, *Artibeus lituratus* (Chiroptera: Phyllostomidae). *Biological Journal of the Linnean Society*, *105*, 623–634. doi:10.1111/j.1095-8312.2011.01804.x

Martin, R. E., Pine, R. H., & DeBlase, A. F. (2000a). The Rodents: Order Rodentia. In *A Manual of Mammalogy: With Keys to Families of the World* (3rd ed.). Dubuque, Iowa: McGraw Hill.

Martin, R. E., Pine, R. H., & DeBlase, A. F. (2000b). The Skull. In *A Manual of Mammalogy: With Keys to Families of the World* (3rd ed., pp. 6–12). Dubuque, Iowa: McGraw Hill.

Martínez, J. J., & Di Cola, V. (2011). Geographic distribution and phenetic skull variation in two close species of *Graomys* (Rodentia, Cricetidae, Sigmodontinae). *Zoologischer Anzeiger - A Journal of Comparative Zoology*, *250*(3), 175–194. doi:10.1016/j.jcz.2011.03.001

Maryanto, I. (2003). Taxonomic status of the ricefield rat *Rattus argentiventer* (Robinson and Kloss , 1916) (Rodentia) from Thailand , Malaysia and Indonesia based on morphological variation. *Records of the Western Australian Museum*, *22*, 47–65.

Matisoo-Smith, E., & Robins, J. (2008). Mitochondrial DNA evidence for the spread of Pacific rats through Oceania. *Biological Invasions*, *11*(7), 1521–1527. doi:10.1007/s10530-008-9404-1

McCall, B., & Mitchell, M. (2013). Combined use of mark-recapture and genetic analyses reveals response of a black bear population to changes in food productivity. *The Journal of Wildlife Management*, *77*, 1572–1582. doi:10.1002/jwmg.617

McGuire, J. L. (2010). Geometric morphometrics of vole (Microtus californicus) dentition as a new paleoclimate proxy: Shape change along geographic and climatic clines. *Quaternary International*, *212*(2), 198–205. doi:10.1016/j.quaint.2009.09.004

Meerburg, B. G., Singleton, G. R., & Kijlstra, A. (2009). Rodent-borne diseases and their risks for public health. *Critical Reviews in Microbiology*, *35*(3), 221–70. doi:10.1080/10408410902989837

Meiri, S. (2011). Bergmann's Rule–what's in a name? *Global Ecology and Biogeography*, *20*, 203–207. doi:10.1111/j.1466-8238.2010.00577.x

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

Merilä, J., & Hendry, A. (2014). Climate change, adaptation, and phenotypic plasticity: the problem and the evidence. *Evolutionary Applications*, *7*, 1–14. doi:10.1111/eva.12137

Monfared, A. L. (2013). Anatomy of the Persian Cat's Skull and its Clinical Value During Regional Anesthesia. *Global Veterinaria*, *10*(5), 551–555. doi:10.5829/idosi.gv.2013.10.5.72101

Monsen-Collar, K. J., & Dolcemascolo, P. (2010). Using Molecular Techniques to Answer Ecological Questions. *Nature Education Knowledge*, *3*(10), 1.

Monteiro, L., Duarte, L., & Reis, S. (2003). Environmental correlates of geographical variation in skull and mandible shape of the punaré rat *Thrichomys apereoides* (Rodentia:Echimyidae). *Journal of Zoology*, *261*, 47–57. doi:10.1017/S0952836903003893

Morfológico, E. (2009). Morphological and Morphometric Study of the Mental Foramen on the M-CP-18 Jiachenjiang Point, *27*(1), 231–238.

Morin, P. A., Luikart, G., & Wayne, R. K. (2004). SNPs in ecology, evolution and conservation. *Trends in Ecology & Evolution*, *19*, 208–216.

Mota, A., Brüggemann, S., & Costa, F. (2013). MODY 2: Mutation identification and molecular ancestry in a Brazilian family. *Gene*, *512*(2), 486–91. doi:10.1016/j.gene.2012.10.013

Motro, Y. (2011). Economic evaluation of biological rodent control using barn owls *Tyto alba* in alfalfa. *8th European Vertebrate Pest Management Conference*, *432*, 79–80. doi:10.5073/jka.2011.432.040

Musser, G. (1973). Zoogeographical significance of the ricefield rat, Rattus argentiventer, on Celebes and New Guinea and the identity of Rattus pesticulus. American Museum novitates; *American Museum Novitates*, *2511*, 1–30.

My Phung, N. T., Brown, P. R., & Leung, L. K. P. (2013). Use of computer simulation models to encourage farmers to adopt best rodent management practices in lowland irrigated rice systems in An Giang Province, the Mekong Delta, Vietnam. *Agricultural Systems*, *116*, 69–76. doi:10.1016/j.agsy.2012.11.003

Nagorsen, D., & Cardini, A. (2009). Tempo and mode of evolutionary divergence in modern and Holocene Vancouver Island marmots *(Marmota vancouverensis)*(Mammalia, Rodentia). *Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research*, *47*, 258–267. doi:10.1111/j.1439-0469.2008.00503.x

Nakamura, H., Muro, T., Imamura, S., & Yuasa, I. (2009). Forensic species identification based on size variation of mitochondrial DNA hypervariable regions. *International Journal of Legal Medicine*, *123*(2), 177–84. doi:10.1007/s00414-008-0306-7

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

Nezhad, NM, M. Solouki, B. S. (2010). The Comparison Of Long And Short Primers Used For RAPD Technique In Grape. *Trakia Journal of Sciences*, *8*(1), 38–41.

Nolte, D., Jacob, J., & Sudarmaji, R. (2002). *Demographics and burrow use of rice field rats in Indonesia*. (R. M. T. and R. H. Schmidt, Ed.)*Proceedings of the 20th vertebrate pest conference* (pp. 75–85). Davis, USA: University of California.

Norimah, a K., Safiah, M., Jamal, K., Haslinda, S., Zuhaida, H., Rohida, S., Azmi, M. Y. (2008). Food Consumption Patterns: Findings from the Malaysian Adult Nutrition Survey (MANS). *Malaysian Journal of Nutrition*, *14*(1), 25–39. Retrieved from http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22691762

Normile, D. (2010). Holding back a torrent of rats. *Science*, *327*, 806–807. Retrieved from http://www.sciencemag.org/content/327/5967/806.short

O'Connell, J., Gurdasani, D., Delaneau, O., Pirastu, N., Ulivi, S., Cocca, M., Marchini, J. (2014). A general approach for haplotype phasing across the full spectrum of relatedness. *PLoS Genetics*, *10*(4), e1004234. doi:10.1371/journal.pgen.1004234

Odman, A., Mavropoulos, A., & Kiliaridis, S. (2008). Do masticatory functional changes influence the mandibular morphology in adult rats. *Archives of Oral Biology*, *53*(12), 1149–54. doi:10.1016/j.archoralbio.2008.07.004

Olude, M. a, Olopade, J. O., Fatola, I. O., & Onwuka, S. K. (2009). Some aspects of the neurocraniometry of the African giant rat (*Cricetomys gambianus* Waterhouse). *Folia Morphologica*, *68*(4), 224–7. Retrieved from http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19950071

Olude, M. A., & Olopade, J. O. (2010). Morphometric Studies of the Axial Skeleton of the African Giant Rat (Cricetomys gambianus , Waterhouse) Part (1): Skull Typology. *Skull Typology of African Giant Rat*, *3*(2), 1–12.

Onar, V., Pazvant, G., Ince, N. G., Alpak, H., Janeczek, M., & Kızıltan, Z. (2013). Morphometric Analysis Of The Foramen Magnum Of Byzantine Dogs Excavated In Istanbul Yenikapi At The Site Of Theodosius Harbour. *Mediterranean Arhaeology and Archaeometry*, *13*(1), 135–142.

Ozkan, Z. (2007). Macro-anatomical investigations on the forelimb skeleton of mole-rat (Spalax leucodon Nordmann). *Veterinarski Arhiv*, *72*, 91–99. Retrieved from http://www.vef.unizg.hr/vetarhiv/papers/72-2/ozkan.pdf

Palis, F. ., Singleton, G. ., Sumalde, Z., & Hossain, M. (2007). Social and cultural dimensions of rodent pest management. *Integrative Zoology*, *2*, 174–183.

Palis, F. G., Singleton, G. R., Brown, P. R., Huan, N. H., Duong, and N. T., & Nga. (2010). Socio-cultural factors influencing the adoption of ecologically based rodent pest management. In G. R. Singleton, S. R. Belmain, P. R. Brown, & and

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

B. Hardy (Eds.), *Rodent outbreaks: ecology and impacts.* (pp. 153–169). Los Baños (Philippines): International Rice Research Institute.

Palis, F., Sumalde, Z., Torres, C., Contreras, A., & Datar, F. (2013). *Impact Pathway Analysis of ACIAR's Investment in Rodent Control in Vietnam, Lao PDR and Cambodia* (p. 13). Canberra.

Pankakoski, E., & Nurmi, K. (1986). Skull morphology of Finnish muskrats: geographic variation, age differences and sexual dimorphism. *Annales Zoologici Fennici*, *23*, 1–32.

Paramasvaran, S., & Sani, R. (2012). An Overview Of Nematodes Infecting Urban And Wild Rats (Muridae) In Malaysia. *Malaysian Journal of Veterinary Research*, *3*(January), 15–21. Retrieved from http://www.dvsvri.gov.my/web/images/mjvr04/3.pdf

Paris, M., Meyer, C.-L., & Blassiau, C. (2012). Two methods to easily obtain nucleotide sequences from AFLP loci of interest. *Data Production and Analysis in Population Genomics*, *888*, 91–108. doi:10.1007/978-1-61779-870-2_6

Parsch, J., Meiklejohn, C., & Hartl, D. (2007). Inferring Evolutionary History through Inter-and Intraspecific DNA Sequence Comparison: The Drosophila janus and ocnus Genes. In *Selective Sweep* (pp. 1–12). US: Springer US.

Pastuszak, A., & Lamb, D. (2012). The genetics of male fertility—from basic science to clinical evaluation. *Journal of Andrology*, *33*, 1075–1084. doi:10.2164/jandrol.112.017103

Paz, A., Jareño, D., Arroyo, L., Viñuela, J., Arroyo, B., Mougeot, F., Fargallo, J. A. (2013). Avian predators as a biological control system of common vole *(Microtus arvalis)* populations in north-western Spain: experimental set-up and preliminary results. *Pest Management Science*, *69*(3), 444–50. doi:10.1002/ps.3289

Pearce, J. M., Blums, P., & Lindberg, M. S. (2008). Site Fidelity Is an Inconsistent Determinant of Population Structure in the Hooded Merganser *(Lophodytes Cucullatus)*: Evidence From Genetic, Mark–Recapture, and Comparative Data. *The Auk*, *125*(3), 711–722. doi:10.1525/auk.2008.07154

Pelz, H.-J., Rost, S., Hünerberg, M., Fregin, A., Heiberg, A.-C., Baert, K., Müller, C. R. (2005). The genetic basis of resistance to anticoagulants in rodents. *Genetics*, *170*(4), 1844. doi:10.1534/genetics.104.040360

Pergams, O. R. W., & Lawler, J. J. (2009). Recent and widespread rapid morphological change in rodents. *PloS One*, *4*(7), e6452. doi:10.1371/journal.pone.0006452

Pessôa, L., & Strauss, R. (1999). and shape variation, pelage and bacular morphology, and subspecific differentiation in spiny rats, *Proechimys albispinus* (Is. Geoffroy,

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

1838), from northeastern. *Bonner Zoologische Beitrage*, *48*, 231–243. Retrieved from http://www.faculty.biol.ttu.edu/Strauss/Pubs/Papers/1999PessoaStrauss.pdf

Phung, N., Brown, P., & Leung, L. (2011). The diet of the female ricefield rat, *Rattus argentiventer*, influences their breeding performance in a mixed rice cropping ecosystem in An Giang province, the Mekong Delta, Vietnam. *Wildlife Research*, *38*, 610–616. doi:http://dx.doi.org/10.1071/WR10180

Phung, N., Brown, P., & Leung, L. (2012). Changes in population abundance, reproduction and habitat use of the rice-field rat, *Rattus argentiventer*, in relation to rice-crop growth stage in a lowland rice agroecosystem in Vietnam. *Wildlife Research*, *39*, 250–257. doi:http://dx.doi.org/10.1071/WR11153

Pin, K., & GanLian, T. (2008). Beneficial biodiversity: a review on potentially beneficial reptile, bird and mammal species in oil palm plantations. *Planter*, *84*(984), 169–175. Retrieved from http://www.isp.org.my

Portnoy, D., & Heist, E. (2012). Molecular markers: progress and prospects for understanding reproductive ecology in elasmobranchs. *Journal of Fish Biology*, *80*, 1120–1140. doi:10.1037/e576452011-021

Prado, J., & Percequillo, A. (2011). Ontogenetic and sexual variation in cranial characters of Aegialomys Xanthaeolus (Thomas, 1894)(Cricetidae: Sigmodontinae) from Ecuador and Peru. *Papéis Avulsos de Zoologia (São Paulo)*, *51*(9), 155–177. doi:http://dx.doi.org/10.1590/S0031-10492011000900001.

Puan, C., Goldizen, A., Zakaria, M., Hafidzi, M. N., & Baxter, G. S. (2011). Relationships among rat numbers, abundance of oil palm fruit and damage levels to fruit in an oil palm plantation. *Integrative Zoology*, *6*, 130–139. doi:doi: 10.1111/j.1749-4877.2010.00231.x

Puan, C. L. (2010). *Interactions Among Rodents, Owls, Food Resources and Habitat Structure in a Malaysian Oil Palm Agroecosystem*. The University of Queensland. Retrieved from http://espace.library.uq.edu.au/view/UQ:211772

Puan, C. L., Baxter, G. S., Goldizen, A. W., Zakaria, M., & Hafidzi, M. N. (2012). Barn owl predatory behavior and response to prey abundance: towards an ecologically-based agricultural practice. *The Journal for Ornithological Research Works and Conservation Activities in Mongolia and Abroad*, *1*, 63–66.

Puan, C. L., Goldizen, A. W., Zakaria, M., Hafidzi, M. N., & Baxter, G. S. (2011). Relationships among rat numbers, abundance of oil palm fruit and damage levels to fruit in an oil palm plantation. *Integrative Zoology*, *6*(2), 130–9. doi:10.1111/j.1749-4877.2010.00231.x

Pucciarelli, H. M. (1981). Growth of the functional components of the rat skull and its alteration by nutritional effects. A multivariate analysis. *American Journal of Physical Anthropology*, *56*(1), 33–41. doi:10.1002/ajpa.1330560104

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

Ramsden, C., Holmes, E., & Charleston, M. (2009). Hantavirus evolution in relation to its rodent and insectivore hosts: no evidence for codivergence. *Molecular Biology and Evolution*, *6*(4). doi:10.5867/medwave.2006.04.2495

Ramsey, D. S., & Wilson, J. C. (2000). Towards ecologically based baiting strategies for rodents in agricultural systems. *International Biodeterioration & Biodegradation*, *45*(3-4), 183–197. doi:10.1016/S0964-8305(00)00059-7

Renvoisé, A., Wout, J. van't, Schroeff, J.G. van der, Beersma, M. F., & Raoult, D. (2012). A case of rickettsialpox in Northern Europe. *International Journal of Infectious Disease*, *16*(3), e221–e222. doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.ijid.2011.11.009,

Reponen, S. E. M., Brown, S. K., Barnett, B. D., & Sacks, B. N. (2013). Genetic and morphometric evidence on a Galápagos Island exposes founder effects and diversification in the first-known (truly) feral western dog population. *Molecular Ecology*. doi:10.1111/mec.12595

Rice Bank knowledge. (2009). Timing Of Community Rat Control—Early Action Is Most Effective, When Rats Are Not Breeding. Retrieved October 13, 2012, from http://www.knowledgebank.irri.org/bmp/pre-planting-phase/rodent-management.html

Rischkowsky, B., & Pilling, D. (Eds.). (2007). Sampling genetic material. In *The State of the World's Animal Genetic Resources for Food and Agriculture* (pp. 366–367). Rome: Food & Agriculture Org.

Rittgers, C. P., & Hoh, R. (2012). *Malaysia Grain and Feed Annual*. *Global Agricultural Information Network (GAIN) Report*.

Rittgers, C., & Wahab, A. G. (2014). *Malaysia Grain and Feed Annual*. *GAIN Report* (pp. 1–5). USA.

Rochelson, B., & Vohra, N. (2006). Geometric morphometric analysis of shape outlines of the normal and abnormal fetal skull using three dimensional sonographic multiplanar display. *Ultrasound Obstetrics & Gynecology*, *2*, 167–172.

Rost, S., Pelz, H.J., Menzel, S., MacNicoll, A. D., León, V., Song, K.-J., … Müller, C. R. (2009). Novel mutations in the VKORC1 gene of wild rats and mice--a response to 50 years of selection pressure by warfarin? *BMC Genetics*, *10*, 4. doi:10.1186/1471-2156-10-4

Ruedas, L., Aplin, K., & Lunde, D. (2008). *Rattus argentiventer*. Retrieved January 05, 2013, from http://www.iucnredlist.org/details/19322/0

Ruedas, L., Aplin, K., & Lunde, D. (2012). *Rattus argentiventer*. Retrieved October 11, 2012, from www.iucnredlist.org

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

Russell, J. (2011). The origin of *Rattus rattus* on the Îles Éparses, Western Indian Ocean. *Journal of Biogeography*, *38*, 1834–1836.

Sarkar, J., Chopra, A., Katageri, B., Raj, H., & Goel, A. (2012). Leptospirosis: a re-emerging infection. *Malaysian J Pathol*, *33*(1), 1–5.

Saunders, G., Cooke, B., McColl, K., Shine, R., & Peacock, T. (2010). Modern approaches for the biological control of vertebrate pests: An Australian perspective. *Biological Control*, *52*(3), 288–295. doi:10.1016/j.biocontrol.2009.06.014

Savidge, J. a., Hopken, M. W., Witmer, G. W., Jojola, S. M., Pierce, J. J., Burke, P. W., & Piaggio, A. J. (2012). Genetic evaluation of an attempted *Rattus rattus* eradication on Congo Cay, U.S. Virgin Islands, identifies importance of eradication units. *Biological Invasions*, *14*(11), 2343–2354. doi:10.1007/s10530-012-0233-x

Schliehe-Diecks, S., Eberle, M., & Kappeler, P. (2012). Walk the line-dispersal movements of gray mouse lemurs (Microcebus murinus). *Behavioral Ecology and Sosiobiology*, *9*(11), 692–692. doi:10.1038/nphys2810

Schneider, J., & Lockwood, R. N. (2000). Stream Fish Population Estimates by Mark-and-Recapture and Depletion Methods. In *Manual of Fisheries Survey Methods II: With Periodic Updates* (pp. 1–14). Michigan: Michigan Department of Natural Resources, Fisheries Division.

Schulman, A., Flavell, A., & Ellis, T. (2004). The application of LTR retrotransposons as molecular markers in plants. *Methodology Molecular Biology*, *260*, 145–173.

Schulte-Hostedde, a. I., Millar, J. S., & Hickling, G. J. (2001). Sexual dimorphism in body composition of small mammals. *Canadian Journal of Zoology*, *79*(6), 1016–1020. doi:10.1139/cjz-79-6-1016

Scottish Fisheries Co-ordination Centre. (2007). Fisheries Management Svq Level 3: Manage Electrofishing Operations. In *Electrofishing Team Leader Training Manual* (pp. 4–13). Scotland: Inverness College.

Seber, G. a. F., & Schwarz, C. J. (1999). Estimating Animal Abundance: Review III. *Statistical Science*, *14*(4), 427–456. doi:10.1214/ss/1009212521

Semenza, J., & Menne, B. (2009). Climate change and infectious diseases in Europe. *The Lancet Infectious Diseases*, *9*, 365–375.

Sepúlveda, M., Oliva, D., René Duran, L., Urra, A., Pedraza, S. N., Majluf, P., … Crespo, E. a. (2012). Testing Bergmann's rule and the Rosenzweig hypothesis with craniometric studies of the South American sea lion. *Oecologia*. doi:10.1007/s00442-012-2462-1

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

Shimada, T., Aplin, K. P., Jogahara, T., Lin, L.-K., Herbreteau, V., Gonzalez, J.-P., & Suzuki, H. (2007). Complex phylogeographic structuring in a continental small mammal from East Asia, the rice field mouse, *Mus caroli* (Rodentia, Muridae). *Mammal Study*, *32*(2), 49–62. doi:10.3106/1348-6160(2007)32[49:CPSIAC]2.0.CO;2

Simberloff, D. (2013). Biological invasions: What's worth fighting and what can be won? *Ecological Engineering*. doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.ecoleng.2013.08.004

Simon, V. (2010). Nutritional Adaptation. In *Adaptations in the Animal Kingdom* (p. 23). USA: Xlibris Corporation.

Simpson, S., & Blampied, N. (2013). Genetic structure of introduced populations: 120-□year-□old DNA footprint of historic introduction in an insular small mammal population. *Ecology and Evolution*, *33*(3), 614–628. doi:10.1002/ece3.486

Singleton, G. (2003). *Impacts of rodents on rice production in Asia*. *IRRI Discuss. Pap. Ser* (p. 30). Los Baños, Laguna. Retrieved from http://books.irri.org/971220183X_content.pdf

Singleton, G. (2007). *Of rice and rats*. *Rice Today* (pp. 36–37). Manila, Philipines: International Rice Research Institute.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

Singleton, G. (2010, January). Rodents – gnawing away at crops, stored grain and our health. doi:10.1080/09670877909411696

Singleton, G., Brown, P., Jacob, J., Aplin, K., & Sudarmaji. (2008). Unwanted and unintended effects of culling: A case for ecologically □based rodent management. *Integrative Zoology*, *2*, 247–259. doi:10.1111/j.1749-4877.2007.00067.x.

Singleton, G., Htwe, N., Hinds, L. A., & Soe, W. (2010). Response options to rodent outbreaks following extreme weather events: cyclone Nargis, a case study. In G. R. Singleton, S. R. Belmain, P. R. Brown, & and B. Hardy (Eds.), *Rodent outbreaks: ecology and impacts* (pp. 171–189). Los Baños (Philippines): International Rice Research Institute.

Singleton, G., Jacob, J., & Krebs, C. (2005). Integrated management to reduce rodent damage to lowland rice crops in Indonesia. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, *107*(1), 75–82. doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.agee.2004.09.010

Singleton, G. R. (2001). Non-chemical control of rodents in lowland irrigated rice crops : use of the Community Trap Barrier System. Canberra: ACIAR.

Singleton, G. R., Sudarmaji, Jumanta, Tan, T. Q., & Hung, N. Q. (1999). Physical control of rats in developing countries. In G. Singleton, LA Hinds, H. Leirs, & Z.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

Zhang (Eds.), *Ecologically-based management of rodent pests* (p. 184). ACIAR: Canberra.

Slice, D. E., & Ross, A. (2010). *3D-ID: Geometric Morphometric Classification of Crania for Forensic Scientists*. USA.

Song, Y., Lan, Z., & Kohn, M. (2014). Mitochondrial DNA Phylogeography of the Norway Rat. *PloS One*, *9*(2), 1–13. doi:10.1371/journal.pone.0088425

Song, Y., Lan, Z., & Kohn, M. H. (2014). Mitochondrial DNA phylogeography of the Norway rat. *PloS One*, *9*(2), e88425. doi:10.1371/journal.pone.0088425

Southwood, T. R. E. (1978). *Ecological methods* (p. 524). London: Halsted Press, Chapman and Hall.

Stokes, V. (2013). Trappability of introduced and native rodents in different trap types in coastal forests of south-eastern Australia. *Australian Mammalogy*, *35*(1), 49. doi:10.1071/AM12002

Stuart, A. M., Prescott, C. V, & Singleton, G. R. (2013). Habitat manipulation in lowland rice-coconut cropping systems of the Philippines-an effective rodent pest management strategy? *Pest Management Science*, (August). doi:10.1002/ps.3631

Stuart, A. M., Prescott, C. V, Singleton, G. R., & Joshi, R. C. (2011). Knowledge , attitudes and practices of farmers on rodent pests and their management in the lowlands of the Sierra Madre Biodiversity. *Crop Protection*, *30*(2), 147–154. doi:10.1016/j.cropro.2010.10.002

Sudarmaji, Flore, R., Herawati, N., Brown, P., & Singleton, G. . (2010). Community management of rodents in irrigated rice in Indonesia. In Palis FG, G. . Singleton, M. . Casimero, & H. B (Eds.), *Research to impact: case studies for natural resource management for irrigated rice in Asia.* (pp. 115–134). Los Baños (Philippines): International Rice Research Institute.

Sudarmaji, & Herawati, N. . (2008). EKOLOGI TIKUS SAWAH DAN TEKNOLOGI PENGENDALIANNYA. In Daradjat (Ed.), *Padi: Innovasi Teknologi Produksi- Book 2* (2d ed., pp. 295–322). Jakarta: LIPPI Press. Retrieved from http://www.litbang.deptan.go.id/special/padi/bbpadi_2009_itp_11.pdf

Sudarmaji, J.Jacob, J.Subagja, Mangoendihardjo, S., & Djohan, T. S. (2007). Karekteristik perkembanganbiakan tikus sawah irigasi dan implikasinya untuk pengendalian. *Penelitian Pertanian Tanaman Pangan*, *26*(2), 93–99.

Sudarmaji, Singleton, G. R., Brown, P. R., Jacob, J., & Herawati, N. (2010). Rodent impacts in lowland irrigated intensive rice systems in West Java, Indonesia. In G. R. Singleton, S. R. Belmain, P. R. Brown, & and B. Hardy (Eds.), *Rodent*

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

outbreaks: ecology and impacts. (pp. 139–152). Los Baños (Philippines): International Rice Research Institute.

Tan, K., Lee, K., Mohamed, A., & Bhatia, S. (2009). Palm oil: addressing issues and towards sustainable development. *Renewable and Sustainable Energy Review*, *13*(2), 420–427. doi:10.1002/9780470114735.hawley12262

Thomson, V., Aplin, K. P., Cooper, A., Hisheh, S., Suzuki, H., Maryanto, I., Donnellan, S. C. (2014). Molecular genetic evidence for the place of origin of the Pacific rat, *Rattus exulans*. *PloS One*, *9*(3), e91356. doi:10.1371/journal.pone.0091356

Torre, I. G., Guixé, D. A., & Sort, F. E. (2010). Comparing Three Live Trapping Methods For Small Mammal Sampling In Cultivated Areas Of Ne Spain. *Hystrix - Italian Journal of Mammalogy*, *21*(2), 147–155. doi:10.4404/Hystrix-21.2-4558

Tosh, D. G., Shore, R. F., Jess, S., Withers, A., Bearhop, S., Montgomery, W. I., & Mcdonald, R. A. (2011). User behaviour , best practice and the risks of non-target exposure associated with anticoagulant rodenticide use. *Journal of Environmental Management*, *92*(6), 1503–1508. doi:10.1016/j.jenvman.2010.12.014

Tristiani, H., Murakami, O., & Watanabe, H. (2003). Ranging and nesting behavior of the ricefield rat Rattus argentiventer (Rodentia: Muridae) in West Java, Indonesia. *Journal of Mammalogy*, *84*(4), 1228–1236. Retrieved from http://asmjournals.org/doi/pdf/10.1644/BEM-024

Uddin, M., Sarker, M. H. R., Hossain, M. E., Islam, M. S., Hossain, M. B., & Shil, S. K. (2013). MORPHOMETRIC INVESTIGATION OF NEUROCRANIUM IN DOMESTIC CAT *(Felis catus). Bangl. J. Vet. Med*, *11*(1), 69–73.

Utusan Harian. (2010, July 10). Enam maut akibat jangkitan leptospirosis. *Utusan Malaysia Sdn. Berhad*. Malaysia.

Voigt, O., Erpenbeck, D., & Wörheide, G. (2008). A fragmented metazoan organellar genome: the two mitochondrial chromosomes of Hydra magnipapillata. *BMC Genomics*, *9*, 350. doi:10.1186/1471-2164-9-350

White, G. C., & Anderson, D. R. (1982). *Capture-recapture and removal methods for sampling closed populations* (p. 3). New Mexico: Los Alamos National Library.

White, T. L. (2007). Genetic Markers-Morphological, Biochemical, and Molecular Markers. In T. L. White, W. T. Adams, & D. B. Neale (Eds.), *Forest genetics* (pp. 53–76). Wallingford: Cabi. doi:10.1079/9781845932855.0000

Wijesinghe, M. R. (2010). Efficiency of live trapping protocols to assess small mammal diversity in tropical rainforests of Sri Lanka. *Belgian Journal of Zoology*, *140*(2), 212–215.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

Wilson, D., Cole, F., Nichols, J., Rudran, R., & Foster, M. (Eds.). (1996). *Measuring and monitoring biological diversity: standard methods for mammals*. Washington, D.C.: Smithsonian Institution Press.

Wirsing, A., Steury, T., & Murray, D. (2002). Noninvasive estimation of body composition in small mammals: a comparison of conductive and morphometric techniques. *Physiological and Biochemical Zoology*, *75*(5), 489–497.

Wiszniewski, J., Beheregaray, L. B., Allen, S. J., & Möller, L. M. (2009). Environmental and social influences on the genetic structure of bottlenose dolphins *(Tursiops aduncus)* in Southeastern Australia. *Conservation Genetics*, *11*(4), 1405–1419. doi:10.1007/s10592-009-9968-z

Witmer, G., & Eisemann, J. D. (2007). Rodenticide Use In Rodent Management In The United States: An Overview. In *Proceedings of the 12th Wildlife Damage Management Conference* (pp. 114–118).

Witmer, G. W., Snow, N. P., & Burke, P. W. (2010). Evaluating commercially available rodenticide baits for invasive Gambian giant pouched rats *(Cricetomys gambianus). Crop Protection*, *29*(9), 1011–1014. doi:10.1016/j.cropro.2010.05.009

Wolf, M., Friggens, M., & Salazar-Bravo, J. (2009). Does weather shape rodents? Climate related changes in morphology of two heteromyid species. *Die Naturwissenschaften*, *96*(1), 93–101. doi:10.1007/s00114-008-0456-y

Wood, B. J., & Fee, C. G. (2003). A critical review of the development of rat control in Malaysian agriculture since the 1960s. *Crop Protection*, *22*(3), 445–461. doi:10.1016/S0261-2194(02)00207-7

Xuefei Lv, Deyan Ge, Lin Xia, Chengming Huang, & Qisen Yang. (2013). A Geometric Morphometric study of the Skull Shape Diversification in Sciuridae (Mammalia, Rodentia). *Integrative Zoology*. doi:10.1111/1749-4877.12035

Yahaya, A., & Olopade, J. (2012). Investigation of the osteometry of the skull of the one-humped camels. Part II: sex dimorphism and geographical variations in adults. *Italian Journal of Anatomy and Embryology*, *117*(1), 34–44. Retrieved from http://ns357180.ovh.net/index.php/ijae/article/view/10893

Ylönen, H. (2001). Rodent plagues, immunocontraception and the mousepox virus. *Trends in Ecology & Evolution*, *16*(8), 418–420. doi:http://dx.doi.org/10.1016/S0169-5347(01)02199-1

Yom-Tov, Y., & Geffen, E. (2006). Geographic variation in body size: the effects of ambient temperature and precipitation. *Oecologia*, *148*(2), 213–8. doi:10.1007/s00442-006-0364-9

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

Yoram Yom-Tov, & Jonathan Yom-Tov. (2005). Global warming, Bergmann's rule and body size in the masked shrew Sorex cinereus Kerr in Alaska. *Journal of Animal Ecology*, *74*(5), 803–808. doi:10.1111/j.1365-2656.2005.00976.x

Zhi, F., Zejun, Z., Wei, W., Yongmei, L., Yiran, S., Mingchun, Z., Jinchu, H. (2010). Comparison of skull morphology among Chinese white-bellied rat *(Niviventer confucianus)* populations from five mountains in China. *Acta Theriologica Sinica*, (2), 171–176.

Zippin, C. (1956). An evaluation of the removal method of estimating animal populations. *Biometrics*, *12*, 163–189.

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

Lampiran A

Contoh pengisian borang pemerhatian bagi kajian Tangkap-Lepas Tangkap Semula

No	Trap No.	No. of tag	Date of Capture	Age			Sex						Head+ body length (mm)	Tail length (mm)	Hind-foot length (mm)	Ear length (mm)	Body weight (g)
				J	SA	A	Female				Male						
							NB		LCT	PGT	A	S					
							NBI	NBP									
1	63	65	25/8			/				/			164	178	34	14	200
2	82	66	25/8	/			/						105	104	28	15	40
3	170	67	25/8			/				/			153	165	34	13	100
4	174	68	26/8	/							/		140	190	35	18	80
5	92	69	29/8			/			/				160	180	31	15	130
6	78	70	30/8	/							/		135	150	35	14	80
7	8	Dead	14/9	/			/						160	180	36	16	160
8	9	72	14/9			/						/	153	173	32	15	100
9	93	71	14/9			/						/	154	140	32	13	100
10	100	73	14/9	/							/		100	131	31	14	50
11	100	75	15/9	/			/						110	134	32	12	50
12	97	76	21/9			/						/	130	150	32	13	70
13	56	77	21/9			/				/			185	186	35	16	200
14	91	79	21/9			/				/			158	162	35	16	150
15	29	80	21/9	/							/		120	143	31	13	60
16	173	81	21/9			/						/	160	200	39	17	120
17	94	84	23/9	/							/		117	120	28	12	30

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

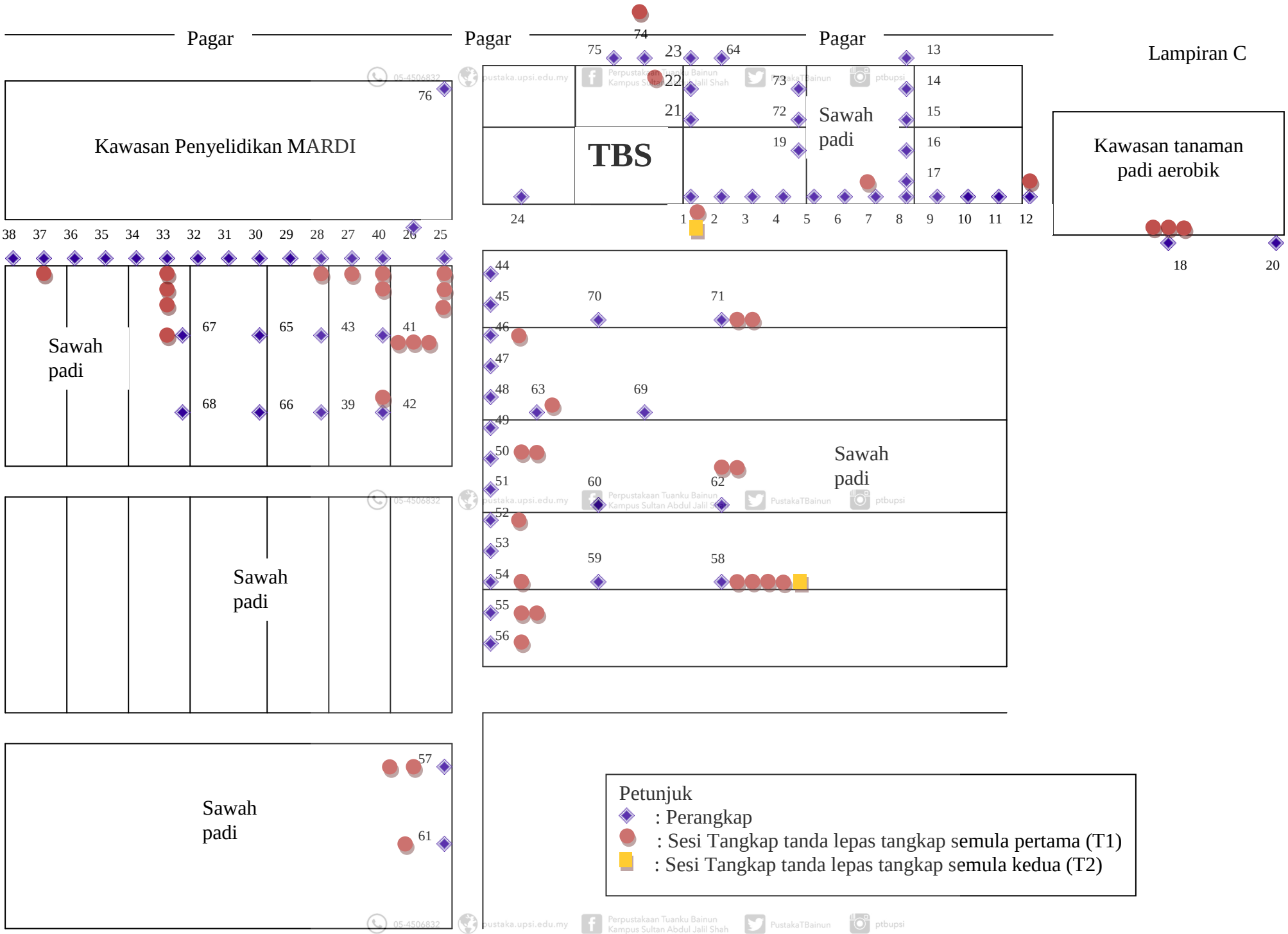
Lampiran B

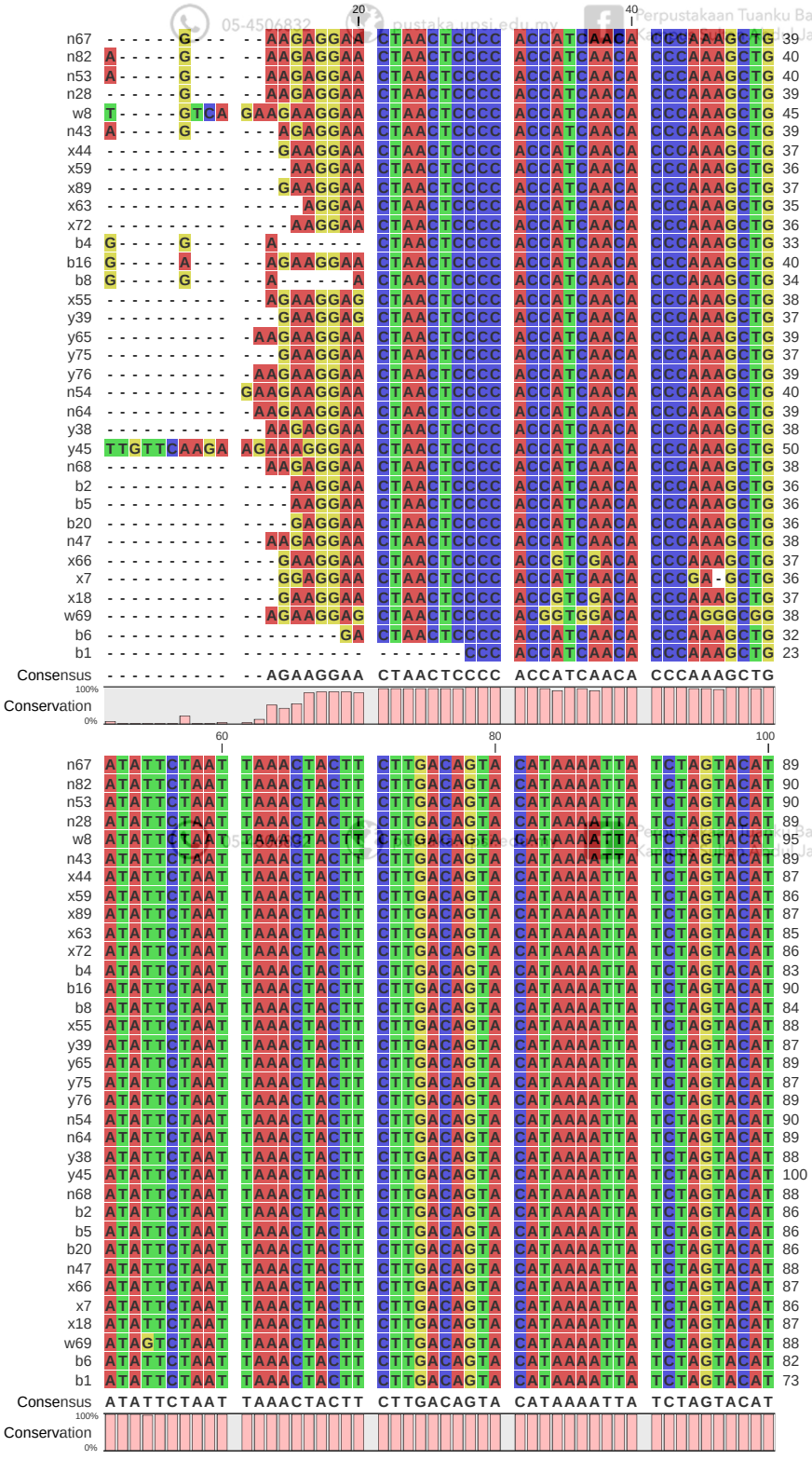
Contoh pengisian borang pemerhatian bagi sampel yang ditangkap menggunakan teknik TBS

No	Label	Date of Capture	Age			Sex						Head+ body length (mm)	Tail length (mm)	Hind-foot length (mm)	Ear length (mm)	Body weight (g)	Condition
						Female				Male							
			J	SA	A	NB		LCT	PGT	A	S						
						NBI	NBP										
1	B1	23/8			/						/	177	25.0	4.0	2.0	190	3
2	B2	24/8			/						/	189	20.9	4.0	1.8	190	1
3	B3	15/9			/						/	140	17.0	3.5	1.4	100	2
4	B4	15/9			/						/	149	18.6	3.6	1.8	150	3
5	B5	14/9			/						/	170	18.0	3.4	1.8	130	0
6	B6	14/9			/				/(6)			150	17.1	3.5	1.8	100	0
7	B7	14/9	/			/						131	16.4	3.6	1.5	100	3
8	B8	14/9			/						/	145	19.1	3.9	1.6	130	1
9	B9	13/9	/							/		128	16.8	3.5	1.6	80	1
10	B10	13/9			/						/	175	19.0	3.8	2.0	160	2
11	B11	13/9			/						/	140	18.3	3.6	1.7	105	0.5
12	B12	19/9			/						/	164	21.0	3.9	1.9	170	3
13	B13	19/9			/						/	168	19.8	3.9	1.9	170	3
14	B14	19/9			/						/	149	17.8	3.6	1.8	120	2
15	B15	13/9			/						/	143	15.5	3.7	1.8	100	1
16	B16	13/9			/						/	150	19.2	3.7	1.8	110	1
17	B17	20/9			/						/	132	17.0	3.6	1.6	90	1

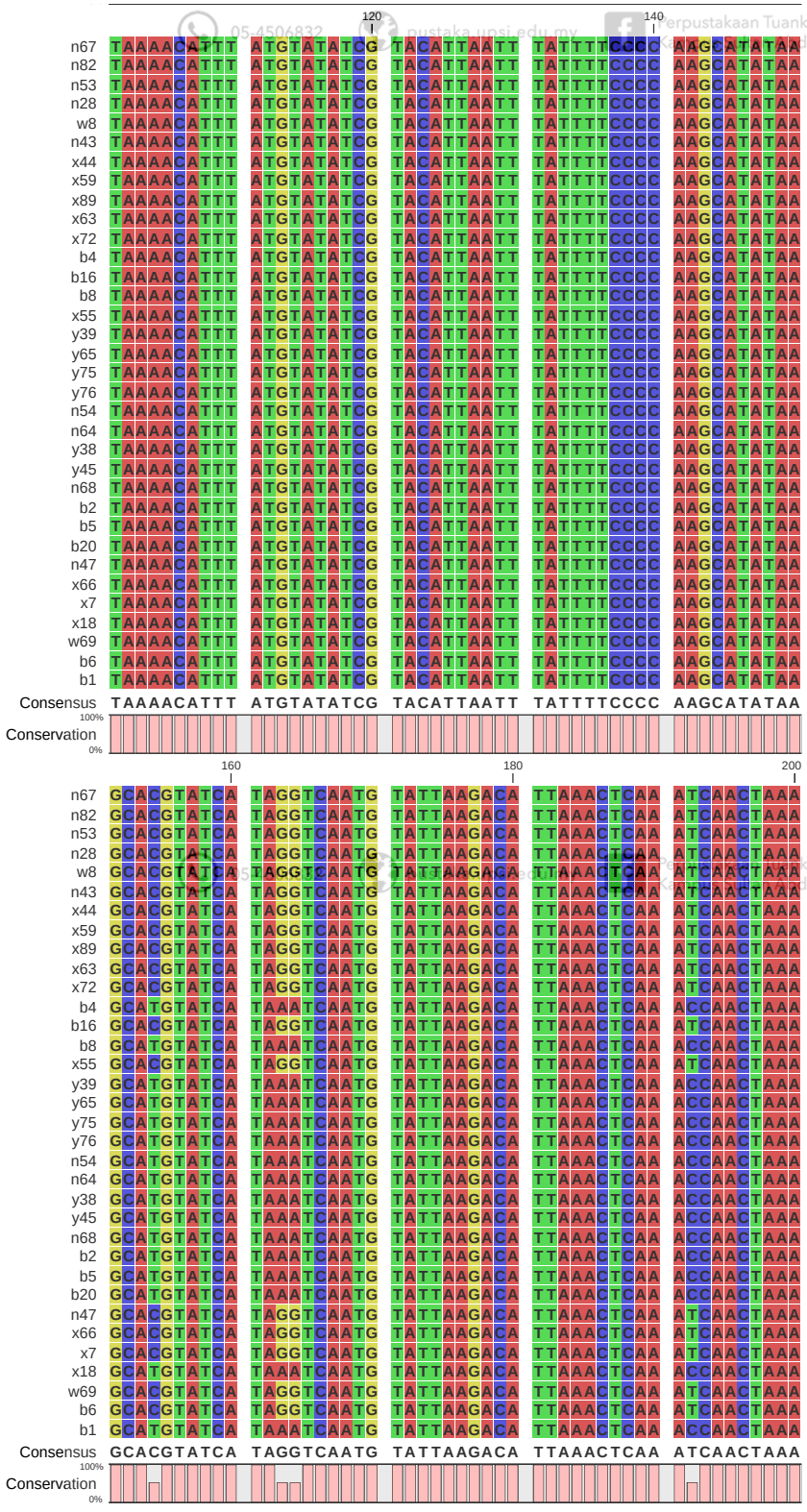
05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

Lampiran C

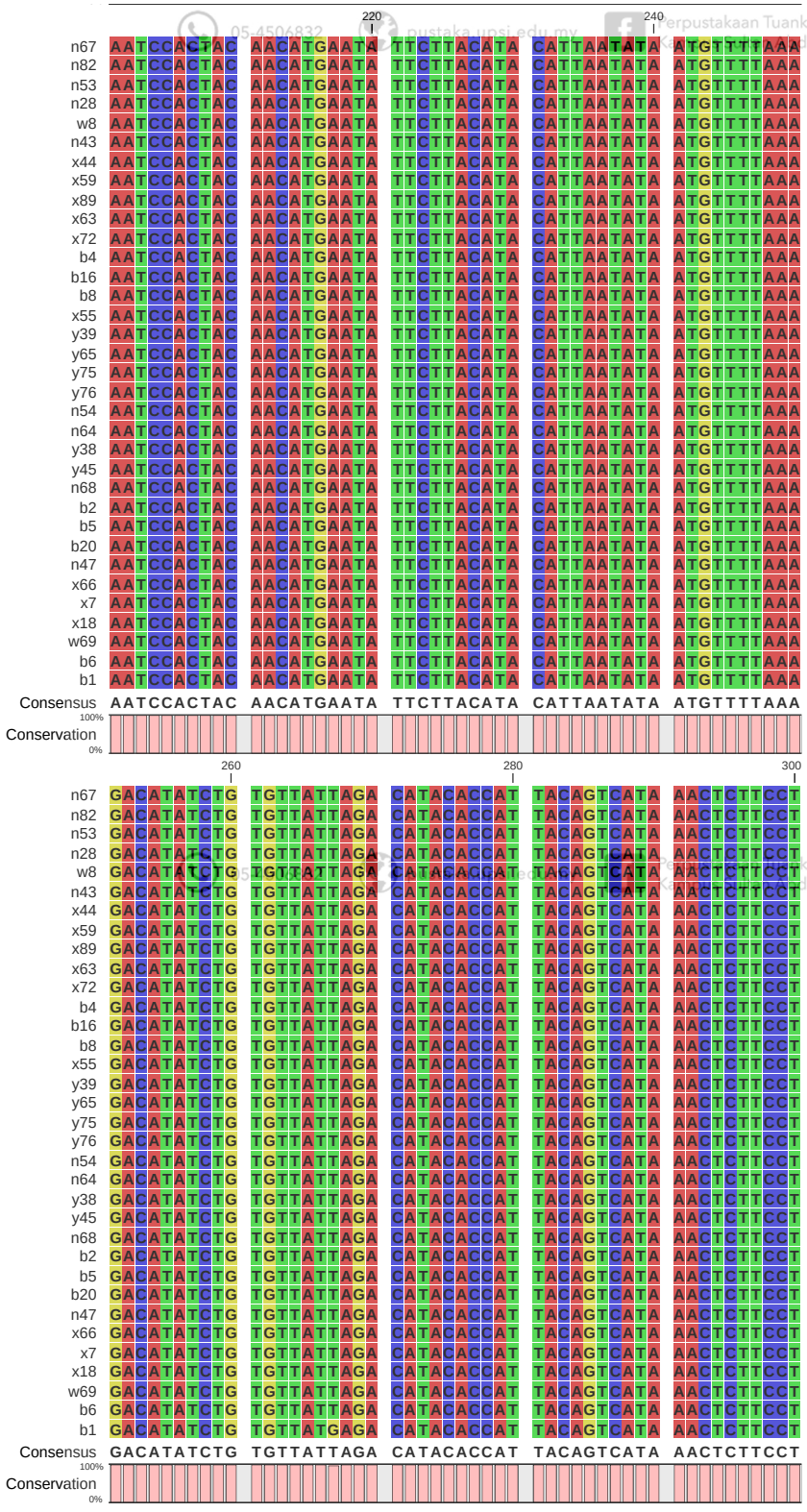

Pagar
Pagar
Pagar
Kawasan Penyelidikan MARDI
TBS
Sawah padi
Kawasan tanaman padi aerobik
Sawah padi
Sawah padi
Sawah padi
Sawah padi
Petunjuk
: Perangkap
: Sesi Tangkap tanda lepas tangkap semula pertama (T1)
: Sesi Tangkap tanda lepas tangkap semula kedua (T2)



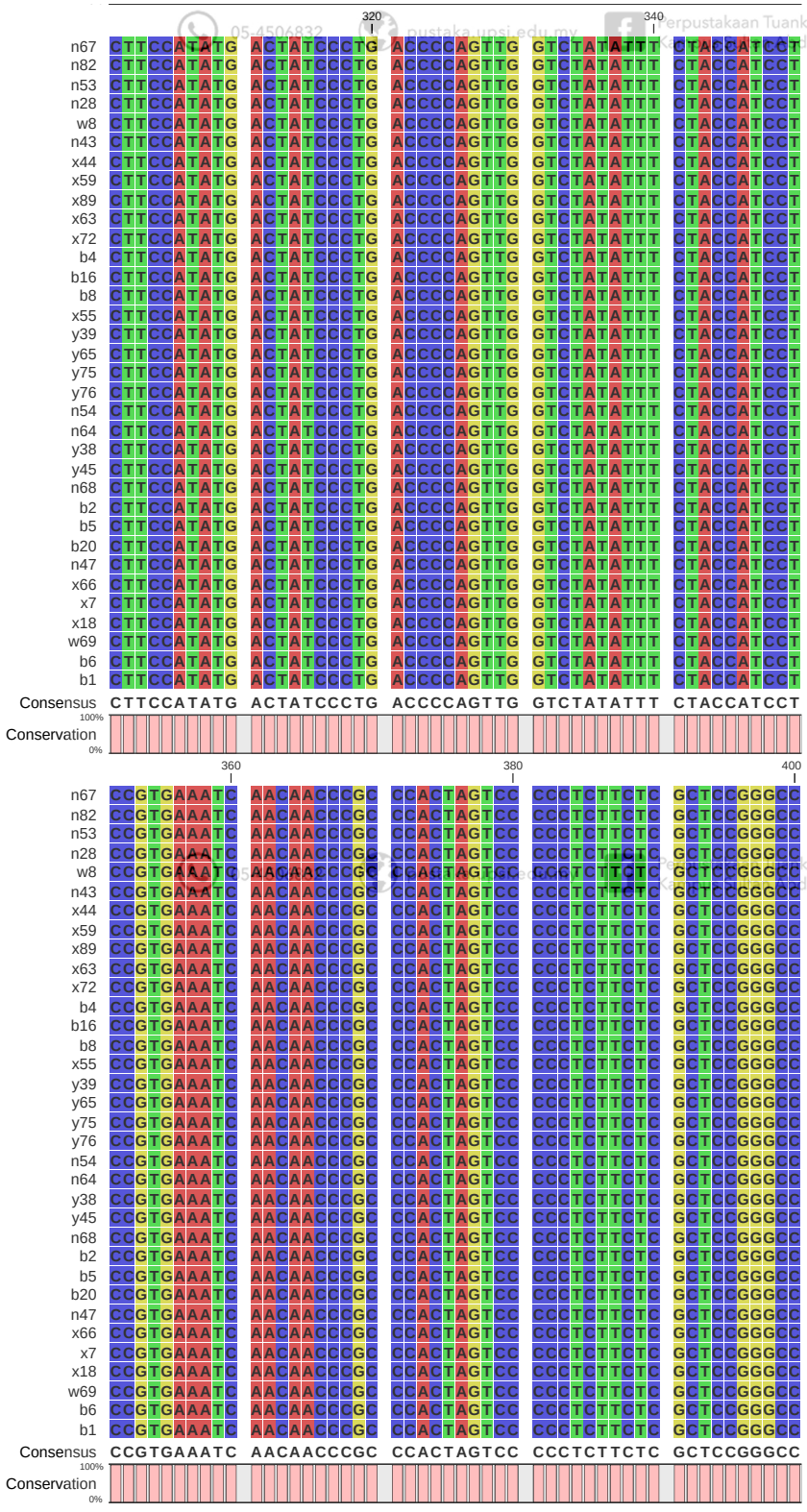
05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



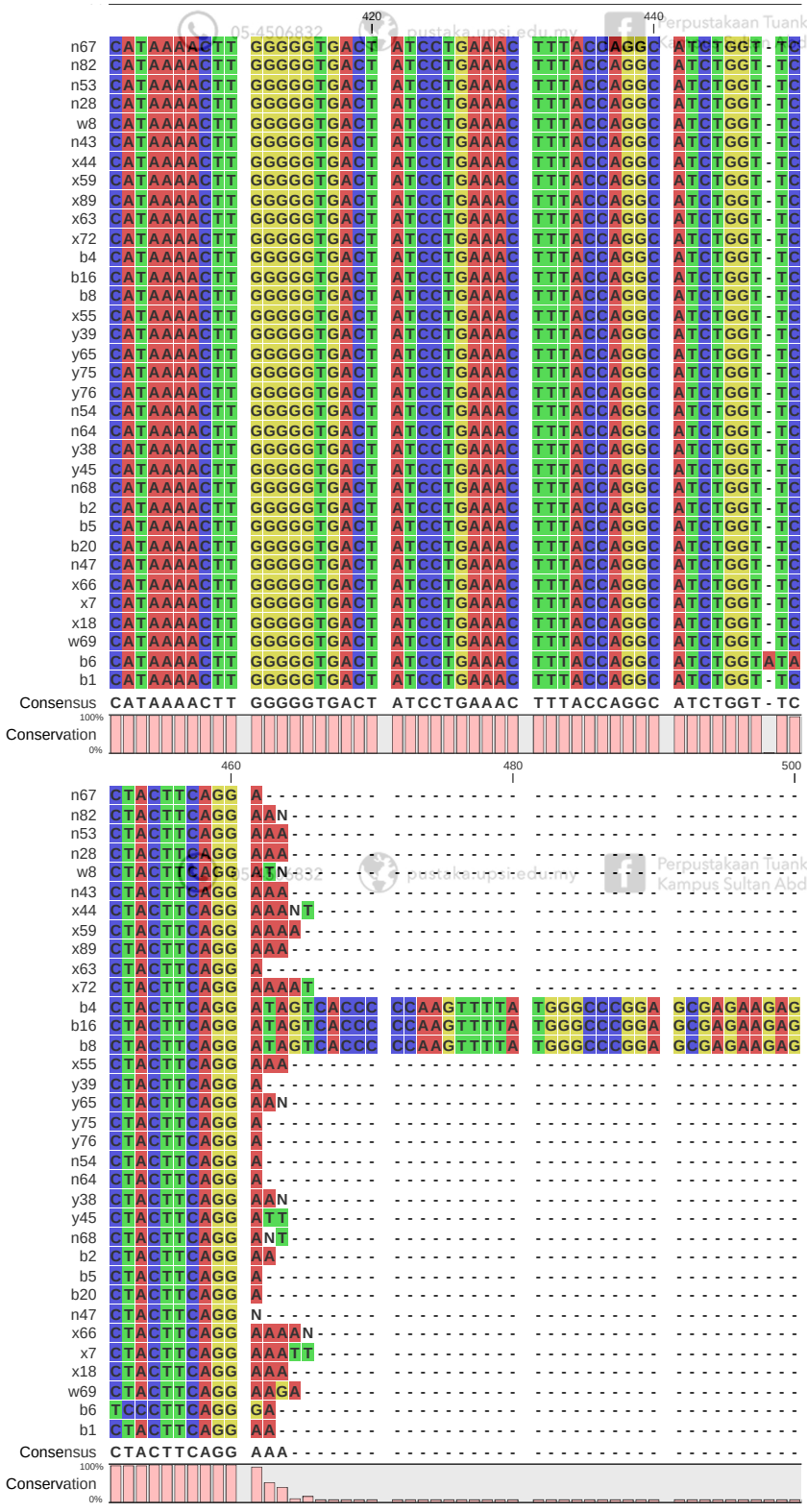
05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



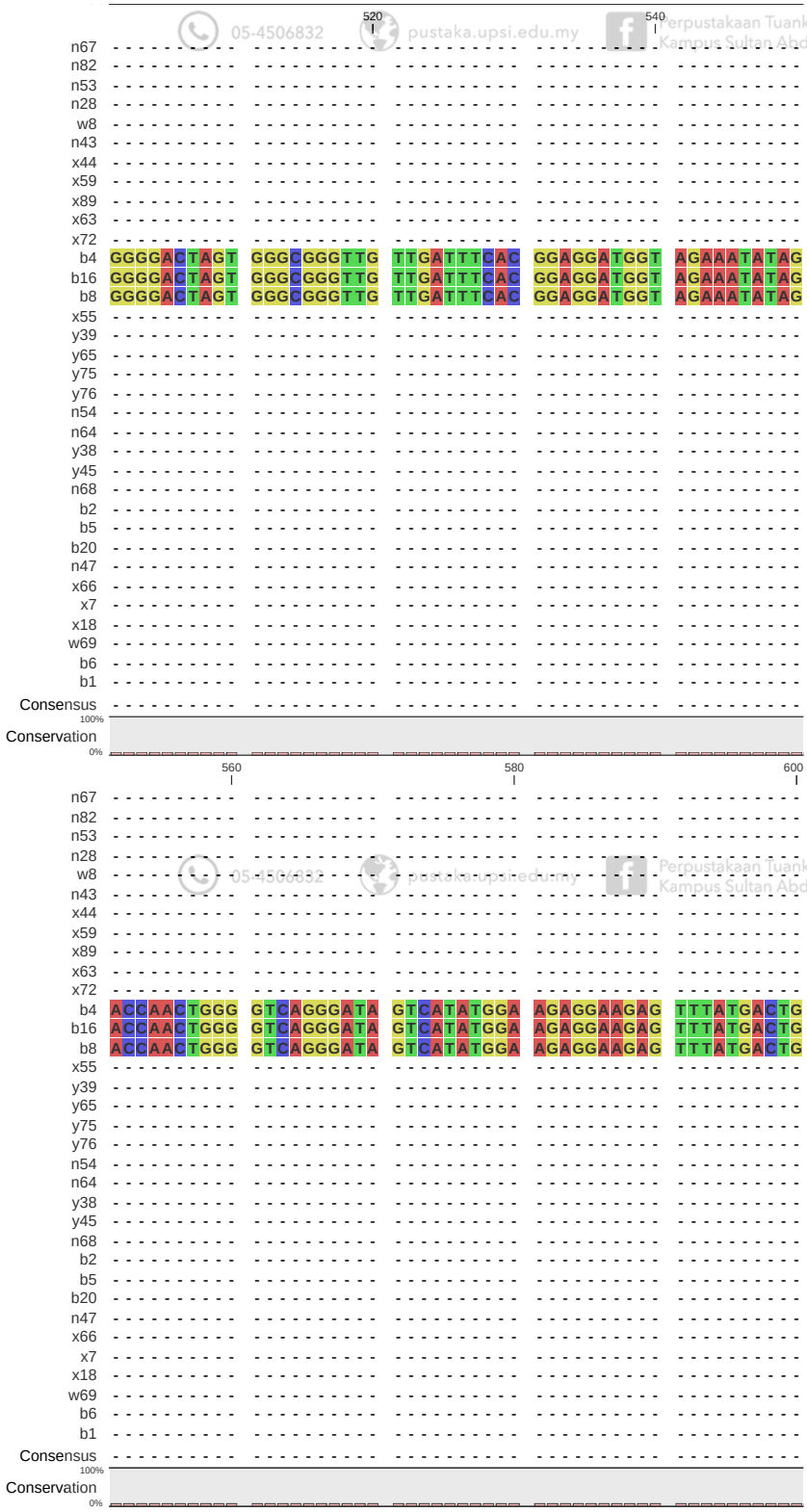
05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



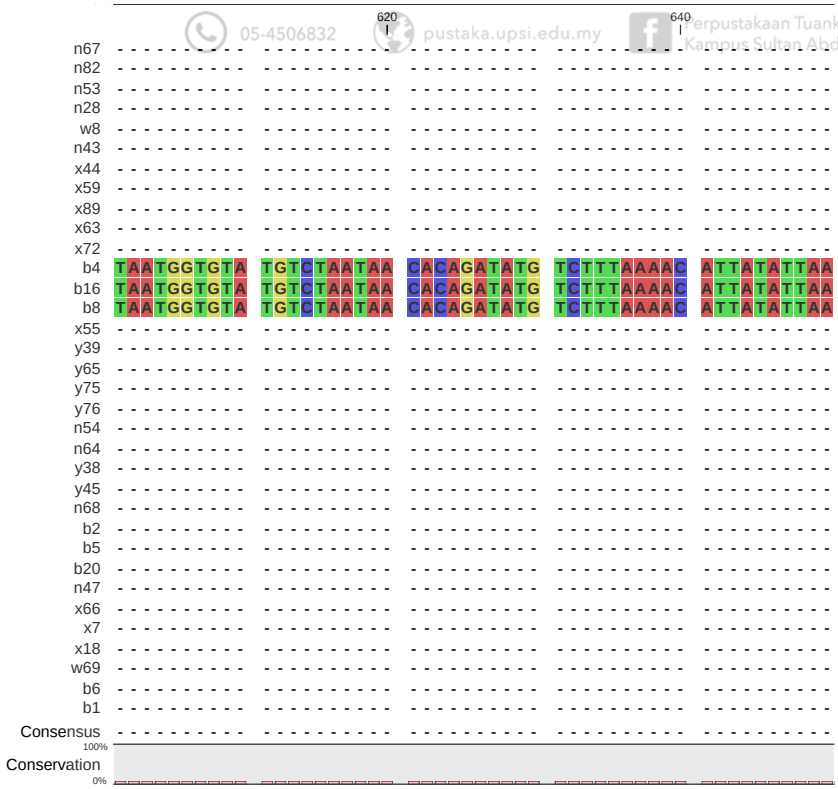
05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

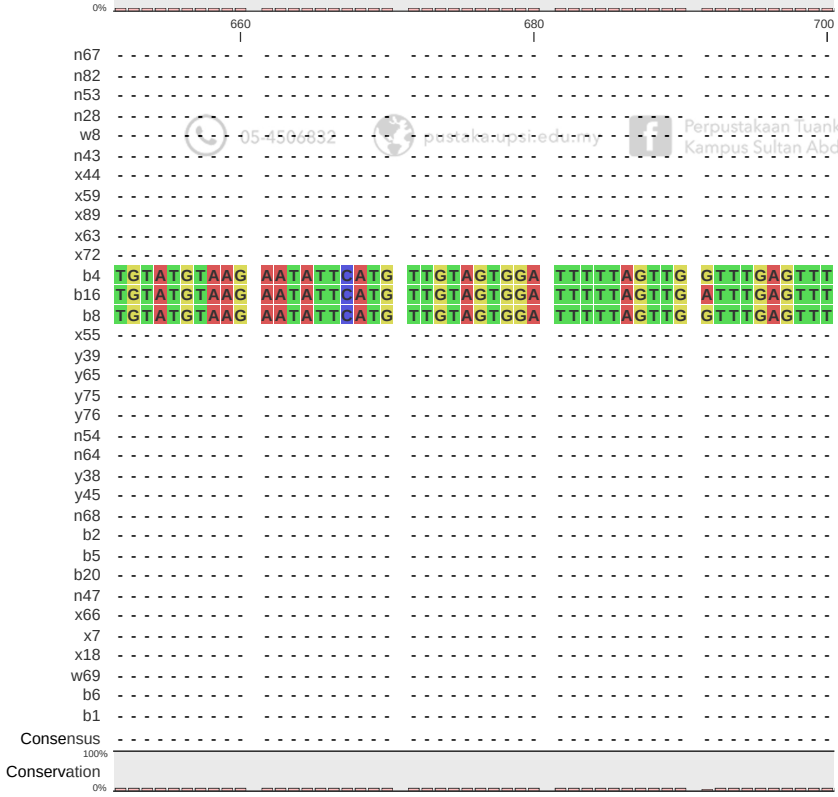


05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

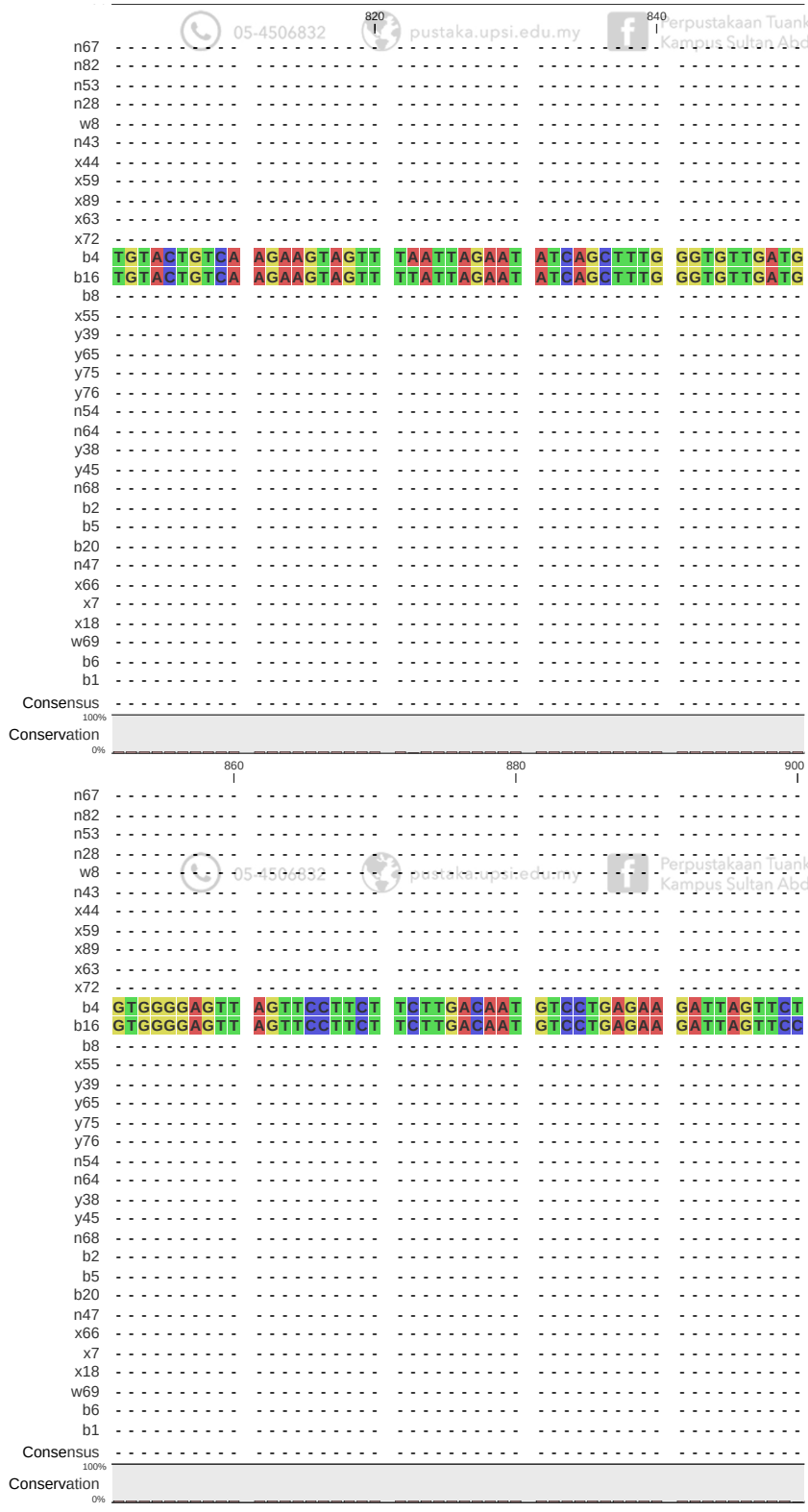




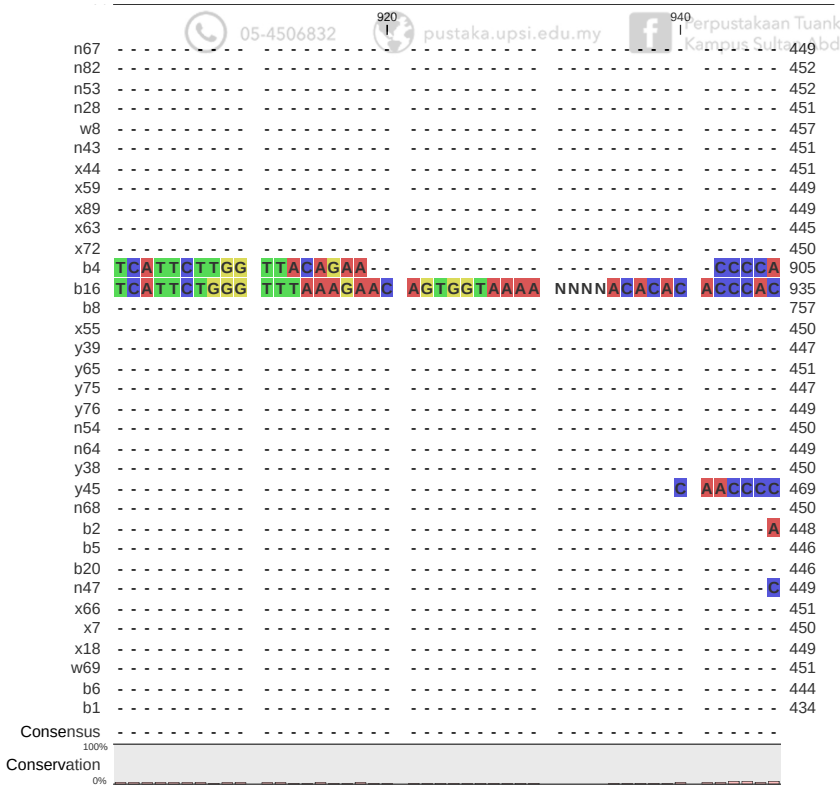
05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi



05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi

05-4506832 pustaka.upsi.edu.my Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah PustakaTBainun ptbupsi