

KEPELBAGAIAN BIOLOGI AMFIBIA DAN
KANDUNGAN PERUT DUA SPESIES TERPILIH DI
SUNGAI SEDIM, KEDAH, MALAYSIA

oleh

NURUL DALILA BINTI ABDUL RAHIM

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

2013

KEPELBAGAIAN BIOLOGI AMFIBIA
DAN KANDUNGAN PERUT DUA SPESIES TERPILIH
DI SUNGAI SEDIM, KEDAH, MALAYSIA

oleh

NURUL DALILA BINTI ABDUL RAHIM

Tesis yang diserahkan untuk memenuhi keperluan bagi

Ijazah Sarjana Sains

DISEMBER 2013

PENGHARGAAN

Saya bersyukur Alhamdulillah kerana dengan rahmat Allah saya dapat menghabiskan tesis Sarjana ini dengan selamat. Syukur dipanjatkan sekali lagi ke hadrat illahi kerana memberi kekuatan kepada saya untuk menghadapi banyak aral dan rintangan untuk menjalankan kajian ini.

Saya ingin merakamkan setinggi-tinggi penghargaan terutamanya kepada suami saya, Muhammad Ameen B Abdul Halim, anak saya, Mujahid Naufal B Muhd Ameen, kepada kedua ibu bapa saya, Abdul Rahim B Yahaya dan Roziah Bt Ahmad, mertua saya Abdul Halim B Abdul Aziz dan Latifah Bt Yusoff dan adik beradik saya atas sokongan dan dorongan dalam bentuk material dan kasih sayang yang tidak berbelah bahagi. Walaupun beberapa kali rebah namun saya teruskan jua kerana titipan semangat daripada kalian. Terima kasih.

Jutaan terima kasih ditujukan kepada penyelia saya, Prof Dr Ibrahim Hj Jaafar yang tanpa beliau saya tidak mengenal bidang herpetologi yang merupakan khazanah negara serta wajar didalami oleh semua lapisan masyarakat ini. Beliau banyak memberi dorongan moral, tunjuk ajar serta bimbingan dalam menjalankan kajian yang menarik ini. Tidak lupa juga kepada Dekan Pusat Pengajian Pendidikan Jarak Jauh, Prof Madya Habibah Hj Lateh dan Mantan Dekan, Prof Madya Omar Majid yang menyediakan prasarana untuk saya sepanjang kajian dijalankan.

Saya juga ingin mengambil kesempatan ini untuk mengucapkan terima kasih terutamanya kepada En Mohd Abdul Muin atas nasihat yang berguna, tunjuk ajar di

lapangan yang amat bernilai, bantuan dalam pencarian jurnal-jurnal serta gambar-gambar anura. Juga kepada staf-staf di Hutan Lipur Sg Sedim, En Kamaruzzaman B Ibrahim, Wan Haslinda Anis Bt Wan Hasan, Siti Rafida Azizan, Mohd Hishamudin B Othman, Mohd Azhar B Osman dan En Hafiz di atas layanan baik serta bantuan sepanjang penyelidikan dijalankan di tapak kajian.

Akhir sekali, terima kasih yang tidak terhingga ditujukan kepada rakan-rakan seperjuangan iaitu, Pn Norizdayanti Samar, Cik Amilia Razak, En Ahmad Bukhari Ahmad Khair, En Mohd Fazlin Mat Saaidin, En Michael Jupin Wong Ling Hao, En Amiruddin Ismail, En Soffian Rahmat, En Choimber Tain, Cik Yap Chee Hui, Cik Zalina Awang, Cik Amirah Hurzaid, dan Cik Hafizah Ibrahim yang banyak memberi dorongan, sokongan moral dan bantuan di lapangan. Jasa kalian saya kenang selamanya.

SENARAI KANDUNGAN

PENGHARGAAN	ii
SENARAI KANDUNGAN	iv
SENARAI JADUAL	vi
SENARAI RAJAH	vii
SENARAI GAMBAR FOTO	ix
SENARAI SINGKATAN	xii
ABSTRAK	xiii
ABSTRACT	xv
1.0 Pengenalan	1
1.1 Objektif-objektif kajian	3
1.2 Hipotesis-hipotesis kajian:.....	4
2.0 Tinjauan Bahan Bacaan	5
2.1 Pengelasan Amfibia	5
2.1.1 Order Anura	5
2.1.2 Order Caudata	5
2.1.3 Order Gymnophiona	6
2.2 Manfaat Amfibia.....	7
2.3 Kepupusan Amfibia	9
2.4 Penyelidikan Kepelbagaian Biologi Anura	11
2.4.1 Kepelbagaian biologi anura di Malaysia.....	11
2.4.2 Kepelbagaian biologi anura di rantau Asia.....	15
2.5 Ekologi Pemakanan Anura	16
2.5.1 Morfologi Anura	16
2.5.2 Strategi Pencarian Mangsa Pemakanan	18
2.5.3 Mekanisme pemakanan.....	19
2.5.4 Perbezaan taksonomi.....	21
2.5.5 Perbezaan jantina	21
2.5.6 Keterdapatan Mangsa Pemakanan	22
2.5.7 Kelimpahan Bermusim Mangsa Pemakanan	23
2.6 Penyelidikan Pemakanan Anura	25
2.6.1 Pemakanan Anura di Malaysia	25
2.6.2 Pemakanan Anura Dunia	26
3.0 Bahan dan kaedah	27
3.1 Kawasan Kajian	27
3.1.1 Vegetasi Kawasan Kajian	30
3.1.2 Fauna Kawasan Kajian.....	31
3.1.3 Iklim Kawasan Kajian.....	32
3.2 Kerja Lapangan.....	32
3.2.1 Senarai tarikh dan jumlah jam usaha persampelan	33

3.3	Analisis Dalam Makmal	33
3.3.1	Pengukuran data morfometrik, penetapan tubuh anura dan penyimpanan	34
3.4	Kaedah Statistik	35
3.4.1	Kepelbagaian Biologi	36
3.4.2	Pemakanan	38
3.5	Spesimen Kajian Pemakanan	42
3.5.1	<i>Amolops larutensis</i> (Boulenger, 1899)	42
3.5.2	<i>Phrynoidis aspera</i> (Gravenhorst, 1829)	44
4.0	Keputusan	46
4.1	Komposisi spesies	46
4.1.1	Anotasi Spesies di Kawasan Kajian	47
4.1.2	Ukuran kepelbagaian spesies anura	72
4.1.3	Komposisi spesies Reptilia di kawasan kajian	73
4.2	Morfologi <i>Amolops larutensis</i> dan <i>Phrynoidis aspera</i>	81
4.3	Komposisi makanan <i>Amolops larutensis</i> dan <i>Phrynoidis aspera</i>	85
5.0	Perbincangan	93
5.1	Kepelbagaian Biologi Anura	93
5.1.1	Analisis ekologi	94
5.1.2	Kelimpahan Relatif dan Status Pemuliharaan	97
5.2	Kepelbagaian Biologi Reptilia di Kawasan Kajian	98
5.2.1	Perbezaan morfologi di antara <i>Amolops larutensis</i> dan <i>Phrynoidis aspera</i>	99
5.3	Ekologi Pemakanan <i>Amolops larutensis</i> dan <i>Phrynoidis aspera</i>	100
5.3.1	Item mangsa pemakanan daripada kandungan perut <i>Amolops larutensis</i>	100
5.3.2	Item mangsa pemakanan daripada kandungan perut <i>Phrynoidis aspera</i>	103
5.3.3	Perbandingan komposisi makanan antara <i>A. larutensis</i> dan <i>P. aspera</i>	106
5.3.4	Tabiat Pemakanan	109
6.0	Kesimpulan	116
	BIBLIOGRAFI	119
	APENDIKS A	132
	APENDIKS B	136

SENARAI JADUAL

MUKA SURAT

Jadual 3.1	Senarai Tarikh, Bilangan Ahli dan Jumlah Jam Persampelan	33
Jadual 4.1	Senarai Spesies dan Jumlah Individu Anura yang Terdapat di Tapak Kajian	68
Jadual 4.2	Indeks Kepelbagaian Shannon-Weiner dan Peratus Kelimpahan Bersih	72
Jadual 4.3	Nilai Indeks Kepelbagaian Spesies	73
Jadual 4.4	Berat, Panjang Snout-Vent (SVL) dan Lebar Mulut (MW) bagi <i>Amolops larutensis</i> dan <i>Phrynoidis aspera</i>	81
Jadual 4.5	Komposisi Mangsa Pemakanan <i>A. larutensis</i> dan <i>P. aspera</i>	86

SENARAI RAJAH

MUKA SURAT

Rajah 3.1	Kompartment 15 di HSGI.	28
Rajah 4.1	Jumlah Taburan Hujan dan Min Suhu Bulanan untuk Kawasan Kulim-Baling, Kedah.	67
Rajah 4.2	Graf Tarikh Persampelan Melawan Bilangan Individu dan Bilangan Spesies Anura.	69
Rajah 4.3	Purata Nilai Shannon-Weiner Melawan Bilangan Individu Anura.	70
Rajah 4.4	Graf Bilangan Individu Anura Mengikut Spesies	71
Rajah 4.5	Perbezaan Intraspesifik pada <i>Amolops larutensis</i> .	81
Rajah 4.6	Perbezaan Intraspesifik pada <i>Phrynoidis aspera</i> .	82
Rajah 4.7	Berat vs SVL bagi <i>A. larutensis</i> .	83
Rajah 4.8	Berat vs SVL bagi <i>P. aspera</i> .	84
Rajah 4.9	Peratus Kelimpahan Bandingan Serangga, Bukan Serangga, Batu Kerikil, Tumbuh-Tumbuhan dan UI bagi <i>A. larutensis</i> .	87
Rajah 4.10	Peratus Kelimpahan Bandingan Serangga (mengikut Order) bagi <i>A. larutensis</i> .	88
Rajah 4.11	Peratus Kelimpahan Serangga Perosak dan Serangga Bukan Perosak bagi <i>A. larutensis</i>	88

Rajah 4.12	Peratus Kelimpahan Bandingan Organisma Akuatik atau Semi-Akuatik Dan Organisma Terrestrial bagi <i>A. larutensis</i>	89
Rajah 4.13	Peratus Kelimpahan Bandingan Serangga, Bukan Serangga, Batu Kerikil, Tumbuh-tumbuhan dan UI bagi <i>P. aspera</i> .	89
Rajah 4.14	Peratus Kelimpahan Bandingan Serangga (mengikut Order) bagi <i>P. aspera</i> .	90
Rajah 4.15	Peratus Kelimpahan Serangga Perosak dan Serangga Bukan Perosak bagi <i>P. aspera</i>	91
Rajah 4.16	Peratus Kelimpahan Bandingan Organisma Akuatik atau Semi-Akuatik Dan Organisma Terrestrial bagi <i>P. aspera</i> .	91
Rajah 4.17	Peratus Frekuensi Item Makanan daripada Kandungan Perut <i>A. larutensis</i> dan <i>P. aspera</i> .	92

SENARAI PLAT

MUKA SURAT

Plat 3.1	Kawasan kerja lapangan di Sg. Sedim (pandangan sisi)	28
Plat 3.2	Kawasan kerja lapangan di Sg. Sedim (pandangan atas)	29
Plat 3.3	Penimbang digital Furi FEJ-3000D	35
Plat 3.4	<i>Amolops larutensis</i> dewasa	39
Plat 3.5	<i>Phrynoidis aspera</i> dewasa	39
Plat 3.6	Hymenoptera formicidae di dalam kandungan perut anura	40
Plat 3.7	<i>Amolops larutensis</i> (Boulenger, 1899)	43
Plat 3.8	<i>Phrynoidis aspera</i> (Gravenhorst, 1829)	45
Plat 4.1	<i>Amolops larutensis</i> (Boulenger, 1899)	48
Plat 4.2	<i>Phrynoidis aspera</i> (Gravenhorst, 1829)	49
Plat 4.3	<i>Odorrana hosii</i> (Boulenger, 1891)	50
Plat 4.4	<i>Odorrana monjerai</i> (Matsui & Ibrahim, 2005)	51
Plat 4.5	<i>Hylarana labialis</i> Boulenger 1887	52
Plat 4.6	<i>Polypedates leucomystax</i> (Gravenhorst, 1829)	53
Plat 4.7	<i>Hylarana nicobariensis</i> (Stoliczka, 1870)	54
Plat 4.8	<i>Fejervarya limnocharis</i> (Gravenhorst, 1829)	55
Plat 4.9	<i>Leptobrachium hendricksoni</i> Taylor, 1962	56

Plat 4.10	<i>Microhyla heymonsi</i> Vogt, 1911	57
Plat 4.11	<i>Hylarana luctuosa</i> (Peters, 1871)	58
Plat 4.12	<i>Occidozyga laevis</i> (Günther, 1858)	59
Plat 4.13	<i>Megophrys nasuta</i> (Schlegel, 1858)	60
Plat 4.14	<i>Ingerophrynus parvus</i> (Boulenger, 1887)	61
Plat 4.15	<i>Humerana miopus</i> (Boulenger, 1918)	62
Plat 4.16	<i>Hylarana erythraea</i> (Schlegel, 1837)	63
Plat 4.17	<i>Limnonectes blythii</i> (Boulenger, 1920)	64
Plat 4.18	<i>Rhacophorus tunkui</i> Kiew 1987	65
Plat 4.19	<i>Nyctixalus pictus</i> (Peters, 1871)	66
Plat 4.20	Ular Sawa Batik (<i>Python reticulatus</i> Schneider, 1801)	74
Plat 4.21	“Smith’s Green-eyed Gecko” (<i>Gekko smithii</i> Gray, 1842)	75
Plat 4.22	“Crested Gliding Lizard” (<i>Draco fimbriatus</i>)	75
Plat 4.23	“Black-bearded Gliding Lizard” (<i>Draco melanopogon</i> Boulenger, 1887)	75
Plat 4.24	“Great Anglehead Lizard” (<i>Gonocephalus grandis</i> Gray, 1845)	76
Plat 4.25	Cicak Terbang Kuhl (<i>Ptychozoon kuhli</i> Stejneger, 1902)	76
Plat 4.26	Cicak Belang (<i>Cyrtodactylus pulchellus</i> Gray, 1827)	77
Plat 4.27	Cicak Jari-Bangkok Peter (<i>Cyrtodactylus consobrinus</i>)	77

Plat 4.28	Cicak Jari Bengkok (<i>Cyrtodactylus quadrivirgatus</i> Taylor, 1962)	78
Plat 4.29	Ular Rabung Segitiga (<i>Xenochropis trianguligerus</i>)	78
Plat 4.30	Ular Pantai Belang (<i>Calliophis intestinalis</i> Laurenti, 1768)	79
Plat 4.31	Cicak Kuku Empat (<i>Gehyra mutilata</i> Wiegmann, 1835)	79
Plat 4.32	Sesumpah kuning (<i>Calotes versicolor</i> Daudin, 1802)	80
Plat 4.33	Mengkarung (<i>Eutropis multifasciata</i> , Kuhl 1820)	80

SENARAI SINGKATAN

⁰ C	Darjah Celcius
%	Peratus
cm	Sentimeter
<i>et al.</i>	Dan lain-lain
g	Gram
G.	Gunung
ha	hektar
HSGI	Hutan Simpan Gunung Inas
IUCN	International Union for Conservation of Nature
km	Kilometer
mm	Milimeter
MW	Lebar rahang
PN	Peratusan Bilangan Individu Mangsa Pemakanan
PO	Peratusan Bilangan Individu Anura
SD	Standard deviation (sisihan piawai)
Sg.	Sungai
SVL	Panjang muncung hingga ke kloaka
UI	Mangsa pemakanan yang tidak dapat dikenalpasti

**KEPELBAGAIAN BIOLOGI AMFIBIA DAN KANDUNGAN PERUT DUA
SPESIES TERPILIH DI SUNGAI SEDIM, KEDAH, MALAYSIA**

ABSTRAK

Satu kajian tentang kepelbagaian biologi anura sungai dan tabiat pemakanan dua spesies anura terlimpah iaitu *Amolops larutensis* (Boulenger, 1899) dan *Phrynoidis aspera* (Gravenhorst, 1829) telah dijalankan di Kompartment 15, Hutan Simpan Gunung Inas, Kulim, Kedah, Malaysia. Kajian ini dijalankan selama 16 bulan iaitu bermula dari 17 Mei 2008 hingga 14 September 2009. Sebanyak 19 persampelan telah dilakukan dengan jumlah usaha persampelan sekitar 166 jam-manusia. Kaedah pencarian aktif digunakan untuk inventori spesies. Kajian tabiat pemakanan pula dijalankan dengan memeriksa kandungan perut dan usus spesies anura sungai terlimpah iaitu *A. larutensis* dan *P. aspera*. Sebanyak 460 individu anura yang terdiri daripada 19 spesies daripada enam famili telah direkodkan. Indeks kepelbagaian Shannon Weiner dan kesamarataan adalah rendah iaitu 1.89 dan 0.22 manakala nilai Indeks dominan Simpsons adalah tinggi iaitu 0.58. Indeks kekayaan spesies Margalef adalah rendah iaitu 6.76. *A. larutensis* merupakan spesies yang dominan diikuti oleh *P. aspera* dan *O. hosii* manakala tujuh spesies yang jarang ditemui adalah *Megophrys nasuta*, *Ingerophrynus parvus*, *Humerana miopus*, *Hylarana erythraea*, *Limnonectes blythii*, *Rhacophorus tunkui* dan *Nyctixalus pictus*. Analisis pemakanan mendapati *A. larutensis* memangsai julat invertebrata yang luas sebaliknya *P. aspera* mengamalkan 'myrmecophagy' iaitu cenderung untuk menjadikan semut dan anai-anai sebagai mangsa major. Terdapat 32 kategori mangsa pemakanan ditemui dari kandungan perut dan usus *A. larutensis* tetapi hanya 19 kategori ditemui dari kandungan perut dan usus *P. aspera*. Item makanan utama bagi

kedua-dua spesies anura ini adalah serangga dalam peratusan yang besar iaitu masing-masing 88.1% dan 98.52%. Justeru, *A. larutensis* dianggap sebagai pemangsa opportunistik yang mengamalkan kaedah pencarian makanan secara ‘generalist’ dan ‘duduk dan tunggu’ sementara *P. aspera* pula sebagai pemangsa ‘ant-specialist’ yang mengamalkan kaedah pencarian makanan secara aktif atau meluas (‘wide or active’ foraging strategy).

**AMPHIBIAN BIODIVERSITY AND STOMACH CONTENT
OF TWO SELECTED SPECIES IN SEDIM RIVER, KEDAH, MALAYSIA**

ABSTRACT

A study on the biodiversity of river anurans and the feeding habits of the two most abundant anura, *Amolops larutensis* (Boulenger, 1899) and *Phrynoidis aspera* (Gravenhorst, 1829) was conducted at Compartment 15 of the Gunung Inas Forest Reserve in Kulim, Kedah, Malaysia. This study was conducted over a period of 16 months from 17th May 2008 to 14th September 2009. A total of 19 sampling expeditions were conducted amounting to a total of 166 man-hours. The active searching method was used for studying inventory. The study on feeding habits was done by way of examining the stomach and intestine contents of the two most abundant river anuran in the study area, namely *A. larutensis* and *P. aspera*. As many as 460 individual anurans, consisting of 19 different species from 6 families were recorded. The Shannon-Weiner diversity index and the Evenness index are considered low, at 1.8977 and 0.22 respectively, whereas Simpson Dominance Index was high with a value of 0.58. The Margalef species richness index was also low, with a value of 6.76. *A. larutensis* is the most dominant species followed by *P. aspera* and *O. hosii* whereas the seven most rare species are *Megophrys nasuta*, *Ingerophrynus parvus*, *Humerana miopus*, *Hylarana erythraea*, *Limnonectes blythii*, *Rhacophorus tunkui* dan *Nyctixalus pictus*. Thirty-two categories of prey items were identified from the stomachs of *A. larutensis* and 19 categories of prey items were identified from the stomachs of *P. aspera*. The main food item for both anuran species were insects with a percentage of 88.1% and 98.52% respectively. *A. larutensis* prey on a large array of invertebrates while *P. aspera* was found to

practice myrmecophagy, which tends to mostly eat ants and termites. Therefore, *A. larutensis* is considered a generalist or opportunistic predator that practices ‘sit and wait’ foraging strategy while *P. aspera* as an ant-specialist predator that practices a ‘wide or active’ foraging strategy.

1.0 Pengenalan

Sebagai salah satu daripada 17 negara di dunia yang mempunyai kekayaan spesies hidupan liar yang tertinggi, Malaysia mempunyai jumlah spesies endemik yang tinggi. Sebanyak 218 spesies amfibia direkodkan di Malaysia iaitu negara keempat yang mempunyai spesies tertinggi di Asia, dan keenam yang mempunyai bilangan spesies endemik tertinggi di Asia, iaitu sebanyak 63 spesies (iucn.org, 2012). Daripada jumlah 218 spesies, 165 spesies secara umumnya tinggal di kawasan hutan dan kawasan berair (Yong, 1993). Jumlah spesies amfibia di Semenanjung Malaysia pula adalah sebanyak 107 spesies (Chan et al., 2010a). Grismer et al., (2010) melaporkan Banjaran Bintang mempunyai kepelbagaian amfibia dan reptilia yang tinggi, iaitu sebanyak 107 spesies amfibia dan reptilia yang terdiri daripada 41 spesies katak, 2 spesies sesilia, 3 spesies kura-kura, 31 spesies cicak dan 30 spesies ular. Kajian kepelbagaian biologi penting kerana sejak kebelakangan ini banyak spesies baru telah dijumpai (Stuebing & Anna, 2000; Leong & Lim, 2003; Grismer et al., 2004; Matsui & Ibrahim, 2006; Grismer, 2007; Mcleod & Norhayati, 2007; Wood et al., 2008; Matsui et al., 2009; Chan et al., 2009; Chan & Grismer, 2010; Matsui et al., 2012).

Amfibia merupakan haiwan vertebrata yang bukan sahaja mempunyai kepelbagaian biologi yang tinggi tetapi juga membawa banyak manfaat kepada manusia sejagat, terutama sekali dalam bidang perubatan, penyelidikan, pendidikan dan sebagainya. Amfibia didapati menghadapi ancaman kepupusan yang lebih pantas daripada mamalia atau burung yang menyebabkan saintis di seluruh dunia menekankan kepentingan untuk menyelidik tentang pelbagai aspek kumpulan haiwan ini. Hirai dan Matsui (2002) menekankan keperluan mengkaji tabiat pemakanan

dalam memahami ekologi anura kerana pengetahuan mengenainya sangat terhad. Maklumat mengenai komposisi diet dapat menyokong kajian tabiat di lapangan dan ekologi (Santos et al., 2004). Pengetahuan mengenai ekologi seperti kajian diversiti dapat menjaga keselamatan manusia seperti di Guam di mana kelimpahan lapan spesies katak dikawal supaya sumber makanan ular dari spesies *Boiga irregularis* ini tidak tersebar di kepulauan kejirannya (Christy et al., 2007).

Amfibia kebiasaannya adalah pemangsa opportunistik iaitu diet bergantung kepada ketersediaan mangsa dalam saiz yang sesuai. Terdapat juga laporan yang menyatakan beberapa spesies amfibia mengamalkan mekanisme pemakanan memilih (Duellman & Trueb, 1986). Serangga dan haiwan invertebrata lain seperti labah-labah, millipede, siput, cacing dan 'small fry' merupakan makanan utama bagi amfibia dewasa yang bergantung kepada deria visual untuk mencari dan menangkap mangsa (Noble, 1954). Pemakanan yang berkesan adalah apabila tenaga maksimum diperolehi iaitu, tenaga yang diperolehi daripada makanan adalah lebih banyak daripada tenaga yang dihabiskan dalam proses mendapatkan makanan (Duellman & Trueb, 1986).

Kajian saya adalah penting dalam menyenaraikan spesies anura yang mendiami tapak kajian, merekodkan nilai kepelbagaian, kesamarataan dan kelimpahan spesies anura di tapak kajian untuk membantu Jabatan Perhutanan Negeri Kedah dalam proses pemeliharaan dan pemuliharaan serta penggubalan undang-undang berkaitan ekosistem di Hutan Simpan Gunung Inas. Selain itu, kajian pemakanan ke atas dua spesies iaitu *Amolops larutensis* dan *Phrynoidis aspera* merupakan yang pertama dijalankan setelah lebih 46 tahun di mana pemakanan *A.*

larutensis di kawasan kajian adalah yang pertama diterbitkan. Kajian ini diharapkan dapat memperbaharui serta menambah maklumat mengenai aspek biodiversiti anura sungai di tapak kajian serta ekologi pemakanan dua spesies terlimpah iaitu *A. larutensis* dan *P. aspera*.

1.1 Objektif-objektif kajian

Objektif kajian ini adalah:

1. Mengenalpasti spesies amfibia di Kompartmen 15, Hutan Simpan Gunung Inas, Kedah, Malaysia.
2. Menentukan komposisi, kekayaan dan kepelbagaian spesies amfibia.
3. Menentukan item makanan utama dua spesies anura yang mempunyai kelimpahan terbesar di tapak kajian iaitu *Amolops larutensis* (Anura: Ranidae) dan *Phrynoidis aspera* (Anura: Bufonidae).
4. Mengaitkan antara strategi pencarian mangsa pemakanan dengan item mangsa pemakanan utama melalui analisis kandungan perut.

1.2 Hipotesis-hipotesis kajian:

1. Hipotesis berkenaan dengan komposisi, kekayaan dan kepelbagaian spesies amfibia di HSGI.

H_0 : HSGI mempunyai kepelbagaian dan kekayaan spesies amfibia yang rendah kerana habitat yang tidak sesuai untuk kemandirian spesies amfibia.

H_a : Kepelbagaian dan kekayaan spesies yang tinggi didapati di HSGI kerana habitat yang sesuai untuk kemandirian spesies amfibia.

2. Hipotesis berkenaan dengan item makanan utama bagi dua spesies anura yang mempunyai kelimpahan terbesar di tapak kajian.

H_0 : Item makanan utama bagi *Amolops larutensis* dan *Phrynoedis aspera* adalah sama.

H_a : Item makanan utama bagi *A. larutensis* dan *P. aspera* adalah tidak sama.

3. Hipotesis berkenaan dengan strategi pencarian mangsa pemakanan bagi dua spesies anura yang dikaji.

H_0 : Strategi pencarian mangsa pemakanan bagi *A. larutensis* dan *P. aspera* adalah sama.

H_a : Strategi pencarian mangsa pemakanan bagi *A. larutensis* dan *P. aspera* adalah tidak sama.

2.0 Tinjauan Bahan Bacaan

2.1 Pengelasan Amfibia

Kelas Amfibia terdiri daripada 3 order iaitu Anura (Salientia), Caudata (Urodela), dan Gymnophiona (Apoda) dengan jumlah spesies di seluruh dunia sebanyak lebih kurang 5,740 (Ibrahim, 2010). Walaupun pengelasan taksonomi ketiga-tiga order sering diperdebatkan, terdapat beberapa ciri-ciri tertentu yang membezakan setiap order. Memang mudah untuk melihat perbezaan setiap order dari ciri luarannya di antara bentuk tipikal katak dan kodok, salamander dan sesilia. Walaupun begitu, terdapat perbezaan dan persamaan yang jelas pada ciri dalamnya dari segi fisiologi dan genetik (Duellman & Trueb, 1986).

2.1.1 Order Anura

Order Anura (dahulu dikenali sebagai Batrachia) atau kadangkala disebut order Salientia merangkumi katak dan kodok. Terdapat hampir 30 famili dan lebih dari 4,500 spesies anura yang wujud di dunia. Anura merupakan kumpulan amfibia yang mempunyai kepelbagaian yang tinggi, dengan saiz dalam julat antara 8mm sehingga lebih kurang 30 cm panjang badan. Anura boleh dijumpai di hampir setiap ceruk bumi kecuali di Antartika. Secara kasarnya, katak dan kodok berbeza daripada salamander dan sesilia dari segi kehadiran empat anggota badan (Duellman & Trueb, 1986).

2.1.2 Order Caudata

Order Caudata atau nama lainnya Urodela terdiri daripada salamander, mengkarung air, 'water dog', 'siren' dan 'amphiuma'. Sebanyak 10 famili dengan lebih dari 500 spesies salamander yang telah dikenalpasti. Caudata dikenali sebagai

amfibia berekor kerana setiap spesiesnya mempunyai ekor. Caudata khususnya mempunyai empat anggota badan yang digunakan untuk pergerakan terrestrial. Secara umumnya, Caudata tidak dapat mengeluarkan suara kecuali *Dicamptodon ensatus* yang boleh mengeluarkan bunyi seperti mencicit apabila diganggu. Walaupun Caudata banyak ditemui di zon temperat, ia juga melalui evolusi yang hebat pada ciri-ciri anatomi seperti badan yang memanjang pada 'amphiuma' dan 'siren', kehidupan akuatik pada beberapa neut dan salamander, tabiat tinggal di atas pokok oleh spesies neotropika, neoteny yang obligat dan fakultatif dan banyak lagi (Duellman & Trueb, 1986).

2.1.3 Order Gymnophiona

Gymnophiona atau Apoda terdiri daripada sesilia yang menyerupai cacing tanah atau ular dan tidak mempunyai anggota badan. Sesilia biasanya buta atau hampir buta serta mempunyai tentakel yang terletak di antara mata dan lubang hidung. Walaupun sebilangan kecil sesilia adalah akuatik atau semi-akuatik, kebanyakannya tinggal bersembunyi di dalam tanah atau disebut sebagai fossorial. Ini memungkinan sesilia termasuk di dalam kumpulan haiwan vertebrata yang paling kurang dikaji dan difahami seperti ikan laut dalam. Taburan hampir kesemua sesilia adalah di kawasan tropika, Amerika Selatan, Afrika dan Asia Selatan (Gymnophiona.org, 2011; Wikipedia, 2011).

2.2 Manfaat Amfibia

Amfibia wajar dianggap sebagai warisan alamiah yang sangat berharga berdasarkan perkhidmatan alamiah kepada kita (Ibrahim, 2010). Anura boleh dijadikan sebagai petunjuk biologi yang baik kepada gangguan habitat (Ibrahim, 2010; Kueh & Maryati, 2005) untuk menunjukkan tahap kesihatan alam sekitar kerana organisma kelas ini mempunyai kulit separa telap dan kitar hidupnya yang semi-akuatik menjadikan ia mampu untuk mengesan walaupun sedikit kehadiran bahan pencemar di dalam sumber air (Kueh & Maryati, 2005).

Sebagai agen pemindahan tenaga antara habitat (Ibrahim, 2010), anura menyalurkan dan memindah tenaga dalam jaringan makanan. Ia menjadi item makanan utama bagi pemangsa primer seperti kumbang air dan ular di ekosistem padi (Hirai & Matsui, 1999).

Kueh dan Maryati (2005) melaporkan bahawa anura amat penting dalam membentuk bahagian utama jaringan makanan dalam persekitaran. Ia bertindak sebagai pengguna primer, sekunder dan tertier di sepanjang kitar hidupnya iaitu juvenil yang menjadikan tumbuhan mikroskopik dan kulat sebagai makanan serta dewasa yang memakan serangga, invertebrata, anura lain, cicak kecil, krustasia kecil, ular kecil, burung kecil dan mamalia kecil.

Pemakanan berteraskan serangga dan organisma invertebrata menjadikan anura sesuai sebagai agen kawalan biologi untuk mengawal serangga perosak tanaman agrikultur sekaligus mengurangkan kebergantungan para petani kepada bahan kimia racun serangga (Kueh & Maryati, 2005). Anura juga boleh dianggap

sebagai agen kawalan makhluk perosak sepertimana burung hantu (*Tyoto alba*) digunakan dalam pengawalan tikus di ladang-ladang pertanian (Wong, 2007). Contohnya, Noble (1954) mengatakan bahawa kodok yang mengamalkan pemakanan serangga secara tidak memilih dapat membantu para petani dalam mengawal serangga perosak di ladang pertanian. Di samping itu, *R. nigromaculata* didapati membantu mengawal serangga perosak padi dengan memangsai pelbagai serangga perosak padi antaranya ulat bulu, kumbang dan pepijat (Hirai & Matsui, 1999). Ibrahim (1995) mendapati kira-kira 80% mangsa pemakanan bagi *R. cancrivora* dan *R. limnocharis* adalah serangga perosak padi dan menganggap anura tersebut sebagai organisma kawalan biologi yang amat penting dalam ekosistem sawah padi.

Anura juga memberi manfaat dengan menyediakan opsyen pemakanan berkhasiat sebagai sumber protein kepada petani-petani miskin di India, Indonesia dan China tetapi ia juga dieksport ke Perancis dan Jerman sebagai makanan enak ('gourmet') (Ibrahim, 2010). Katak telah menjadi makanan ruji apabila sejumlah besar ditangkap setiap malam iaitu sebanyak 227 Kg kaki katak daripada spesies *Rana pipiens* sementara kira-kira 150 000 katak dijual oleh seorang peraih semasa musim luruh pada tahun 1915 di New York (Noble, 1954).

Kulit katak didapati mempunyai kepentingan dari sudut ekonomi dan membantu dalam perkembangan penyelidikan antaranya rembesan kulit kodok yang mengandungi bahan berguna dalam perubatan (Ibrahim, 2010), sumber pembuatan barangan kulit yang berkualiti dan halus (Noble, 1954) serta kajian ke atas sel kulit katak untuk tujuan pengklonan ([www. timeshighereducation.co.uk](http://www.timeshighereducation.co.uk), 2012).

Akhir sekali, aspek perkhidmatan amfibia yang paling penting adalah pengorbanan kelas haiwan ini untuk tujuan kajian dan pembelajaran sains (Ibrahim, 2010). Contohnya, larva amfibia telah digunakan untuk mempelajari endokrinologi dan mekanik perkembangan, katak digunakan bagi mempelajari fisiologi asas manakala salamander digunakan untuk mempelajari zoologi vertebrata (Noble, 1954). Baru-baru ini, Sir John Gurdon telah memenangi Anugerah Nobel pada tahun 2012, menerusi kajian beliau pada tahun 1962 ke atas sel kulit dan usus katak yang matang untuk diprogram semula menghasilkan berudu baru (www.timeshighereducation.co.uk, 2012).

2.3 Kepupusan Amfibia

Kelas Amfibia yang membawa pelbagai manfaat kepada manusia sejagat kini mengalami ancaman kepupusan. Menurut Global Amphibian Assessment, sebanyak 168 spesies amfibia daripada lebih kurang 6000 spesies amfibia dunia dipercayai telah mengalami kepupusan sementara sekurang-kurangnya 2469 spesies amfibia lagi mengalami penurunan populasi (Pacifibio.org, 2011). Senario yang sama juga berlaku di Malaysia iaitu sebanyak 47 spesies daripada 218 spesies terdedah kepada ancaman kepupusan dengan pecahan berikut iaitu satu spesies sangat terancam, 12 spesies terancam dan 34 spesies terdedah kepada bahaya (Pacifibio.org, 2010).

Kepupusan dan penurunan populasi amfibia berlaku disebabkan oleh pelbagai faktor yang mengancam kemandirian kelas ini termasuklah pembangunan yang tidak lestari yang memusnahkan banyak habitat dan ekosistem asli. Malahan ia membawa kepada degradasi flora dan fauna kesan daripada perubahan di dalam struktur tanah, sumber air, litupan tumbuh-tumbuhan dan iklim (Abdul Latif, 1993). Kajian oleh

banyak saintis menyenaraikan perkara yang membawa impak yang signifikan ke arah kepupusan amfibia antaranya kemusnahan habitat amfibia, pengubahsuaian habitat secara berleluasa, kebakaran hutan, eksploitasi berlebihan hidupan liar, pencemaran alam sekitar, perubahan iklim, penggunaan tanah dan serangan penyakit (Duellman & Trueb, 1986; Sodhi et al., 2004; Sodhi et al., 2008; Sheridan et al., 2012).

Selain itu, usaha pengurusan kepelbagaian biologi dan pemuliharaan amfibia perlu dinilai dari semasa ke semasa agar fokus pemuliharaan amfibia tidak tersasar hanya di bahagian negara yang kurang kepelbagaian biologi serta ke atas spesies amfibia yang tidak terancam (Brito, 2008). Di samping itu, informasi mengenai status diversiti herpetofauna yang terkini serta tahap maklumat berkaitannya di Semenanjung Malaysia perlu diketahui dalam usaha menguruskan pemeliharaan dan pemuliharaan yang biasanya dijalankan dengan merujuk kepada maklumat yang sedia ada mengenai sesuatu spesies (Ibrahim et al., 2012b).

Kepupusan amfibia akan membawa kesan berskala yang besar ke atas peringkat ekosistem, termasuklah perubahan di dalam struktur komuniti alga dan pengeluar primer, perubahan bahan organik yang dinamik, perubahan kepada pengguna lain seperti serangga akuatik dan pemangsa sungai, dan mengurangkan pemindahan tenaga di antara habitat jeram dan sungai (Whiles et al., 2006). Justeru, kajian mengenai biodiversiti dan inventori spesies adalah amat perlu dilaksanakan bagi mengenalpasti status kelimpahan spesies amfibia semasa dan merekodkan maklumat berkaitan spesies amfibia supaya kadar kepupusan jangkamasa panjang dapat dinilai dan langkah pemeliharaan dan pemuliharaan dapat dijalankan.

2.4 Penyelidikan Kepelbagaian Biologi Anura

Kepentingan mengkaji kepelbagaian biologi katak dan kodok sebagai khazanah semulajadi negara ditekankan oleh Ibrahim et al., (2010), kerana informasi mengenai amfibia di Malaysia dari aspek biologi dan ekologi masih tidak mencukupi serta masih ada spesies yang tidak dikaji (Ibrahim et al., 2006; Shahriza, 2006).

2.4.1 Kepelbagaian biologi anura di Malaysia

Kepelbagaian biologi anura merupakan salah satu aspek biologi dan ekologi amfibia yang semakin menjadi tumpuan para saintis di Malaysia. Analisis ekologi anura di Malaysia telah dilakukan oleh beberapa saintis merangkumi Indeks Kepelbagaian, Kesamarataan dan Kekayaan. Antaranya Ibrahim et al., (2012b) mendapati terdapat 28 spesies anura daripada enam famili di Kompartmen 15 di Hutan Simpan Gunung Inas dengan nilai diversiti yang rendah ($H' = 0.745$). Dash dan Mahanta (1993) melaporkan nilai indeks Kesamarataan, J' ('Evenness Index') adalah berbeza bagi lima tapak kajian di habitat yang berbeza-beza iaitu 0.2369 di kawasan penanaman padi yang diairi, 0.3336 bagi kawasan penanaman padi yang tidak diairi, 0.5429 di kawasan bandar, 0.3215 di kawasan kampung dan 0.5908 di tapak kajian di hutan di Orissa, India. Indeks kekayaan, D_a ('Species Richness Index') bagi spesies anura di Kedah adalah tinggi iaitu 10.44 menunjukkan kekayaan spesies anura yang dikaji oleh Ibrahim et al., (2012b) adalah tinggi.

Beberapa kajian di utara Semenanjung Malaysia dijalankan oleh Shahriza (2006) telah merekodkan sebanyak 19 spesies amfibia daripada 10 genera dan lima famili yang mendiami empat batang sungai. Beberapa kajian kepelbagaian anura di Kedah pula mencatatkan 15 spesies daripada lima famili amfibia ditemui di beberapa

sungai kecil dan kawasan berpaya di sekitar Pulau Langkawi, Kedah (Ibrahim et al., 2006); lapan spesies anura daripada tiga famili disenaraikan mendiami Kawasan IV Projek Lembaga Kemajuan Pertanian Muda (MADA) (Ibrahim et al., 2009) seterusnya 14 spesies amfibia daripada sembilan genera dan lima famili dilaporkan oleh Shahriza et al., (2011) di Lembah Beris, Kedah.

Beberapa kajian inventori di bahagian tengah dan selatan semenanjung Malaysia mendapati perbezaan habitat anura mempengaruhi jumlah spesies yang direkodkan iaitu kepelbagaian spesies adalah lebih tinggi di kawasan hutan primer dan lebih rendah di kawasan pantai. Kajian oleh Norsham et al., (2000) menemui hanya sembilan spesies anura di bahagian utara Hutan Simpan Belum di Perak manakala di Pantai Melawi Bachok, Kelantan, lima spesies amfibia direkodkan iaitu kesemua spesies itu merupakan biopenunjuk landskap yang terubahsuai di tapak kajian (Daicus et al., 2010). Antara bulan Oktober 2008 hingga Jun 2009, lima spesies baru ditemui di Bukit Fraser, Pahang menjadikan jumlah keseluruhan kerpetofauna di kawasan itu kepada 67 spesies yang terdiri daripada 22 spesies katak dan kodok, 1 spesies sesilia, dua spesies kura-kura, 22 spesies cicak dan 20 spesies ular (Norhayati et. al, 2011). Di Johor, inventori herpetofauna yang dijalankan di wilayah barat Endau-Rompin menemukan sebanyak 33 spesies amfibia yang terdiri daripada 32 spesies anura dan satu spesies sesilia (Daicus & Hashim, 2004). Sejumlah 37 spesies katak, satu spesies kura-kura, 27 cicak atau biawak, dan 11 ular dilaporkan dari Hutan Simpan Gunung Panti, Johor. (Chan et al., 2010b)

Penyelidikan kepelbagaian anura juga dijalankan sehingga di Kepulauan Borneo bagi mengemaskini rekod inventori anura di Malaysia secara menyeluruh.

Antaranya, laporan oleh Ramlah (1999) menyatakan sebanyak 144 individu daripada 18 spesies katak dan kodok dikutip di Bario, Sarawak dan kawasan sekitarnya di mana diversiti anura di tapak kajian adalah rendah iaitu hanya 12.85% daripada keseluruhan spesies yang terdapat di Borneo iaitu kira-kira 140 spesies. Sementara itu, sebanyak 11 spesies anura daripada tujuh genera dan lima famili ditemui di Trus Madi, Sabah (Kueh, 2003) manakala Inger et al., (2005) merekodkan sebanyak 17 spesies katak dan kodok paya gambut di empat lokasi paya gambut di kepulauan Borneo.

Perbandingan dapatan kajian ini diperhatikan oleh kajian Grismer et al., (2010), iaitu jumlah spesies anura yang ditemui di tapak kajian ini adalah 46.34% daripada jumlah total spesies anura di Bukit Bintang, Kedah. Jumlah ini adalah rendah mungkin akibat kutipan spesimen di buat di tapak kajian yang kecil tidak meliputi keseluruhan habitat anura seperti juga yang dilaporkan oleh Ibrahim et al., (2006) dalam kajiannya di Pulau Langkawi, Kedah. Namun, jumlah spesies yang ditemui dalam kajian ini adalah hampir sama dengan diversiti anura di Bukit Fraser, Pahang iaitu sebanyak 22 spesies (Norhayati et al., 2011) tetapi lebih kecil jika dibandingkan dengan diversiti anura di Kawasan Barat Endau-Rompin, Johor iaitu sebanyak 32 spesies anura (Daicus & Hashim, 2004). Walaupun persampelan ini dibuat di tapak kajian yang asli dan terpelihara, terdapat dua spesies komensal iaitu *P. leucomystax* dan *H. erythraea* direkodkan. Fenomena ini berkemungkinan berpadanan dengan dapatan oleh Daicus et al., (2010) yang menyatakan keterdapatan spesies 'generalist' iaitu spesies anura yang dapat menyesuaikan diri dengan baik di dalam habitat terganggu di Pantai Melawi, Bachok, Kelantan merupakan biopenunjuk kepada lanskap terubahsuai.

Selain daripada inventori spesies yang telah sedia ada, banyak penyelidikan yang dijalankan di Malaysia juga menemui spesies-spesies baru yang belum diterokai dan ditemui oleh sains. Antara penemuan spesies anura baru termasuklah *Philautus erythrophthalmus* ditemui di Muruk Mio, Sabah oleh Stuebing dan Anna (2000); *Hylarana banjarana* di beberapa kawasan pergunungan di Semenanjung Malaysia oleh Leong dan Lim (2003); *Leptolalax kajangensis* di Gunung Kajang, Pulau Tioman oleh Grismer et al., (2004); *Odorrana monjerai* oleh Matsui dan Ibrahim (2006) di Gunung Jerai di Kedah; *Theلودerma licin* dari Selatan Thailand dan Semenanjung Malaysia (McLeod & Norhayati, 2007); dua spesies daripada genus *Ansonia* ditemui di Pahang oleh Wood et al., (2008); *Leptolalax kecil* di Cameron Highland, Pahang (Matsui et al., 2009); *Gastrophrynoidis immaculatus* di Gunung Besar Hantu, Negeri Sembilan (Chan et al., 2009); *Ingerophrynus biporcatus* ditemui oleh Grismer (2007) di Taman Negara Endau-Rompin, Johor; *R. reinwardthii* daripada Selatan Thailand dan Semenanjung Malaysia didapati mempunyai morfologi yang berbeza daripada populasi anura ini yang berada di Kepulauan Borneo dan Jawa seterusnya diperihalkan semula sebagai spesies baru iaitu *Rhacophorus norhayatii* (Chan & Grismer, 2010). Selain itu, Matsui et al., (2012) telah menemui spesies baru katak mulut sempit daripada Microhylidae iaitu *Kalophrynus limbooliati* di Johor.

Sehingga kini, banyak spesies baru masih ditemui oleh saintis di seluruh negara sekaligus mengemaskini jumlah bilangan spesies anura di Malaysia. Inger dan Tan (1996) menyatakan antara faktor yang mempengaruhi pertambahan mendadak bilangan spesies anura adalah merupakan pengetahuan taksonomi dengan semakan terkini melalui kaedah bioteknologi yang canggih. Evan et al., (2011) telah

melaporkan penemuan semula spesies anura endemik di Pulau Pinang iaitu *Ansonia penangensis*. Kajian mengenai sistematik ke atas taburan meluas katak Asia tenggara, *Rana chalconota* telah dijalankan oleh Inger et al., (2009) dan mendapati sekurang-kurangnya tujuh spesies ini boleh ditemui daripada Thailand sehingga Kepulauan Borneo dan Kepulauan Jawa dengan penambahan satu atau dua spesies baru yang belum dinamakan. Justeru, perkembangan ilmu pengetahuan semasa menjadikan penyelidikan mengenai taksonomi dan tatacara nama menjadi lebih tepat seterusnya memperbaiki tahapan informasi terhadap ekologi dan biologi amfibia di Malaysia.

2.4.2 Kepelbagaian biologi anura di rantau Asia

Inger dan Tan (1996) mendapati bilangan spesies anura di Borneo telah mencapai 138 spesies, bilangan ini bertambah sebanyak hampir 50% dalam tiga dekad iaitu sebanyak 92 spesies daripada dapatan kajian oleh Inger pada tahun 1966. Punca pertambahan mendadak bilangan spesies anura mungkin disebabkan oleh penemuan spesies baru, pengetahuan mengenai taburan spesies anura yang semakin berkembang serta hubungkait taksonomi yang berubah secara signifikan (Inger & Tan, 1996). Bryan et al., (2005) menemui spesies baru katak sungai di pergunungan selatan Laos dan pusat Vietnam dan diberi nama *Rana khalam*. Di Utara Vietnam, sebanyak 42 spesies amfibia direkodkan di Hutan Simpan Hoang Lien di samping penemuan dua spesies baru daripada genus *Leptolalax* dan genus *Rhacophorus* (Ohler et al., 2000). Sementara itu, spesies ranid baru *Amolops crammobatus* ditemui oleh Inger dan Kottelat (1998) di hutan hujan malar hijau yang terganggu di Laos. Sebanyak 20 spesies daripada 12 genera dan lima famili anura berjaya direkodkan di 12 bahagian di Singapura oleh Bickford et al., (2010). McLeod (2008) menemui

spesies baru dicroglossin berkepala besar dan bertaring daripada genus *Limnonectes* di timur Thailand. Di Sumatera Barat, sebanyak 17 spesies amfibia yang terdiri daripada 16 spesies anura dan 1 spesies sesilia serta 38 spesies reptilia telah dikutip dengan satu penemuan spesies anura baru *Bufo (Duttaphrynus) totol*. (Teynie et al., 2010)

2.5 Ekologi Pemakanan Anura

Strategi dan mekanisme pemakanan anura terdiri daripada pemilihan mangsa pemakanan, lokasi mangsa pemakanan, cara pemburuan dan penghadaman mangsa pemakanan (Duellman & Trueb, 1986). Faktor yang mempengaruhi ekologi pemakanan anura terbahagi kepada dua iaitu faktor intrinsik dan faktor ekstrinsik. Antara faktor intrinsik berkaitan toleransi ekologi dan penghad morfologi termasuklah morfologi anura, strategi pencarian mangsa pemakanan, mekanisme pemakanan memilih dan tidak memilih, perbezaan taksonomi dan perbezaan jantina manakala faktor ekstrinsik termasuklah ketersediaan mangsa pemakanan, kelimpahan bermusim mangsa pemakanan, dan mikrohabitat.

2.5.1 Morfologi Anura

Ketersediaan mangsa pemakanan dengan saiz yang sesuai dalam persekitaran, perubahan ontogenik, habitat dan musim memainkan peranan yang penting dalam pemilihan mangsa pemakanan anura.

Duellman dan Trueb (1986) menyatakan bahawa biasanya ketersediaan mangsa pemakanan dari jenis dan saiz yang sesuai merupakan penghad asas terhadap diet amfibia. Katak-katak yang bersaiz lebih kecil hanya memangsai mangsa

pemakanan yang kecil manakala katak-katak yang bersaiz lebih besar memilih item makanan dalam julat saiz yang bersesuaian (Berry, 1966). Walaupun begitu, Toft (1980) mendapati anura yang mengamalkan kaedah pencarian makanan secara ‘ant-specialist’ memangsai mangsa yang lebih kecil berbanding saiz lebar rahangnya berbanding anura yang tidak mengamalkan kaedah pencarian makanan secara ‘ant-specialist’ manakala ‘generalist’ pula cenderung untuk memangsai mangsa yang sesuai dengan saiz rahangnya.

Perubahan gizi berdasarkan perubahan ontogenik bagi anura berlaku kerana tumbesaran saiz anura mempengaruhi pemilihan jenis mangsa pemakanannya di mana katak dan kodok yang semakin membesar cenderung untuk mencari mangsa pemakanan yang lebih besar (Duellman & Trueb, 1986). Ini dapat dilihat mengenai kewujudan bersama *Hyla japonica* dan *Rana nigromaculata* secara dominan di kawasan penanaman padi di Shizuhara, Jepun adalah disebabkan sumber makanan dibahagikan mengikut saiz badan (Hirai & Matsui, 2002b). Sebaliknya, komposisi mangsa pemakanan yang hampir serupa di antara juvenil, sub-dewasa dan dewasa *R. nigromaculata* mencadangkan bahawa sumber makanan adalah sama bagi setiap peringkat perubahan ontogenik anura spesies ini (Hirai & Matsui, 1999).

Korelasi yang jelas boleh diperhatikan di antara julat saiz mangsa pemakanan yang dimangsai oleh pelbagai spesies anura serta lebar mulut (Toft, 1980). Berry (1966) mendapati bahawa item mangsa pemakanan *Amolops larutensis* adalah di dalam julat 1 mm sehingga 6.5 mm iaitu sesuai dengan saiz lebar mulutnya, manakala *Bufo asper* pula didapati mengabaikan serangga daripada famili Collembola walaupun ia mempunyai kelimpahan yang tinggi mungkin disebabkan

saiznya yang kecil berbanding min saiz rahang kodok ini (Berry, 1970). Kodok ini juga memangsai item yang bersaiz tidak kurang daripada 2 mm. Walaupun begitu, saiz serangga yang dimangsai oleh *Bufo marinus* berkadar dengan saiz SVL dan lebar rahang kodok ini (Kidera et al., 2008). Kandungan perut *Rana catesbeiana* dewasa dan juvenil bergantung kepada saiz badan iaitu masing-masing cenderung memakan 'crayfish' dan kepelbagaian organisma arthropoda (Hirai, 2004). Elliott dan Karunakaran (1974) menyatakan bahawa pemilihan mangsa pemakanan *R. cancrivora* didapati bergantung kepada saiz badan.

Saiz kaki belakang juga mempengaruhi pola pemakanan anura di mana *Rana porosa brevipoda* yang mempunyai saiz kaki belakang yang lebih kecil daripada *R. nigromaculata* cenderung untuk memasukkan mangsa pemakanan yang kecil serta tidak memberi manfaat yang banyak di dalam dietnya (Hirai & Matsui, 2001).

2.5.2 Strategi Pencarian Mangsa Pemakanan

Kaedah pencarian mangsa pemakanan dibahagikan kepada dua iaitu 'sit and wait' (duduk dan tunggu) dan 'wide or active foraging' (kaedah pencarian secara aktif atau meluas). Anura yang menggunakan kaedah pencarian makanan secara 'sit and wait' biasanya memakan mangsa yang berkitin serta bergerak aktif sebaliknya mangsa yang tidak aktif dan tidak berkitin biasanya dimangsai oleh pemangsa aktif (Toft, 1980; Da Rosa, 2002). Berry (1966) melaporkan bahawa *Amolops larutensis* jarang mencari makanan di dalam air serta tidak pernah bersiar-siar di darat untuk mencari makanan sebaliknya ia mendapatkan makanan dari batu-batu serta vegetasi berdekatan. Selain itu, anura ini juga memilih mangsa yang aktif seperti semut, serangga daripada famili Orthoptera dan Coleoptera daripada mangsa yang kurang

aktif seperti larva Diptera dan larva Trichoptera (Berry, 1966). Antara anura lain yang menggunakan strategi pencarian makanan secara ‘sit and wait’ adalah *Leptodactylus ocellatus* dan *Hyla p. pulchella* dengan memilih order serangga yang aktif seperti Coleoptera dan Diptera manakala ‘wide/ active foraging’ digunakan oleh *Bufo gr. granulatus* di mana kodok ini menjadikan semut sebagai mangsa utamanya (Da Rosa et al., 2002).

2.5.3 Mekanisme pemakanan

Anura mengamalkan mekanisme pemakanan jenis memilih (‘selective atau specialist’) dan tidak memilih (‘generalist’ atau ‘opportunistic’). Kidera et al., (2008) melaporkan kelakuan *Bufo marinus* yang memilih mangsa pemakanan yang aggregasi sebagai item makanan utama serta mengabaikan amphipoda walaupun kelimpahan amphipoda amat tinggi dalam persekitaran. *Microhyla ornata* daripada famili katak bermulut sempit dikatakan sebagai ‘ant-specialist’ iaitu cenderung untuk memangsai semut dalam peratusan yang tinggi iaitu lebih daripada 70% jumlah keseluruhan item mangsa pemakanan berbanding kelimpahan semut di persekitaran (Hirai & Matsui, 2000a). Di samping itu, *Microhyla heymonsi* daripada famili yang sama serta *Rana chalconota* juga didapati cenderung memangsai semut apabila lebih daripada 50% semut ditemui di dalam kandungan perut amfibia ini (Erfteimeijer & Boeadi, 1991). *Bufo japonicus formosus* juga direkodkan sangat memilih makanan. Ia didapati sangat memilih jenis dan saiz mangsa pemakanan seperti semut dan kumbang tanah yang membentuk sebahagian besar dietnya berbanding ketersediaan serangga itu dalam persekitaran (Hirai & Matsui, 2002a). Walau bagaimanapun, didapati ‘myrmecophagy’ oleh *Rana rugosa* mungkin dikaitkan dengan mekanisme pertahanan diri daripada pemangsa (Hirai & Matsui, 2000b). Yap et al., (2012)

melaporkan bahawa *P. aspera* mengamalkan ‘ant-specialist’ atau ‘myrmecophagy’ iaitu mempunyai kecenderungan yang besar untuk memangsai semut dan anai-anai sebagai pertahanan daripada pemangsa. Anura menjadikan semut sebagai sumber bekalan alkaloid di mana kelenjar kulitnya menggunakan alkaloid sebagai sistem pertahanan kimia daripada serangan pemangsa (Jones et al., 1999). Strategi pencarian mangsa pemakanan serta taktik pertahanan daripada pemangsa mungkin mempunyai kaitan di antara satu sama lain dan mungkin juga terevolusi bersama-sama (Toft, 1980).

Selain dari kecenderungan untuk memangsai semut dan anai-anai, terdapat juga anura yang cenderung untuk mengambil sebahagian besar tumbuh-tumbuhan di dalam dietnya. Sebagai contoh, 79.5% daripada isipadu diet *Rana hexadactyla* yang mempunyai saiz badan yang besar didapati terdiri daripada tumbuh-tumbuhan (Das, 1996). Selain itu, pola pemakanan yang berkisar di sekeliling vegetasi tumbuh-tumbuhan yang biasanya sangat banyak menyebabkan amfibia tidak perlu menghabiskan banyak tenaga dan masa untuk mencari makanan. Kes lain pula adalah seperti *Rana ridibunda* yang mempamerkan kecenderungan untuk memangsai larva serangga sebanyak 42.1% di dalam populasi dan musim tertentu (Yilmaz & Kultrup, 2006).

Anura yang tidak memilih mangsa atau yang memangsai spektrum mangsa pemakanan yang luas digolongkan sebagai ‘generalist’ atau ‘opportunistic’. Berry (1966) melaporkan mengenai pemakanan *A. larutensis* yang terdiri daripada 16 order serangga terestrial dan akuatik. Namun begitu, peratusan setiap order serangga adalah tidak lebih dari 21% daripada jumlah isipadu mangsa pemakanan. Justeru,

anura ini dianggap sebagai anura yang mengamalkan mekanisme pemakanan jenis tidak memilih dimana spektrum serangga yang dimangsa olehnya adalah luas. Korelasi yang jelas di antara komposisi diet dan ketersediaan mangsa pemakanan menunjukkan *H. japonica* (Hirai & Matsui, 2000c); *R. nigromaculata* (Hirai & Matsui, 1999); *Dendrobates femoralis* (Toft, 1980) dan *H. cf labialis* serta *Leptobrachium hendricksoni* (Yap & Ibrahim, 2012) sebagai pemangsa ‘generalist’ atau ‘opportunistic’ di mana komposisi diet anura-anura tersebut adalah bertepatan dengan kelimpahan mangsa pemakanan yang terdapat di dalam persekitaran.

2.5.4 Perbezaan taksonomi

Antara faktor yang mempengaruhi tabiat pemakanan anura adalah perbezaan taksonomi. Anura daripada famili yang sama cenderung untuk memilih mangsa pemakanan yang serupa dan sebaliknya anura daripada famili yang berbeza lebih memangsa item pemakanan yang berbeza. Berry (1970) melaporkan bahawa dua spesies kodok iaitu *Bufo asper* dan *Bufo melanostictus* daripada tiga lokaliti berbeza didapati memakan tujuh item mangsa pemakanan yang sama daripada keseluruhan sembilan kumpulan taksonomi makanan utama. Ini diaplikasikan oleh *R. p. brevipoda* dan *R. nigromaculata* yang mempunyai hubungan filogenetik yang sangat rapat iaitu tiada pengasingan tabiat pemakanan di antara kedua-dua spesies anura ini dilaporkan (Hirai & Matsui, 1999; Hirai & Matsui, 2001).

2.5.5 Perbezaan jantina

Hirai dan Matsui (2000a) menyatakan bahawa *Microhyla ornata* jantan dan betina memangsa frekuensi takson mangsa pemakanan yang hampir sama. Pertindihan diet antara keduanya yang besar menunjukkan perbezaan morfologi

antara jantina anura spesies ini didapati tidak mempengaruhi jenis mangsa pemakanan yang dipilih. Item mangsa pemakanan yang mendominasi diet *Microhyla ornata* jantan dan betina dari segi kuantitatif dan isipadu adalah sama iaitu semut. Di samping itu, sejenis kodok daripada kawasan pergunungan di Kyoto, Jepun bernama *B. japonicus formosus* juga mempamerkan tiada perbezaan komposisi diet antara jantina yang berbeza iaitu kedua-dua jantina memangsai kumbang secara dominan (Hirai & Matsui, 2002a). Tabiat pemakanan yang berbeza semasa musim mengawan dikesan bagi *Xenohyla truncata* jantan dan betina di Rio de Janeiro, Brazil (Da Silva & De Britto-Pereira, 2006).

2.5.6 Keterdapatan Mangsa Pemakanan

Diet anura biasanya berkorelasi dengan keterdapatan makanan yang mempunyai saiz yang sesuai di dalam persekitaran (Duellman & Trueb, 1986). *A. larutensis* dilaporkan memilih mangsa pemakanan yang terdapat di dalam persekitarannya (Berry, 1966). Korelasi yang jelas di antara kelimpahan relatif mangsa pemakanan *R. nigromaculata* di dalam persekitaran dan di dalam kandungan perut menunjukkan keterdapatan mangsa pemakanan adalah merupakan salah satu faktor utama yang menentukan diet amfibia (Hirai & Matsui, 1999). *B. asper* yang tinggal di gua Batu Caves mempunyai item mangsa pemakanan yang berbeza berbanding kodok ini yang tinggal di Templer Park (Berry, 1970). Item makanan yang ditemui daripada *R. cancrivora* yang dikutip di air tawar didominasi oleh serangga sebaliknya krustasia dan ketam ditemui daripada anura ini yang dikutip di kawasan air payau (Elliott & Karunakaran, 1974). Hirai dan Matsui (2001) melaporkan bahawa diet *R. p. brevipoda* di kawasan penanaman padi yang diairi terdiri daripada bentuk akuatik berbanding organisma terestrial yang mendominasi

dietnya di kawasan penanaman padi yang kering. Kelemahan *R. rugosa* mengelak daripada memangsai semut yang berkelimpahan tinggi di dalam persekitaran menyebabkan serangga ini membentuk sebahagian besar daripada item mangsa pemakanan *R. rugosa* (Hirai & Matsui, 2000b). Hirai (2004) melaporkan bahawa sebahagian besar daripada komposisi mangsa pemakanan kodok *Rana catesbeiana* yang dikutip di Kolam Mizorogaike, Kyoto adalah terdiri daripada ‘crayfish’ di mana ia mungkin disebabkan kelimpahan fauna bentik ini di dalam kawasan kajian. *R. ridibunda* dari sungai Gorele, Turki serta *H. japonica* dari kawasan penanaman padi Kyoto, Japan dilaporkan mempunyai diet yang berkorelasi dengan ketersediaan mangsa pemakanan (Yilmaz & Kultrup, 2006; Hirai & Matsui, 2000c). Justeru, kelimpahan dan ketersediaan item mangsa pemakanan di persekitaran dibuktikan membawa impak yang besar ke atas pemilihan pemakanan anura.

2.5.7 Kelimpahan Bermusim Mangsa Pemakanan

Kelimpahan bermusim mangsa pemakanan didapati tidak menjadi faktor yang mempengaruhi diet *A. larutensis* (Berry, 1966); *B. asper* (1970) dan katak sampah sarap (Toft, 1980). Ini kerana item makanan kedua-dua spesies anura ini tidak berubah secara major sepanjang musim ketika persampelan dilakukan.

Meskipun begitu, Hirai dan Matsui (2000a) melaporkan bahawa tumbuhan banyak ditemui daripada kandungan perut *M. ornata* pada musim panas kerana peluang untuk memangsai serangga adalah kurang. Semut pula adalah merupakan item mangsa pemakanan yang mempunyai kelimpahan kuantitatif terbesar yang dimangsai oleh anura ini pada musim panas dan musim bunga manakala item makanan yang kurang ditemui pada musim panas adalah kumbang dan kutu kayu

(Hirai & Matsui, 2000a). Sementara itu, didapati diet *H. japonica* semasa musim pembiakan tidak dipengaruhi oleh ketersediaan mangsa pemakanan sebaliknya adalah diakibatkan oleh tenaga yang hilang semasa kelakuan pembiakan anura jantan (Hirai & Matsui, 2000c). Persamaan diet di antara 13 spesies anura daripada famili Dendrobatidae, Bufonidae dan Leptodactylidae dilaporkan menurun pada musim kemarau disebabkan oleh bekalan makanan yang tidak mencukupi (Toft, 1980).

Santos et al., (2004) menyatakan terdapat sedikit perbezaan di dalam komposisi diet enam spesie anura yang dikaji terutamanya pada *Hyla albomarginata* dan *Physalaemus cuvieri* iaitu sedikit peningkatan bilangan kumpulan makanan pada musim hujan.

2.5.8 Mikrohabitat

Individu anura dari spesies yang sama mungkin cenderung untuk memangsai mangsa pemakanan yang berbeza bergantung kepada habitat dan persekitaran di mana ia tinggal. Sas et al., (2009) mendapati sejumlah besar mangsa pemakanan katak air spesies *Rana kl esculenta* adalah serangga akuatik. Duellman dan Trueb (1986) menyatakan individu spesies anura yang sama berupaya untuk memangsai jenis dan jumlah mangsa pemakanan yang berbeza di habitat yang berbeza. Ini selari dengan kajian Eliot dan Karunakaran (1974) yang mendapati diet *Rana cancrivora* adalah berbeza di air tawar dan air payau. Berry (1970) pula mendapati *B. asper* yang dikutip daripada lantai gua Batu Caves memangsai blattaria dan dermaptera secara dominan berbanding *B. asper* yang tinggal di Templer Park cenderung memburu semut (formicidae) dan isoptera. Di samping itu, kodok ini dilaporkan memangsai haiwan terrestrial secara eksklusif. Ibrahim dan Sofrina (2001) mendapati