

**PERBANDINGAN KEPELBAGAIAN SERANGGA AKUATIK ANTARA DUA
KAWASAN SUNGAI PAPAR DI BANJARAN CROCKER.**

LYDIA JOHN MINGGI

**LATIHAN ILMIAH INI DIKEMUKAKAN UNTUK MEMENUHI SEBAHAGIAN
DARIPADA SYARAT MEMPEROLEHI IJAZAH SARJANA MUDA SAINS
DENGAN KEPUJIAN**

**PROGRAM BIOLOGI PEMULIHARAAN
SEKOLAH SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH**

APRIL 2006



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

BORANG PENGESAHAN STATUS TESIS@

JUDUL: Perbandingan kepelbagaian serangga akuatik antara dua kawasan sungai Papar di Banjaran Crocker

IJAZAH: Sarjana Muda dengan keujian Biologi penuliharaan

SAYA LYDIA JOHN MINGGI
(HURUF BESAR)

SESI PENGAJIAN: 2003-2006

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

1. Tesis adalah hakmilik 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 institutsi pengajian tinggi.
4. Sila tandakan (/)

☐ SULIT

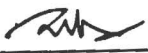
(Mengandungi maklumat yang berdarjah keselamatan atau Kepentingan Malaysia seperti yang termaktub di dalam AKTA RAHSIA RASMI 1972)

☒ TERHAD

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

☐ TIDAK TERHAD

Disahkan Oleh


(TANDATANGAN PENULIS)

Prof. Datin Dr. Maryati Mohamed
(TANDATANGAN PUSTAKAWAN)

Alamat Tetap: Kompleks perumahan Kastam,
AB106, 20-G, 88450
Kota Kinabalu, Sabah.

Prof. Datin Dr. Maryati Mohamed
Nama Penyelia

Tarikh: 2.5.06

Tarikh: _____

CATATAN:- *Potong yang tidak berkenaan.

**Jika tesis ini SULIT atau TERHAD, sila lampirkan surat daripada pihak berkuasa /organisasi berkenaan dengan menyatakan sekali sebab dan tempoh tesis ini perlu dikelaskan sebagai SULIT dan TERHAD.

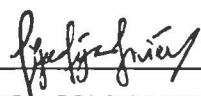
@Tesis dimaksudkan sebagai tesis bagi Ijazah Doktor Falsafah dan Sarjana secara penyelidikan atau disertai bagi pengajian secara kerja kursus dan Laporan Projek Sarjana Muda (LPSM).



PENGAKUAN

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

28 April 2006


LYDIA JOHN MINGGI
HS2003-2866

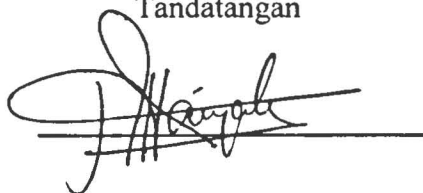


DIPERAKUKAN OLEH

1. PENYELIA

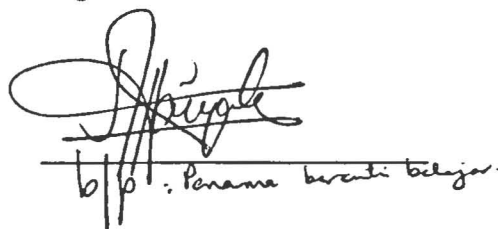
PROF. DATIN DR. MARYATI MOHAMED

Tandatangan



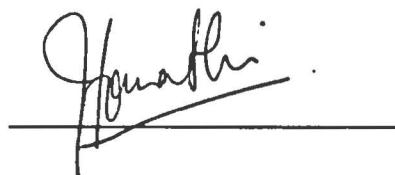
2. KO-PENYELIA

EN. ARMAN HADI BIN MOHAMAD @ FIKRI



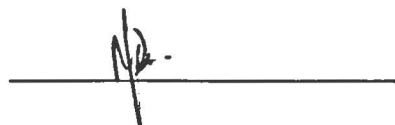
3. PEMERIKSA 1

DR. HOMATHEVI RAHMAN



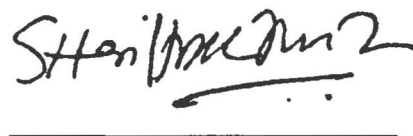
4. PEMERIKSA 2

DR. NAZIRAH MUSTAFFA



5. DEKAN

PROF. MADYA DR. SHARIFF A.K OMANG



PENGHARGAAN

Syukur dan terima kasih kepada Tuhan atas segala berkat dan rahmatnya dalam usaha untuk menyediakan laporan bagi kajian yang telah saya lakukan ini. Setinggi-tinggi penghargaan terutamanya kepada Prof. Datin Dr. Maryati Mohamed, selaku penyelia projek atas segala tunjuk ajar, pandangan, teguran, dan nasihat yang diberikan sepanjang proses kajian ini dilakukan. Segala nasihat dan tunjuk ajar yang diberikan telah menjadi pendorong dan panduan kepada saya dan semua ini amatlah saya hargai. Tidak lupa juga kepada Pn. Zuraidah, Cik Hemeldah, dan Pn. Juliana dari IBTP kerana memberi panduan dan nasihat semasa membuat persampelan bagi kajian ini. Segala kerjasama yang diberi tidak akan saya lupakan dan saya amat berterima kasih atas pandangan yang diberikan. Selain itu, tidak lupa juga kepada En. Noel yang memberi panduan dalam membuat analisis dan juga Cik Sahana yang membantu dalam proses pengecaman serangga akuatik tersebut. Bantuan yang diberikan amat saya hargai. Akhir sekali ucapan terima kasih kepada keluarga saya yang sentiasa mendoakan saya agar terus berjaya dan juga kepada rakan-rakan seperjuangan yang sentiasa memberi bantuan dan menjadi pendorong sehingga kajian ini siap dilakukan. Segala pengorbanan kamu semua akan saya kenang sampai bila-bila.

LYDIA JOHN MINGGI

HS2003-2866



ABSTRAK

Kajian ini adalah mengenai kepelbagaian serangga akuatik yang terdapat di Sungai Papar di Banjaran Crocker. Objektif bagi kajian ini adalah untuk mengetahui komposisi serangga akuatik di Sungai Papar, Banjaran Crocker dan juga membuat perbandingan kepelbagaian serangga akuatik pada Sg. Papar di kawasan terganggu dan tidak terganggu. Rekabentuk eksperimen yang digunakan dalam kajian ini adalah secara replikasi berselang-seli iaitu dengan menggunakan Kaedah Persampelan Sistematis manakala kaedah persampelan yang digunakan pula adalah dengan menggunakan kaedah jaring tendang dan juga jaring akuatik. Analisis yang digunakan bagi menginterpretasikan data adalah dengan menggunakan Indeks Kepelbagaian Spesies Shannon Wiener, Indeks Kesamarataan Spesies, Indeks Kedominan Simpson, dan Indeks Persamaan Sorenson. Melalui keputusan yang diperolehi, didapati terdapat sembilan order dan 29 famili yang ada di Sg. Papar. Dari segi kepelbagaian spesies pula, analisis Kepelbagaian Shannon Wiener menunjukkan nilai H' bagi kawasan tidak terganggu adalah 2.4759, manakala bagi kawasan terganggu pula nilai bagi H' adalah 2.4161. Melalui data ini didapati tidak ada perbezaan yang ketara dari segi kepelbagaian antara kawasan tidak terganggu dan juga kawasan terganggu.



ABSTRACT

This is a study on the diversity of aquatic insects at Crocker Range's Papar River. The objectives of this study are to know the composition of aquatic insects at Papar River and, to make a comparison between its diversity in disturbed and undisturbed area at the same Papar River. The Systematic Sampling Method was the method being applied for the experimental design whilst the sampling method was by using kick-net and dip-net method. The methods of data analysis for data interpretation were by Shannon Wiener's Species Diversity Index, Evenness Index, Simpson's Dominant Index and Sorenson's Index. The data obtained showed that there were nine orders and 29 families found in Papar River. From the species diversity point of view, the Shannon Wiener's Diversity analysis showed that the 'H' value for undisturbed and disturbed area were 2.4759 and 2.4161 respectively. This shows that there were no significant differences in terms of diversity between the disturbed and undisturbed area.



KANDUNGAN

	Muka Surat
PENGAKUAN	ii
PENGESAHAN	iii
PENGHARGAAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
SENARAI KANDUNGAN	vii
SENARAI JADUAL	x
SENARAI RAJAH	xi
SENARAI SIMBOL	xii
BAB 1 PENGENALAN	1
1.1 LATAR BELAKANG KAJIAN SERANGGA AKUATIK	1
1.2 KEPENTINGAN PENGETAHUAN MENGENAI	
• SERANGGA AKUATIK	2
1.3 OBJEKTIF	3
BAB 2 ULASAN PERPUSTAKAAN	5
2.1 SERANGGA AKUATIK	6



2.2	MORFOLOGI AM SERANGGA AKUATIK	7
2.3	HABITAT SERANGGA AKUATIK	8
2.4	HUBUNGAN KEPELBAGAIAN SERANGGA AKUATI DENGAN PERSEKITARAN FIZIKAL	9
2.4.1	Substrat	9
2.4.2	Kelajuan Air	10
2.4.3	Suhu	11
2.4.4	Kepekatan Larutan Oksigen	11
2.5	KEPENTINGAN SERANGGA AKUATIK	12
2.5.1	Serangga akuatik sebagai sumber makanan	12
2.5.2	Serangga akuatik sebagai penunjuk alam	13
BAB 3	METODOLOGI	14
3.1	LOKASI	14
3.2	REKABENTUK EKSPERIMEN	17
3.3	KAEDAH PERSAMPELAN	18
3.3.1	Kaedah Kick Net (Jaring Tendang)	19
3.3.2	Kaedah Jaring Akuatik (Dip Net)	20
3.4	PARAMETER FIZIKAL YANG DIAMBIL KIRA	21
3.5	PENYIMPANAN DAN PENGECEMAN SPESIMEN	22
3.6	ANALISIS DATA	23
3.5.1	Indeks kepelbagaian Spesies Shannon-Weiner (H')	23
3.5.2	Indeks Kesamarataan Spesies	24
3.5.3	Indeks Persamaan Sorenson	25
3.5.4	Indeks Kedominan simpson	25
BAB 4	KEPUTUSAN	26
4.1	KOMPOSISI SERANGGA AKUATIK DI SUNGAI PAPAR	26

4.2	KOMPOSISI SERANGGA AKUATIK DI KAWASAN TERGANGGU DAN TIDAK TERGANGGU	28
4.3	ANALISIS MENGGUNAKAN INDEKS KEPELBAGAIAN INDEKS KEPELBAGAIAN SHANNON WIENER, INDEKS PERSAMAAN SORENSON, INDEKS KESAMARATAAN SPESIES (INDEKS 'EVENESS'), DAN INDEKS KEDOMINAN SIMPSON DI KAWASAN TIDAK TERGANGGU DAN JUGA TERGANGGU	33
4.4	KOMPOSISI SERANGGA AKUATIK MENGIKUT MIKROHABITAT DI SUNGAI PAPAR	35
4.5	ANALISIS MENGGUNAKAN INDEKS KEPELBAGAIAN SHANNON WIENER, INDEKS PERSAMAAN SORENSON, INDEKS KESAMARATAAN SPESIES (INDEKS 'EVENESS'), DAN INDEKS KEDOMINAN SIMPSON DI KAWASAN TIDAK TERGANGGU DAN JUGA TERGANGGU MENGIKUT MIKROHABITAT	38
4.5.1	Analisis yang digunakan di Kawasan Tidak Terganggu	38
4.5.2	Analisis yang digunakan di Kawasan Terganggu	40
BAB 5	PERBINCANGAN	42
5.1	KEPELBAGAIAN SERANGGA AKUATIK DI SUNGAI PAPAR	42
5.2	KESAMARATAAN SERANGGA AKUATIK DI SUNGAI PAPAR	46
5.3	KEDOMINAN SERANGGA AKUATIK DI SUNGAI PAPAR	47
5.4	PERATUS PERSAMAAN SPESIES	48
BAB 6	KESIMPULAN	50
	RUJUKAN	52
	LAMPIRAN A	54
	LAMPIRAN B	65



SENARAI JADUAL

Muka Surat

2.1	Sebahagian kategori umum bagi serangga di kawasan bentik berdasarkan jenis substrat	10
3.1	Parameter fizikal yang telah diambil ketika persampelan dilakukan	21
4.1	Komposisi serangga akuatik pada Sg. Papar	27
4.2	Bilangan individu di kawasan tidak terganggu dan terganggu mengikut famili di Sg. Papar	29
4.3	Komposisi serangga akuatik pada Sg. Papar mengikut order dan famili	31
4.4	Analisis Indeks yang digunakan mengikut kawasan	35
4.5	Analisis Indeks yang digunakan mengikut kawasan	41

SENARAI RAJAH

No. Rajah	Muka Surat
3.1 Peta Sabah yang menunjukkan posisi Taman Banjaran Crocker	15
3.2 Graf Jarak dari Stesen Inobong Melawan Ketinggian	17
3.3 Rekabentuk plot	18
3.4 Jaring tendang	20
3.5 Jaring akuatik	21
4.1 Peratus individu mengikut order di Sg. Papar	28
4.2 Bilangan individu mengikut order pada bahagian tidak terganggu dan terganggu di Sg. Papar	30
4.3 Perbandingan bilangan individu mengikut famili antara kawasan tidak terganggu dan kawasan terganggu di Sg. Papar	33
4.4 Peratus famili mengikut mikrohabitat	35
4.5 Peratus individu mengikut mikrohabitat	36
4.6 Graf perbandingan antara kawasan mengikut peratus famili mengikut mikrohabitat	37
4.7 Graf perbandingan antara kawasan bagi peratus individu mengikut mikrohabitat	38



SENARAI SIMBOL

Sg.	Sungai
Kg.	kampung
mm	milimeter
m	meter
%	peratus
Σ	sigma
&	dan
Dr.	Doktor
Do	'dissolve oxygen'
°C	darjah celsius
=	sama dengan
-	negative atau tolak
/	pecahan

BAB 1

Pengenalan

1.1 Latar Belakang Kajian Serangga Akuatik

Serangga sememangnya boleh ditemui di seluruh dunia. Kebanyakan serangga ini tinggal di daratan dan hanya 10% daripadanya tinggal di kawasan akuatik. Serangga tergolong dalam haiwan invertebrata dan ianya telah menyumbangkan jumlah tertinggi kepada bilangan individu dan spesies, biomassa dan juga pengeluarannya pada peringkat mikroskopik (Gullan & Cranston, 1994).

Kajian mengenai serangga akuatik telah menarik minat bagi kebanyakan saintis untuk dijadikan bahan kajian sejak dahulu lagi. Di China, kajian mengenai serangga ini telah bermula lewat tahun 1920, yang mana ia telah dicetuskan oleh Dr. James G. Needham dari Cornell University (United States of America). Dr. Needham merupakan salah satu pengkaji terawal yang pakar dalam Plecoptera, Ephemeroptera, dan Odonata di United States of America. Kajian Dr. Needham kemudiannya diikuti oleh pengkaji lain seperti Hu Jingfu, Liu Tingwei, Tian Lixin, Xu Yingi, dan Yang Lianfang. Menurut



pengkaji-pengkaji ini, kajian mengenai akuatik telah dibahagikan kepada tiga jangka masa iaitu: Perintis (1926-1948), Generasi Kedua (1948-1965), dan Generasi Ketiga (1980-1994).

1.2 Kepentingan Pengetahuan Mengenai Serangga Akuatik

Jika dibandingkan dengan ikan, kepelbagaian bagi spesies invertebrata belum dikenali dengan sepenuhnya (Shabdin *et al.*, 2002). Pengetahuan yang cetek ini disebabkan oleh beberapa faktor seperti kepelbagaiannya yang sangat luas dan bilangan kelimpahannya yang tinggi. Keadaan ini sebenarnya telah menyumbang kepada kelalaian terhadap kehadirannya di muka bumi ini.

Sehingga kini jumlah serangga akuatik yang disenaraikan sebagai terancam adalah kurang. Walau bagaimanapun, menurut Voshell (2003) kajian mengenai penyebaran dan populasi bagi serangga akuatik masih terlalu awal. Oleh itu jumlah sebenar bagi spesies yang terancam belum lagi diketahui sehingga kini.

Menurut Shabdin Mohd. Long *et al.*, (2002), di Borneo hanya sedikit sahaja kajian mengenai invertebrata lotik telah dilaporkan. Kajian yang dilaporkan termasuklah SAMA Consortium (1982) mengenai mollusca di kawasan Pelagus, Sarawak dan juga kajian mengenai status semasa kepelbagaian invertebrata lotik di hulu Sg. Balui, Sarawak. Terdapat lima order makrobenthos terutamanya serangga telah dilaporkan daripada sungai di Bario, Kelabit Highland Sarawak (Shabdin & Abang 1998).



Di Sabah khususnya di Taman Kinabalu, walaupun persekitaran fizikal dan kepelbagaian biologi telah dikaji dan didokumentasi, namun kajian dalam struktur komuniti bagi invertebrata di Taman Banjaran Crocker adalah kurang. Oleh yang demikian, kajian mengenai serangga ini perlu diperbanyakkan lagi agar kita boleh mengetahui dengan lebih jelas mengenai serangga akuatik dan peranannya dalam ekologi akuatik.

1.3 Objektif

Kajian ini telah dijalankan di Banjaran Crocker untuk mengetahui tentang kepelbagaian serangga akuatik di dua kawasan Sungai Papar. Kawasan yang dipilih terdiri daripada kawasan yang telah terganggu dan kawasan yang belum terganggu. Melalui data yang diperolehi, perbandingan akan dilakukan bagi mengetahui kawasan mana yang mempunyai kepelbagaian serangga akuatik yang paling tinggi. Banjaran Crocker dipilih sebagai kawasan kajian kerana terdapat kawasan sungai yang telah dijadikan sumber air oleh penduduk kampung untuk kegunaan seharian dan sebahagiannya lagi berada jauh dari aktiviti manusia. Oleh itu andaian bahawa kawasan sungai yang berdekatan dengan penempatan penduduk kampung mempunyai sungai yang telah tercemar manakala kawasan sungai yang jauh daripada aktiviti manusia mempunyai sungai yang belum tercemar. Oleh itu, Sg. Papar yang terdapat di Banjaran Crocker sangat sesuai dijadikan kawasan kajian bagi kajian yang telah dijalankan ini. Objektif terperinci bagi kajian ini ialah:



- a) Mengetahui komposisi serangga akuatik di Sungai Papar, Banjaran Crocker.
- b) Membandingkan kepelbagaian serangga akuatik pada Sg. Papar di kawasan terganggu dan tidak terganggu.

BAB 2

ULASAN PERPUSTAKAAN

Makroinvertebrata pada air tawar boleh didapati di mana-mana, walaupun pada tempat yang paling tercemar atau pada kawasan lotik yang mana airnya mengalir dengan sangat laju (Hauer & Resh, 1996). Menurut Voshell (2003), lebih separuh daripada spesies yang hidup (mikrob, tumbuhan, dan haiwan) terdiri daripada serangga dan terdapat 751,000 serangga telah dikenalpasti di seluruh dunia.

Melalui jumlah yang telah dinyatakan tadi, kita dapat membayangkan betapa besarnya kepelbagaian serangga di dunia ini. Namun demikian, sangat sukar bagi kita untuk menghargai kepelbagaian biologinya tanpa melihat secara khusus pada serangga tersebut. Oleh itu, pelbagai kajian mengenai organisma ini perlu dilakukan agar kehadirannya di dunia ini tidak akan dianggap remeh bagi sesetengah pihak.

2.1 Serangga Akuatik

Serangga terdiri daripada kelas Insecta di bawah filum Arthropoda (Andrews, 1987). Menurut Giller dan Malmqvist (1998), serangga akuatik merupakan salah satu organisma yang paling senang dilihat pada kawasan sungai. Kebanyakan serangga sebenarnya tergolong dalam serangga akuatik apabila organisma tersebut berada pada peringkat larva, namun apabila mencapai peringkat dewasa, organisma ini tidak akan dikenali sebagai serangga akuatik lagi kerana ia akan ke daratan untuk menetap di kawasan bukan akuatik (Giller & Malmqvist, 1998).

Kitar hidup serangga akuatik boleh dibahagikan kepada dua iaitu metamorfosis tidak lengkap dan metamorfosis lengkap. Metamorfosis lengkap mempunyai empat peringkat iaitu telur, larva, pupa dan juga peringkat dewasa manakala metamorfosis tidak lengkap pula hanya mempunyai tiga peringkat sahaja iaitu telur, nimfa dan juga peringkat dewasa. Contoh bagi serangga akuatik yang mempunyai kitar hidup metamorfosis lengkap ialah Diptera, Coleoptera, dan juga Trichoptera manakala contoh bagi serangga akuatik yang mempunyai kitar hidup tidak lengkap pula ialah Plecoptera, Ephemeroptera, Hemiptera, dan juga Odonata (Throp & Covich, 1991). Serangga ini biasanya menghabiskan separuh dari kitar hidupnya di dalam air dan kebiasaannya, kitar hidup larva lebih panjang jika dibandingkan dengan kitar hidup peringkat dewasa.



2.2 Morfologi Am Serangga Akuatik

Serangga mempunyai skeleton pada bahagian luar badannya. Bahagian luar skeleton ini agak tebal dan selalunya keras. Oleh itu, ia dapat melindungi serangga sama seperti kulit kita melindungi kita (Voshell, 2003).

Terdapat beberapa ciri pada badan serangga yang boleh membezakannya daripada arthropoda. Namun demikian, secara amnya bahagian badan bagi semua serangga terbahagi kepada tiga bahagian iaitu kepala, toraks, dan abdomen. Kepala berada di hujung bahagian depan tubuh serangga. Toraks pula berada pada bahagian tengah dan selalunya ia lebih besar berbanding dengan kepala dan abdomen pula berada pada bahagian belakang tubuh serangga.

Kadang kala peringkat larva bagi serangga akuatik tidak mempunyai morfologi yang sama dengan serangga pada peringkat dewasa (Voshell, 2003). Serangga pada peringkat larva biasanya tidak mempunyai sayap yang berfungsi, tidak mempunyai mata kompaun, kaki tidak bersegmen dan mempunyai perbezaan toraks yang nyata diantara satu dengan yang lain.

Ada sebahagian serangga akuatik yang lebih menyerupai cacing berbanding dengan serangga. Walau bagaimanapun, larva yang berbentuk seakan-akan cacing ini selalunya mempunyai kepala yang ketara atau sekurang-kurangnya mempunyai struktur yang melekat pada bahagian kepala seperti antena.

2.3 Habitat Serangga Akuatik

Terdapat dua jenis persekitaran fizikal yang berbeza bagi serangga akuatik iaitu air yang mengalir atau yang lebih dikenali sebagai kawasan lotik dan juga air yang tidak mengalir atau yang dikenali sebagai kawasan lentik.

Pada sistem lotik, arus pergerakan bagi air lebih dipengaruhi oleh jenis substrat, pergerakan partikel, dan juga penyenggelaraan tahap larutan oksigen yang tinggi. Kebanyakan saiz serangga akuatik pada kawasan lotik adalah kecil (Gullan & Cranston, 1994). Keadaan saiz yang kecil beserta reka bentuk tubuh yang fleksibel membolehkannya terus hidup dalam keadaan air yang mengalir sama ada dengan arus aliran yang laju atau yang kurang laju.

Kesan pergerakan air memberi kesan yang sedikit kepada serangga akuatik yang hidup di kawasan lentik. Walau bagaimanapun, kehadiran oksigen menjadi masalah kepada serangga akuatik di kawasan ini. Ini kerana permukaan air di kawasan lentik digunakan oleh banyak organisma yang lain berbanding dengan kawasan lotik kerana arusnya yang tidak bergerak atau bergerak sedikit. Keadaan ini menimbulkan persaingan antara serangga akuatik dengan organisma lain dalam mendapatkan bekalan oksigen.

Walaupun mempunyai masalah dalam mendapatkan oksigen, serangga akuatik pelbagai order juga boleh ditemui pada bahagian lotik sungai. Secara umumnya, terdapat lapan kumpulan serangga akuatik yang sering ditemui iaitu Ephemeroptera, Odonata,

Plecoptera, Hemiptera, Megaloptera, Coleoptera, Tichoptera, dan Diptera (Voshell, 2003). Kumpulan serangga ini merupakan serangga akuatik yang paling penting pada sungai yang mengalir.

2.4 Hubungan Kepelbagaian Serangga Akuatik dengan Persekitaran Fizikal

Terdapat banyak faktor fizikal pada persekitaran sungai yang mempengaruhi komposisi dan kelimpahan serangga akuatik. Faktor-faktor ini termasuklah keadaan substrat, kelajuan arus air, suhu air, kepekatan larutan oksigen, dan kandungan kimia pada air tersebut (Hershey & Lamberti, 1998).

2.4.1 Substrat

Substrat merupakan salah satu faktor fizikal yang mana boleh menunjukkan bagaimana ekologi memberi kesan kepada serangga akuatik. Ia menyediakan ruang habitat untuk pelbagai aktiviti bagi serangga akuatik seperti pergerakan dan pembiakan. Terdapat serangga akuatik yang terhad kepada substrat yang khusus tetapi kebanyakan spesies benthik mempamerkan fungsi yang jelas dengan jenis dasar sungai. Menurut Ward (1992) telah wujud pengkaji yang mengkaji hubungan fauna dan substrat di pelbagai dasar sungai (Jadual 2.1).

Jadual 2.1 Sebahagian kategori umum bagi serangga di kawasan benthik berdasarkan jenis substrat (Sumber: Hauer & Resh, 1996).

Jenis Substrat	Kategori bagi Fauna
Hydrophytes	Phytophilous
Kayu	Xylophilous
Batu	Litophilous
Kerikil	Psephophilous
Pasir	Psammophilous
Lumpur	Pelophilous

2.4.2 Kelajuan Air

Kelajuan arus air boleh mempengaruhi saiz partikel bagi sesuatu substrat. Arus ini juga boleh memberi kesan kepada sumber makanan melalui penghantaran dan pemindahan nutrien dan juga bahan makanan lain.

Ahli biologi percaya bahawa air memainkan peranan sebagai medium dan arus pula bertindak sebagai tekanan, dan semua ini menentukan taburan ekologi bentuk anatomi serta penyesuaian tabiat (Allen, 1995). Kebanyakan spesies boleh dijumpai sama ada di bahagian sungai yang mengalir dengan deras atau di bahagian sungai yang mengalir dengan perlahan tetapi bukan pada kedua-duanya. Bentuk badan bagi haiwan dan bentuk pertumbuhan bagi tumbuhan mempamerkan penyesuaian morfologi yang

digambarkan dalam penyesuaian untuk bergerak di dalam arus atau menghalang dari dihanyutkan.

2.4.3 Suhu

Suhu merupakan salah satu pembolehubah yang amat penting dalam biosfera. Ia boleh memberi kesan kepada pergerakan molekul, daya gerak bendalir, pemalar ketepuan bagi larutan gas di dalam air, kadar metabolisme bagi organisma, dan juga sebagai pengatur faktor sama ada secara langsung atau tidak kesan kehidupan di dunia ini (Hauer & Hill, 1996).

Suhu juga boleh menunjukkan keamatan penggoncangan molekul, yakni penggoncangan yang serupa bagi air didih, tidak kira sama ada di dalam secawan teh atau tong yang besar. Kenyataan yang mengatakan tenaga boleh mengalir dengan adanya kecerunan suhu menunjukkan perkataan tenaga berkait rapat dengan suhu (Cole, 1993).

2.4.4 Kepekatan Larutan Oksigen

Kebanyakan organisma amat bergantung pada oksigen yang terdapat di persekitaran untuk hidup. Seperti yang kita sedia maklum, atmosfera mengandungi peratus gas oksigen yang paling tinggi dan bukan itu saja, gas ini juga mudah larut di dalam air (Cole, 1993).

RUJUKAN

- Allan, J.D, 1995. *Stream Ecology Structure and Function of Running Waters*. Chapman & Hall, Britain.
- Andrews, W.A, 1987. *Investigating Aquatic Ecosystem*. Prentice-Hall, Canada.
- Arman Hadi, F., Maryati, M. and Takahashi, A., 2005. *Aquatic Insects Identification Guide*. BBEC, Kota Kinabalu.
- Cole, G.A, (pnyt), 1993. *Buku Teks Limnologi*. Dewan Bahasa dan Pustaka (ptjr), Selangor Darul Ehsan.
- Giller, P.S and Malmqvist, B., 1998. *The Biology of Streams and River*. Oxford University Press, New York.
- Gullan, T.P.J and Cranston P.S., 1994, *The Insects and Outline of Entomology*. University of California Paris USA.
- Hauer, F.R and Hill, W.R., 1996, Temperature , Light, and Oxygen. Dlm: Hauer, F.R and Lamberti, G.A. (pnyt.) *Method in Stream Ecology*. Academic Press, London, 93-106.
- Hauer, F.R and Resh, V.H., 1996, Benthic Macroinvertebrates. Dlm: Hauer, F.R and Lamberti, G.A. (pnyt.) *Method in Stream Ecology*. Academic Press, London, 339-369.
- Herman, 2003. *The Crocker Range Map*. [http://www. Sabah, Borneo.htm](http://www.Sabah,Borneo.htm).



- Hershey, A.E and Lamberti, G.A., 1998. Stream Macroinvertebrate Communities. Dlm: Naiman, R.J dan Bilby R.E. (pnyt.) *River Ecology and Management*. Springer-Verlag, America, 169-199.
- Mohd. Fairus, J and Arman Hadi, M., 2004, Freshwater Macroinvertebrates. Dlm: Maryati Mohamed, Homathevi Rahman, Takuji Tachi, Mahadimenakbar M. Dawood (pnyt.) *Introduction to Entomology*. BBEC, Kota Kinabalu, 135-161.
- Rainie Alai, 2002. *Kajian Perbandingan Kepelbagaian Serangga Akuatik di Hulu dan Hilir Sg. Mook, Kawang*. Disertasi Sarjana Sains, Universiti Malaysia Sabah (tidak diterbitkan).
- SAMA Consortium, 1982. Pelagus/Bakun hydro-electric projects: German Agency for Technical Cooperation Ltd. Report for SESCO, 1982.
- Shabdin, M.L, Khairul Adha, A.R, and Fatimah, A., 2002. A Scientific Journey Through Borneon Crocker Range National Park Sabah Volume 1 Natural Ecosystem and Species Component. *The Macroinvertebrate Community of the Fast Flowing Rivers in the Crocker Range National Park Sabah, Malaysia*. 1 (7), 147-156.
- Thorp and Covich, 1991. *Ecology and Classification of North American Freshwater Invertebrates*. Academic Press, London.
- Voshell, J.R., 2003. *Aquatic Insect Biodiversity and Conservation*. Virginia State University, Petersburg.
- Ward, J.V., 1992. *Aquatic Insects Ecology 1. Biology and Habitat*. John Wiley & Sons, Inc. United States of America

