

**PERBANDINGAN HABITAT RAMA-RAMA (GEOMETRIDAE DAN
LIMACODIDAE) DI HUTAN DAN LADANG KELAPA SAWIT**

NUR ISNIMAH DORA BINTI SATUNG

**PERPUSTAKAAN
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH**

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

**PROGRAM PENGETAHUAN TANAMAN
SEKOLAH PERTANIAN LESTARI
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH
2013**



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

BORANG PENGESAHAN STATUS TESIS

JUDUL: PERBANDINGAN HABITAT RAMA-RAMA (GEOMETRIDAE DAN LIMACODIDAE) DI HUTAN DAN LADANG KELAPA SAWIT

IJAZAH: SARJANA MUDA SAINS PERTANIAN DAN KEPUSJIAN

SAYA: NUR ISNIMAH DORA BINTI SATUNG
(HURUF BESAR)

SESI PENGAJIAN: 2009 / 2013

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 (/)

<input type="checkbox"/>	SULIT	(Mengandungi maklumat yang berdarjah keseksyen atau kepentingan Malaysia seperti yang termaktub di AKTA RAHSIA RASMI 1972)
<input type="checkbox"/>	TERHAD	(Mengandungi maklumat TERHAD yang telah ditentukan oleh organisasi/badan di mana Penyelidikan dijalankan)
<input type="checkbox"/>	TIDAK TERHAD	

PERPUSTAKAAN
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

Disahkan Oleh:

(TANDATANGAN PENULIS)

Alamat Tetap: TMN. PUTERA JAYA
LRG 22 NO.9 LOT 5, BLOK A24
88450 TELIPOK
KOTA KINABALU
SABAH

Tarikh: 23/1/2013

DR. SUZAN BENEDICK

Pensyarah
 Sekolah Pertanian Lestari
 Universiti Malaysia Sabah
 (NAMA PENYELIA dan cop)

Tarikh: 21/1/2013

Catatan: - * Potong yang tidak berkenaan.

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

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



UMS
 UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

PENGAKUAN

Saya akui karya ini adalah hasil kerja saya sendiri kecuali nukilan dan ringkasan yang tiap-tiap satunya telah saya jelaskan sumbernya. Saya juga mengakui bahawa disertasi ini tidak pernah atau sedang dihantar untuk perolehi ijazah dari universiti ini atau mana universiti yang lain.

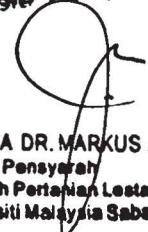


Nur Isnimah Dora binti Satung
BR09110043
Tarikh: 23 Januari 2013

DIPERAKUKAN OLEH

1. Dr. Suzan Benedict @ Sarah Abdullah
PENYELIA


DR. SUZAN BENEDICK
Pensyarah
Sekolah Pertanian Lestari
Universiti Malaysia Sabah


PROF. MADYA DR. MARKUS ATONG
Pensyarah
Sekolah Pertanian Lestari
Universiti Malaysia Sabah

2. Prof. Madya. Dr. Markus Atong
PEMERIKSA I


CLAMENT CHIN FUI SEUNG
Pensyarah
Sekolah Pertanian Lestari
Universiti Malaysia Sabah

3. En. Clament Chin Fui Seung
PEMERIKSA II

4. Dr. Sitti Raehanah Muhamad Shaleh
DEKAN SEKOLAH PERTANIAN LESTARI



DR. SITI RAEHANAH MUHAMAD SHALEH
DEKAN
SEKOLAH PERTANIAN LESTARI
UMS KAMPUS SANDAKAN

PENGHARGAAN

Syukur Alhamdulillah dengan limpahan rahmat serta keizinan dariNYA, saya berjaya menyiapkan kajian ini. Walaupun terdapat pelbagai rintangan dan cabaran dalam menjayakan projek ini, namun dengan berkat kesabaran dan usaha yang bersungguh-sungguh projek ini dapat dilaksanakan. Tambahan pula dengan bantuan ikhlas daripada pensyarah-pensyarah serta rakan-rakan, akhirnya kajian ini dapat disempurnakan dan segalanya berjalan dengan lancar.

Tertebih dahulu, jutaan terima kasih saya tujuhan kepada semua tenaga pengajar dan kakitangan Sekolah Pertanian Lestari (SPL) kerana telah banyak mencerahkan ilmu dan tidak jemu mendidik saya sepanjang proses pembelajaran saya di sekolah ini. Ribuan terima kasih yang tidak terhingga kepada penyelia saya iaitu Dr. Suzan Benedict @ Sarah Abdullah yang sentiasa bersabar dalam mendidik serta memberi tunjuk ajar, komen dan cadangan kepada saya selama ini. Tidak dilupakan kepada saudara Robin Lim kerana sudi berkongsi pengalaman dan maklumat untuk kajian ini. Sekalung budi juga saya ucapkan kepada para pemandu Universiti Malaysia Sabah terutama sekali kepada En. Hanafiah, En. Roslan, En. Rahim, En. Ridwan dan En. Johanis kerana sudi menghulurkan bantuan menghantar dan mengambil dari destinasi ke destinasi sepanjang kajian ini dijalankan.

Sekalung penghargaan tulus ikhlas turut saya tujuhan kepada semua kakitangan Jabatan Perhutanan Sabah (Hutan Simpan Lembah Danum, Hutan Simpan Labuk dan Hutan Simpan Sapi), PPBOP Group Berhad (Ladang Sawit Sapi 2), Ladang Sawit Danum Palm dan Ladang Sawit Jalil Alip yang banyak memberi bantuan dan kesudian menerima kehadiran saya dalam menjayakan kajian ini.

Seterusnya, saya juga ingin mengucapkan terima kasih buat rakan-rakan seperjuangan yang banyak membantu saya secara langsung atau tidak langsung bagi melaksanakan kajian ini terutama sekali kepada saudari Nurul Farihah Osman yang sentiasa bersama-sama dengan saya ketika kerja lapangan ke hutan dan ladang kelapa sawit. Begitu juga kepada saudari Clauvia Josais, Olevia Soidi, Mariani Zainurrahim, Jessyca Andrew, Azmilla Adzraai, Norlin Bunawau dan saudara Simeon Saidin kerana sentiasa sudi menemani saya ketika kerja lapangan.

Akhir sekali buat keluarga tersayang terutama ayah saya, En. Satung Tahir, ibu saya, Pn. Nafsia Jinin, adik-beradik saya, Ummul Khairunnisa Satung, Shezaratal Hiqmah Satung, Muhd. Ulil Amri Satung dan Muhd. Aidil Ikhram Satung serta saudara mara yang lain atas sokongan moral dan kewangan serta kata-kata semangat bagi mengharungi proses pembelajaran dan kajian saya selama ini. Berkat doa mereka segala rintangan dapat dilalui dengan baik dan kajian ini berjaya disiapkan.

KANDUNGAN

Senarai Kandungan

PENGAKUAN	ii
DIPERAKUKAN OLEH	iii
PENGHARGAAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KANDUNGAN	vii
SENARAI JADUAL	ix
SENARAI RAJAH	x
SENARAI SIMBOL, UNIT DAN SINGKATAN	xi

Muka Surat

BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Pengenalan	1
1.2 Justifikasi	1
1.3 Objektif	3
1.4 Hipotesis	3
BAB 2 ULASAN PERPUSTAKAAN	4
2.1 Lepidoptera	4
2.1.1 Geometridae	4
a) Ulat Gelung (Inchworm)	5
b) <i>Ectropis bhurmitra</i>	6
2.1.2 Limacodidae	6
a) <i>Darna trima</i>	7
b) <i>Setothosea asigna</i>	7
c) <i>Setora nitens</i>	8
2.2 Biologi Rama-rama	9
2.2.1 Kitaran Hidup	10
2.2.2 Embrio	10
2.2.3 Larva	10
2.2.3 Kepompong	11
2.2.5 Dewasa	11
2.3 Kaitan antara Rama-rama dan Perumah Larva	11
2.3.1 Perumah Larva Rama-rama Famili Geometridae	12
2.3.2 Perumah Larva Rama-rama Famili Limacodidae	13
2.4 Pengenalan kepada Hutan	14
2.5 Pengenalan kepada Kelapa Sawit	15
BAB 3 METODOLOGI	17
3.1 Lokasi	17
3.2 Jenis Kajian	17
3.3 Material Kajian	17
3.4 Kaedah Kajian	17
3.4.1 Pemilihan Lokasi Pensampelan Sampel	17
3.4.2 Pensampelan	18
3.4.3 Pengenalpastian Rama-rama	19
3.5 Rawatan	20
3.6 Parameter	21
3.7 Analisis Statistik	21

BAB 4	KEPUTUSAN	22
4.1	Data	22
4.1.1	Perbandingan spesies dan individu rama-rama antara hutan dan ladang kelapa sawit	23
4.2	Perbandingan bagi perumah larva rama-rama dan subfamili rama-rama	25
4.3	Perbandingan perumah larva rama-rama antara lokasi kajian	26
BAB 5	PERBINCANGAN	28
5.1	Data Hasil Sampel Rama-rama	31
5.2	Perbandingan bagi Perumah Larva Rama-rama dan Subfamili Rama-rama	31
5.3	Perbandingan Perumah Larva Rama-rama antara Habitat	33
BAB 6	KESIMPULAN	34
6.1	Kesimpulan	34
6.2	Cadangan	35
RUJUKAN		36
LAMPIRAN A		39
LAMPIRAN B		46

SENARAI JADUAL

Jadual	Muka surat
Jadual 2.1 Peratusan bagi habitat rama-rama famili Geometridae di Borneo	12



SENARAI RAJAH

Rajah		Muka Surat
Rajah 2.1	Rama-rama <i>Ornithospila vicularia</i> yang telah disampel dalam kajian ini	5
Rajah 2.2	Rama-rama <i>Setothosea asigna</i> yang telah disampel dalam kajian ini	8
Rajah 2.3	Proses metamorfosis	10
Rajah 3.1	Perangkap cahaya yang siap dipasang	18
Rajah 3.2	Cara rama-rama disampel dengan menggunakan bekas makanan	19
Rajah 3.3	Sampel rama-rama yang telah disebarluaskan sayap	20
Rajah 3.4	Cara menentukan lokasi kajian	20
Rajah 4.1	Famili rama-rama Geometridae dan Limacodidae yang disampel di hutan dan ladang kelapa sawit	23
Rajah 4.2	Perbandingan antara jumlah spesies rama-rama yang terdapat dalam habitat hutan dan ladang kelapa sawit	24
Rajah 4.3	Perbandingan antara jumlah sampel individu dengan habitat	24
Rajah 4.4	Perbandingan di antara perumahan larva rama-rama dengan subfamili rama-rama Geometridae	25
Rajah 4.5	Perbandingan antara perumahan larva dengan habitat rama-rama	26
Rajah 4.6	Perbandingan bagi perumahan larva rama-rama di antara lokasi kajian	27

SENARAI SIMBOL, UNIT DAN SINGKATAN

%	Peratus
ANAVA	Analisis Varians
H1	Hutan Simpan Lembah Danum
H2	Hutan Simpan Sapi
H3	Hutan Simpan Labuk
L1	Ladang Sawit Danum Palm
L2	Ladang Sawit Sapi 2
L3	Ladang Sawit Jalil Alip
MPOB	Malaysian Palm Oil Board
mm	Milimeter
m	Meter
sm	Sentimeter
SPSS	<i>Statistical Package for Social Science</i>
SPL	Sekolah Pertanian Lestari
V	Voltan
W	Watt



ABSTRAK

Kajian ini dijalankan untuk membuat perbandingan habitat dan perumah larva rama-rama antara famili Geometridae dan famili Limacodidae. Terdapat enam lokasi kajian yang telah dijalankan iaitu Hutan Simpan Lembah Danum, Hutan Simpan Sapi, Hutan Simpan Labuk, Ladang Sawit Danum Palm, Ladang Sawit Sapi 2 dan Ladang Sawit Jalil Alip. Makmal Entomologi Sekolah Pertanian Lestari Universiti Malaysia Sabah digunakan untuk proses pengenalpastian spesies rama-rama. Buku '*Moth of Borneo*' dan '*Hostplant of the Moth and Butterfly Caterpillars of the Oriental*' digunakan untuk mendapatkan maklumat tentang spesies rama-rama dan perumah larva rama-rama. Hasil daptan mendapati tiada perbezaan bererti di antara perumah larva rama-rama famili Geometridae dan famili Limacodidae. Sebanyak 111 spesies rama-rama dan sebanyak 412 individu telah disampel bagi kajian ini. Hutan mempunyai jumlah spesies yang lebih tinggi iaitu 106 spesies dan sebanyak 369 individu famili Geometridae telah disampel manakala rama-rama famili Limacodidae sebanyak 5 spesies dan 13 individu telah disampel. Analisis statistik parametrik ANAVA sehalia tidak dilakukan pada famili Limacodidae kerana data tidak mencukupi (Lampiran A). Tidak terdapat perbezaan bererti bagi perumah larva rama-rama dengan subfamili rama-rama Geometridae; Ennominae, Geometrinae, Sterrhinae dan Desmobathrinae. Hutan mempunyai purata perumah yang tinggi (2.96) berbanding ladang kelapa sawit (1.67).

COMPARISON THE HABITAT OF GEOMETRIDAE AND LIMACODIDAE MOTH IN FOREST AND OIL PALM PLANTATION

ABSTRACT

This study was conducted to compare the habitat and larval hostplant between the family of Geometridae and Limacodidae. There are six locations that were conducted, Hutan Simpan Lembah Danum, Hutan Simpan Sapi, Hutan Simpan Labuk, Ladang Sawit Danum Palm, Ladang Sawit Sapi 2 and Ladang Sawit Jalil Alip. Entomology Laboratory School of Sustainable Agriculture Universiti Malaysia Sabah was used to the process of identifying species of moth. Book of 'Moth of Borneo' and 'Hostplant of the Moth and Butterfly Caterpillars of the Oriental' are used to obtain information about the species of moths and larval hostplant. The findings found no significant differences between the hostplant and moth species. A total of 111 species of moths and 412 individuals were sampled for this study. Forest has a higher number of Geometridae family species (106) and a total of 369 individual. Limacodidae family species has 5 species and 13 individuals. Statistical analysis of parametric (one-way ANOVA) was not done on family Limacodidae because of insufficient data (Lampiran A). There was no significant difference for the larval hostplant of subfamily of Geometridae, Ennominae, Geometrinae, Sterrhinae and Desmobathrinae. Forest have a high average hostplant (2.97) compared to oil palm plantations (1.67).



BAB 1

PENGENALAN

1.1 Pengenalan

Gangguan antropogenik terhadap habitat semulajadi oleh manusia telah mengubah sistem ekologi dan struktur bumi. Secara tidak langsung menggangu kebergantungan di antara spesies dan pengasingan populasi spesies yang terdapat di dalam habitat mereka. Isu ini berkaitan dengan tahap biodiversiti yang terdapat di sesuatu kawasan. Pelbagai isu telah diketengahkan terhadap flora dan fauna kerana keimbangan kehilangan biodiversiti pada ekosistem bumi terutamanya fauna yang terdapat di dalam hutan (Myers, 1986; Diamond, 1996; Thomas, 2002a).

Kajian daripada Chey *et al.* (1997) di Sabah berkaitan tentang diversiti rama-rama di dalam hutan yang mana hasil daripada kajian tersebut menyatakan hutan sekunder mempunyai diversiti rama-rama yang tinggi berbanding hutan primer kerana hutan sekunder mempunyai diversiti tumbuhan sebagai makanan larva rama-rama yang banyak berbanding hutan primer. Begitu juga dengan beberapa kajian yang terdahulu yang pernah dijalankan oleh Barlow (1982) tentang diversiti rama-rama di dalam hutan tropika di semenanjung Malaysia yang dibandingkan dengan diversiti rama-rama di Britain dan New Zealand. Hasil dapatan menunjukkan diversiti rama-rama di semenanjung Malaysia adalah tinggi kerana dipengaruhi oleh biomas yang terdapat di dalam hutan dan Malaysia tidak mempunyai empat musim.

Rama-rama merupakan salah satu spesies penyebab kepada kerosakan pada tanaman dan tumbuh-tumbuhan. Ianya terkenal kerana mempunyai larva yang sangat merbahaya kepada tumbuh-tumbuhan di dalam hutan dan tanaman komersil seperti kelapa sawit. Ini kerana larva rama-rama cenderung memakan batang juga daun-daun tumbuhan. Terdapat dua famili rama-rama yang terkenal di dalam hutan mahupun di ladang kelapa sawit iaitu rama-rama dari famili Geometridae dan Limacodidae. Rama-rama dari famili Geometridae adalah salah satu contoh spesies yang terkenal dan banyak terdapat di dalam hutan manakala rama-rama dari famili Limacodidae pula terkenal di ladang kelapa sawit (MPOB, 2003). Semakin banyak spesies ini di satu-satu kawasan, semakin tinggi peratusan tersebut merupakan habitat mereka.

Menurut Gaston (1995), banyak kajian yang berterusan dijalankan untuk mengenalpasti bilangan spesies yang sinonim dan spesies yang masih belum diketahui. Justeru itu, Choi (2011) telah menjalankan kajian tentang diversiti rama-rama dalam landskap hutan yang berbeza untuk mengenalpasti habitat rama-rama yang paling digemari mengikut struktur dan umur hutan. Hasil dapatan daripada kajian tersebut menunjukkan bahawa rama-rama banyak tertumpu pada hutan yang tidak tercemar. Ini kerana hutan yang tidak tercemar dipengaruhi oleh faktor ketersediaan perumah dan suhu di dalam hutan. Melalui kajian ini secara tidak langsung dapat membantu sesebuah negara untuk mengekalkan hutan simpan mereka bagi membantu ekosistem dan ekologi rama-rama.

Berdasarkan kajian meluas daripada Edgar *et al.* (2009), didapati kadar penebangan hutan di Asia Tenggara adalah antara yang tertinggi daripada kawasan-kawasan beriklim tropika yang lain. Mereka mendapati spesies asal rama-rama di Asia Tenggara telah menurun berikutan daripada faktor pembukaan dan pengembangan ladang kelapa sawit yang meluas. Menurut kajian mereka lagi, penukaran landskap hutan kepada tanaman komersil itu telah memberi kesan dan menjelaskan ekosistem hutan semulajadi.

1.2 Justifikasi

Kajian ini telah memilih rama-rama daripada famili Geometridae dan Limacodidae sebagai model organisma penyelidikan. Limacodidae merupakan famili yang mempunyai banyak spesies rama-rama perosak manakala rama-rama Geometridae mempunyai banyak spesies yang amat tertumpu kepada habitat dan perumah larva di kawasan hutan. Namun, kajian ini ingin menguji perbandingan bagi habitat rama-rama famili Geometridae dan Limacodidae di hutan dan di ladang kelapa sawit. Selain itu, kepentingan kajian ini adalah untuk mengesan perumah larva rama-rama di ladang kelapa sawit dan di hutan kerana kurang kajian yang dilakukan kepulauan Borneo khususnya Sabah.

1.3 Objektif

- i) Kajian ini dijalankan untuk membandingkan habitat rama-rama samada di hutan dan di ladang kelapa sawit.
- ii) Kajian ini dijalankan untuk membandingkan perumah larva rama-rama di hutan dan di ladang kelapa sawit.

1.4 Hipotesis

H_A : Terdapat perbezaan bererti di antara habitat dan perumah larva rama-rama di kelapa sawit dan hutan.

H_1 : Tidak terdapat perbezaan bererti di antara habitat dan perumah larva rama-rama di kelapa sawit dan hutan.

BAB 2

ULASAN KEPUSTAKAAN

2.1 Lepidoptera

Nama Lepidoptera berasal daripada perkataan Yunani iaitu "lerido" yang bermaksud skala dan "ptera" ialah sayap dan erti kata lain ialah serangga bersayap. Lepidoptera merupakan order kedua terbesar di dalam kelas serangga. Hampir semua larva Lepidoptera dipanggil ulat atau beluncas. Terdapat 124 famili Lepidoptera di dunia dan majoriti adalah rama-rama. Sebanyak 135,700 spesies rama-rama yang telah dikenalpasti. Secara umumnya Lepidoptera mempunyai tiga pasang kaki pada dada dan dua hingga lapan pasang kaki. Majoriti daripada Lepidoptera adalah spesies herbivor kerana larva rama-rama memakan daun-daun, batang dan akar pokok tumbuhan-tumbuhan. Rama-rama dewasa Lepidoptera menghisap sap dari daun-daun tumbuhan dan tanaman.

2.1.1 Geometridae

Geometridae merupakan salah satu famili daripada order Lepidoptera dan merupakan satu daripada tiga keluarga rama-rama yang paling kaya dengan spesies iaitu lebih daripada 21,000 spesies dan taksonomi mereka relatif maju (Scoble, 1999). Di Borneo, terdapat lebih daripada 1000 spesies rama-rama Geometridae (Holloway, 1997). Pelbagai model regresi digunakan untuk menilai kepentingan umur tumbuhan dan faktor cuaca seperti suhu, kelembapan relatif, dan hujan yang mempengaruhi kekayaan spesies dan populasi Lepidoptera. Habitat mereka lebih tertumpu di hutan tropika (Guedes, 2000).

Rama-rama Geometridae adalah rama-rama kecil yang bersaiz sederhana, badan langsing dan sayap yang luas. Secara purata, lebar sayap rama-rama ini adalah 1 sm hingga 6 sm. Beberapa spesies rama-rama betina mempunyai sayap yang tidak lengkap berbanding rama-rama jantan. Larva rama-rama spesies Geometridae adalah berbentuk melengkung. Larva rama-rama bergerak dengan memajukan badan jauh ke hadapan yang mungkin, kemudian membawa belakang badan sehingga kembali ke bentuk asal. Oleh kerana itu ianya digelar ulat gelung "inchworm" (Barlow, 1982). Spesies rama-rama famili Geometridae merupakan rama-rama yang aktif pada waktu siang juga tertarik kepada perangkap cahaya (Pitkin, 1996).



Rajah 2.1 Rama-rama *Ornithospila vicularia* yang telah disampel dalam kajian ini

a) Ulat gelung (*Inchworm*)

Ulat gelung antara spesies yang terdapat dalam famili Geometridae dan juga merupakan spesies kedua terkaya di dalam order Lepidoptera. Dikenali sebagai ulat gelung kerana sifat fizikalnya yang bergerak secara melengkung dan bentuk badan terlihat seperti gelung. Ini terjadi kerana ulat gelung mempunyai bilangan kaki yang kurang pada abdomen untuk membolehkan mereka bergerak seperti ulat yang lain. Sesetengah daripada spesies ulat rama-rama ini dikenali sebagai ulat ranting kerana postur ketika ulat ini berehat kelihatan seperti sebatang ranting. Ulat famili Geometridae biasanya tidak berbulu dan mempunyai struktur badan yang langsing. Ulat ini juga mempunyai karakter penyamaran yang baik dalam warna hijau atau perang-

mengikut tempatnya berteduh samada daun atau ranting-ranting pokok untuk mengelak daripada diserang musuh (Barlow, 1982).

b) *Ectropis bhurmitra*

Ectropis bhurmitra adalah salah satu perosak daripada famili Geometridae yang telah didokumenkan penyelidik dan habitat spesies ini cenderung kepada hutan tanah rendah (Holloway, 1993). Menurut Tzi (2010), saiz larva bagi *E. bhurmitra* ialah 32 mm panjang manakala kepompong bersaiz 15 x 5 mm dan berwarna coklat karamel. Ulat rama-rama ini diketahui sebagai spesies polifagus iaitu spesies yang memakan daun-daun tumbuhan. Sepanjang julat geografi terdapat lebih daripada 43 genera dalam 29 keluarga famili telah terkumpul dan dicatatkan sebagai perumah larva di Borneo (Holloway, 1993; Robinson *et al.*, 2010). Kajian daripada Vojtech *et al.* (2003) mendapati ulat *E. bhurmitra* memakan *Piperaduncum* dan *P. umbellatum* daripada famili Piperaceae di kawasan beriklim hutan hujan dan juga beberapa spesies daripada famili tumbuhan seperti Bombacaceae, Combretaceae, Compositae, Dipterocarpaceae, Euphorbiaceae, Graminae, Leguminosae, Liliaceae, Myrtaceae, Opiliaceae, Proteaceae, Rubiaceae, Rutaceae, Sapindaceae, Sterculiaceae, Taxodiaceae, Theaceae, Verbenaceae dan Polyphagous (Robinson *et al.*, 2001).

2.1.2 Limacodidae

Rama-rama Limacodidae adalah salah satu spesies perosak di kawasan ladang kelapa sawit (MPOB, 2003). Larva rama-rama famili Limacodidae berbulu padat dan berwarna hijau, coklat atau pelbagai warna seperti cerah atau mempunyai corak-corak yang menarik. Badan larva rama-rama adalah licin dan ada di antara larva rama-rama mempunyai duri. Ulat Limacodidae merupakan ulat yang memakan daun-daun pokok yang berkayu keras. Menurut Heppner (1995), beberapa pokok daripada famili Palmae telah direkodkan sebagai perumah ulat Limacodidae. Spesies rama-rama dari kalangan famili Limacodidae merupakan spesis perosak yang banyak berlaku di ladang kelapa sawit. Melalui sumber MPOB (2003), kebanyakan spesies daripada famili Limacodidae telah memberi kesan negatif kepada tumbuh-tumbuhan seperti kelapa, teh, koko, kopi dan kelapa sawit. Terdapat banyak kajian dijalankan khususnya untuk kawalan biologikal bagi perosak ini seperti *Sibine megasomoides* Walker, *Latoia*

viridissima Holland, *Darna furva* Wileman (Thailand) dan *Darna trimma* (Malaysia) (Fediere et al., 1990; Ramon et al., 1996).

Rama-rama Limacodidae secara umumnya bersaiz kecil hingga saiz sederhana, bersayap bulat atau bujur, badan gempal berskala tebal, abdomen yang pendek, kepala luas, mata besar dan bulat dan kaki berbulu. Rama-rama jantan mempunyai antenna berpektinat manakala rama-rama betina hanya antena biasa. Rama-rama terbang secara liar, tidak menentu dan beralun.

a) *Darna trimma*

Darna trimma dikenali sebagai ulat pemakan daun kelapa sawit. *Darna trimma* mempunyai kitaran hidup sekitar 32 hingga 60 hari. Telur *D. trimma* berbentuk bulat kecil yang berukuran sekitar 1.4 mm, telurnya berwarna kuning kehijauan dan terletak di bawah permukaan helaian daun kelapa sawit. Seekor rama-rama betina dapat menghasilkan sebanyak 90 hingga 300 butir telur. Telur akan menetas dalam masa tiga ke empat hari selepas bertelur. Ulat yang baru menetas berwarna putih kekuningan kemudian menjadi coklat muda dengan bertompok jingga pada segmen badan dan mempunyai punggung berwarna coklat tua. Stadia ulat berlaku selama 26 ke 33 hari. Sewaktu dalam kepompong, ulat akan membentuk sendiri kokon dari salivanya dan berkepompong di dalam kokon tersebut. Kokon ulat ini berwarna coklat tua dan berbentuk oval. Saiz kokon adalah sekitar 5 mm panjang dan 3 mm lebar. Stadia berkepompong sekitar 10-14 hari. Rama-rama dewasa terbentuk dengan berwarna coklat gelap dan lebar rentangan sayap sekitar 18 mm. Sayap depan berwarna coklat gelap dengan satu bintik kuning dan empat garis hitam manakala sayap belakang rama-rama berwarna coklat tua (MPOB, 2003).

b) *Setothosea asigna*

Ulat *S. asigna* mempunyai kitaran hidup 106 hingga 138 hari. Telur rama-rama ini berwarna kuning kehijauan, berbentuk oval, sangat tipis dan lutsinar. Seekor rama-rama betina mampu menghasilkan 300 hingga 400 butir telur. Telur berbentuk bertompok-tompok dan pada satu tompokan mempunyai sekitar 44 butir telur. Tompokan telur adalah berderet tiga hingga empat baris sejajar dengan permukaan sebelah bawah daun dan kebiasaannya pada pelepas daun ke 6 hingga daun ke 17

pokok tumbuhan. Telur akan menetas setelah empat ke lapan hari. Ulat *S. asigna* berwarna hijau kekuningan dengan bertompok-tompok di bahagian punggung dan berduri. Stadia ulat ini berlangsung selama 49 ke 50 hari. Ulat berkepompong pada permukaan tanah atau pangkal batang kelapa sawit. Kepompong *S. asigna* juga sama seperti kepompong *D. trima* iaitu diselubungi oleh kokon yang terbuat dari saliva ulat itu sendiri. Kokon berbentuk bulat telur dan berwarna coklat gelap. Stadia kepompong berlaku selama 39 hari. Rama-rama dewasa jantan mempunyai lebar sayap 41 mm manakala rama-rama dewasa betina mempunyai lebar sayap 51 mm. Sayap depan berwarna coklat tua dengan garis lutsinar dan berbintik gelap manakala sayap belakang berwarna coklat muda (MPOB, 2003).



Rajah 2.2 Rama-rama *Setothosea asigna* yang telah disampel dalam kajian ini

c) ***Setora nitens***

Setora nitens memiliki kitaran hidup yang lebih pendek iaitu 42 hari. Telur akan menetas setelah empat ke hari hari. Ulat *S. nitens* berwarna hijau kekuningan kemudian hijau dan biasanya berubah menjadi kemerahan sewaktu kepompong. Ulat ini mempunyai satu garis bujur di tengah punggung yang berwarna biru keunguan. Stadia ulat berlaku sekitar dalam 50 hari manakala kepompong sekitar 17 ke 27 hari. Rama-rama *S. nitens* mempunyai lebar rentangan sayap sekitar 35 mm. Sayap depan berwarna coklat dan mempunyai garis-garis yang berwarna lebih gelap (MPOB, 2003).

Rama-rama dewasa bersaiz sederhana besar. Rama-rama dewasa juga sama seperti ulat iaitu mempunyai karakter penyamaran melalui corak sayap. Rama-rama berehat dengan postur rehat biasa iaitu dengan tidak melebarkan sayapnya dan antena diletakkan di bawah sayapnya. Ini adalah untuk mengelakkan bayang-bayang sebagai rama-rama dikesan oleh musuh. Keaktifan rama-rama famili Geometridae berbeza dengan ulat iaitu rama-rama famili Geometridae lebih aktif pada waktu malam kerana daya terbang rama-rama dewasa adalah rendah. Ini membuatkan mereka aktif pada waktu malam untuk mengelak daripada diserang musuh.

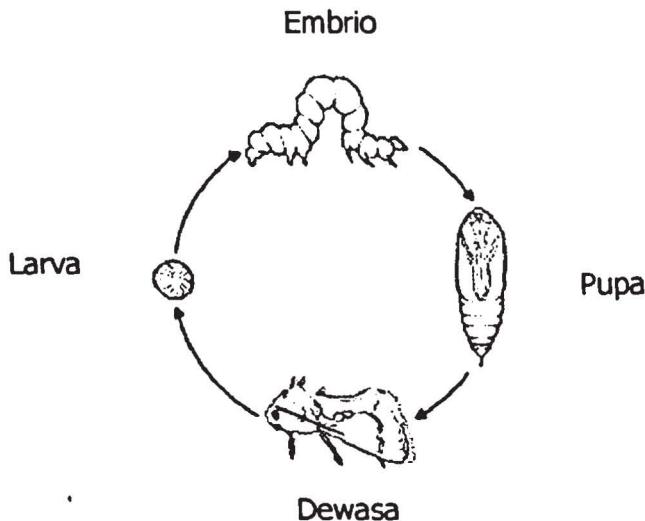
2.2 Biologi rama-rama

Rama-rama merupakan serangga dalam order Lepidoptera. Kebanyakan rama-rama mempunyai struktur badan atau anatomi yang sama. Badan rama-rama dewasa terdiri dari tiga bahagian iaitu kepala, dada dan abdomen.

Kepala adalah bahagian yang berisi otak, dua kompaun mata, proboscis dan dua antena yang terpasang di kepala. Rama-rama mempunyai sepasang kaki pendek yang berada di depan dan dua pasang kaki yang lebih panjang di belakang. Kaki rama-rama berfungsi untuk merasakan kandungan kimia pada tempat yang mereka hinggap iaitu sepasang kaki yang ditengah yang dilengkapi dengan sensor penciuman. Rama-rama mempunyai sayap depan dan sayap belakang. Sayap depan adalah sepasang sayap yang berada paling atas manakala sayap belakang adalah sepasang sayap yang berada paling bawah. Dada adalah bahagian di antara kepala dan abdomen dimana kaki dan sayap terpasang. Antena merupakan sensor untuk mencium bau-bauan dan untuk menjaga keseimbangan badan serangga. Proboscis atau mulut rama-rama digunakan untuk menghisap nektar bunga dan cairan manakala palp labial adalah untuk membantu rama-rama menentukan makanan. Abdomen merupakan bahagian ekor yang mempunyai segmentasi yang memiliki organ vital seperti jantung, organ reproduksi dan sebahagian besar sistem pencernaan.

2.2.1 Kitaran Hidup

Lepidoptera menjalani proses metamorphosis. Metamorfosis merupakan siri perubahan serangga yang membawa kepada pembentukan organisma Lepidoptera sehingga ke tahap dewasa. Semua Lepidoptera menjalani tiga transformasi yang berbeza iaitu dari embrio kepada larva, dari larva kepada pupa dan dari pupa kepada dewasa (Barlow, 1982).



Rajah 2.4 Proses metamorphosis

2.2.2 Embrio

Terma telur yang dimaksudkan dimana ovum dalam perkembangan sel pembiakan betina peringkat pertama kehidupan selepas berlakunya persenyawaan embrio. Rama-rama betina bertelur di bawah daun, di celah kulit kayu atau objek-objek yang lain yang berhampiran dengan sumber makanan. Telur rama-rama amat kecil, bujur atau berbentuk silinder dan mempunyai sangkar yang halus. Rama-rama bertelur secara tunggal atau dalam tandan.

2.2.3 Larva

Larva merupakan proses selepas keluar dari telur, khususnya di peringkat kedua rama-rama dengan metamorfosis lengkap. Larva akan makan dengan julat yang banyak dalam proses bermula penetasan sehingga ke peringkat kepompong untuk bertukar kepada ulat rama-rama dalam masa dua ke empat minggu sebelum bertukar menjadi rama-rama dewasa.

2.2.4 Kepompong

Pupa merupakan peringkat ketiga dalam kitaran hidup lepidoptera. Walaupun kelihatan tenang pada luaran, sebenarnya pupa sibuk memusnahkan kebanyakan sel larva dan mengantikan mereka dengan pembiakan sedikit sel-sel relatif yang tidak mempunyai fungsi dalam larva. Konfigurasi lengkap berlaku pada kutikel pupa untuk proses dewasa.

2.2.5 Dewasa

Peringkat akhir ini dinamakan sebagai peringkat sempurna dimana metamorfosis lengkap berlaku pada serangga lepidoptera. Ianya terbentuk di dalam pupa. Proses badan dewasa muncul untuk dua fungsi penting iaitu penyebaran dan pembiakan. Pembentukan dewasa senang diketahui iaitu dengan kehadiran sayap. Nama lain yang umum ketahui bagi peringkat dewasa adalah imago.

2.3 Kaitan antara Rama-Rama dan Perumah Larva

Rama-rama memerlukan perumah sebagai makanan dan tempat berlindung. Namun, rama-rama juga merupakan perosak di habitat masing-masing. Jika tidak ada perumah yang sesuai di hutan atau kelapa sawit maka diversiti rama-rama akan berkurangan atau pupus. Menurut Gaston (1995), kajian yang berterusan perlu dijalankan untuk mengenalpasti bilangan spesies rama-rama yang belum diketahui. Justeru itu, Choi (2005) telah menjalankan kajian yang berkaitan diversiti rama-rama di hutan yang berbeza umur dan struktur landskap. Hasil dapatan mendapati bahawa rama-rama banyak tertumpu pada hutan yang tidak terganggu kerana dipengaruhi oleh ketersediaan perumah dan suhu persekitaran yang lembap dan tidak panas. Oleh itu,

rama-rama dan perumah larva adalah berkaitan kerana kehadiran rama-rama secara tidak langsung menunjukan adanya kehadiran larva di satu-satu kawasan.

2.3.1 Perumah Larva Rama-rama Famili Geometridae

Larva rama-rama biasanya memakan daun tumbuhan atau daun gugur di tanah. Antara perumah bagi larva dan rama-rama daripada famili Geometridae adalah tumbuh-tumbuhan dan tanaman seperti spesies famili Alliaceae, Annonaceae, Anacardiaceae, Araucariaceae, Aquifoliaceae, Betulaceae, Bombacaceae, Combretaceae, Compositae, Caprifoliaceae, Cruciferae, Dipterocarpaceae, Ebanaceae, Euphorbiaceae, Fagaceae, Flacourtiaceae, Guttiferae, Illiciaceae, Juglandaceae, Lauraceae, Leguminosae, Malastomataceae, Meliaceae, Musaceae, Myrsinaceae, Myrtaceae, Opiliaceae, Piperaceae, Polyphagous, Proteaceae, Rhamnaceae, Rosaceae, Rubiaceae, Rutaceae, Sapindaceae, Salicaceae, Sapotacea, Solanaceae, Sterculiaceae, Symplocaceae, Taxodiaceae, Theaceae dan Verbenaceae (Robinson *et al.*, 2001).

Fiedler *et al.* (2005) di dalam kajian mereka menyatakan diversiti rama-rama Geometridae di kawasan yang terganggu adalah tinggi sehingga mencapai tahap 250 spesimen disebabkan kehadiran spesies pelancong dari hutan yang bersebelahan kerana ketiadaan potensi perumah bagi mereka. Data yang sedia ada menyatakan bahawa rama-rama daripada famili Geometridae merupakan spesis rama-rama yang sensitif terhadap perubahan sesuatu habitat. Sebagai contoh, Kitching *et al.* (2000) telah menunjukkan bahawa sebahagian rama-rama famili Geometridae di kalangan makrolepidoptera menurun dengan adanya tahap peningkatan gangguan habitat di Australia. Selain itu juga, Holloway *et al.* (1992) mengesan kehilangan diversiti spesies rama-rama famili Geometridae di kepulauan Borneo akibat daripada penukaran hutan kepada aktiviti perladangan.

Jadual 2.1 Peratusan bagi habitat rama-rama famili Geometridae di Borneo

Subfamili	Tanah Rendah	Gunung	Tanah Rendah dan Gunung	Habitat Terbuka dan Tumbuhan Sekunder
Ennominae	43.9	39.0	15.7	1.4
Desmobathrinae	54.8	30.9	7.1	7.1
Geometrinae tidak termasuk Hemitheiti	62.2	19.0	18.9	0
Sterrhinae: sterrhini	60.8	16.3	13.5	9.5

Sumber: Robinson, 2001

RUJUKAN

- Axmacher, J.C., Brehm, G., Hemp, A., Tünte, H., Lyaruu, H.V.M., Müller-Hohenstein, K. dan Fiedler, K. 2009. Determinants of Diversity in Afrotropical Herbivorous Insects (Lepidoptera: Geometridae): Plant Diversity, Vegetation Structure or Abiotic Factors?. *Journal of Biogeography* **36**:337–349
- Barlow, H.S. 1982. An Introduction to the Moths of South East Asia. *The Malayan Nature Society, Kuala Lumpur, Malaysia*
- Benedick, Suzan. 2001. Responses of Fruit-Feeding Butterflies to Selective Logging in Sabah, Borneo. Masters Thesis, Durham University
- Berry, N.J., Oliver, L.P., Simon, L.L., Jane, K.H., David, P.E., Noel, B.T., Norhayati Ahmad, David Magintan, Chey, V.K., Maryati, M., Robert, C.O. dan Keith, C.H. 2010. The High Value of Logged Tropical Forests: Lessons from Northern Borneo. *Biodiversity Conservation* **19**:985–997
- Berry, N.J., Oliver, L.P., Ong, R. dan Hamer, K.C. 2008. Impacts of Selective Logging on Diversity of Trees Across A Bornean Rain Forest Landscape: The Importance of Spatial Scale. *Landscape Ecology* **23**:915–929
- Castelletta, Marjorie, Navjot, S. Sodhi, dan Subraj, R. 2000. Heavy Extinctions of Forest Avifauna in Singapore: Lessons for Biodiversity Conservation in Southeast Asia. *Conservation Biology* **14**(6):1870–1880
- Chey, V.K., Holloway, J.D. dan Speight, M.R. 1997. Diversity of Moths in Forest Plantations and Natural Forests in Sabah. *Bulletin of Entomological Research*, 87, pp 371-385
- Choi, Sei-Woong. 2011. Moth Diversity and Identification of Indicator Species in Temperate Forests of Southern South Korea. Annals of the Entomological Society of America. *Entomological Society of America* **104**(5):952-959
- Diamond, J. 1996. Overview of Recent Extinctions. *Conservation for the Twenty First Century* 37-43. New York
- Dumbrell, A.J., dan Hill, J.K. 2005. Impacts of Selective Logging on Canopy and Ground Assemblages of Tropical Forest Butterflies: Implications for Sampling. *Biology Conservation* **125**:123–131
- Edgar, Turner, C. dan William A. Foster. 2009. The Impact of Forest Conversion to Oil Palm on Arthropod Abundance and Biomass in Sabah, Malaysia. *Journal of Tropical Ecology* **25**:23-30
- Fediére, G., Philippe R., Veyrunes, J.C. dan Monsarrat, P. 1990. Biological Control of the Oil Palm Pest Latoia Viridissima (Lepidoptera, Limacodidae) in Côte D'Ivoire by a New Picornavirus. *Biocontrol* **35**(3):347-354
- Fiedler, Konrad dan Nadine Hilt. 2007. Moths at Tropical Forest Margins — How Mega-Diverse Insect Assemblages Respond to Forest Disturbance and Recovery. *Environmental Science and Engineering* **3**:37-58
- Gaston, Kevin, J., Scoble M.J. dan Anne Crook. 1995. Patterns in Species Description: A Case Study Using the Geometridae (Lepidoptera). *Biological Journal of the Linnean Society* **55**:225–237
- Glen, Reynolds, Junaidi Payne, Waidi Sinun, Gregory Mosigil dan Rory P.D. Walsh. 2011. Changes in Forest Land Use and Management in Sabah, Malaysian Borneo, 1990–2010, with a Focus on the Danum Valley Region. *Philosophy Transaction of Royal Society B* **27366**(1582):3168-3176
- Guedes, R.N.C., Zanuncio, T.V., Zanuncio, J.C. dan Medeiros A.G.B. 2000. Species Richness and Fluctuation of Defoliator Lepidoptera Populations in Brazilian Plantations of Eucalyptus Grandis as Affected by Plant Age and Weather Factors. *Forest Ecology and Management* **179**-184

- Gunnar, Brehm dan Konrad Fiedler. 2005. Diversity and Community Structure of Geometrid Moths of Disturbed Habitat in a Montane Area in the Ecuadorian Andes. *Journal of Research on the Lepidoptera* **38**:1-14
- Hanski, I. dan Gilpin, M.E. 1997. Metapopulation Biology: Ecology, Genetic and Evolution. Academic Press. London
- Heppner, J.B. 1995. Urticating Caterpillars In Florida: Slug Caterpillars (Lepidoptera: Limacodidae). *Entomology Circular* **372**
- Holloway, Godfray H.C.J. dan Holloway J.D. 1987. Slug and Nettle Caterpillars. *Cab International*:15-119
- Holloway, J.D., Kirk-Spriggs, A.H. dan Chey, V.K. 1992. The Response of Some Rain Forest Insect Groups to Logging and Conversion to Plantation. *Philosophical Transactions of the Royal Society* **335**:425-436
- Holloway, J.D. 1993. The Moths of Borneo: Family Geometridae, Subfamily Ennominae. *The Malayan Nature Journal* 47. *The Malayan Nature Society*, Kuala Lumpur
- Holloway, J.D. 1996. The Moths of Borneo: Family Geometridae, Subfamilies, Oenochrominae, Desmobathrinae and Geometrinae. *The Malayan Nature Journal* 49. *The Malayan Nature Society*, Kuala Lumpur
- Holloway, J.D. 1997. The Moths of Borneo: Family Geometridae, Subfamilies Sterrhinae and Larentiinae. *The Malayan Nature Society*, Kuala Lumpur
- Hoong, H. W. dan Hoh, C.K.Y. 1992. Major Pests of Oil Palm and Their Occurrence in Sabah. *Planter* 1992 **68(793)**:193-210
- John, T. Lill, Robert, J. Marquis, Rebecca, E. Forkner, Josiane Le Corff, Nels Holmberg dan Nicholas A. Barber. 2006. Leaf Pubescence Affects Distribution and Abundance of Generalist Slug Caterpillars (Lepidoptera: Limacodidae). *Environmental Entomology* **35**(3):797-806
- Kendrick, R.C. 2010. Kadoorie Farm and Botanic Garden Publication Series: No 6. Fung Yuen Sssi and Butterfly Reserve Moth Survey 2009. Kadoorie Farm and Botanic Garden, Tai Po, Hong Kong. 25pp
- Kitching, R.L., Or, A.G., Thalib, L., Mitchell, H., Hopkins, M.S. dan Graham, A.W. 2000. Moth Assemblages as Indicators of Environmental Quality in Remnants of Upland Australian Rain Forest. *Journal of Applied Ecology* **37**:284-297
- Krauss, J., Steffan-Dewenter, I. dan Tscharntke T. 2003. Local Species Immigration, Extinction and Turnover of Butterflies in Relation to Habitat Area and Habitat Isolation. *Oecologia* **137**:591-602
- Lawton, J.H. 1995. The Species Richness of Termites (Isoptera) Under Differing Levels of Forest Disturbance in The Mbalmayo Forest Reserve, Southern Cameroon. *Journal of Tropical Ecology* **11**(1):85-98
- Lay, T.C. 1996. Integrated Pest Management Of Leaf-Eating Caterpillars Of Oil Palms In Sabah. *Journal Planter* 1996 **72**(844):395-405
- Lembaga Pelancongan Sabah. 2012. [Http://Www.Sabahtourism.Com/Sabah-Malaysian-Borneo/En/Destination/23/](http://Www.Sabahtourism.Com/Sabah-Malaysian-Borneo/En/Destination/23/). Dilayari pada 3 November 2012
- MPOB. 2003. Handbook of Pests and Disease of Oil Palm. *Malaysian Palm Oil Board*. Malaysia
- Myers, S.N. 1986. Tropical Forests: Patterns of Depletion. Tropical Rainforests and the World Atmosphere. *A Selected Symposium* **101**:9-18. Westview Press, Colorado
- Pardede, D. 1992. Kajian Pengendalian Hama Terpadu Darna Trima Moore (Lepidoptera: Limacodidae) pada Tanaman Kelapa Sawit (*Elaeis Guineensis* Jacq.). *Journal Buletin Perkebunan* 1992 **23**(2):103-114

- Pitkin, Linda M. 1996. Neotropical Emerald Moths: A Review of the Genera (Lepidoptera: Geometridae, Geometrinae). *Zoological Journal of the Linnean Society* **118**:309–440
- Ramón, G. Mexzón, Carlos, M., Chinchilla dan Danny Salamanca. 1996. The Biology of *Sibine Megasomoides* Walker (Lepidoptera, Limacodidae): Observations of the Pest in Oil Palm in Costa Rica. *ASD Oil Palm Papers N* **12**:1-10
- Robinson, G.S., Ackery P.R., Kitching I.J., Beccaloni G.W. dan Hernández, L.M. 2010. Hosts — A Database of the World's Lepidopteran Hostplants. *Natural History Museum*, London
- Robinson, G.S., Ackery, P.R., Kitching, I.J., Beccaloni, G.W. dan Hernández, L.M. 2001. *Hostplants of the Moth and Butterfly Caterpillars of the Oriental Region*. 744
- Sumathi, S., Chai S.P., dan Mohamed, A.R. 2008. Utilization of Oil Palm as a Source of Renewable Energy in Malaysia. *School of Chemical Engineering*. Engineering Campus, Universiti Sains Malaysia **12**(9):2404–2421
- Sasaerila, Yorianta, Regine Gries, Gerhard Gries, Grigori Khaskin, Skip King dan Teo Chor Boo. 2000. Decadienoates: Sex Pheromone Components of Nettle Caterpillars *Darna trima* and *Darna bradleyi*. *Journal of Chemical Ecology* **26**(8)
- Scoble, M.J. 1999. Geometrid Moths of the World – A Catalogue (Lepidoptera, Geometridae). Csiro Publishing, Collingwood
- Siburat, S., Mojiun, Junior, P. 1998. Incidence Of Leaf-Eating Caterpillars and Control in PPBOP (Sabah). *Planter 1998* **74**(869):421-433
- Steffan-Dewenter, I. dan Tscharntke, T. 2002. Butterfly Community Structure in Fragmented Habitats. *Ecology Letters* **3**(5):449–456
- Taylor, H.R., Gretchen, C.D., dan Paul, R.E. 2002. Does Butterfly Diversity Predict Moth Diversity? Testing a Popular Indicator Taxon at Local Scale. Department of Biology Sciences, Standard University, Stanford. USA. *Biological Conservation* **103**(2002):361-370
- Thomas, C.D., Thomas, J.A. dan Warren, M.S. 1992. Distribution of Occupied and Vacant Butterfly Habitats in Fragmented Landscapes. *Oecologia* **92**:563-567
- Thomas, M. Brooks. 2002a. *Habitat Loss and Extinction in the Hotspots of Biodiversity*. **16**(4):909–923, August 2002
- Thomas, A.W. 2002b. Moth Diversity in a Northeastern North American, Red Spruce Forest II: The Effect of Silvicultural Practices on Geometrid Diversity (Lepidoptera: Geometridae). Canadian Forest Service – Atlantic Forestry Service, Fredericton
- Tiong, R.H.C. dan Munroe, D. 1977. Microbial Control of An Outbreak Of *Darna Trima* Moore on Oil Palm *Elaeis Guineensis* Jacq. in Sarawak Malaysian Borneo. *International Developments in Oil Palm Proceedings of a Conference*:1977. 624-639
- Tzi, Ming Leong. 2010. Final Instar Caterpillar and Metamorphosis of *Ectropis Bhurmitra* (Walker, 1860) in Singapore (Lepidoptera: Geometridae: Ennominae). *Nature in Singapore* **2010** **3**:167–170. National University of Singapore
- Verheyen, Willy. 2010. Growth and Production of Oil Palm. Soils, Plant Growth and Crop Production. *National Science Foundation Flanders and Geography Department* **2**. University of Ghent, Belgium
- Vojtech, Novotny, Scott, E. Miller, Lukas Cizek, Jan Leps, Milan Janda, Yves Basset, George D., Weiblen dan Karolyn Darrow. 2003. Colonising Aliens: Caterpillars (Lepidoptera) Feeding on *P. Aduncum* and *P. Umbellatum* in Rainforests of Papua New Guinea. *Ecological Entomology* **28**(6):704–716

Wood, B.J. dan Nesbit, D.P. 1969. Caterpillar Outbreaks on Oil Palms in Eastern Sabah.
1969. *Journal Planter, Kuala Lumpur* **45**(518):285-299