

**TABIAT PEMAKANAN IKAN SUMPIT DI
HUTAN SIMPAN SUGUT, SABAH**

LAU KING SHIANG

**PERPUSTAKAAN
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH**

**DISERTASIINI DIKEMUKAKAN UNTUK MEMENUHI
SEBAHAGIAN DARIPADA SYARAT MEMPEROLEHI IJAZAH
SARJANA MUDA SAINS DENGAN KEPUJIAN**

**PROGRAM BIOLOGI PEMULIHARAAN
FAKULTI SAINS DAN SUMBER ALAM
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH**

2015



262415



UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

BORANG PENGESAHAN STATUS TESIS

JUDUL: Tabit Pemakanan Ikan Sungit Di Hutan Simpan Sugut, SabahIJAZAH: Ijazah Sarjana MudaSAYA: LAU KING SHIANG
(HURUF BESAR)SESI PENGAJIAN: 2014 / 2015

Mengaku membenarkan tesis *(LPSM/Sarjana/Doktor Falsafah) ini disimpan di Perpustakaan Universiti Malaysia Sabah dengan syarat-syarat kegunaan seperti berikut:-

1. Tesis adalah hak milik Universiti Malaysia Sabah.
2. Perpustakaan Universiti Malaysia Sabah dibenarkan membuat salinan untuk tujuan pengajian sahaja.
3. Perpustakaan dibenarkan membuat salinan tesis ini sebagai bahan pertukaran antara institusi pengajian tinggi.
4. Sila tandakan (/)

 SULIT

(Mengandungi maklumat yang berdarjah keselamatan atau kepentingan Malaysia seperti yang termaktub di AKTA RAHSIA RASMI 1972)

 TERHAD

(Mengandungi maklumat TERHAD yang telah ditentukan oleh organisasi/badan di mana Penyelidikan dijalankan)

 TIDAK TERHAD

PERPUSTAKAAN
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH NORULAIN BINTI ISMAIL
Dra. Mohd. Nurulain Binti Ismail

LIBRARIAN
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH
(TANDATANGAN PUSTAKAWAN)

(TANDATANGAN PENULIS)

Alamat tetap: Lot 266, Jalan Pedada,
96507 Bintangor, Sarawak

Prof. Madya Dr. Homathevi Rahman
NAMA PENYELIA

Tarikh: 26/06/2015Tarikh: 26/06/2015

Catatan :-

- * Potong yang tidak berkenaan.
- * Jika tesis ini SULIT atau TERHAD, sila lampirkan surat daripada pihak berkuasa/organisasi berkenaan dengan menyatakan sekalii sebab dan tempoh tesis ini perlu dikelaskan sebagai SULIT dan TERHAD.
- * Tesis dimaksudkan sebagai tesis bagi Ijazah Doktor Falsafah dan Sarjana Secara penyelidikan atau disertai bagi pengajian secara kerja kursus dan Laporan Projek Sarjana Muda (LPSM)

PERPUSTAKAAN UMS



1000368701



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

PENGAKUAN

Saya akui karya ini adalah hasil kerja saya sendiri kecuali nukilan dan ringkasan yang setiap satunya telah dijelaskan sumbernya.



LAU KING SHIANG

(BS12110263)

14 MEI 2015



DIPERAKUKAN OLEH

Tandatangan

1. PENYELIA

(Prof. Madya Dr. Homathevi Rahman)



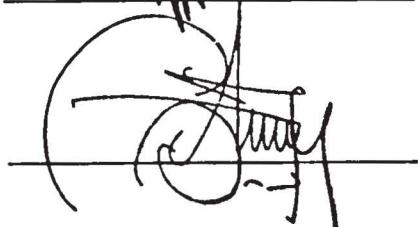
2. PENYELIA BERSAMA

(Prof. Madya Dr. Abdul Hamid Ahmad)



3. DEKAN

(Prof. Dr. Baba Musta)



PENGHARGAAN

Tesis ini tidak akan dapat dilaksanakan oleh saya tanpa pelbagai pihak yang terlibat. Pertama sekali, saya terhutang budi kepada penyelia saya, Prof. Madya Dr. Homathevi Rahman, pensyarah Institut Biologi Tropika dan Pemuliharaan (IBTP), Universiti Malaysia Sabah (UMS), bimbingan darinya, motivasi, pengajaran, cadangan dan sokongan yang telah membolehkan saya untuk menyelesaikan penyelidikan ini dan seterusnya menghasilkan tesis ini. Saya tidak akan lupa kesabaran beliau menyemak dan membetulkan tatabahasa Bahasa Malaysia tesis ini. Saya amat berterima kasih kepada beliau dalam pelbagai perbincangan dan perkongsian idea tentang tesis ini. Saya juga ingin mengucapkan ribuan terima kasih kepada beliau bagi tempahan pengangkutan dan membuat permit untuk persampelan tesis ini.

Saya juga terhutang budi kepada Prof. Madya Dr. Abdul Hamid Ahmad, pensyarah Institut Biologi Tropika dan Pemuliharaan (IBTP), Universiti Malaysia Sabah (UMS), yang sentiasa memberi nasihat mengenai penyelesaian tesis ini dan juga perkongsian idea dalam pelbagai perbincangan. Saya tidak akan lupa petunjuk dan demonstrasi beliau mengenai pembedahan perut ikan kajian ini. Saya juga ingin mengucapkan terima kasih kepada pemeriksa tesis ini, Dr. Arman Hadi Mohmad @ Fikri, atas komen-komen yang diberikan, nasihat mengenai penyelesaian tesis ini dan perkongsian idea dalam pelbagai perbincangan.

Saya ingin mengucapkan terima kasih kepada Encik Markus Bin Salutan, pengurus bidang Jabatan Perhutanan Sabah dalam meluluskan permit menjalankan penyelidikan dalam Hutan Simpan Sugut. Saya juga amat berterima kasih kepada Encik Simon Kuyun sebagai pembantu kerja lapangan dan pembantu perhutanan, Encik Juaan Bin Todok, Encik Umar Ali Bin Musai dan En Rizan Bin Ondang, atas bantuan dalam kerja lapangan ini dalam pengumpulan sampel. Saya ingin mengucapkan terima kasih kepada Encik Lonis Bin Tail untuk membiarkan saya dan pembantu kerja lapangan tinggal di rumah estet IJM Plantation Berhad. Saya juga ingin mengucapkan terima kasih Encik Abdullah Ibrahim, Encik Paimin Rangkasar dan Encik Joumin Rangkasar sebagai pemandu bagi mengantar saya ke padang untuk mengumpul sampel.

Akhir sekali, saya ingin mengucap terima kasih kepada ibu bapa saya atas sokongan kewangan.

ABSTRAK

Kajian mengenai tabiat pemakanan ikan sumpit telah dijalankan di Sungai Sabang, Hutan Simpan Sugut, Beluran, Sabah. Objektif kajian adalah untuk mengenalpasti (1) komposisi diet pemakanan bagi ikan sumpit di Hutan Simpan Sugut, (2) Pemilihan Diet Pemakanan (PDP) ikan sumpit berdasarkan kategori kitar hidup iaitu juvenil, sub-dewasa dan dewasa, dan (3) hubungan antara kategori kitar hidup ikan sumpit berdasarkan jenis diet pemakanan. Kaedah persampelan adalah dengan menggunakan pukat jaring pada Januari 2015. Sebanyak lima persampelan dijalankan di lima stesen sepanjang Sungai Sabang. Untuk melihat komposisi diet pemakanan ikan sumpit, perut ikan sumpit dibedah dan isi kandungannya diperiksa. Sebanyak dua spesies ikan sumpit telah direkodkan dalam kajian ini; *Toxotes jaculatrix* dan *Toxotes chatareus*. Secara keseluruhannya, sejumlah 22 individu *Toxotes jaculatrix* dan 28 individu *Toxotes chatareus* telah disampel. Komposisi diet pemakanan dari segi bilangan didominasi oleh Hymenoptera bagi *Toxotes jaculatrix* sebanyak 69 individu dan bagi *Toxotes chatareus* sebanyak 26 individu. Namun, untuk Kekerapan Pemilihan Diet Pemakanan (PDP) order Decapoda mencatatkan kadar PDP tertinggi bagi kedua-dua *Toxotes jaculatrix* (75%) dan *Toxotes chatareus* (76.19%). Berdasarkan kategori kitar hayat dengan jenis diet pemakanan, *Toxotes jaculatrix* juvenil memilih diet pemakanan yang kurang pelbagai, iaitu dua jenis diet (Hymenoptera dan Decapoda). Walau bagaimanapun, *Toxotes jaculatrix* sub-dewasa mencatatkan lima jenis (Hymenoptera, Isopoda, Decapoda, Mollusk dan Arachnida) dan *Toxotes jaculatrix* dewasa, sebanyak enam jenis (Hymenoptera, Isopoda, Decapoda, Mollusca, Arachnida dan Diptera) diet pemakanan yang dipilih. *Toxotes chatareus* dewasa lebih cenderung memilih diet pemakanan yang kurang pelbagai iaitu tiga jenis (Hymenoptera, Decapoda dan Reptilia) berbanding dengan *Toxotes chatareus* sub-dewasa, empat jenis diet yang dipilih (Hymenoptera, Decapoda, Perciformes dan Arachnida). Analisis korelasi Pearson menunjukkan terdapat korelasi signifikan ($p < 0.05$) dan korelasi positif antara kategori kitar hidup bagi *Toxotes jaculatrix* dengan PDP. Maka, kategori kitar hidup *Toxotes jaculatrix* meningkat dengan peningkatan jenis diet pemakanan. Manakala, *Toxotes chatareus* tidak mempunyai korelasi signifikan ($p > 0.05$) kerana tidak dapat juvenil *Toxotes chatareus*.

ABSTRACT

FEEDING HABIT OF ARCHERFISHES IN SUGUT FOREST RESERVE

This study was conducted to see feeding habit of archerfishes in Sabang river, Sugut Forest Reserve, Beluran, Sabah. The objectives of this study were to determine (1) the diet composition of archerfishes in Sugut Forest Reserve, (2) the Frequency of Occurrence (FO) of archerfishes based on categories size such as juvenile, sub-adult and adult, and (3) the relationship between the categories size and types of diet of the archerfishes. Sampling method were done using gill nets in January 2015. A total of five samplings were conducted at five stations along Sabang river. In order to see diet composition of archerfishes, the archerfishes abdomen were dissected and stomach content examined. A total of two species of archerfishes were recorded in this study; *Toxotes jaculatrix* and *Toxotes chatareus*. Overall, a total of 22 individuals of *Toxotes jaculatrix* and 28 individuals of *Toxotes chatareus* were sampled. The diet composition in terms of number were dominated by Hymenoptera with 69 individuals in *Toxotes jaculatrix* and 26 individuals in *Toxotes chatareus*. But, the Frequency of Occurrence (FO) recorded the highest in the both species of archerfishes were Decapoda with 75% in *Toxotes jaculatrix* dan 76.19% in *Toxotes chatareus*. Based on categories size with types of diet, juvenile *Toxotes jaculatrix* tend to choose a less diverse type of diet which were only two types of diet (Hymenoptera dan Decapoda). However, sub-adult *Toxotes jaculatrix* recorded only selected five types of diet (Hymenoptera, Isopoda, Decapoda, Mollusca and Arachnida) and adult *Toxotes jaculatrix* recorded were six types of diet (Hymenoptera, Isopoda, Decapoda, Mollusca, Arachnida and Diptera). Adult *Toxotes chatareus* tend to choose diet less diverse which were three types of diet Hymenoptera, Decapoda dan Reptilia compared to sub-adult *Toxotes chatareus*, which were four types of diet selected (Hymenoptera, Decapoda, Perciformes dan Arachnida). Pearson correlation analysis showed a significant correlation ($p < 0.05$) and positive correlation between the categories size of *Toxotes jaculatrix* with FO. Thus, the increase of categories size of *Toxotes jaculatrix* with the increase of types of diet. Whereas, *Toxotes chatareus* have no significant correlation ($p > 0.05$) as juvenile *Toxotes chatareus* were not found during sampling.

SENARAI KANDUNGAN

	Muka surat
PENGAKUAN	i
PENGESAHAN	ii
PENGHARGAAN	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
SENARAI KANDUNGAN	vi
SENARAI JADUAL	viii
SENARAI RAJAH	ix
SENARAI SIMBOL	x
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Pengenalan	1
1.2 Justifikasi Kajian	2
1.3 Objektif Kajian	3
1.4 Hipotesis Kajian	3
BAB 2 ULASAN LITERATUR	4
2.1 Habitat Paya Bakau	4
2.2 Ciri-ciri Ikan Sumpit	6
2.3 Pengelasan Ikan Sumpit	7
2.4 Morfologi Ikan Sumpit	9
2.5 Tabiat Pemakanan Ikan Sumpit	12
2.6 Pembriakan Ikan Sumpit	13
2.7 Daya Tahan Ikan Sumpit	13
2.8 Taburan Ikan Sumpit	14
BAB 3 BAHAN DAN KAEDAH	16
3.1 Lokasi Kajian	16
3.2 Kaedah Pensampelan	18
3.3 Persampelan Ikan Sumpit	19
3.4 Pengukuran Jumlah Panjang Badan Dan Penimbang Berat	21
3.5 Ekstrak Isi Kandungan Perut Ikan Sumpit	24
3.6 Kaedah Analisis	26
3.6.1 Pemilihan Diet Pemakanan (PDP)	



3.6.2	Kategori Kitar Hayat Ikan Sumpit	26
3.6.3	Analisis Korelasi Pearson	27
BAB 4	KEPUTUSAN DAN ANALISIS DATA	28
4.1	Komposisi Diet Pemakanan bagi <i>Toxotes jaculatrix</i> dan <i>Toxotes chatareus</i> di Sungai Sabang	28
4.2	Pemilihan Diet Pemakanan (PDP) Bagi <i>Toxotes jaculatrix</i> dan <i>Toxotes chatareus</i>	30
4.3	Komposisi Diet Pemakanan <i>Toxotes jaculatrix</i> dan <i>Toxotes Chatareus</i> Berdasarkan Kategori Kitar Hayat Iaitu Juvenil, Sub-Dewasa Dan Dewasa	30
4.4	Pemilihan Diet Pemakanan (PDP) <i>Toxotes jaculatrix</i> Dan <i>Toxotes Chatareus</i> Berdasarkan Kategori Kitar Hayat Iaitu Juvenil, Sub-Dewasa Dan Dewasa	31
4.5	Hubungan Antara Kategori Kitar Hayat <i>Toxotes jaculatrix</i> dan <i>Toxotes chatareus</i> Berdasar Diet Pemakanan	32
BAB 5	PERBINCANGAN	37
5.1	Komposisi Diet Pemakanan bagi <i>Toxotes jaculatrix</i> dan <i>Toxotes chatareus</i> .	37
5.2	Pemilihan Diet Pemakanan (PDP) <i>Toxotes jaculatrix</i> dan <i>Toxotes chatareus</i> berdasarkan kategori Kitar Hidup iaitu juvenil, sub-dewasa dan dewasa	39
5.3	Hubungan Antara Kategori Kitar Hidup <i>Toxotes Jaculatrix</i> dan <i>Toxotes Chatareus</i> Berdasarkan Jenis Diet Pemakanan.	42
5.4	Taburan Spesies Ikan Sumpit <i>Toxotes chatareus</i>	42
BAB 6	KESIMPULAN (DAN CADANGAN)	44
RUJUKAN		46
LAMPIRAN		49

SENARAI RAJAH

No. Rajah		Muka Surat
2.1	Pengkelasan ikan sumpit.	8
2.2	Morfologi umum ikan sumpit (<i>Toxotes jaculatrix</i>).	9
2.3	Morfologi bagi mengidentifikasi <i>Toxotes jaculatrix</i> .	11
2.4	Morfologi bagi mengidentifikasi <i>Toxotes chatareus</i> .	12
2.5	Taburan ikan sumpit (Allen, 1978).	15
3.1	Lokasi kajian di Sungai Sabang.	17
3.2	Kawasan persampelan di Sungai Sabang.	19
3.3	Peralatan bagi persampelan ikan sumpit.	21
3.4	Pengukuran panjang ikan sumpit dengan menggunakan pembaris besi.	22
3.5	Perbezaan <i>standard length</i> , <i>fork length</i> dan jumlah panjang badan (<i>total length</i>).	23
3.6	Penimbangan berat ikan sumpit dengan menggunakan penimbang berat digital.	23
3.7	Peralatan untuk ekstrak isi kandungan perut ikan sumpit	25
4.1	Komposisi diet pemakanan bagi ikan sumpit spesies <i>Toxotes jaculatrix</i> dan <i>Toxotes chatareus</i> .	29
4.2	Komposisi diet pemakanan dalam peratusan bagi ikan sumpit spesies <i>Toxotes jaculatrix</i> dan <i>Toxotes chatareus</i> .	29
4.3	Diet pemakanan <i>Toxotes jaculatrix</i> dan <i>Toxotes chatareus</i> berdasarkan kategori kitar hidup.	31



SENARAI JADUAL

No. Jadual		Muka Surat
3.1	Stesen persampelan pada longitud dan latitud yang berbeza dan keadaan sekitaran stesen kajian.	18
3.2	Tarikh memasang dan mengutip pukat jaring mengikut keadaan pergerakan air.	19
3.3	Peralatan untuk persampelan ikan sumpit.	20
3.4	Peralatan untuk ekstrak isi kandungan perut ikan sumpit.	24
4.1	Komposisi ikan sumpit bagi <i>Toxotes jaculatrix</i> dan <i>Toxotes chatareus</i> di Sungai Sabang.	28
4.2	Pemilihan diet pemakanan bagi <i>Toxotes jaculatrix</i> dan <i>Toxotes chatareus</i> .	30
4.3	Pemilihan diet pemakanan spesies <i>Toxotes jaculatrix</i> dan <i>Toxotes chatareus</i> berdasarkan kategori kitar hidup iaitu juvenil (< 110 mm), sub-dewasa (110 mm - 180 mm) dan dewasa (> 180 mm).	33
4.4	Jenis diet pemakanan <i>Toxotes jaculatrix</i> dan <i>Toxotes chatareus</i> berdasarkan kategori kitar hidup iaitu juvenil (< 110 mm), sub-dewasa (110 mm - 180 mm) dan dewasa (> 180 mm).	34
4.5	Korelasi Pearson koefisien antara jumlah panjang badan dan jenis diet pemakanan bagi <i>Toxotes jaculatrix</i> .	36
4.6	Korelasi Pearson koefisien antara jumlah panjang badan dan jenis diet pemakanan bagi <i>Toxotes chatareus</i> .	37

SENARAI SIMBOL

<	Lebih rendah daripada
>	Lebih tinggi daripada
ml	Mililiter
mm	Milimeter
g	Gram
%	Peratus
n	Nombor
H_0	Hipotesis nul
H_1	Hipotesis alternatif

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Pengenalan

Paya bakau merupakan ekosistem yang biasanya terdapat di antara kawasan pasang surut dan biasanya merupakan kawasan yang berlumpur (Spalding *et al.*, 2010). Ekosistem paya bakau selalunya boleh didapati di perantaraan muara dan daratan, dan keadaan airnya adalah payau. Ekosistem bakau adalah penting kerana bersifat dinamik yang sentiasa berubah-ubah dari semasa ke semasa dan dari musim ke musim. Menurut Hamilton dan Snedaker (1984), ekosistem hutan paya bakau adalah komuniti pokok yang hidup di kawasan antara pasang-surut laut dan tahan daripada air masin di zon pinggir pantai atau dikenali sebagai zon litoral (pasang surut).

Kawasan paya bakau ini merupakan salah satu ekosistem yang terpenting dalam menjaga spesies yang terdapat di kawasan tersebut. Spesies yang mendiami di kawasan paya bakau adalah seperti buaya, ikan, ketam, udang dan banyak lagi spesies yang lain kerana kawasan paya terdapat banyak makanan dan sesuai dijadikan sebagai tempat pembiakan spesies tersebut. Kawasan paya bakau juga mengekalkan kualiti air dan mengurangkan pencemaran dengan menapis bahan terampai dan asimilasi nutrisi yang terlarut (Bandaranayake *et al.*, 2002). Kawasan paya bakau yang tidak diterokai mempunyai keseimbangan ekosistem yang baik manakala apabila kawasan paya bakau ini mula diterokai maka keseimbangan ekosistem di paya bakau ini akan terganggu dan banyak spesies akan berkurangan (Spalding *et al.*, 2010; Jusoff, 2013).

Dalam kajian ini, ikan sumpit menjadi sasaran organisma tentang tabiat pemakanannya. Ini kerana ikan ini mempunyai kebolehan untuk menyumpit. Sumpitannya hanya dilakukan apabila terdapat mangsa seperti serangga yang berada di atas dahan pokok bakau. Ini membolehkannya menjadi salah satu pemangsa di

kawasan muara (Simon & Mazlan, 2010). Ikan sumpit juga mempunyai daya tahan yang tinggi (Simon *et. al.*, 2013). Ini membolehkannya meneroka kawasan yang belum pernah dieksplotasi. Dengan adanya daya tahan yang tinggi, ikan ini dapat meluaskan lingkungan mangsanya. Selain itu, ikan sumpit merupakan ikan eurihalin kerana ikan ini dapat beradaptasi air payau di kawasan muara. Ikan ini hanya dapat hidup di tahap kemasinan air di antara 0 sehingga 35 (Simon & Mazlan, 2010). Ikan ini biasanya bergerak dalam kumpulan yang kecil dan kadangkala bergerak sendirian (Bharathi *et. al.*, 2013).

Penyelidikan mengenai tabiat pemakanan ikan sumpit (*Toxotes jaculatrix* dan *Toxotes chatareus*) di Sungai Sabang, Hutan Simpan Sugut, Sabah, bertujuan menyenaraikan setiap jenis mangsa yang dimakan oleh ikan tersebut di kawasan kajian ini. Kajian mengenai tabiat pemakanan ikan sumpit, sehingga kini masih kurang ataupun belum pernah dijalankan di Sabah amnya, dan di Hutan Simpan Sugut khususnya. Oleh kerana itu, dalam penyelidikan ini komposisi diet pemakanan dan tiga kategori kitar hidup ikan ini iaitu juvenil, sub-dewasa dan dewasa, dan juga hubungannya dikaji. Kajian sebelum ini adalah berkenaan dengan tahap trofik ikan sumpit dan kategori kitar hidup ikan ini di selatan Johor dan Matang Perak, Semananjung Malaysia (Simon & Mazlan, 2010).

1.2 Justifikasi Kajian

Hutan Simpan Sugut ialah hutan simpan yang dikelaskan sebagai hutan simpan kelas II. Sungai Sabang terletak di dalam Hutan Simpan Sugut. Estet Sungai Sabang merupakan tapak konservasi dalam kenyataan IJM Plantation Berhad (IJM Plantation Berhad, 2015). Tapak konservasi ini dijadikan sebagai eko-konservasi platform dan juga memainkan peranan penting dalam pendidikan sains semulajadi, penyelidikan dan imperatif latihan. Konservasi *in-situ* seperti penamanan pokok hutan telah dijalankan secara berterusan oleh IJM Plantation Berhad di kawasan cerun curam dan zon cenderung banjir. Kawasan ini sesuai untuk tanaman anak pokok tropika seperti jelutong (*Dyera costulata*), bongkul (*Neonauclea subdita*) and mahogany (*Swietenia spp.*). Projek konservasi iaitu “*Hundred-Acre Wood*” yang masih dijalankan oleh IJM Plantation Berhad (IJM Plantation Berhad, 2015). Salah satu projek “*Hundred-Acre Wood*” adalah Taman Orkid Sugut. Taman ini adalah pemuliharaan *ex-situ* dan merupakan satu-satunya projek memperkayakan flora di mana 200 spesies orkid

tempatan Sabah telah ditanam. Ini termasuk spesies endemik seperti *Dendrobium cymboglossum*, *Phaleanopsis bellina* and *Paphiopedilum dayanum*. Taman ini menyediakan tempat pemuliharan dan peringkat pendidikan bagi sesiapa yang tertarik dengan Orchidaceae tropika (IJM Plantation Berhad, 2015).

Matlamat kajian ini adalah untuk mengkaji komposisi diet dan pemilihan makanan ikan sumpit di Hutan Simpan Sugut. Kajian ini dijalankan untuk memahami tabiat pemakanan dan jenis diet pemakanan yang diambil oleh ikan sumpit. Kajian ini juga dilakukan kerana belum ada maklumat mengenai tabiat pemakanan ikan sumpit di Hutan Simpan Sugut. Hutan Simpan Sugut memerlukan maklumat dari segi biodiversiti dan ekologi haiwan untuk membantu dalam menaiktaraf hutan ini kepada Hutan Simpan Kelas I. Tambahan lagi, kajian ini juga akan meningkatkan kesedaran orang ramai tentang kepentingan ikan sumpit kepada ekosistem Hutan Simpan Sugut. Selain itu, data kajian ini boleh digunakan bagi membandingkan keadaan semasa bagi tahap ekosistem di tempat kajian yang sama dalam merancang polisi pemuliharaan terhadap ikan sumpit ini.

1.3 Objektif Kajian

Kajian ini mempunyai tiga objektif seperti berikut:-

- a. Mengenalpasti komposisi diet pemakanan bagi ikan sumpit di Hutan Simpan Sugut.
- b. Mengenalpasti Pemilihan Diet Pemakanan (PDP) ikan sumpit berdasarkan kategori kitar hidup; juvenil, sub-dewasa and dewasa.
- c. Mengenalpasti hubungan antara kategori kitar hidup ikan sumpit berdasarkan jenis diet pemakanan.

1.4 Hipotesis Kajian

Kajian ini mempunyai satu hipotesis seperti berikut:-

- H_0 : Tiada hubungan antara kategori kitar hidup ikan sumpit berdasarkan diet pemakanan.
- H_1 : Mempunyai hubungan antara kategori kitar hidup ikan sumpit berdasarkan diet pemakanan.

BAB 2

ULASAN LITERATUR

2.1 Habitat Paya Bakau

Sabah mempunyai liputan hutan paya bakau yang paling luas, menyumbang 59% atau 341,000 hektar daripada jumlah keseluruhan di Malaysia. Sebahagian besar hutan paya bakau Sabah berada di sepanjang pantai timur yang menghadap lautan Sulu dan Sulawesi. Namun, kawasan hutan paya bakau telah menurun pada kadar yang membimbangkan sebanyak 12% di antara tahun 1980 dan 1990. Kehilangan kawasan hutan paya bakau ini kebanyakannya telah dijadikan kawasan pertanian, pembangunan bandar, penternakan udang dan penerbangan hutan bakau (Spalding *et al.* 1997). Disebabkan kadar penurunan tersebut, daripada 341,000 hektar hutan paya bakau di Sabah, 93% atau 317,423 hektar telah diklasifikasikan sebagai Hutan Simpan Kekal (Kelas V) di bawah Enakmen Hutan Sabah 1968 (Wah *et al.*, 2011).

Sejak tiga dekad yang lalu, Jabatan Perhutanan Sabah mempertimbangkan hutan paya bakau sebagai hutan pemuliharaan dengan menghadkan penggunaan domestik seperti pengeluaran lestari untuk tiang cerucuk, arang dan bahan kayu api. Sebanyak 583.24 hektar hutan paya bakau yang termusnah telah ditanam semula dengan pokok bakau dan tumbuhan pantai sejak 2006, seperti Bangkita (*Rhizophora apiculata*), Bakau Kurap (*Rhizophora mucronata*), Rhu Pantai (*Casuarina equisetifolia*), Bintangor Laut (*Callophylum inophyllum*), dan Tengar (*Ceriops Tengar*). Usaha program pemulihan yang telah dijalankan sehingga kini dan terdapat kira-kira 5.58 hektar hutan paya bakau yang termusnah telah ditanam semula pada tahun 2010 (Jabatan Perhutanan Sabah, 2010).

Hutan paya bakau di Sabah kini lebih bernilai bagi perlindungan yang diberikan. Hutan paya bakau ini memainkan peranan penting sebagai kawasan yang dapat mengurangkan kesan gelombang ombak dari arah laut. Peranan ini mula

disedari setelah belakunya tsunami pada Disember 2004 yang telah mengorbankan 68 orang di Malaysia dan banyak lagi di negara lain (Utusan Online, 2014). Oleh kerana tsunami melanda pantai sebagai sesaran awal, maka bagi mengatasinya kubu atau benteng di tepi pantai amatlah penting. Tetapi pembinaan benteng di tepi pantai memerlukan kos yang tinggi kerana kebanyakan kawasan daratan dikelilingi oleh lautan. Jadi, benteng semula jadi seperti hutan paya bakau yang tumbuh di kawasan yang berhampiran laut boleh di manfaat peranannya selain daripada kosnya yang mudah dan murah (Jusoff, 2013).

Hutan paya bakau sebagai sempadan antara lautan dengan daratan mampu mengurangkan kadar hakisan yang disebabkan oleh kesan ombak. Ini dapat dilihat daripada sistem akar pokok bakau sendiri yang mampu memerangkap atau menyerap tenaga ombak yang datang daripada arah laut (Jusoff, 2013). Keadaan akar pokok bakau yang bercabang di atas permukaan tanah bukan sahaja dapat menyerap tenaga ombak, ia juga mampu mencengkam permukaan tanah atau lumpur supaya tidak mudah dihakis oleh kesan ombak yang datang dari laut. Jadi, sistem akar pokok bakau ini mampu memerangkap tanah dan lumpur yang telah dihakis (Jusoff, 2013).

Hutan paya bakau dikomersilkan dengan mengeluarkan kayu untuk pembinaan, kayu api dan arang. Pokok paya bakau jenis Rhizophora dan Brugiera sudah lama digunakan sebagai sumber kayu arang. Ia juga digunakan untuk pembinaan bangunan dan membuat bot kerana sifatnya yang tahan dari serangan serangga perosak seperti anai-anai dan tiang rumah kerana kayunya keras serta tahan lama. Kawasan hutan ini menjadi tempat persinggahan pelbagai spesies burung yang berhijrah dari hemisfera selatan ke utara dan dari utara ke selatan. Ini berlaku kerana apabila berlaku musim sejuk di utara burung ini bergerak ke selatan manakala apabila selatan sejuk burung ini akan bergerak ke selatan (Jusoff, 2013).

Hutan bakau juga mempunyai potensi sebagai tarikan eko-pelancongan yang utama. Kawasan hutan paya bakau selalunya menjadi habitat haiwan yang unik contohnya bayau yang menjadi tumpuan pelancong daripada luar negara dan tempatan. Selain itu, hidupan seperti buaya juga menjadi tumpuan. Pelancong juga datang ke kawasan ini untuk melihat kelip-kelip pada waktu malam hutan bakau juga adalah penapis sampah sarap semulajadi. Ini berlaku apabila sampah sarap yang dibawa sepanjang sungai ditahan oleh akar-akar pokok bakau dari memasuki laut (Spalding *et al.*, 2010).

Hutan paya bakau ini juga memainkan peranan penting sebagai servis ekosistem seperti pelindung, pengawal dan penghasil kepada ekosistem. Hidupan seperti ketam, udang, dan anak ikan menjadikan kawasan paya bakau sebagai tempat perlindungan daripada pemangsa. Manakala pemangsa menjadikan kawasan paya bakau sebagai tempat mencari makanan. Hutan paya bakau juga berperanan sebagai tempat untuk pembiakan hidupan tersebut termasuk ikan sumpit. Ini kerana hutan paya bakau merupakan tempat nurseri bagi juvenil hidupan tersebut malah juga sebagai tempat yang strategik dan sesuai bagi mencari makanan (Jusoff, 2013; Simon *et al.*, 2013; Nagelkerken, 2002).

2.2 Ciri-ciri Ikan Sumpit

Ikan sumpit merupakan satu-satunya jenis ikan yang mempunyai teknik memburu luar biasa. Ikan ini boleh menembak mangsanya, terutamanya artropod, yang berada di atas dahan pokok dengan tembakan air yang tepat (Temple, 2007; Simon *et al.*, 2013). Apabila mangsanya di atas pokok dahan, ikan sumpit akan membawa air masuk melalui mulut dan opercula (bahagian yang melindungi insang) dan seterusnya ke bahagian rongga brankiol. Selepas itu, operculanya akan ditutup dengan pantas bagi merapatkan bahagian bawah mulut supaya air memenuhi mulut mereka. Air yang memenuhi mulut ikan sumpit, antara lidah dan lelangit, akan menghasilkan satu paip semburan air dan disumpit keluar melalui bukaan kecil pada mulut ke arah mangsanya (Temple, 2010). Kekuatan daripada pancutan air ini mampu menjatuhkan mangsa yang terletak pada jarak yang melebihi sepuluh kali ganda panjang ikan tersebut (Temple, 2010). Kadangkala, ikan ini juga melompat pada ketinggian yang melebihi ukur jumlah panjang badannya untuk menangkap mangsa yang berdekatan permukaan air (Timmermans, 2001).

Ikan sumpit boleh menyumpit sepuluh kali lebih jauh dari jumlah panjang badan mereka (Temple, 2007). Selaras dengan nama yang diberikan, badan ikan sumpit berbentuk seperti anak panah dan kebanyakannya mempunyai jalur dan tompok-tompok hitam di bahagian badan kecuali *Toxotes lorentzi*. Ikan sumpit biasanya berenang dalam kumpulan kecil di bawah permukaan air persisiran sungai, tasik dan muara untuk mencari serangga yang berada di atas daun dan ranting-ranting kayu (Temple, 2010). Saiz ikan sumpit biasanya kecil dengan ukuran panjang antara 10 cm hingga 20 cm, ada juga ikan sumpit, terutamanya *Toxotes chatareus*

yang boleh mencapai sehingga 40 cm panjang (Allen, 1978).

Ikan sumpit mempunyai tingkah laku penglihatan yang unik (Simon *et al.*, 2009) kerana mereka mampu menembak mangsa dengan tepat walaupun terdapat pantulan cahaya yang berbeza antara dalam dan luar air (Temple, 2007). Tingkah laku ini memerlukan ketajaman penglihatan yang baik, pembelajaran melalui penyesuaian dan kepantasan yang selaras antara sistem penglihatan dan pergerakan badan (Simon *et al.*, 2009). Dalam proses menembak mangsa, ikan ini perlu mengenalpasti sasarannya menguntungkan kerana ia akan menghadapi pantulan cahaya di permukaan air, dan mentaksir lokasi sasarannya di luar air (Simon *et al.*, 2009).

Bagaimana ikan sumpit dapat membetulkan perbezaan indeks biasan udara dan air hanya sebahagiannya difahami (Timmermans, 2000; Timmermans, 2001; Schuster, *et al.*, 2006.). Perbezaan dalam indeks biasan menyebabkan imej objek di atas permukaan air kelihatan lebih kecil dan lebih jauh daripada yang sebenarnya dan, yang paling penting, perubahan garis sudut penglihatan dari pelihat ke sasaran. Penyelewengan ini dan perubahan sudut akan menyebabkan ikan sumpit menembak terlalu tinggi dan terlepas sasarannya. Timmermans (2000) menyatakan bahawa masalah tersebut adalah kerana ikan sumpit tidak dapat membetulkan kesan optik. Timmermans (2001) mendapati bahawa *Toxotes chatareus* tidak mampu mengelakkan masalah pembiasan manakala *Toxotes jaculatrix* dapat mengatasi masalah pembiasan dengan menembak air pada sudut tegak yang berhampiran bagi membatalkan kesan pembiasan cahaya.

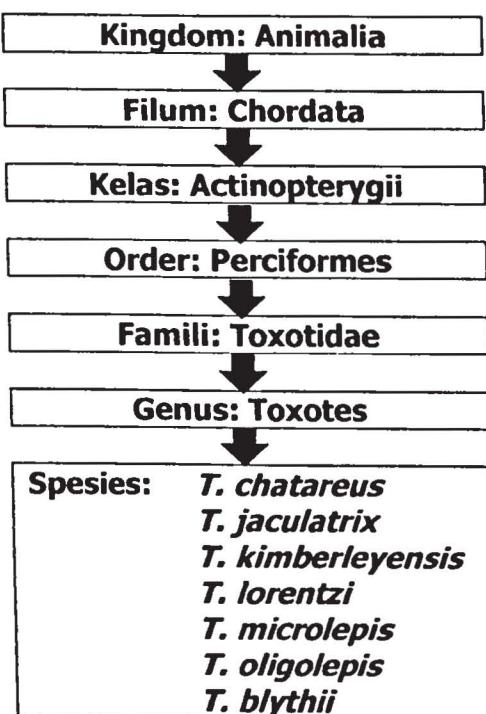
Terdapat lima spesies ikan sumpit yang telah ditaksirkan di dalam *International Union for Conservation of Nature of Threatened Species (IUCN Red List)* seperti *Toxotes jaculatrix*, *Toxotes lorentzi*, *Toxotes microlepis*, *Toxotes oligolepis* dan *Toxotes blythii*. Empat daripadanya “Least Concern” kecuali *Toxotes blythii* iaitu “Data Deficient” (IUCN, 2014). Terdapat dua spesies lagi, *Toxotes chatareus* dan *Toxotes kimberleyensis* tidak tersenarai di dalam *IUCN Red List* kerana belum ditaksirkan.

2.3 Pengelasan Ikan Sumpit

Ikan sumpit tergolong dalam Order Perciformes (Elshoud & Koomen, 1985; Schuster, 2007). Ikan ini mempunyai struktur badan yang runcing, leper, dan berbentuk bujur.

Ini adalah bentuk yang sesuai untuk ikan ini kerana membantu dalam pergerakannya di dalam air untuk bergerak lebih mudah dan pantas. Perkataan Perciformes berasal dari bahasa Yunani "perke" bermaksud kerakap (*perch*) dan Latin "*forma*" bermaksud bentuk. Di bawah Order Perciformes terdapat famili Toxotidae dan ia adalah satu-satunya famili yang mewakili ikan sumpit. Ikan sumpit disatukan di dalam famili Toxotidae kerana teknik memburu yang unik, yang boleh menyumpit air di luar persekitaran akuatik. Teknik ini membantu ikan sumpit meluaskan julat pemburuan mangsa bukan sahaja dalam persekitaran akuatik tetapi juga persekitaran luar permukaan air (Simon *et al.*, 2013).

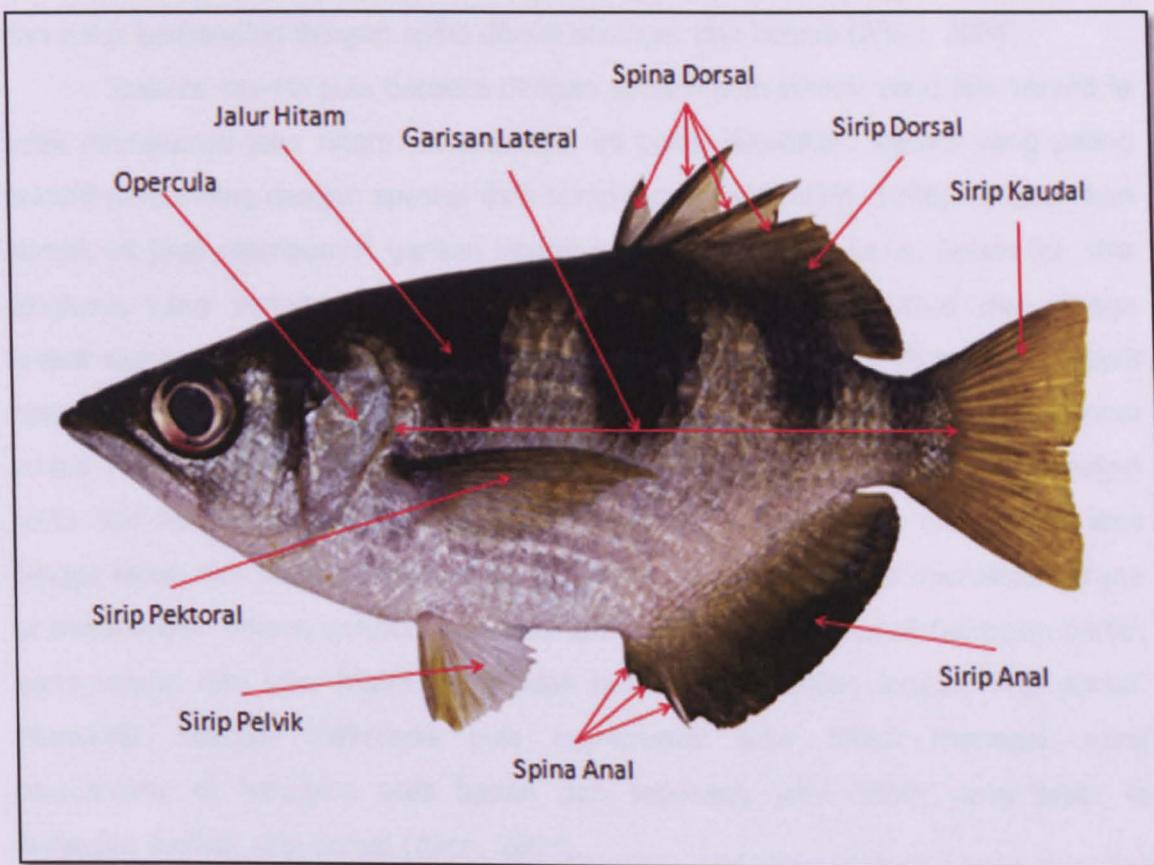
Dalam famili Toxotidae, hanya terdapat satu genus iaitu *Toxotes*. Perkataan *Toxotes* berasal daripada perkataan Greek, "*toxotis*" yang bermaksud penembak. Penembak di sini bermaksud ikan menembak atau menyumpit menggunakan air untuk terhadap mangsa yang tinggal di luar persekitaran akuatik. Pengelasan ikan sumpit ke dalam spesies secara umumnya diterima dan dicadangkan oleh Allen (1978) dan Allen (2004). Terdapat tujuh spesies (Rajah 2.1) dalam genus *Toxotes* yang telah direkodkan dalam kajian lepas, antaranya termasuk *Toxotes blythii*, *Toxotes chatareus*, *Toxotes jaculatrix*, *Toxotes lorentzi*, *Toxotes microlepis*, *Toxotes oligolepis*, dan *Toxotes kimberleyensis*. Dalam skop kajian ini hanya *Toxotes jaculatrix* dan *Toxotes chatareus* telah dilihat sebagai organisme kajian.



Rajah 2.1 Pengelasan ikan sumpit.

2.4 Morfologi Ikan Sumpit

Morfologi umum ikan sumpit ditunjukkan di Rajah 2.2 mempunyai opercula, jalur hitam, garisan lateral spina dorsal, sirip dorsal, sirip kaudal, sirip pektoral, sirip pelvik, spina anal dan sirip anal. Bagi membezakan setiap spesies ikan sumpit, rujukan seperti artikel "*Toxotes kimberleyensis, a New Species of Archerfish (Pisces: Toxotidae) from Fresh Waters of Western Australia*" yang ditulis oleh Gerald R. Allen pada tahun 2004 perlu dirujuk. Dalam artikelnya, ketujuh-tujuh spesies ikan sumpit kunci identifikasi berdasarkan morfologi luaran telah disediakan.



Rajah 2.2 Morfologi umum ikan sumpit (*Toxotes jaculatrix*).

Sumber: <http://www.fishesofaustralia.net.au/Images/Image/ToxotesJaculatirxCSIRO.jpg>

Secara ringkasnya, spesies ikan sumpit yang lain kecuali *Toxotes jaculatrix* mempunyai lima spina dorsal. Dari segi bilangan sisik di garisan lateral juga dapat membezakan spesies ikan sumpit yang lain daripada *Toxotes jaculatrix*. Berdasarkan bilangan sisik di garisan lateral telah membahagikan enam ikan sumpit yang lain kepada dua kategori. Ikan sumpit dalam kategori bilangan sisik di garisan lateral 25 hingga 38 adalah *Toxotes chatareus*, *Toxotes oligolepis* dan *Toxotes kimberleyensis*.

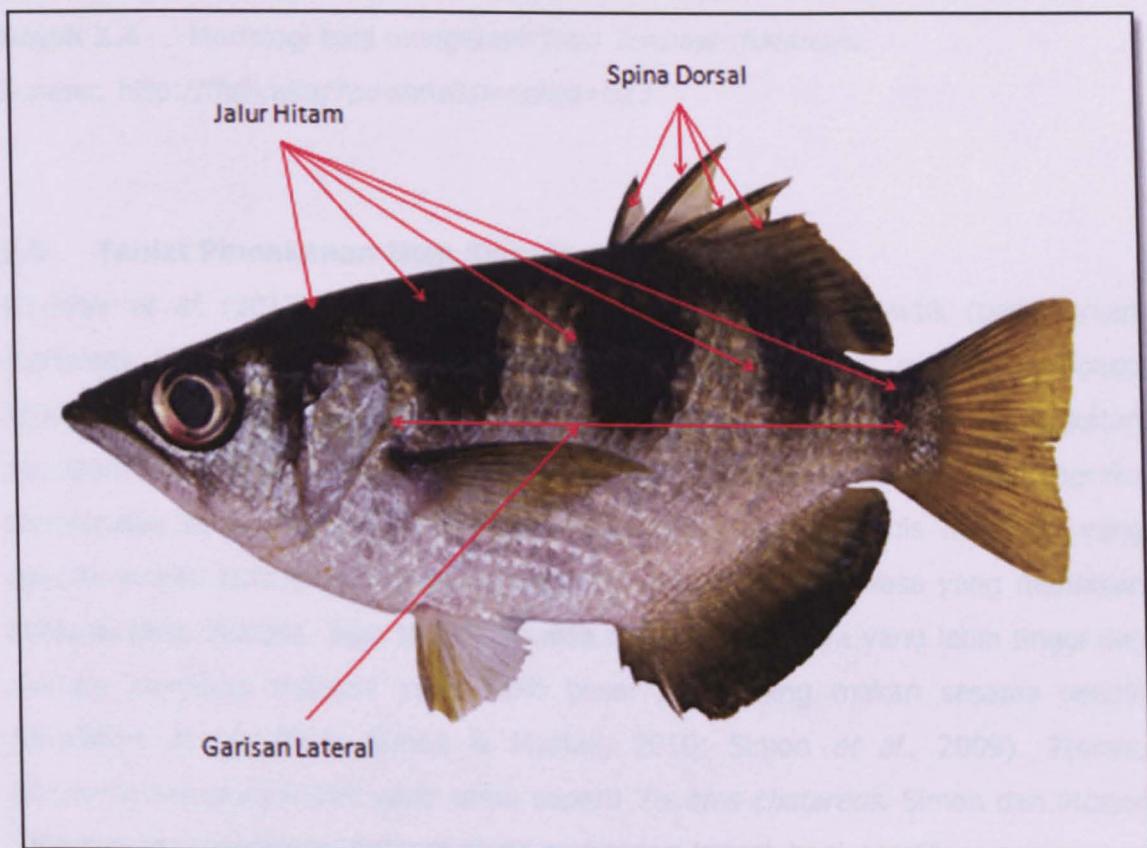
Manakala, bilangan sisik di garisan lateral 39 hingga 50 pula adalah *Toxotes lorentzi*, *Toxotes blythi* dan *Toxotes microlepis* (Allen, 2004).

Toxotes oligolepis dan *Toxotes kimberleyensis* dapat dibezakan daripada *Toxotes chatareus* oleh jalur hitam yang berbentuk bajи. Jalur hitamnya mempunyai empat hingga lima dan tidak termasuk jalur yang tidak berbentuk bajи. Bagi membezakan *Toxotes oligolepis* dan *Toxotes kimberleyensis* dapat dilihat pada morfologi spina dorsal ketiga, keempat dan kelima. Spina dorsal ketiga *Toxotes oligolepis* lebih tinggi dan tebal berbanding dengan spina dorsal keempat dan kelima. Manakala *Toxotes kimberleyensis* pula mempunyai spina dorsal ketiga yang pendek dan halus berbanding dengan spina dorsal keempat dan kelima (Allen, 2004).

Toxotes lorentzi pula berbeza dengan spesies ikan sumpit yang lain kerana ia tidak mempunyai jalur hitam. Ikan sumpit ini boleh dikatakan spesies yang paling primitif berbanding dengan spesies ikan sumpit yang lain (Allen, 1978). Spesies ikan sumpit ini juga mempunyai garisan lateral yang lebih kurang lurus. Selain itu, sisir lengkung yang pertamanya di bahagian lengan bawah mempunyai dua hingga empat sisir insang. Dua jenis spesies lagi iaitu *Toxotes blythi* dan *Toxotes microlepis* berbeza dengan *Toxotes lorentzi* disebabkan kedua-dua spesies tersebut mempunyai empat hingga lima jalur hitam dan tompok-tompok yang berbentuk ovat (*wedge*) serta sisir lengkung yang pertamanya di bahagian lengan bawah mempunyai lima hingga lapan sisir insang. *Toxotes blythi* berbeza dengan *Toxotes microlepis* kerana ia mempunyai tompok-tompok ovat melintang yang tidak teratur di bahagian badan yang terang dan jalur hitam yang tidak teratur di bahagian lembut sirip dorsal. Manakala *Toxotes microlepis* pula mempunyai jalur hitam menegak yang memanjang di bahagian atas badan dan sepasang jalur hitam yang besar di bahagian lembut sirip dorsal (Allen, 2004).

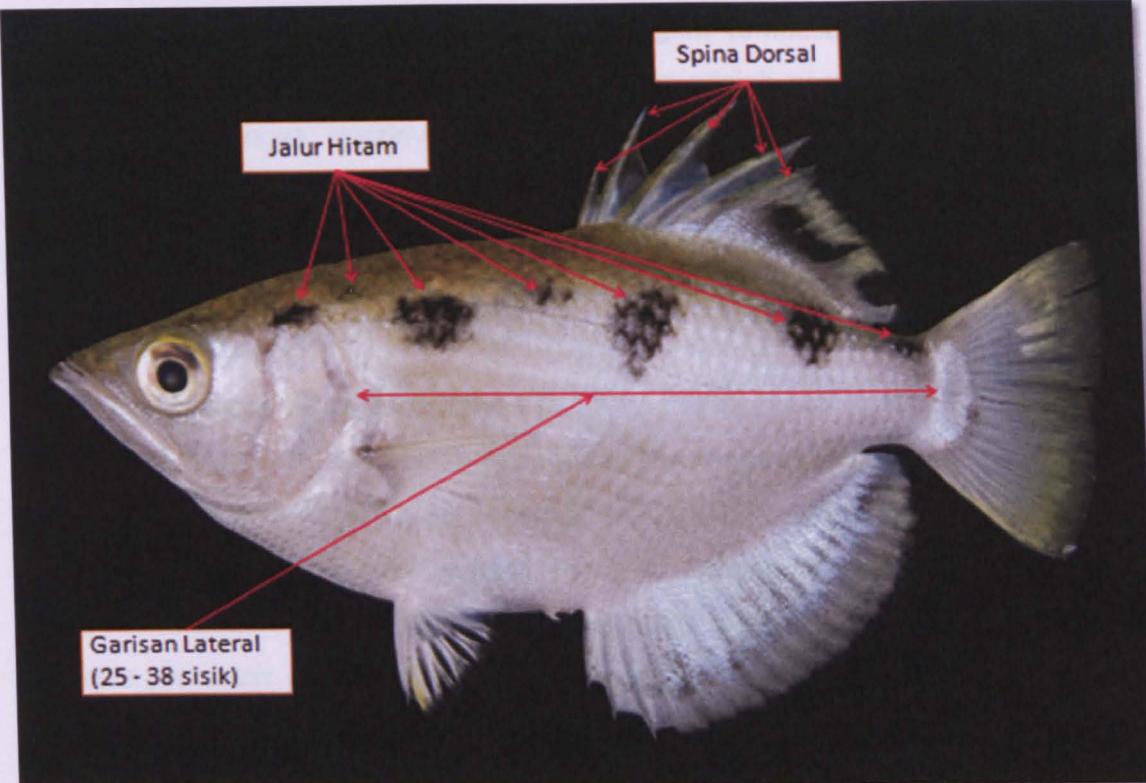
Morfologi bagi spesies ikan sumpit kajian ini, *Toxotes jaculatrix* dan *Toxotes chatareus*, mempunyai taburan yang luas dan dapat dibezakan berdasarkan tanda-tanda luaran seperti bilangan spina dorsal dan jalur hitam (Allen, 1978; Allen, 2004). *Toxotes jaculatrix* mempunyai empat spina dorsal dan empat atau lima jalur hitam di kedua-dua belah sisi bahagian atas garisan lateral (Rajah 2.3). Spesies *Toxotes chatareus* pula mempunyai lima spina dorsal dan enam hingga tujuh jalur hitam yang besar dan kecil pada bahagian atas badan (Rajah 2.4). *Toxotes chatareus* juga mempunyai 25 hingga 38 sisik di garisan lateral dan berbeza dengan *Toxotes microlepis* kerana tidak mempunyai jalur hitam yang berbentuk bajи.

Selain daripada itu, terdapat ciri-ciri morfometrik dan meristik yang lain bagi membezakan kedua-dua spesies tersebut. Simon *et al.* (2010) menyatakan bahawa analisis ciri morfometrik kurang menunjukkan perbezaan antara spesies tersebut. Hanya ciri morfometrik tertentu seperti panjang spina dorsal yang pertama, panjang spina dorsal ketiga, panjang spina anal ketiga, dan panjang sirip anal yang merupakan ciri penting bagi membezakan kedua spesies tersebut. Dalam keputusannya, *Toxotes chatareus* mempunyai spina dorsal yang pendek dan spina anal yang panjang berbanding dengan *Toxotes jaculatrix*. Hal ini menunjukkan ciri meristik lebih banyak dilihat berbanding dengan ciri morfometrik (Simon *et al.*, 2010). Analisis ciri-ciri meristik menunjukkan bahawa *Toxotes chatareus* boleh dibezakan daripada *Toxotes jaculatrix* dengan memiliki bilangan sisik di garisan lateral yang banyak, bilangan jalur sirip pektoral yang sedikit dan bilangan jalur sirip anal yang banyak. Oleh itu, kedua-dua ciri morfometrik dan meristik memberikan maklumat mengenai perbezaan antara kedua-dua spesies tersebut.



Rajah 2.3 Morfologi bagi mengidentifikasi *Toxotes jaculatrix*.

Sumber: <http://www.fishesofaustralia.net.au/Images/Image/ToxotesJaculatirxCSIRO.jpg>



Rajah 2.4 Morfologi bagi mengidentifikasi *Toxotes chatareus*.

Sumber: <http://ffish.asia/?p=none&o=ss&id=623>

Juga menjadi kapal

2.5 Tabiat Pemakanan Ikan Sumpit

Bharathi *et al.* (2013) menyatakan bahawa perubahan ontogenetik (berdasarkan morfologi luaran) mempengaruhi pemilihan makanan ikan sumpit. Daripada keputusan kajian mereka, bilangan jenis mangsa berkurangan dengan peningkatan saiz ikan. Walau bagaimanapun, daripada kajian Simon dan Mazlan (2010), mereka menyatakan bahawa juvenil lebih cenderung untuk memilih jenis makanan yang spesifik seperti ketam dan serangga kecil berbanding yang dewasa yang memakan pelbagai jenis mangsa. Ikan sumpit dewasa mempunyai selera yang lebih tinggi dan mampu memburu mangsa yang lebih besar dan jarang makan sesama sendiri (Bharathis *et al.*, 2013; Simon & Mazlan, 2010; Simon *et al.*, 2009). *Toxotes jaculatorius* mempunyai diet yang sama seperti *Toxotes chatareus*. Simon dan Mazlan (2010) juga melaporkan bahawa tiada perbezaan ketara bagi pemilihan pemakanan antara ikan sumpit jantan dan betina, tidak kira kategori kitar hidup, perbezaan tempat atau spesies yang berlainan.

Perbezaan diet di antara kitar hidup ikan sumpit mungkin disebabkan oleh

RUJUKAN

- Allen, G. R. 1978. *A Review Of The Archerfishes (Family Toxotidae)*. Records Of The Western Australian Museum, 6, 4, 355–378.
- Allen, G. R. 2004. *Toxotes Kimberleyensis, A New Species Of Archerfish (Pisces: Toxotidae) From Fresh Waters Of Western Australia*. Records Of The Australian Museum, 56, 225–230.
- Bharathi, M. P. G., Mohanraju R., Krishnan P., Sreeraj C. R. & Simon K. D.. 2013. *Stomach Contents Of Banded Archerfish, Toxotes Jaculatrix (Pallas 1767) (Toxotidae) From Brackish Waters Of South Andaman, India*. Asian Fisheries Science, 26, 243-250.
- Bandaranayake, W. M., 2002. *Bioactivities, Bioactive Compounds And Chemical Constituents Of Mangrove Plants*. Wetland Ecology & Management, 10:421-452.
- Brandt, V. A. 1984. *Fish Catching Methods Of The World*. Fishing News Books, Farnham, UK.
- Chande, A. I. & Mgaya. Y. D.. 2004. *Food Habits Of The Blue Swimming Crab Portunus Pelagicus Along The Coast Of Dar Es Salaam, Tanzania. Western Indian Ocean*. Journal Of Marine Science, 3, 1, 37–42.
- Das, S., Nandi S., Majumder S., & Saikia S. K.. 2013. *New Characterization Of Feeding Habits Of Puntius Sophera (Hamilton, 1822) Through Morphometry*. Journal Of Fisheriessciences.com, 7, 3, 225-231.
- Elshoud, G. C. A. & Koomen, P.. 1985. *A Biomechanical Analysis Of Spitting In Archer Fishes (Pisces, Perciformes, Toxidae)*. Zoomorphology, 105, 240-252.
- Hamilton, R. S. & Snedaker, S. C. 1984. *Handbook for Mangrove Area Management*. Gland. Switzerland: Commission on Ecology. IUCN.
- IJM Plantation Berhad, 2015. At: <http://www.ijm.com/plantation/environment.html>. Accessed on 2015.
- IUCN. 2014. At: <http://www.iucnredlist.org/search>. Accessed on 2014.
- Jabatan Perhutanan Sabah. 2010. *Restorasi Hutan Persisiran Pantai di Sabah: Seminar Pemuliharaan Pantai Negara*. Jabatan Perhutanan Sabah.
- Jusoff, K.. 2013. *Malaysian Mangrove Forests And Their Significance To The Coastal Marine Environment*. Polish Journal Of Environmental Studies, 4, 979 – 1005.

- Landcare Research Manaaki Whenua, 2015. *Estuarine Isopods (Sphaeromatidae : Sphaeromatidae)*. At:
<http://www.landcareresearch.co.nz/resources/identification/animals/freshwater-invertebrates/guide/jointed-legs/crustaceans/isopods/estuarine-isopods3>. Accessed on 2015.
- Markus Bin Salutan. 2014. *Komunikasi Terus*. Pengurus Bidang Jabatan Perhutanan Sabah.
- Nagelkerken, I., Velde, G. V. D., Gorissen, M. W., Meijer, G. J., Hof, T. V. & Hartog, C. D.. 2000. *Importance of Mangroves, Seagrass Beds and the Shallow Coral Reef as a Nursery for Important Coral Reef Fishes, Using a Visual Census Technique*. Estuarine, Coastal and Shelf Science. 51, 31–44.
- Onsoy, B., Tarkan A. S., Filiz, H., & Bilge, G.. 2011. *Determination Of The Best Length Measurement Of Fish*. North-Western Journal Of Zoology, 7, 1, 178 – 180.
- Robert, F. I. & Chin, P. K.. 2002. *The Freshwater Fishes Of North Borneo*. Natural History Publications (Borneo) Kota Kinabalu.
- Sharma, J., Dubey A. P. D., & Kumar A.. 2013. *Gut Content Analysis Of Mahseer (Tor Tor), Cultured In Cages, Ponds And Narmada River*. Bioscience Biotechnology Research Communications, 6, 1, 68-70.
- Schuster, S.. 2007. *Archerfish*. Current Biology, 17, 13, 494.
- Schuster, S., Wohl, S., Griebsch, M., & Klostermeier, I.. 2006. *Animal Cognition: How Archer Fish Learn to Down Rapidly Moving Targets*. Current Biology, 16, 378–383.
- Simon, A. B., Shahar O. B., & Segev R.. 2009. *Measuring And Tracking Eye Movements Of A Behaving Archer Fish By Real-Time Stereo Vision*. Journal Of Neuroscience Methods, 184, 235 – 243.
- Simon, K. D., Bakar Y., Samat A., Zaidi C. C., Aziz A., & A. G. Mazlan. 2009. *Population Growth, Trophic Level, And Reproductive Biology Of Two Congeneric Archer Fishes (Toxotes Chatareus, Hamilton 1822 And Toxotes Jaculatrix, Pallas 1767) Inhabiting Malaysian Coastal Waters*. Journal Of Zhejiang University Science Biology, 10, 12, 902 – 911.
- Simon, K. D. & Mazlan A. G.. 2010 .*Trophic Position Of Archerfish Species (Toxotes Chatareus And Toxotes Jaculatrix) In The Malaysian Estuaries*. Journal Of Applied Ichthyology. 26, 84-88.

- Simon, K. D., Bakar Y., Temple S. E., & Mazlan A. G.. 2010. *Morphometric And Meristic Variation In Two Congeneric Archer Fishes Toxotes Chatareus (Hamilton 1822) And Toxotes Jaculatrix (Pallas 1767) Inhabiting Malaysian Coastal Waters*. Journal Of Zhejiang University Science B (Biomedicine & Biotechnology).
- Simon, K. D., Mazlan A. G. & Cob Z. C.. 2013. *Condition Factors Of Two Archerfish Species From Johor Coastal Waters, Malaysia*. Sains Malaysiana, 42, 8, 1115–1119.
- Spalding, M., Kainuma, M. & Collins, L., 2010. *World Atlas Of Mangroves: The Importance Of Mangroves*. At: <http://ufdc.ufl.edu/uf00093446/00028/1x>. Accessed on 2014.
- Temple, S. E.. 2007. *Effect Of Salinity On The Refractive Index Of Water: Considerations For Archer Fish Aerial Vision*. Journal Of Fish Biology, 70, 1626–1629.
- Temple, S. E. 2010. *Spitting Image*. At: <http://www.australasianscience.com.au/article/issue-december2010/spitting-image.html>. Accessed on 2014.
- Timmermans, P. J. A.. 2000. *Prey Catching In The Archer Fish: Angles And Probability Of Hitting An Aerial Target*. Behavioural Processes 55, 93–105.
- Triola, M. M. & Triola M. F. 2006. *Biostatistics for the Biological and Health Sciences*. Pearson Education, Inc, Boston.
- Utusan Online, 2014. At: <http://www.utusan.com.my/berita/luar-negara/mengingati-tsunami-2004-1.39240>. Accessed on 2014.
- Wah, L. M., Andy, R. M. & Saleh, E.. 2011. *Diversity of Mangroves Ecosystem in Semporna Mangrove Forest*. Borneo Science 28.