

**KAJIAN POPULASI ORDER SERANGGA LEPIDOPTERA, HEMIPTERA  
DAN ORTHOPTERA DI KG. INDAI, TUARAN DAN  
KG. NAGAPAS, PAPAR YANG TERTARIK  
KEPADA PERANGKAP CAHAYA**

**NURUL AIN BINTI REPIN**

**LEMBAGA PRAKAKAN ·  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH**

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

**PROGRAM HORTIKULTUR DAN LANDSKAP  
SEKOLAH PERTANIAN LESTARI  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH  
2011**

## UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

## BORANG PENGESAHAN STATUS TESIS

JUDUL: KAJIAN POPULASI ORDER SERANGGA LEPIDOPTERA, HEMIPTERA DAN ORTHOPTERA DI KG. INDAI, TUARAN DAN KG. NAGAPAS, PAPAR YANG TERTARIK KEPADA PERANGKAP CAHAYA

IJAZAH: SARJANA MUDA SAING PERTANIAN DENGAN KEPUSIAN

SAYA: NURUL AIN BINTI REPIN  
(HURUF BESAR)

SESI PENGAJIAN:

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

Disahkan Oleh:

NURUL AIN BINTI ISMAIL  
LIBRARIAN

UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

(TANDATANGAN PENULIS)

Alamat Tetap:

---



---



---

Tarikh:

(TANDATANGAN PENYELIAH)

**DR. SUZAN BENEDICK**

Pensyarah

Sekolah Pertanian Lestari

(Universiti Malaysia Sabah)

Tarikh:

9/5/2011

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.



---

NURUL AIN BINTI REPIN

BR07110064

11 APRIL 2011

PERPUSTAKAAN  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

**DIPERAKUKAN OLEH**

1. Dr. Suzan Benedick  
PENYELIA



**DR. SUZAN BENEDICK**  
Pensyarah  
Sekolah Pertanian Lestari  
Universiti Malaysia Sabah

2. En. Januarius Gobilik  
PEMERIKSA 1



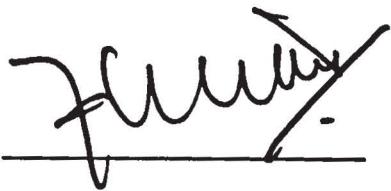
**JANUARIUS GOBILIK**  
Lecturer / Academic Advisor  
School of Sustainable agriculture  
Universiti Malaysia Sabah

3. Prof. Madya Dr. Mahmud Hj.Sudin  
PEMERIKSA 2



**PROF MADYA DR MAHMUD SUDIN**  
DEKAN  
SEKOLAH PERTANIAN LESTARI  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

4. Prof. Madya Dr. Mahmud Hj.Sudin  
DEKAN SEKOLAH PERTANIAN LESTARI



**PROF. MADYA DR MAHMUD SUDIN**  
DEKAN  
SEKOLAH PERTANIAN LESTARI  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

## **PENGHARGAAN**

Sekalung penghargaan saya tujukan buat Dekan Sekolah Pertanian Lestari, Prof. Madya Dr. Mahmud Hj. Sudin serta jutaan terima kasih yang tidak terhingga kepada penyelia saya, Dr. Suzan Benedick dan juga para pensyarah saya di atas tunjuk ajar dan perhatian serta penyeliaan yang diberikan sepanjang projek tahun akhir ini dijalankan.

Saya juga ingin mengucapkan terima kasih kepada En. Justin Hoe dan Pn. Sindulin Kulam, pemilik sawah tempat kajian saya dijalankan serta rakan-rakan sekerja saya, Azma Mazwani binti Awang dan Nor Hazirah binti Mohd. Hashim yang banyak membantu saya serta memberi kerjasama kumpulan yang baik dalam menyiapkan projek ini.

Seterusnya, tidak lupa juga ucapan terima kasih kepada staf-staf, pembantu-pembantu makmal dan tutor Sekolah Pertanian Lestari yang membantu dan memberi tunjuk ajar sepanjang menyiapkan projek ini, Pn. Rahamayana Roslan, Pn. Christina Kungin, Pn. Ahjia Jekan, En. Zilpiree Jaabi dan En. Robin Lim.

Ribuan terima kasih juga diucapkan kepada kawan-kawan sekelas yang membantu dan memberikan idea yang bernas dalam menjayakan projek tahun akhir saya ini.

Akhir sekali, disertasi ini ditujukan khas buat keluarga tersayang, bapa saya, En. Repin bin Sungkit, ibu yang dikasih, Pn. Elinah binti Kechil, dan adik-adik saya, Nurul Atika binti Repin, Nurul Athirah binti Repin dan Mohd. Rais bin Repin di atas kasih sayang, sokongan, bantuan kewangan dan segala perhatian yang diberikan.

## **ABSTRAK**

Beras merupakan sumber makanan utama penduduk di Sabah. Akan tetapi, sejak kebelakangan ini, produktiviti beras di negeri ini didapati tidak mencukupi. Salah satu penyebab kepada masalah ini adalah serangan serangga-serangga dari order Lepidoptera, Hemiptera dan Orthoptera. Bagaimanapun, kajian populasi serangga dari order-order tersebut di kawasan penanaman padi utama di negeri ini masih kurang dijalankan. Maka, kajian ini telah dijalankan di Kg. Indai, Tuaran dan Kg. Nagapas, Papar untuk membandingkan populasi serangga dari order Lepidoptera, Hemiptera dan Orthoptera yang tertarik kepada perangkap cahaya. Penyampelan semua serangga dari order tersebut dilakukan dengan menggunakan perangkap cahaya iaitu satu kaedah piawai dalam kajian populasi serangga. Penyampelan dijalankan selama 14 malam secara berterusan pada peringkat vegetatif padi iaitu bermula ketika padi berumur 21 hari. Purata Order Lepidoptera, Hemiptera dan Orthoptera adalah masing-masing 34.70, 97.63, 1.33 dan 24.33, 142.43, 5.00 di Kg. Indai, Tuaran dan Kg. Nagapas, Papar. Ujian ANAVA menunjukkan bilangan serangga antara order antara dua kampung mahupun sesama serangga tidak berbeza. Walaupun tidak terdapat perbezaan bilangan serangga di kedua-dua kampung berkenaan tetapi kepadatan ini cukup tinggi dan ada kemungkinan kerosakan padi di kedua-dua kampung ini disebabkan oleh Lepidoptera, Hemiptera dan Orthoptera. Oleh itu, berdasarkan kepada kajian ini dicadangkan supaya satu kajian dijalankan di masa hadapan untuk mengaitkan kelimpahan Lepidoptera, Hemiptera dan Orthoptera dengan kerosakan padi di kampung-kampung tersebut untuk membolehkan pihak petani mengetahui status kerosakan padi mereka adalah akibat serangan serangga atau akibat sebab lain.

**POPULATION STUDY OF LEPIDOPTERA, HEMIPTERA AND ORTHOPTERA ORDER IN THE RICE FIELD OF KG. INDAI, TUARAN AND KG. NAGAPAS, PAPAR THAT ATTRACTED TO LIGHT TRAP**

**ABSTRACT**

Rice crop is a major food source in Sabah. However, rice production of this crop decreased and the most of the insects which are the causes of this problem comes from Lepidoptera, Hemiptera and Orthoptera Order. There is still no study on the population of these three Order of insects conducted in both villages. Therefore, this study was carried out to compare the population of Lepidoptera, Hemiptera and Orthoptera Order that was attracted to light trap in two rice fields at Kg. Indai, Tuaran and Kg. Nagapas, Papar. The entire insect was sampled using light trap which is the standard method for insect population study. The sampling was conducted for 14 consecutive nights during the vegetative stage of paddy, that is starting at the age of 21 days. Lepidoptera, Hemiptera and Orthoptera in Kg. Indai, Tuaran and Kg. Nagapas, Papar average 34.70, 97.63, 1.33 and 24.33, 142.43, 5.00, respectively. ANOVA indicated that there is no difference in the total number of individuals between Order as well as between both villages. Despite of there is no difference in insects Order between both villages, the insects density is very high and there is a possibility that the damages happen on rice crop related to the abundance of Lepidoptera, Hemiptera and Orthoptera. Therefore, a study that relates Lepidoptera, Hemiptera and Orthoptera abundance to the rice crops damages in both villages is suggested for future study in order to allow farmers to figure out whether the damage on their rice crops caused by insects attack or by other factor.

## SENARAI ISI KANDUNGAN

### **Isi Kandungan**

Pengakuan	ii
Diperakukan oleh	iii
Penghargaan	iv
Abstrak	v
Abstract	vi
Senarai Isi Kandungan	vii
Senarai Jadual	ix
Senarai Rajah	x
Senarai Simbol, Unit dan Singkatan	xi

### **Muka Surat**

① ust. Abdulrahman Khaivi	1
② Dr. Sulisli Al-Valeivi	1
③ Datuk Ayer Hassan	2
	3
	3

### **BAB 1 PENDAHULUAN**

1.1 Pengenalan	1
1.2 Justifikasi	1
1.3 Objektif	1
1.4 Hipotesis	1

### **BAB 2 ULASAN KEPUSTAKAAN**

2.1 Kepentingan Ekonomi Serangga Terhadap Tanaman Padi	4
2.2 Serangga sebagai Perosak Tanaman	5
2.3 Pengelasan Serangga yang Memberikan Kesan Terhadap Pengeluaran Tanaman Padi	6
2.4 Order Lepidoptera	7
2.5 Order Hemiptera	8
2.6 Order Orthoptera	9
2.7 Kepentingan Serangga dalam Sektor Pertanian di Peringkat Global	9
2.8 Manipulasi Cahaya dan Sifat Fototaksis Serangga	10
2.8.1 Perangkap Cahaya	11

### **BAB 3 METODOLOGI**

3.1 Perbandingan Populasi Lepidoptera, Hemiptera dan Orthoptera di Sawah Padi	12
3.1.1 Lokasi Kajian	12
3.1.2 Parameter yang Diukur	13
3.1.3 Reka Bentuk Eksperimen	13
3.1.4 Kerja Lapangan	14
3.1.4.1 Memungut Spesimen	14
3.1.4.2 Membunuh Spesimen	14
3.1.4.3 Mengepin Spesimen	16
3.1.4.4 Membentuk Spesimen	17
3.1.4.5 Melabel Spesimen	18
3.1.4.6 Menyimpan Spesimen	18
3.1.4.7 Pemilihan Plot Kajian dan Pengumpulan Data	19
3.1.4.8 Pemasangan Perangkap Cahaya dan Pengutipan Spesimen	19
3.1.4.9 Identifikasi Spesimen	19
3.1.5 Analisis Statistik	19



<b>BAB 4</b>	<b>KEPUTUSAN KAJIAN</b>	<b>20</b>
4.1	Perbandingan Populasi Order Lepidoptera, Hemiptera dan Orthoptera di Kg. Indai, Tuaran dan Kg. Nagapas, Papar	20
4.1.1	Pengecaman Serangga	20
4.1.1.1	Order Lepidoptera	20
4.1.1.2	Order Hemiptera	21
4.1.1.3	Order Orthoptera	23
4.1.2	Populasi Order Serangga di Kg. Indai, Tuaran dan Kg. Nagapas, Papar	23
4.1.3	Perbandingan Populasi Serangga di Kg. Indai, Tuaran dan Kg. Nagapas, Papar	25
4.1.3.1	Perbandingan tentang Serangga yang Tertarik pada Perangkap Cahaya antara Kg. Indai, Tuaran dan Kg. Nagapas, Papar	25
4.1.3.2	Perbandingan Order Serangga di Kg. Indai, Tuaran dan Kg. Nagapas, Papar	26
4.1.3.2.a	Perbandingan Order Serangga di Kg. Indai, Tuaran	26
4.1.3.2.b	Perbandingan Serangga Order di Kg. Nagapas, Papar	26
4.1.3.2.c	Perbandingan Order Lepidoptera antara Kg. Indai, Tuaran dan Kg. Nagapas, Papar	27
4.1.3.2.d	Perbandingan Order Hemiptera antara Kg. Indai, Tuaran dan Kg. Nagapas, Papar	28
4.1.3.2.e	Perbandingan Order Orthoptera antara Kg. Indai, Tuaran dan Kg. Nagapas, Papar	28
<b>BAB 5</b>	<b>PERBINCANGAN</b>	<b>30</b>
<b>BAB 6</b>	<b>KESIMPULAN DAN PERBINCANGAN</b>	<b>33</b>
6.1	Pengecaman Order	33
6.2	Perbandingan Populasi Serangga di Kg. Indai, Tuaran dan Kg. Nagapas, Papar	33
6.3	Cadangan	34
<b>RUJUKAN</b>		<b>35</b>
<b>LAMPIRAN</b>		<b>39</b>

## **SENARAI JADUAL**

<b>Jadual</b>		<b>Muka Surat</b>
2.1 Pengelasan serangga		6
2.2 Kitaran hidup serangga dari order Lepidoptera		7
4.1 Pengutipan Serangga di Kg. Indai, Tuaran dan Kg. Nagapas, Papar		24

## SENARAI RAJAH

<b>Rajah</b>		<b>Muka Surat</b>
3.1	Reka bentuk eksperimen penyampelan serangga	13
3.2	Balang pembunuh	15
3.3	Kedudukan mengepin serangga yang betul	16
3.4	Contoh serangga yang dilekatkan pada <i>cardboard point</i> dan dipin bersama-sama label	17
3.5	A hingga F menunjukkan langkah-langkah membuka kepak serangga seperti rama-rama dan kupu-kupu (Lepidoptera)	17
3.6	Kotak kayu dengan penutup kaca digunakan untuk menyimpan dan mempamerkan serangga yang telah siap dipin dan dilabel	18
4.1	Serangga Order Lepidoptera yang ditangkap di sawah padi	20
4.2	Serangga Order Hemiptera dari famili Cicadellidae iaitu (a) <i>Nephrotettix virescens</i> , (b) <i>Nephrotettix nigropictus</i> , (c) <i>Nephrotettix malayanus</i> , dan (d) <i>Recilia dorsalis</i> serta Delphacidae (e) <i>Nilaparvata lugens</i> , (f) Famili Pentatomidae, dan (g) Famili Coreidae.	21
4.3	Serangga dari Order Orthoptera	23
4.4	Purata serangga (n/hari) di Kg. Indai, Tuaran dan Kg. Nagapas, Papar	25
4.5	Purata Order serangga (n/hari) yang tertarik pada perangkap cahaya di Kg. Indai, Tuaran	26
4.6	Purata Order serangga (n/hari) yang tertarik pada perangkap cahaya di Kg. Nagapas, Papar	27
4.7	Purata Order Lepidoptera (n/hari) antara Kg.Indai, Tuaran dan Kg. Nagapas, Papar	27
4.8	Purata Order Hemiptera (n/hari) antara Kg.Indai, Tuaran dan Kg. Nagapas, Papar	28
4.9	Purata Order Orthoptera (n/hari) antara Kg.Indai, Tuaran dan Kg. Nagapas, Papar	29

## **SENARAI SIMBOL, UNIT DAN SINGKATAN**

°C	Darjah Celsius
<	Kurang daripada
%	Peratus
ANAVA	Analisis varians satu hala
df	Darjah kebebasan
F	Nilai
FAO	<i>Food and Agriculture Organization</i>
Ha	Hektar
IRRI	<i>International Rice Research Institute</i>
Kg.	Kampung
km	Kilometer
m	Meter
mm	Milimeter
N	Bilangan Individu
SSL	Self-Sufficiency Level
IPM	Integrated Pest Management
WHO	World Health Organization

## **BAB 1**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1 Pengenalan**

Sektor pengeluaran padi Malaysia membekalkan 70% beras bagi penggunaan rakyat negara ini (BERNAMA, 2011). Meskipun masih bergantung kepada import beras dari luar negara seperti Thailand, Vietnam, Myanmar, Pakistan, India dan China, sektor ini dianggap penting bagi menyokong sekuriti makanan negara kita. Negara masih belum lagi mampu mencapai tahap sara diri (SSL) 100% menjelang tahun 2015 kerana jumlah pengeluaran beras masih tidak dapat menampung penggunaan beras dalam negara. Oleh itu, pelbagai usaha telah dijalankan oleh kerajaan bagi meningkatkan produktiviti dan kualiti sektor pengeluaran padi, antaranya mengawal serangga perosak tanaman padi dengan membekalkan racun dan bahan kimia. Langkah jangka panjang kerajaan bagi mengatasi masalah ini adalah dengan memperkenalkan varieti baru padi yang tahan rentangan penyakit dan cuaca serta mengeluarkan hasil yang tinggi. Usaha ini selaras dengan Polisi Pertanian Negara Ketiga (DPN3) bagi meningkatkan pengeluaran hasil pertanian serta mengukuhkan sekuriti makanan negara ini (Jabatan Pertanian, 2009).

Antara masalah yang sukar untuk ditangani oleh petani yang mengusahakan tanaman padi ialah serangan serangga. Selain menyebabkan kerosakan ke atas tanaman secara langsung seperti menghisap sap tanaman atau memakan daun, serangga juga merupakan vektor penyakit. Penyakit Padi Merah (Rice Tungro Virus) yang telah menyebabkan kerugian besar kepada para petani pada tahun 1982 adalah disebabkan oleh bena perang (*Nilaparvata lugens*) dari order Hemiptera. Chang *et al.* (1985) menganggarkan kerugian yang disebabkan oleh penyakit ini adalah sebanyak

RM21.6 juta pada kawasan seluas 17, 628 ha.

Kebanyakan serangga menyerang tanaman padi bermula daripada peringkat awal sehingga peringkat matang. Antara kaedah yang digunakan untuk mengawal populasi serangga adalah kaedah kimia, biologi kultura dan fizikal (Rechcigl and Rechcigl, 2000). Kaedah fizikal seperti perangkap cahaya digunakan untuk dalam penyelidikan ilmiah bagi mengetahui jenis serta populasi serangga bagi sesuatu kawasan. Selain itu, kaedah ini juga sering digunakan bagi mengawal populasi serangga di kawasan pertanian sebagai salah satu Kawalan Perosak Secara Bersepadu (IPM). Pada waktu malam, kebanyakan serangga nokturnal akan berkeliaran. Cahaya lampu akan menarik serangga ke perangkap dan memudah kerja-kerja pengutipan dibuat (Mohan, 2002).

Kampung Indai (Tuaran) dan Kampung Nagapas (Papar) telah dipilih sebagai tempat untuk menjalankan kajian ini kerana kedua-dua kawasan ini merupakan kawasan yang aktif menjalankan aktiviti penanaman padi di negeri Sabah. Kajian ini memfokuskan kepada order serangga Lepidoptera, Hemiptera dan Orthoptera yang tertarik kepada perangkap cahaya di dua (2) daerah yang berbeza. Selain itu, kajian ini turut membandingkan bilangan serangga bagi setiap order. Kajian dijalankan ketika anak padi berumur 21 hari. Pada peringkat ini, anak padi mudah rosak atau mati sekiranya terdedah kepada serangan serangga jenis menghisap dan mengunyah.

## 1.2 Justifikasi

Kajian ini bertujuan untuk mengkaji populasi serta order serangga Lepidoptera, Hemiptera dan Orthoptera yang tertarik pada perangkap cahaya di Kampung Indai (Tuaran) dan Kampung Nagapas (Papar). Setakat ini, tidak diketahui dengan jelas order serangga yang terdapat di kedua-dua daerah tersebut kerana kajian spesifik mengenainya belum pernah dijalankan sebelum ini.

Data-data yang diperolehi daripada kajian ini amat berguna dijadikan sebagai rujukan oleh generasi penyelidik yang akan datang. Dokumentasi data-data tersebut memudahkan kerja penyelidikan kerana ianya spesifik kepada kawasan terbabit dan

order serangga bagi kawasan tersebut telah pun dikenalpasti. Mereka hanya perlu mengemaskini maklumat terdahulu sekiranya terdapat maklumat baru.

Selain itu, berdasarkan malumat tentang order serangga yang telah didapati, kajian yang lebih spesifik iaitu menjurus kepada spesis serangga juga boleh dijalankan bagi memperincikan lagi maklumat yang sedia ada.

### **1.1 Objektif**

- a) Membandingkan populasi serangga fototaksis dari order Lepidoptera, Hemiptera dan Orthoptera di antara Kampung Indai (Tuaran) dan Kampung Nagapas (Papar).

### **1.2 Hipotesis**

#### **Hipotesis 1**

$H_0$ : Tidak terdapat perbezaan bererti pada populasi serangga fototaksis dari order Lepidoptera, Hemiptera dan Orthoptera di antara Kampung Indai (Tuaran) dan Kampung Nagapas (Papar).

$H_1$ : Terdapat perbezaan bererti pada populasi serangga fototaksis dari order Lepidoptera, Hemiptera dan Orthoptera di antara Kampung Indai (Tuaran) dan Kampung Nagapas (Papar).

## BAB 2

### ULASAN KEPUSTAKAAN

#### 2.1 Kepentingan Ekonomi Serangga Terhadap Tanaman Padi

Padi (*Oryza sativa*) pertama kali diperkenalkan sebagai bijirin tanaman di lembah Sungai Yangtze di China (Vaughan *et al.*, 2008), kira-kira 7,000 tahun dahulu dan akhirnya tersebar ke serata tempat di Asia. Tidak lama kemudian, ia tersebar ke Eropah, berkemungkinan melalui ekspedisi Iskandar Zulkarnain ke India pada abad ke-4 sebelum masihi. Kolonis Portugis dan Sepanyol kemudiannya memperkenalkan tanaman ini ke Amerika Latin. Rekod awal penanaman tanaman ini adalah di Amerika Utara pada tahun 1685 yang pada hari ini dipanggil Carolina Selatan. Ia berkemungkinan dibawa ke kawasan tersebut oleh hamba abdi berbangsa Afrika (Maclean *et al.*, 2002).

Padi merupakan sumber makanan utama hampir 200 juta populasi dunia dan ramai yang terlibat dalam pengeluaran, pemprosesan dan aktiviti lepas-tuai yang melibatkan padi dan beras (Sidik, 2004). Pada tahun 2010, Pandey *et al.* melaporkan bahawa 900 juta orang miskin bergantung kepada padi sama ada sebagai pengeluar atau pengguna. Secara purata, perbelanjaan untuk beras menguasai hampir separuh daripada perbelanjaan makanan orang miskin dan 1/5 daripada perbelanjaan isi rumah. Kepesatan produktiviti pertumbuhan sektor padi adalah disebabkan oleh Revolusi Hijau di mana varieti padi, baja dan sistem pengairan dipertingkatkan untuk meningkatkan pengeluaran padi. Ini membantu mengurangkan harga beras dalam jangka masa panjang dan mengurangkan kemiskinan di negara-negara Asia dalam masa beberapa dekad ini.

Terdapat dua (2) faktor utama yang menyebabkan penurunan hasil padi iaitu cuaca buruk seperti banjir, kemarau, ribut dan sebagainya, dan serangan perosak (Pathak dan Khan, 1994). Menurut Cramer (1967) potensi kerugian pengeluaran sebelum tuai ialah 55.1% yang mana 34.4% daripadanya merupakan serangga perosak diikuti oleh rumpai (10.8) dan akhir sekali penyakit (9.9%). Pada tahun 1981, Pathak dan Dhaliwal melaporkan kerugian pengeluaran padi tropika yang disebabkan oleh serangga perosak di seluruh dunia adalah 35-44%.

Dengan menggunakan data daripada penilaian percubaan racun perosak yang dijalankan lebih daripada 12 tahun, Ahrens *et al.* (1983) mendapati bahawa kerugian bagi sektor pengeluaran padi di Timur dan Asia Tenggara ialah sebanyak 23.7%. Berdasarkan kajian-kajian berikut, kita dapat menyimpulkan bahawa sebahagian besar kerosakan dan kerugian tanaman padi adalah disebabkan oleh serangga perosak.

## **2.2 Serangga sebagai Perosak Tanaman**

Terdapat beberapa kategori perosak menurut Jabatan Pertanian (2011) iaitu perosak tanaman, perosak berbahaya, perosak kuarantin dan perosak endemik.

Perosak tanaman bermaksud apa-apa bentuk makhluk yang hidup (living organism) sama ada ia tergolong dalam jenis serangga, hamama, vertebrat, patogen (kulat bakteria, virus, mikroplasma dan apa-apa organisma mikro yang tergolong dalam kumpulan ini) dan pelbagai jenis rumpai yang berada dalam satu-satu sistem tanaman, yang dengan kehadiran mereka menjelaskan rupa, kualiti dan seterusnya hasil tanaman itu.

Perosak berbahaya pula merupakan sesuatu perosak sama ada perosak kuarantin atau tidak yang di dapati sebagai perosak berbahaya kepada sesuatu tanaman atau industri pertanian yang diisyiharkan oleh Menteri melalui pemberitahu dalam warta kerajaan sebagai perosak berbahaya bagi maksud-maksud Akta bagi seluruh atau sebahagian Malaysia.

Perosak kuarantin ialah perosak asing sama ada masih belum ada dalam negara atau sudah terdapat dalam negara tetapi masih terbatas di sesuatu kawasan yang terpencil dan terkawal yang berpotensi menjelaskan industri pertanian negara

atau pengeluaran hasil pertanian negara sekiranya ianya memasuki dan bertapak di negara.

Perosak Endemik didefinisikan sebagai perosak-perosak yang sedia ada di sesuatu kawasan dengan taburan yang meluas dan pada bila-bila masa boleh menyebabkan berlakunya serangan merebak dalam keadaan yang mengizinkan atau apabila populasinya melebihi dari musuh semulajadi.

### **2.3 Pengelasan Serangga yang Memberikan Kesan Terhadap Pengeluaran Tanaman Padi**

Serangga-serangga tersebut tergolong dalam kelas pengorek batang, pemakan daun, penghisap daun dan pokok, dan penghisap bulir dan pokok.

Jadual 2.1 Pengelasan serangga

Kelas	Order	Famili	Spesies
<b>Pengorek batang</b>	Lepidoptera	Pyralidae	<i>Scirpophaga incertulas</i> <i>Chilo polychrysus</i> <i>C. suppressalis</i> <i>Sesamia inferens</i>
		Noctuidae	
<b>Pemakan daun</b>	Lepidoptera	Noctuidae	<i>Spodoptera litura</i> <i>S. mauritina</i> <i>Cnaphalocrosis medinalis</i> <i>Nymphula depunctalis</i>
		Pyralidae	
		Hesperiidae	<i>Panara gutata</i> <i>Pelopidas mathias</i> <i>Melanitis leda</i>
	Orthoptera	Satyridae	
		Acrididae	<i>Valanga nigricornis</i> <i>Oxya chinensis</i> <i>Attractomorpha psittacina</i> <i>Acrida turrita</i>
		Gryllidae	<i>Gryllus testaceus</i>
		Gryllotalpidae	<i>Gryllotalpa orientalis</i>

<b>Penghisap daun dan pokok</b>	Hemiptera	Cicadellidae	<i>Nephotettix virescens</i> <i>N. cinticeps</i> <i>N. nigropictus</i> <i>Recilia dorsalis</i>
		Delphacidae	<i>Nilaparvata lugens</i> <i>Sogatella furcifera</i>
<b>Penghisap bulir dan pokok</b>	Hemiptera	Coreidae	<i>Leptocoris acuta</i> <i>L. chinensis</i> <i>L. costalis</i> <i>L. lepida</i>
		Pentatomidae	<i>Scutinophara coarctata</i> <i>Nezara viridula</i>

Sumber      Ibrahim dan Hussien, 1992

## 2.4 Order Lepidoptera

Lepidoptera adalah order yang terdiri daripada kupu-kupu dan rama-rama. Ia merupakan order yang terbesar (Romoser dan Stoffolana, 1994) dan mempunyai lebih daripada 120, 000 spesies (Groombridge, 1992). Serangga-serangga dalam order ini mempunyai pelbagai corak warna yang terdapat pada kedua-dua pasang kepaknya. Lepidoptera mempunyai hábitat yang pelbagai dan biasanya sering berkait rapat dengan angiosperma. Sebahagian penulis membahagikan Lepidoptera kepada dua suborder; Rhopalocera (rama-rama) dan Heterocera (kupu-kupu) (Romoser dan Stoffolana, 1994). Serangga order Lepidoptera yang biasanya menjadi musuh utama tanaman padi adalah dari famili Noctuidae dan Pyralidae.

Jadual 2.2    Kitaran hidup serangga dari order Lepidoptera

Spesies	Telur	Larva	Kepompong	Imago	Jangka masa
<i>Scirpophaga incertulas</i>	4-5	35-48	7-9	4-5	50-67
<i>Chilo polychrysus</i>	4-7	16-43	6-8	2-5	28-63
<i>Chilo</i>	5-6	29-48	5-7	3-5	42-66

<i>suppressalis</i>				
<i>Sesamia</i>	4-5	28-56	8-11	4-6
<i>inferens</i>				44-78
Sumber	Ibrahim dan Hussien, 1992			

Lazimnya, Lepidoptera mempunyai taksonomi berikut iaitu; kepak jenis selaput membran dan kepak tersebut diselaputi sisik. Famili Noctuidae mempunyai sesungut berbonggol di hujung (kupu-kupu), bersaiz sederhana atau kecil yang mana buaan kepaknya di antara 30-40 mm dan kepak tersebut tiada tingkap lutsinar. Kepak hadapan tidak tirus meluncup di hujung, badannya tidak tegap dan berwarna cerah. Di hujung abdomennya nyata terdapat serumpun jerumbai halus, peraba labium besar dan tidak memuncung. Famili Pyralidae mempunyai ciri-ciri yang serupa dengan Noctuidae, bagaimanapun, saiznya lebih kecil dengan buaan kepak kurang daripada 30 mm, di hujung abdomennya pula tidak terdapat jerumbai halus dan peraba labiumnya memuncung ke hadapan (Ibrahim dan Hussien, 1992).

## 2.5 Order Hemiptera

Kebanyakan spesies di dalam order ini merupakan perosak utama tanaman, terutamanya di kawasan sederhana dan subtropika. Contoh serangga-serangga yang menjadi perosak tanaman dalam order ini ialah kepinding, cenangau, kesing, pijat, afid, koya, teritip, bena hijau, bena perang dan bena putih. Kesemuanya merupakan vektor kepada penyakit-penyakit tanaman penting yang disebabkan oleh virus dan mikoplasma. Serangan teruk daripada serangga-serangga tersebut melayukan tanaman dan seterusnya membunuh tanaman secara cepat dan meluas. Yang menghisap sap tumbuhan menjadi serangga perosak utama tanaman, manakala yang menghisap darah haiwan merupakan perosak ektoparasit atau vektor penyakit kepada manusia dan ternakan. Beberapa spesies serangga dalam order ini juga menyebabkan penyakit puru-puru daun dan ranting. Peringkat anak serupa dengan peringkat dewasa kecuali kepaknya yang belum berkembang penuh pada peringkat anak (Ibrahim dan Hussien, 1992).

## **2.6 Order Orthoptera**

Menurut Ibrahim dan Hussien (1992), terdapat 22,500 spesies serangga dalam order Orthoptera di seluruh dunia. Antara serangga-serangga yang tergolong dalam order ini ialah belalang, lipas, cengkerik dan lain-lain lagi. Banyak spesies serangga dalam order ini yang boleh "menyanyi", iaitu membuat bunyian seperti berlagu misalnya dengan cara menggesel kaki belakang dengan kepak hadapan. Biasanya kebolehan menyanyi terdapat di kalangan serangga jantan yang berfungsi untuk memanggil atau mendapat perhatian serangga betina. Ada di antaranya boleh berhijrah berbatu-batu jauhnya.

Serangga dalam order ini umumnya mempunyai kepak hadapan jenis keras gelap, manakala kepak belakang jenis selaput membran. Sesungutnya mempunyai banyak segmen (kurang daripada 20) dan setiap segmen adalah pendek (sesungut filiform). Kepak hadapannya panjang dan lurus (tegmina) (Ibrahim dan Hussien, 1992).

## **2.7 Kepentingan Serangga dalam Sektor Pertanian di Peringkat Global**

Berdasarkan kajian Gaston (1989), kumpulan racun perosak utama yang digunakan dalam sektor pertanian adalah racun rumpai (44%), racun serangga (32%), dan racun kulat (18%). Racun rumpai paling meluas penggunaannya di Amerika Syarikat. Racun kulat paling banyak digunakan di Eropah Barat manakala racun serangga adalah racun perosak yang paling kerap digunakan di benua Asia dan Pasifik. Ini menunjukkan betapa serius masalah serangga perosak yang melanda sektor pertanian di negara-negara Asia termasuk Malaysia.

Peningkatan serta penyalahgunaan racun perosak telah membawa kepada beberapa kesan yang tidak baik alam sekitar (FAO, 1991). Pertamanya adalah perkembangan kerintangan serangga perosak terhadap racun perosak disebabkan oleh penggunaan racun perosak secara berlebihan dan tidak terkawal. Kedua adalah penggunaan racun perosak yang tidak terkawal telah menyebabkan kemusnahan serangga bermanfaat (musuh semula jadi) yang membantu mengawal populasi serangga perosak. Ini menyebabkan kemunculan semula perosak dan serangan sekunder perosak. Ketiga, peningkatan penggunaan racun perosak juga telah

menyebabkan gangguan kepada ekologi iaitu masalah toksikologi. Pada tahun 1989, WHO menganggarkan 1.1 juta kes keracunan tidak disengajakan dan 20,000 kematian dalam setahun. Keempat, penggunaan racun perosak yang tidak sesuai secara berlebihan sebelum menuai juga menyebabkan sisa racun perosak yang tinggi dalam makanan. Akhir sekali, terdapat banyak kesan sampingan apabila racun perosak disalahgunakan seperti pembunuhan ikan, keracunan terhadap haiwan ternakan serta kesan secara tidak langsung terhadap serangga bermanfaat, agen pendebungaan dan organism dalam tanah.

## **2.8 Manipulasi Cahaya dan Sifat Fototaksis Serangga**

Penglihatan serangga adalah asas kepada orientasi, pergerakan dan persekitaran serangga. Terdapat reseptor umum seperti sel dermal ringkas yang bertindak balas dengan cahaya. Serangga mempunyai dua jenis mata; mata ringkas (simple eye) dan mata majmuk (compound eye). Mata majmuk dianggap sebagai organ deria mengesan yang menjadi pengantara secara langsung terhadap cahaya. Tindakan bersepadau sistem saraf tunjang serangga juga mengawal tindak balas serangga terhadap cahaya. Penglihatan beserta penghiduan, pendengaran dan deria lain berfungsi untuk mengenalpasti objek dan orientasi (Mohan, 2002).

Cahaya membenarkan pembezaan dan pengenalpastian objek kerana ia memancarkan maklumat melaluinya. Fenomena ini telah lama digunakan untuk mengutip serangga. Robinson dan Robinson (1950), berpendapat bahawa sumber cahaya menyilaukan serangga dan membuatkannya kehilangan koordinasi, menyebabkannya mendekati punca cahaya tanpa rela. Sinaran rendah persekitaran berbanding sinaran tinggi sumber cahaya juga berkemungkinan penyebab bagi keberkesanan cahaya menarik serangga. Penyebab utama penerbangan malam serangga ke arah cahaya tiruan adalah disebabkan untuk mencari jalan penerbangan terbuka dan yang paling hampir menyebabkan taburan sinar yang tidak semula jadi disebabkan oleh sumber cahaya yang menarik (Mohan, 2002). Tarikan serangga ke arah cahaya telah diketahui dan tingkah laku ini digunakan sebagai kaedah mengesan dan memantau serangga perosak dalam bentuk perangkap cahaya (Gilbert, 1984), serangga-serangga yang tertarik kepada cahaya dipanggil serangga fototaksis.

Terdapat tiga sifat cahaya yang mempengaruhi tingkah laku serangga perosak iaitu (1) kualiti cahaya atau gelombang; (2) keamatan cahaya dan (3) jangka masa pencahayaan (Callahan, 1957).

### **2.6.1 Perangkap Cahaya**

Perangkap cahaya merupakan kaedah penting dan berharga bagi mengumpul serangga krepuskular dan nokturnal untuk tujuan taksonomi, bagi mengesan kehadiran serangga perosak, menentukan perubahan serta trend populasi dan mengkaji strategi penghijrahan beberapa spesies perosak pertanian.

Selain itu, perangkap cahaya juga digunakan untuk mengawal populasi serangga perosak apabila ia digunakan secara bersendirian atau digunakan secara bersepada dalam program pengawalan perosak yang digunakan untuk mengurangkan penggunaan racun perosak agar aktiviti pengawalan lebih efektif. Program pengawalan perosak moden boleh dioperasikan dengan jayanya hanya apabila memahami peri laku dan aktiviti spesies perosak dengan betul. Dalam hal ini, penggunaan perangkap cahaya adalah sangat berpotensi kerana ia berguna untuk membekalkan maklumat tentang perubahan populasi serangga (Vaishampayan, 1982; Mohan, 2002).

Selalunya perangkap cahaya digunakan untuk memantau biodiversiti serangga dalam pelbagai habitat (Intachat dan Woiwod, 1999). Perangkap cahaya juga merupakan teknik yang digunakan oleh ahli kaji entomologi dan ekologi untuk merekod data populasi serangga. Serangga spesies diurnal jarang ditangkap menggunakan perangkap cahaya. Bagaimanapun, terdapat beberapa spesies rama-rama daripada famili Pieridae, Lycaenidae, dan Nymphalidae yang ditangkap, selalunya pada waktu penghijrahan, meluaskan skop penggunaan perangkap cahaya untuk kajian taksonomi rama-rama (Mohan, 2002).

## **BAB 3**

### **METODOLOGI**

#### **3.1 Perbandingan Populasi Lepidoptera, Hemiptera dan Orthoptera di Sawah Padi**

##### **3.1.1 Lokasi Kajian**

Sebuah kampung dari dua daerah yang berbeza dipilih sebagai lokasi untuk menjalankan kajian ini. Kampung-kampung yang telah dipilih ialah Kampung Indai (Tuaran) dan Kampung Nagapas (Papar). Kedua-dua kampung ini menjalankan aktiviti pengeluaran padi yang paling aktif di Sabah.

Kampung Indai terletak 6 km dari daerah Tuaran. Kawasan sawah padi yang dipilih untuk menjalankan kajian ini berkeluasan 22 ha. Padi di kawasan ini ditanam menggunakan jentera penanam. Varieti padi yang ditanam di Kampung Indai ialah MR 159. Pejabat Pertanian Daerah Tuaran bertanggungjawab memantau aktiviti pertanian di kampung ini sepenuhnya.

Kampung Nagapas terletak 56.3 km daripada Kota Kinabalu. Kawasan sawah padi bagi menjalankan kajian ini adalah 10 ha. Penanaman padi dijalankan secara manual iaitu dengan cara menabur biji benih padi ke dalam petak sawah dan dibiarkan sehingga mencapai umur yang sesuai untuk diubah dan ditanam ke petak penanaman padi yang lain. Varieti padi yang ditanam di kampung ini adalah TQR.

## RUJUKAN

- Abu Bakar Al Sidek. 2010. Utara: Serangan makhluk ganas. *Berita Harian Online*. 31 Mei,1
- Ahren, C., Cramer, H.H., Mogk, M. dan Peschel, H. 1983. Economic impact of crop losses. Dlm: British Crop Protection Council. *Proceedings of 10<sup>th</sup> International Congress of Plant Protection*. Croydon, UK. 65-73
- Akino, K., Sasaki, M. dan Okamoto, D. 1956. Studies on mole crickets attacking rice seeds directly sown without transplanting between rows of wheat and barley. *Bull. Chugoku Agric. Exp. Stn.* **3**:91-110
- Ashfaq, M., Khan, R.A., Khan, M.A., Rasheed, F., dan Hafeez, S. 2005. Insect orientation to various colour lights in the agricultural biomes of Faisalbad. *Pak. Entomo.* **27(1)**: 49-52
- Balasubramaniam, G., Saravanabhanandam, M. dan Subramaniam, T.R. 1973. Control of the rice leaf roller *Cnaphalocrocis medinalis* Guenée. *Madras Agricultural Journal* **58**: 717-718
- Barr, B.A., Koehler, C.S. dan Smith, R.F. 1975. *Crop Losses-Rice: Field Losses to Insects, Diseases, Weeds, and Other Pests*. University of California Berkeley: UC/AID Pest Management and Related Environmental Protection Project
- BERNAMA. 2011. Dewan Rakyat: Kerajaan Kaji Penetapan Tahap Sara Diri Untuk Jaminan Makanan Negara. *BERNAMA*, 28 Mac, 1
- Borror D.J., Triplehorn C.A. dan Johnson, N.F. 1992. *Pengenalan Pelajaran Serangga*. Edisi Keenam. Indonesia: Gadjah Mada University Press
- Brancoa, M., Jactel, H., Francoc, J. dan Mendeld, Z. 2006. Modelling response of insect trap captures to pheromone dose. *Ecological Modelling* **197**: 247–257
- Callahan, P.S. 1957. Oviposition response of the imago of the corn earworm, *Heliothis zea* (Boddie), to various wavelengths of light. *Ann. Entomol. Soc. Am.* **50**: 444–452
- Chang, P.M., Hashim, H., Omar, O., Abdullah, S. dan Amin S. Mohd. 1985. Penyakit merah virus disease of paddy – the problem and strategy for disease control in Malaysia. Dlm: Lee, B.S., Loke, W.H. and Leong, K.L. (Eds.). *Integrated Pest Management in Malaysia*. Malaysian Plant Protection Society (MAPPS) (MARDI). 159-182
- Cramer, H.H. 1967. *Plant Protection and World Crop Production*. Bayer Pflanzenschutz-Nachrichten. **20(1)**: 523
- Dryden, M.W. dan Broce, A.B. 1993. Development of a trap for collecting newly emerged *Ctenocephalides felis* (Siphonaptera: Pulicidae) in homes. *J. Med. Entomol.* **30(5)**: 901–906

- Dunsmore, J.R. 1970. Investigations on the varieties, pests and diseases of upland rice (hill padi) in Sarawak, Malaysia. *International Rice Community Newsletter* **19**(1): 29-35
- FAO. 1991. Sustainable crop production and protection. Background Document No. 2. *FAO/NETHERLANDS Conference on Agriculture and the Environment*. 15-19 April 1991. S'-Hertogenbosch, The Netherlands
- Gaston C. P. 1989. Promoting safe and efficient use of pesticides. *Environment and Agriculture*. Thailand: FAO publication
- Geddes, A.M.W. 1990. The Relative Importance of Pre-Harvest Crop Pests in Indonesia. *Bulletin no. 39*. UK: Natural Resources Institute. 70
- Gilbert, D. 1984. Insect electrocutor light traps. Dlm: Baur FJ (Eds.). *Insect management for food storage and processing*. 1<sup>st</sup> edition. St. Paul: American Association of Cereal Chemists
- Gillott, C. 2005. *Entomology*. Dordrecht, The Netherlands: Springer
- Groombridge, B. 1992. *Global biodiversity: status of the Earth's living resources*. London, UK: Chapman and Hall
- Hahn, J. 2002. Collecting and Preserving Insects. Laman University of Minessota. Diakses pada 29 Mac 2011. Disahkan pada 29 Mac 2011.
- Hartstack, A.W. and Witz, J.A. 1981. Estimating field populations of tobacco budworm moths from pheromone trap catches. *Environ. Entomol.* **10**: 908-914
- Heong, K.L. dan Ho, N.K. 1986. Farmers' perceptions of the rice tungro virus problem in the Muda irrigation scheme, Malaysia. Dlm: Tait, J., Bottrell, D. and Napompeth, B. (Eds.). *Integrated Pest Management: Farmers' Perceptions and Practices*. Colorado: Westview Press
- Hienton, T.E. 1974. Summary and investigation of electric insect traps. *USDA ARS Tech. Bul.* **1498**: 1-33
- Ibrahim,Y. dan Hussein, M.Y. 1992. *Manual Amali Entomologi Tropika*. Perpustakaan Negara Malaysia
- Intachat, J. dan Woiwod, I.P. 1999. Trap design for monitoring moth biodiversity in tropical forests. *Bulletin of Entomological Research* **82**(2): 153-163
- Jabatan Pertanian. 2009. Dasar Pertanian Negeri Sabah Ke-2. Laman Kementerian Pertanian dan Industri Makanan Sabah. [http://www.sabah.gov.my/madfi/sub\\_dasar\\_strategi2.html](http://www.sabah.gov.my/madfi/sub_dasar_strategi2.html) Diakses pada 25 Februari 2011. Disahkan pada 25 Februari 2011.
- Lim, G.S., Ooi, A.C.P. dan Koh, A.K. 1980. Brown planthopper outbreaks and associated yield losses in Malaysia. *International Rice Research Institute Newsletter* **5**: 15-16

- Litsinger, J.A., Barrion, A.T., dan Soekama, D. 1987. Upland rice insect pests: their ecology, importance and control. *IRRI Res. Pap. Ser. 123*. International Rice Research Institute, P.O. Box 933, Manila, Philippines.
- Maclean, J.L., Dawe, D.C., Hardy, B. dan Hettel, G.P. (Eds.). 2002. *Rice almanac: source book for the most important economic activity on Earth*. Third edition. Los Baños (Philippines): International Rice Research Institute, Bouaké (Côte d'Ivoire): West Africe Rice Development Association, Cali (Colombia): International Center for Tropical Agriculture, Rome (Italy): Food and Agriculture Organization. 253 p.
- Mishra, P., Singh, M.P. dan Autiyal, M.E. 1999. Effect of Moon Light and Lunar Periodicity on the Attraction of Black Cutworm Moth *Agrotis flammatara* (Schiffer - Mueller) on Light Trap. *Pertanika J. Trap. Agric. Sci.* **22**(1): 69-72
- Mohan, S. 1982. *Studies on Light Traps with Reference to Rice Pests*. Master of Science Dissertation. TNAU: Coimbatore, India
- Mohan, S. 2002. Light traps. *Encyclopedia of Pest Management*. Marcel Dekker, Inc. 455-459
- Nabli-Henda. Bailey-Wayne, W.C. dan Necibi-Semi, S. 1999. Beneficial insect attraction to light traps with different wave lengths. *Biological Control* **16**(2): 185-188
- Nielsen, E.S. dan Common, I.F.B. 1991. Lepidoptera. Dlm CSIRO (Eds.). *The Insects of Australia*. Victoria: Melbourne University Press
- Nomura, K. 1966. Some considerations on the effect of orchard illumination against fruit piercing moths. *Tech. Bull. Fac. Hort. Chiba* **14**: 27-34
- Pandey, S., Byerlee, D., Dawe, D., Dobermann, A., Mohanty, S., Rozelle, S. danHardy, B. (Eds.). 2010. *Rice in the Global Economy: Strategic Research and Policy Issues for Food Security*. Los Banos (Phillipines): International Rice Research Institute. 477 p
- Pathak, M.D. dan Dhaliwal, G.S. 1981. Trends and strategies for rice pest problems in tropical Asia. *IRRI Research Paper Series* **64**: 1-15
- Pathak, M.D. dan Khan, Z.R. 1994. *Insect Pests of Rice*. IRRI: Manila
- Pruthi, H.S. 1953. An epidemic of rice bug in India. *FAO Plant Protection Bulletin* **1**: 87-88
- Rechcigl, J.E. dan Rechcigl, N.A. 2000. *Insect Pest Management: Techniques for Environmental Protection*. USA: Lewis Publisher
- Robert William. 2011. Diagnostik dan Pengurusan Perosak Tanaman. *Bahagian Perlindungan Tanaman dan Kuarantin Tumbuhan*. Jabatan Pertanian. Kuala Lumpur
- Robinson, H.S. dan Robinson, J.J. 1950. The observed behaviour of lepidoptera in flight in the vicinity of light source. *Entomol. Gaz.* **1**: 3-20

- Romoser, S.W. and Stoffolano, G.J. 1994. *The Science of Entomology*. USA: Wm. C. Brown Communications Inc., Iowa
- Sachan, J.N., Gangwar, S.K., and Katiyar, J.N. 1980. Field crickets damaging crops in north eastern hill region. *Indian J. Entomol.* **42**:526-527
- Schauff, M. E. 2005. *Collecting and Preserving Insects and Mites: Techniques and Tools*. Washington: USDA Misc. Publication
- Sidik, M. 2004. Indonesian rice policy in view of trade liberalization. *FAO Rice Conference*. 12-13 February 2004. Rome: Italy
- Sithole, S.Z. 1986. Mole cricket (*Gryllotalpa Africana*). *Zimbabwe Agric. J.* **83**:21-22
- Teng, P.S dan Revilla, I.M. 1996. Technical issues in using crop-loss data for research prioritization. Dlm: Evenson, R.E., Herdt, R.W. dan Hossain, M (Eds.). 1996. *Rice research in Asia: Progress and priorities*. UK: CAB International
- Thomas, A.W. 1996. Light trap catches within and above the canopy of a northeastern forest. *Journal of Lepidopterist's Society* . **50**:21-45
- Unnithan, G.C. dan Saxena, K.N. 1991. Pheromonal trapping of *Chilo partellus* (Swinhoe) (Lepidoptera: Pyralidae) moths in relation to male population density and competition with females. *Appl. Entomol. Zool.* **26**: 17-28
- Vaishampayan, S.M. 1982. New design of light trap for survey and management of insect pest population in agro and forestry ecosystems. *Indian J Ent.* **44**: 201-205.
- Vaughan, D.A., Lu, B.R. dan Tomooka, N. 2008. The evolving story of rice evolution. *Plant Sci.* **174**: 394-408.
- Way, M.J. dan Heong, K.L. 1994. Role of biodiversity in the dynamics and management of insect pests of tropical irrigated rice – a review. *Bulletin of Entomological Research*. **84**: 567-587
- WHO. 1989. Public health impact of pesticides used in agriculture. Geneva
- Wyatt, I.J. 1957. *Field Investigations of Padi Stem-borers, 1955-1956*. Department of Agriculture. Kuala Lumpur