

**KESAN KETOKSIKAN NEEM TERHADAP MORTALITI
LARVA KUMBANG BADAK (*Oryctes rhinoceros* L.)
PEROSAK KELAPA SAWIT
DI SG. BATANG,
SANDAKAN**

HAIRUN SYAFIRA HIKMAH BT MOHD IDRIS

**PERPUSTAKAAN
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH**

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

**PROGRAM PENGELUARAN TANAMAN
FAKULTI PERTANIAN LESTARI
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH
2017**



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

BORANG PENGESAHAN TESIS

JUDUL: KESAN KETOKSIKAN NEEM TERHADAP MORTALITI LARVA KUMBANG
BADAK (*Coryctes rhinoceros* L.), PEROSAK KELAPA SAWIT DI SG. BATANG
SANDAKAN.

UAZAH: SARJANA MUDA SAINS PERTANIAN DENGAN KEPUJIAN PENGELOMPOKAN
TANAMAN

SAYA: HAIRUN SYAFIRA HIKMAH BT. MOHD SESI PENGAJIAN: 2013/2014
 (HURUF BESAR) IDRS

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

Disahkan oleh:

NURULAIN BINTI ISMAIL

PUSTAKAWAN KANAN

UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

(TANDATANGAN PUSTAKAWAN)

PROF. BABYA DR. SUZAN BENEDECK
 @ SARAH ABDULLAH
 PENYARAH BINA
 FAKULTI PERTANIAN LESTARI
 UMS SANDAKAN

(NAMA PENYELIA)

TARIKH: _____

TARIKH: 10/11/2017

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).



PENGAKUAN

Saya akui karya ini adalah hasil kerja saya sendiri kecuali nukilan dan ringkasan yang 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-mana universiti yang lain.



HAIRUN SYAFIRA HIKMAH BT MOHD IDRIS

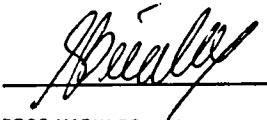
BR13110051

29 NOVEMBER 2016



DIPERAKUKAN OLEH

1. Dr Suzan Benedick @ Sarah Abdullah
PENYELIA



**PROF. MADYA DR. SUZAN BENEDICK
@ SARAH ABDULLAH
PENYELIA BBS4
FAKULTI PERTANAHAN LESTARI
UMS BANGAKAN**



PENGHARGAAN

Alhamdulillah, bersyukur ke hadrat Illahi dengan limpah rahmat serta nikmat masa, nyawa tenaga yang dianugerahkan kepada saya dapat juga saya menyiapkan Projek Tahun Akhir ini dengan jayanya. Walaupun terdapat pelbagai rintangan dan cabaran dalam menjayakan projek ini, namun dengan berkat kesabaran dan usaha yang tidak pernah putus, kajian ini dapat dilaksanakan. Pertama sekali, ucapan terima kasih kepada penyelia saya, Dr. Suzan Benedick atas segala nasihat, dorongan, bantuan dan keprihatinan yang diberikan sepanjang menyempurnakan tesis ini. Bimbingan, pandangan dan tunjuk ajar yang dihulurkan oleh penyelia saya banyak membantu kepada kejayaan tesis ini. Saya juga ingin mengucapkan terima kasih yang tidak terhingga kepada tenaga pengajar dan kakitangan Fakulti Pertanian Lestari (FPL) yang tidak putus-putus memberi tunjuk ajar dan ilmu kepada saya selama saya meneruskan pengajian disini. Para pensyarah dan rakan-rakan juga turut membantu dalam menjayakan projek akhir ini agar segalanya berjalan dengan lancar dan dihantar tepat pada masa yang telah ditetapkan. Selain itu, tidak dilupakan kepada pemilik ladang persendirian iaitu Tuan Hj. Amsain dan pemilik Syarikat Ladang Majulah Sdn. Bhd yang membenarkan kami menjalankan kajian di tapak kawasan ladang beliau disamping jutaan terima kasih juga kepada pekerja ladang dan penduduk kampung yang banyak membantu kami dalam menjalankan kerja-kerja kami sepanjang di dalam kawasan ladang kelapa sawit. Akhir sekali, terima kasih yang tidak terhingga kepada ibu dan keluarga saya yang sentiasa memberi galakan dan dorongan sepanjang kajian ini dijalankan. Sekian, terima kasih.



KESAN KETOKSIKAN NEEM TERHADAP MORTALITI LARVA KUMBANG BADAK (*Oryctes rhinoceros* L.) PEROSAK KELAPA SAWIT DI SG. BATANG, SANDAKAN

ABSTRAK

Kajian ini telah dijalankan untuk mengkaji kesan ketoksikan insektisid neem di antara Ladang Persendirian (ladang 1) dan Ladang Syarikat Majulah Sdn. Bhd (ladang 2) terhadap mortaliti larva kumbang badak (*Oryctes rhinoceros* L.). Kajian ini telah dijalankan di Makmal Entomologi Fakulti Pertanian Lestari di Universiti Malaysia Sabah, Kampus Sandakan selama dua bulan (Ogos 2016 sehingga Oktober 2016). Objektif kajian ini adalah untuk menentukan masa 24, 48, 72 dan 96 jam (LD_{50}/LD_{90}) dan *Lethal Dose* (LD_{50}/LD_{50}) neem terhadap mortaliti larva kumbang badak yang diambil sampelnya dari Ladang Persendirian dan Ladang Syarikat Majulah Sdn. Bhd di Sungai Batang, Sandakan. Semua larva kumbang badak telah disampel dari ladang kelapa sawit di sekitar Sungai Batang, Sandakan. Setiap rawatan mempunyai tiga replikasi dan disusun dengan menggunakan rekabentuk *Completely Randomized Design* (CRD). Hasil kajian menunjukkan bahawa tiada perbezaan bererti pada tahap ketoksikan bahan aktif neem terhadap mortaliti larva kumbang badak (*O. rhinoceros* L.) bagi Ladang Persendirian dan Ladang Syarikat Majulah Sdn. Bhd. Hasil kajian juga menunjukkan kadar mortaliti bagi LD_{50} yang tertinggi adalah pada jam ke 96. Melalui ujian '*Parallelism*' dapat dinyatakan bahawa tidak terdapat perbezaan bererti bagi bahan aktif insektisid neem terhadap Ladang Persendirian dan Ladang Syarikat Majulah Sdn. Bhd ($\chi^2 = 0.01$, $df = 1$, $P = 0.939$). Hipotesis keselarian adalah diterima dan mempunyai kecerunan yang hampir sama dan kesimpulan yang dapat dibuat adalah relatif bahan aktif adalah sama. Bagi hipotesis '*equility*' adalah diterima dimana ($\chi^2 = 0.95$, $df = 2$, $P = 0.623$). Analisis '*factor heterogeneity*' bagi Ladang Persendirian adalah 0.053 dan Ladang Syarikat Majulah Sdn. Bhd ialah 0.939. Parameter yang diukur adalah mortaliti larva kumbang badak mengikut masa, dan kadar mortaliti kumbang telah direkod selepas 24 jam pada 48, 72 dan 96 jam. Kajian ini menunjukkan bahawa terdapat perbezaan bererti bagi ketoksikan insektisid neem antara Ladang Persendirian dan Ladang Syarikat Majulah Sdn. Bhd terhadap mortaliti larva kumbang badak.

EFFECT OF NEEM TOXICITY TOWARDS MORTALITY OF RHINOCEROS BEETLE LARVAE (*Oryctes rhinoceros* L.) PEST OF OIL PALM AT SG. BATANG, SANDAKAN

ABSTRACT

*This study will be conducted to investigate the effect of insecticides toxicity of neem between Ladang Persendirian (ladang 1) and Ladang Syarikat Majulah Sdn. Bhd (ladang 2) against the mortality of rhinoceros beetle larvae (*Oryctes rhinoceros* L.). This study was conducted in the Entomology Laboratory Faculty of Sustainable Agriculture University Malaysia Sabah, Sandakan Campus for 2 months (August 2016 until October 2016). The objectives of this study was to determine the 'lethal time' 24, 48, 72 and 96 hours (LD_{50}/LD_{90}) and 'lethal dose' (LD_{50}/LD_{90}) neem against mortality rhinoceros beetle larvae were sampled from a Ladang Persendirian and Ladang Syarikat Majulah Sdn. Bhd in Sungai Batang, Sandakan. The larvae were sampled from an oil palm plantation in Sg. Batang, Sandakan. Each treatment had three replicates and prepared using the design Completely Randomized Design (CRD). The results showed that no significance difference should be translated at the level of toxicity of the active ingredient of neem rhinoceros beetle larvae mortality (*O. rhinoceros* L.) for Ladang Persendirian and Ladang Syarikat Majulah Sdn. Bhd. The results also showed that the mortality rates for the highest LD_{50} is the hour to 96. Through tests 'Parallelism' can be stated that there is no significance difference of the active ingredient of insecticidal neem Ladang 1 and 2 ($\chi^2 = 0.01$, $df = 1$, $P = 0.939$). The hypothesis of parallelism is acceptable and has a slope of nearly equal and the conclusions that can be drawn is relatively active ingredient is the same. For hypothesis 'equility' is acceptable where ($\chi^2 = 0.95$, $df = 2$, $P = 0.623$). Analysis 'factor heterogeneity' of Ladang Persendirian is 0.053 and Ladang Syarikat Majulah Sdn. Bhd is 0.939. The parameters measured was the mortality of rhinoceros beetle larvae by time, concentration of neem and toxicity for Ladang Persendirian and Ladang Syarikat Majulah Sdn. Bhd. neem sprayed onto the larvae and the mortality were recorded after 24 hours on 48, 72 and 96 hours of experiments. There was a significant difference in toxicity of neem between Ladang Persendirian and Ladang Syarikat Majulah Sdn. Bhd against the mortality of larvae.*



ISI KANDUNGAN

	Muka Surat
PENGAKUAN	ii
DIPERAKUKAN OLEH	iii
PENGHARGAAN	iv
ABSTRAK	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
ISI KANDUNGAN	vii
SENARAI JADUAL	x
SENARAI RAJAH	xi
SENARAI SIMBOL DAN NAMA SINGKATAN	xii
SENARAI FORMULA	xiv
BAB 1 PENGENALAN	1
1.1 Kelapa Sawit	4
1.2 Jusifikasi Kajian	5
1.3 Objektif	6
1.4 Hipotesis Kajian	6
BAB 2 ULASAN PERPUSTAKAAN	7
2.1 Kelapa Sawit	9
2.1.1 Morfologi Kelapa Sawit	10
2.2 Kesan Serangan Kumbang Badak (<i>Oryctes rhinoceros</i>)	10
2.3 Perosak	10
2.3.1 Serangga Perosak Kelapa Sawit	11
2.4 Kumbang Badak	11
2.4.1 Morfologi Kumbang Badak	14
2.4.2 Pengurusan Kumbang Perosak	14
2.5 Pengurusan Perosak Bersepadu	15
2.5.1 Pemantauan	15
2.5.2 Kawalan Kimia	15
2.5.3 Kawalan Kultur dan Fizikal	16
2.5.4 Kawalan Biologi	16
2.5.5 Kuarantin Tumbuhan	17
2.6 Insektisid	18
2.6.1 Kepentingan Insektisid	18
2.6.2 Pembangunan Rintangan	19
2.6.3 Cara Tindak Balas Insektisid	20
2.7 Neem	20

	2.7.1	Neem Sebagai Racun Perosak	21
2.8		Ketoksikan	22
	2.8.1	Ketoksikan Racun Serangga	22
BAB 3		METODOLOGI	
3.1		Lokasi Kajian	24
3.2		Tempoh Masa kajian	24
3.3		Bahan Kajian	24
	3.3.1	Kaedah Pengutipan Larva <i>O. rhinoceros L.</i>	24
	3.3.2	Penyediaan Stok Larutan Neem	25
	3.3.3	Ujian Bioasai Dengan Kaedah Penyemburan	26
3.4		Parameter Kajian	27
3.5		Rekabentuk kajian	27
3.6		Analisis statistik	28
	3.6.1	Nilai Dos Efektif LD ₅₀ Bahan Aktif	28
	3.6.2	Mortaliti Pembetulan Larva (<i>Corrective Mortality</i>)	29
BAB 4		KEPUTUSAN	
4.1		Data Kadar Mortaliti Kajian	30
4.2		Kesan Ketoksikan Neem Terhadap Kadar Mortaliti Probit (Individual) Larva Kumbang Badak Antara Ladang 1 dan Ladang 2 (LD ₅₀ /LD ₉₀)	31
	4.2.1	Mortaliti Dalam Probit Mengikut Dos Kepekatan Insektisid	31
	4.2.2	Nilai LD ₅₀ /LD ₉₀ Bagi Ladang 1	32
	4.2.3	Nilai LD ₅₀ /LD ₉₀ Bagi Ladang 2	34
4.3		Kesan Ketoksikan Bahan Aktif Neem (LD ₅₀ /LD ₉₀) Terhadap Kadar Mortaliti Probit Larva Kumbang Badak Antara Ladang 1 dan Ladang 2	35
	4.3.1	Analisis Data	35
	4.3.2	Pengujian Hipotesis	36
4.4		Nisbah Kerintangan Insektisid Neem Terhadap Mortaliti Larva Kumbang Badak Mengikut Masa (LD ₉₀ /LD ₅₀)	37
BAB 5		PERBINCANGAN	
5.1		Kesan Dos Kepekatan Bahan Aktif Racun Perosak	39
5.2		Perbandingan Kadar Mortaliti Larva <i>Oryctes rhinoceros</i> Antara Ladang 1 dan Ladang 2 Mengikut Masa (LD ₅₀ /LD ₉₀)	40
5.3		Perbandingan Kesan Ketoksikan Bahan Aktif Neem Antara Ladang 1 dan Ladang 2	41
5.3		Perbandingan Faktor Kerintangan (<i>Resistance Factor</i>) Bahan	41

5.4	Aktif Insektisid Neem Antara Ladang 1 dan Ladang 2 Perbandingan Faktor Kerintangan (<i>Resistance Factor</i>) Bahan Aktif Insektisid Neem Antara Ladang 1 dan Ladang 2	42
BAB 6 KESIMPULAN		44
6.1	KESIMPULAN	45
6.2	CADANGAN	46
RUJUKAN		50
LAMPIRAN		

SENARAI JADUAL

JADUAL	MUKA SURAT
2.1 Taksonomi Kelapa Sawit	7
2.2 Pengklasifikasi racun perosak mengikut tahap ketoksikan oleh WHO	18
3.1 Rekabentuk Kajian mengikut <i>Completely Randomized Design</i> (CRD)	28
3.2 Susunan rekabentuk rawatan bahan aktif insektisid Neem berdasarkan <i>Completely Randomized Design</i>	28
4.1 Kumulatif mortaliti larva <i>O. rhinoceros</i> L. (n = 15, setiap dos) bagi Ladang Persendirian (Ladang 1) dan Ladang Syarikat Majulah Sdn. Bhd (Ladang 2) selepas 96 jam tempoh pemerhatian	30
4.2 Nilai LD ₅₀ dan LD ₉₀ bagi Ladang 1 dan Ladang 2 Mengikut Masa	32
4.3 Analisis Hipotesis Bagi Ladang 1	33
4.4 Analisis Hipotesis Bagi Ladang 2	34
4.5 Nisbah kerintangan bagi bahan aktif insektisid neem antara Ladang 1 dan Ladang 2.	38

SENARAI RAJAH

RAJAH		MUKA SURAT
2.1	Jenis-jenis bentuk buah kelapa sawit	8
2.2	Kitaran hidup <i>Oryctes rhinoceros</i> L.	13
4.1	Hubungkait antara kadar mortaliti larva kumbang badak terhadap masa (LD_{50}/LD_{90}) di Ladang 1	33
4.2	Hubungkait antara kadar mortaliti larva kumbang badak terhadap masa (LD_{50}/LD_{90}) di Ladang 2	35
4.3	Hubungkait antara dos kepekatan dan mortaliti dalam probit larva kumbang badak bagi Ladang 1 dan Ladang 2	36



SENARAI SIMBOL DAN NAMA SINGKATAN

%	Peratus
BTK	Buah Tandan Kosong
cm	Sentimeter
EPA	<i>Environmental Protection Agency</i>
FAO	<i>Food Agricultural Organization</i>
FASSB	<i>FELDA Agricultural Services Sdn. Bhd</i>
FELDA	<i>Federal Land Development Authority</i>
FR	<i>Frequency Resistant</i>
FPL	Fakulti Pertanian Lestari
g	Gram
IGR	<i>Insect Growth Regulator</i>
IPM	<i>Integrated Pest Management</i>
kg	Kilogram
LC50	<i>Lethal Concentration 50%</i>
LD50	<i>Lethal Dosage 50%</i>
LT50	<i>Lethal Time 50%</i>
MARDI	<i>Malaysian Agricultural Research and Development Institute</i>
mg/kg ⁻¹	Miligram per kilogram
ml	Milimeter
MRL	<i>Maximum Residue Level</i>
MPOB	<i>Malaysian Palm Oil Board</i>
ng/g ⁻¹	Nanogram per gram
OECD	<i>Organization for Economic Cooperation and Development</i>
p	<i>Probability</i>
PPB	Pengurusan Perosak Bersepadu
ppm	<i>Parts per Million</i>



Sg Sungai
UPM Universiti Putra Malaysia
UV *Ultra Violet*
WHO *World Health Organization*



SENARAI FORMULA

Formula		Muka Surat
3.1	Bilangan mol = $\frac{\text{Jisim}}{\text{Jisim Molar}}$	25
3.2	Molariti = $\frac{\text{Bilangan mol}}{\text{Jumlah cecair (L)}}$	25
3.3	$M_1V_1 = M_2V_2$	25
3.4	$\text{ng/g} = \left[\frac{\left(\frac{\text{Dos (ppm)} \times \text{Isipadu yang ditetapkan } (\mu\text{L})}{1000} \right)}{\text{Berat perosak (g)}} \right] \times 1000$	26
3.5	Formula Abbot = $\frac{(\text{Mortaliti sampel yang telah diuji, \%} - \text{Mortaliti sampel kawalan \%})}{(100 - \text{Mortaliti sampel kawalan, \%})} \times 100$	29

BAB 1

PENGENALAN

1.1 Kelapa Sawit

Pokok kelapa sawit (*Elaeis guineensis*) adalah salah satu komoditi pertanian yang penting di dunia. Sejarah menyatakan kelapa sawit mula dijumpai di hutan hujan tropika di Afrika Barat (Wan, 2006). Pokok kelapa sawit pada awalnya, di negara ini merupakan pokok hiasan sahaja, dan dalam tahun 1911 dan 1912 palma yang berasal daripada Deli, yang dikenali sebagai Deli Dura telah ditanam sebagai tanaman perhiasan di Rantau Panjang. Yusof *et al.* (2004), menyatakan Malaysia pada hari ini telah dianggap sebagai negara gergasi dari segi pengeluaran bahan-bahan mentah seperti kelapa sawit, getah dan kayu balak tropika.

Dalam tahun 1917, biji benih daripada Rantau Panjang telah ditanam secara komersial di estet Tanamaran dan diikuti oleh estet Elmina dalam tahun 1920. Lima tahun kemudian, seluas 3348 hektar kelapa sawit di tanam di Tanah Melayu dan meningkat kepada 29,196 hektar dalam tahun 1938 (UPM, 2012). Penanaman kelapa sawit meningkat pada kadar yang cepat di awal 1960 an di bawah program mempelbagaikan pertanian kerajaan, yang diperkenalkan untuk mengurangkan pergantungan ekonomi negara kepada getah dan bijih timah. Selain itu, ladang-ladang kelapa sawit di Malaysia sebahagian besarnya berdasarkan sistem pengurusan estet dan skim pekebun kecil. Justeru itu, Malaysia adalah pengeluar utama minyak sawit di dunia, dan mampu memenuhi kehendak industri minyak (Utusan, 2016). Menurut sumber Malaysian Palm Oil Board (MPOB, 2015), kawasan penanaman kelapa sawit di Malaysia adalah sebanyak 5.6 juta hektar. Ia ditanam di seluruh negara terutamanya di Sabah, Sarawak, Johor dan Pahang.

Dalam aspek pengeluaran hasil tanaman, terdapat empat input penting perlu diberi perhatian utama iaitu air, baja, pengawalan makhluk perosak dan penyakit serta varieti tanaman. Dari segi kawalan serangga perosak ia boleh dilakukan dengan berkesan melalui kaedah Pengurusan Perosak Bersepadu (PPB) atau lebih dikenali sebagai Integrated Pest Management (IPM). Pengawalan Perosak Bersepadu merupakan satu konsep atau sistem pengawalan perosak tanaman yang menggabungkan kaedah-kaedah kawalan kultur, fizikal, biologi dan kimia secara bersepadu dan serentak dengan mengambil kira kesan terhadap petani, masyarakat dan alam sekitar (Dilipkumar dan Tang, 2013). Oleh itu, pengawalan perosak ini adalah penting dan sekiranya tidak dikawal dari peringkat awal ia akan menyebabkan kerugian yang besar kerana melambatkan pertumbuhan dan mengurangkan hasil. Serangan ini boleh berlaku di kawasan yang baru dibangunkan dan juga kawasan tanam semula (MPOB, 2000). Kerosakan tanaman ini adalah disebabkan oleh serangan daripada perosak utama iaitu kumbang badak.

Kumbang badak (*Oryctes rhinoceros* L.) adalah sejenis perosak yang merosakkan kelapa sawit yang pra matang, khususnya di kawasan penanaman semula pembakaran sifar (Rosidah, 2012). Kumbang ini turut dikenali sebagai kumbang tanduk dan berasal daripada keluarga Scarabaeidae di bawah order Coleoptera. Serangan kumbang ini berlaku dengan teruk sekiranya kawasan tersebut mempunyai tempat pembiakannya seperti tunggul mereput dan bahan organik yang mereput seperti habuk papan, tahi lembu dan tandan buah kosong (MPOB, 2000). Kitaran hidup bagi kumbang badak adalah di antara 5 – 7 bulan. Pada peringkat larva, *O. rhinoceros* biasanya berwarna kuning putih dan boleh berkembang sehingga kira-kira 60 – 100 mm panjang, atau lebih serta dengan kepalanya yang berwarna coklat gelap kehitaman (Wood, 1968). Kumbang ini bertelur dibahagian pucuk pokok kelapa sawit khususnya pokok muda dan larva akan makan pada bahagian tisu pokok yang lembut.

Menurut Dilipkumar dan Tang (2013), kumbang badak iaitu *Oryctes rhinoceros* yang juga dikenali sebagai kumbang tanduk sering menyerang pokok kelapa, kelapa sawit, nipah, pinang, nibong dan pokok palma hiasan. Setakat ini, tahap dan kesan kerosakan oleh *O. rhinoceros* sering diperhatikan dan direkodkan di ladang-ladang di seluruh negeri untuk membantu amalan pemantauan dan kawalan. Oleh itu, pelbagai langkah strategi kawalan

bersepadu perosak telah digunakan dalam ladang, penyelidikan yang berterusan dan perkembangan dijalankan untuk menambah baik langkah-langkah kawalan serta meningkatkan kefahaman mengenai kumbang badak ini (Manjeri *et al.*, 2014). Melalui kajian ini, larva *O. rhinoceros* telah dikutip di ladang-ladang kelapa sawit berhampiran kawasan Sg. Batang untuk menentukan masa kematian 24, 48, 72 dan 96 jam LD₅₀ dan LD₉₀ insektisid Neem, membandingkan ketoksikan LD₅₀ dan LD₉₀ antara Ladang Persendirian dan Ladang Syarikat Majulah Sdn. Bhd serta menentukan nisbah kerintangan (*Frequency Resistance*) mortaliti larva kumbang badak. Disini, dapat mengetahui jenis insektisid yang bersesuaian untuk digunakan oleh peladang disamping membantu bagi menangani masalah populasi larva kumbang badak. Pemilihan dua ladang yang berbeza telah dipraktikkan di dalam kajian ini, iaitu ladang yang pernah mengaplikasikan penggunaan racun di ladang mereka serta ladang yang tidak menggunakan racun.

Racun makhluk perosak ialah racun makhluk yang meliputi semua racun serangga, racun kulat, racun rumpai, racun tikus, racun siput dan racun makhluk lain yang digunakan dalam bidang pertanian. Sektor kesihatan umum, sektor perhutanan dan yang digunakan dalam rumah (Jabatan Pertanian, 2006). Ketoksikan racun makhluk perosak adalah kapasiti atau keupayaan untuk menyebabkan kecederaan atau penyakit. Selain itu, ketoksikan racun perosak tertentu ini telah dipilih melalui ujikaji melumpuhkan haiwan mengikut dos yang berbeza-beza bahan aktif dan setiap produknya akan dirumuskan. Bahan aktif adalah komponen kimia dalam produk racun perosak. Kedua-dua jenis ketoksikan adalah akut dan kronik. Menurut Organisasi Kooperasi Ekonomi dan Pembangunan (OECD), toksisiti akut dijelaskan sebagai kesan mudarat yang berlaku dalam masa yang singkat selepas pemberian dos tunggal atau dos berulang sesuatu bahan secara oral dalam tempoh 24 jam. Setakat ini, kajian ketoksikan insektisid terhadap larva *O. rhinoceros* tidak pernah dilaksanakan di negeri Sabah yang merupakan negeri terbesar penanaman kelapa sawit di Malaysia. Oleh itu, kajian awal harus dilakukan untuk menentukan tahap ketoksikan insektisid terhadap larva kumbang badak serta mengenal pasti racun yang bersesuaian untuk digunakan.

Setiap racun mempunyai tahap ketoksikan yang tersendiri sama ada ianya bahaya atau tidak kepada manusia dan juga haiwan. Racun perosak ini mempunyai kepekatan dos yang tersendiri bagi membunuh serangga, namun akan mendatangkan implikasi buruk

kepada manusia jika tidak dikawal. Kajian ketoksikan adalah perlu kerana ia boleh mengukuhkan penggunaan racun kimia dan racun organik dalam mengawal makhluk perosak. Selain itu, dapat mengkaji nilai dos efektif yang mampu membunuh 50% populasi larva kumbang badak melalui nilai (LC_{50}). Ujian LC_{50} mengukur kecenderungan dan potensi kemandirian organisma semasa pendedahan kepada bahan toksik tertentu (Saeed *et al.*, 2013). Melalui kajian ini, LC_{50} boleh dikira berdasarkan bilangan kematian organisma kajian dalam jangka masa 96 jam setelah dos tunggal atau berulang daripada beberapa julat dos digunakan. Kesan yang diperhatikan pada organisma kajian biasanya dipengaruhi oleh jumlah bahan aktif yang digunakan. Oleh itu, tujuan utama kajian ini adalah untuk merekodkan sebarang kesan negatif terhadap organisma kajian. Bagi kajian ini, racun berasaskan organik, telah dipilih iaitu neem.

Penyelidik di seluruh dunia kini memberi tumpuan kepada kepentingan neem dalam pertanian industri. Neem adalah ahli keluarga mahogany, meliaceae. Tumbuhan ini pada hari ini dikenali dengan nama botani *Azadirachta indica*. Menurut Singh dan Vivek (2011), pokok neem *A. indica*, adalah tumbuhan malar hijau tropika dengan penyesuaian yang luas. Tanaman ini berasal daripada India Burma dan telah dipindahkan ke Afrika Selatan dan Australia. Neem telah diiktiraf pada hari ini sebagai produk semulajadi yang banyak ditawarkan dalam menyelesaikan pertanian global, alam sekitar dan masalah kesihatan awam.

1.2 Justifikasi Kajian

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 sepertimana yang dilaporkan daripada daripada negara-negara jiran. Disebabkan oleh demikian, kajian bagi menentukan dos efektif untuk mengawal 50% populasi perosak ini dapat membantu petani mengawal populasi perosak pada tahap maksimum dengan menyembur insektisid pada tahap dos yang efektif dan mengelakkan pembaziran racun perosak dengan menggunakan dos secara optimal.

Setakat ini, hanya terdapat beberapa kajian penyelidikan dijalankan di kawasan sekitar jalan Sg. Batang dan Sg. Manila untuk mengetahui tahap ketoksikan racun organik tersebut. Penggunaan insektisid neem untuk mengawal larva kumbang badak di kelapa sawit adalah kurang digunakan. Hal ini kerana, racun serangga jenis ini lebih tertumpu kepada serangga pada sayur-sayuran dan buah-buahan. Selain daripada itu, racun ini lambat tindak balasnya terhadap larva kumbang badak. Pada masa yang sama, dapat menjimatkan kos bagi penggunaan racun neem, kerana ia di bawah kategori racun organik berbanding yang lain. Oleh kerana, ingin mengelakkan serangan daripada larva kumbang badak, kebanyakan peladang kelapa sawit menggunakan racun kimia secara kerap pada kadar yang tinggi.

Justera itu, kesan dari penggunaan racun kimia ini dapat memberikan impak yang buruk kepada alam sekitar dan boleh menyebabkan pencemaran air, udara dan tanah. Pengusaha ladang seharusnya mencari alternatif lain bagi mengurangkan kos pengeluaran. Kajian ini diharapkan dapat membantu para peladang kelapa sawit bagi menggunakan racun serangga mengikut dos yang sesuai dan tidak berlebihan bagi menjamin persekitaran yang baik. Selain itu, larva kumbang badak ini daya tahannya kuat walau disembur dengan racun. Oleh itu, kajian ini untuk menentukan ketoksikan insektisid neem ke atas larva kumbang badak dan melihat tindak balas faktor kerintangan antara dua buah ladang yang berbeza.

1.3 Objektif

Objektif kajian adalah seperti berikut:

1. Untuk menentukan masa 24, 48, 72 dan 96 jam (LD_{50}/LD_{90}) neem terhadap mortaliti larva *Oryctes rhinoceros* (L.) antara Ladang Persendirian (Ladang 1) dan Ladang Syarikat Majulah Sdn. Bhd (Ladang 2).
2. Untuk membandingkan tahap ketoksikan LD_{50} dan LD_{90} neem terhadap Ladang Persendirian dan Ladang Syarikat Majulah Sdn. Bhd terhadap mortaliti larva *Oryctes rhinoceros* (L.) di Sungai Batang, Sandakan.

3. Untuk menentukan faktor kerintangan (FR_{50}/FR_{90}) neem terhadap mortaliti larva *Oryctes rhinoceros* (L.) di Sungai Batang, Sandakan.

1.4 Hipotesis Kajian

Ho: Tidak terdapat perbezaan yang bererti bagi ketoksikan neem terhadap mortaliti larva kumbang badak (*O. Rhinoceros*L.) antara Ladang Persendirian dan Ladang Syarikat Majulah Sdn. Bhd mengikut masa atau mengikut pertambahan dos.

Ha : Terdapat perbezaan yang bererti bagi ketoksikan neem terhadap mortaliti larva kumbang badak (*O. Rhinoceros*L.) antara Ladang Persendirian dan Ladang Syarikat Majulah Sdn. Bhd mengikut masa atau mengikut pertambahan dos.

BAB 2

ULASAN PERPUSTAKAAN

2.1 Kelapa Sawit

Tanaman kelapa sawit di Malaysia adalah tanaman yang lebih daripada satu abad lamanya. Diperkenalkan sebagai tanaman hiasan pada tahun 1871, peneroka kelapa sawit telah meneroka secara komersial sebagai satu tanaman minyak bermula pada tahun 1911 apabila ladang kelapa sawit yang pertama telah ditubuhkan. Terdapat banyak yang ditulis mengenai tanaman, produk serta perdagangan komersial (Yusof *et al.*, 2000). Tanaman awal di Malaysia ini menggunakan benih kelapa sawit Afrika yang didatangkan dari Taman Botani Bogor di Sumatera. Kawasan penemuan awal tanaman kelapa sawit ini termasuklah hutan hujan tropika di Cameroon, Ivory Coast, Ghana, Liberia, Nigeria, Sierra Leone dan juga Togo.

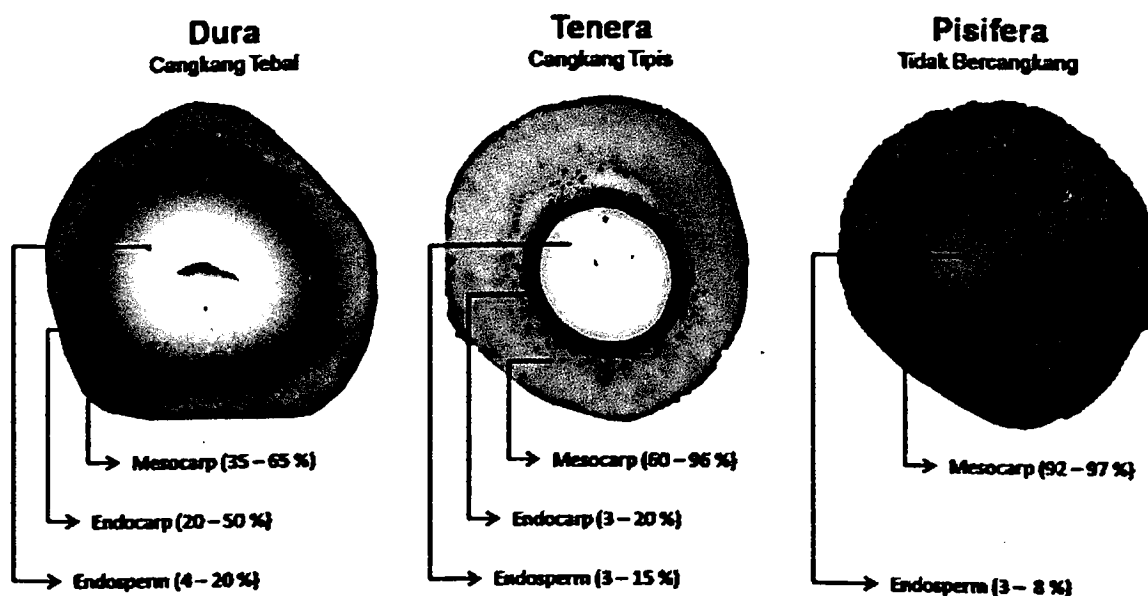
Jadual 2.1 Taksonomi Kelapa sawit

Famili	: Arecaceae
Subfamili	: Arecoideae
Tribus	: Cocoeae
Genus	: <i>Elaeis</i>
Spesis	: <i>E. guineensis</i>

Sumber: Cronquist, A. 1981



Menurut Wan (2006), kelapa sawit di Malaysia boleh diklasifikasikan kepada tiga jenis bentuk buah berdasarkan ketebalan tempurung, iaitu *dura* (tempurung tebal), *tenera* (tempurung nipis) dan *pisifera* (tiada tempurung). Dari segi penghasilan minyak kelapa sawit, spesis *tenera* menghasilkan minyak yang lebih banyak berbanding *dura* kerana perbezaan ketebalan tempurung. Kelebihan tenera ini membawa kepada penanaman secara meluas di Malaysia bermula dari tahun 1961 (Wan, 2006). Hasil utama daripada kelapa sawit iaitu minyak kelapa sawit mempunyai banyak kegunaan terutamanya dalam industri makanan. Selain itu, produk sampingan yang dihasilkan mempunyai kegunaan yang banyak dalam kehidupan manusia pada hari ini. Malaysia pada hari ini telah dianggap sebagai negara gergasi dari segi pengeluaran bahan-bahan mentah seperti kelapa sawit, getah dan kayu balak tropika. Walau bagaimanapun, terdapat pelbagai halangan dan dugaan yang dihadapi oleh penanam dan penyelidik sepanjang proses tersebut. Ditengah-tengah pelbagai masalah yang timbul akibat serangan oleh *O. rhinoceros* L. telah menjadi dilema yang tidak henti-henti dihadapi oleh penanam kelapa sawit di Malaysia. Hal ini kerana, serangan kumbang badak menyebabkan kehilangan produktiviti dan menyebabkan kematian bagi tanaman (Manjeri *et al.*, 2014).



Rajah 2.1 Jenis-jenis bentuk buah kelapa sawit

Sumber: Sitibadriah, 2015

2.1.1 Morfologi Kelapa Sawit

Kelapa sawit termasuk dalam tumbuhan pokok yang tingginya dapat mencapai 24 meter. Bunga dan buahnya berupa tandan, serta bercabang dengan banyak. Buahnya kecil dan apabila masak akan bertukar warna menjadi merah kehitaman dan isi buah di dalamnya adalah padat. Tanaman kelapa sawit dapat dibezakan menjadi dua bahagian iaitu bahagian vegetatif dan bahagian generatif. Bahagian vegetatif kelapa sawit meliputi akar, batang dan daun, manakala bahagian generatif terdiri daripada bunga dan buah.

Akar pokok kelapa sawit berfungsi sebagai penyerap nutrien di dalam tanah dan respirasi tumbuhan, disamping sebagai penimbal berdirinya tanaman pada ketinggian yang mencapai puluhan meter sehingga tanaman berumur 25 tahun. Secara umum, sistem perakaran kelapa sawit lebih banyak berada dekat dengan permukaan tanah, tetapi pada keadaan tertentu akar juga dapat menjelajah lebih dalam (Yusof *et al.*, 2004).

Kelapa sawit merupakan tanaman monokotil, iaitu tanaman yang batangnya tidak mempunyai kambium dan secara umumnya tidak bercabang. Batangnya berfungsi sebagai penimbal serta tempat menyimpan dan mengangkut makanan. Batang tanaman berbentuk silinder dengan diameter 20 cm - 75 cm. Pertambahan saiz batang tanaman kelapa sawit akan lebih jelas setelah tanaman mencecah umur empat tahun.

Daun kelapa sawit membentuk susunan majmuk, bersirip genap dan mempunyai tulang yang selari. Daun-daun membentuk satu pelepah yang panjangnya mencapai lebih daripada 7-9 meter. Selain itu, jumlah anak daun di setiap pelepah adalah diantara 250-400 helai. Jumlah pelepah, panjang pelepah dan jumlah anak daun adalah bergantung pada umur tanaman.

Tanaman kelapa sawit ini akan berbunga pada umur 14 hingga 18 bulan. Bunganya berbentuk rumpun yang padat. Setiap bunganya bersaiz kecil, dengan tiga sepal dan tiga kelopak. Buahnya memakan 5 hingga 6 bulan untuk masak dari masa pendebungaan. Terdapat dua jenis bunga yang berbeza pada tanaman kelapa sawit ini, iaitu bunga jantan dan bunga betina dalam satu tanaman dan masing-masing terangkai dalam satu tandan. Pembiakannya adalah melalui penyemaian biji-biji (Fairus, 2014).

RUJUKAN

- Anis, J., Premila, K. S., Nisha, V. G., Soorya R., dan Sarika M. S. 2010. Safety of Neem Products to Tetragnathid Spiders in Rice Ecosystem. *Journal of Biopesticides* **3 (1)**: 88-89
- American Public Gardens Associations, 2012. Field Guide: Coconut Rhinoceros Beetle. http://www.plantheroes.org/sites/default/files/CRB_FieldGuide_compressed.pdf
Diakses pada 8 Oktober 2016. Disahkan pada 31 Oktober 2016
- Aikins, J. A dan Wright, D. J. 1985. Toxicity of DDT and Malathion to Various Larval Stages Of *Memestra brassicae* L. *Pesticides Science* **16(1)**: 73-80
- Abdelrahim, S. 2013. Insecticidal Effects of Neem (*Azadirachta Indica* A. Juss) Oils Obtained From Neem Berries Stored At Different Periods. *International Journal of Science and Technology*. **6(2)**: 330-337
- Bedford, G.O. 1976. Observations on the Biology and Ecology of *Oryctes rhinoceros* and Scapanes Australis: pests of coconut palms in Melanesia. *J Aust Entomol Soc* **15**: 241-251
- Council of Europe. 1992. Pesticide: 7th edition. Strasbourg: council of Europe, publishing and documentation service.
- Chandrika, M. dan Nair, C.P.R. 2000. Effect of *Clerodendron infortunatum* on Grubs of Coconut Rhinoceros Beetle, *Oryctes rhinoceros*. In Muraleedharan, N., Rajkuma. R, editors. Recent advances in Plantation Crops Research
- Dennis, S.H. 1997. Pest Definitions. The Economic Importance of Insects. Netherlands: Springer
- Daud, I.T. 2007. Sebaran Serangan Hama Kumbang Kelapa *Oryctes rhinoceros* (Coleoptera: Scarabaeidae) di Kecamatan Mattirobulu Kabupaten Pinrang. *Prosiding Seminar Ilmiah dan Pertemuan Tahunan PEI dan PFI XVIII Komda Sul-Sel*: 306-318.
- Dilipkumar dan Tang. M, S.B. 2013. Pengurusan Bersepadu Kumbang Badak dan Kumbang Jalur Merah – Perosak Utama Tanaman Kelapa: Buletin Teknologi MARDI Bil. **4**: 51 – 59
- Finney, D. J. dan W. L. Stevens. 1948. "A Table for the Calculation of Working Probits and Weights in Probit Analysis." *Biometrika* **35(2)**: 191-201.
- Finney, D. J. dan W. L. Stevens. 1971. "A Table for the Calculation of Working Probits And Weights in Probit Analysis." *Biometrika* **35(1-2)**: 191-201
- FAO. 2000. Inter-Country Programmed for the Development and Application of Integrated Pest Management in Vegetable Growing in South and South-East Asia. 2000. Cabbage Integrated Pest Management: An Ecological Guide. Vientiane, Lao PDR, PP. 229- 231.
- Fauziah, I., Mohd, N., M.T. dan Mohd, R. 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
- Fairus, M. H., 2014. Minyak Sawit Berpotensi di Pakistan. *Berita Sawit*, 8 Februari, 1
- Gressitt, J. L. 1953. The Coconut rhinoceros beetle (*Oryctes rhinoceros*) with Particular Reference to the Palau Islands. Bernice P. Bishop Museum, Honolulu, HI. PP 1-157
- Gandhi, M.1988. Acute Toxicity Study of the Oil from *Azadirachta Indica* Seed (neem oil). *Journal of Ethnopharmacology*. **23(1)**: 39-51
- Huger AM. 1966. A Virus Disease of the Indian Rhinoceros Beetle *Oryctes Rhinoceros* (L.)

Caused By A New Type Of Insect Virus, Rhabdionvirus Oryctes Gen. Invertebra Path. **1966(8)**: 38-51.

- Hidayati Hamdan. 2010. Perubahan Tahap Kerintangan Dalam Nyamuk *Culex uinquefasciatus*, *Aedes aegypti* dan *Aedes albopictus* Terhadap Insektisid Malathion, Permethrin dan Temephos. Disertasi Ijazah Doktor Falsafah. Universiti Malaya
- Heong. K.L., Tan, K.H., Garcia. L. T., Fabellar dan Lu, Z. 2010. Research Method in Toxicology and Insecticides Resistance Monitoring of Rice Plantoppers. Manila Philippines: International Rice Research Institute.
- IRAC. 2014. Resistance Management for Sustainable Agriculture and Improved Public Health. <http://www.irc-online.org/> Diakses pada 29 November 2016. Disahkan pada 1 Disember 2016
- Jabatan Pertanian. 2006. <http://www.doa.gov.my/pesticide-control-> Diakses pada 1 November 2016. Disahkan pada 23 November 2016.
- Jiang, J., Patarroyo, C., Garcia, Cabanillas D., Zheng H. dan Laliberté, J. F. 2015. The Vesicle-Forming 6K2 Protein of Turnip Mosaic Virus Interacts with the COPII Coatmer Sec24a for Viral Systemic Infection. *J. Virol.* 89 6695–6710. 10.1128/JVI.00503-15
- Lever, R. J. 1969. Pest of the Coconut Palm. Food and Agriculture Organization of the United States
- Lim, G. S. 1990. Integrated Pest Management of Diamondback Moth: Practical Realities. Pest and Beneficial Organisms unit, Fundamental Research Division, MARDI, Serdang, Selangor, Malaysia.
- LeOra Software. 2002. POLO-PC Probit and Logit Analysis. User's manual, 28 pp. Berkeley, California.
- Malaysian Palm Oil Board F1, 15/2000. Perosak Sawit Dan Kawalan Berkesan
- Mota, S. D., Bills, P. S. dan Whalon M.E. 2002 Arthropod Resistance to Pesticide: Status And Overview. In: Wheeler WB (Ed.) *Pesticides in Agriculture and the Environment*. Marcel Dekker, Inc., New York, PP: 241-272.
- Mohan, K. dan Padmanaban, A. M. 2013. Biototoxicity Assay of Neem (*Azadirachta indica*) Products and Distillery Effluent on the Third Instar Larvae of Coconut Rhinoceros Beetle *Oryctes rhinoceros*. *International Journal of Pharma and Bio Sciences* **4(4)**: 102 – 110
- Min, Z.R., Feng, D.J., Hua, C. J., dan Jie, J. 2013. The Sublethal Effects of Chlorantraniliprole on *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidea). *Journal of Integrative Agriculture* **12(3)**: 457-466
- Manjeri, G., Muhamad, R. and Soon, G.T. 2014. *Oryctes rhinoceros* Beetles, an Oil Palm Pest in Malaysia: *Annual Research & Review in Biology* **4 (22)**: 3429 – 3439
- Muhamad, R., Manjeri, G., dan Soon, G.T. 2014. *Oryctes rhinoceros* Beetles, an Oil Palm Pest in Malaysia: *Annual Research & Review in Biology* **4 (22)**: 3429 – 3439
- Malaysian Palm Oil Board, 2015. Economics & Industry Development Division, MPOB Area 2015
- National research council. 2000. The Future Role of Pesticides in US Agriculture. Washington, D.C: National Academic Press.
- Nauen, R. dan Denholm, I. 2007. Resistance of Insect Pests to Neonicotinoid Insecticides: Current Status and Future Prospects. *Arch Insect Biochem Physiol* **58**: 200-215.
- Prawirosukarto, S., R, Y. Purba, C. Utomo dan A. Susanto. 2003. Pengenalan dan Pengendalian Hama dan Penyakit Tanaman Kelapa Sawit. *Pusat Penelitian Kelapa Sawit, Medan. Sumatera Utara*. Hal. 2-9
- Rembold, H. 1995. Growth and Metamorphosis. The neem Tree *Azadirachta indica*, A. juss and other Meliaceae Plants. Cambridge, Tokyo, VCH.



- Ramlee, dan Siti, R. 1999. Impact of *Metarhizium anisopliae* (Deuteromycotina: Hyphomycetes) Applied by Wet and Dry Inoculums on Oil Palm Rhinoceros Beetles, *Oryctes rhinoceros* (Coleoptera: Scarabaeidae). *J. Oil Palm Res.* **11(2)**: 25-40
- Ranjberi, S. Mohammad Hassan, S dan Aramideh, S. 2011. Insecticidal Effect of *Bacillus Thuringiensis var Kurstaki* on the Various Instar Larvae of *Plutella Xylostell L.* (Lepidoptera: Plutellidae) Under Laboratory Condition. *Egypt Academic Journal Biology Science* **3(1)**: 27-32
- Rosidah Radzian. 2012. Malaysia, Indonesia lawat AS atasi isu sawit. *Berita Sawit*, 7 April, 2
- Robin, M., Nicolas. D., Joel, S. dan Gilles, E.S. 2013. Major Pesticides Are More Toxic to Human Cells Than Their Declared Active Principles. *Biomed Research International*. Volume 2014, Article ID 179691.
- Schmutterer, H., Ascher, K.R.S. dan Rembold H. 1981. Proceedings First International Neem Conference Rottach.
- Sparks, T.C., Shour, M.H. dan Wellemeyer, E. G. 1982. Temperature- Toxicity Relationships Of Pyrethroids on Three Lepidopterans. *Journal Economy Entomology* **75**: 643-646
- Singh, S. P., Chavi, M. S., Raheja, A.K. dan Kraus, W. 1996. *Neem and Environment*, Science Publishers, INC.
- Singh. Vivek, K. 2011. *Neem: Herbal Medicinal Plant*. 1th edition. Forest Science Birsra Agricultural University Kanke, Ranchi
- Subbalakshmi, L., Muthukrishnan, P dan. Jeyaraman, S. 2012. Neem products and Their Agricultural Applications. *JBiopest*, **5**: 72-76
- Saeed, Z., Hossein, V., Maryam, R. dan Musa, Z. D. 2013. Acute Toxicity and Accumulation of Iron, Manganese and, Aluminum in Caspian Kutum Fish (*Rutilus kutum*). *Iranian Journal of Toxicology* **8 (24)**: 1028
- SitiBadriah, 2015. Manfaat Kelapa Sawit. <http://obatlukadiabetes.gov7.net/mencari-tau-manfaat-kelapa-sawit/>. Diakses pada 28 Desember 2016. Disahkan pada 4 Januari 2017
- Timothy. dan John, D. 1993. Managing Pesticide Resistance. <http://jenny.tfrec.wsu.edu/opm/displayspecies.php?pn=-70>. Diakses pada 10 Ogos 2016. Disahkan pada 6 September 2016
- Tomlin, C. 2000. *The Pesticides Manual: 12th Edition*. Farham, Surrey: BCPC Publication.
- Universiti Putra Malaysia. 2012. Operasi Perkhidmatan Sokongan: *Buku Panduan Tanaman Kelapa Sawit*
- Tetteh, F.M. dan Glover, M. A. 2008. Effect of Pesticide Application Rate on Yield of Vegetables and Soil Microbial Communities. *West African Journal of Applied Ecology*, Vol. **(12)**: 1-7.
- Utusan. 2011. Felda Pasang Perangkap Basmi Kumbang. 29 Mac
- Universiti Putra Malaysia. 2012. Operasi Perkhidmatan Sokongan: *Buku Panduan Tanaman Kelapa Sawit*
- Umarsih. 2013 Hama Kumbang Badak (*Oryctes rhinoceros L.*) Pada Tanaman Kelapa Sawit (*Elaeis guinensis Jacq.*) Di Indonesia.
- Utusan, 2016. Malaysia Kekal Pengeluar Utama Minyak Sawit Dunia. 13 October
- Wood B.J. 1968. *Pest of Oil Palms in Malaysia and their Control*. Kuala Lumpur, Malaysia: Incorporated Society of Planters
- Winteringham, F. P. W. 1969. *Ann. Rev. Ent.*, **14**, 409-442

- Wood, B.J. 1971. Development of Integrated Control Programs for Pests of Tropical Perennial Crops in Malaysia. *In Proceedings of an AAAS Symposium on Biological Control, held at Boston, Massachusetts*. P. 422-430.
- Wearing, C.H. 1981. Integrated Pest Management: Progress and Prospect, With Special Reference to Horticulture. *New Zealand Journal of Experimental Agriculture* **10**: 87-94
- Wells, D. S., Rock, G. C. dan Dauterman, W. C. 1983. Studies on the Mechanism Responsible For Variable Toxicity of Azinphosmethyl to Various Larval Instars of the Tufted Apple Budmoth, *Platynota idaeusalis*. *Pesticide Biochemical Physiology* **20**: 238-245
- Winand K. 2006. Toxicity of Pesticides. Penn State College of Agricultural Sciences
- Wan Fadzrul Izuan B. Umar Ali Saifuddin. 2006. *Peramalan Pengeluaran Minyak Isirung Sawit Malaysia*. Disertasi Sarjana Muda Sains. Universiti Malaysia Sabah
- Wallace, H. A. 2007. Principles and Methods of Toxicology: 5th Edition. America: CRC Press
- Denholm, I. dan Devine, G.J. 1998. *Bulletin of Entomological Research* **88**: 601-610
- Yusof, B., Jalani, B. S. dan Chan, K. W. 2000. *Advances in Oil Palm Research*. Volume I and Volume II, MPOB, Bangi. PP 1-782, 783-1526.
- Yusof, B. dan Chan, K. W. 2004. The Oil Palm and Its Sustainability: *Journal of oil palm research* **16 (1)**: 1-10
- Yusof, B., Balu. dan Chandramohan, N. 2004. Palm Oil: The Driving Force of Worlds Oil and Fat Economy. *Oil Palm Industry Economic Journal* **14**: 1-9