

**KAJIAN KETOKSIKAN INSEKTISID ABAMECTIN DAN  
CHLORANTRANILIPROLE TERHADAP RAMA-RAMA  
BELAKANG INTAN, PLUTELLA XYLOSTELLA YANG  
DISAMPEL DARI KEBUN KOBIS, KG. MESILAU,  
KUNDASANG, SABAH**

**AISA HARIS PANG**

**PERPUSTAKAAN  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH**

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

**PROGRAM HORTIKULTUR DAN LANDSKAP  
SEKOLAH PERTANIAN LESTARI  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH  
2014**

## UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

## BORANG PENGESAHAN TESIS

JUDUL: KAJIAN KETOKSIKAN INSEKTISID ABAMECTIN DAN CHLORANTRANILIPROLE TERHADAP RAMA-RAMA BELAKANG INTAN, PLUTELLA XYLOSTELLA YANG DISAMPEL DARI KEBUN KOBIS, KG. MESILAGU, KLUANG, SABAH

IJAZAH: IJAZAH SARJANA MUDA SAINS PERTANIAN DENGAN KEPUJIAN CHORTIKULTUR DAN LANDSKAP)

SAYA: AISA HARIS PANG

SESI PENGAJIAN: 2010/2011

(HURUF BESAR)

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 (/)

**PERPUSTAKAAN  
(UNIVERSITI MALAYSIA SABAH)**

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

Disahkan oleh:

NORAZLYNNE MOHD. JOHAN @ JACKLYNE

POSTAKAWAN

UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

(TANDATANGAN PUSTAKAWAN)

  
(TANDATANGAN PENULIS)

Alamat Tetap: TB 3535 TINGKAT 3

TAMAN SEMARAK

91007, TAHAU

SABAH

DR. SUZAN BENEDICK

(NAMA PENYELIA)

TARIKH: 15/1/2014

Catatan:

\*Potong yang tidak berkenaan.

\*Jika tesis ini SULIT dan 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).



**UMS**  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

## **PENGAKUAN**

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

-Aisa-

---

AISA BINTI HARIS PANG

BR10110004

17 JANUARI 2014

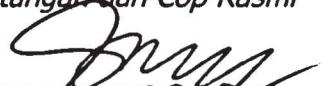
**DIPERAKUKAN OLEH**

1. Dr Suzan Benedick @ Sarah Benedick  
PENYELIA

  
**DR. SUZAN @ SARAH BENEDICK**  
PENSYARAH KAHAN  
SEKOLAH PERTANIAN LESTARI (UAMS)  
DEG BERKUNCI NO. 3  
88600 SANDAKAN, SABAH  
TEL : 089-249100, FAX : 089-220710

*Tandatangan dan Cop Rasmi*

2. Puan Rosmah Murdad  
PEMERIKSA

  
**ROSMAH MURDAD**  
Lecturer / Academic Advisor  
School Of Sustainable Agriculture  
Universiti Malaysia Sabah

*Tandatangan dan Cop Rasmi*

3. Encik Sim Kheng Yuen  
PEMERIKSA

  
**SIM KHENG YUEN**  
LECTURER/ACADEMIC ADVISOR  
SCHOOL OF SUSTAINABLE AGRICULTURE  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

  
*Tandatangan dan Cop Rasmi*

4. Prof. Madya Dr. Sitti Raehanah Binti  
Muhammad Shaleh  
DEKAN SPL

## **PENGHARGAAN**

Alhamdullilah, dengan limpah rahmatNya, saya akhirnya berjaya menyiapkan projek tahun akhir ini. Pertama sekali, saya mengucapkan setinggi-tinggi terima kasih dan penghargaan kepada penyelia saya, Dr. Suzan Benedick kerana telah bersusah-payah meluangkan masa untuk memberikan khidmat nasihat, tunjuk ajar serta galakan kepada saya dalam usaha menyiapkan disertasi ini.

Selain itu, saya ingin berterima kasih kepada Cik Nurul Ain Repin, pelajar Sarjana Muda di Sekolah Pertanian Lestari, Universiti Malaysia Sabah selaku ketua dalam kumpulan bagi kajian ini yang banyak membimbing, membantu dan menguruskan persiapan semasa persampelan larva di kawasan kajian iaitu di Kundasang, Sabah dan sepanjang kajian ini dijalankan. Tidak lupa juga, saya ingin mengucapkan ribuan terima kasih dan penghargaan kepada pemeriksa untuk disertasi saya ini, Puan Rosmah Murdad dan juga Encik Sim Kheng Yuen yang banyak memberi tunjuk ajar dan memperbetulkan kesilapan saya semasa menyiapkan disertasi ini.

Seterusnya, saya mengambil kesempatan ini untuk mengucapkan ribuan terima kasih kepada rakan-rakan saya yang banyak memberi bantuan daripada segi tenaga semasa penyampelan larva di kawasan kajian, tunjuk ajar dan berkongsi maklumat mengenai projek ini bersama saya.

Akhir sekali, tidak lupa juga kepada keluarga saya yang banyak memberi galakan dan memahami saya semasa saya menyiapkan disertasi ini. Terima kasih kepada semua yang terlibat secara langsung atau tidak langsung dalam melaksanakan disertasi ini.

## ABSTRAK

Kajian ketoksikan bahan aktif insektisid Abamectin dan Chlorantraniliprole terhadap larva rama-rama belakang intan generasi F1, *Plutella xylostella* telah dilaksanakan selama empat bulan bermula pada Mei 2013 sehingga hujung bulan Ogos 2013. Kajian ini bermula dengan proses penanaman sayur kobis di rumah lindungan hujan. Seterusnya, persampelan larva rama-rama belakang intan dilaksanakan di kebun kobis Kg. Mesilau, Kundasang. Pembiakan larva rama-rama belakang intan telah dilakukan di dalam makmal pada suhu terkawal  $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$  dan relatif kelembapan 60 hingga 70%. Data mortaliti telah direkodkan pada jam ke 24, 48, 72, 96 dan 120. Analisa kajian menggunakan perisian PoLoPLus<sup>©</sup> menunjukkan bahawa nilai dos efektif bagi bahan aktif insektisid Abamectin ialah 49.575 ng/g dan bahan aktif insektisid Chlorantraniliprole ialah 2198.915 ng/g. Hasil kajian menunjukkan nilai dos efektif yang diperolehi adalah dibawah paras dos yang disyorkan oleh pengilang insektisid adalah mampu membunuh 50% populasi perosak rama-rama belakang intan. Berdasarkan Ujian '*parallelism*' menunjukkan tidak terdapat perbezaan bererti bagi hubungan mortaliti dalam probit dan log dos bahan aktif insektisid. Namun kecerunan pada graf probit menunjukkan Abamectin ( $r_m = 2.83 \pm 0.305$ ) menunjukkan ketoksikan yang lebih tinggi jika bandingkan dengan Chlorantraniliprole ( $r_m = 2.086 \pm 0.26$ ). Analisa mortaliti larva mengikut masa menunjukkan bahawa Abamectin mempunyai tindakbalas ketoksikan yang lebih pantas berbanding Chlorantraniliprole. Secara keseluruhan kajian, kedua-dua bahan aktif yang digunakan dalam kajian ini berkesan dalam mengawal populasi perosak rama-rama belakang intan.

**TOXICITY STUDY ON THE INSECTICIDE FOR ABAMECTIN AND CHLORANTRANILIPROLE AGAINST THE DIAMONDBACK MOTH *PLUTELLA XYLOSTELLA* SAMPLED AT THE CABBAGE FARM, KG. MESILAU, KUNDASANG, SABAH.**

**ABSTRACT**

The toxicity study on insecticide active ingredients Abamectin and Chlorantraniliprole against the larvae of diamondback moth F1 generation, *Plutella xylostella* was carried out for about four months starting from May 2013 until the end of August 2013. The study started with the cultivation of cabbage in the rainshelter then followed by the diamondback moth larvae sampling at cabbage farm in Kg. Mesilau, Kundasang. The breeding of larvae diamondback moth has been done in the laboratory at controlled temperature of  $25 \pm 2^\circ\text{C}$  with relative humidity 60 to 70%. The mortality of larva was recorded at 24, 48, 72, 96 and 120 hours after bioassay test. The data collected was analyzed by using software PoLoPlus® and showed the effective dose,  $\text{LD}_{50}$  for Abamectin (49.575 ng/g) and Chlorantraniliprole (2198.915 ng/g). The results showed that the effective dose obtained was below the manufacturer's recommended dose and effectively killed 50 % of the pest population. Based on the Test of Parallelism had showed that there were no significant differences for mortality relationship in the probit and log dose of insecticide active ingredient . However, the gradient slope of the probit line graph for Abamectin ( $r_m= 2.83 \pm 0.305$ ) shows higher toxicity than Chlorantraniliprole ( $r_m= 2.086 \pm 0.26$ ). Analysis of larval mortality over time showed that the toxicity of Abamectin has faster response than Chlorantraniliprole. Both active ingredients were effectively in controlling the pest population of diamond back moth in this study.

## ISI KANDUNGAN

Kandungan	Muka surat
PENGAKUAN	ii
PENGESAHAN	iii
PENGHARGAAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	Vi
ISI KANDUNGAN	Vii
SENARAI JADUAL	ix
SENARAI RAJAH	x
SENARAI SIMBOL, UNIT DAN SINGKATAN	xi
SENARAI FORMULA	xii
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b>	<b>1</b>
1.1 Pengenalan	1
1.2 Justifikasi	3
1.3 Objektif Kajian	4
1.4 Hipotesis	4
<b>BAB 2 ULASAN KEPUSTAKAAN</b>	<b>5</b>
2.1 Tanaman Perumah, Cruciferae	5
2.2 Taburan Rama-rama Belakang Intan	6
2.2.1 Kitaran Hidup Rama-rama belakang intan	7
2.3 Insektisid	10
2.3.1 Kepentingan Insektisid	11
2.3.2 Klasifikasi Insektisid	11
2.3.3 Isu Bahan Aktif Insektisid	13
2.4 Bahan Aktif Insektisid Abamectin	14
2.4.1 Ketoksikan Bahan Aktif Insektisid Abamectin	15
2.5 Bahan Aktif Insektisid Chlorantraniliprole	16
2.5.1 Ketoksikan Bahan Aktif Insektisid Chlorantraniliprole	17
2.6 Evaluasi terhadap Ketoksikan Bahan Aktif	18
2.7 Amalan Penggunaan Insektisid di Kundasang	19
<b>BAB 3 METODOLOGI</b>	<b>20</b>
3.1 Lokasi dan Tempoh Kajian	20
3.2 Bahan Kajian	20
3.3 Kaedah Kajian	21
3.3.1 Penanaman Sayur Kobis	22
3.3.2 Pengumpulan Sampel Larva	23
3.3.3 Pembibitan Sampel	23
3.3.4 Kaedah Penyediaan Larutan	24
a) Kepekatan Larutan dalam Unit ppm	25
b) Pertukaran Dos Larutan Unit ppm ke Unit ng/g	25
c) 'Doubling Dilution'	26
3.3.5 Ujian Bioassai Kaedah Celup-Daun	26
3.4 Rekabentuk Eksperimen	27
3.4.1 Parameter Kajian	29



<b>3.5 Data Analisis</b>	<b>29</b>
3.5.1 Nilai Dos Efektif, LD <sub>50</sub> Bahan Aktif	29
3.5.2 Tahap Ketoksikan Bahan Aktif	30
3.5.3 Mortaliti Pembetulan Larva, ' <i>Corrective Mortality</i> '	31
3.5.4 Data Transformasi	31
<b>BAB 4 KEPUTUSAN</b>	<b>33</b>
4.1 Data Mortaliti Kajian	33
4.2 Kesan Ketoksikan Bahan Aktif insektisid antara Abamectin dan Chlorantraniliprole Terhadap Populasi Larva Rama-rama Belakang Intan Generasi F1	34
4.2.1 Analisa Kesesuaian Data, ' <i>Data Validity</i> '	34
4.2.2 Perbandingan Mortaliti dalam Probit antara Bahan Aktif Abamectin dan Chlorantraniliprole terhadap Populasi Larva Rama Rama Belakang Intan F1 (Ujian ' <i>Parallelism</i> ')	35
4.2.3 Perbandingan Dos Efektif LD <sub>50</sub> Hasil Kajian dengan Dos Efektif LD <sub>50</sub> yang Disyorkan oleh Pengilang Insektisid	36
4.2.4 Kesan Bahan Aktif Insektisid terhadap Mortaliti Larva Rama-rama Belakang Intan Mengikut Masa	37
<b>BAB 5 PERBINCANGAN</b>	<b>38</b>
5.1 Pencairan Bahan Aktif Insektisid	38
5.2 Perbandingan Mortaliti dalam Probit antara Bahan Aktif Insektisid Abamectin dan Chlorantraniliprole	39
5.3 Perbandingan Dos Efektif LD <sub>50</sub> Hasil Kajian dengan Dos Efektif LD <sub>50</sub> yang Disyorkan oleh Pengilang Insektisid	41
5.4 Kesan Bahan Aktif Insektisid terhadap Mortaliti Larva Rama-rama Belakang Intan Mengikut Masa	42
<b>BAB 6 KESIMPULAN</b>	<b>45</b>
6.1 Kesimpulan	45
6.2 Cadangan	46
<b>RUJUKAN</b>	<b>47</b>
<b>LAMPIRAN</b>	<b>53</b>

## **SENARAI JADUAL**

<b>Jadual</b>	<b>Muka surat</b>
2.1 Jenis perosak tanaman kobis yang utama dan penting di Malaysia mengikut kedudukan	5
2.2 Pengklasifikasi racun perosak mengikut tahap ketoksikan oleh WHO	11
3.1 Dos kepekatan larutan bahan aktif insektisid	26
4.1 Data mortaliti larva rama-rama belakang intan generasi F1 yang diuji menggunakan bahan aktif insektisid Abamectin mengikut pencairan 1:50 (ng/g) pada 120 jam permerhatian	33
4.2 Data mortaliti larva rama-rama belakang intan generasi F1 berdasarkan dos LD <sub>50</sub> (ng/g) yang diberi bagi bahan aktif insektisid Chlorantraniliprole pada 120 jam permerhatian	34
4.3 Kecerunan dan ralat piawaian untuk bahan aktif insektisid Abamectin dan Chlorantraniliprole	35

## SENARAI RAJAH

<b>Rajah</b>	<b>Muka surat</b>
2.1 Kitaran hidup rama-rama belakang intan	7
2.2 Rama-rama belakang intan yang terdapat di Mesilau	9
2.3 Struktur kimia bagi Abamectin	15
2.4 Struktur kimia bagi Chlorantraniliprole	16
3.1 (a)Insektisid HABAMEC 1.8EC yang mengandungi bahan aktif Abamectin 1.8% w/w (b) Insektisid Prevathon 5SC yang mengandungi bahan aktif Chlorantraniliprole 5% w/w	21
3.2 Susunan rekabentuk rawatan kajian mengikut lokasi kajian di Kebun Kobis, Kg. Mesilau Kundasang pada kedua-dua bahan aktif insektisid Abamectin dan Chlorantraniliprole	28
3.3 Jadual Fenney bagi mendapatkan peratusan mortaliti dalam probit	30
3.4 Metodologi bagi mengkaji tahap ketoksikan larva perosak. (a) Sampel larva dan pupae yan sihat dikumpulkan dalam bekas plastik lut sinar denan pengudaraan yang baik untuk dihantar ke makmal. (b) Larva yang bertukar kepada dewasa dilepaskan di dalam sangkar untuk tujuan oviposisi dan (c) Persenyawaan dewasa perosak dalam sangkar. (d) Larutan dos pencairan disediakan berdasarkan dua kali ganda pencairan bersiri. (e) Keratan daun pada sais ~5cm dan (f) dikeringkan selepas direndam bersama rawatan. (g) Peringkat ketiga instar larva disediakan untuk bioassai celup daun dan (h) bilangan kematian dicatat.	32
4.1 Hubungkait antara dos kepekatan dan mortaliti dalam probit larva rama-rama belakang intan, F1 bagi Abamectin dan Chlorantraniliprole	35
4.2 Perbandingan dos efektif $LD_{50}$ antara nilai $LD_{50}$ hasil daripada kajian dengan $LD_{50}$ yang disyorkan oleh pengilang insektisid untuk Abamectin dan Chlorantraniliprole	36
4.3 Perbandingan kesan Bahan Aktif terhadap kadar kematian populasi larva mengikut masa	37

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

\$	Dolar
%	Peratus
°C	Darjah selsius
µl	microliter
X <sup>2</sup>	Khi Kuasa Dua
ANAVA	Analisis Varians
C <sub>18</sub> H <sub>14</sub> N <sub>5</sub> O <sub>2</sub> BrCl	Chlorantraniliprole
cm	sentimeter
DDT	Diklodifenilitrikloroetana
df	Degree of Freedom
EBDC	Dithiokarmates
ECs	Emulsifiable Concentrates
g	gram
GABA	Gamma-aminobutyric acid
LD <sub>50</sub>	Lethal Dose 50
M	Kecerunan
m	meter
mg/kg	Miligram per kilogram
mm	milimeter
MRL	Maximum Residue Limit
ng/g	Nanogram per gram
ng/ml	Nanogram per miligram
OC	Organoklorin
OP	Organofostat
p	Probability
ppm	Bahagian per sejuta
SCs	Suspension Concentrates
WPs	Wettable Powder

## SENARAI FORMULA

<b>Formula</b>	<b>Muka surat</b>
3.1 Bilangan mol	25
	$\text{Bilangan mol} = \frac{\text{Jisim Bahan (gram)}}{\text{Jisim Relatif Atom/Molekul}}$
3.2 Molarity, M	25
	$\text{Molarity, M} = \frac{\text{Bilangan mol bahan}}{\text{isipadu cecair (liter)}}$
3.3 Persamaan Pencairan	25
	$M_1 V_1 = M_2 V_2$
3.4 Penukaran Unit ppm kepada Dos (ng/g)	25
	$\text{Dos (ng/g)} = \left[ \left( \frac{\text{Dos (ppm)} \times \text{Isipadu yang diterapkan} (\mu\text{L})}{1000} \right) \right] \times 1000$
3.5 Formula Abbott	31
	<p>Pembetulan Mortaliti, %  <math>= \frac{(\text{Mortality of Treated Sample}, \% - \text{Mortality of Control Sample}, \%)}{(100 - \text{Mortality of Control Sample}, \%)} \times 100</math></p>
3.6 Nilai Arcsine (untuk nilai 0%-20%)	31
	$= \sqrt{Peratus Asal (\%) + \frac{1}{2}}$
3.7 Nilai Arcsine (untuk nilai 80%-100%)	31
	$= \sqrt{(100 - Peratus Asal (\%)) + \frac{1}{2}}$

## BAB 1

### PENDAHULUAN

#### 1.1 Pengenalan

Terdapat lebih daripada 50 jenis sayur-sayuran yang ditanam dan diusahakan di Malaysia dan sayuran jenis crucifer merupakan salah satu famili sayuran yang penting di Malaysia dan juga Sabah (Loke *et al.*, 1990). Namun yang demikian, masalah utama para petani di Malaysia termasuk di Kundasang adalah masalah perosak dan musuh utama sayur kobis ialah rama-rama belakang intan, *Plutella xylostella* (Syed, 1990). Perosak rama-rama belakang intan berada dalam kedudukan yang teratas bagi jenis-jenis perosak sayur kobis (Loke *et al.*, 1990). Wujudnya populasi perosak ini adalah disebabkan perkembangan industri sayur-sayuran yang tertumpu kepada sayur brasicca dan pada ketika itu dilaporkan bahawa hanya terdapat satu spesis perosak rama-rama belakang intan direkodkan yang menyerang tanaman (Fauziah *et al.*, 2012). Walaupun laporan tahap kerosakkan tanaman yang disebabkan perosak rama-rama belakang di Cameroon Highland tidak serius namun tahap kerosakan telah meningkat selepas tahun 1940an (Corbett dan Padgen, 1941). Pada tahun 1980an dan 1990an, kebun sayur kobis di Pearl Delta, Hong Kong telah mengalami penurunan penghasilan sayur kobis yang disebabkan populasi perosak rama-rama belakang yang meningkat kerana kegagalan dalam mengawal populasi perosak. Hal ini disebabkan isu kerintangan terhadap insektisid telah dilaporkan (Xia *et al.*, 2001)

Menurut Talekar dan Shelton (1993), serangga perosak rama-rama belakang intan yang merupakan musuh utama kepada tanaman kobis ini mampu memusnahkan seluruh hasil tanaman keluarga crucifer dalam sesuatu kawasan sekiranya serangan amat dahsyat serta serius. Kos anggaran tahunan bagi menangani dan menguruskan serangga perosak dilaporkan mencecah 1 billion dollar Amerika Syarikat pada ketika

itu. Berdasarkan Furlong *et al.* (2012), kini pengurusan terhadap masalah perosak itu telah meningkat kepada US \$ 4 hingga 5 billion. Di India, terdapat laporan yang menunjukkan perosak larva rama-rama belakang intan ini menyebabkan kerosakan tanaman yang serius dan boleh menyebabkan 52% kerugian pada tanaman (Krishnamoorthy, 2004).

Aktiviti penyemburan racun perosak bagi memastikan penghasilan sayur kobis yang berterusan dan mengelakkan kerosakan hasil tanaman telah dipraktikkan oleh para petani atau pegusaha secara turun temurun (Ho, 1965). Aktiviti ini merupakan kaedah utama bagi menangani masalah populasi perosak yang cepat merebak seperti yang dinyatakan oleh Keinmeesuke *et al.*, (1985) bahawa dalam setahun, rama-rama belakang intan dapat membiak sebanyak 25 generasi. Namun yang demikian, aktiviti seperti ini sepertinya gagal mengawal populasi perosak yang banyak kerana kerintangan perosak rama-rama belakang intan terhadap pelbagai jenis insektisid telah berlaku (Kao dan Cheng, 2001). Kerintangan terhadap Diklodifenilitrikloroetana, DDT telah direkodkan pada tahun 1960an (Henderson, 1957). Berdasarkan Sun *et al.*, (1986), bahan kimia insektisida digunakan untuk menangani masalah rama-rama belakang intan dan kerintangan terhadap racun perosak konvensional telah berlaku.

Penggunaan bahan kimia dalam dos yang berlebihan secara berleluasa dan tidak menepati syarat serta kadar penyemburan racun perosak pada daun kobis merupakan salah satu faktor menyebabkan kerintangan terhadap bahan kimia racun perosak pada larva rama-rama belakang intan (Dirham, 2003; Fauziah *et al.*, 2012). Hal ini menyebabkan ketoksikan insektisid gagal mengawal rama-rama belakang intan dan rintang kepada bahan toksik yang berbahaya kepada kesihatan pengguna. Selain itu, kerintangan yang berlaku juga memberi kesan negatif seperti toksik kepada organisme bukan sasaran, pencemaran alam sekitar dan tahap residu yang tinggi pada hasil pertanian (Lim *et al.*, 1988). Kerintangan perosak terhadap bahan aktif yang diformulasi khas untuk mengawal populasi perosak menyebabkan tahap ketoksikan larva rama-rama belakang intan terhadap insektisida menurun.

Pada tahun sekitar 1993 hingga 1996, ada laporan serta kajian dijalankan yang menunjukkan sayur-sayuran dari kawasan penanaman di Sabah mengandungi bahan aktif kimia yang melebihi Had Sisa Maksimum (MRL) yang disyorkan (Jipanin, 2001). Pengeksportan sayur-sayuran ke Sarawak dan Brunei diharamkan pada ketika itu

kerana membimbangkan tahap sisa bahan kimia yang berlebihan mampu mengugat kesihatan dan keselamatan pengguna. Oleh itu, penyemburan racun serangga secara tidak terkawal bukan sahaja menyebabkan residu bertoksik bertambah, namun meningkatkan kerintangan terhadap insektisid. Kadar penyemburan dan penggunaan dos insektisid yang efektif amat penting diperaktikkan bagi mengelakkan kesan ketoksikan terhadap bahan aktif perosak menurun yang boleh membawa kepada kerintangan.

## 1.2 Justifikasi

Kajian ini dilakukan bagi menentukan tahap ketoksikan larva rama-rama belakang intan terhadap bahan aktif kimia yang sering digunakan oleh petani sebagai indikasi awal sekiranya terdapat fenomena kerintangan terhadap racun perosak berlaku. Tahap ketoksikan ini diuji dengan '*Lethal Dose 50, LD<sub>50</sub>*' untuk mendapatkan dos efektif racun perosak. Kajian tentang ketoksikan terhadap bahan aktif racun perosak ini amat penting dalam industri sayur cruciferae di Sabah kerana kebun sayur kobis di kundasang mengalami masalah perosak rama-rama belakang intan namun belum ada kerosakan tahap kritikal dilaporkan setakat ini.

Kajian tentang tahap ketoksikan insektisid di Sabah adalah kurang dan memerlukan pemerhatian yang kritikal bagi mengelakkan penyalahgunaan bahan aktif insektisid berlaku yang boleh menyebabkan isu kerintangan berlaku sepetimana yang dilaporkan daripada negara-negara jiran. Disebabkan yang demikian, kajian bagi menentukan dos efektif untuk mengawal 50% populasi perosak ini dapat membantu petani mengawal populasi perosak pada tahap maximum dengan menyembur insektisid pada tahap dos yang efektif dan mengelakkan pembaziran racun perosak dengan menggunakan dos secara optimal.

Penyemburan insektisid dengan mengesyorkan kadar insektisid yang betul mengikut tahap ketoksikan perosak dapat mengelakkan residu melebihi had limit Tahap Sisa Maksimum (MRL). Penyerapan yang tinggi terhadap insektisid pada manusia dan hidupan lain boleh memberi kesan kepada kesihatan manusia. Kajian ini meliputi pembiakan larva perosak generasi F1, penanaman sayur kobis bebas bahan kimia dan juga ujian bioassai bagi menentukan tahap ketoksikan bahan aktif terhadap perosak.

## **1.2      Objektif Kajian**

Objektif kajian ini adalah seperti berikut:

- 1) Untuk menentukan dos efektif, LD<sub>50</sub> bahan aktif Abamectin dan Chlorantraniliprole terhadap larva rama-rama belakang intan generasi F1.
- 2) Untuk menbandingkan tahap ketoksikan bagi bahan aktif Abamectin dan Chlorantraniliprole dalam mengawal larva rama-rama belakang intan generasi F1.

## **1.3      Hipotesis**

H<sub>0</sub>= Tiada perbezaan bererti terhadap tahap ketoksikan bagi bahan aktif Abamectin dan Chlorantraniliprole dalam mengawal larva rama-rama belakang intan generasi F1.

H<sub>a</sub>= Terdapat perbezaan bererti terhadap tahap ketoksikan bagi bahan aktif Abamectin dan Chlorantraniliprole dalam mengawal larva rama-rama belakang intan generasi F1.

## BAB 2

### ULASAN KEPUSTAKAAN

#### 2.1 Tanaman Perumah, Cruciferae

Sayur daripada keluarga cruciferae adalah seperti sayur kobis atau nama saintifiknya ialah *Brassica oleracea* L. var dan pertumbuhan sayuran jenis ini boleh mencecah kepada ketinggian 60cm dalam usia kematangan dan boleh ketinggian meningkat kepada 2 m apabila berbunga (Ong, 2008). Antara ciri-ciri botani yang terdapat pada sayur kobis ialah batang sayur kobis ini tidak bercabang, ia mempunyai daun dengan kepanjangan 25 hingga 35 cm manakala lebar daun antara 20 hingga 30 cm atau lebih lebar daripada itu. Daun kobis ini berhijau dan mempunyai lapisan lilin pada permukaannya. Sayur kobis mengandungi kandungan air sebanyak 91%, karbohidrat 6%, protein 1.6%, fibre 0.8%, lemak 0.2%, beta-carotene, calcium, asid folik, ferum, vitamin B, C dan E. Sayur kobis ini berasal dari utara-barat Eropah namun sekarang ditanam di serata dunia dan dimakan di seluruh populasi dunia. Terdapat 6 jenis perosak bagi tanaman kobis di Malaysia telah direkodkan termasuk *Plutella xylostella*, atau rama-rama belakang intan (Loke et al., 1990).

Jadual 2.1 Jenis perosak tanaman kobis yang utama dan penting di Malaysia mengikut kedudukan

Perosak	Kedudukan
<i>Plutella xylostella</i>	1
<i>Hellula undalis</i>	2
<i>Crocidiolomia binotalis</i>	2
<i>Myzus persicae</i>	2
<i>Spodoptera litura</i>	3

Kedudukan: 1 = Paling penting 2 = Sederhana penting 3 = kadang-kadang penting  
Sumber : Loke et al., 1990

Perosak rama-rama belakang intan atau *Plutella xylostella* merupakan perosak yang amat serius dalam penanaman sayur crucifer di serata tempat (Lim, 1990) termasuk negara Malaysia (Syed, 1990). Berdasarkan Thorsteinson (1953), rama rama belakang intan ini merupakan serangga oligofagos yang memakan pada daun tumbuhan yang mengandungi '*mustard glucoside*' atau '*glucosinolates*'.

Sayur Crucifer merupakan tumbuhan yang mengandungi kandungan tersebut. Kom pound organik '*mustard glucoside*' ini terdiri daripada glukosa dan asid amino serta mengandungi sulfur dan nitrogen. Kom pound ini menjadi bioaktif produk yang tinggi melalui pemecahan dinding sel daun dan menghasilkan toksik kom pounds semulajadi yang boleh memberi kesan kepada kesihatan manusia dan haiwan. Namun ianya tidak toksik kepada rama-rama belakang intan kerana rembesan sulfatase yang digunakan untuk menyahaktikan aktiviti '*glucosinolates*' dihasilkan oleh perosak (Johnson, 2002; Smiecowska *et al.*, 2010.). Selain itu, struktur pada daun juga boleh mempengaruhi aktiviti oviposisi rama-rama belakang intan ini dan menyebabkan taburan populasi rama-rama belakang intan berlaku dan menjadi tanaman perumah bagi perosak ini. (Tabashik, 1985; Reddy dan Guerrero, 2000). Kobis merupakan antara keluarga crucifer yang sering dimusnahkan oleh populasi rama rama belakang intan ini. Selain itu, sayur crucifer menjadi perumah kepada perosak disebabkan perosak tertarik pada bau daun yang mengandungi '*Green Leaf Volatiles (GLVs)*' yang ada pada daun sayur (Pivnick *et al.*, 1994).

## 2.2 Taburan Rama-rama Belakang Intan

Pada tahun sebelum 1800s, perosak rama-rama belakang intan telah diperkenalkan ke Amerika Syarikat dari Eropah sebagai serangga perosak bagi perumah sayur cruciferae. Larva rama-rama belakang intan ini mampu menyerang pelbagai jenis hasil tanaman seperti kobis, sawi, bunga kobis dan sayur jenis brassica yang lain (Talekar dan Shelton, 1993).

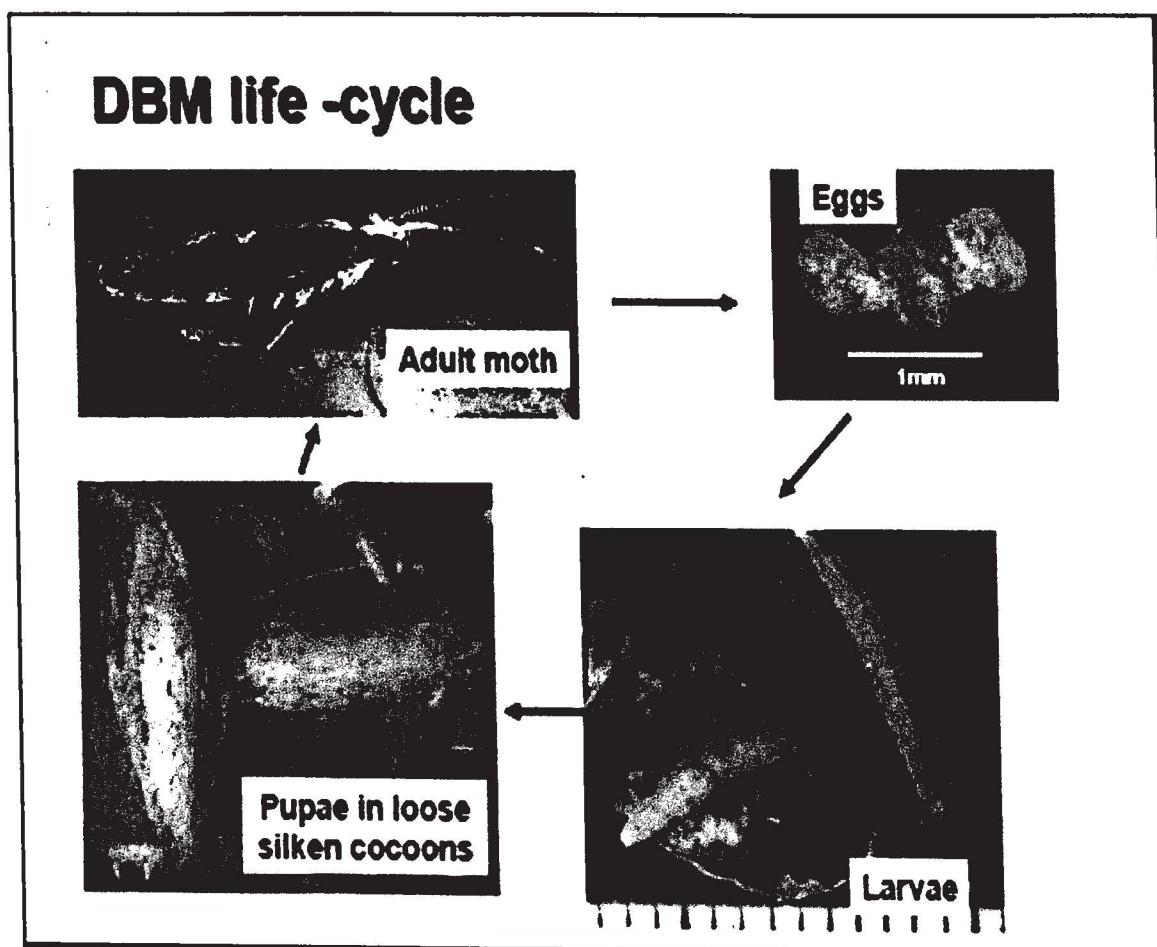
Pada masa kini, taburan perosak ini sudah meliputi benua besar di dunia seperti Amerika, Eropah, Selatan Asia, Australia dan New Zealand. Sebanyak 128 negara yang dilaporkan menghadapi masalah serangan ini dan tahap serangan perosak berbeza antara negara lain (Fauziah *et al.*, 2012). Di Malaysia, masalah perosak rama-rama belakang intan ini mula direkod pada tahun 1925 (Ho, 1965). Kebolehan rama-

rama belakang intan untuk mengadaptasi terhadap perubahan cuaca dan kebolehan perosak ini untuk beralih dari suatu kawasan ke kawasan lain menyebabkan taburan populasi berkembang luas dan banyak (Mackenzie, 1958; Chen dan Su, 1986).

### 2.2.1 Kitaran Hidup Rama-rama Belakang Intan

Menurut Henry (2008), kitaran hidup rama-rama belakang intan terpengaruh dengan iklim dan cuaca persekitaran dan kadar pertumbuhan perosak ini lebih cepat di kawasan beriklim biasa, tidak panas berbanding the iklim sejuk. Anggaran kitaran hidup rama-rama belakang intan berdasarkan cuaca persekitaran ialah:

- Pada suhu 12°C, kitaran hidup akan mengambil masa 113 hari untuk matang
- Pada suhu 15°C, Kitaran hidup mengambil masa 47 hari untuk matang
- Pada suhu 25°C kitaran mengambil masa hidup 17 hari untuk matang
- Pada suhu 28°C kitaran hidup mengambil masa 14 hari untuk matang



Rajah 2.1 Kitaran hidup rama-rama belakang intan  
Sumber: Henry, 2008

Betina rama-rama belakang intan akan menghasilkan telur selepas mengawan dan bertelur kira-kira 250 hingga 300 biji telur sepanjang kitaran hidupannya. Secara puratanya, betina dewasa dapat menetaskan telur lebih kurang 150 biji (Capinera, 2001). Telur rama-rama belakang intan biasanya berwarna kekuningan, berkilau dan lembik. Saiz telur betina rama-rama belakang intan lebih kurang 0.6 hingga 1.0 mm panjang. Telur yang ditetas oleh betina dewasa biasanya dalam bentuk satu kelompok kluster yang terdiri daripada dua hingga lapan telur. Pada kebiasaannya, betina rama-rama belakang intan akan bertelur dibahagian bawah permukaan daun. Selepas empat hingga enam hari, telur tersebut akan menetas dan membentuk larva atau instar peringkat pertama (I) yang berwarna kehijau-hijauan.

Larva ini akan memakan daun sebagai sumber makanan bagi meneruskan kehidupannya dan kerana yang demikian, populasi larva dapat dikesan pada celah celah daun atau di antara bunga pada pokok. Semasa rama-rama belakang intan dalam kitaran hidup sebagai larva, terdapat empat peringkat instar larva yang berlangsung selama lebih kurang 12 hari. Pada permulaan peringkat kedua (II) instar, larva ini mempunyai kepala yang gelap. Instar peringkat pertama larva rama-rama belakang intan mempunyai kepanjangan 1 mm dan lebar larva instar peringkat I ialah 0.5 mm, dan warna pada badan larva itu ialah hijau kekuning-kuningan dan peringkat ini berlangsung selama 4 hari.

Kemudiannya, pada peringkat instar seterusnya, kepanjangan larva ialah 2 mm dengan kelebaran 0.5 mm. Pada peringkat ini, ia mengambil masa selama dua hari untuk ke peringkat instar yang seterusnya. Dengan kepanjangan larva berukuran 4 hingga 6 mm, dan lebar 7.5 mm, ini merupakan peringkat ketiga (III) instar dan berlangsung selama tiga hari dengan warna badan yang berwarna hijau. Peringkat akhir instar, peringkat keempat (IV) mempunyai ukuran panjang 8 hingga 10 mm dan lebar 1 hingga 1.5 mm akan berlangsung selama tiga hari sebelum bertukar kepada pupa. Sepanjang peringkat instar larva, rama-rama belakang intan sangat aktif dan instar peringkat dua dan tiga menunjukkan infestasi pada daun yang paling aktif dan ketara. Keaktifan larva instar dua dan tiga menyebabkan serangga yang teruk pada tanaman berbanding instar larva yang lain. Walaupun saiz badan larva itu kecil , namun ia dapat memberikan kerosakan yang dahsyat pada tanaman dengan tabiat makan yang sangat aktif. Larva rama-rama belakang intan dapat dibezakan dengan

larva perosak spesis lain kerana kedua-dua hujung larva adalah tirus hujung posterior yang bercabang dan badan larva dilitupi dengan bulu halus.

Pembentukan pupa memerlukan masa selama enam hingga lapan hari bergantung pada suhu persekitaran dan pupa akan diselaputi dengan selapik benang seperti sutera yang dikenali sebagai kokun dan dapat dilihat di bahagian bawah dan luar daun, tempat pembentukan pupa. Pupa pada peringkat awal berwarna hijau dan akan bertukar kepada warna keperang-perangan atau hitam sebelum bertukar menjadi rama-rama belakang intan. Pupa rama-rama belakang intan akan berubah menjadi dewasa selepas tujuh hari hingga ke 15 hari dan dianggar boleh hidup selama 12 hingga 16 hari serta menetaskan telur dalam 10 hari. Dewasa rama-rama belakang intan sangat kecil dengan kepanjangan 8 mm dengan warna kekelabuan coklat pada badan dewasa rama-rama belakang intan. Dewasa ini gemar berkedudukan dibawah daun untuk tujuan rehat dan mencari sumber makanan. Selain itu, dewasa ini amat aktif pada waktu malam dan dewasa betina akan bertelur selepas mengawan pada ketika itu (Talekar dan Shelton, 1993).



Rajah 2.2 Rama-rama belakang intan yang terdapat di Mesilau

## 2.3 Insektisid

Dalam sektor pertanian, definasi perosak itu subjektif kerana perosak boleh terdiri daripada haiwan, serangga atau penyakit (Hill, 1987). Namun begitu, criteria yang sama pada pelbagai jenis perosak ini ialah mereka mempunyai kebolehan untuk mengancam kehidupan seseorang itu mahupun dari segi hasil tanamnya, haiwan ternakan atau binatang peliharaannya yang boleh menyebabkan kerugian pada seseorang itu.

Berdasarkan takrifan maksud tentang insektisid yang dikemukakan oleh '*International Code of Conduct*' (FAO, 1986), insektisid merupakan apa bentuk bahan atau campuran bahan yang bertujuan untuk mengelak, memusnahkan atau mengawal perosak yang boleh memusnahkan sesuatu tanaman termasuklah vektor pembawa penyakit yang berpuncanya daripada masalah penyakit manusia atau haiwan, tumbuhan atau haiwan yang boleh memberi kesan negatif kepada hasil tanaman atau merujuk kepada racun perosak yang disembur pada haiwan bagi memusnahkan populasi serangga seperti kutu pada badan haiwan atau perosak lain yang melekat pada tubuh badan haiwan tersebut. Bagi Cunningham *et al.* (2003), insektisid merupakan bahan kimia yang mampu membunuh, mengawal, menghalau atau menyebabkan perubahan dalam tingkah laku individu perosak.

Racun perosak ini boleh terdiri daripada pelbagai fungsi dan jenis bahan racun perosak kerana terdapat pelbagai jenis perosak di bumi ini. Antara racun perosak yang digunakan bagi mengurangkan populasi perosak ialah seperti insektisid, herbisid, fungisid, penghalau serangga dan racun yang lain (Council of Europe, 1992).

Di Cameroon Highlands, kelas racun perosak yang sering digunakan ialah kelas dua (II) dan tiga (III). Racun perosak kelas ini dipercayai mengandungi bahan aktif kimia yang berbahaya dan tahap keracunan yang tinggi (Hairuddin *et al.*, 2007). Berdasarkan Jusoh *et al.* (1992), kajian bagi menguji tahap sisa maksimum (MRL) telah dijalankan dan kajian tersebut melaporkan terdapat 34.5% sisa racun perosak yang melebihi limit tahap sisa maksimum (MRL) pada sampel sayur-sayuran di pasar yang diuji. Hal ini menunjukkan penggunaan racun perosak yang berlebihan dalam mengawal populasi perosak semasa penanaman sayur.

### **2.3.1 Kepentingan Insektisid**

Penggunaan racun perosak seperti insektisid di kawasan penanaman sayur membantu dalam penghasilan makanan untuk populasi dunia. Tanpa penggunaan racun perosak di Amerika, ia boleh menyebabkan 50% penurunan bahan mentah bergantung pada jenis tanaman (National Research Council, 2000). Racun perosak bukan sahaja membunuh sasaran perosak itu sendiri, namun juga telah memusnahkan musuh semulajadi perosak itu sendiri kerana kandungan racun bahan kimia yang digunakan dan disembur pada perosak itu.

Pengurangan musuh semula jadi perosak dalam sesuatu kawasan tanaman boleh menyebabkan pertumbuhan populasi perosak yang berleluasa kerana tiadanya kawalan secara biologi dan ini meningkatkan penggunaan dan pergantungan racun bahan kimia (Lim, 1990). Kekerapan penggunaan racun perosak boleh menyebabkan kerintangan terhadap racun perosak berlaku (Wearing, 1981).

### **2.3.2 Klasifikasi Insektisid**

Pada 30 tahun yang lalu, sistem pengklasifikasi yang ringkas dan mudah untuk racun perosak berdasarkan ketoksikan telah diperkenalkan oleh Organisasi Kesihatan Dunia (WHO). Mengikut skim pengklasifikasi racun perosak, tahap ketoksikan bahan aktif oleh Organisasi Kesihatan Dunia (WHO) ada terbahagi kepada empat (4) tahap yang berbeza mengikut index keracunannya (Pretty, 2012). Jadual 2.2 menunjukkan empat tahap ketoksikan yang diukur melalui nilai '*Lethal Dose 50, LD<sub>50</sub>*', pada tikus bagi membunuh 50% daripada populasi jumlah sampel yang diuji. Bahan racun yang digunakan ialah daripada bentuk pepejal.

**Jadual 2.2 Pengklasifikasi racun perosak mengikut tahap ketoksikan oleh WHO**

Kelas WHO	LD <sub>50</sub> (diuji) pada tikus (ng/g)
Ia :- Amat Bisa	< 5.0 x 10 <sup>3</sup> (5 mg/kg)
Ib :- Bisa	5.0 x 10 <sup>3</sup> - 5.0 x 10 <sup>4</sup> (5- 50 mg/kg)
II :- Beracun	5.1 x 10 <sup>4</sup> - 5.0 x 10 <sup>5</sup> (51- 500 mg/kg)
III :- Bahaya	>5.01 x 10 <sup>5</sup> (>501 mg/kg)
IV :- Bahaya	>5.0 x 10 <sup>6</sup> (>5000 mg/kg)

Sumber: Tomlin, 2000

## RUJUKAN

- Abbott, W. S. 1925. A Method for Computing the Effectiveness of an Insecticides. *Journal Economy Entomoloy* **18**: 265-676
- Abro, G. H., Dyhas, R. A., Green, S. J. dan Wright, D. J. 1988. Toxicity of Avermectin B<sub>1</sub> against a Susceptible Laboratory Strain and an Insecticide-Resistant Strain of *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae). *Journal Economy Entomology* **81**: 1575-1580
- Abro, G. H., Dyhas, R. A., Green, S. J. dan Wright, D. J. 1989. Translaminar and Residual Activity of Avermectin B<sub>1</sub> against *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae). *Journal Economy Entomology* **82**: 385-388
- Abro, G. H., Syed, T. S., Kaloro, A. N., Sheikh, G. H., Awan, M. S., Jessae, R. D. dan Shelton, A. M. 2013. Insecticides for Control of The Diamondback Moth, *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae) in Pakistan and Factors that Affect their Toxicity. *Journal Economy Entomology* **82**: 385-388
- Adams, A. J., Hall, F. R., dan Hoy, C. W. 1990. Evaluating Resistance To Permethrin In *Plutella Xylostella*, L. (Lepidoptera:Plutellidae) Population Using Uniformly Sized Droplets. *Journal Economy Entomology* **83**: 1211-1215.
- Aikins, J. A dan Wright, D. J. 1985. Toxicity of DDT and malathion to various larval stages of *Memestra brassicae* L. *Pesticide Science* **16(1)**: 73-80
- Ananiev, E. D., Ananieva, K., Abdulova, G., Christova, N. dan Videnova, E. 2002. Effects of Abamectin on Protein and RNA Synthesis in Primary Leaves of Cucurbita Pepo L. (Zucchini). *Journal Plant Physiology* **28(1-2)**: 85-91
- Anonymous. 1994. Extension Toxicology Network: Abamectin.  
<http://pmep.cce.cornell.edu/profiles/extoxnet/24d-captan/abamectin-ext.html>. Diakses pada 29 November 2013. Disahkan pada 2 Disember 2013.
- Anonymous. 2008. Pesticide Fact Sheet .  
[http://www.epa.gov/opp00001/chem\\_search/reg\\_actions/registration/fs\\_PC-090100\\_01-Apr-08.pdf](http://www.epa.gov/opp00001/chem_search/reg_actions/registration/fs_PC-090100_01-Apr-08.pdf). Diakses pada 25 Oktober 2013. Disahkan pada 1 November 2013.
- Anonymous. 2010. Evaluation of The Plant Protection Product : Coragen 20 SC Chlorantraniliprole.  
[http://www.mattilsynet.no/planter\\_og\\_dyrking/plantevernmidler/godkjenning\\_av\\_plantevernmidler/rapport\\_coragen.3463/BINARY/Rapport%20Coragen](http://www.mattilsynet.no/planter_og_dyrking/plantevernmidler/godkjenning_av_plantevernmidler/rapport_coragen.3463/BINARY/Rapport%20Coragen). Diakses pada 31 Disember. Disahkan pada 2 Januari 2014.
- Anonymous. 2012. Toxicology Data Netowrk: Chlorantraniliprole.  
<http://toxnet.nlm.nih.gov/cgibin/sis/search/a?dbs+hsdb:@term+@DOCNO+7877>. Diakses pada 29 November 2013. Disahkan pada 2 Disember 2013.
- Argentina, J. A. dan Clark, J. M. 1990. Selection of Abamectin Resistance from Field-Collected Houseflies, *Musca domestic*. *Pesticide Science* **28**: 17-24
- Argentina, J. A. dan Clark, J. M. 1992. Genetic and Biochemical Mechanisms of Abamectin Resistance in Two Isogenic Strains of Colorado Potato Beetle. *Pesticide Biochemical Physiology* **44**: 191-207
- Bloomquist, J. R. 1993. Toxicology, Mode of Action, and Target-Site Mediated Resistance to Insecticides Acting on Chloride Channels. *Mini Review Comprehension Biochemical Physiology* **10**: 301-314
- Capinera, J. L. 2001. *Handbook of Vegetables Pests*. San Diego: Academic Press
- Chen, C. N. dan Su, W. Y. 1986. Ecology and control threshold of the diamondback moth on crucifers in Taiwan. Proceedings of the 1st International Workshop, March 11-15, Asian Vegetable Research and Development Center, Tainan Taiwan, pp: 21-93.

- Chen, Q., Lu, F., Xu, X. L. dan Lu, H. 2011. Relationships between abamectin resistance and the activities of detoxification enzymes in cotton bollworm, *helicoverpa armigera*. *Advances in Biomedical Enginerring* **(1)**: 136-139
- Corbett, G. H. dan Padgen, H. T. 1941. A Review of Some Recent Entomoloical Investigations and Observations. *Malayan Agricultural Journal* **29**: 347-375
- Cordova, D., Benner, E. A., Sacher, M. D., Rauh, J. J., Sopa, J. S., Lahm, G .P., Selby, T. P., Stevenson, T. M., Flexner, L., Gutteridge, S., Rhoades, D. F., Wu, L., Smith, R. M., dan Tao, Y. 2006. Antranilic diamides: a new class of insecticides with a novel mode of action, ryanodine receptor activation. *Pesticide biochemistry and Physiology* **84**: 196-214
- Council of Europe. 1992. *Pesticide : 7<sup>th</sup> edition*. Strasbourg: Council of Europe, Publishing and Documentation Service
- Cunningham, A. A., Daszak, P. dan Rodriguez, J. P. 2003. Pathogen pollution: Defining A Parasitological Threat to Biodiversity Bonservation. *Journal of Parasitology* **89**: 78-83
- Dhang, P. 2011. *Urban pest management : An environmental perspective*. Cambridge : CABI.
- Dinter, A., Brugger, K., Bassi, A., Frost, N. M. dan Woodward, M. D. 2008. Chlorantraniliprole(DPX-E2Y45, Rynaxypyr®)(Coragen®20SC and Altacor® 35WG)-a Novel DuPont antranilic diamedie Insecticide-Demonstrating Low Toxicity and Low Risk for Beneficial Insects and Predatory Mites. *IOBC WPRS Bulletin* **35**: 128-135
- Dirham, B. 2003. Growing Vegetables in Developing Countries for Local Urban Populastions and Export Markets: Problems Confronting Small Scale Producers. *Pest Management Science*. **59 (5)**: 575: 582
- Downer, R. A. 2003. *Pesticide Formulations and Delivery Systems: Meeting Challenges of the Current Crop Protection Industry*. America: ASTM International.
- Fauziah, I., Mohd Norazam, M. T. dan Mohd Rasdi, Z. 2012. Toxicity of Selected Insecticides ( Spinosod, Indoxacarb and Abamectin) Against the Diamondback Moth (*Plutella xylostella* L.) On Cabbage. *Asian Journal of Agricultural and Rural Development economic and Financial Review* **2(1)**: 17-16
- Finney, D. J. 1952. *Probit Analysis*. Cambridge, England: Cambridge University Press.
- Finney, D. J. 1964. *Probit Analysis: A Statistical treatment of te simoid response curve*. Cambridge, England: Cambridge University Press.
- Flexner, J. L., Lighthard, B. dan Croft, B. A. 1986. The Effects of Microbial Pesticides on Non-Target, Beneficial Arthropods. *Agriculture, Ecosystems and Environment* **3**: 515-518
- Furlong, J. M., Wright, J. D. dan Dosdall, M. L. 2003. Diamondback moth ecology and management: Problems, Progress, and Prospects. *Annual Review Entomology* **58**: 517-41
- Hairuddin, M. A., Mad Nasir, S., Mohd Ariff, H. dan Alias, R. 2007. An Economic Evaluation of IPM practices in cabbagge production in Cameron Highlands, Pahang. *Economic and Techmology Manaement Review* **2**: 11-21
- Henderson, M. 1957. Insecticidal Control of Diamondback moth on cabbage at "Cameroon Highlands". *Malaysian Agricultural Journal* **40**: 275-279
- Heong, K. L., Tan, K. H., Garcia, L. T., Fabellar, dan Lu, Z. 2011. Research Methods in Toxicoloy and Insecticide Resistance Monitoring of Rice Plantoppers. Manila, Philiphines: International Rice Researc Institure.
- Hill, S. D. 1987. *Agricultural insect pests of temperate regions and their control*. New York: Press Syndiate of the University of Cambridge.

- Ho, T. H. 1965. The life history and control of the diamondback moth in Malaya. Ministry of Agriculture, Kuala Lumpur, Bulletin. No. 118, 26p.
- Hoekstra, J. A. 1987. Acute Bioassays with Control Mortality. *Water, Air, and Soil Pollution* **35**: 311-317.
- Hussain, A. L. 2010. Role of Oxidative Stress in Organophosphate Insecticide Toxicity- Short Review. *Pesticide Biochemistry and Physiology* **98**: 145-150.
- Jackson, I. F. dan Graham, D. P. 1979. Permethrin for the control of Lepidopteran Insect Pests in New Zealand. *New Zealand Weed and Pest control* **32**: 259-266.
- Jipanin, J., Alinah A. R., Jackson. R. J. dan Phua. P. K. 2001. Management of pesticide use on vegetable production: Role of Department of Agriculture Sabah. *6 SITE Research Seminar*, 13-14 September 2001.
- Johnson, I. T. 2002. Glucosinolates: Bioavailability and Importance to Health. *International Journal Vitamin Nutrition Research* **72 (1)**: 26-31
- Jusoh, M., Loke, W.H., Syed, A.R., dan Tyre, M. 1992. *Training manual on Intergrated Pest Management of diamondback moth in cabbage in Malaysia*. Serdang : Mardi, AVRDC and DOA.
- Kao, C. H. dan Cheng, E. Y. 2001. Insecticide Resistance in *Plutella xylostella* L. XI. Resistance to Newly Introduced Insecticides in Taiwan. *Journal Agricultural Resolution China* **50 (4)**: 80-89.
- Keinmeesuke, P., Vattanatangum , P., Sarnthoy, O., Sayapol, B., Miyata, T., Saito, F., Nakasuji, F. dan Sincalsri, N. Life Table of Diamondback Moth and Its Egg Parasite *Trichogrammatoidea bactrae* in Thailand. In: Talekar NS, editor. Diamondback Moth and Other Crucifer Pests: Proceedings of the Second International Workshop, Asian Vegetable Research and Development Center; AVRDC; Tainan, Taiwan. 1985. 309–315.
- Kementerian Pertanian, Makanan dan Perikanan British Columbia. 2004. Pesticide info: Abamectin
- Krishnamoorthy, A. 2004. Biological Control of Diamondback Moth, Indian Scenario wit Reference to Past and Future Strategies. In: Kirk, A. A. and Bordat, D. 2002. Proceedins of the International Symposium, 21-24 October, 2002, Montpellier, France, CIRAD, 204-211.
- Korystov, Y. N., Mosin, V. A., Shaposhnikova, V. V., Levitman, M. K., Kudryavtsev, A. A., Kruglyak, E. B., Sterlina, T. S., Viktorov, A. V. dan Drinyaev, V. A. 1999. A Comparative Study of Effects of Aversectin C Abamectin and Ivermectin on Apoptosis of Rat Thymocytes Induced by Radiation and Dexamethasone. *BRNO* **68**: 23-29
- Kumar, P. K. dan Gujar, T. G. 2005. Baseline susceptibility of the diamondback moth, *Plutella xylostella* (Linnaeus) to *Bacillus thuringiensis* Cry1A toxins in India, *Crop Protection* **24**: 207–21.
- Lahm, G. P., Selby, T. P., Freudenberger, J. ., Stevenson, T. M., Myers, B. J., Seburyamo, G., Smith, B. K., Flexner, L., Clark, C. E. dan Cordova, D. 2005. Insecticidal Anthranilic Diamides: A New Class of Potent Rynodine Receptor Activators. *Bioorganisms Medical Chemistry* **15**: 4898-4906
- Lasota, J. dan Dybas, R. A. 1990. Abamectin as a Pesticide for Agricultural Use. *Acta Leidensia* **59**: 217-225
- Lee, S. T., Chu, Y. I dan Talekar, N. S. 1995. The Mating Behaviour of Diamondback Moth (Lepidoptera: Plutellidae). *Chinese Journal Entomology* **15**: 81-89
- Lim, G. S., Loke, W. H., Cham, H. H. dan Rahman, S. A. 1988. Pest Management of Vegetables in Malaysia. In: RAP Publication (FAO)Expert Consultation on IPM in Major Vegetables Crops in Asia, Bangkok (Thailand).

- Lim, G. S. 1990. Intergrated pest management of diamondback moth: Practical Realities. Pest and Beneficial Organisms unit, Fundamental Research Division, MARDI, Serdang, Selangor, Malaysia.
- Liu, Y. B., Tabashik, B. E., Johnson, W. M. dan Liu, Y. B. 1995. Larval Age Affects Resistance to *Bacillus thuringiensis* in Diamondback Moth (Lepidoptera: Plutellidae). *Journal Economy Entomology* **88**: 788-792
- Loke, W. H., Lim G. S., Syed, A. R., Abdul Aziz, A. M., Rani, M. Y., Jusuh, M. M., Cheah, U. B., dan Fauziah, I. 1990. Management of diamondback moth in Malaysia: Development, Implementation and Impact. Malaysian Agriculture Research and Development Institute (MARDI), Serdang, Selangor, Malaysia.
- Lumaret, J. P., Errouissi, F., Floate, K., Rombke, J. dan Wardhaugh, K. 2012. A Review on the Toxicity and Non Target Effects of Monocyclic Lactones in Terrestrial and Aquatic Environment. *Current Pharmaceutical Biotechnology* **13 (6)**: 1004-1060
- Mackenzie, J. 1958. Invasion of diamondback moth (*Plutella maculipennis* Curtis). *The Entomologist* **(91)**: 247-250.
- Magaro, J. J. dan Edelson, J. V. 1990. Diamondback moth (Lepidoptera:Plutellidae) in South Texas: A technique for Resistance Monitoring in the Field. *Journal Economy Entomology* **83**:1201-1296.
- Marchioro, C. A. dan Foerster, L. A. Development and Survival of the Diamondback moth, *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Yponomeutidae) as a Function of Temperature: Effect on the Number of Generations in Tropical and Subtropical Regions. *Neotropical Entomoloy* **40(5)**: 533-541
- Martin, R. J., Robertson, A. P., Wolstenholme, A. J., Vercruyse, J. dan Rew, R. S. 2002. *In Macroyclic Lactones in Antiparasitic Therapy*. United Kingfom: CABI Publishing
- Mohan, M. dan Gujar, T. G. 2003. Local Variation in Susceptibilty of the Diamondback Moth, *Plutella xylostella* (Linnaeus) to Insecticides and Role of Detoxification Enzyme. *Crop Protection* **22**: 495-504
- National Research Council. 2000. *The Future Role of Pesticides in US Agriculture*. Washinton, D.C: National Academic Press.
- Noppun, V. dan Miyata, T. 1986. Mechanism of Resistance to Phenthroate and fenvalerate in the diamondback moth, *Plutella xylostella* L. *Japanese Journal Application Entomology Xoology* **30**: 205-209
- Nurul 'Ain A. H. 2011. (Tidak diterbitkan) Tinjauan awal terhadap penggunaan insektisid di kebun sayur-sayuran di Kundasang, Sabah. *Disertasi Sarjana Muda Pertanian dengan Kepujian*. Universiti Malaysia Sabah.
- Peck, R., Olsen, C. dan Devore, J.L 2008. *Introduction to Statistics and Data Analysis, Enchanced Review Edition*. America: Cengagge Learning.
- Pelegrino, J. R., Caloreb, E. E., Saldiva, P. H. N., Almeida, V. F., Peresa, N. M. dan Vilelade-Almeidaa L. 2006. Morphometric Studies of Specific Brain Regions of Rtas Chronically Intoxicated with the Organophosphate Methamidophos. *Ecotoxicology and Environmental Safety* **64**: 1580-1589
- Pivnick, K. A., Jarvis, B. J. dan Slater, G. P. 1994. Identification of Olfactory Cues Used in Host-Plant Finding by Diamondback Moth, *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae). *Journal Chemistry Ecology* **20**: 1407-1427
- Ranjbari, S. Mohammad Hassan, S dan Aramideh, S. 2011. Insecticidal Effect of *Bacillus Thuringiensis* var Kurstaki on the Various Instars Larvae of *Plutella xylostella* L. ( Lepidoptera: Plutellidae) Under Laboratory Condition. *Egypt Academic Journal Biology Science* **3(1)**: 27-32
- Reddy, G. V. dan Guerrero, A. 2000. Behavioral Responses of the Diamondback Moth, *Plutella xylostella* to Green Leaf Volatiles of *Brassica oleracea* Subsp. Capitata. *Journal Agriculture Chemistry* **48**: 6025-6029

- Roberts, T., dan Hutson, H. 1999. *Metabolic pathways of agrochemicals : Part 2 : Insecticides and Fungicides*. Cambridge : The royal society of chemistry.
- Robertson, J. L., Preisler, H. K. dan Savin, N. E. 1980. *POLO: A User's Guide To Probit Or Logit Analysis*. America: Pacific Southwest Forest and Range Experiment Station.
- Robertson, J. L., Preisler, H. K. dan Russel, R. M. 2003. *PoloPlus: Probit and Logit Analysis User's Guide*. America: Pacific Southwest Forest and Range Experiment Station.
- Schirmer, U., Eschke, P., dan Witschel, M. 2012. Modern crop protection compounds : Herbicides, Volume 1. John Wiley & Sons.
- Scott, J. G. dan Georghiou, G. P. 1984. Influence of Temperature on Knockdown, Toxicity, and Resistance to Pyrethroids in the House Fly, *Musca domestica*. *Pesticide Biochemistry Physiology* **21**: 53-62
- Smiechowska, A., Bartoszek, A. dan Jacek, N. Determination of Glucosinolates and Their Decomposition Products-Indoles and Isothiocyanates in Cruciferous Vegetables. *Critical Reviews in Analytic Chemistry* **40(3)**:202-216
- Sparks, T. C., Shour, M. H. dan Welllemeyer, E. G. 1982. Temperature-Toxicity Relationships of Pyrethroids on Three Lepidopterans. *Journal Economy Entomology* **75**: 643-646
- Steel, R. G. D. dan Torrie, J. H. 1960. *Principles and Procedures of Statistics*. New York: McGraw-Hill Book Corporation
- Stevens, J. dan Breckenridge, B. C. The avermectins: Insecticidal and Antiparasitic agents. *Syngente crop protection*. 2001. **56** 1157-1166
- Sun, C. N., Wu, T. K., Chen, S. J., dan Lee, T. W. 1986. Insecticide resistance in Diamondback moth. Department of Entomology, National Chung Hsing University, Taichung, Taiwan, 40227, ROC. **34** 359-371
- Syed, A. R. 1990. Insecticide resistance in diamondback moth in Malaysia. Malaysian Agricultural Research and Development Institute, Cameroon Highlands, 39007, Tanah Rata, Malaysia: 437-442
- Syed, T. S., Abro, H. G. dan Ahmed, S. 2004. Efficacy of Different Insecticides Against *Plutella xylostella* under Field Conditions. *Pakistan Journal of Biological Sciences* **7(1)**: 10-13
- Tabashik, B. E. dan Bruce, E. 1985. Deterrence of Diamondback Mot (Lepidoptera" Plutellidae Oviposition by Plant Compounds. *Environment Entomology* **14(5)**: 575-584
- Tabashik, B. E. dan Crushing, N. L. 1987. Leaf Residue vs. Topical Bioassay for Assessing Insecticide Resistance in the Diamondback Moth, *Plutella xylostella*, L. *FAO Plant Protection Buletin* **35**: 11-14
- Tabashnik, B. E., Cushing, N. L. dan Johnson, M. W. 1987. Diamondback Moth (Lepidoptera:Plutellidae) Resistance to Insecticides in Hawaii: Intra-island Variation and Cross-resistance. *Journal Economy Entomology* **80**: 1091-1099.
- Talekar, N. S., dan Shelton, A. M. 1993. Biology, ecology, and management of the diamondback moth. *Annual review entomology* **38**: 275-301
- Thacker, J. R. M. 2002. *An Introduction to Athropod Pest Control: 1st Edition*. Cambridge: Cambridge University Press
- Thorne, J. E., Weaver, D. K. dan Baker, J. E. 1995. Probit Analysis: Assessing Goodness-of-Fit Based on Backtransformation and Residuals. *Journal Economy Entomology* **88(5)**: 1513-1516
- Tomlin, C. 2000. *The Pesticide Manual: 12th Edition*. Farham, Surrey: BCPC Publication.
- Urbano, M. R., Hinde, J. dan Demetrio, B. G. C. 2013. Dose Response Models with Natural Mortality and Random Effects. *Journal of Agricultural, Biological and Environment Statistics* **18(4)**: 594-61

- USEPA, 2008. Pesticide Fact Sheet: Chlorantraniliprole. USEPA.
- Wallace, H. A. 2007. *Principles and Methods of Toxicology: 5Th Edition*. America: CRC Press.
- Wearing, C. H. 1982. Intergrated pest management: Progress and Prospects, with special reference to horticulture. *New Zealand Journal of Experimental Agriculture*. Vol **10**: 87-94
- Wells, D. S., Rock, G. C. dan Dauterman, W. C. 1983. Studies on the Mechanisms Responsible for Variable Toxicity of Azinphosmethyl to Various Larval Instars of the tufted apple budmoth, *Platynota idaeusalis*. *Pesticide Biochemical Physiology* **20**: 238-245
- Xia, F., Chen, H. dan Lu, H. L. 2001. Diamondback moth resistance to insecticides in Guangdong Province. Plant Protection Research Institute. 327-331
- Yu, S. J. 1986. *Consequences of Induced Foreign Compounds Metabolized Enzymes in Insects, Molecular Aspects of Insect Plant Associations*. New York: CPC Press
- Yu, S. J. 2008. *The Toxicology and Biochemistry of Insecticides*. America: CRC Press
- Yue-qin, S., Feng, D. J. dan Zhong, S. H. 2013. Chlorantraniliprole at Sublethal Concentration May Reduce The Population of The Asian Corn Borer, *Ostrinia furnacalis* (Lepidoptera: Pyralidae). *Acta Entomologica Sinica* **56(4)**: 446-451
- Zhao, J. Z. dan Grafiis, E. 1993. Assesment of Different Bioassay techniques for Resistance Monitoring in the Diamondback Moth ( Lepidoptera: Plutellidae). *Journal Economy Entomology* **80**: 995-1000