

KAJIAN KEBERKESANAN SISA EKSTRAK PATCHOULI  
(*POGOSTEMON CABLIN*) TERHADAP KESAN MENGHALAU TIKUS SAWAH  
(*RATTUS ARGENTIVENTER*)



WAN NORLINDA ROSHANA BINTI MOHD NAWI

Tesis diserahkan sebagai memenuhi keperluan  
untuk penganugerahan  
Ijazah Sarjana Kejuruteraan (Kimia)

UMP

Fakulti Kejuruteraan Kimia dan Sumber Asli  
UNIVERSITI MALAYSIA PAHANG

MAC 2012



**Ijazah Sarjana Kejuruteraan (Penyelidikan)**

Tesis diserahkan sebagai memenuhi keperluan  
untuk penganugerahan  
Ijazah Sarjana Kejuruteraan (Kimia)

**UMP**

## PENGAKUAN PENYELIA

Kami dengan mengaku telah memeriksa tesis ini dan pada pendapat kami, tesis ini memuaskan dan mencukupi dari segi kualiti dan skop untuk penganugerahan Ijazah Sarjana Kejuruteraan (Kimia).

Tandatangan:.....

Nama Penyelia Utama: **PROFESOR DATO' DR. HAJI ROSLI BIN MOHD YUNUS**

Jawatan: **PROFESOR/ TIMBALAN NAIB CANSOLOR**

**(PENYELIDIKAN & INOVASI)**

**UNIVERSITI MALAYSIA PAHANG**

Tarikh: 16 Mac 2012

Tandatangan:.....

Nama Penyelia Bersama: **DR. NORAZWINA BINTI ZAINOL**

Jawatan: **PENSYARAH KANAN**

**UNIVERSITI MALAYSIA PAHANG**

Tarikh: 16 Mac 2012

**UMP**

## PENGAKUAN PELAJAR

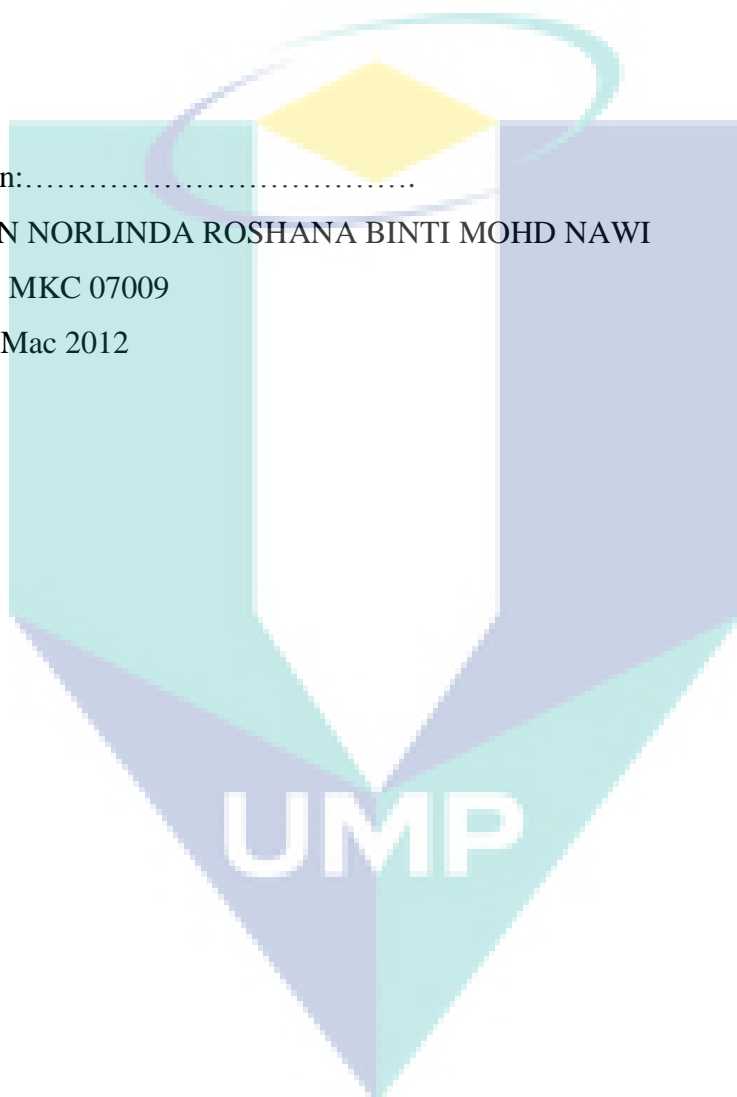
Saya dengan ini mengaku bahawa tesis ini adalah hasil kerja saya sendiri kecuali petikan-petikan atau rumusan-rumusan yang mana telah diberi penghargaan. Tesis ini tidak pernah diterima untuk mana-mana ijazah dan belum pernah dihantar untuk mana-mana penganugerahan ijazah lain.


Tandatangan:.....

Nama: WAN NORLINDA ROSHANA BINTI MOHD NAWI

No. Matrik: MKC 07009

Tarikh: 16 Mac 2012





Dedikasi khas buat:

Suami tercinta; Muhammad Faizal bin Zainal Abidin

Anakanda dikasihi; Umairah binti Muhammad Faizal

Bapak & Ibu (Mohd Nawī bin Namat & Isye Washilah Moch Romli)

Abah & Mak (Zainal Abidin bin Mat Saleh & Normah binti Ibrahim)

Ahli keluarga tersayang,

Sahabat-sahabat,

Alhamdulillah.

Terima kasih semua.

UMP

## PENGHARGAAN

Alhamdulillah, berkat limpah kurnia dengan keizinan-Nya, saya berjaya menyiapkan tesis ini dengan penuh kesabaran, ketekunan dan keazaman.

Sekalung penghargaan yang tidak terhingga buat Prof. Dato' Haji Rosli bin Mohd Yunus selaku penyelia utama atas didikan, dorongan, bantuan, tunjuk ajar dan segala-galanya yang telah diberikan sepanjang penyelidikan ini. Jutaan terima kasih penuh ikhlas dari saya buat beliau dan keluarga kerana telah meluangkan sebahagian besar masanya tidak kira di mana untuk membantu dan membetulkan segala kesilapan dan kekurangan saya sepanjang menyiapkan tesis ini. Tidak terkecuali juga buat penyelia bersama, Dr. Norazwina bin Zainol atas kerjasama dan didikan yang diberikan sepanjang kerja penyelidikan serta banyak mendorong saya untuk lebih bersemangat dan berjaya di lapangan ini.

Penghargaan buat UMP kerana bantuan kewangan yang diberikan termasuk biasiswa dan geran penyelidikan untuk menjalankan kerja-kerja penyelidikan dan pembiayaan dalam menghadiri persidangan-persidangan yang bermanfaat.

Justeru jutaan terima kasih juga kepada semua staf Fakulti Kejuruteraan Kimia dan Sumber Asli (FKKSA), terutama pensyarah-pensyarah dan unit teknikal FKKSA yang banyak memberi tunjuk ajar atas kepakaran masing-masing dalam perkongsian ilmu dan penggunaan peralatan sepanjang kerja-kerja kajian. Terima kasih juga buat warga MARDI Seberang Perai, Pulau Pinang terutama En. Badrul Amzah, Pak Soh dan Pak Noh yang bersedia memberi kerjasama dan membantu saya ketika saya mengalami kesukaran dalam mengendalikan kerja-kerja penyelidikan. Tidak ketinggalan juga terima kasih buat sahabat-sahabat yang banyak memberi tunjuk ajar, dorongan dan segala bentuk bantuan secara langsung mahupun tidak langsung.

Akhirnya, penghargaan tidak terhingga buat keluarga tersayang yang banyak membantu, memberi galakan, dorongan, semangat yang tidak terhingga terutama buat suami yang sentiasa memahami dan menjadi tonggak utama kejayaan saya. Kasih sayang dan pengorbanan beliau memberikan seribu kekuatan untuk saya meneruskan perjuangan ini. Juga kepada anakanda tersayang yang membuatkan saya lebih tekun dan penuh keazaman. Begitu juga kepada kedua ibubapa, ibubapa mertua dan ahli keluarga yang banyak membantu dan sentiasa mendoakan kejayaan dan kebahagiaan saya. Tanpa doa dan sokongan kalian, saya tidak mungkin dapat menyiapkan tesis ini hingga ke akhirnya. Terima kasih.

Akhir kata, semoga ia memberi manfaat kepada semua yang membacanya.

Syukur ke hadrat-NYA.

## ABSTRAK

Kajian mengenai penggunaan bahan semulajadi minyak pati tumbuhan kian giat dijalankan oleh para penyelidik sebagai alternatif terhadap racun perosak. Minyak patchouli merupakan salah satu sumber minyak pati yang dilaporkan berpotensi menghalau makhluk perosak ini. Walau bagaimanapun, isu menggunakan minyak patchouli yang diekstrak dalam menangani masalah makhluk perosak ini dilihat tidak ekonomi dan memberikan pulangan nilai yang rendah kerana minyak patchouli mendapat permintaan tinggi terutama dalam industri minyak wangi, kosmetik dan farmasi. Maka kerana itu, kajian yang dijalankan adalah untuk mengkaji kemungkinan menggunakan sisa ekstrak patchouli sebagai bahan untuk menghalau tikus sawah. Kajian awal dalam menentukan kandungan maksimum minyak patchouli di dalam *Pogostemon cablin* (salah satu spesies tanaman patchouli) berdasarkan sela masa 4 jam setiap pengekstrakan telah menghasilkan sebanyak 2.5 % (berat/berat) minyak patchouli selepas tempoh 24 jam penyulingan hidro. Hasil analisis menggunakan kromatografi gas spektrometer jisim (GCMS) mendedahkan bahawa komponen *patchouli alcohol* adalah komponen aktif utama minyak patchouli, dengan julat kandungan sebanyak 36.0 % hingga 47.0 %. Oleh itu, kajian mengenai penyejatan semulajadi minyak patchouli menggunakan pengekstrakan fasa pepejal mikro (SPME) telah difokuskan terhadap penyejatan *patchouli alcohol* pada persekitarannya. Model regresi kuadratik dengan nilai regresi,  $R^2 = 0.9818$ , adalah mewakili model terbaik untuk penyejatan semulajadi *patchouli alcohol* merujuk kepada masa pendedahan. Daripada kajian awal mengenai kesan minyak patchouli ke atas tikus menggunakan tiub PVC silinder yang telus dan mendatar, membawa kepada pembangunan metodologi dalam menjalankan kajian sisa pengekstrakan sebagai penghalau tikus. Keberkesanan minyak patchouli terhadap kesan menghalau tikus sawah telah dipantau berdasarkan lokasi tikus sawah di dalam bekas eksperimen dan aktiviti-aktiviti tingkahlaku yang menunjukkan tindakbalas terhadap kehadiran *patchouli alcohol* pada persekitaran semasa tempoh pendedahan sampel. Menggunakan 60 mg sampel yang mewakili kandungan minyak dalam sisa pengekstrakan patchouli daripada pengekstrakan ke-5 (berdasarkan sela masa 4 jam setiap pengekstrakan) dan menggunakan model kuadratik yang dicadangkan, didapati bahawa selepas 30 minit masa pendedahan, dengan anggaran kandungan *patchouli alcohol* (PA) 0.129 mg di persekitaran, tikus-tikus sawah adalah terkesan dan menghindari umpan-sampel. Ia juga diperhatikan bahawa selepas 50 minit masa pendedahan, pada anggaran kepekatan 0.238 mg PA di persekitaran, menunjukkan perubahan aktiviti dan kelakuan kepada tikus-tikus sawah yang terdedah. Keberkesanan minyak patchouli terhadap tikus adalah berkaitan dengan deria bau yang sangat peka (*olfactory system*) yang dimiliki oleh spesies tersebut. Oleh sebab itu, hasil kajian membuat kesimpulan bahawa sisa pengekstrakan patchouli yang masih mengandungi minyak patchouli adalah mencukupi memberi kesan menghalau kepada tikus sawah.

## ABSTRACT

Study on the usage of natural material such as essential oil from plants as new alternative to chemical insecticides and pesticides has been actively conducted by researchers. Patchouli essential oil is a new source of material that seems to be of potential to repel insects and pesticides. However, the issue of using extracted patchouli oil as insects and pesticides repellent seems to be costly and of low value return since patchouli oil is of high demand especially in fragrant, cosmeceutical and pharmaceutical industries. The present study was, hence, conducted to investigate the possibility of using patchouli extraction waste as agent for rat repellent. Initial study on the maximum content of patchouli oil in samples of *Pogostemon cablin* (a type of patchouli plant) via 4 hourly sequence of hydrodistillation yielded 2.5 % (weight/weight) oil after 24 hours extraction. Analysis via gas chromatography mass spectrometer (GCMS) revealed that patchouli alcohol is the main component of patchouli oil, with content ranges from 36.0 % to 47.0 %. Hence, study on natural evaporation of patchouli oil via solid phase microextraction (SPME) was focused on the evaporation of patchouli alcohol to the surrounding. A quadratic regression model with correlation,  $R^2 = 0.9818$ , represents the best fit for the natural evaporation of patchouli alcohol with respect to the exposure time. From preliminary study on the effect of patchouli oil on rats using a transparent horizontal cylindrical pvc tube gave rise to the development of the methodology in carrying out the study of the extraction waste as rat repellent. The effectiveness of patchouli oil in repelling the paddy field rats was monitored based on the location of rat in the experimental box and the behavioral activities it showed in response to the presence of patchouli alcohol in the atmosphere with respect to exposure time. Using 60 mg sample, which represents oil content in the extraction waste from the 5<sup>th</sup> 4 hourly extraction, and using the proposed quadratic model, it was found that after 30 minutes of exposure time, with estimation of PA content, 0.129 mg in the surrounding, the rats were effectively repelled from the oil-sample bait. It was also observed that after 50 minutes of exposure time, estimated releasing 0.238 mg patchouli alcohol (PA) to the surrounding showed behavioral effect to the exposed rats. The effectiveness of the patchouli oil on rats was related to the olfactory system it possesses. Hence, the study concluded that the waste from the patchouli extraction still contained sufficient patchouli essential oil is repellent to paddy field rats.



## SENARAI KANDUNGAN

		<b>Mukasurat</b>
<b>PENGAKUAN PENYELIA</b>		ii
<b>PENGAKUAN PELAJAR</b>		iii
<b>DEDIKASI</b>		iv
<b>PENGHARGAAN</b>		v
<b>ABSTRAK</b>		vi
<b>ABSTRACT</b>		vii
<b>SENARAI KANDUNGAN</b>		viii
<b>SENARAI JADUAL</b>		xii
<b>SENARAI RAJAH</b>		xiii
<b>SENARAI SIMBOL</b>		xvi
<b>SENARAI SINGKATAN</b>		xvii
<b>BAB 1</b>	<b>Pengenalan</b>	
1.1	Latar Belakang Kajian	1
1.2	Penyataan Masalah	4
1.3	Objektif Kajian	6
1.4	Skop Kajian	6
1.5	Kepentingan Kajian	7
1.6	Batasan Kajian	7
<b>BAB 2</b>	<b>Kajian Literatur</b>	
2.1	Pendahuluan	8
2.2	Pengenalan Haiwan Perosak	9
	2.2.1    Kesan Tikus Sebagai Perosak	10
	2.2.2    Habitat dan Tingkahlaku Tikus	11
2.3	Kawalan Terhadap Tikus Perosak	13
	2.3.1    Racun Tikus	13
	2.3.2    Memasang Perangkap	15

2.3.3	Kaedah Biologi dan Lain-lain	15
2.4	Tikus Sawah	16
2.4.1	Data Serangan Tikus Sawah	17
2.4.2	Pengurusan Kawalan Tikus Sawah	19
2.5	Perkembangan Kaedah Kawalan Perosak	21
2.5.1	Racun Perosak	21
2.5.2	Kesan Buruk Racun Perosak	22
2.5.3	Pembangunan Bahan Penghalau Tumbuhan	23
2.6	Minyak Pati	24
2.6.1	Keberkesanan Minyak Pati sebagai Bahan Penghalau	25
2.6.2	Ketoksikan Minyak Pati	26
2.7	Tanaman Patchouli	27
2.7.1	Jenis Tanaman Patchouli	28
2.7.2	Kegunaan Minyak Patchouli	29
2.7.3	Pasaran Minyak Patchouli	30
2.7.4	Komponen Aktif Minyak Patchouli	31
2.7.5	Patchouli Alcohol	33
2.8	Faktor Mempengaruhi Hasil Ekstrak Minyak Patchouli	36
2.9	Pengekstrakan Minyak Patchouli	38
2.9.1	Kaedah Penyulingan Minyak Pati	38
2.9.2	Penyulingan Hidro	39
2.9.3	Teori Penyulingan Hidro	41
2.9.4	Prinsip Perpindahan Jisim	44
2.10	Analisis Komponen Minyak Pati	46
2.10.1	Kromatografi Gas (GC)	46
2.10.2	Kromatografi Gas Spektrometer Jisim (GCMS)	47
2.10.3	Pengekstrakan Fasa Pepejal Mikro (SPME)	47

### **BAB 3           METODOLOGI KAJIAN**

3.1	Pendahuluan	50
3.2	Pengekstrakan Patchouli	51
3.2.1	Penyediaan Sampel	52
3.2.2	Prosedur Penyulingan Hidro	52

3.2.3	Masa Pengekstrakan	54
3.3	Analisis Minyak Ekstrak Patchouli	55
3.4	Pemeruapan Minyak Patchouli	56
3.4.1	Berat Sampel	59
3.4.2	Tempoh Masa Dedahan	59
3.5	Analisis Model Regresi	60
3.6	Kajian Awal Kesan Patchouli	61
3.6.1	Ujikaji Kaedah Silinder	61
3.6.2	Pemerhatian Kelakuan/Sifat Normal Tikus Sawah	62
3.6.3	Prosedur Awal Ujikaji Umpan Makanan	63
3.6.4	Umpan Campuran Sisa Ekstrak Patchouli Kosong	64
3.6.5	Umpan Campuran Minyak Patchouli	66
3.7	Ujikaji Menghalau Tikus Sawah	67
3.7.1	Pemerhatian Kesan Menghalau	69
3.7.2	Pemerhatian Kelakuan/Keaktifan	69
3.7.3	Pemerhatian Pilihan Umpan Makanan	70
<b>BAB 4</b>	<b>DATA ANALISIS DAN PERBINCANGAN</b>	
4.1	Pendahuluan	71
4.2	Profil Pengekstrakan Patchouli	73
4.3	Analisis Minyak Patchouli Menggunakan GCMS	78
4.3.1	Komponen Aktif Minyak Patchouli	79
4.3.2	Kesan Kualiti Minyak Pati Terhadap Tempoh Pengekstrakan	82
4.4	Trend Pemeruapan Minyak Patchouli	85
4.4.1	Komposisi Patchouli alcohol yang Meruap	87
4.4.2	Model Persamaan Regresi Pemeruapan Patchouli alcohol	91
4.5	Pembangunan Rekabentuk Ujikaji Keberkesanan Patchouli Sebagai Penghalau Tikus	96
4.5.1	Ujian Awal Keberkesanan Patchouli	96
4.5.2	Ujian Pemakanan Tikus Sawah	99
4.5.3	Rekabentuk Kaedah Ujikaji Menghalau	102

4.6	Kajian Keberkesanan Terhadap Tikus Sawah	106
4.6.1	Kesan Menghalau Terhadap Tikus Sawah	107
4.6.2	Kesan Menghalau Terhadap Pemakanan Tikus Sawah	110
4.6.3	Kesan Ketoksikan Terhadap Tikus Sawah	113
4.6.4	Aplikasi Keberkesanan Sisa Ekstrak Patchouli sebagai Penghalau Tikus Sawah	128

## **BAB 5 KESIMPULAN DAN CADANGAN**

5.1	Kesimpulan	132
5.2	Cadangan Penyelidikan	134

<b>RUJUKAN</b>	136
----------------	-----

### **LAMPIRAN**

A	Data Pengekstrakan	145
B	Data Analisis Komponen	147
C	Data Pemeruapan	153
D	Data Ujikaji Tikus Sawah	157
E	Data Model Analisis	163
F	Senarai Persidangan dan Penerbitan	166



UMP

## SENARAI JADUAL

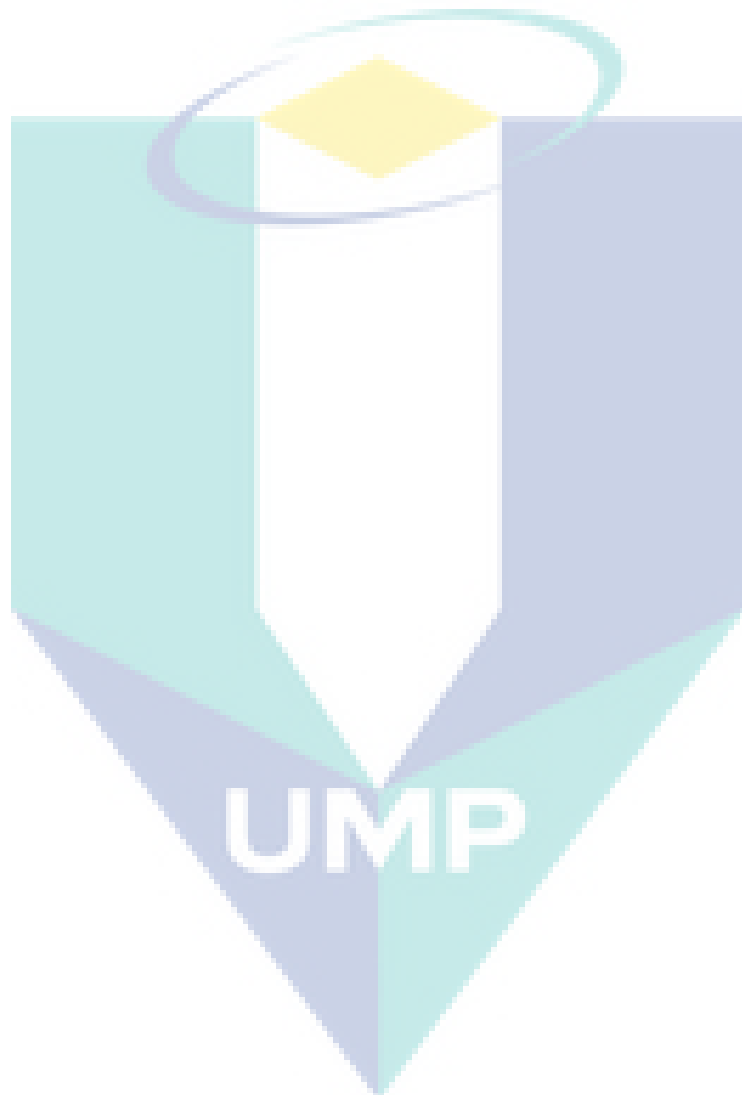
No. Jadual	Tajuk	Mukasurat
2.1	Penggunaan racun sebagai kawalan kimia	15
2.2	Komposisi bagi campuran umpan	19
2.3	Komponen-komponen aktif minyak patchouli	33
2.4	Sifat fizikal <i>patchouli alcohol</i>	35
2.5	Isipadu resapan atom (berdasar kaedah <i>Fuller, Schettler, and Giddings</i> )	45
3.1	Analisis regresi terhadap masa dan berat sampel	60
3.2	Komposisi umpan makanan kawalan	64
3.3	Komposisi umpan makanan campuran sisa ekstrak	65
3.4	Komposisi umpan makanan campuran minyak patchouli	66
3.5	Takrifan darjah keaktifan	70
4.1	Analisis minyak ekstrak patchouli	80
4.2	Komponen aktif minyak patchouli	80
4.3	Kadar sejatan PA	88
4.4	Nilai pekali bagi model linear	92
4.5	Nilai pekali bagi model kuadratik	92
4.6	Kesan awal gerakbalas tikus makmal	97
4.7	Jadual pemerhatian pilihan umpan makanan	112
4.8	Kategori darjah keaktifan	114

## SENARAI RAJAH

No. Rajah	Tajuk	Mukasurat
2.1	Data serangan tikus sawah di kawasan MUDA, Kedah	18
2.2	Patchouli atau pokok nilam	28
2.3	Pengimport minyak patchouli bagi Indonesia (tan) pada 2002	31
2.4	Struktur <i>Patchouli alcohol</i>	34
2.5	Proses penyulingan hidro	41
2.6	Mekanisma proses penyulingan hidro	41
2.7	Mekanisme pembauran molekul	42
2.8	SPME (SUPELCO)	49
3.1	Carta alir metodologi	51
3.2	Daun patchouli kering	52
3.3	Penyulingan hidro patchouli	53
3.4	Minyak ekstrak patchouli pada turus penyimpan	54
3.5	Pemegang bagi SPME	57
3.6	Gentian SPME (PDMS)	58
3.7	Pemeruapan sampel minyak patchouli	58
3.8	Kaedah ujikaji silinder	62
3.9	Tikus sawah yang telah ditangkap	63
3.10	Umpan makanan campuran sisa ekstrak patchouli kosong	65
3.11	Prosedur ujikaji umpan makanan	66
3.12	Tikus sawah	67
3.13	Ujikaji keberkesanan patchouli terhadap tikus sawah	68

4.1	Peratus hasil minyak patchouli yang terekstrak	74
4.2	Kadar pengekstrakan minyak patchouli	75
4.3	Rajah kromatogram analisis minyak patchouli	79
4.4	Peratus komponen <i>patchouli alcohol</i> terhadap masa penyulingan	83
4.5	Kandungan <i>patchouli alcohol</i> (PA) yang meruap	87
4.6	Mekanisma pemeruapan <i>patchouli alcohol</i> , PA	89
4.7	Purata kadar pemeruapan <i>patchouli alcohol</i> (PA)	90
4.8	Perbandingan data anggaran bagi model linear	93
4.9	Perbandingan data anggaran bagi model kuadratik	94
4.10	Ujian awal kesan patchouli	98
4.11	Berat umpan campuran sisa ekstrak patchouli kosong yang dimakan	99
4.12	Berat umpan campuran minyak patchouli yang dimakan	101
4.13	Ilustrasi kaedah ujikaji keberkesanan menghalau	103
4.14	Kaedah ujikaji keberkesanan	105
4.15	Taburan subjek mengikut zon dan masa	107
4.16	Purata berat umpan A dan B yang dimakan	111
4.17	Keaktifan subjek A	115
4.18	Keaktifan subjek B	117
4.19	Keaktifan subjek C	118
4.20	Keaktifan subjek D	119
4.21	Keaktifan subjek E	120
4.22	Keaktifan subjek F	121
4.23	Keaktifan subjek G	122
4.24	Darjah keaktifan subjek terhadap masa dedahan	124

4.25	Keberkesanan sampel minyak patchouli terhadap tikus sawah	127
4.26	Anggaran masa keberkesanan bagi kepekatan PA dari sisa ekstrak komersial	130





## SENARAI SIMBOL

<	Kurang daripada
%	Peratus
≤	Sama atau kurang daripada
amu	Unit jisim atom
$D_{AB}$	Keresapan molekul A dan B
eV	Elektron volt
g	Gram
<i>i.d</i>	Diameter dalaman
$J_{*AZ}$	Molar flux bagi komponen A pada arah z
$k_c$	Pemalar jisim pindah
mg	Miligram
min	Minit
s	Saat
mL	Mililiter
°C	Darjah suhu
$R^2$	Regresi
$\Sigma$	Jumlah
z	Jarak keresapan
$\nu$	Isipadu resapan atom
L	Liter
$C_A$	Kepekatan bagi A
$m^2$	Keluasan (meter persegi)
$\mu\text{l}$	Mikroliter

**SENARAI SINGKATAN**

DEET	<i>N,N</i> -Diethyl- <i>meta</i> -toluamide
EINECS	<i>The European Inventory of Existing Commercial Chemical Substances</i>
GC	Kromatografi Gas
GCMS	Kromatografi Gas Spektrometer Jisim
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
MADA	Lembaga Kemajuan Pertanian Muda
MARDI	Institut Penyelidikan dan Kemajuan Pertanian Malaysia
MIMAROPA	Penyelidikan gabungan kawasan-kawasan di Filipina
NO CAS	No pendaftaran CAS ( <i>Chemical Abstracts Service</i> )
PA	<i>Patchouli alcohol</i>
PVC	<i>Polyvynil chloride</i>
RM	Ringgit Malaysia
SPME	Pengekstrakan Fasa Pepejal Mikro

The logo of Universiti Malaysia Perlis (UMP) is a large, downward-pointing triangle. It is divided into four quadrants by a vertical and a horizontal line. The top-left and bottom-right quadrants are light blue, while the top-right and bottom-left quadrants are a slightly darker blue. The letters 'UMP' are printed in white, bold, sans-serif font across the center of the triangle.

UMP

## BAB 1

### Pengenalan

#### 1.1 LATAR BELAKANG KAJIAN

Kajian keberkesanan patchouli sebagai bahan penghalau tikus sawah merupakan satu inovasi dunia penyelidikan sains dan teknologi untuk meneroka khazanah alam semulajadi. Bahan penghalau berasaskan sumber tumbuhan minyak pati merupakan alternatif terkini yang sedang dipergiatkan kerana kepelbagaian kandungan komponen aktifnya. Ia dinyatakan berkesan menangani isu serangga perosak seperti anai-anai, nyamuk, kumbang, kutu, lalat, lipas dan lain-lain (Zhu *et al.*, 2003; Khairul *et al.*, 2005; Nerio *et al.*, 2010). Namun penyelidikan menggunakan minyak pati untuk menangani isu haiwan perosak tanaman seperti tikus sawah adalah agak kurang diketengahkan.

Pendekatan yang sering digunakan untuk mengatasi masalah tikus adalah menggunakan racun kimia atau perangkap. Kaedah ini memperlihatkan lebih banyak kekurangan berbanding fungsinya untuk mengatasi masalah tersebut. Ini kerana kepenggunaan racun kimia adalah tidak selamat dan berbahaya. Ia berkesan membunuh haiwan perosak tetapi memberi kesan buruk atau kesan sampingan kepada pengguna mahupun kepada persekitaran. Sementara kaedah perangkap pula hanya sesuai dijalankan pada satu kawasan yang terhad dan memerlukan perhatian yang khusus bagi proses penyelenggaraannya. Kaedah yang berteknologi tinggi seperti menggunakan

kaedah ultrasonik atau gelombang elektromagnet, melibatkan kos pemasangan yang sangat tinggi. Di samping itu, memerlukan lokasi yang berhampiran dengan punca elektrik dan ini dilihat tidak praktikal untuk menangani isu haiwan perosak tanaman yang melakukan kerosakan di ladang-ladang komersial, kebun dan sawah padi (Lech, 1995). Kaedah penghalau adalah kaedah pendedahan terhadap kawasan yang dilindungi sebagai alternatif kepada penggunaan racun atau kaedah perangkap (Burwash *et al.*, 1998).

Tikus merupakan haiwan perosak yang mempunyai deria sensitif terhadap bau dan dapat membezakan bau walaupun pada mana-mana kawasan. Tikus menggunakan deria mereka untuk mendapatkan sumber makanan dan mencari tempat yang selamat untuk diduduki (Wallace *et al.*, 2002). Secara amnya, terdapat lapisan yang kaya dengan reseptor bau pada lapisan dalam hidung tikus yang dipanggil sebagai '*olfactory epithelium*'. Partikel-partikel bau yang terdapat di persekitaran akan mengikat di reseptor-reseptor khas yang ada di silia '*olfactory epithelium*' dan ikatan tersebut mencetuskan tindak balas saraf yang merangsang otak untuk bergerakbalas terhadap isyarat bau yang diterima. Tambahan tikus mempunyai organ pengesan bau selain dari hidung yang dikenali sebagai organ *vomeronasal* dengan fungsi utamanya adalah mengesan *pheromones*, iaitu isyarat kimia yang dihantar antara spesies yang sama sebagai bentuk komunikasi (Burn, 2008).

Berdasarkan keunikan dan kelebihan yang dimiliki oleh haiwan perosak ini, adalah berpotensi untuk menggunakan bahan-bahan yang menghasilkan bau dan aroma yang berupaya menghalau haiwan perosak ini dari satu kawasan yang ingin dilindungi secara semulajadi (Wallace *et al.*, 2002). Minyak pati tumbuhan adalah sumber semulajadi yang paling berpotensi kerana kandungan komponen aktif yang tinggi, penggunaan yang sangat ekonomi dan mudah didapati kerana sesuai ditanam pada kawasan tropika (Silva *et al.*, 2008). Banyak penyelidikan dibangunkan dengan menumpukan produk semulajadi seperti minyak pati sebagai alternatif terhadap kawalan haiwan perosak terutama bagi negara-negara yang sedang membangun (Dharmagadda *et al.*, 2005).

Lantaran itu, sumber semulajadi minyak pati tumbuhan dilihat mempunyai prospek yang lebih sinonim dan berguna untuk menangani masalah kawalan tikus sawah. Kajian terhadap isu kawalan haiwan perosak bukan sahaja dapat mengurangkan masalah kerosakan tetapi menggalakkan penyelidikan terhadap sumber-sumber baru yang mendatangkan manfaat dan keuntungan.

Dari sudut berbeza, minyak pati merupakan produk komersial antarabangsa kerana potensi kandungan komponen bioaktif yang bertindak sebagai sumber aroma, anti-mikrob, anti-bakteria, sedatif, anti-murung, anti-radang dan sebagainya (Bunranthep *et al.*, 2006; Bakkali *et al.*, 2008). Permintaan yang tinggi bukan sahaja dari perindustrian minyak wangi, malahan turut mendapat permintaan dari industri perubatan, pertanian, kosmetik, bahan pencuci dan juga industri makanan di pasaran dunia seperti Singapura, Perancis dan Amerika Syarikat. Sekitar 70 jenis minyak pati yang telah dikomersialkan di pasaran antarabangsa antaranya adalah minyak gaharu, minyak serai wangi, minyak cengkih, minyak kayu cendana, minyak melati dan minyak patchouli (Mangun, 2005).

Minyak pati merupakan hasil ekstrak dari bahan tumbuhan yang merangkumi semua bahagian tumbuhan termasuk daun, ranting, dahan, akar, batang, bunga dan buah yang mana bergantung kepada bahagian yang mengandungi partikel minyak yang banyak. Banyak penyelidikan terhadap pembangunan hasil ekstrak dipergiatkan bagi mendapatkan hasil ekstrak minyak pati yang tinggi pada parameter yang optimum. Justeru, kajian minyak pati banyak menjurus kepada peningkatan produktiviti dan teknologi terhadap penghasilan minyak pati (Sineiro *et al.*, 1998; Donelian *et al.*, 2009; Golmakani dan Rezaei, 2008).

Kesan dari peningkatan kajian terhadap pengkomersialan minyak pati pada keadaan optimum sekaligus telah merangsang penghasilan sisa ekstrak minyak pati yang mengandungi sebahagian kandungan komponen aktif. Walaupun kandungan minyak pati yang tertinggal dijangkakan adalah rendah namun potensi kandungan komponen aktif perlu dimanfaatkan sebaik mungkin. Ini bukan sahaja dapat memaksimumkan kepenggunaan minyak pati tumbuhan malahan merupakan satu

penglibatan dalam menghargai sumber alam semulajadi untuk keperluan pembangunan ekonomi di samping menjaga keseimbangan ekosistem.

Perindustrian minyak pati patchouli dilihat berpotensi merangsang ekonomi negara dengan peningkatan terhadap penghasilan minyak pati patchouli yang berkualiti. Maka, adalah penting untuk mengetahui secara terperinci keseluruhan proses penghasilan minyak pati patchouli yang merangkumi aktiviti penanaman, cara penuaian, cara pengeringan, kaedah atau teknologi pengekstrakan, pembangunan produk berasaskan minyak pati dan juga cara pelupusan sisa bahan buangan atau sisa ekstrak patchouli.

Justeru, menjadi fokus utama penyelidikan ini untuk mengkaji keberkesanan sisa ekstrak patchouli sebagai agen penghalau tikus sawah di samping mengekalkan nilai komersial minyak pati. Pendekatan ini dilihat dapat menggalakkan perkembangan perindustrian minyak pati sekaligus merupakan alternatif kepada kaedah menangani tikus sawah yang lebih berkesan dan selamat. Di samping itu, ke arah pengurusan menggunakan semula dan kitar semula sisa pepejal pertanian atau perindustrian.

## **1.2 PENYATAAN MASALAH**

Terdapat banyak kajian-kajian yang menumpukan pembaharuan dan peningkatan dalam teknologi, namun kajian terhadap penyelesaian masalah berkaitan isu perosak tanaman berteraskan sumber semulajadi kurang dititikberatkan antaranya adalah tikus sawah yang mana merupakan haiwan perosak utama bagi tanaman padi selain daripada siput gondang (MADA<sub>a</sub>, 2008). Kerosakan akibat tikus sawah terhadap tanaman padi sukar dibendung kerana mengakibatkan kerosakan pada semua peringkat penanaman padi.

Di Semenanjung Malaysia, dianggarkan kira-kira 6 % hingga 11 % kerosakan padi adalah disebabkan oleh tikus sawah. Pada anggaran minimum iaitu 6 % tanaman padi adalah bersamaan 3.5 juta kg padi yang dianggarkan rosak akibat tikus sawah. Jumlah ini dianggarkan boleh menampung sumber makanan bagi 10 000 orang selama setahun (Lam, 1977). Statistik ini menunjukkan satu jumlah kerugian yang amat besar

jika tidak ditangani dengan sebaik mungkin. Tambahan, tikus sawah merupakan haiwan yang mudah menyesuaikan diri dengan persekitaran tropika. Sepasang tikus sawah dilaporkan boleh berkembang biak sebanyak 500 hingga 2000 ekor dalam tempoh setahun (MADA<sub>b</sub>, 2008; Kamaruddin, 2009). Dengan demikian, adalah wajar pendekatan terhadap kawalan tikus sawah dipergiatkan agar sumber makanan utama ini dilindungi secara efektif.

Pelbagai kaedah telah dijalankan bagi menangani masalah tikus sawah namun masih menemui jalan buntu apabila berdepan dengan banyak kekurangan dan kesan negatif terhadap manusia, haiwan mahupun persekitaran. Justeru, penyelidikan ini adalah untuk mengkaji dan menyelidik sumber tumbuhan minyak pati yang berpotensi dan selamat digunakan untuk kawalan tikus sawah. Permasalahan timbul apabila kos penghasilan minyak pati yang tinggi adalah tidak signifikan untuk aplikasi tersebut. Ini menyebabkan penggunaan minyak pati adalah tidak menguntungkan jika bahan ini diekstrak semata-mata untuk menghalau haiwan perosak sedangkan mendapat permintaan tinggi dari perindustrian minyak wangi, kosmetik dan farmasi. Malah, kerajaan Malaysia juga menggalakkan industri minyak pati khususnya minyak pati patchouli dibangunkan di negara ini bagi menampung keperluan minyak pati dunia (*Bernama*, 16 Jun 2009).

Namun harus ditekankan bahawa kebanyakan industri pengekstrakan menjalankan proses penyulingan minyak pati pada keadaan yang paling optimum sahaja, yang mana menekankan hasil penyulingan yang paling tinggi dengan tempoh masa pengekstrakan yang lebih pendek. Ini kerana dalam industri minyak pati adalah mustahil untuk mengekstrak kesemua kandungan minyak pati tumbuhan kerana memerlukan tempoh pengekstrakan yang panjang sekaligus melibatkan kos yang berlipat ganda dan tidak setara dengan hasil yang terekstrak. Justeru, kebanyakan proses pengekstrakan yang sering dipraktikkan adalah pada julat hasil ekstrak di antara 50 % hingga 70 % dari jumlah kandungan minyak pati (Haryani, 2005; Donelian *et al.*, 2009). Hal ini sekaligus mendorong kepada pembaziran terhadap lebih minyak pati yang terkandung pada sisa ekstrak yang mana kepentingannya masih boleh digunapakai pada aspek tertentu. Dengan perkembangan minyak pati patchouli yang dijangkakan meningkat naik akan menyebabkan permintaan yang tinggi terhadap pengeluaran

minyak pati patchouli sekaligus meningkatkan penghasilan sisa ekstrak patchouli yang mana terkandung sebahagian kandungan minyak pati lebihan.

### **1.3 OBJEKTIF KAJIAN**

Objektif utama kajian ini adalah untuk mengkaji keberkesanan sisa ekstrak patchouli sebagai bahan penghalau tikus sawah.

### **1.4 SKOP KAJIAN**

Untuk tujuan mencapai objektif utama kajian, beberapa skop telah digariskan sebagai panduan terhadap kerja-kerja kajian bagi memastikan pencapaian penyelidikan;

- 1) Menjalankan proses pengekstrakan patchouli terhadap beberapa siri masa pengekstrakan bagi mentakrifkan profil sisa pengekstrakan minyak patchouli. Kajian ini dapat menentukan keseragaman sisa ekstrak yang berkesan untuk dipraktikkan berdasarkan minyak patchouli yang terkandung.
- 2) Menganalisa kandungan komponen aktif minyak ekstrak patchouli dan mengkaji kualiti hasil ekstrak terhadap masa pengekstrakan.
- 3) Mengkaji trend pemeruapan minyak patchouli terhadap berat sampel dan masa dedahan. Kajian ini adalah untuk mendapatkan model regresi bagi trend pemeruapan minyak patchouli.
- 4) Membangunkan kaedah ujikaji keberkesanan menghalau berdasarkan kajian awal terhadap tindakbalas tikus. Kajian ini adalah untuk mendapatkan kaedah yang sesuai untuk mengkaji respons tikus terhadap patchouli.
- 5) Mengkaji keberkesanan sisa ekstrak patchouli sebagai agen penghalau terhadap tikus sawah berdasarkan kaedah yang telah dibangunkan. Untuk tujuan itu, gerakbalas setiap subjek tikus sawah perlu dikaji bagi menterjemahkan keberkesanan tindakan menghalau.



## 1.5 KEPENTINGAN KAJIAN

Kajian ini dapat memaksimumkan penggunaan patchouli sekaligus sebagai alternatif baru terhadap pengawalan tikus sawah yang mana berasaskan sumber tumbuhan. Memaksimumkan penggunaan patchouli bermaksud selain daripada minyak patinya di pasaran antarabangsa untuk tujuan komersial, sisa ekstrak yang terhasil selepas suatu proses pengekstrakan masih boleh digunapakai sebagai bahan penghalau tikus sawah. Hal ini dapat dilihat sebagai satu usaha membangunkan petani-petani kecil atau pengusaha komersial sawah padi dan pertanian untuk mengawal kerosakan yang disebabkan oleh tikus sawah, selain menggalakkan produktiviti pengeluaran mutu padi yang lebih baik dan berkualiti tinggi. Tambahan, bahan penghalau yang digunakan juga adalah selamat dan tidak mengandungi bahan kimia yang beracun atau berbahaya. Justeru, kajian ini merupakan salah satu langkah dalam menangani isu sistem pengurusan sisa pepejal pertanian dan perindustrian yang lebih sistematik dan berguna kepada sektor-sektor lain.

## 1.6 BATASAN KAJIAN

Batasan kajian adalah terhadap sumber sisa ekstrak patchouli yang mana kajian ini melibatkan takrifan penggunaan sisa ekstrak patchouli bergantung kepada lebihan kandungan minyak patchouli. Ia adalah subjektif kerana dipengaruhi oleh banyak faktor seperti jenis proses pengekstrakan, parameter dan bahan ekstrak. Justeru, sumber bagi kajian ini adalah terbatas kepada hasil ekstrak yang diperoleh dari proses penyulingan hidro yang telah dijalankan dan pengkelasan sisa ekstrak adalah berdasarkan kepada kandungan minyak patchouli yang diekstrak selepas beberapa siri masa pengekstrakan.

Kajian yang dijalankan juga terbatas terhadap spesies tikus yang diuji iaitu jenis tikus sawah, *Rattus argentiventer*. Spesies ini merupakan spesies utama yang dilaporkan melakukan kerosakan pada tanaman padi di Malaysia dan juga di Asia. Kawasan ujikaji turut dibataskan apabila kajian tidak dijalankan pada lapangan sawah padi kerana kekangan sumber bahan yang diuji selain dari faktor pengkaji untuk merekodkan hasil pemerhatian gerakbalas responden secara individu terhadap kesan menghalau, keaktifan tingkahlaku dan juga kesan pemakanan pada skala makmal.

## BAB 2



### KAJIAN LITERATUR

#### 2.1 PENDAHULUAN

Peningkatan penyelidikan yang berasaskan sumber bahan semulajadi menunjukkan perkembangan terhadap pembangunan ekonomi negara. Pendekatan secara terperinci terhadap industri minyak pati tumbuhan kian berkembang hasil penyelidikan kepenggunaan dan fungsi minyak pati dalam pelbagai aspek terutama dalam perindustrian minyak wangi, perubatan, farmasi, sabun, kosmetik, bahan anti-serangga atau anti-haiwan perosak dan sebagainya.

Racun serangga atau racun haiwan perosak merupakan kaedah yang biasa digunakan untuk menghapuskan makhluk perosak ini. Walau bagaimanapun, penggunaan racun adalah sangat berbahaya kerana boleh menyebabkan kematian jika tercemar pada makanan. Ini menyebabkan penggunaan racun di rumah adalah tidak selamat terutama kepada kanak-kanak dan haiwan peliharaan (Lech, 1995). Sementara penggunaan racun pada tanaman pula boleh menyebabkan bahan kimia terkandung yang berkemungkinan diserap oleh tanaman. Sehubungan itu, kaedah bahan penghalau merupakan alternatif kepada penggunaan racun kimia. Bahan penghalau hanya bertindak menghalang subjek sasaran dari mendekati kawasan yang dikehendaki tanpa perlu menghapuskannya. Namun bahan penghalau dari bahan kimia sintetik tetap memberikan kesan buruk kepada kesihatan (Sinha *et al.*, 2006).

Secara tradisional, minyak pati atau tanaman aromatik (terutama dari jenis *Lamiaceae Myrtaceae*) telah digunakan untuk melindungi stok gandum dan kacang yang disimpan serta mengusir serangga-serangga yang terdapat di rumah (Isman, 2000). Kaedah ini dilihat mempunyai nilai prospek yang tinggi kerana menggunakan sumber tumbuhan yang lebih selamat dan berkesan berbanding penggunaan racun serangga atau bahan penghalau sintetik. Penggunaan minyak pati sebagai anti-serangga mendapat perhatian penyelidik-penyelidik mencari sumber baru untuk diterokai kerana mengandungi sebatian-sebatian komponen aktif yang kompleks. Komponen bioaktif dari sumber tumbuhan dilaporkan adalah bersifat biodegradasi dan tidak beracun. Lantaran itu, bahan penghalau minyak pati merupakan alternatif kepada kaedah sedia ada dalam menangani isu serangga atau haiwan perosak yang lebih berkesan dan selamat (Silva *et al.*, 2008).

## 2.2 PENGENALAN HAIWAN PEROSAK

Serangga dan haiwan perosak sering dikaitkan dengan kemusnahan atau kerosakan yang tidak diinginkan yang mengakibatkan kesan buruk terhadap aspek kesihatan, harta benda mahupun ekonomi. Mereka merupakan vektor utama terhadap penyebaran penyakit yang disebabkan oleh virus atau bakteria terhadap kesihatan awam melalui gigitan, pencemaran makanan, air kencing dan sebagainya. Malah, perosak juga memberi kesan kerosakan kepada struktur rumah dan bangunan kesan dari penerokaan haiwan perosak tersebut. Perosak yang sering mendatangkan gangguan dan rasa tidak selesa adalah seperti semut putih atau anai-anai, lipas, tikus, semut, nyamuk, lalat, tebuan dan lebah. Antara serangga perosak yang dilaporkan mendatangkan masalah kesihatan atau kerosakan adalah nyamuk (Oyedele *et al.*, 2002; Chio dan Yang, 2008), kumbang dan rerama (Kianmatee dan Ranamukhaarachchi, 2007), anai-anai (Katz *et al.*, 2008) dan lain-lain.

Selain penyebab kepada masalah kesihatan dan kemusnahan, perosak juga merupakan masalah utama kepada aktiviti pertanian. Serangan perosak boleh menyebabkan kemusnahan kepada 100 % hasil tanaman seperti tikus. Terdapat beberapa jenis tikus yang melakukan kerosakan kepada tanaman dan persekitaran iaitu tikus rumah, tikus Norway, tikus atap, tikus rusa, tikus kaki putih, tikus sawah dan

sebagainya (Solymar, 2001). Kerosakan akibat tikus perosak telah menyebabkan kerugian yang besar bukan sahaja disebabkan oleh aktiviti pemakanan mereka tetapi juga kepada kemusnahan seperti aktiviti mengerat atau menggigit batang padi oleh tikus sawah dan penyebaran penyakit akibat pencemaran air kencing dan najis kepada persekitaran. Pendedahan terhadap faktor sampah, tempat air bertakung di longkang-longkang, kolong bawah tanah sehingga ke petak sawah dan ladang sawit merupakan lokasi sasaran kepada populasi tikus perosak.

### 2.2.1 Kesan Tikus sebagai Perosak

Sebahagian besar haiwan perosak yang sukar dikawal dan wujud di persekitaran komuniti manusia adalah tikus. Tikus bukan sahaja perosak malahan sebagai pembawa penyakit yang merbahaya seperti leptospirosis, demam typhus dan demam akibat gigitan tikus yang berbisa. Pendedahan terhadap jangkitan kuman kencing tikus atau leptospirosis disebabkan oleh bakteria *Leptospira* yang tersebar melalui cecair yang dikeluarkan oleh tikus seperti air kencing, air liur, darah, air mani dan najis. Tikus merupakan penyebar utama bakteria ini kerana kitaran hidup yang suka makan dan tinggal di tempat kotor di mana tempat utama bakteria *Leptospira* membiak. Tambahan iklim negara yang lembap juga menjadi faktor pembiakan bakteria. Pada suhu sederhana, bakteria ini boleh hidup lebih lama dan penyebaran bakteria secara meluas akibat kitaran hidup tikus yang cepat membiak dan sukar dikawal. Selain itu, tikus juga menyebabkan pencemaran bau akibat dari kesan mati dan sebagai pembawa serangga perosak seperti kutu kepada manusia dan haiwan peliharaan (El Jalii dan Bahaman, 2002; *The Star*, 22 Ogos 2010).

Dalam bidang pertanian, tikus juga merupakan haiwan perosak yang paling utama khususnya tanaman komersial seperti ladang kelapa sawit dan tanaman padi (MADA<sub>a</sub>, 2008). Di Malaysia, terdapat hampir 18 spesies tikus yang mana lima daripadanya adalah kumpulan perosak utama. Tikus kayu adalah spesies perosak tanaman kelapa sawit manakala tikus sawah dilaporkan spesies dominan terhadap kerosakan pada tanaman padi (Wood dan Fee, 2003).

Serangan tikus berlaku pada mana-mana peringkat tanaman sawit. Pada peringkat muda, serangan boleh berlaku dengan cara memakan tisu umbut yang masih muda dan seterusnya mengakibatkan pertumbuhan pokok terbantut ataupun mati. Manakala pada peringkat matang, tikus gemar memakan buah yang telah masak dan kadang kala memakan jambak bunga betina apabila populasi telah meningkat terlalu tinggi. Tikus sawah pula menyebabkan kerosakan pada peringkat awal tanaman padi (sekitar 3 bulan pertama penanaman) dan juga terhadap padi yang sudah menguning (sekitar beberapa minggu untuk dituai) dengan kemusnahan pada bahagian batang dan buah padi yang dimakan oleh tikus. Haiwan ini boleh merosakkan seluas 5 hektar sawah padi dalam tempoh semalaman (*Antaraneews*, 8 Januari 2012). Sementara tikus atap dan tikus *Polynesian* dikatakan adalah perosak kepada tanaman kekacang *Macadamia* (Burwash *et al.*, 1998).

### **2.2.2 Habitat dan Tingkahlaku Tikus**

Tikus boleh membiak pada setiap dua bulan dengan tempoh matang seekor tikus dianggarkan sekitar tiga hingga empat bulan. Haiwan ini sangat dominan dan mempunyai sistem seksual yang aktif. Sepasang tikus dianggarkan boleh melahirkan 4 hingga 8 ekor anak setiap kali sehingga mencapai 2000 ekor setahun (Kamaruddin, 2009).

Hakikatnya, tikus adalah haiwan yang sentiasa melakukan pergerakan samaada bergerak mencari sumber makanan atau keinginan semulajadi untuk menerokai sesuatu kawasan. Tingkahlaku atau gerakbalas fizikal tikus agak sukar ditafsirkan secara jelas kerana sering berlaku perbezaan tafsiran ekoran dari pelbagai maksud yang diterjemahkan dari aktiviti yang dilakukan seperti bergerak, menghidu, mendandan dan sebagainya. Tingkahlaku menyapu kepala dan menjilat badan dikategorikan sebagai aktiviti dandan, yang mana tingkahlaku tersebut pada pemerhatian kajian terdahulu ditafsirkan sebagai tindakbalas kesan pemangsa. Tingkahlaku ini dilakukan bila mana persekitaran adalah selamat dari pemangsa (Vernet-Maury *et al.*, 1984; Burwash *et al.*, 1998).

Melakukan pergerakan seperti merangkak, berlari atau melompat adalah tafsiran kepada gerakbalas aktiviti penerokaan yang sentiasa dilakukan oleh spesies tikus terutama bagi kawasan yang baru. Sepertimana bergerak, aktiviti menghidu juga lebih kepada aktiviti penerokaan dan menjadi aktiviti normal yang sering dilakukan bagi mengenalpasti dan menyesuaikan diri pada persekitarannya. Pergerakan-pergerakan normal hanya dilakukan oleh tikus bila mana persekitaran adalah selamat dan tidak diancam seperti pergerakan gerakbalas dandanan (Vernet-Maury *et al.*, 1984).

Tikus merupakan spesies haiwan yang sangat peka dan sensitif terhadap bau kerana dilengkapi dengan sistem neuron pengesan bau, *olfactory neurons* dan ia merupakan respons terhadap rangsangan luar yang mana merupakan bentuk komunikasi yang utama bagi tikus jika diancam atau berada pada persekitaran yang tidak selamat (Nef, 1998; Lavenex dan Schenk, 1998). Terdapat dua fungsi utama isyarat *olfactory* di mana untuk menjejaki sumber makanan di persekitaran dan juga sebagai rangsangan pergerakan mereka pada persekitaran. Selain itu, sistem tersebut telah digunakan untuk pelbagai penyelesaian komunikasi berdasarkan diskriminasi bau (Wallace *et al.*, 2002).

Deria pengesan bau yang tajam membolehkan tikus mengenalpasti benda atau individu, pasangan, arah pergerakan dan mengesan lokasi sumber makanan. Malahan, tikus berupaya mengesan benda asing dalam makanan mereka dan ini juga merupakan bentuk mekanisme pertahanan untuk mengelak dari makanan beracun yang boleh memberi kesan kesakitan kepada mereka. Haiwan ini mempelajari penolakan atau mengelak makanan pada masa akan datang dengan mengenalpasti rasa atau bau makanan yang mengandungi toksik. Kesan ini dibangunkan hasil tindakbalas selepas penghadaman (*post-ingestion*) terhadap makanan yang mengandungi toksik yang telah dimakan dan menunjukkan kesan lemah, kurang sihat atau muntah-muntah (Gurney *et al.*, 1996).

Secara amnya, tikus adalah haiwan yang aktif dan gemar meneroka sesuatu kawasan untuk mencari sumber makanan berdasarkan ujian pensampelan bau dan rasa bagi sesuatu makanan yang mereka hadapi. Tikus merupakan haiwan yang sangat aktif melakukan pergerakan seharian bergantung kepada sumber makanan, air dan habitat di mana haiwan ini mempunyai keupayaan bergerak sejauh 30 kaki sehingga 150 kaki

diameter dalam satu tempoh masa (Griffith, 1991). Di samping itu, tikus juga dikategorikan haiwan yang bijak mengaplikasikan keadaan kerana mampu mempamerkan ketakutan sementara (*neophobia*) apabila terdapat sebarang perubahan pada persekitarannya (Bull, 1972; MIMAROPA, 2008).

## 2.3 KAWALAN TERHADAP TIKUS PEROSAK

Seperti yang diketahui umum, terdapat banyak kaedah kawalan tikus yang digunakan pada satu masa atau penggunaan sepanjang tahun. Beberapa kawalan yang sering digunakan adalah kawalan kimia, kawalan biologi, kawalan kultur dan kawalan mekanikal atau fizikal. Pada masa kini, kawalan kimia lebih mendapat perhatian dan memainkan peranan penting untuk menangani isu haiwan perosak seperti tikus.

### 2.3.1 Racun Tikus

Di Malaysia sahaja terdapat lebih kurang 50 jenama racun tikus yang berdaftar. Sebahagian daripadanya digunakan begitu meluas di ladang dan kebun. Racun tikus yang digunakan di rumah biasanya dalam bentuk sediaan debu, serbuk, butir dan umpan pepejal. Kandungan bahan aktif (bahan kimia) dalam sediaan racun tikus pula terdiri dalam berbagai jenis, antaranya *brodifacoum*, *bromadiolone*, *calcium cyanide*, *chlorophacinone*, *coumatetralyl*, *doumatetralyl*, *flocoumafen*, *warfarin* dan *zinc phosphide*. Namun yang sering digunakan adalah *warfarin* dan *zinc phosphide* (KPDNKK, 2011).

Antikoagulan (agen pencair darah) adalah kelas racun tikus yang mempunyai tahap keracunan yang rendah pada manusia. Antikoagulan terbahagi kepada dua kumpulan iaitu *coumarin* dan *indanedione*. *Warfarin*, *difenacoum*, *bromadiolone* dan *brodifacoum* merupakan komponen utama *4-hydroxycoumarin* manakala *indanedione* pula terdiri daripada *diphacinone*, *pindone* dan *chlorophacinone*. Semenjak tahun 1950-an lagi, kaedah antikoagulan telah dibangunkan dan digunakan dengan menggunakan umpan yang diikat pada lilin parafin (Ming, 1975).

Racun tikus yang mengandungi bahan aktif *zinc phosphide* merupakan antara racun yang berbahaya dengan mempunyai kadar toksik yang tinggi. Kandungan peratusan bahan aktifnya adalah sebanyak 80 %. Racun tikus ini mengeluarkan bau seperti ikan busuk dan rasanya tidak akan membuatkan haiwan lain tertarik, tetapi ciri-ciri ini menarik perhatian tikus. Biasanya racun tikus ini terdapat di pasaran dalam bentuk serbuk dan pepejal. Apabila racun ini dicampur atau bersentuhan dengan air atau asid lemah ia akan membebaskan gas fosfin. Anggaran dos mautnya lebih kurang 40 mg/kg (KPDNKK, 2011).

Kepekatan *warfarin* dalam setiap racun tikus biasanya antara 0.025 - 05 %. *Warfarin* tidak mempunyai rasa, bau ataupun warna. *Brodifacoum*, *difenacoum* dan *chlorphacinone* dijual dalam pasaran dengan kepekatan antara 0.005 - 2 %. Kumpulan ini juga dikenali sebagai *superwarfarin*. Kesemua komponen tersebut terdapat di pasaran dalam sediaan serbuk, butir, tablet, dan kapsul. Racun tikus *warfarin* apabila dimakan berulang kali dalam masa sehari menyebabkan pendarahan pada tikus mahupun manusia kerana darah tidak lagi mudah membeku. Anggaran dos mautnya ialah lebih daripada 5 - 20 mg sehari diambil selama lebih daripada tiga hingga lima hari. Kumpulan *superwarfarin* didapati lebih toksik daripada *warfarin* kerana menyebabkan pendarahan dengan lebih lama. Dos keracunan kumpulan *superwarfarin* adalah berbeza mengikut kandungan racun tersebut. Dos keracunan melalui mulut bagi *chlorphacinone* ialah 250 - 625 mg, 7.5 mg bagi *brodifacoum* (0.12 mg/kg) dan 500 mg bagi *difenacoum* (KPDNKK, 2011).

Kianmatee and Ranamukhaarachchi (2007) mendapati untuk mengelakkan kerintangan tikus terhadap racun yang digunakan, jenis racun telah dibahagikan kepada 2 generasi seperti yang dipamerkan pada Jadual 2.1. Setiap generasi digunakan secara berselang-seli dalam sesuatu tempoh.



**Jadual 2.1:** Penggunaan racun sebagai kawalan kimia

<b>Generasi 1</b>	<b>Generasi 2</b>
<i>Warfarin</i>	<i>Bromadiolone</i>
<i>Chlorophacinone</i>	<i>Brodifacoum</i>
<i>Coumatetralyl</i>	<i>Coumachlor</i>
	<i>Difenacoum</i>
	<i>Difethialone</i>
	<i>Flocoumafen</i>

Pelbagai usaha dari semua pihak dalam usaha menangani tikus perosak sepertimana kaedah meletakkan 45 000 keping roti beracun di sekitar kawasan strategik SS15, Subang Jaya telah berjaya membunuh 265 tikus dengan berat setiap seekor bangkai tikus menghampiri 1 kg sepanjang tempoh 2 hari gotong-royong anjuran Majlis Perbandaran Subang Jaya (Sinar Harian, 13 Disember 2011).

### **2.3.2 Memasang Perangkap**

Terdapat pelbagai jenis perangkap tikus yang terdapat di pasaran dalam usaha menangani masalah haiwan perosak ini antaranya perangkap spring besi, perangkap umpan dan juga getah pelekat. Kaedah ini adalah kaedah tradisional yang digunakan. Umpan makanan seperti ikan, roti atau kekacang diletakkan dalam perangkap dan dibiarkan sehingga tikus memakan umpan tersebut. Kaedah ini memerlukan penyelenggaraan yang lebih teliti untuk menguruskan tikus yang terperangkap. Manakala perangkap yang digunakan perlu dibersihkan, dibasmi kuman dan dikeringkan sebelum digunakan semula. Namun, kaedah ini tidak efektif untuk populasi tikus yang besar.

### **2.3.3 Kaedah Biologi dan Lain-lain**

Kaedah biologi merupakan kaedah tradisional yang sering digunakan dengan memelihara haiwan peliharaan seperti kucing untuk mengurangkan kehadiran tikus di rumah atau premis-premis perniagaan. Manakala bagi kawasan tanaman komersial, kaedah ini merupakan kaedah yang paling selamat dan seimbang untuk dipraktikkan. Ular dan burung pungguk digunakan terutamanya di sawah padi sebagai haiwan pemangsa terhadap spesies tikus. Namun untuk galakan kawalan biologi burung

pungguk, pembinaan kotak sarang dan tempat bertenggek perlu disediakan (Kamaruddin, 2009).

Sementara itu, terdapat juga beberapa kaedah lain seperti alat menghalau tikus yang berteknologi tinggi iaitu alat kawalan ultrasonik. Sistem teknologi adalah berdasarkan bunyi ultrasonik yang berfrekuensi tinggi dan hanya didengari oleh haiwan rodensia. Kehadiran bunyi ultrasonik menyebabkan gangguan terhadap tikus. Selain itu, gelombang elektromagnet juga sesuai digunakan untuk sasaran haiwan perosak yang peka terhadap perubahan frekuensi elektromagnetik. Gegaran yang dihasilkan menyebabkan tikus berasa gelisah dan dan membuatkan mereka berasa berada pada kawasan musuh (Amzah, 2008).

#### **2.4 Tikus Sawah**

Tikus sawah atau *Rattus argentiventer* merupakan haiwan yang cepat menyesuaikan dengan persekitaran dan cepat membiak pada keadaan tropika. Tikus sawah mirip dengan tikus rumah, tetapi telinga dan ekornya yang lebih pendek. Pembiakannya sangat cepat dengan anggaran setiap empat bulan dalam setahun dengan sekurang-kurangnya empat ekor anak tikus bagi setiap pembiakan. Tikus sawah termasuk omnivor (pemakan segala jenis makanan). Makanan haiwan ini adalah beras atau padi dan juga serangga-serangga kecil seperti anai-anai dan belalang. Namun, apabila makanan berlimpah mereka cenderung memilih yang paling disukai, iaitu biji-bijian atau padi yang tersedia di sawah (Ming, 1975).

Tikus sawah merupakan haiwan yang sangat aktif pada waktu malam dengan deria dengar, rasa, bau dan sentuhan yang sangat sensitif walaupun daya visual yang sangat lemah. Tikus sawah mempunyai gigi yang tajam dan berupaya mengigit kabel elektrik, timah, aluminium, kaca dan sesetengah konkrit (MIMAROPA, 2008).

Sebahagian tikus sawah tinggal di dalam lubang-lubang yang terdapat di sawah dan lingkungan sekitarnya. Daya adaptasi yang tinggi menyebabkan mudah tersebar di dataran rendah dan dataran tinggi. Mereka suka menggali lubang untuk berlindung dan berkembang biak, membuat terowongan atau jalur sepanjang perbatasan sawah dan di

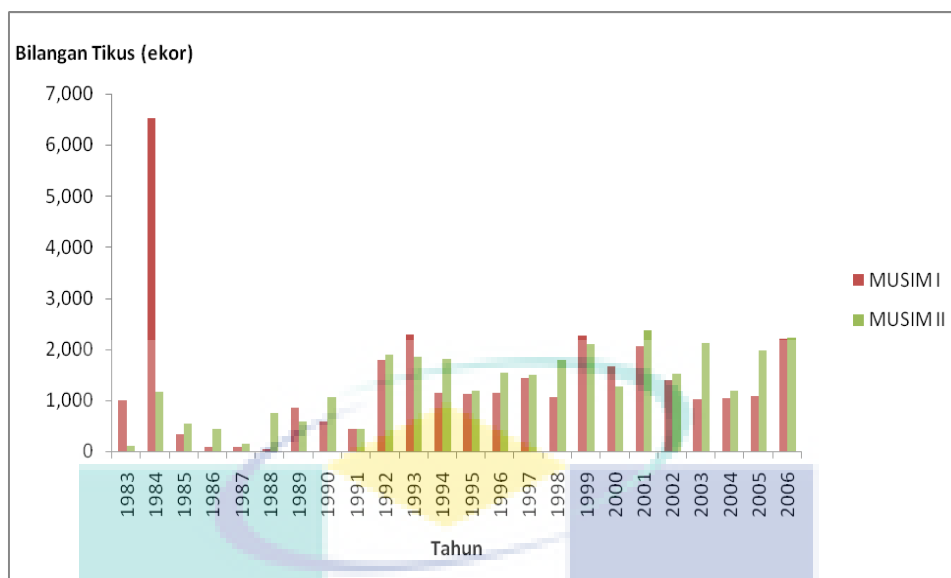
tempat pengaliran air. Secara amnya, tikus sawah menyerang tanaman padi yang baru tumbuh dengan memakan tunas-tunas menyebabkan tanaman mati. Kerosakkan pada tahap ini dilaporkan menyumbang kepada peringkat kerugian yang paling serius (Wood and Fee, 2003). Peringkat tanaman padi berbunga adalah peringkat yang mendorong kepada pembiakan tikus sawah kerana limpahan sumber makanan dan musim ini dikenali sebagai musim membiak. Kerosakan tanaman padi yang disebabkan oleh tikus sawah juga dapat dilihat dari kesan batang padi seperti dikerat-kerat dengan kesan yang bertompok-tompok serta daun kelihatan kekuningan dan kering (MADA<sub>b</sub>, 2008).

#### **2.4.1 Data Serangan Tikus Sawah**

Berdasarkan data yang telah direkodkan oleh MADA, berikut adalah statistik serangan tikus sawah dari tahun 1983 hingga 2006. Rajah 2.1 menunjukkan data serangan tikus sawah yang telah direkodkan pada musim I dan musim II di Kawasan Muda, Kedah. Menerusi penubuhan MADA, tanaman padi telah ditanam sebanyak 2 kali setahun. Musim pertama adalah pada bulan Mac hingga Ogos, sementara musim kedua pada bulan September hingga Februari. Kawasan Muda adalah kawasan yang terlibat dalam Rancangan Pengairan Muda yang mana aktiviti penanaman padi adalah merangkumi Negeri Kedah dan Negeri Perlis dengan keluasan seluas 96 558 hektar (MADA<sub>a</sub>, 2008).



UMP



**Rajah 2.1:** Data serangan tikus sawah di kawasan MUDA, Kedah

Sumber: MADA<sub>a</sub> (2008)

Semenjak tahun 1983, tikus sawah merupakan musuh kepada tanaman padi. Berdasarkan data yang telah direkodkan dari 1983 sehingga 2006, tahun 1984 musim I merupakan jumlah tertinggi bilangan tikus yang dikesan pada kawasan penanaman padi namun data statistik ini menunjukkan penurunan pada tahun berikutnya sehingga tahun 1988. Walau bagaimanapun, masalah akibat serangan tikus masih tidak dapat diselesaikan berikutan statistik data serangan yang telah direkodkan menunjukkan jumlah peningkatan dan penurunan dengan tidak konsisten. Malah, data serangan terus meningkat dari tahun 2003 sehingga tahun 2006 yang mana data bilangan serangan tikus pada musim I dan musim II penanaman padi adalah sama iaitu 2000 ekor. Jumlah serangan tikus sawah yang tidak dikawal dengan berkesan akan mengakibatkan peningkatan populasi dan memberi ancaman kepada tanaman padi. Hal ini mendatangkan kebimbangan kerana masalah ini menggugat perkembangan ekonomi pertanian di masa akan datang.

### 2.4.2 Pengurusan Kawalan Tikus Sawah

Kawalan kimia berdasarkan kaedah antikoagulan dengan campuran umpan merupakan kaedah kawalan yang sering digunakan menangani tikus sawah (Ming, 1975). Keberkesanan kaedah ini sangat bergantung kepada tindakbalas bahan kimia berdasarkan penggunaan dos yang bersesuaian. Padi atau beras merupakan umpan yang paling biasa digunakan oleh petani atau pengusaha persendirian dengan kombinasi bahan-bahan lain. Campuran umpan tersebut dihancurkan dan dicairkan bersama parafin dan acuan dibuat kepada bentuk kiub 20 - 25 mm dengan berat lebih kurang 15 g (Wood dan Fee, 2003). Kawalan kaedah ini paling banyak dipraktikkan kerana kos yang rendah, penyelenggaraan yang mudah dan tenaga pekerja pada waktu normal bekerja (Ahmed dan Fiedler, 2002). Berikut adalah Jadual 2.2 iaitu komposisi campuran umpan yang digunakan bagi menangani tikus.

**Jadual 2.2:** Komposisi bagi campuran umpan

<b>Bahan-bahan</b>	<b>Komposisi (%)</b>
Bijirin jagung rosak	50
Sisa ikan kering (atau tisu haiwan)	5
Minyak kelapa sawit	14
Parafin	24
Antikoagulan	7

Sumber: Wood dan Fee (2003)

Kaedah tradisional yang masih digunapakai adalah melibatkan kawalan fizikal atau mekanikal seperti memburu, pemasangan perangkap atau pemasangan pagar. Teknik ini berkesan tetapi penggunaannya amat terhad dan tidak bersesuaian bagi kawalan kawasan yang berkeluasan besar. Perangkap atau pagar yang dipasang pula mempunyai banyak kekurangan di mana dapat mengecualikan tikus sawah yang terdapat di dalam lubang atau di bawah tanah, yang menyorok di bawah panghalang dan tidak termasuk bagi tikus yang memanjat atau masuk ketika penghalang dibuka. Sementara teknik memburu pula adalah tidak efektif kerana memerlukan pemerhatian yang sangat teliti dan juga kecekapan pemburu. Terdapat juga kajian terhadap pengawalan secara fizikal moden terhadap kawalan haiwan perosak bagi tanaman padi

telah dilaporkan lebih berkesan dari segi konsisten kawalan dan hayat ketahanannya namun kekurangan kaedah ini kerana memerlukan kos yang tinggi bagi proses pemasangan dan penyelenggaraan (Ahmed dan Fiedler, 2002).

Kaedah kawalan biologi adalah pendekatan positif bagi menangani masalah ini yang mana lebih bersifat mesra alam. Kawalan biologi ini adalah kawalan dengan menggunakan musuh-musuh dalam rantai makanan iaitu pemangsa yang berpotensi seperti ular, burung atau mamalia pemangsa yang lain. Burung pungguk adalah haiwan pemangsa yang paling sesuai kerana hampir 99 % sumber makanannya adalah tikus. Burung ini tidak boleh membina sarangnya sendiri dan hidup dalam tunggul kayu ataupun bumbung rumah. Haiwan pemangsa ini mampu memakan sebanyak 80 g hingga 120 g iaitu sekitar 1 ke 2 ekor tikus semalaman (Kamaruddin, 2009).

Namun, Wood dan Fee (2003) mendapati bahawa kajian awal menunjukkan kawalan menggunakan burung pungguk memberi potensi yang baik bagi mengawal kehadiran tikus namun kesannya tidak konsisten apabila dipraktikkan ke beberapa bendang sawah. Sementara, penggunaan kawalan bersepadu seperti kawalan kimia dan biologi tidak digalakkan kerana bahan kimia tersebut amat toksik kepada haiwan bukan sasaran seperti burung pungguk. Maka, adalah penting untuk memfokuskan lebih banyak penyelidikan terhadap alternatif untuk pengurusan kawalan tikus sawah yang berkesan dan efektif tanpa penggunaan bahan kimia yang menyebabkan kesan negatif kepada kehidupan dan juga alam sekitar (Dharmagadda *et al.*, 2005).

Salah satu pengurusan bersepadu yang dibangunkan adalah pemasangan pagar dan perangkap atau *trap barrier system* (TBS) untuk pengendalian tikus sawah yang lebih berkesan berbanding kawalan kimia. Ia menunjukkan peningkatan hasil padi yang diperoleh berdasarkan kawalan TBS. Penekanan penggunaan sistem ini adalah untuk mengurangkan kepenggunaan bahan kimia toksik sebagai kawalan utama (Singleton *et al.*, 2005).

## 2.5 PERKEMBANGAN KAEDAH KAWALAN PEROSAK

Kehadiran makhluk perosak seperti serangga, bakteria, dan organisma lain merupakan ragam alam semulajadi. Keadaan yang membimbangkan apabila kehadiran makhluk perosak kepada komuniti mempengaruhi kesihatan dan kesejahteraan manusia, keluarga, haiwan peliharaan dan produk tanaman. Hal ini menyebabkan keperluan untuk mengawal makhluk perosak ini semakin berkembang dan meluas. Dengan perkembangan teknologi, pelbagai pilihan terhadap kaedah-kaedah yang efektif, efisien dan bersesuaian dengan strategi dan kepenggunaan sama ada berunsurkan kimia, bukan kimia dan langkah pemantauan atau penghalau. Walau bagaimanapun, terdapat banyak produk harian yang sering digunakan di rumah seperti bahan semburan serangga, semburan atau umpan lipas, racun tikus, kawalan anai-anai, produk sanitasi dan membasmi kuman di dapur, bilik air dan pencuci pakaian, produk membunuh kulat dan kulapuk mengandungi racun perosak.

### 2.5.1 Racun Perosak

Penggunaan bahan kawalan kimia adalah memudahkan pengawalan perosak dan sering digunakan secara persendirian sama ada di rumah mahupun di ladang-ladang komersial. Ini menyebabkan kawalan perosak adalah bergantung kepada racun perosak. Racun perosak boleh dibahagikan kepada beberapa kumpulan iaitu racun serangga, racun kulat, racun tikus, racun rumpai, racun biologi bagi mengawal serangga dan racun fumigasi. Racun perosak yang tersimpan di rumah adalah seperti racun serangga (insektisid) dan racun tikus (rodentisid). Racun serangga yang sering digunakan di rumah terdapat dalam bentuk sediaan semburan (aerosol), lingkaran dan kepingan (mat). Kebanyakan racun serangga jenis ini terdiri daripada racun serangga piretroid yang mengandungi bahan aktif piritrin. Sementara racun serangga dalam bentuk biji terutamanya ubat gegat mengandungi bahan kimia naftalin dan paradiklorobenzin. Bahan kimia ini juga terdapat dalam pewangi tandas yang menghasilkan bau yang cukup kuat (KPDNKK, 2011).

Penggunaan racun perosak bukan sahaja digunakan secara meluas di rumah, tetapi juga di kebun dan ladang untuk melindungi tanaman dari perosak tanaman.

Kebanyakan racun perosak bukan sahaja memberi kesan toksik terhadap organisma sasaran tetapi juga terhadap manusia, haiwan peliharaan dan sumber makanan (tanaman). Kandungan aktif racun perosak dapat meresap masuk ke badan manusia atau menerusi mulut, kulit dan saluran pernafasan berdasarkan pendedahan secara langsung dan tidak langsung yang menyebabkan kesan buruk kepada kesihatan dan kematian. Penggunaan racun perosak seperti *carbamate*, antikoagulan dan organofosfat dilaporkan memberi kesan keracunan kepada haiwan domestik seperti anjing dan kucing (Wang *et al.*, 2007).

### 2.5.2 Kesan Buruk Racun Perosak

Penggunaan bahan kimia sintetik atau racun perosak komersial sebagai pengurusan terhadap serangga dan haiwan perosak adalah berkesan untuk melindungi tanaman dari berlakunya kerosakan. Namun, penggunaan racun perosak secara berterusan secara tidak langsung telah membangunkan daya rintangan serangga atau haiwan perosak terhadap racun yang digunakan. Ini menyebabkan penggunaan dos yang berlebihan diperlukan bagi menangani masalah perosak tanaman. Peningkatan dos secara berlebihan boleh menjejaskan kesihatan manusia sebagai pengguna, haiwan bukan perosak dan juga persekitaran. Penggunaan racun perosak yang tidak terkawal menyebabkan sisa-sisa bahan kimia sintetik yang tidak terurai atau tidak termusnah telah mengganggu ekosistem persekitaran berdasarkan pencemaran air dan udara (Kianmatee dan Ranamukhaarachchi, 2007).

Penggunaan racun perosak bagi suatu tempoh jangkamasa yang panjang boleh mendedahkan kepada faktor kesihatan seperti menurunkan tahap kesuburan, masalah pernafasan, kecacatan janin, kanser, buta dan juga kematian. Kesan sampingan bagi jangkamasa pendek pula boleh dikesan berdasarkan ciri-ciri seperti muntah-muntah, cirit-birit, radang atau gatal kulit dan sakit pada bahagian perut. Racun ini boleh menyerap masuk ke tubuh manusia melalui pernafasan, kulit mahupun makanan yang tercemar (Sinha *et al.*, 2006).

Manakala kandungan piretroid, organoklorin, organofosfat dan *n,n-diethyl-meta-toluamide* (DEET) yang terkandung dalam aerosol, kepingan meruap (mat), lingkaran



ubat nyamuk dan cecair meruap (racun serangga) boleh menyebabkan kesan buruk kepada sistem pernafasan utama seperti sesak nafas, asma dan kerosakan hati. DEET yang merupakan bahan kimia sintetik utama yang berkesan terhadap kawalan pelbagai jenis serangga boleh menyebabkan tindakbalas toksik seperti merosakkan plastik, permukaan cat dan juga fabrik sintetik (Gillij *et al.*, 2007).

Berdasarkan keperluan dan kesan terhadap kaedah kawalan haiwan perosak, pembangunan kaedah kawalan bagi pengurusan populasi makhluk perosak yang selamat dan dapat meminimumkan penggunaan bahan kimia sintetik telah menunjukkan perkembangan penyelidikan terhadap alternatif menggunakan bahan tumbuhan. Metcalf dan Luckmann (1982) telah melaporkan bahawa penggunaan bahan penghalau tumbuhan merupakan pelan pengurusan haiwan perosak yang paling selamat untuk digunakan (Kianmatee dan Ranamukhaarachchi, 2007).

### **2.5.3 Pembangunan Bahan Penghalau Tumbuhan**

Sebelum kewujudan bahan kawalan serangga perosak, manusia telah menggunakan bahan atau tumbuhan yang mampu menghalau gangguan serangan serangga perosak seperti nyamuk, lalat, lipas mahupun tikus. Mengikut amalan dan petua masyarakat melayu, pokok bawang dikatakan berkesan digunakan untuk menghalau nyamuk. Penanaman pokok bawang di pinggir kolam digalakkan agar dapat menghalang nyamuk dari mendekati kawasan berkenaan dan perkara ini dapat menghalang pembiakan nyamuk pada kawasan air bertakung (MARDI, 2010).

Bahan penghalau serangga yang paling berkesan adalah daun neem atau semambu, berbanding sirih, serai atau bawang putih yang mana menghasilkan aroma dan kesan bau yang sangat kuat. Bau-bauan yang kuat ini tidak digemari oleh serangga yang berkecenderungan. Kandungan aktiviti minyak pati lazimnya terjadi kerana kehadiran monoterpenoid seperti *limonene*, *citronellol*, *geraniol*, *citronellal*, *carvacrol*, *eugenol* dan *terpineol* yang dilaporkan mempunyai ciri penghalau pelbagai serangga (Isman, 2000; Nor Azah, 2008; Nerio *et al.*, 2010).

Menurut amalan tradisional masyarakat Melayu, dahan pokok durian belanda adalah berkesan untuk menghalau tikus rumah. Penggunaan secara meletakkan dahan ini pada tempat-tempat persembunyian atau pada kawasan yang sering dikunjungi tikus dikatakan mampu menghalau tikus. Namun pendedahan keberkesanan secara terperinci masih belum dapat dibuktikan secara saintifik. Dengan ini, para kajian tempatan banyak mencadangkan kepenggunaan rempah ratus dan tanaman herba, yang diketahui mempunyai ciri-ciri yang boleh melawan serangga seperti minyak pati tumbuhan yang mempunyai potensi yang cukup besar. Sementara minyak akar wangi, minyak cendana dan minyak patchouli dilaporkan menghasilkan aroma yang tidak disukai oleh tikus sawah (Dewi *et al.*, 2006).

## 2.6 MINYAK PATI

Minyak pati merupakan sejenis minyak yang mudah meruap dan menghasilkan aroma yang mana terkandung pada jenis tumbuhan minyak pati. Penghasilan minyak pati biasanya diperoleh melalui kaedah penyulingan. Perkembangan teknologi telah mempelbagaikan kaedah untuk mengekstrak minyak pati termasuk pengekstrakan pada keadaan kritikal (karbon dioksida) atau pengekstrakan menggunakan pelarut. Minyak pati merupakan sejenis cecair yang bersifat hidrofobik dan mengandungi sebatian komponen aromatik. Minyak pati atau minyak asas dari sesuatu tumbuhan adalah istimewa kerana membawa sejenis aroma khas setiapnya yang mana menghasilkan minyak pati yang memiliki sifat kimia yang khusus dan tersendiri. Penggunaan utama minyak pati adalah dalam industri minyak wangi, kosmetik, produk mandian dan bahan pencuci (Durling *et al.*, 2007; Bakkali *et al.*, 2008).

Minyak pati adalah sebatian yang sangat kompleks dengan kandungan semua jenis atom seperti hidrogen, karbon, oksigen dan nitrogen. Kandungan yang sering hadir pada minyak pati adalah monoterpen, seskuiterpen, fenol, alkohol, keton, eter, ester dan aldehid (Nor Azah *et al.*, 2007). Minyak pati bersifat volatil atau mudah meruap sebagai takrifan yang lebih jelas dan merupakan sifat yang paling tepat bagi minyak pati. Gildemeister dan Hoftman (1956) mendefinisikan bahawa minyak pati mampu meruap ke atmosfera pada suhu bilik secara semulajadi. Sifat zat yang mudah meruap dihasilkan daripada proses fizikal tanaman harum bagi spesis botani tunggal. Sifatnya adalah tidak

benar-benar berminyak sepertimana minyak tetap; minyak kelapa sawit, minyak jagung, minyak zaitun yang tidak mudah meruap dan mempunyai tahap didih yang tinggi.

### 2.6.1 Keberkesanan Minyak Pati sebagai Bahan Penghalau

Kepelbagaian jenis produk tanaman telah menunjukkan perkembangan yang meluas apabila minyak pati tumbuhan bukan lagi digunakan sebagai minyak wangi atau bahan pewangi semata-mata tetapi semakin dikenali kerana potensinya sebagai bahan penghalau serangga atau haiwan perosak. Penggunaan produk tumbuhan semulajadi atau botani termasuk minyak pati samaada secara langsung atau tidak langsung kepada kawalan perosak menjanjikan keberkesanan kawalan yang baik (Isman, 2000; Bakkali *et al.*, 2008). Minyak pati merupakan campuran kompleks sebatian organik yang mudah meruap dan dihasilkan sebagai metabolit sekunder dalam tumbuhan; terbentuk dari hidrokarbon (terpen dan sesquiterpen) dan sebatian oksigen dan bertanggungjawab menentukan ciri-ciri aroma dan bau minyak pati (Batish *et al.*, 2008; Nerio *et al.*, 2010).

Minyak pati berfungsi memberi perlindungan kepada tumbuhan sebagai anti-bakteria, anti-kulat, anti-viral, anti-serangga malah turut berfungsi menghalang haiwan herbivor (haiwan pemakan tumbuhan) dengan melepaskan aroma yang dapat mengurangkan keinginan untuk memakan tumbuhan tersebut (Bakkali *et al.*, 2008). Sementara kehadiran komponen monoterpen dan sesquiterpen dalam minyak pati telah dikaitkan kepada sifat-sifat penghalau kepada sesetengah serangga (Isman, 2000; Gillij *et al.*, 2007; Silva *et al.*, 2008; Nerio *et al.*, 2010). Langenheim (1994) mendapati kehadiran monoterpen dalam minyak pati sebagai sistem pertahanan yang penting kepada tumbuhan terhadap serangga perosak herbivor dan kulat manakala Tholl (2006) pula mendapati komponen meruap terpenoid berperanan dalam hubungan komunikasi di antara tumbuhan dan berkhidmat sebagai tarikan untuk proses pendebungaan (Batish *et al.*, 2008).

Sebatian semulajadi yang pertama digunakan dengan meluas terhadap kawalan nyamuk dewasa adalah kandungan pyrethrum yang diekstrak dari bunga *Chrysanthemum*. Produk ini merupakan racun serangga organik dari asas tumbuhan yang paling terkenal dan telah digunakan secara meluas kerana tiada kesan toksik

terhadap haiwan bukan sasaran dan boleh terurai pada persekitaran (Dharmagadda *et al.*, 2005). Perkembangan ini telah menyebabkan pelbagai produk minyak pati tanaman telah diperkenalkan sebagai racun serangga dan penyelimidan terhadap keberkesannya semakin giat diterokai. Produk minyak akar wangi yang mengandungi kebanyakan komponen sesquiterpen, adalah berkesan dalam menghalau serangga seperti lalat dan lipas (Dewi *et al.*, 2006; Silva *et al.*, 2008; Nerio *et al.*, 2010).

Minyak cengkih dengan komponen utamanya *eugenol* menunjukkan keberkesanan untuk menangani masalah kumbang (Obeng-Ofori dan Reichmuth, 1997). Sementara minyak pati tumbuhan herba seperti minyak pati jintan putih (*Cuminum cyminum*), minyak jintan manis (*Pimpinella ansium*), minyak oregano (*Origanum syriacum var. bevanii*) dan minyak kayu putih (*Eucalyptus camaldulensis*) adalah efektif sebagai *fumigant* terhadap kapas kutu dan hama (Tuni dan Sahinkaya, 1998). Manakala bagi aktiviti anti-larva ke atas beberapa jenis larva nyamuk didapati berkesan menggunakan minyak ekstrak bunga tahi ayam (Dharmagadda *et al.*, 2005). Sejak berabad lamanya, minyak pati daripada beberapa tumbuhan seperti serai wangi dan daun teh pudina telah digunakan sebagai penghalau serangga dengan formula campuran bahan kapur barus, minyak sayuran dan minyak tar sebagai penyediaan perlindungan yang lebih tahan lama (Jantan dan Zaki, 1998).

Justeru, salah satu tanaman yang berpotensi besar sebagai penghalau adalah patchouli, hampir keseluruhan komponennya adalah terdiri dari komponen sesquiterpen, yang mana minyak patchouli dan kandungan utama (*patchouli alcohol*) telah dilaporkan bersifat penghalau dan toksik kepada anai-anai (Zhu *et al.*, 2003) dan nyamuk (Jantan dan Zaki, 1998). Kandungan komponen aktif yang pelbagai dan kekuatan aroma yang dihasilkan menjadikan minyak patchouli antara tumbuhan minyak pati yang mempunyai kepenggunaan secara menyeluruh. Bahkan pokok ini dijangkakan dapat menghalau pelbagai spesies perosak lain seperti lipas, nyamuk dan tikus (Dewi *et al.*, 2006).

### 2.6.2 Ketoksikan Minyak Pati

Penggunaan minyak pati sebagai anti-bakteria, anti-kulat, anti-radang dan menghalang fungsi metabolisme mikroorganisma terhadap pertumbuhan dan pembiakan

menyebabkan kesan ketoksikan minyak pati kurang didedahkan. Pendedahan kepada minyak pati boleh menyebabkan masalah pernafasan terutama dalam populasi berisiko tinggi di mana melibatkan pemeruapan komponen terpen dan aromatik yang telah dilaporkan menyumbang kepada kesan-kesan buruk (Hammer *et al.*, 2006; Su *et al.*, 2007). Reaksi alahan dan toksik kepada manusia atau haiwan adalah disebabkan oleh pencemaran dos bahan yang terlalu tinggi melalui kesan sentuhan atau pemakanan (Chiu *et al.*, 2009).

Minyak pati dilaporkan menjadi toksik jika ditelan dalam dos yang tinggi (10 mL untuk kanak-kanak berusia 23 bulan; 0.5 - 1.0 kg untuk dewasa). Keadaan ini boleh menyebabkan gangguan terhadap sistem saraf pusat seperti pening atau tidak sedarkan diri, berlaku kerengsaan atau hipersensitif dalam bentuk ruam dan pelbagai reaksi alahan. Kerengsaan mata, batuk, sesak dada dan kesukaran bernafas berlaku adalah akibat dari pendedahan minyak pati kepada subjek yang berkecenderungan (Hammer *et al.*, 2006; Nerio *et al.*, 2010). Justeru, kesan pemeruapan minyak pati merupakan jangkaan positif terhadap keberkesannya sebagai bahan penghalau di bawah pengaruh-pengaruh kesan buruk akibat pendedahan minyak pati terhadap subjek berkecenderungan.

## 2.7 TANAMAN PATCHOULI

*Pogostemon cablin* (Blanco) Benth. atau lebih dikenali sebagai patchouli adalah kumpulan tumbuhan dari keluarga *Lamiaceae*, genus *Pogostemon*. Tanaman patchouli dikatakan berasal dari Indonesia, Malaysia dan India (Hu *et al.*, 2006). Di Malaysia dan Indonesia, patchouli juga dikenali sebagai pokok nilam. Dari segi perubatan tradisional Cina, patchouli banyak digunakan dalam perubatan bergantung kepada sebatian aktif yang terkandung dalam minyak patchouli (Hu *et al.*, 2006; Wu *et al.*, 2004).

Pokok patchouli adalah berasal dari tumbuhan liar tetapi telah ditanam secara komersial di Malaysia, Indonesia, China dan India kerana permintaan minyak patinya. Tanaman patchouli dibiaktumbuh melalui keratan batang dan tumbuh secara menegak dan boleh mencapai ketinggian sekitar 0.3 m sehingga 1.3 m dengan dahan yang bercabang-cabang dan rimbun. Tanaman ini boleh bertahan selama 1 tahun lebih selepas

3 hingga 4 kali dituai bagi menjaga kualiti minyak yang diekstrak (Santoso, 1990). Rajah 2.2 merupakan pokok patchouli atau pokok nilam yang terdapat di Malaysia.



**Rajah 2.2:** Patchouli atau pokok nilam

Daun patchouli merupakan bahagian yang paling penting dari segi ekonomi, yang mana merupakan tempat kelenjar minyak pati berpusat. Bentuk daunnya meruncing dengan bentuk yang sederhana besar, daunnya kelihatan ungu kehijauan apabila ditanam secara langsung dengan pendedahan matahari manakala berwarna hijau terang apabila ditanam di tempat yang teduh. Minyak daun patchouli dikatakan mempunyai sifat khas yang mana aromanya semakin harum berkadar dengan peningkatan usia tanamannya (Mangun, 2005).

### **2.7.1 Jenis Tanaman Patchouli**

Terdapat tiga spesies utama tanaman patchouli yang memiliki kadar kandungan dan kualiti minyak yang berbeza-beza iaitu *Pogostemon cablin*, *Pogostemon heyneanus* dan *Pogostemon hortensis*. Menurut Santoso (1990), berikut adalah rumusan ringkas mengenai jenis tanaman patchouli;

i) *Pogostemon cablin*

Patchouli jenis ini dikenali juga sebagai Nilam Aceh yang terdapat di Filipina, Brazil, Paraguay, Madagaskar, Indonesia dan Malaysia. Mempunyai daun yang agak membulat seperti jantung, manakala di bahagian bawah daun terdapat bulu-bulu halus. Ianya tidak atau jarang berbunga tetapi memiliki kandungan minyak yang tinggi sekitar 2.5 % hingga 5 %.

ii) *Pogostemon heyneanus*

Tumbuhan ini dikenali sebagai Nilam Jawa atau Nilam hutan kerana banyak terdapat dan tumbuh secara liar di hutan Pulau Jawa. Daunnya lebih nipis dan hujung daun yang agak runcing. Ianya jenis berbunga dan kandungan minyak sekitar 0.5 % hingga 1.5 % dan kurang mendapat pasaran kerana memiliki kualiti yang rendah.

iii) *Pogostemon hortensis*

Sepertimana *Pogostemon heyneanus*, ciri-ciri tumbuhan ini adalah hampir sama tetapi tidak berbunga. Ia dikenali sebagai Nilam sabun kerana fungsinya sebagai pencuci pakaian. Kandungan dan komposisi kualiti yang rendah sekitar 0.5 % hingga 1.5 % dan kurang mendapat sambutan di pasaran perindustrian.

### 2.7.2 Kegunaan Minyak Patchouli

Minyak patchouli adalah minyak aromatik yang sangat unik dengan mengandungi campuran molekul organik kompleks yang tidak boleh diformulakan secara kimia di makmal. Tumbuhan ini telah lama digunakan secara tradisional untuk menghilangkan kelembapan, mengurangkan kepanasan, meredakan muntah dan boleh merangsang selera makan, di samping mempunyai nilai komersial dalam industri minyak wangi (Singh *et al.*, 2002). Minyak patchouli dinyatakan penting sebagai bahan

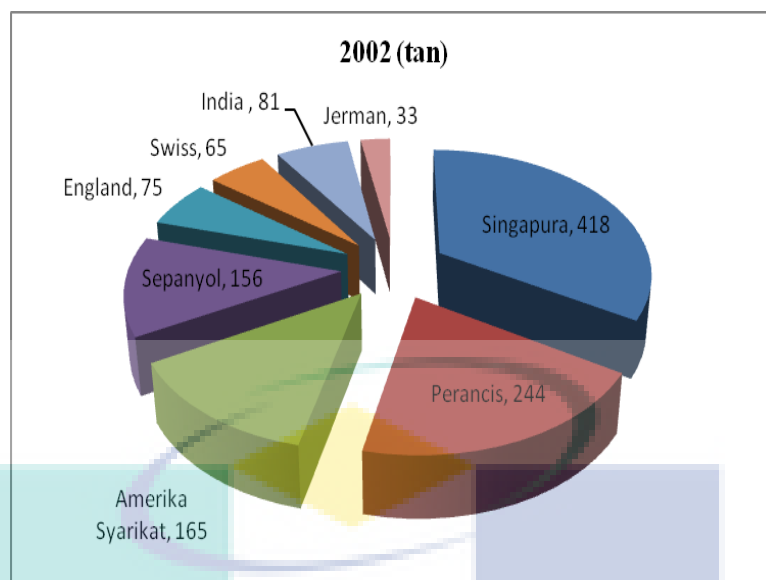
asas kepada pengikat bau yang mana boleh memanjangkan tempoh aroma minyak wangi. Ciri-ciri aroma patchouli yang menyenangkan, di samping aroma yang dapat bertahan lama telah meletakkan minyak patchouli di pasaran antarabangsa (Singh *et al.*, 2002; Srikrishna dan Satyanarayana, 2005).

Minyak patchouli memainkan peranan penting dalam rawatan aromaterapi. Minyak patchouli menghasilkan aroma yang dapat mengurangkan tekanan, insomnia dan kerisauan. Aroma minyak patchouli dilaporkan memberi kesan terhadap tindakbalas manusia (*neuroendocrinological* dan psikologi) yang mana melaraskan tahap hormon melalui mekanisme persepsi deria bau (Fukui *et al.*, 2009). Tambahan pula, dapat digunakan untuk mengatasi masalah kulit seperti jerawat, radang kulit, luka-luka atau kerengsaan kulit. Terapi minyak patchouli ini dilaporkan sesuai sebagai anti-radang, antiseptik, astringen, diuretik, hipotemia, racun kulat, racun serangga dan sedatif (Buranthep *et al.*, 2006). Minyak ini juga penting kerana menjadi unsur utama kepada produk minyak wangi, sabun dan produk kosmetik (Deguerry *et al.*, 2006). Malah, Akhila dan Tewari melaporkan bahawa minyak ini turut digunakan sebagai bahan anti-serangga perosak pakaian dan juga digunakan sebagai kaedah perubatan menghilangkan rasa sejuk yang dipetik oleh Zhu *et al.* (2003).

### 2.7.3 Pasaran Minyak Patchouli

Tanaman patchouli mempunyai prospek yang luas di pasaran kerana permintaan terhadap anak pokok patchouli, daun basah, daun kering dan minyak pati. Pada pasaran dunia, Indonesia merupakan pengeluar utama minyak patchouli. Indonesia bukan sahaja pengeksport terbesar minyak patchouli malah turut mengeksport 14 jenis minyak pati dari 70 jenis minyak pati yang mendapat permintaan tinggi di pasaran (Mangun, 2005). Sementara India turut dilaporkan menghasilkan sebahagian kecil minyak patchouli manakala keperluan domestiknya dipenuhi dengan mengimport minyak patchouli sekitar 50 tan minyak pati dan 100 tan minyak pati yang telah diformulakan (Singh *et al.*, 2002). Berikut adalah Rajah 2.3 yang menunjukkan data statistik negara-negara yang mengimport minyak patchouli dari Indonesia pada 2002.





**Rajah 2.3:** Pengimport minyak patchouli bagi Indonesia (tan) pada 2002

Sumber: Mangun, 2005

Rajah di atas mempamerkan jumlah minyak patchouli dari Indonesia yang dieksport ke negara-negara luar pada tahun 2002. Singapura adalah pengimport minyak patchouli yang paling besar, 418 tan diikuti oleh Perancis, 244 tan. Manakala, Amerika Syarikat pula direkodkan mengimport minyak patchouli sebanyak 165 tan. Namun, sepanjang 10 tahun (1993 hingga 2003) purata minyak yang telah dieksport ke seluruh negara adalah dalam anggaran 1300 tan setiap tahun (Mangun, 2005). Permintaan yang semakin meningkat telah menyebabkan perkembangan harga minyak patchouli dianggarkan RM 100 /kg dan telah meningkat kepada RM 120 pada tahun seterusnya dan meningkat kepada RM 200 /kg pada 2006. Namun pada 2011, harga minimum minyak patchouli telah dicatatkan berada pada RM 600 /kg namun nilainya bergantung pada kualiti minyak yang dipasarkan (Reza, 2011).

#### 2.7.4 Komponen Aktif Minyak Patchouli

Minyak pati tumbuhan merupakan bahan yang mudah meruap, mempunyai aroma yang kuat dan berunsurkan alam dengan sebatian molekul organik kompleks. Sebatian komponen-komponen aktif yang terdiri dari campuran terpen, sesquiterpen,

komponen oksigen dan sebahagian kecil lebih pepejal yang tidak meruap. Struktur terpen terbentuk daripada gabungan beberapa lima unit karbon (C<sub>5</sub>) yang dikenali sebagai isopren. Antara terpen yang utama termasuklah monoterpen, sesquiterpen, hemiterpen, diterpen dan sebagainya. Monoterpen terbentuk dari 2 unit isoprene (C<sub>10</sub>), manakala sesquiterpen pula diikat dari gabungan 3 unit isopren (C<sub>15</sub>) dan terpenes yang mengandungi molekul oksigen dikenalpasti sebagai terpenoid (Batish *et al.*, 2008).

Terpenes merupakan komponen penting dalam minyak pati kerana terpen adalah molekul-molekul yang menyumbang pada nilai aroma dan rasa sesuatu minyak pati. Sementara, komponen oksigen adalah pembawa atau pengangkut bau yang utama (Bakkali *et al.*, 2008). Terdapat juga kajian terdahulu yang melaporkan bahawa monoterpen (hidrokarbon, alkohol dan eter) dengan satu atau lebih ikatan karbon-karbon tidak tepu yang mudah bertindakbalas terhadap agen pengoksida seperti ozon, hidroksil dan nitrat radikal yang terdapat dalam persekitaran udara dan menghasilkan tambahan partikel bahan pencemar organik dalam gas (Weschler, 2000).

Sebahagian besar komposisi minyak patchouli adalah sesquiterpen, minyak patchouli mengandungi lebih kurang 24 komponen sesquiterpen yang berbeza, Sebahagian besarnya adalah hidrokarbon sesquiterpen seperti  $\alpha$ -/ $\beta$ -/ $\gamma$ -*patchoulenes*,  $\alpha$ -*bulnesene*,  $\alpha$ -*guaiene* dan *seychellene*, struktur yang jelas berkaitan terhadap (-)-*patchoulol* dan sesquiterpen dengan struktur yang tidak berkaitan seperti *trans-kariofilena*  $\beta$ -,  $\alpha$ -*humulene* dan  $\gamma$ -*curcumene* yang mana terkandung dalam minyak pati ini (Dequerry *et al.*, 2006; Wu *et al.*, 2004). Unsur utama yang dikenalpasti adalah *sesquiterpenes patchoulol*, yang mana sebatian utama yang bertanggungjawab memberi aroma patchouli yang unik. Di samping itu,  $\alpha$ -*patchoulene* juga adalah unsur penting sepertimana *patchoulol* atau *patchouli alcohol* dalam menentukan aroma minyak yang terhasil, namun unsur ini ditemui dengan jumlah yang sangat kecil berbanding *patchouli alcohol* (Dequerry *et al.*, 2006; Singh *et al.*, 2002 dan Wu *et al.*, 2004).

Secara amnya, Bakkali *et al.*, (2008) menyatakan bahawa komponen utama sesuatu sebatian akan menentukan sifat-sifat biologinya dan pemahaman yang terperinci mengenai tindakan biologi bahan tersebut dapat mengembangkan aplikasi baru terhadap kesihatan masyarakat, pertanian dan persekitaran. Berikut adalah Jadual 2.3 iaitu senarai

komponen-komponen aktif yang terkandung dalam minyak patchouli (Buranthep *et al.*, 2006) dan data pada jadual di bawah menunjukkan *patchouli alcohol* adalah sesquiterpen utama yang terkandung dalam minyak patchouli.

**Jadual 2.3:** Komponen-komponen aktif minyak patchouli

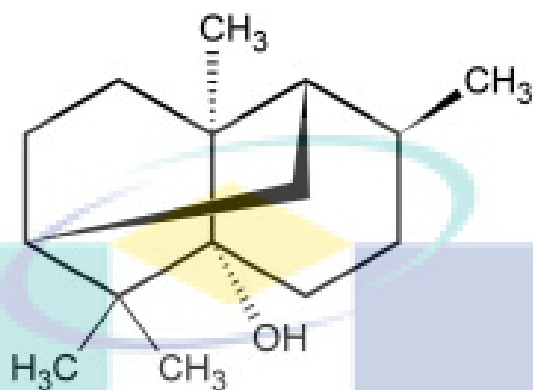
Komponen	Kovat's Index	%
$\delta$ - elemene	1339	t
$\beta$ - patchoulene	1380	t
$\beta$ - elemene	1391	0.33
cis-thujopsene	1429	0.25
trans-caryophyllene	1418	2.24
$\alpha$ - guaiene	1439	7.22
$\gamma$ - patchoulene	1441	3.89
$\alpha$ - humulene	1454	0.48
$\alpha$ - patchoulene	1456	2.27
Seychellene	1460	0.98
Valencene	1491	0.85
germacrene D	1480	0.15
$\beta$ - selinene	1485	t
$\alpha$ - selinene	1494	0.23
Viridiflorene	1493	1.91
germacrene A	1503	11.73
$\alpha$ - bulnesene	1505	0.86
7-epi- $\alpha$ -selinene	1517	0.17
Longipinanol	1566	t
Globulol	1583	4.62
Patchouli alcohol	1659	60.30
1-octen-3-ol	0978	0.20

Sumber: Buranthep *et al.* (2006)

### 2.7.5 Patchouli alcohol

*Patchouli alcohol* atau *patchoulol* merupakan komponen aktif utama yang terkandung dalam komposisi minyak patchouli. Hampir keseluruhan komposisi minyak patchouli adalah sebatian *sesquiterpenes* dan *patchouli alcohol*. *Patchouli alcohol* adalah bahan aktif utama bagi herba *Pogostemonis* dan komponen yang menghasilkan aroma patchouli. Ia juga dikatakan menghasilkan aroma yang harum dan tahan lama apabila dicampurkan dengan aroma kimia yang lain. El-Shazly dan Hussein (2004) telah melaporkan bahawa *patchouli alcohol* juga merupakan sebatian utama yang dikesan pada minyak pati *Boiss leuocladum Teucrium (Lamiaceae)*. Sementara itu, Donelian *et al.*, (2009) melaporkan *patchoulol* dan  $\alpha$ -*patchoulene* merupakan sebatian penting

minyak patchouli, kerana komponen-komponen tersebut berkadaran terhadap kualiti minyak yang dihasilkan. Ilustrasi struktur kimia bagi *patchouli alcohol* adalah seperti yang ditunjukkan pada Rajah 2.4.



**Rajah 2.4:** Struktur *Patchouli alcohol*

Sumber: Li *et al.* (2011)

Berikut adalah sifat fizikal bagi *patchouli alcohol* yang ditunjukkan dalam Jadual 2.4.

UMP

**Jadual 2.4:** Sifat fizikal *patchouli alcohol*

<b>Sifat-sifat Fizikal</b>	
Sinonim	<i>1,6-methanonaphthalene-1(2H)-ol, octahydro-4,8a,9,9-tetramethyl-, [1R-1a,4b,4a-a,6b*]; (1R-(1a,4b,4aa,6-b,8aa))-octahydro-4,8a,9,9-tetramethyl-1,6-methano-1(2H)-naphthol or patchoulol or patchouli alcohol</i>
No. CAS	5986-55-0
No. EINECS	227-807-2
Formula	$C_{15}H_{26}O$
Berat Molekul	222.37
Henry's Law	0.0000122 atm m <sup>3</sup> /mol 25 °C
Log Kow (pengiraan)	4.67
Tekanan wap (pengiraan)	<0.001 mm Hg 20 °C
Ketelaruatan dalam air (pengiraan)	42.87 mg/l @ 25 °C

Sumber: Bhatia *et al.* (2008)

Kandungan *patchouli alcohol* dinyatakan 30 kali lebih tinggi terkumpul di bahagian daun *patchouli* berbanding bahagian lain tanaman ini (Zhao *et al.*, 2005). *Patchouli alcohol* telah digunakan secara meluas sebagai pengukur penilaian kualiti minyak *patchouli* yang terhasil. Kualiti minyak *patchouli* dikategorikan baik jika kandungan *patchouli alcohol* adalah tinggi. Aroma minyak pati ini adalah disebabkan oleh komponen ini, diformulakan sebagai  $C_{15}H_{26}O$  oleh Montgolfier (Srikrishna dan Satyanarayana, 2005). *Patchouli alcohol* adalah formula pewangi yang digunakan dalam produk kosmetik, pewangi, syampu, sabun dan bahan mandian malahan turut digunakan sebagai produk bukan kosmetik seperti pencuci barangan dapur dan detergen yang mana keperluan tersebut memerlukan di antara 0.1 sehingga 1 tan metrik setahun (Bhatia *et al.*, 2008).

## 2.8 FAKTOR MEMPENGARUHI HASIL EKSTRAK MINYAK PATCHOULI

Pelbagai faktor dalam proses pengekstrakan minyak patchouli sering ditambahbaik agar tidak mempengaruhi kandungan atau kualiti hasil minyak pati ekstrak seperti cara penyulingan, masa penyulingan dan penggunaan alatan penyulingan. Namun, terdapat beberapa faktor lain yang juga mempengaruhi kandungan hasil ekstrak minyak patchouli seperti jenis tanaman, tanah dan iklim, penggunaan baja, pengurusan penanaman peneaian dan penyimpanan tumbuhan sedia ekstrak patchouli. Jika kesemua faktor-faktor berada dalam keadaan yang baik, maka hasil ekstrak patchouli dijamin pada kandungan dan kualiti yang lebih tinggi.

Menurut Syukur dan Nuryani (1998), minyak patchouli yang mempunyai kandungan minyak yang tinggi adalah tanaman patchouli dari wilayah Aceh atau lebih dikenali sebagai Nilam Aceh iaitu jenis *Pogostemon cablin* (Benth) dengan kadar kandungan minyak pati 2.23 - 4.23 %; 2.00 - 4.14 %; 2.07 - 3.87 % dari tiga kawasan yang berbeza. Namun Sudaryani dan Sugiharti (1998) melaporkan bahawa tanaman ini sebenarnya dari Malaysia dan telah berkembang ke negara-negara lain seperti Indonesia. Ini kerana dipengaruhi oleh kesesuaian tanah dan iklim dengan faktor jenis dan tekstur tanah, pH, kelembapan udara, taburan hujan dan suhu persekitaran yang merupakan faktor penting terhadap pertumbuhan dan produk minyak patchouli. Tanaman patchouli yang ditanam pada ketinggian yang sesuai, jenis tanah yang memenuhi pensyaratan dan iklim yang sesuai menghasilkan kandungan minyak patchouli yang tinggi.

Pengekstrakan minyak patchouli dihasilkan melalui proses penyulingan. Sebelum proses penyulingan, Ketaren (1985) mendapati adalah penting melakukan persediaan terhadap bahan suling seperti pengecilan ukuran sampel, pelayuan dan pengeringan. Ini kerana minyak pati di dalam tumbuhan dikelilingi oleh kelenjar-kelenjar, sel minyak dan dinding sel tumbuhan. Tanpa persediaan tersebut, pengekstrakan minyak akan berlangsung pada kadar yang sangat perlahan (Nurdjanah dan Ma'mun, 1994). Menurut Rusli dan Hermani (2000), *patchouli alcohol* adalah kandungan utama minyak patchouli yang mudah meruap. Oleh kerana komposisi ini adalah pengukur kepada kualiti minyak patchouli, maka proses pengeringan adalah

penting. Peningkatan *patchouli alcohol* meningkat apabila dijemur pada tempoh yang lama namun tempoh yang terlalu lama boleh menyebabkan penurunan kepada kandungan minyaknya (Yuhono dan Suhirman, 2007). Jangkamasa tempoh pengeringan adalah selama 2 hari dengan pendedahan kepada matahari antara 5 hingga 7 jam sehari (Balitro, 2003). Pengekstrakan daun patchouli segar tidak digalakkan kerana hanya mengeluarkan kandungan minyak di permukaan sahaja akibat kesukaran molekul-molekul minyak dalam daun menembusi sel dinding yang tidak terbuka. Pengeringan bahan tumbuhan patchouli disyorkan sehingga kadar kandungan air di antara 12 % hingga 15 % (Mangun, 2005).

Masa atau tempoh penyulingan merupakan salah satu faktor penting yang mempengaruhi kandungan ekstrak minyak patchouli. Masa yang terlalu panjang boleh menjejaskan komposisi kandungan minyak patchouli iaitu dengan peningkatan bilangan ester. Dalam pasaran eksport minyak patchouli Indonesia, bilangan ester minyak patchouli ditetapkan tidak boleh melebihi 10 %. Dengan itu, tempoh penyulingan perlu diatur sebaik mungkin bagi memastikan kandungan ekstrak adalah tinggi tanpa kandungan ester melebihi had yang ditetapkan. Tempoh penyulingan minyak patchouli disyorkan antara 4 hingga 8 jam bergantung kepada jumlah bahan dan kaedah penyulingan yang digunakan (Yuhono dan Suhirman, 2007). Santoso (1990) mendapati bahawa tempoh 8 jam persuling menghasilkan peratus hasil dan kandungan *patchouli alcohol* yang tinggi.

Begitu juga terhadap pengaruh kaedah atau cara penyulingan yang dijalankan untuk mengekstrak minyak patchouli. Terdapat 2 kaedah utama yang sering dijalankan untuk mengekstrak minyak patchouli iaitu penyulingan hidro dan penyulingan stim (Mangun, 2005). Santoso (1990) menyarankan bahawa penyulingan wap adalah terbaik bagi minyak patchouli. Walau bagaimanapun, menurut Yuhono dan Suhirman (2007) bahawa bagi jumlah bahan ekstrak yang sedikit atau kecil, penyulingan hidro adalah lebih efektif dan menguntungkan berbanding penyulingan wap.

## 2.9 PENGEKSTRAKAN MINYAK PATCHOULI

Perkembangan perindustrian pengekstrakan minyak pati di Malaysia menunjukkan peningkatan sepertimana saranan Datuk Rohani Abdul Karim yang merupakan Timbalan Menteri Pertanian dan Industri Asas Tani yang telah menggalakkan peningkatan pengeluaran minyak patchouli untuk dikomersialkan sebagai bahan asas kepada produk kesihatan, kecantikan dan minyak wangi (Bernama, 16 Jun 2009). Minyak pati diperoleh dari proses pengekstrakan iaitu melalui kaedah pengasingan samada pepejal atau cecair yang umumnya dihubungkan kepada sesuatu medium contohnya pelarut bagi proses perpindahan satu atau lebih komponen dari sumber ekstrak kepada pelarut tersebut. Perkembangan awal pengekstrakan minyak pati telah dibangunkan sejak pada abad pertengahan di negara Timur Tengah menggunakan penyulingan wap dan penyulingan hidro (Bakkali *et al.*, 2008). Kim *et al.*, (2006) turut melaporkan bahawa teknik umum yang digunakan bagi mengekstrak minyak pati adalah menggunakan penyulingan wap dan penyulingan hidro. Namun, terdapat juga beberapa kaedah pengekstrakan lain yang sedang dibangunkan seperti karbon dioksida cecair atau gelombang mikro (Bakkali *et al.*, 2008).

Bagi pengeluar minyak patchouli terbesar iaitu Indonesia, proses penyulingan yang paling sesuai digunakan untuk mengekstrak minyak pati patchouli ialah penyulingan wap, penyulingan wap-air dan penyulingan hidro (Santoso, 1990). Di Malaysia, kaedah penyulingan hidro adalah praktikal digunakan kerana sangat ekonomi dan selamat untuk beroperasi. Institusi-penyelidikan seperti MARDI (Institut Penyelidikan dan Pembangunan Pertanian Malaysia) telah menjalankan kajian terhadap pengekstrakan minyak pati pokok teh menggunakan penyulingan hidro pada tekanan atmosfera (Mohamed, 2005).

### 2.9.1 Kaedah Penyulingan Minyak Pati

Kaedah penyulingan yang paling kerap dipraktikkan dalam industri minyak pati adalah penyulingan wap dan penyulingan hidro. Minyak pati merupakan hasil ekstrak yang diperoleh dari pengekstrakan tumbuhan terutama dari bahagian tumbuhan bukan berkayu seperti daun melalui proses penyulingan wap atau hidro (Batish *et al.*, 2008).



Dalam proses penyulingan wap, stim atau wap panas dilepaskan pada bahan ekstrak bagi proses membebaskan komponen-komponen aromatik yang terkandung dalam tumbuhan. Stim atau wap panas menyerap masuk ke dalam bahan tumbuhan ekstrak bagi membuka liang-liang minyak bagi membolehkan pengekstrakan minyak berlaku. Komponen-komponen yang meruap diangkut bersama-sama stim atau wap panas dan dilakukan pada sistem pendingin untuk dikondensasikan. Stim yang terkondensasi kepada cecair memperlihatkan dua lapisan terhasil iaitu lapisan air dan lapisan minyak ekstrak. Dalam industri, penyulingan wap digunakan secara meluas kerana kandungan tenaga haba untuk penyejukan yang jauh lebih murah dan mudah didapati (Donelian *et al.*, 2009).

Sementara, penyulingan hidro merupakan kaedah yang paling lama digunakan secara meluas dalam pengekstrakan minyak pati terutamanya bagi pengusaha atau pengilang secara kecil-kecilan. Teknik ini paling banyak digunakan kerana melibatkan kos yang jauh lebih murah di samping merupakan kaedah yang mudah untuk diaplikasikan. Berikutan, kaedah ini lebih selamat dan dapat menghasilkan kualiti minyak yang baik. Hidro atau air yang digunakan dapat melindungi bahan terekstrak pada tahap tertentu kerana air akan bertindak sebagai penghalang untuk mengelakkan daripada berlakunya pemanasan terlampau atau pendedahan suhu yang terlampau tinggi terhadap bahan ekstrak (Sefidkon *et al.*, 2007). Ini kerana penyulingan wap melibatkan suhu yang sangat tinggi, yang mana boleh menyebabkan degradasi atau kemusnahan terhadap sebatian minyak pati serta menyebabkan tindakbalas menghasilkan komponen-komponen yang tidak diperlukan (Donelian *et al.*, 2009). Hal ini menyebabkan penyulingan hidro adalah teknik yang paling sesuai digunakan bagi menjamin mutu dan kualiti bahan ekstrak.

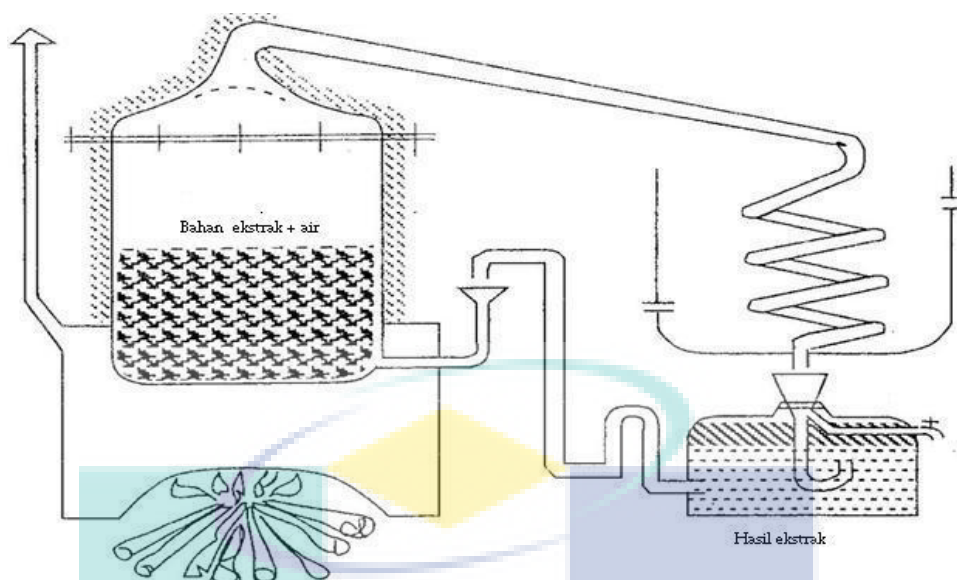
### **2.9.2 Penyulingan Hidro**

Penyulingan hidro adalah kaedah penyulingan yang mana membenamkan kesemua bahan-bahan yang diekstrak ke dalam air dan dibiarkan mendidih. Konsep ini lebih kepada keadaan di mana bahan-bahan tersebut direbus dengan takat didih air. Penyulingan ini adalah secara langsung dan bersesuaian digunakan mengekstrak bahan dari daun atau bunga. Proses ini juga dilaporkan cekap bagi mengekstrak bahan kayu

seperti kayu cendana dan kulit kayu manis (Mohamed, 2005). Meskipun begitu, terdapat beberapa kekurangan dari sistem ini yang mana proses pemanasan yang memerlukan jumlah air yang banyak dan ini boleh menyebabkan peningkatan dalam kos proses, tenaga kerja dan masa penyulingan. Proses yang terlalu panjang juga boleh menyebabkan kemerosotan hasil pengekstrakan. Oleh itu, pemilihan masa ekstrak yang sesuai adalah sangat penting bagi peningkatan profil pengekstrakan (Heravi dan Sereshti, 2007; Sefidkon *et al.*, 2007).

Menurut kajian terdahulu, Haryani (2005) telah melaporkan masa ekstrak yang terbaik bagi penyulingan minyak patchouli yang berkualiti adalah di antara 6 jam hingga ke 8 jam. Sementara itu, masa pengekstrakan optimum dilaporkan sangat menguntungkan dari segi pasaran minyak patchouli adalah 3 jam 20 minit (Santoso, 1990). Maka, adalah penting sesuatu masa pengekstrakan itu berlangsung kerana pengekstrakan yang singkat memberikan hasil yang rendah manakala pengekstrakan yang sangat panjang pula boleh merosakkan kualiti hasil ekstrak minyak pati.

Secara amnya, minyak pati dari tumbuhan tidak dapat diekstrak 100 % kerana memperuntukkan kos yang tinggi. Ini menyebabkan proses penyulingan yang biasa dijalankan dalam industri minyak pati adalah di antara lingkungan 3 jam hingga 8 jam bergantung jenis bahan yang diekstrak (Zhu *et al.*, 2003). Gambaran proses penyulingan hidro ditunjukkan pada Rajah 2.5.

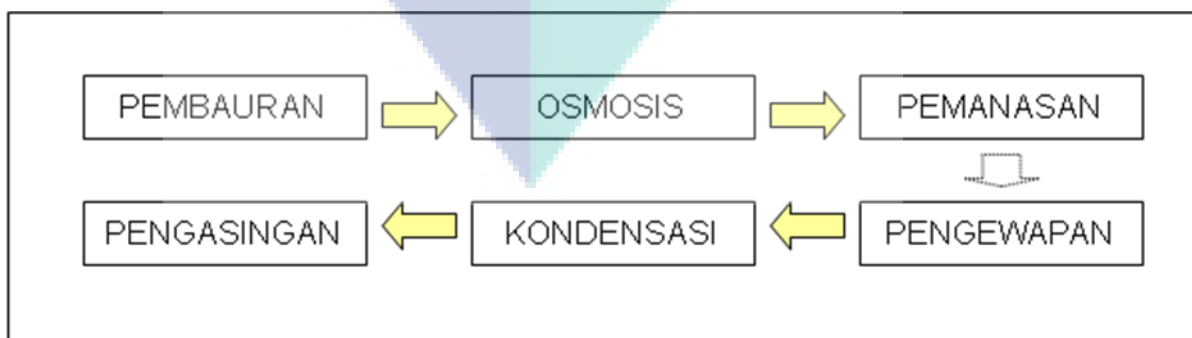


**Rajah 2.5:** Proses penyulingan hidro

Sumber: Santoso, 1990

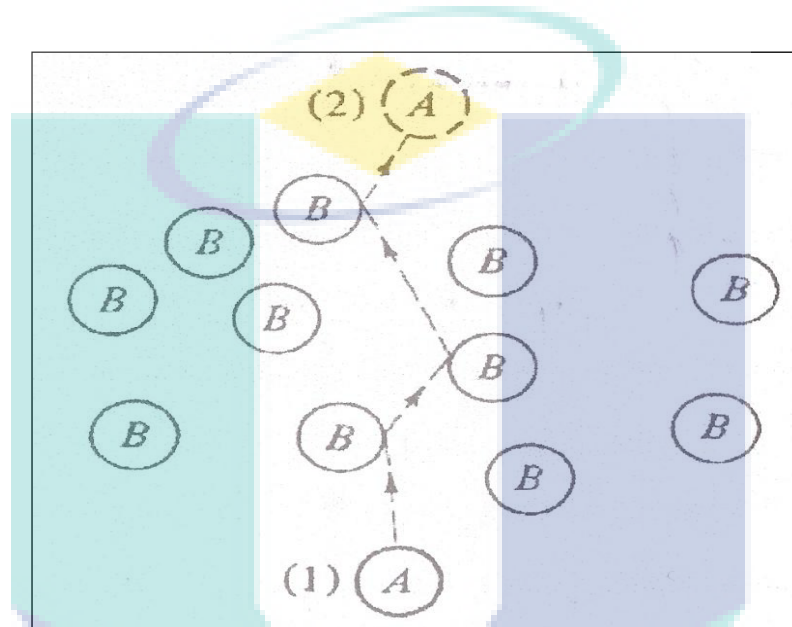
### 2.9.3 Teori Penyulingan Hidro

Proses penyulingan hidro dapat diterangkan secara terperinci berdasarkan beberapa mekanisma yang terlibat dalam sistem ini iaitu proses pembauran, osmosis, pemanasan, pengewapan, kondensasi dan juga pengasingan. Rajah 2.6 menunjukkan carta alir mekanisma proses penyulingan hidro.



**Rajah 2.6:** Mekanisma proses penyulingan hidro

Penyulingan hidro bermula dengan proses pembauran yang mana berperanan penting apabila berlakunya pembauran di antara bahan ekstrak dan air. Bahan ekstrak direndam keseluruhan yang menyebabkan air meresap masuk ke dalam elemen bahan yang direndam. Rajah 2.7 menunjukkan mekanisma proses pembauran molekul. Merujuk kepada Hukum Fick, keadaan ini berlaku apabila terdapat perbezaan antara cerun kepekatan molekul (Geankoplis, 2003).



**Rajah 2.7:** Mekanisme pembauran molekul

Sumber: Geankoplis, 2003

Pergerakan rawak molekul air, diwakili oleh molekul A berperanan dalam pembauran dengan tersebar melalui molekul-molekul minyak pati (molekul B) yang terkandung dalam bahan ekstrak dari titik 1 ke titik 2. Jika terdapat banyak molekul A di kawasan 1 berbanding kawasan 2, maka molekul A akan membaur dari titik 1 ke titik 2 dan sebaliknya. Pembauran boleh berlaku dari kepekatan tinggi kepada kepekatan rendah. Maka, kehadiran molekul-molekul air yang banyak membawa kepada pembauran antara molekul-molekul minyak dan sebagai medium pengangkutan jisim (Sekhar, 2005).

Sel tumbuhan terdiri daripada sel membran dan sel dinding, yang mana merupakan molekul lipid kompleks yang bertindak sebagai pemisah antara sel dan persekitaran luar. Sel membran berperanan mengawal dan menetapkan keluar masuk sesuatu komponen dari sel bagi menjaga keseimbangan kandungan dalam dan luar sel. Molekul air dapat bergerak bebas melalui membran sel dengan proses osmosis. Proses osmosis bertindak membawa molekul minyak pati ke permukaan bahan. Molekul minyak terkandung dalam sel-sel tumbuhan terletak pada 'kelenjar minyak' atau 'sel minyak' diangkut ke permukaan menerusi pergerakan osmosis.

Keadaan ini berlaku apabila bahan direndam ke dalam air yang bertindak sebagai pelarut, pelarut tersebut menjadi hipotonik. Kepekatan air yang tinggi di luar sel mendorong perpindahan air ke dalam sel dan sel yang dipenuhi air akan membesar. Keadaan ini menyebabkan vakuol dalam sel turut membesar, di mana sel dinding berperanan menjaga sel daripada pecah. Maka, proses ini berterusan sehingga keadaan keseimbangan dicapai antara dalam dan luar sel. Jika kepekatan ketelaruatan adalah sama, maka air akan kembali bergerak keluar dan sekaligus membawa molekul-molekul minyak yang terperangkap keluar daripada sel tersebut (Mohamed, 2005).

Sementara itu, kandungan bahan rendaman tersebut didedahkan kepada proses pemanasan, di mana haba dipindahkan kepada air dan menaikkan suhu air sehingga tekanan wap cecair tersebut sama terhadap tekanan gas persekitaran. Proses ini menukarkan fasa cecair kepada gas atau wap pada suatu takat didih. Proses transformasi berlaku pada keseluruhan kandungan cecair yang membentuk gelembung-gelembung gas. Molekul-molekul cecair yang mendapat tenaga yang cukup dapat mengatasi ikatan antara molekul yang mengikat dalam fasa cecair dan terbebas sebagai molekul gas menerusi proses pengewapan.

Pemanasan dijalankan pada tekanan atmosfera di mana campuran larutan air dan minyak pati dipanaskan pada suhu malar dan proses berlanjutan kepada perubahan fasa cecair ke fasa gas. Wap-wap air yang mengandungi minyak pati akan melalui kondensor bagi proses kondensasi. Proses penyejukan ini bagi menukar fasa gas kepada fasa cecair. Air yang terkondensasi akan mengalir jatuh ke suatu bekas dengan tarikan graviti dan menghasilkan dua lapisan. Lapisan yang terbentuk adalah lapisan minyak di

bahagian atas manakala air berada di bahagian bawah, ini berdasarkan kepada graviti spesifik minyak patchouli yang kurang dari satu berbanding graviti spesifik bagi air adalah 1. Dalam jumlah yang besar, pengasingan minyak dan air dapat dilakukan dengan membiarkan limpahan minyak mengalir ke bekas lain. Manakala, air yang terkondensasi disalurkan ke dalam bekas rendaman selama proses penyulingan berlangsung (Eikani *et al.*, 2007).

Hasil pengekstrakan minyak pati adalah bergantung terhadap bahagian tumbuhan yang diekstrak. Bagi minyak patchouli, sebahagian besar hasil ekstrak adalah diperoleh dari bahagian daun yang mana proses pengekstrakan lebih mudah berbanding minyak pati dari bahagian akar atau kayu. Demikian memerlukan masa yang panjang dan proses yang lebih efektif bagi memecahkan sel-sel kelenjar minyak agar pengekstrakan dapat dijalankan (Zhu *et al.*, 2003).

#### 2.9.4 Prinsip Perpindahan Jisim

Proses pemisahan adalah suatu proses pengasingan antara dua komponen atau lebih, yang mana melibatkan tiga prinsip asas perpindahan iaitu perpindahan molekul, haba dan juga jisim yang merupakan proses penting dalam bidang sains, teknologi dan kejuruteraan. Proses perpindahan molekul, haba dan jisim diwakilkan oleh persamaan umum pada 2.1.

$$\text{Kadar perpindahan} = \frac{\text{Pemacu tekanan}}{\text{Rintangan}} \quad (2.1)$$

Proses ini berlaku apabila terdapat komponen dalam sesuatu bendalir berpindah atau bergerak samada dalam fasa yang sama atau berlainan fasa kerana terdapatnya perbezaan kepekatan antara dua titik fokus (Sharma, 2007). Perbezaan kepekatan merupakan pemacu tekanan terhadap proses perpindahan. Selain itu, elemen-elemen seperti suhu, tekanan, kuasa elektrik dan unsur-unsur lain yang berkaitan juga merupakan pemacu tekanan terhadap proses perpindahan bendalir. Pembauran jisim adalah berdasarkan Hukum Fick seperti Persamaan 2.2 bagi jumlah kepekatan yang malar (Geankoplis, 2003).

$$J_{Az}^* = -D_{AB} \frac{dC_A}{dz} \quad (2.2)$$

Berdasarkan persamaan tersebut,  $J_{Az}^*$  adalah *molar flux* bagi suatu komponen A dalam unit kg mol A/s. m<sup>2</sup>,  $D_{AB}$  adalah keresapan molekul bagi Molekul A dalam B (m<sup>2</sup>/s),  $c_A$  adalah kepekatan bagi A (kg mol/m<sup>3</sup>) dan  $z$  adalah jarak pembauran dalam unit meter. Berikut adalah Persamaan 2.3 bagi formula anggaran keresapan molekul.

$$D_{AB} = \frac{1.00 \times 10^{-7} \times T^{1.75} (1/M_A + 1/M_B)^{1/2}}{P[(\Sigma v_A)^{1/3} + (\Sigma v_B)^{1/3}]^2} \quad (2.3)$$

Keresapan ( $D_{AB}$ ) patchouli alcohol (komponen A) ke dalam udara (komponen B) dapat dianggarkan berdasarkan formula tersebut berdasarkan isipadu resapan atom ( $v$ ) bagi setiap molekul pada Jadual 2.5.

**Jadual 2.5:** Isipadu resapan atom (berdasar kaedah *Fuller, Schettler, and Giddings*)

<i>Atomic and structural diffusion volume increments, v</i>			
C	16.5	(Cl)	19.5
H	1.98	(S)	17.0
O	5.48	Aromatic ring	-20.2
(N)	5.69	Heterocyclic ring	-20.2
<i>Diffusion volumes for simple molecules, <math>\Sigma v</math></i>			
H <sub>2</sub>	7.07	CO	18.9
D <sub>2</sub>	6.70	CO <sub>2</sub>	26.9
He	2.88	N <sub>2</sub> O	35.9
N <sub>2</sub>	17.9	NH <sub>3</sub>	14.9
O <sub>2</sub>	16.6	H <sub>2</sub> O	12.7
Air	20.1	(CCl <sub>2</sub> F <sub>2</sub> )	114.8
Ar	16.1	(SF <sub>6</sub> )	69.7
Kr	22.8	(Cl <sub>2</sub> )	37.7
(Xe)	37.9	(Br <sub>2</sub> )	67.2
Ne	5.59	(SO <sub>2</sub> )	41.1

Sumber: Geankoplis, 2003

Justeru, keresapan memainkan peranan utama dalam menentukan kadar penyejatan. Proses penyejatan pula adalah bergantung kepada perpindahan jisim dan tenaga yang berlaku antara fasa cecair dan gas/wap. Terdapat beberapa model persamaan terhadap jisim, momentum dan tenaga untuk penentuan secara analisis

matematik dalam proses penyejatan. Namun, model-model sediaada adalah sukar diselesaikan secara tepat kecuali bagi kes-kes yang melibatkan bentuk geometri yang mudah dan terhad seperti contoh keresapan yang hanya melibatkan permukaan fasa cecair sahaja (Zion *et al.*, 2009).

## 2.10 ANALISIS KOMPONEN MINYAK PATI

Minyak pati merupakan sebatian kompleks yang mengandungi pelbagai komponen organik yang penting. Proses mengenal pasti komponen-komponen yang terkandung adalah melalui analisis kualitatif manakala penentuan terhadap amaun sesuatu komponen adalah analisis kuantitatif. Seiring dengan pembangunan teknologi, berbagai-bagai peralatan yang boleh digunakan bagi mendapatkan maklumat kualitatif dan kuantitatif antaranya adalah teknik kromatografi. Kromatografi adalah medium yang digunakan secara meluas sebagai penganalisa komponen, penggunaan lapisan bagi pepejal atau cecair tetap sebagai fasa statik dan penyalur sela terhadap bahan yang ingin diasing dan dipisahkan (McCabe *et al.*, 2001).

Analisis kromatografi gas boleh digunakan untuk penentuan ketulenan atau komposisi sesuatu campuran, menentukan identiti, menentukan bahan pencemar dan permonitoran bahan sisa dan alam sekitar (Sanagi, 1998).

### 2.10.1 Kromatografi Gas (GC)

Kromatografi adalah kaedah pemisahan yang mana melibatkan fasa pegun dan fasa bergerak untuk proses pengasingan dalam suatu sebatian atau campuran. Teknik kromatografi gas menggunakan gas sebagai fasa bergerak dan fasa pegun menggunakan samaada pepejal atau cecair. Sistem kromatografi gas terdiri dari punca gas pembawa beserta pengawal aliran dan meter, sistem penyuntikan sampel, ketuhar, turus, pengesan dan peranti perakam atau integrator.

Secara amnya, sistem kromatografi melibatkan campuran sebatian yang disuntik masuk ke kawasan pemisahan kromatografi atau turus. Proses penghantaran adalah dengan mengepam gas yang bertindak sebagai fasa bergerak memasuki turus. Selepas



melempi turus kromatografi, fasa pecahan pemisahan dikesan oleh pengesan yang mana akan menghasilkan data yang berbentuk puncak, amplitud yang berdasarkan terhadap jumlah cahaya yang dapat diserap. Prinsip asas kromatografi gas adalah berdasarkan saling tindak zat terlarut dengan fasa pegun yang mana menjadi faktor menentukan isipadu dan masa penahanan. Zat terlarut melalui turus bersama-sama gas pembawa. Gas pembawa dalam kromatografi gas hanya boleh membawa zat terlarut melalui turus dan tidak menyebabkan zat terlarut ternyahjerap, maka kromatografi gas hanya terhad untuk analisis bahan yang mudah meruap atau terbitan yang boleh meruap dan jarang digunakan bagi sebatian pada takat didih yang melebihi 450 °C. Fasa bergerak gas mempunyai kelikatan yang rendah membolehkan penggunaan turus yang panjang dan membolehkan penghasilan kecekapan pemisahan yang tinggi. Penggunaan juga membenarkan kadar alir yang tinggi sekaligus mempercepatkan proses analisis pemisahan (Sanagi, 1998).

### **2.10.2 Kromatografi Gas-Spektrometer Jisim (GCMS)**

Spektrometer jisim adalah menganalisa komponen berdasarkan jisim spektrum sesuatu komponen yang kebiasaannya digabungkan terhadap kromatografi gas. Kebanyakan spektrometer jisim adalah dari jenis kuadrapol atau sektor magnet yang mana mempunyai kadar imbasan yang tinggi (Sanagi, 1998). Gabungan spektrometer jisim digunakan sebagai pengesan komponen dengan menganalisa spektrum jisim sampel. Ia memberi keputusan terhadap komponen-komponen yang dikesan terkandung dalam sampel uji berdasarkan perbandingan bank data spektrum yang telah tersimpan dalam sistem komputer yang mana pencarian dan perbandingan spektrum dijalankan secara automatik. Berdasarkan analisis GCMS, kandungan minyak yang diekstrak (sampel) dapat ditentukan kandungan komponen aktifnya (Buranthep *et al.*, 2006; Durling *et al.*, 2007).

### **2.10.3 Pengekstrakan Fasa Pepejal Mikro (SPME)**

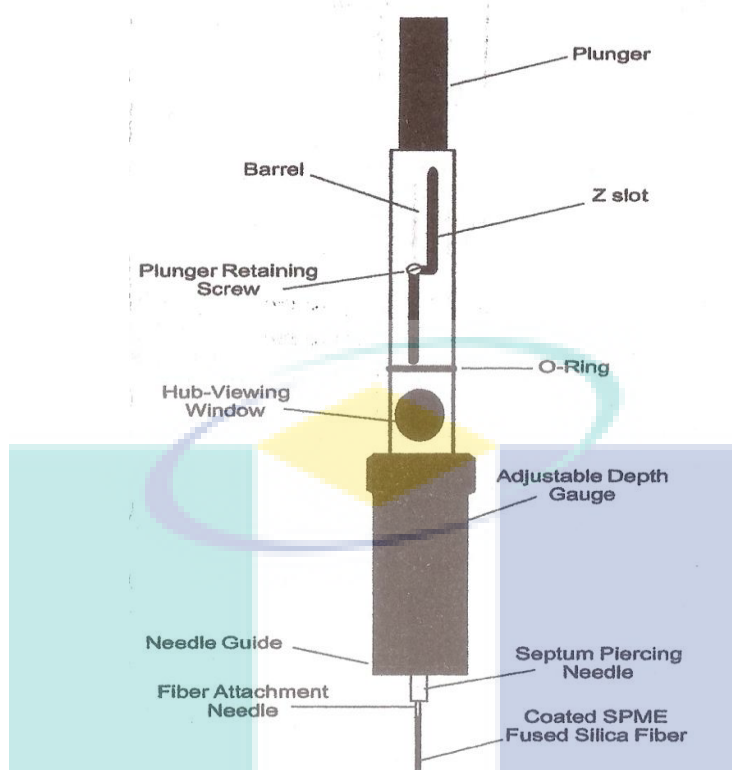
Pengekstrakan fasa pepejal mikro (SPME) adalah teknik alternatif dalam analisis yang menggunakan kaedah perangkap dan singkir bagi sebatian yang mudah meruap atau sebatian yang semi meruap dan tidak meruap. Teknik ini mempunyai kelebihan

kerana dapat memendekkan masa analisis di samping penggunaan dan pembuangan pelarut organik yang minimum (Hu *et al.*, 2006; Singh *et al.*, 2002). SPME merupakan prosedur pengekstrakan yang mudah untuk proses analisis kromatografi gas minyak pati (Gillij *et al.*, 2007).

Teknik ini menggunakan gentian silika terlakur yang diselaputi dengan sejenis fasa tertentu. Ia terdiri dari jarum penyuntik yang dalamnya terdapat gentian silika, yang mana proses penjerapan analit dari sampel apabila didedahkan kepada sesuatu sampel. Analit akan terjerap pada fasa gentian bergantung kepada masa untuk mencapai keseimbangan. Justeru, gentian kemudian dimasukkan atau disuntik terus ke dalam GC bagi proses penyahjerapan (Sanagi, 1998). Setiap gentian silika boleh digunakan untuk 50 hingga ke 100 analisis bergantung pada aplikasi penggunaan dan penjagaan. Lapisan pada gentian dipilih berdasarkan kepolaran analit target. Gentian polar adalah berkesan untuk mengekstrak analit berpolar, manakala bukan polar untuk mengekstrak analit bukan polar. Mekanisma proses ini dikaitkan dengan daya permukaan melalui molekul *van der waals*, dwikutub dan daya antara molekul-molekul (Rohloff, 1999; Camara *et al.*, 2007; Corte's-Aguado *et al.*, 2008). Rajah 2.8 menunjukkan pemegang gentian silika SPME.



UMP



**Rajah 2.8: SPME (SUPELCO)**

Gentian silika yang didedahkan pada sampel akan disuntik masuk ke dalam kromatografi gas dan dipanaskan. Proses penyahjerapan dari gentian menyebabkan analit dipindah masuk ke turus kapilari GC bagi proses pemisahan dan analisis komponen. SPME berfungsi menentukan pembauran bahan meruap bagi sesuatu sebatian bergantung kepada proses penjerapan dan penyahjerapan. Untuk menganalisa komponen meruap, SPME-GCMS digunakan bagi mengenalpasti komponen dan kandungan yang telah dijerap oleh gentian berdasarkan bank data spektrometer jisim (Sanagi, 1998).

## BAB 3

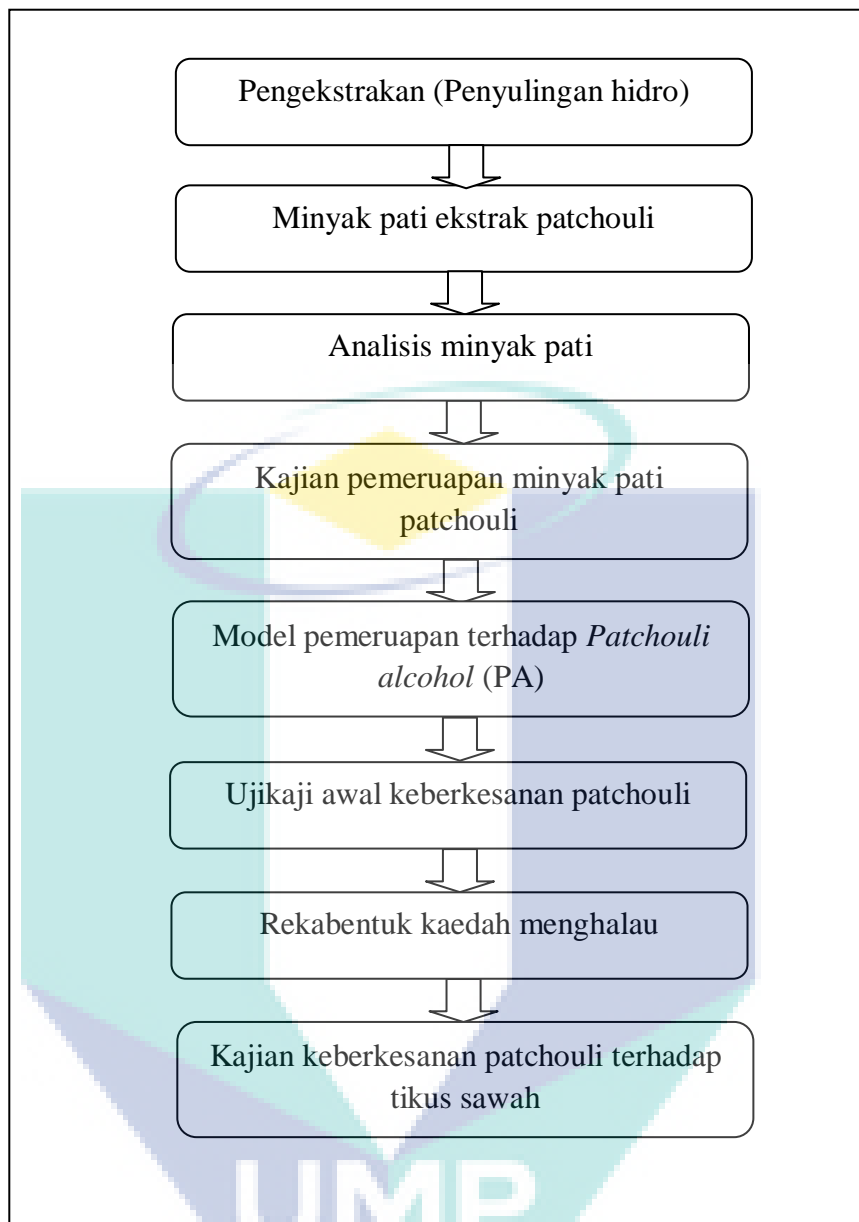
### METODOLOGI KAJIAN

#### 3.1 PENDAHULUAN

Metodologi kajian merupakan teras utama dalam aspek penyelidikan yang telah dijalankan dan merangkumi langkah-langkah kerja seperti carta alir proses kajian, penyediaan sampel dan kaedah terhadap pengumpulan data. Langkah-langkah kerja tersebut dijalankan bagi mendapatkan proses penyelidikan dan pengumpulan maklumat yang lebih terperinci dan sistematik.

Metodologi kajian adalah berdasarkan garis panduan objektif kajian bagi mendapatkan data-data dan maklumat yang bertepatan bagi menguji keberkesanan minyak patchouli terhadap keupayaan menghalau tikus sawah. Kajian keberkesanan menghalau tikus sawah oleh patchouli merupakan satu kajian yang masih asing dan kurang diterokai dalam dunia penyelidikan. Oleh kerana itu, kajian keberkesanan telah dibangunkan secara berperingkat dari awal proses mendapatkan sumber sisa ekstrak sehingga kepada ujikaji keberkesanan menghalau tikus sawah.

Berikut adalah rajah carta alir (Rajah 3.1) proses metodologi penyelidikan kajian keberkesanan sisa ekstrak patchouli sebagai sumber baru agen penghalau tikus sawah.



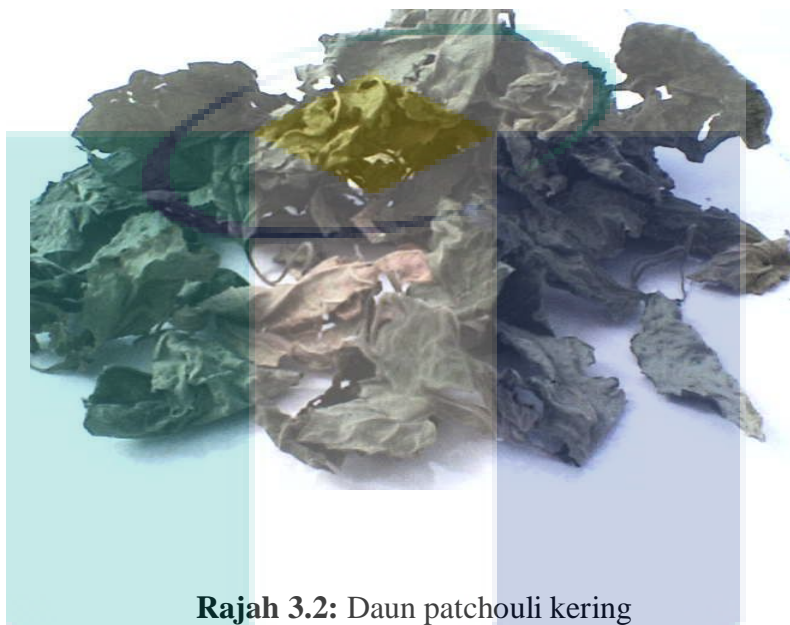
**Rajah 3.1:** Carta alir metodologi

### 3.2 PENGEKSTRAKAN PATCHOULI

Minyak patchouli telah diekstrak menerusi kaedah penyulingan hidro yang mana mengandungi beberapa keadaan yang penting melibatkan penyediaan sampel dan peralatan, suhu penyulingan, masa pengekstrakan dan juga nisbah isipadu terhadap air yang digunakan semasa proses penyulingan.

### 3.2.1 Penyediaan Sampel

Sampel ekstrak yang digunakan adalah pokok patchouli jenis *Pogostemon cablin* yang ditanam di Malaysia. Campuran daun dan dahan patchouli yang kering dibeli dari Suling Nilam Sdn Bhd. Rajah 3.2 menunjukkan daun patchouli kering.



**Rajah 3.2:** Daun patchouli kering

Daun, ranting dan dahan patchouli kering dipotong kecil bagi mendapatkan luas permukaan bahan yang lebih besar bagi memudahkan minyak pati diekstrak dari sampel. Nisbah air terhadap sampel yang digunakan adalah 1:10 yang mana 1 gram sampel mewakili 10 mL air (Sineiro *et al.*, 1998). Bagi penyulingan patchouli, 200 g sampel patchouli digunakan dengan nisbah air adalah 2 L. Suhu bagi proses penyulingan adalah sekitar 100 °C dan dijalankan pada tekanan atmosfera, 1 atm (mm Hg 760). Suhu adalah berdasarkan takat didih air sebagai medium pengekstrakan. Hidro yang membawa maksud air digunakan sebagai medium pengangkut untuk membawa keluar minyak pati dari struktur sampel.

### 3.2.2 Prosedur penyulingan hidro

Penyulingan hidro dijalankan menggunakan apparatus-aparatus yang sesuai bagi merekabentuk unit penyulingan hidro pada skala makmal. Berdasarkan teori asas

penyulingan hidro, sampel direndam dalam air menggunakan kelalang suling dan dipanaskan pada suhu yang telah ditetapkan. Campuran sampel akan mengalami proses penguapan apabila air mencapai takat didih dan berubah bentuk dari fasa cecair kepada fasa gas. Wap-wap air yang mengandungi molekul-molekul pati minyak mengewap dan melalui kondenser untuk disejukkan. Proses kondensasi berlaku apabila wap-wap yang terhasil berubah kepada fasa cecair dan dua lapisan terbentuk pada turus penyimpanan. Lapisan atas adalah minyak pati yang diekstrak manakala lapisan bawah adalah air. Hasil kondensasi air tersebut dikitar masuk semula ke dalam kelalang sepanjang penyulingan berlangsung dan minyak pati patchouli yang diekstrak tertinggal pada turus penyimpanan (Mohamed, 2005; Eikani *et al.*, 2007). Rajah 3.3 menunjukkan penyulingan hidro minyak patchouli yang telah dijalankan pada skala makmal.



**Rajah 3.3:** Penyulingan hidro patchouli

Hasil ekstrak yang telah diambil dari turus penyimpanan masih mengandungi sedikit campuran air. Natrium sulfat anhidrat telah digunakan sebagai bahan untuk mengasingkan lapisan pati minyak dan air (Sefidkon *et al.*, 2007). Hasil minyak pati yang telah diasingkan ditimbang bagi mendapatkan peratus hasil terekstrak terhadap sampel ekstrak patchouli kering yang digunakan pada setiap sela masa. Pengekstrakan

minyak pati patchouli telah diulang sebanyak empat kali untuk mendapatkan hasil yang lebih tepat. Pengiraan peratus hasil ekstrak adalah berdasarkan Persamaan 3.1 (Mohamed, 2005).

$$\text{Peratus hasil} = \frac{\text{Berat minyak pati patchouli ekstrak (gram)}}{\text{Berat sampel patchouli kering (gram)}} \times 100 \% \quad (3.1)$$

Peratus hasil diperoleh daripada perkadaran berat (g) hasil ekstrak minyak pati terhadap berat (g) sampel patchouli kering yang digunakan dalam pengekstrakan. Peratus hasil dikira bagi mendapatkan nisbah hasil ekstrak yang telah diekstrak. Rajah 3.4 mempamerkan hasil minyak pati patchouli ekstrak yang diperoleh dari proses penyulingan yang dijalankan. Hasil ekstrak membentuk dua lapisan yang mana lapisan atas adalah hasil ekstrak manakala lapisan bawah adalah air daripada medium penyulingan.



**Rajah 3.4:** Minyak ekstrak patchouli pada turus penyimpan

### 3.2.3 Masa pengekstrakan

Penyasaran objektif kajian yang menekankan sumber yang lebih ekonomi menyebabkan tempoh pengekstrakan telah ditekankan bagi mengkaji kesan terhadap



kualiti minyak yang dihasilkan oleh pengekstrakan. Ini kerana tujuan kajian dijalankan bagi mengenalpasti tempoh ekstrak yang sesuai dalam menghasilkan kualiti dan peratus minyak yang tinggi sejajar dengan tuntutan industri yang amat menekankan aspek kualiti dan keuntungan yang berlipat ganda. Di samping itu, kajian ini juga bertujuan untuk mengenalpasti kandungan komponen utama minyak pati yang terkandung pada setiap sela masa pengekstrakan yang dijalankan. Hasil ekstrak minyak pati telah diambil pada setiap sela masa 4, 8, 12 dan 16 jam tempoh penyulingan bagi menganalisis kualiti minyak pati yang telah diekstrak.

Kualiti minyak pati telah diukur berdasarkan peratus kandungan *patchouli alcohol* (PA), iaitu kandungan utama minyak patchouli. Ini kerana kajian literatur menunjukkan bahawa *patchouli alcohol* adalah komponen utama yang menghasilkan aroma patchouli dan komponen utama patchouli bersifat penghalau (Bakkali *et al.*, 2008; Donelian, *et al.*, 2009). Berdasarkan tempoh pengekstrakan, kajian dapat mengenalpasti penggunaan patchouli yang berkesan dan ekonomi untuk digunakan sebagai bahan penghalau tikus sawah.

### **3.3 ANALISIS MINYAK EKSTRAK PATCHOULI**

Hasil ekstrak kesemua minyak ekstrak patchouli dicampur dan dianalisis bagi mengenalpasti kandungan komponen minyak ekstrak. Bagi tujuan penilaian kualiti minyak pati yang terekstrak, analisis telah dijalankan terhadap hasil dari tempoh yang berbeza. Namun, semua kerja analisis minyak ekstrak pati patchouli telah dijalankan menggunakan GCMS. Secara umumnya, alat kromatografi ini adalah alat analisis yang digunakan bagi proses pemisahan atau pengasingan campuran yang kompleks terutamanya terhadap sebatian organik.

Prosedur analisis yang dijalankan adalah menggunakan peralatan analisis iaitu GCMS jenis Agilent 7890 dengan gabungan spektrometer jisim 5975c *inert MSD* dengan menggunakan DB-WAX MS 122-7032 (30 m x 0.25 mm i.d dan ketebalan filem 0.25  $\mu$ m). Gabungan spektrometer jisim memberikan keputusan terhadap jenis komponen yang dianalisis berdasarkan bank data spektrometer jisim. Suhu turus semasa penyuntikan sampel ke dalam GCMS adalah 50 °C, manakala suhu program telah

disetkan bermula dengan 3 °C/min sehingga 120 °C dan 10 min direhatkan, kemudian 2 °C/min sehingga 134 °C. Seterusnya, suhu ditingkatkan sehingga 143 °C dengan 1 °C/min selama 5 min rehat dan 5 °C/min sehingga 240 °C. Suhu terakhir ditingkatkan kepada 250 °C dengan 20 °C/min dan 5 min direhatkan. Suntikan pecahan sebanyak 2 µm dilakukan dengan nisbah pecahan 1:10 dan gas helium digunakan sebagai gas pembawa pada kadar 1.0 mL/min (Hu *et al.*, 2006; Sefidkon *et al.*, 2007). Zat terlarut melalui turus bersama-sama gas pembawa. Gas pembawa dalam kromatografi gas hanya boleh membawa zat terlarut melalui turus dan tidak menyebabkan zat terlarut ternyahjerap, maka kromatografi gas hanya terhad untuk analisis bahan yang mudah meruap atau terbitan yang boleh meruap dan jarang digunakan bagi sebatian dengan takat didih melebihi 450 °C. Sementara itu, spektrometer jisim telah dijalankan dengan mod perlanggaran elektron (EI), dengan lingkungan imbasan 40 sehingga 550 amu. Tenaga pengionan yang digunakan adalah 70 eV pada kadar imbasan 0.34 s per imbas. Manakala suhu bagi sumber pengionan pada kemasukan adalah 250 °C. Hasil analisis adalah berdasarkan bank data spektrum bagi setiap komponen-komponen yang telah dikenalpasti (Sanagi, 1998).

### **3.4 PEMERUAPAN MINYAK PATCHOULI**

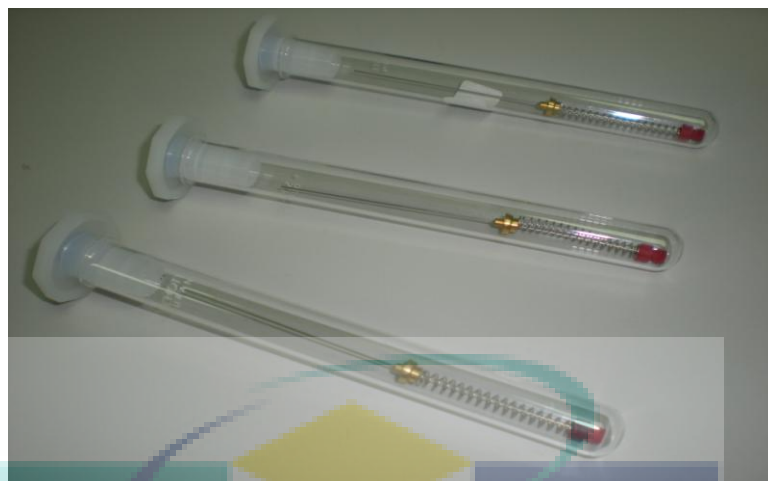
Keberkesanan patchouli sebagai bahan penghalau telah dikaji berdasarkan berat atau amaun bahan penghalau dan tempoh masa yang berkesan (Katz *et al.*, 2008). Berat sampel dan tempoh masa diuji berdasarkan pemeruapan minyak patchouli menggunakan SPME dan gabungan GCMS bagi mengenalpasti komponen-komponen yang termeruap. Teknik ini dilaporkan sesuai digunakan bagi memerangkap analit secara merendam ke dalam fasa cecair atau mendedahkan pada fasa gas untuk memerangkap komponen-komponen aktif sebatian mudah meruap (Singh *et al.*, 2002; Hu *et al.*, 2006; Camara *et al.*, 2007).

Rajah 3.5 menunjukkan pemegang SPME yang digunakan sebagai pemegang kepada gentian yang berfungsi untuk menjerap komponen yang meruap. Produk ini telah dibeli dan didapati dari SUPELCO. Sepertimana prosedur ujikaji, ujikaji pemeruapan telah diulang sebanyak tiga kali bagi setiap faktor yang diuji.



**Rajah 3.5:** Pemegang bagi SPME

Gentian dipasangkan pada pemegang SPME, yang mana bertindak menyerap komponen yang meruap keluar dari sampel yang diuji. Terdapat beberapa jenis gentian yang ada dipasaran bergantung kepada jenis sampel. Dalam kajian ini, gentian jenis PDMS (*siloxane polydimethyl*) telah digunakan berdasarkan kesesuaian gentian yang dilaporkan paling sesuai untuk menyerap komponen polar atau tidak polar yang terkandung dalam minyak pati (Adam *et al.*, 2005; Baranauskiene *et al.*, 2005). Gentian pada pemegang SPME didedahkan pada sampel dalam vial tertutup sebelum gentian tersebut disuntik terus ke dalam GC bagi proses penyahjerapan (Sanagi, 1998). Rajah 3.6 adalah gentian yang digunakan dan Rajah 3.7 adalah prosedur SPME terhadap sampel yang diuji.



**Rajah 3.6:** Gentian SPME (PDMS)



**Rajah 3.7:** Pemeruapan sampel minyak patchouli

Sebelum gentian SPME didedahkan pada sampel ujikaji untuk proses penjerapan, gentian SPME disuntik pada GCMS selama 5 min pada suhu 250 °C sebagai kaedah penyahjerapan terhadap komponen asing yang mungkin terjepap pada gentian SPME. Proses ini telah diulang setiap kali sebelum sampel-sampel patchouli didedahkan pada gentian SPME sebagai langkah untuk memastikan data yang diperolehi adalah lebih tepat. Sementara alat pemanas yang digunakan adalah bagi mengawal suhu semasa ujikaji dijalankan agar berada pada lingkungan suhu 25 °C hingga 32 °C bagi memastikan proses pemeruapan yang berlaku adalah pada suhu persekitaran.

### 3.4.1 Berat sampel

Sampel minyak patchouli juga diuji pada amaun yang berbeza iaitu pada 50, 100, 150 dan 200 mg. Sampel minyak didedahkan pada gentian SPME dalam vial SPME yang tertutup pada beberapa siri sela masa sebelum dianalisis menggunakan GCMS bagi mengenalpasti komposisi *patchouli alcohol* yang meruap. Berat sebelum dan selepas pendedahan diukur pada setiap sela masa untuk menentukan kandungan yang termeruap. Peratus *patchouli alcohol* yang diperolehi dari hasil analisis telah digunakan sebagai penentu ukur berdasarkan berat kandungan yang telah meruap keluar. Hasil SPME adalah berdasarkan analisis GCMS jenis Agilent 7890 dengan gabungan spektrometer jisim 5975c inert MSD dengan menggunakan DB-WAX MS 122-7032 sepertimana prosedur menganalisis kandungan komponen minyak ekstrak patchouli. Berikut adalah Persamaan 3.2 bagi menentukan kandungan PA yang meruap.

$$\begin{aligned} & \text{Berat sebelum (mg) - Berat selepas (mg)} \times \text{Peak area PA, \%} \\ & = \text{Kandungan PA yang meruap, mg} \end{aligned} \quad (3.2)$$

### 3.4.2 Tempoh Masa Dedahan

Setiap berat sampel patchouli yang diuji telah didedahkan dengan sela masa dedahan yang berbeza iaitu pada 10, 20, 30, 40, 50 dan 60 min berdasarkan tempoh masa yang sesuai untuk penjerapan SPME terhadap komponen meruap (Adam *et al.*, 2005; Camara *et al.*, 2007). Tujuan masa pemeruapan dilakukan setiap sela masa 10 minit adalah untuk mengkaji trend pemeruapan *patchouli alcohol* terhadap masa

dedahan. Gentian yang telah didedahkan pada sela masa berbeza dianalisis menggunakan GCMS sepertimana prosedur di atas.

### 3.5 ANALISIS MODEL REGRESI

Bagi mendapatkan model persamaan regresi yang tepat bagi mewakili kadar pemeruapan patchouli, dua faktor utama yang telah dikenalpasti mempengaruhi kadar pemeruapan adalah masa dedahan ( $x_1$ ) dan berat sampel minyak patchouli ( $x_2$ ). Oleh kerana nilai faktor adalah 2, maka perbandingan model adalah di antara model linear dan kuadratik terhadap  $y$  (PA).

**Jadual 3.1:** Analisis regresi terhadap masa dan berat sampel

Masa dedahan (min) = $x_1$	Berat sampel (mg) = $x_2$
10	50
20	50
30	50
40	50
50	50
60	50
10	100
20	100
30	100
40	100
50	100
60	100
10	150
20	150
30	150
40	150
50	150
60	150
10	200
20	200
30	200
40	200
50	200
60	200

Model persamaan telah dirangka berdasarkan dua faktor tersebut berdasarkan data analisis regresi, Microsoft excel. Perbandingan telah dibuat terhadap persamaan regresi linear dan persamaan regresi kuadratik berdasarkan faktor berat dan masa ujikaji yang dijalankan sebagai pembolehubah kajian. Pemilihan model terhadap sistem adalah berdasarkan nilai regresi sesuatu model. Nilai regresi model persamaan yang menghampiri nilai 1 menunjukkan ketepatan model persamaan mewakili sistem tersebut. Apabila model dibangunkan, nilai  $y$  (PA) pada persamaan dapat dianggarkan secara perbandingan terhadap data eksperimen yang diperoleh.

### **3.6 KAJIAN AWAL KESAN PATCHOULI**

Kajian awal telah dibangunkan untuk mendapatkan bacaan awal terhadap tindakbalas tikus.

#### **3.6.1 Ujikaji Kaedah Silinder**

Sebelum ujikaji dijalankan terhadap tikus sawah, satu ujikaji awal telah dijalankan terhadap tikus makmal. Ujikaji awal dijalankan bagi mendapatkan respon awal tikus akibat pendedahan sampel patchouli. Bagi pemerhatian aktiviti tikus, satu kaedah silinder yang telus cahaya telah digunakan. Ukuran silinder yang berdiameter 10 cm dan panjang 100 cm diperbuat dari bahan *polyvynil chloride*, (PVC). Silinder PVC telah ditebuk sebanyak 10 lubang, dan ruang di antara 2 lubang, ditandakan dari A sehingga J sebagai jarak respons yang ditunjukkan oleh tikus. Hujung silinder A merupakan tempat sampel bahan penghalau diletakkan. Kedua-dua hujung silinder ditutup dengan jaring bagi mengelakkan subjek keluar dari tempat pemerhatian. Sistem silinder yang digunakan dalam kajian ini adalah seperti yang ditunjukkan pada Rajah 3.8 di bawah.



**Rajah 3.8:** Kaedah ujikaji silinder

Kaedah silinder telah digunakan untuk penilaian awal aktiviti tingkahlaku tikus. Penggunaan material yang lutsinar atau telus cahaya membolehkan pemerhatian terhadap respons oleh subjek direkodkan. Dengan rekabentuk kaedah silinder, penentuan arah gerakbalas tikus dapat dikenalpasti secara nyata untuk mengklafikasikan kesan awal patchouli (Karhunen *et al.*, 2003).

Ujikaji awal telah dijalankan ke atas tikus putih atau tikus makmal (subjek). Subjek diletakkan ke dalam silinder ujikaji dan dibiarkan bebas bergerak sepanjang silinder tersebut. Ini bertujuan untuk memastikan subjek dapat menyesuaikan diri dengan persekitaran baru. Selepas subjek telah dikenalpasti bergerak di sepanjang silinder ujikaji, minyak patchouli dititiskan beberapa titis pada span kecil dan diletakkan pada hujung A silinder ujikaji. Berdasarkan kaedah dan bahan penghalau haiwan perosak *camomile* terhadap tikus, bahan penghalau yang diletakkan pada kawasan yang ingin dilindungi samaada kaedah menabur, percikan, melonggok atau diletakkan pada bekas yang terbuka dan bentuk bahan yang digunakan adalah tidak kritikal bagi tujuan kajian menghalau (Lech, 1995). Prosedur yang sama telah diulang sebanyak tiga kali terhadap tikus makmal yang berlainan.

### 3.6.2 Pemerhatian Kelakuan/Sifat Normal Tikus Sawah

Satu pemerhatian secara menyeluruh telah dijalankan terhadap kelompok tikus sawah yang telah diletak dalam bekas jaring; dianggarkan dalam 10 ekor ke 15 ekor



bagi setiap kumpulan dengan sumber makanan dan air diberikan. Tikus sawah tersebut telah ditangkap oleh pihak MARDI Seberang Perai untuk aktiviti penyelidikan. Pemerhatian secara rawak dilakukan bagi mengenalpasti aktiviti-aktiviti normal yang dilakukan oleh tikus sawah. Rajah 3.9 menunjukkan tikus sawah yang telah ditangkap dan dikurung dalam bekas jaring.



**Rajah 3.9:** Tikus sawah yang telah ditangkap

### 3.6.3 Prosedur Awal Ujikaji Umpan Makanan

Metodologi ujikaji kajian awal yang dijalankan adalah berdasarkan garispandu Unit Kaji Tikus MARDI yang diketuai oleh Encik Badrul Amzah, Pegawai Penyelidik MARDI. Sebelum ujikaji pemilihan umpan makanan dijalankan, tikus-tikus sawah diberikan pra-umpan sebelum diuji bagi mengelakkan reaksi '*bait-shy*' apabila diberikan umpan makanan ujikaji. Kaedah pra-umpan adalah kaedah untuk memperkenalkan bahan makanan sebelum ujikaji (Wood dan Fee, 2003; Amzah, 2008). Prosedur ini dilakukan pada setiap kali ujikaji umpan makanan campuran dijalankan. Kaedah umpan makanan diuji kepada 7 ekor tikus sawah sebagai data replika. Jadual 3.2 adalah komposisi umpan kawalan yang disediakan sebagai pra-umpan.

**Jadual 3.2:** Komposisi umpan makanan kawalan

<b>Item</b>	<b>Komposisi (%)</b>
Beras (MRQ74)	98
Minyak Jagung	2

Berat pra-umpan yang telah diberikan dicatatkan bagi setiap perubahan berat umpan yang telah dimakan oleh tikus. Pengurangan berat umpan menunjukkan tikus sawah telah memakan umpan dan tidak mengecualikan umpan makanan yang diberikan. Ujikaji dijalankan ke atas 7 ekor tikus sawah, melibatkan 4 ekor jantan dan 3 ekor betina sebagai bacaan ulangan. Umpan makanan diberikan pada setiap pagi pada waktu yang sama (jam 9 pagi hingga jam 10 pagi) dan dibiarkan selama 24 jam. Proses yang sama dilakukan berterusan selama tiga hari tanpa pilihan makanan dengan catatan berat umpan makanan kawalan yang telah dimakan direkodkan.

#### **3.6.4 Umpan Campuran Sisa Ekstrak Patchouli Kosong**

Selepas prosedur pra-umpan dijalankan selama tiga hari dan berlaku pengurangan dalam berat umpan yang diberikan, maka ujikaji bahan uji dapat dilakukan. Berikutnya pada hari keempat, umpan makanan campuran dengan bahan penghalau telah didedahkan kepada tikus sawah. Kandungan komposisi campuran umpan adalah berdasarkan nisbah makanan yang sering digunapakai Unit Kaji Tikus MARDI dalam ujikaji tikus (Amzah, 2008).

Sisa ekstrak kosong ini adalah sisa yang tertinggal apabila tiada lagi minyak patchouli yang dapat diekstrak selepas 32 jam penyulingan. Sisa ekstrak patchouli kosong di ambil dari sisa yang terakhir proses penyulingan hidro yang telah dijalankan. Sisa ekstrak tersebut dikeringkan dan dihancurkan terlebih dahulu bagi membolehkan sisa tersebut sehati kepada penyediaan umpan makanan asas. Kajian terdahulu didapati menggunakan bahan uji yang kering, hancur dan melibatkan keseluruhan tumbuhan sebagai bahan penghalau tikus (Lech, 1995). Rajah 3.10 menunjukkan umpan campuran sisa ekstrak patchouli kosong yang telah dicampurkan dengan makanan asas tikus sawah.



**Rajah 3.10:** Umpan makanan campuran sisa ekstrak patchouli kosong

Campuran sisa ekstrak adalah berdasarkan komposisi asal pra-umpan yang telah diberikan yang mana beras dikurangkan 3 % dari jumlah asal dan ditambah dengan sisa ekstrak pepejal patchouli. Jadual 3.3 adalah peratus komposisi bagi ujikaji umpan campuran sisa ekstrak patchouli kosong.

**Jadual 3.3:** Komposisi umpan makanan campuran sisa ekstrak

Item	Komposisi (%)
Beras (MRQ74)	95
Minyak Jagung	2
Sisa Ekstrak Patchouli Kosong	3

Umpan campuran sisa ekstrak patchouli kosong dibiarkan 24 jam untuk pemerhatian tanpa pilihan makanan. Perbandingan dapat dilakukan berdasarkan perbezaan berat umpan yang telah dimakan antara pra-umpan dan umpan campuran sisa ekstrak patchouli kosong bagi setiap individu subjek.

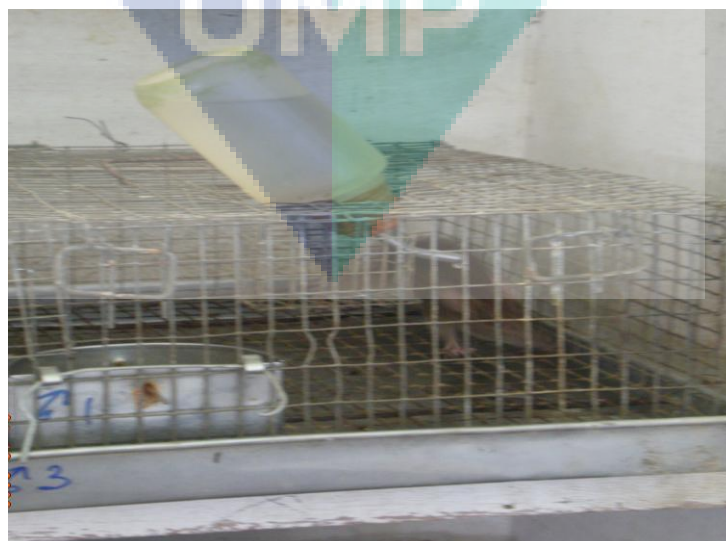
### 3.6.5 Umpan Campuran Minyak Patchouli

Prosedur yang sama telah dipraktikkan bagi ujikaji umpan makanan campuran minyak patchouli terhadap tikus sawah. Sebelum ujikaji dijalankan, kaedah pra-umpan diperkenalkan terlebih dahulu dan sebarang perubahan pra-umpan dicatatkan untuk proses memperkenalkan umpan makanan sepertimana prosedur 3.6.3. Kerja kajian dijalankan ke atas 7 ekor tikus sawah yang berlainan. Pada hari keempat, umpan campuran minyak ekstrak pati patchouli diletakkan tanpa pilihan makanan dalam kurungan jaring secara individu. Komposisi umpan makanan campuran minyak ekstrak patchouli ditunjukkan pada Jadual 3.4.

**Jadual 3.4:** Komposisi umpan makanan campuran minyak patchouli

Item	Komposisi (%)
Beras (MRQ74)	95
Minyak Jagung	2
Minyak ekstrak pati patchouli	3

Ujikaji dijalankan selama 24 jam dan perbezaan berat umpan makanan telah dicatatkan bagi setiap individu subjek. Rajah 3.11 dibawah menunjukkan prosedur umpan makanan yang telah dijalankan.



**Rajah 3.11:** Prosedur ujikaji umpan makanan

### 3.7 UJIKAJI MENGHALAU TIKUS SAWAH

Tikus sawah (*Rattus argentiventer*) yang digunakan dalam ujikaji adalah tikus-tikus yang telah ditangkap menggunakan perangkap tradisional di bendang sawah yang terdapat dalam kawasan penyelidikan MARDI Seberang Perai, Pulau Pinang. Ujian keberkesanan dijalankan di Makmal Kaji Tikus, Pusat Penyelidikan MARDI Seberang Perai. Rajah 3.12 menunjukkan rajah salah seekor tikus sawah yang telah ditangkap dan diasingkan untuk tujuan ujikaji.



**Rajah 3.12:** Tikus sawah

Tikus-tikus sawah yang telah ditangkap telah dikurung secara individu sebelum ujikaji dijalankan. Pilihan tikus bagi ujikaji yang dijalankan adalah tidak mengambil kira faktor jantina dan saiz tikus. Bagi menguji keberkesanan patchouli terhadap kesan menghalau, kesan ujikaji terhadap gerakbalas tikus sawah dipantau berdasarkan tiga kesan utama iaitu kesan menghalau, kesan keaktifan dan kesan pemakanan. Teknik kajian telah diubahsuai dengan seliaan Unit Kaji Tikus, MARDI bagi membolehkan data diambil berdasarkan respon yang ditunjukkan oleh tikus sawah. Ujikaji dijalankan secara individu di dalam bekas lutsinar yang terbuka dengan keluasan bekas adalah 60 cm x 30 cm dengan prinsip kerja mengamati kunjungan dan jumlah makanan yang dimakan oleh tikus sawah (Dewi *et al.*, 2006; Ranjith, 2007). Kajian terhadap bau yang

melibatkan subjek bersaiz kecil sesuai diuji pada bekas kawalan bagi memudahkan pemerhatian respon secara langsung (Burwash *et al.*, 1998). Sebelum diuji, subjek didedahkan dahulu dengan bekas ujikaji tanpa sampel selama tempoh 10 min untuk membiasakan bekas ujikaji. Setiap subjek yang diuji dikuarantin dari sebarang makanan atau air selama tempoh 24 jam sebagai satu prosedur ujikaji menghalau dan meningkatkan keinginan untuk makan (Nolte dan Barnett, 2000; Burwash *et al.*, 1998). Dalam kajian ini, air diberikan sebagai medium tetap untuk mengelak faktor kekurangan air yang boleh menjejaskan keputusan ujikaji keberkesanan bahan penghalau.

Bekas ujikaji diletakkan umpan makanan (padi) di kedua-dua hujung bekas secara bertentangan dan dinamakan umpan A dan umpan B (Nolte dan Barnett, 2000). Pemerhatian tingkahlaku dijalankan setiap 10 min selama tempoh 60 min, dengan catatan berdasarkan lingkungan 10 min pertama, kedua, ketiga, keempat, kelima dan keenam sepanjang tempoh dedahan sampel (Gurney *et al.*, 1996). Gerakbalas direkodkan adalah berdasarkan faktor kesan menghalau, keaktifan dan pemakanan tikus sawah. Minyak ekstrak patchouli (60 mg), mewakili sisa pengekstrakan ke-5 adalah sebagai sampel ujikaji yang dititiskan pada span dan diletakkan bersebelahan umpan A. Berikut Rajah 3.13 menunjukkan prosedur ujikaji keberkesanan patchouli yang dijalankan terhadap ujikaji gerakbalas tikus sawah.



**Rajah 3.13:** Ujikaji keberkesanan patchouli terhadap tikus sawah

### 3.7.1 Pemerhatian Kesan Menghalau

Kesan menghalau didefinisikan oleh taburan pilihan yang telah dicatatkan berdasarkan kawasan yang menjadi pilihan tikus berkadar dengan masa dedahan minyak patchouli. Bagi memudahkan gerakan direkodkan, data taburan diambil berdasarkan kepada 3 zon utama yang diklasifikasikan secara sementara semasa pemerhatian yang mana melibatkan zon A, zon X dan zon B. Data kehadiran tikus yang direkodkan adalah berdasarkan takrifan kajian ini terhadap mana-mana kelakuan atau berada pada titik tetap sama atau melebihi 1 minit bagi mengklasifikasikan tingkahlaku yang dilakukan (Gurney *et al.*, 1996). Pemerhatian ujikaji dengan prosedur yang sama telah diulang kepada 6 ekor tikus sawah.

### 3.7.2 Pemerhatian Kelakuan/Keaktifan

Berdasarkan pergerakan normal yang telah dipantau pada bahagian 3.6.2, pemerhatian terhadap pergerakan tikus sawah direkodkan berdasarkan aktiviti-aktiviti normal. Lima aktiviti yang telah dikenalpasti dilakukan oleh subjek yang sangat aktif sepanjang tempoh 10 min adalah merangkak (bergerak), bergerak pantas, menyapu kepala, menjilat bulu badan dan menghidu; dengan demikian satu takrifan terhadap 5 aktiviti keaktifan adalah berdasarkan jumlah aktiviti yang dilakukan sepanjang setiap sela masa 10 min tempoh dedahan. Subjek dilepaskan pada bekas ujikaji selama tempoh 10 min untuk membiasakan keadaan ujikaji sebelum sampel dimasukkan. Bagi mendapatkan pengesahan data tindakbalas keaktifan, hanya tikus sawah yang direkodkan melakukan kesemua 5 aktiviti normal dalam tempoh 10 min sahaja dijadikan subjek ujikaji. Subjek ujikaji berada pada darjah keaktifan yang paling tinggi berdasarkan pengelasan takrifan keaktifan merujuk Jadual 3.5 di bawah.

**Jadual 3.5:** Takrifan darjah keaktifan

<b>Makluman</b>	<b>Jumlah Aktiviti</b>	<b>Darjah keaktifan</b>
Semua aktiviti dilakukan	5	Sangat aktif
4 dari 5 aktiviti	4	Aktif
3 dari 5 aktiviti	3	Sederhana aktif
2 dari 5 aktiviti	2	Sederhana pasif
1 dari 5 aktiviti	1	Pasif
Tiada aktiviti dilakukan	0	Sangat pasif

### 3.7.3 Pemerhatian Pilihan Umpan Makanan

Pemilihan umpan adalah berdasarkan pilihan umpan yang dimakan oleh tikus samaada umpan A atau umpan B. Umpan A adalah umpan yang berada hampir dengan minyak patchouli yang dititiskan pada span. Span adalah sebagai medium untuk menyebarkan aroma patchouli ke kawasan bekas ujikaji. Ia juga bertindak sebagai medium kepada sisa ekstrak dengan faktor perintang bahan yang diabaikan dalam kajian ini. Berat umpan sebelum dan selepas 60 min direkodkan bagi membandingkan kebarangkalian pilihan umpan yang telah dimakan.

UMP



## BAB 4

### DATA ANALISIS DAN PERBINCANGAN

#### 4.1 PENDAHULUAN

Seperti yang telah digariskan, objektif utama penyelidikan ini adalah untuk menguji keberkesanan patchouli terhadap kesan menghalau tikus sawah. Patchouli mempunyai prospek yang luas terhadap kepenggunaannya, maka kandungan minyak patchouli telah dikaji untuk menguji kesan menghalau terhadap tikus sawah bagi menghindari haiwan perosak tersebut melakukan kerosakan pada kawasan tanaman padi. Konsep menghalau atau kawalan tanpa membunuh haiwan perosak adalah merupakan alternatif yang selamat dan bersifat semulajadi bagi menjaga keseimbangan ekosistem benda hidup.

Sumber bahan menghalau diperoleh hasil dari proses pengekstrakan patchouli. Pengekstrakan secara penyulingan hidro telah dijalankan secara berterusan bagi mendapatkan peratus maksimum minyak patchouli terekstrak. Selain itu, hasil terakhir pengekstrakan patchouli diambil dan digunakan sebagai pengukur untuk tujuan ujikaji kaedah menghalau.

Berdasarkan kajian literatur, proses penyulingan hidro telah dijalankan terhadap patchouli kerana lebih ekonomi dan bersesuaian untuk dipraktikkan pada skala kecil mahupun berskala besar. Tempoh selama 32 jam pengekstrakan telah dijalankan bagi

memastikan kesemua kandungan minyak patchouli telah diekstrak. Sepanjang tempoh pengekstrakan, hasil ekstrak telah diambil pada setiap sela masa 4 jam tempoh ekstrak bagi mengkaji tempoh masa pengekstrakan terhadap kualiti minyak patchouli. Justeru, hasil ekstrak patchouli telah dianalisis kandungannya bagi mengenalpasti kandungan komponen-komponen aktif untuk garis pandu piawaian antarabangsa minyak pati patchouli.

Konsep menghalau berkait rapat terhadap proses pemeruapan minyak patchouli. Kajian pemeruapan telah dijalankan berdasarkan berat sampel dan masa dedahan yang mana mempengaruhi kadar pemeruapan minyak patchouli. Kadar pemeruapan telah dikaji berdasarkan kandungan utama minyak patchouli iaitu *patchouli alcohol* (PA) menggunakan medium pengekstrakan fasa pepejal mikro (SPME). Faktor-faktor ini telah dirumuskan kepada data analisis regresi bagi mendapatkan model persamaan regresi yang paling tepat mewakili sistem pemeruapan minyak patchouli. Model persamaan regresi yang tepat dipilih berdasarkan perbandingan nilai regresi di antara persamaan regresi linear dan persamaan regresi kuadratik menggunakan data analisis Microsoft Office Excel (Windows7). Menerusi pembentukan model regresi, anggaran pemeruapan kandungan PA yang termeruap dapat dianggarkan berdasarkan berat sampel dan masa dedahan minyak patchouli.

Sebelum kajian keberkesanan tikus sawah dijalankan, pembangunan kaedah menghalau telah dibangunkan akibat kekangan rujukan sebagai sumber baru yang belum diterokai. Pembangunan kaedah menghalau secara berperingkat telah bermula dengan menjalankan ujikaji-ujikaji awal terhadap keberkesanan patchouli. Justeru, kaedah ujikaji menghalau telah dipraktikkan kepada kajian keberkesanan patchouli sebagai penghalau tikus sawah. Data keberkesanan telah direkodkan berdasarkan gerakbalas fizikal tikus sawah terhadap kesan taburan kawasan, pergerakan keaktifan dan tindakbalas pemakanan.

Bagi memudahkan pemahaman terhadap aliran kerja-kerja kajian yang telah dijalankan, kesemua data eksperimen, data analisis dan perbincangan telah dikategorikan kepada beberapa subtopik iaitu profil penghasilan minyak ekstrak

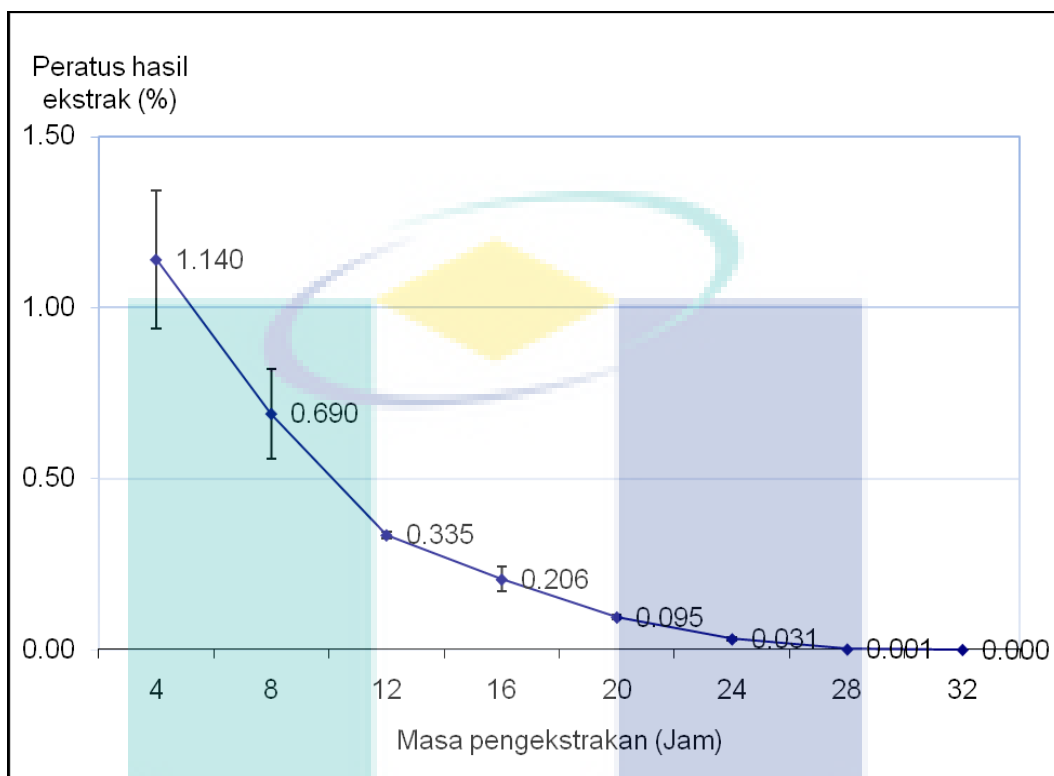
patchouli, faktor pemeruapan minyak patchouli, pembangunan kaedah ujikaji menghalau serta keberkesanan menghalau terhadap tindakbalas tikus sawah.

#### 4.2 PROFIL PENGEKSTRAKAN PATCHOULI

Minyak patchouli boleh diekstrak dengan menggunakan pelbagai teknik pemisahan, tetapi yang paling kerap digunakan secara komersial adalah melalui proses penyulingan hidro. Kaedah penyulingan hidro telah digunakan di dalam kajian ini untuk mengekstrak minyak patchouli dari campuran sampel dahan, ranting dan daun pokok patchouli. Peringkat awal sebelum melakukan kajian keberkesanan patchouli sebagai bahan penghalau tikus, penyelidikan telah ditumpukan untuk mendefinisikan hasil pengekstrakan patchouli. Untuk tujuan itu, penyulingan hidro telah dilakukan ke atas campuran sampel pokok patchouli, seperti yang diterangkan di atas, untuk memahami hubungkait pengkelasan hasil minyak yang terekstrak dan pengaruh masa pengekstrakan terhadap kualiti minyak patchouli. Proses penyulingan hidro ke atas sampel patchouli dijalankan sehingga tiada lagi minyak yang boleh diekstrak dari sampel tersebut. Maklumat ini diperlukan bagi mengenalpasti tempoh pengekstrakan yang paling sesuai digunakan secara komersial untuk mengekstrak minyak pati ini, serta menetapkan keseragaman sisa ekstrak untuk menerangkan tujuan kajian seterusnya. Keseragaman serta pencirian profil pengekstrakan dan pengkelasan hasil pengekstrakan patchouli perlu dilakukan kerana mempengaruhi keputusan (*findings*) yang diperolehi.

Kajian telah dilakukan untuk menentukan peratusan maksima minyak pati yang boleh diekstrak melalui proses penyulingan hidro bagi suatu campuran sampel pokok patchouli. Sejumlah 200 g campuran dahan, ranting dan daun patchouli hancur telah diekstrak menggunakan proses penyulingan hidro dengan nisbah sampel kepada air 1:10 (berat/isipadu). Nisbah sampel kepada air yang digunakan adalah berdasarkan lingkungan yang biasa digunakan dari kajian-kajian sebelum ini (Sineiro, 1998). Penyulingan hidro dijalankan secara berterusan sehingga tiada lagi minyak pati yang dapat diekstrak dari sampel. Kuantiti minyak pati yang terekstrak diambil dan diukur setiap sela masa 4 jam pengekstrakan. Hasil tambah peratusan minyak pati ekstrak dari setiap sela masa ekstrak adalah jumlah peratusan maksima minyak patchouli yang dapat

diekstrak menggunakan proses penyulingan hidro. Rajah 4.1 mempamerkan peratusan minyak patchouli yang telah terekstrak bagi setiap sela masa 4 jam.

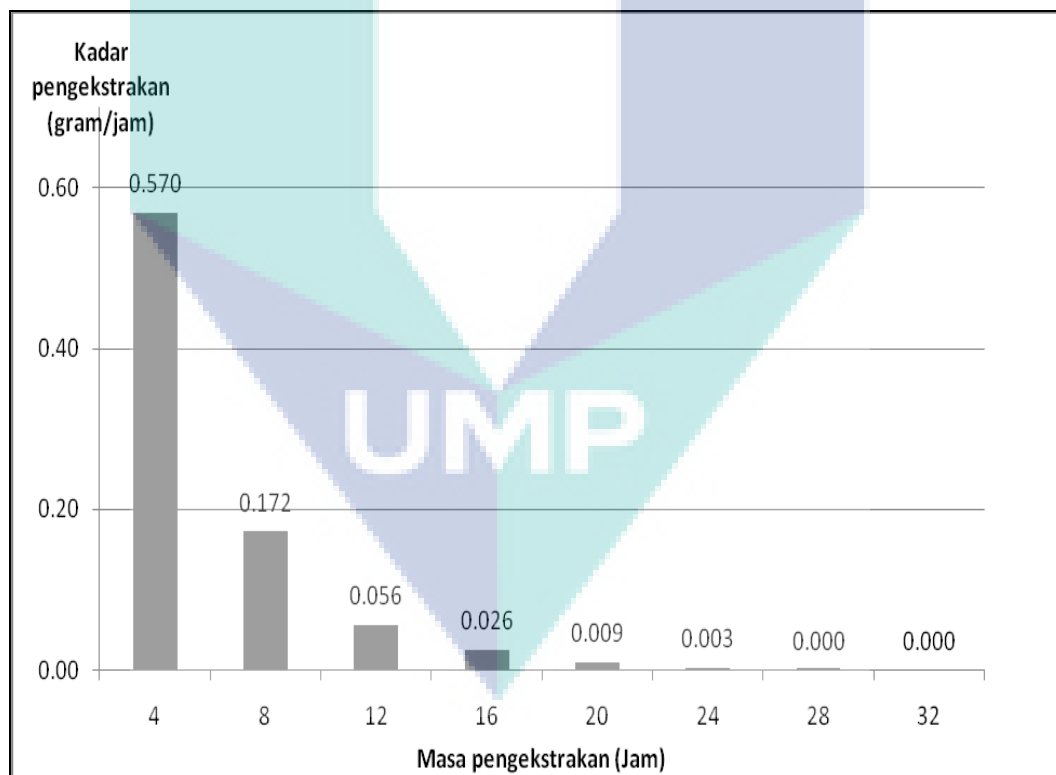


**Rajah 4.1:** Peratus hasil minyak patchouli yang terekstrak

Merujuk rajah tersebut, seperti yang dijangkakan, peratusan minyak terekstrak menurun bagi setiap sela masa yang diambil sehingga tiada lagi minyak pati yang dapat diekstrak pada 32 jam tempoh pengekstrakan. Sejumlah 2.497 % (berat/berat) minyak pati terekstrak melalui penyulingan hidro yang telah dijalankan selama tempoh 32 jam. Pada sela masa 4 jam pertama penyulingan, sebanyak 1.14 % minyak pati berjaya diekstrak, mewakili 46 % dari jumlah peratus minyak yang boleh diekstrak. Sela masa 4 jam berikutnya, iaitu selepas 8 jam pengekstrakan, peratusan minyak terhasil menurun kepada 0.69 %, mewakili 28% dari jumlah minyak yang boleh diekstrak.

Ini menunjukkan selepas 8 jam pengekstrakan, peratus minyak pati yang dapat diekstrak adalah 74 % yang mana telah melebihi separuh dari nilai maksima kandungan minyak yang dapat diekstrak. Seterusnya, jumlah minyak terekstrak terus menurun sehingga kepada jam yang ke-28, di mana hanya 0.001 % minyak pati yang diekstrak.

Oleh kerana peratus hasil ekstrak terlalu kecil dan minyak pati ekstrak adalah bercampur dengan fizikal air, maka hasil ini telah dikategorikan kepada tiada hasil ekstrak direkodkan apabila dibundarkan kepada 2 titik perpuluhan. Berikutan kajian ini, peratus hasil patchouli yang telah diekstrak adalah dicatatkan dari sela masa 4 jam sehingga 24 jam dan tiada hasil ekstrak dicatatkan pada 28 jam dan 32 jam tempoh pengekstrakan. Fenomena ini dilihat bahawa pada awal proses pengekstrakan ketika kandungan minyak masih tinggi di dalam campuran sampel, peratusan minyak yang terekstrak adalah tinggi, berbanding dengan peratusan minyak yang rendah dicatatkan di akhir ujikaji (contohnya pada 24 jam pengekstrakan), bilamana kandungan minyak di dalam campuran sampel adalah sedikit sekaligus mempengaruhi kadar pengesktrakan. Merujuk Rajah 4.2 di bawah yang menunjukkan peratus kadar pengekstrakan yang telah dikira (g/jam).



**Rajah 4.2:** Kadar pengekstrakan minyak patchouli

Seperti yang telah diterangkan sebelum ini, kandungan minyak patchouli yang tertinggi adalah diekstrak pada sela masa 4 jam pertama dengan kadar pengekstrakan

yang paling tinggi iaitu 0.570 (g/jam). Data telah menunjukkan bahawa keupayaan minyak pati yang diekstrak pada awal proses penyulingan memberi peratus ekstrak yang tinggi. Bagaimanapun, kadar ini telah dicatatkan menyusut pada setiap sela masa yang seterusnya seperti yang dijangkakan kerana penurunan pada kandungan hasil ekstrak. Graf penyusutan kadar pengekstrakan menunjukkan peratusan berkurangan secara konsisten bilamana purata peratusan yang menurun adalah sebanyak  $\pm 65\%$  bagi setiap peringkat sela masa pengekstrakan sehingga kepada kadar pengekstrakan yang paling rendah iaitu pada kadar 0.003 (g/jam). Kadar ini dicatatkan pada tempoh masa 24 jam pengekstrakan. Data yang telah dicatatkan membuktikan bahawa kandungan minyak pati yang diekstrak adalah berkurangan, berkadar terhadap tempoh masa pengekstrakan yang berterusan disebabkan oleh pengaruh kepekatan jisim terkandung dalam sampel tersebut.

Kepekatan jisim yang terkandung dalam sampel mempengaruhi kadar pengekstrakan. Kepekatan jisim menyebabkan pembauran/resapan berlaku dalam sesuatu cerun secara spontan apabila berlainan kepekatan kawasan dan menghasilkan perpindahan zat terlarut dari satu kawasan yang berkepekatan tinggi ke kawasan yang berkepekatan lebih rendah. Dalam hal ini, pembauran rawak telah berlaku antara molekul air dan molekul minyak patchouli yang disebabkan oleh perpindahan jisim zat terlarut antara pelarut bagi mencapai keseimbangan fasa (Geankoplis, 2003). Yang mana turut dipengaruhi oleh faktor pembauran analit-analit, luas permukaan sentuhan, suhu dan juga tekanan. Dalam proses pembauran, molekul-molekul individu bergerak disebabkan oleh getaran terma dan ini menyebabkan molekul-molekul tersebut bebas bergerak dengan memenuhi ruang (Sanagi, 1998). Hal ini sekaligus menunjukkan kepekatan molekul minyak patchouli yang tinggi telah mendorong daya pemacu terhadap perpindahan jisim ini terutama di awal tempoh pengekstrakan.

Kadar pengekstrakan adalah berdasarkan daya pemacu terhadap perpindahan jisim bagi membolehkan kandungan minyak atau zat terlarut yang terdapat di dalam struktur sel sampel dibebaskan dan diperolehi dari proses pengekstrakan. Pemacu kepada pemindahan jisim ini adalah terletak kepada perbezaan kepekatan di antara muka pepejal dan pelarut, di mana perbezaan kepekatan yang tinggi mendorong lebih banyak zat terlarut berpindah dari medium pepejal kepada medium cecair. Hal ini berlaku

disebabkan oleh keseimbangan zat terlarut di luar dan dalam dinding sel membolehkan zat terlarut atau molekul minyak patchouli dibawa keluar oleh medium pelarut atau air. Justeru, proses pengeringan dan penghancuran sampel turut menyebabkan pemecahan dinding sel sekaligus membantu pelepasan minyak pati dari struktur sampel yang turut dimangkin dengan luas permukaan sampel (Geankoplis, 2003). Hubungkait perpindahan jisim dan daya pemacu adalah berteraskan kepada perbezaan kepekatan, yang mana jisim perpindahan ini menurun apabila kandungan kepekatan sesuatu jisim telah berkurangan di dalam sampel. Kekurangan molekul-molekul minyak menyebabkan rintangan kepada proses pembauran dan telah mendorong kepada penurunan pada kadar pengekstrakan. Maka, rintangan ini telah memanjangkan tempoh pengekstrakan bagi membolehkan minyak pati diekstrak secara maksima daripada sampel.

Namun pada peringkat pengkomersialan, kadar pengekstrakan yang tinggi sangat dititikberatkan bagi memperoleh peratus hasil ekstrak yang tinggi. Ini adalah sejajar dengan cadangan Durling *et al.* (2007) yang mencadangkan agar tempoh masa proses pengekstrakan minyak pati yang tidak melebihi 3 jam perlu dipraktikkan kerana peningkatan masa ekstrak menyebabkan kepada pendedahan suhu yang tinggi. Ini merupakan faktor terhadap peningkatan dalam kehilangan zat-zat terlarut sepanjang proses pemeruapan. Sementara itu, pengekstrakan bagi minyak patchouli telah dilaporkan pada keadaan optimal pada julat sela masa 6 hingga 8 jam tempoh pengekstrakan bagi memperoleh hasil yang terbaik dari sudut kuantiti dan kualiti (Haryani, 2005). Manakala Santoso (1990) telah merumuskan tempoh pengekstrakan minyak patchouli komersial adalah pada 3 jam 20 minit iaitu tempoh masa yang dilaporkan terbaik dari segi keuntungan dan pemasaran. Ini kerana dari aspek perindustrian, minyak pati tidak diekstrak secara maksima kerana tidak menguntungkan yang mana melibatkan kos pengurusan yang sangat tinggi.

Berdasarkan data yang diperoleh, 4 jam masa pengekstrakan adalah tempoh masa ekstrak yang terbaik dan menghasilkan peratus minyak pati yang tertinggi kerana bagi teknik penyulingan hidro, masa pengekstrakan yang sesuai adalah di antara 3 hingga 4 jam bagi jumlah anggaran berat bahan ekstrak puluhan sehingga ratusan gram (Heravi dan Seresthi, 2007).

Berdasarkan perbincangan tersebut, rumusan dapat dibuat bahawa pengekstrakan minyak patchouli yang maksima dapat diperoleh dari proses penyulingan hidro secara berterusan selama tempoh masa 24 hingga 28 jam. Namun, tempoh masa pengekstrakan minyak patchouli yang praktikal adalah di antara sela masa 3 hingga 8 jam sahaja berdasarkan data yang telah diperoleh. Maka, kajian ini telah merumuskan bahawa hasil ekstrak selepas tempoh masa 12 jam adalah sesuai dikelaskan kepada kategori sisa ekstrak merujuk kepada tujuan pengkomersialan minyak patchouli. Ini kerana jumlah hasil ekstrak pada 4 jam dan 8 jam adalah sebanyak 74 % yang mana berpadanan kepada julat peratus hasil ekstrak dari pengekstrakan komersial iaitu 50 % - 70 % (Haryani, 2005; Donelian *et al.*, 2009). Hasil ekstrak dari sisa ekstrak patchouli digunakan sebagai sumber untuk mengkaji kesan penghalau terhadap tikus sawah kerana masih terdapat 36 % kandungan minyak patchouli yang terkandung dalam sisa ekstrak patchouli.

Namun pengkelasan sisa ekstrak patchouli adalah subjektif bergantung kepada tempoh pengekstrakan, jenis atau tanaman patchouli dan proses penyulingan yang digunakan oleh sesebuah industri pengekstrakan minyak pati (Santoso, 1990; Mangun, 2005). Dalam kajian ini, tempoh pengekstrakan telah dijalankan sehingga hasil maksima diperoleh dari sampel patchouli jenis *Pogostemon cablin* menggunakan proses penyulingan hidro berdasarkan skop kajian yang telah digariskan dan panduan kajian literatur yang dibuat. Bagi menetapkan keseragaman kategori sisa ekstrak, hasil ekstrak minyak patchouli dari sisa ekstrak telah digunakan untuk tujuan seterusnya. Oleh sebab itu, kajian seterusnya dalam penyelidikan ini adalah menggunakan hasil minyak ekstrak patchouli sebagai sampel ujikaji yang mana data profil ini adalah berdasarkan jumlah hasil ekstrak yang paling minimum untuk diuji sebagai bahan penghalau terhadap tikus sawah.

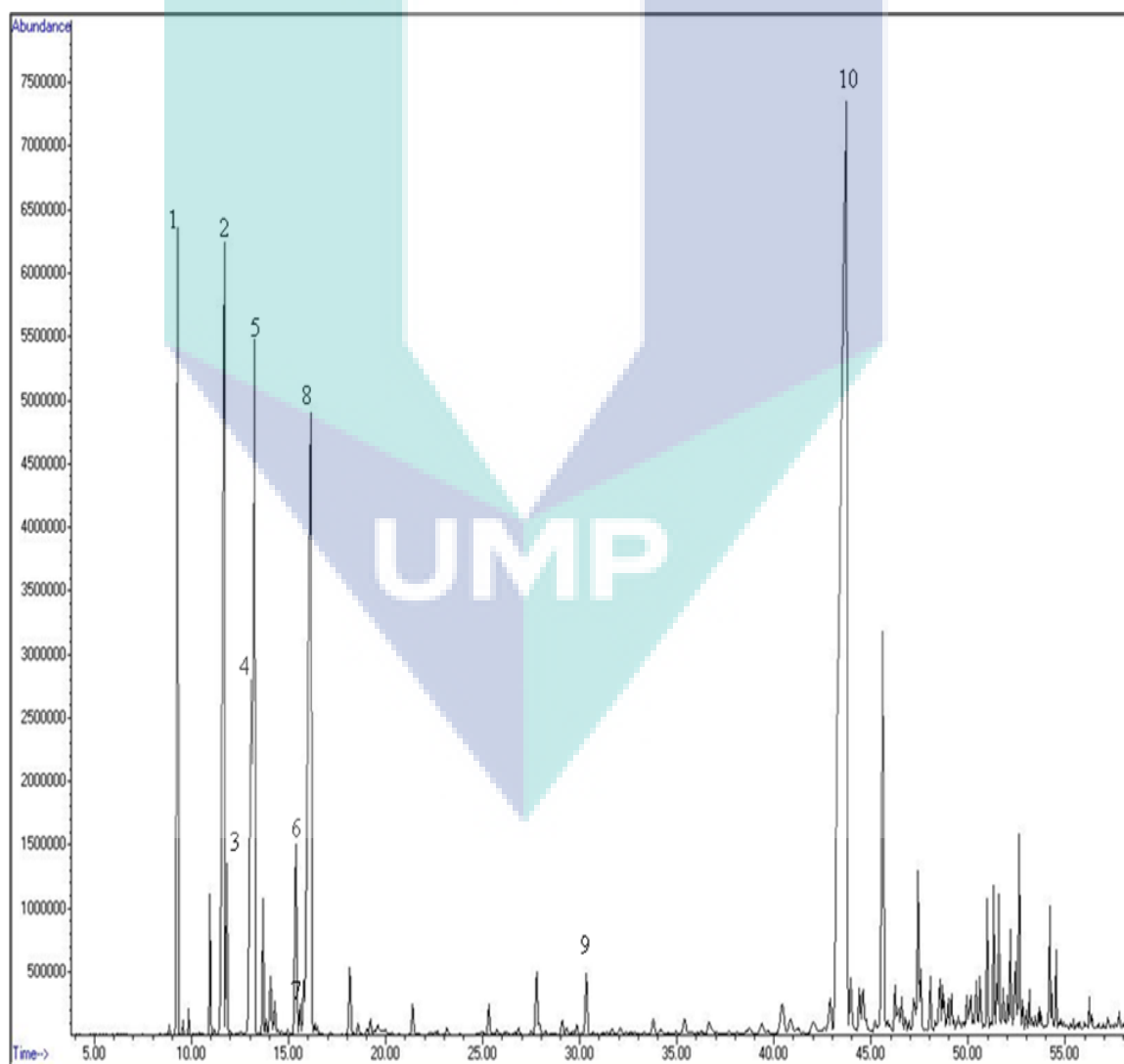
#### **4.3 ANALISIS MINYAK PATCHOULI MENGGUNAKAN GCMS**

Minyak patchouli yang diekstrak telah dianalisis bagi mengenalpasti komponen-komponen aktif yang terkandung.



### 4.3.1 Komponen Aktif Minyak Patchouli

Kromatografi gas spektrometer jisim (GCMS) telah digunakan bagi menganalisis kandungan bahan kimia atau komponen aktif dalam minyak ekstrak patchouli. Sampel bagi tujuan analisis ini diambil dari campuran kesemua hasil ekstrak minyak patchouli dari sela masa berbeza. Tujuan utama analisis ini dijalankan adalah untuk mengenalpasti kandungan aktif yang terkandung dalam minyak ekstrak patchouli samada memenuhi kualiti minyak patchouli yang telah dipiawaikan. Rajah 4.3 menunjukkan puncak-puncak yang terbit dari analisis GCMS mewakili setiap komponen yang hadir.



**Rajah 4.3:** Rajah kromatogram analisis minyak patchouli

Komponen-komponen di dalam sampel minyak patchouli dikenalpasti berdasarkan padanan data yang diperolehi dari kromatografi gas dengan maklumat yang tersimpan di dalam bank data spektrometer jisim.

**Jadual 4.1:** Analisis minyak ekstrak patchouli

No	RT	Komponen	Taburan (%)
1	9.272	<i>β-patchoulene</i>	5.66
2	11.686	<i>α-guaiene</i>	10.22
3	11.825	<i>caryophyllene</i>	1.32
4	13.085	<i>α-patchoulene</i>	5.08
5	13.683	<i>patchoulene</i>	0.95
6	15.371	<i>cedrene-V6</i>	2.20
7	15.777	<i>α-gurgujene</i>	0.47
8	16.140	<i>δ-guaiene</i>	12.28
9	30.337	<i>caryophyllene oxide</i>	0.73
10	43.743	<i>patchouli alcohol</i>	36.38

Terdapat 10 komponen utama yang telah dirumuskan seperti jadual di atas sebagai komponen aktif minyak patchouli dengan kualiti tertinggi dan menepati maklumat yang terdapat di dalam bank. Komponen dipilih berdasarkan kepada kualiti yang mana melebihi 90 % ketepatan data yang terkandung di dalam bank data. Untuk setiap minyak patchouli, analisis dengan menggunakan GCMS diulang sebanyak tiga kali bagi memastikan analisis yang dijalankan itu tepat dan berkeupayaan untuk diulang semula. Dari kajian literatur dirumuskan bahawa minyak patchouli perlu mengandungi komponen-komponen seperti yang tersenarai di dalam jadual berikut.

**Jadual 4.2:** Komponen aktif minyak patchouli

Komponen	Cas No
<i>β-patchoulene</i>	00514-51-2
<i>α-guaiene</i>	003691-12-1
<i>caryophyllene</i>	000087-44-5
<i>δ-guaiene</i>	003691-11-0
<i>patchouli alcohol</i>	005986-55-0

Sumber: Dung *et al.* (1989), Zhu *et al.* (2003), Zhao *et al.* (2005), Hu *et al.* (2006) dan Bunranthep *et al.* (2006)

Dari keputusan GCMS tersebut dapat disimpulkan bahawa kualiti minyak patchouli yang terekstrak dari hasil ekstrak patchouli adalah memenuhi kualiti piawaian antarabangsa. Kesemua 5 komponen yang merupakan komponen penting dalam minyak patchouli adalah terkandung dalam keputusan analisis minyak pati ekstrak kajian ini. Komponen-komponen ini memberikan ciri-ciri bau dan sifat minyak patchouli. Sementara itu 5 komponen aktif analisis minyak patchouli juga adalah berpadanan terhadap Piawaian Antarabangsa Minyak Patchouli (ISO 3757, 2002) iaitu  $\beta$ -*patchoulene*,  $\beta$ -*caryophyllene*,  $\alpha$ -*guaiene*,  $\alpha$ -*patchoulene*, *patchouli alcohol*. Namun, terdapat beberapa perbezaan komponen yang tidak dapat dikenalpasti secara tepat mungkin disebabkan oleh ralat penyediaan analisis atau disebabkan ralat semasa proses pengekstrakan minyak pati.

Minyak patchouli terdiri dari gabungan terpen dengan alkohol, aldehid dan ester, yang berinteraksi antara satu sama lain dan memberikan bau yang unik bagi minyak patchouli. Merujuk kepada data analisis, komponen *patchouli alcohol* merupakan komponen utama yang dikenalpasti dengan peratus komposisi sebanyak 36.38 %. Ini kerana *patchouli alcohol* merupakan komponen asas dan yang utama bagi minyak patchouli dalam menentukan aroma minyak patchouli. Selain itu, komponen-komponen seperti  $\beta$ -*patchoulene*,  $\alpha$ -*guaiene* dan  $\alpha$ -*patchoulene* juga merupakan komponen-komponen yang memberikan ciri-ciri serta sifat fizikal minyak patchouli (Singh *et al.*, 2002).

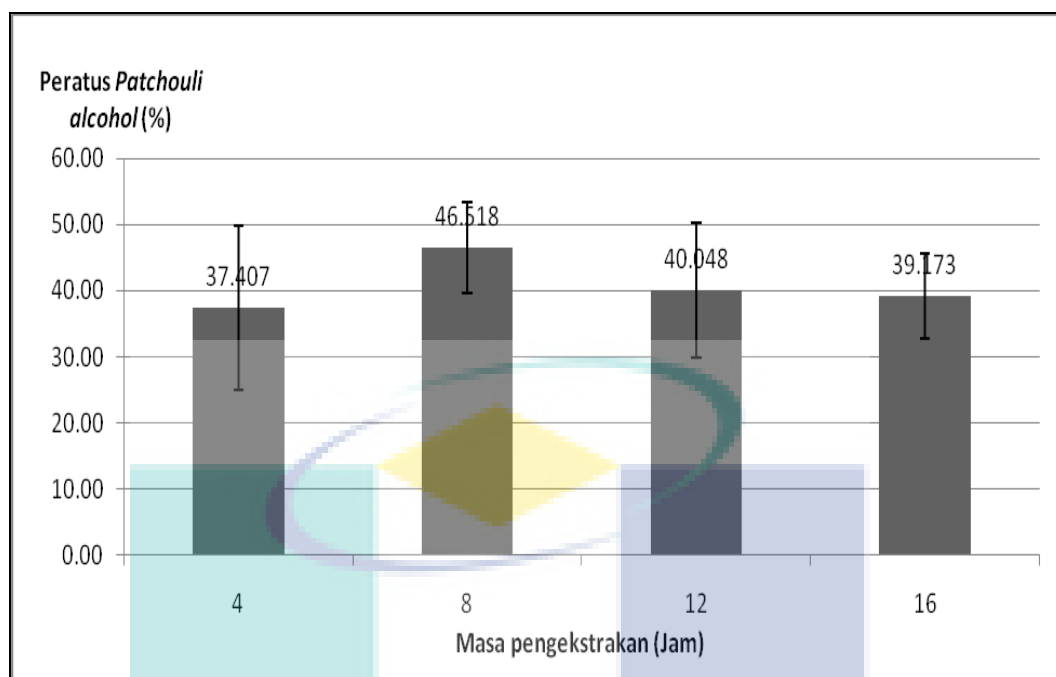
Justeru, *patchouli alcohol* merupakan kayu pengukur terhadap kualiti minyak patchouli yang terhasil (Zhao *et al.*, 2005). Untuk kegunaan industri minyak wangi, kandungan *patchouli alcohol* di dalam minyak patchouli perlu di antara 28.69 % hingga 35.90 % (Yuhono dan Suhirman, 2007 ). Kuantiti *patchouli alcohol* yang melebihi 30 % bagi suatu ekstrak minyak patchouli, memberi implikasi bahawa minyak tersebut adalah dari kualiti yang amat baik (Donelian *et al.*, 2009). Bagi kepentingan bidang pengkomersialan, minyak patchouli merupakan bahan asas utama dalam industri minyak wangi dan kosmetik kerana kehadiran *patchouli alcohol* sebagai unsur pengikat bau terhadap aroma yang menyebabkan jangka hayat aroma dapat bertahan lama apabila dicampurkan dengan lain-lain aroma bahan kimia (Santoso, 1990). Dengan hal demikian, dapat dirumuskan bahawa sifat dan kualiti minyak patchouli banyak

dipengaruhi oleh kehadiran komponen utamanya, *patchouli alcohol*. Maka, adalah penting menghasilkan minyak patchouli dengan kandungan *patchouli alcohol* yang tinggi untuk tujuan pengkomersialan. Masa atau tempoh pengekstrakan memainkan peranan utama menentukan kualiti minyak pati yang terhasil selain daripada jenis proses penyulingan dan sumber sampel yang digunakan. Berikut adalah kesan masa pengekstrakan terhadap kualiti minyak patchouli yang terekstrak.

#### 4.3.2 Kesan Kualiti Minyak Pati Terhadap Tempoh Pengekstrakan

Tempoh masa pengekstrakan atau penyulingan merupakan elemen penting dalam proses penghasilan minyak pati. Faktor-faktor seperti jenis atau struktur sampel, berat atau jenis proses penyulingan sangat mempengaruhi tempoh penyulingan suatu minyak pati. Tempoh penyulingan yang terlalu pendek menghasilkan peratus ekstrak yang rendah kerana pembebasan molekul minyak yang tidak berlaku secara menyeluruh daripada sampel ekstrak manakala bagi tempoh penyulingan yang terlalu lama pula meletakkan risiko terhadap pendedahan pada suhu yang tinggi yang boleh menyebabkan kemusnahan kepada bahan aktif minyak pati. Komponen aktif minyak pati bersifat mudah meruap kerana mempunyai tekanan wap yang rendah mendorong pembebasan atau kemusnahan komponen ke persekitaran sekaligus menjejaskan kualiti minyak patchouli yang diekstrak (Gildemeister dan Hoftman, 1956; Su *et al.*, 2007).

Dalam kajian ini, kualiti minyak patchouli diukur berdasarkan kepada analisis kandungan peratus komposisi *patchouli alcohol*. Berikut adalah Rajah 4.4 yang menunjukkan kesan terhadap peratus komposisi *patchouli alcohol* berdasarkan tempoh pengekstrakan yang berbeza pada 4, 8, 12 dan 16 jam sela masa pengekstrakan menerusi penyulingan hidro.



**Rajah 4.4:** Peratus komponen *patchouli alcohol* terhadap masa penyulingan

Merujuk kepada Rajah 4.4 tersebut, peratus kandungan *patchouli alcohol* yang paling tinggi adalah hasil daripada tempoh 8 jam pengekstrakan dengan kehadiran yang tertinggi iaitu 46.62 % telah dicatatkan. Manakala peratus *patchouli alcohol* yang paling rendah (37.41 %) adalah hasil ekstrak dari tempoh 4 jam pertama penyulingan. Namun begitu, peratus *patchouli alcohol* dalam minyak ekstrak patchouli dicatatkan menurun pada tempoh 12 jam dan 16 jam pengekstrakan yang mana dicatatkan sebanyak 40.05 % dan 39.17 % berbanding kandungan bagi tempoh 8 jam. Data tersebut menunjukkan pada tempoh 8 jam proses penyulingan hidro, minyak patchouli yang terekstrak mempunyai nilai peratus *patchouli alcohol* yang paling tinggi berbanding dengan hasil ekstrak pada tempoh 4 jam, 12 jam dan 16 jam. Ini menunjukkan bahawa tempoh proses penyulingan yang telah dijalankan memberi kesan terhadap kualiti minyak patchouli yang diekstrak. Kualiti minyak ekstrak yang tinggi adalah hasil daripada proses pengekstrakan yang efektif apabila kesemua molekul-molekul minyak dan kandungan komponen aktif yang terkandung dalam sampel diekstrak keluar dengan sempurna.

Dalam proses penyulingan hidro, air merupakan medium utama bagi perpindahan jisim sesuatu proses pengekstrakan. Apabila air dipanaskan pada suhu

tertentu, perpindahan haba berlaku dan menyebabkan peningkatan suhu larutan campuran zat terlarut sehingga kepada tekanan wap cecair sama terhadap tekanan udara yang mana proses tersebut menukarkan bentuk fizikal campuran larutan kepada wap. Wap-wap yang terhasil mengandungi molekul-molekul minyak dan terkondensasi apabila berlaku penurunan suhu. Proses-proses tersebut memerlukan tempoh masa yang bertepatan bagi membolehkan proses pengekstrakan yang sempurna berlaku. Tempoh penyulingan yang terlalu panjang atau lama pula boleh menyebabkan pendedahan kepada suhu yang tinggi yang mana menggalakkan proses degradasi komponen aktif dalam sampel. Komponen aktif ini termeruap dengan mudah dan terurai musnah apabila didedahkan pada suhu yang terlalu tinggi semasa penyulingan (Mohamed, 2005; Sefidkon *et al.*, 2007). Ini dapat diperhatikan berdasarkan kandungan *patchouli alcohol* yang sentiasa menurun apabila masa pengekstrakan dipanjangkan.

Penurunan komposisi *patchouli alcohol* juga dilihat berpunca dari berlakunya sedikit tindakbalas sampingan antara ikatan dubel rantai panjang karbon dengan molekul oksigen atau ion-ion hidrogen oksida yang terkandung dalam struktur molekul air, yang mana menukarkan komponen tersebut menjadi komponen lain yang mempunyai bilangan rantai karbon yang sama. Ini dapat dilihat menerusi penurunan komposisi *patchouli alcohol* dari hasil ekstrak 8 jam kepada 12 jam dengan penurunan sebanyak 6.57 % dan terus menurun sebanyak 0.88 % pada 16 jam pengekstrakan. Di samping itu, pengaruh pemeruapan yang berbeza-beza, yang mana jika spesifikasi keadaan suhu, masa atau tekanan proses yang tidak bersesuaian, pengekstrakan komponen aktif tidak dapat berlaku secara sempurna dan menyeluruh pada sampel. Maka, berdasarkan keputusan analisis, dirumuskan bahawa tempoh masa ekstrak 8 jam adalah tempoh masa yang terbaik bagi menghasilkan minyak patchouli dengan kandungan *patchouli alcohol* yang tinggi.

Hasil keputusan kajian ini disokong oleh kajian terdahulu bahawa penghasilan minyak patchouli dengan kandungan *patchouli alcohol* yang tinggi memerlukan sekurang-kurangnya tempoh masa pengekstrakan selama 8 jam bagi memperoleh hasil ekstrak minyak pati yang banyak dan berkualiti tinggi (Mangun, 2005). Walau bagaimanapun, tempoh penyulingan adalah bergantung kepada jenis bahan yang diekstrak dan proses penyulingan yang digunakan, sepertimana bahan-bahan ekstrak

yang berasaskan akar atau batang tumbuhan, kebarangkalian memerlukan tempoh masa pengekstrakan yang lebih panjang dan lama adalah relevan kerana proses pemecahan dinding sel tumbuhan dan kelenjar minyak adalah dari gentian yang lebih padu dan kuat (Zhu *et al.*, 2003).

Hasil pemerhatian merumuskan bahawa peratus hasil ekstrak patchouli yang maksima diekstrak menggunakan proses penyulingan hidro adalah sebanyak 2.497 % dengan tempoh masa 24 jam pengekstrakan secara berterusan. Namun, hasil pengekstrakan yang maksima tidak mendatangkan keuntungan kerana mempengaruhi nilai komersial iaitu kesan kualiti minyak patchouli yang telah terjejas akibat pendedahan kepada tempoh pengekstrakan yang terlalu lama dan panjang (Sefidkon *et al.*, 2007).

Dengan mengambil kira kesan kualiti, proses penghasilan minyak pati komersial adalah sangat terhad kepada sesuatu tempoh masa yang didapati benar-benar bersesuaian berdasarkan pencirian dan struktur sampel. Berdasarkan kajian ini, tempoh masa 8 jam pengekstrakan merupakan garispandu yang mana mempamerkan tempoh masa yang paling sesuai bagi penyulingan hidro untuk menghasilkan minyak patchouli yang paling banyak dan berkualiti untuk tujuan pengkomersialan.

#### **4.4 TREND PEMERUAPAN MINYAK PATCHOULI**

Sebelum kajian keberkesanan minyak patchouli dijalankan secara langsung terhadap tikus sawah, penyelidikan telah dibuat bagi mengenalpasti kadar pemeruapan atau penyebaran minyak patchouli ke persekitaran. Kadar pemeruapan dikira bagi mengenalpasti mekanisma proses menghalau oleh minyak patchouli. Kajian pemeruapan dianalisis dengan menggunakan SPME-GCMS sebagai alat pengukur komposisi pemeruapan minyak patchouli. Peresapan minyak pati telah diukur berdasarkan kepada kandungan peratus *patchouli alcohol* yang telah dijerap oleh gentian silika (fiber) SPME. Analit-analit dari fasa cecair (minyak patchouli) yang meruap telah dijerap oleh fiber SPME, yang mana fiber kemudiannya dinyahjerap pada GCMS bagi keputusan analisis komponen yang telah meruap. Data dianalisis berpandukan peratus kandungan *patchouli alcohol* yang bersandar kepada

pembolehubah berat sampel dan masa dedahan yang dijalankan. Berdasarkan keputusan analisis yang telah diperoleh, data-data tersebut dimodelkan kepada bentuk model persamaan empirik bagi mewakili model yang bertepatan terhadap sistem ini yang mana menjelaskan mekanisma kesan menghalau.

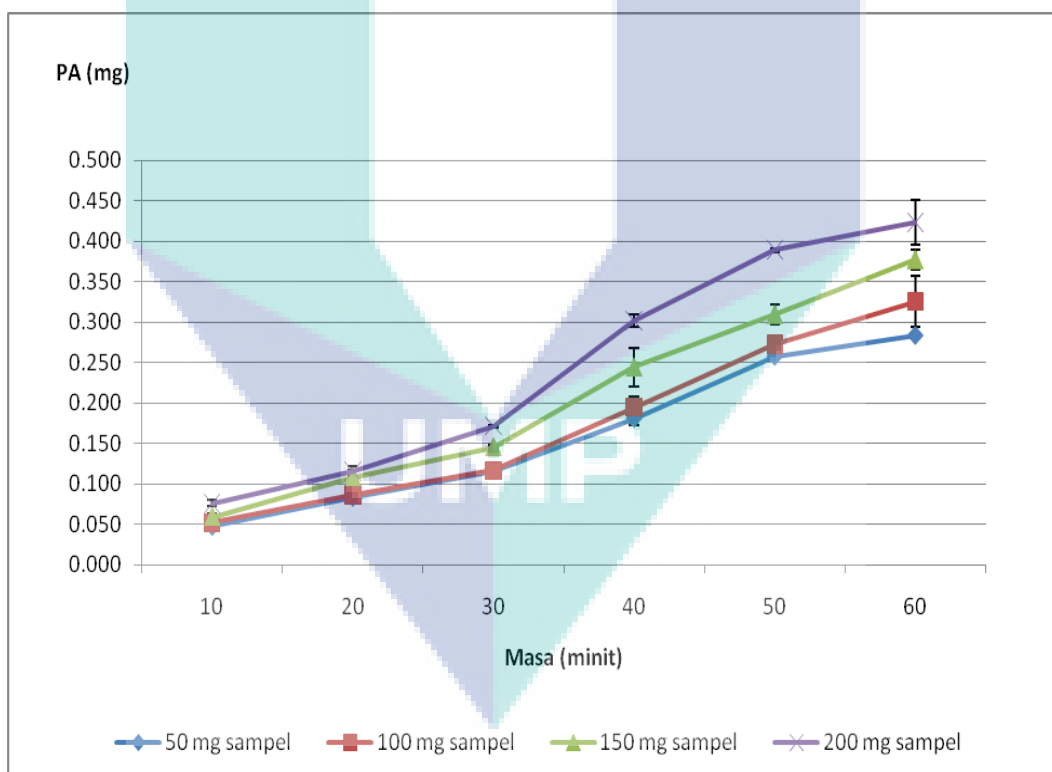
Pemeruapan *patchouli alcohol* adalah penilai terhadap proses pembebasan komponen mudah meruap yang terkandung dalam minyak patchouli. Penggunaan minyak pati atau produk yang kaya dengan aroma akan membebaskan sejumlah besar komponen-komponen mudah meruap dengan campuran yang kompleks. Kandungan terpenoid (kumpulan hidrokarbon tidak tepu dan komponen terkandung oksigen) yang terdapat dalam minyak pati meruap secara bebas dari tumbuhan secara semulajadi (Su *et al.*, 2007). Pembebasan komponen-komponen tersebut adalah dipengaruhi oleh kadar pemeruapan sesuatu sistem. Kandungan berat sampel dan masa dedahan merupakan faktor-faktor utama yang menentu nilai terhadap kadar pemeruapan minyak patchouli.

Pengaruh berat sampel dan masa dedahan merupakan parameter yang penting terhadap keupayaan komponen tersebut memenuhi ruang udara. Penyebaran ini berlaku apabila berlakunya proses penyejatan minyak patchouli yang terdedah pada persekitaran dan mencapai keseimbangan tekanan antara komponen-komponen mudah meruap patchouli terhadap persekitaran. Mekanisma proses ini dikaitkan dengan daya permukaan melalui molekul *van der waals*, dwikutub dan daya antara molekul-molekul (Camara *et al.*, 2007). Proses ini boleh berlaku secara semulajadi atau dimangkinkan oleh faktor pendorong seperti suhu atau kelembapan udara, kepekatan dan juga tekanan. Secara teorinya, minyak patchouli merupakan bahan yang mudah meruap dan berupaya memenuhi suatu ruang bergantung pada kadar penyejatan yang mana melibatkan proses perubahan bentuk fizikal cecair kepada gas. Dalam kajian ini, kadar penyejatan minyak patchouli yang tersejat telah ditafsirkan sebagai kadar pemeruapan minyak patchouli dan ia bergantung kepada komposisi *patchouli alcohol* sebagai penilaiukur.



#### 4.4.1 Komposisi *Patchouli alcohol* yang Meruap

Berikut adalah komposisi *patchouli alcohol* (PA) yang telah dijerap dari sampel minyak patchouli berdasarkan berat sampel dan masa dedahan yang berbeza. Penggunaan berat sampel minyak patchouli pada 50, 100, 150 dan 200 mg adalah untuk mendapatkan pateren pemeruapan terhadap kandungan PA. Kesemua sampel didedahkan pada setiap sela masa 10, 20, 30, 40, 50 dan 60 min. Parameter-parameter ini dipilih mengikut kesesuaian terhadap lingkungan parameter penggunaan SPME berdasarkan kajian literatur yang telah dibuat. Nilai komposisi PA yang meruap telah diukur berdasarkan perbezaan berat sebelum dan selepas pendedahan pada sampel terhadap peratus komposisi data analisis SPME-GCMS. Rajah 4.5 menunjukkan komposisi kandungan PA yang telah meruap.



**Rajah 4.5:** Kandungan *patchouli alcohol* (PA) yang meruap

Secara amnya, rajah di atas menunjukkan peningkatan kepekatan PA di dalam fasa gas berkadar terus dengan masa dedahan di dalam julat masa yang dikaji. Rajah 4.5 juga menunjukkan apabila kepekatan PA di dalam sampel meningkat, kadar sejatan PA

juga turut meningkat. Kesemua lengkung di dalam rajah di atas menunjukkan trend yang sama, di mana terdapat dua zon kadar penyejatan yang ketara pada setiap lengkung. Zon pertama (zon A), antara 10 minit hingga 30 minit masa dedahan, sementara zon kedua (zon B) ialah antara 30 minit hingga 60 minit masa dedahan. Jadual 4.3 di bawah memaparkan kadar sejatan bagi zon A dan zon B bagi setiap sampel yang dikaji.

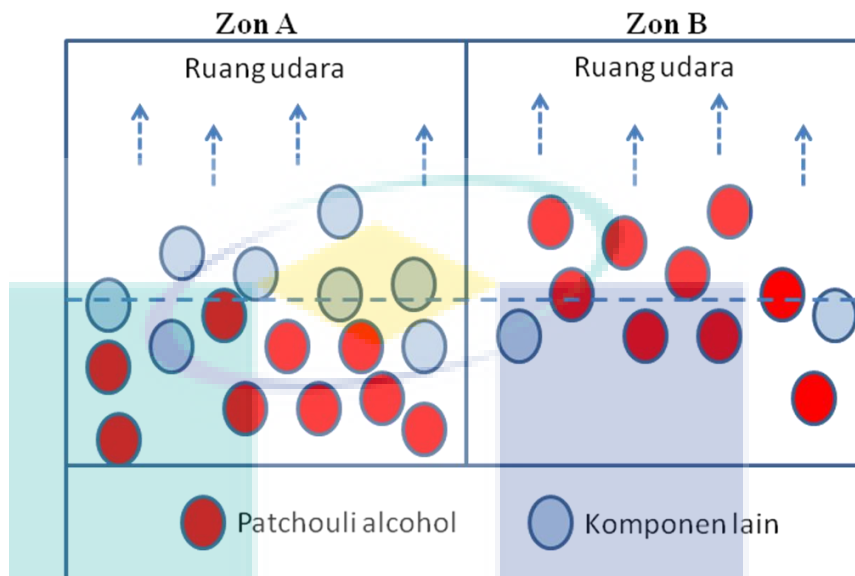
**Jadual 4.3:** Kadar sejatan PA

<b>Tempoh masa (minit)</b>	<b>Zon</b>	<b>Sampel 50 mg</b>	<b>Sampel 100 mg</b>	<b>Sampel 150 mg</b>	<b>Sampel 200 mg</b>
10 to 30	A (mg/min)	0.00345	0.00324	0.00431	0.00478
30 to 60	B (mg/min)	0.00558	0.00697	0.00772	0.00841

Dari data yang dibincangkan di atas, jelas menunjukkan peningkatan kadar sejatan yang besar berlaku selepas 30 minit masa dedahan (zon B). Sebagaimana yang telah dibincangkan di dalam seksyen 4.2, minyak patchouli mengandungi beberapa komponen yang mudah meruap, termasuk PA. Di zon A, kadar sejatan PA adalah rendah berbanding di zon B kerana di awal proses sejatan semulajadi, terdapat saingan yang tinggi antara komponen-komponen yang tersejat. Selepas minit ke 30, kebanyakan komponen-komponen lain telah habis tersejat atau telah menurun kesejatannya disebabkan penurunan kandungan komponen tersebut di dalam sampel, yang mengakibatkan penurunan daya paku pindah jisim bagi komponen-komponen tersebut untuk terus menyejat. Kandungan PA pula, seperti yang telah dijelaskan sebelum ini, adalah yang terbanyak di dalam sampel minyak patchouli. Oleh yang demikian, dengan pengurangan saingan ini dan dengan tiada penurunan daya paku pindah jisim yang nyata bagi komponen PA, mengakibatkan peningkatan kadar sejatan PA berlaku selepas minit ke 30. Fenomena ini dapat dilihat dalam Jadual 4.3 di atas, di mana secara konsisten di zon B, semua sampel menunjukkan peningkatan kadar sejatan PA yang besar (peningkatan antara 60 % hingga 80 %).

Penyejatan merupakan salah satu jenis pemeruapan yang berlaku secara semulajadi, di mana molekul-molekul yang mudah meruap akan tersejat keluar apabila berlaku perbezaan kepekatan molekul pada permukaan cecair terhadap persekitaran.

Sepertimana yang telah diterangkan di atas, mekanisma bagi pemeruapan PA diterjemahkan seperti Rajah 4.6.

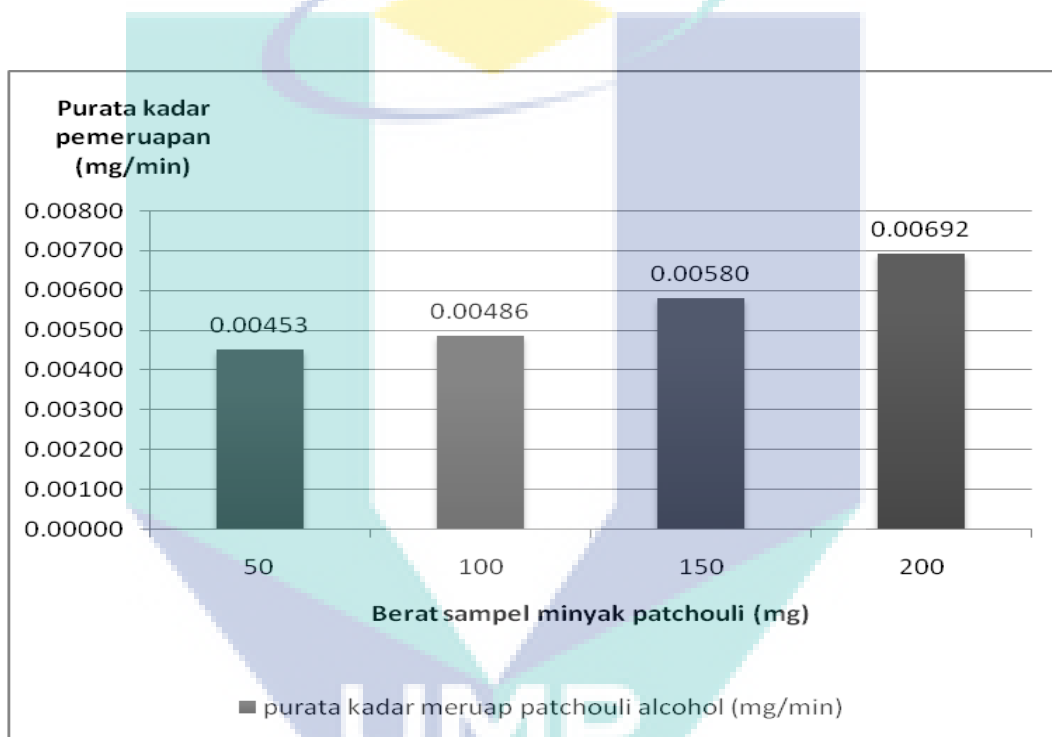


**Rajah 4.6:** Mekanisma pemeruapan *patchouli alcohol*, PA

Berdasarkan lakaran mekanisma pemeruapan, rajah menunjukkan persaingan pelbagai komponen dalam sampel menyebabkan rintangan terhadap daya pemeruapan PA. Berkadaran dengan tempoh masa, pemeruapan PA tetap berlaku namun trend pemeruapan PA menunjukkan peningkatan yang besar pada zon B (iaitu pada masa dedahan 30 min hingga 60 min). Selain dari perbezaan kepekatan, suhu, kelembapan udara, ikatan molekul, dan tekanan sebagai daya pacu pindah terhadap kadar penyejatan, kepekatan kandungan cecair oleh komponen-komponen lain juga mempengaruhi keupayaan proses pemeruapan (Geankoplis, 2003; Felder dan Rousseau, 2000). Kebanyakan kandungan komponen mudah meruap yang terkandung dalam minyak pati meruap keluar ke ruang persekitaran udara pada awal 30 minit tempoh pendedahan pada setiap ujian penyejatan (Su *et al.*, 2007). Ini menyokong kepada hasil kajian di mana pada zon A (tempoh 10 ke 30 minit) adalah tempoh kebanyakan komponen mudah meruap tersejat keluar dan aktiviti ini telah menyebabkan pemeruapan kandungan PA tersaing dan hanya mula meningkat selepas 30 minit tempoh pemeruapan disebabkan oleh kandungan PA yang paling tinggi terkandung dalam sampel patchouli berbanding komponen lain (Bunranthep *et al.*, 2006).

Pemeruapan juga dilaporkan berbeza mengikut kumpulan atau struktur kimia komponen terkandung (Camara *et al.*, 2007).

Secara keseluruhan, peningkatan kehadiran PA di dalam sampel yang disebabkan oleh peningkatan berat sampel patchouli yang dikaji, mengakibatkan kadar sejatan PA juga turut meningkat. Rajah 4.7 menunjukkan purata kadar sejatan PA bagi kesemua berat sampel yang diuji. Kandungan berat sampel yang tinggi menunjukkan kandungan kepekatan PA yang tinggi sekaligus mendorong peningkatan kadar sejatan.



**Rajah 4.7:** Purata kadar pemeruapan *patchouli alcohol* (PA)

Kadar meruap sampel 50 mg kepada 100 mg telah meningkat sebanyak 7.28 %, manakala 19.34 % peningkatan bagi kadar pemeruapan sampel 150 mg seterusnya 19.31 % peningkatan kadar meruap bagi sampel 200 mg. Kadar sejatan atau pemeruapan yang tinggi telah dimungkinkan oleh kepekatan komponen yang terkandung menyebabkan pembebasan komponen dari kepekatan tinggi kepada kepekatan rendah. Justeru, sepanjang tempoh dedahan sampel yang dijalankan, kandungan komposisi PA meningkat dengan peningkatan kadar pemeruapan. Walaubagaimanapun, teori perpindahan jisim menyatakan bahawa akan berlaku penurunan kandungan komposisi termeruap apabila kepekatan kandungan berkurangan (Sharma, 2007). Namun, dalam

julat masa dedahan yang dikaji, fenomena ini tidak dicapai kerana julat masa yang pendek berbanding kandungan komposisi PA.

Bagi menentuukur kadar pemeruapan PA, faktor berat sampel minyak patchouli dan tempoh masa dedahan yang merupakan pembolehubah yang saling bergantung antara satu sama lain, telah dikaji. Satu model persamaan regresi telah dianalisa bagi membentuk model persamaan yang mewakili faktor-faktor tersebut untuk menentukan jumlah komposisi PA yang termeruap. Justeru, model pemeruapan PA dapat menentunilai kandungan PA yang berkesan untuk menghalau tikus sawah.

#### **4.4.2 Model Persamaan Regresi Pemeruapan *Patchouli alcohol***

Model empirik telah dianalisis bagi mendefinisikan pengaruh faktor pembolehubah terhadap proses pemeruapan patchouli. Analisis dibuat berdasarkan data analisis regresi Microsoft Excel 2007 yang memproses 24 set eksperimen yang telah dijalankan. Pemeruapan patchouli yang dinilai adalah berdasarkan jumlah kandungan PA yang meruap ke udara. Model yang dibina dapat mengenalpasti perbandingan nilai antara data eksperimen dan data anggaran (pengiraan). Analisis model persamaan yang dipilih adalah berdasarkan nilai minima bagi jumlah perbezaan ralat berganda di antara data anggaran dan data eksperimen. Penilaian adalah berdasarkan nilai regresi yang menghampiri nilai 1, yang mana menunjukkan model persamaan yang lebih tepat untuk mewakili sesuatu sistem. Dalam kajian ini, perbandingan model bagi sistem pemeruapan PA telah dibuat di antara model persamaan regresi linear dan model persamaan regresi kuadratik.

Merujuk data yang telah analisis, pekali pembolehubah dan pemalar bagi model persamaan regresi linear ditunjukkan pada Jadual 4.4. Berikut adalah nilai pekali pembolehubah model linear yang telah dirumuskan dan Persamaan 4.1 adalah model persamaan regresi linear bagi model pemeruapan PA.

**Jadual 4.4:** Nilai pekali bagi model linear

<b>Pekali pembolehubah</b>	<b>Nilai</b>
Pemalar	-0.093089
$x_1$ Pembolehubah (masa)	0.006255
$x_2$ Pembolehubah (berat sampel)	0.000574

$$y = 0.00626x_1 + 0.00057x_2 - 0.09309 \quad (4.1)$$

Sementara itu, Jadual 4.5 merumuskan nilai pekali pembolehubah bagi model persamaan regresi kuadratik. Persamaan 4.2 adalah model persamaan regresi kuadratik bagi sistem pemeruapan PA.

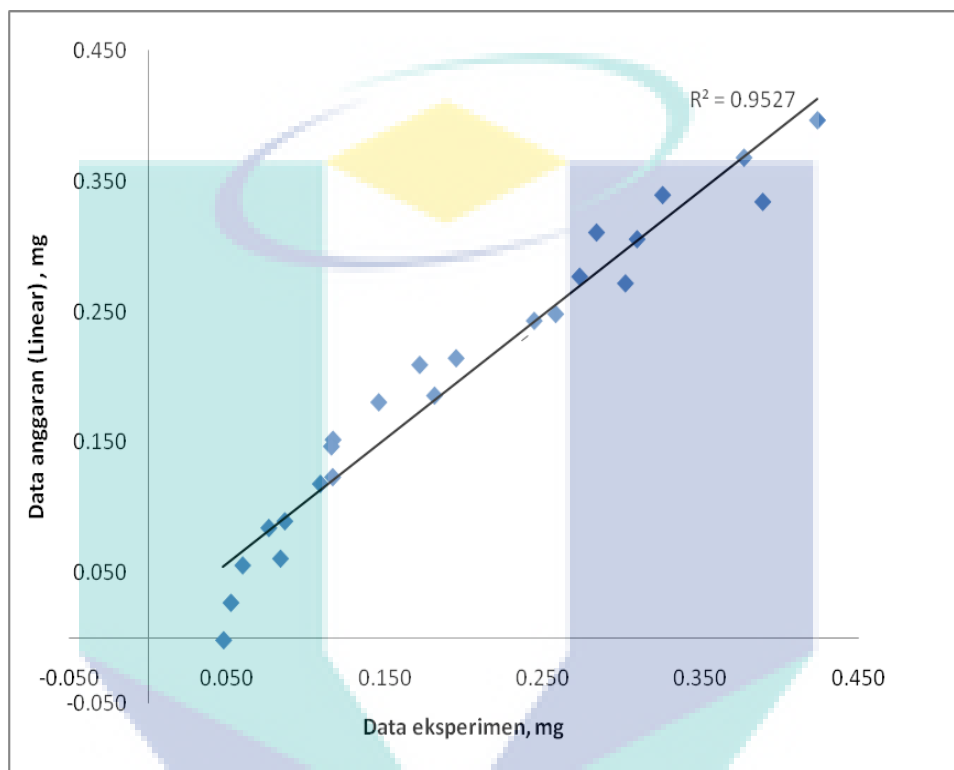
**Jadual 4.5:** Nilai pekali bagi model kuadratik

<b>Pekali pembolehubah</b>	<b>Nilai</b>
Pemalar	0.045011
$x_1$ Pembolehubah (masa)	0.001855
$x_2$ Pembolehubah (berat sampel)	-0.000682
$x_1^2$	0.000032
$x_2^2$	0.000003
$x_1.x_2$	0.000017

$$y = 0.045011 + 0.001855x_1 - 0.000682x_2 + 0.000032x_1^2 + 0.000003x_2^2 + 0.000017x_1x_2 \quad (4.2)$$

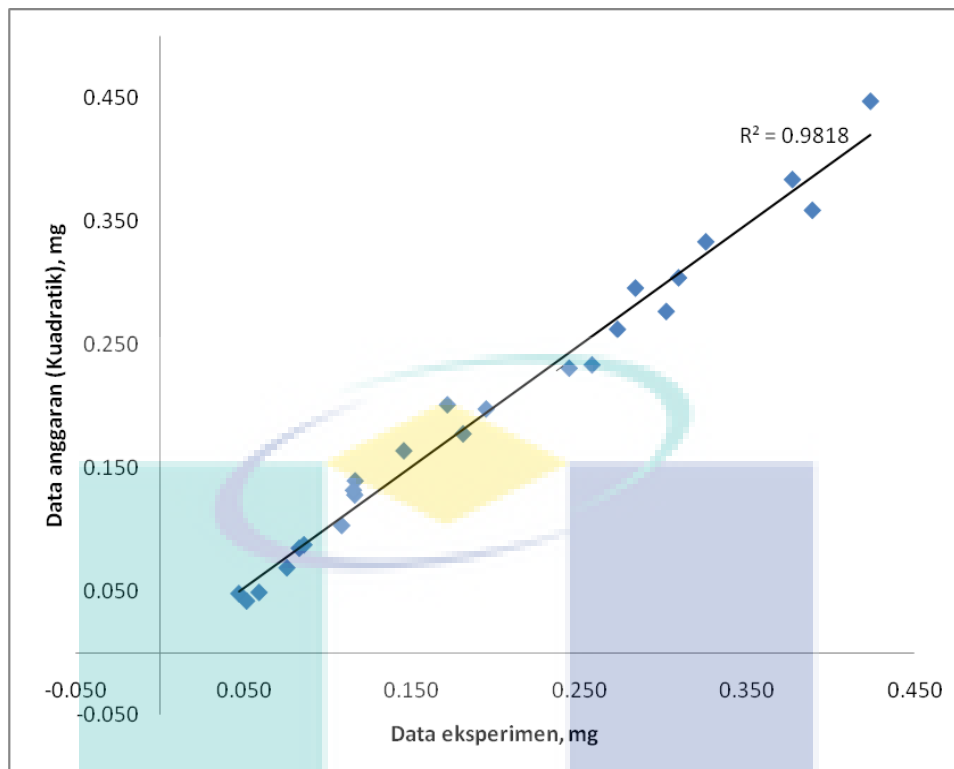
Berdasarkan model persamaan linear dan kuadratik di atas, data anggaran kandungan PA yang meruap dapat dikenalpasti bersandarkan kepada faktor berat sampel minyak patchouli dan faktor masa dedahan. Interaksi kedua-dua pembolehubah dalam sistem pemeruapan patchouli telah menunjukkan perkadaran terhadap kandungan PA yang meruap. Rajah di bawah telah mempamerkan perbandingan nilai PA yang diperoleh daripada model regresi terhadap kandungan PA eksperimen. Pemilihan model persamaan adalah berdasarkan nilai regresi ( $R^2$ ) yang diperoleh dari data analisis.

Rajah 4.8 menunjukkan perbandingan data anggaran bagi model linear dan Rajah 4.9 pula menunjukkan perbandingan data anggaran bagi model kuadratik terhadap data yang diperoleh dari eksperimen.  $R^2$  menunjukkan nilai regresi bagi setiap model persamaan yang telah dibentuk.



**Rajah 4.8:** Perbandingan data anggaran bagi model linear

Merujuk rajah di atas, model persamaan linear telah memberi nilai regresi yang hampir kepada 1 iaitu 0.9527. Julat perbezaan yang menghampiri nilai 1 menunjukkan model linear adalah sesuai bagi model pemeruapan PA. Namun begitu, julat yang lebih kecil telah dipilih mewakili sistem iaitu model persamaan kuadratik kerana lebih menghampiri nilai 1 dengan nilai regresi 0.9818 dengan julat perbezaan yang lebih kecil iaitu 0.0182. Walau bagaimanapun secara teorinya, kedua-dua model adalah signifikan kerana nilai regresi yang melebihi 0.8 dan menghampiri nilai 1. Kesesuaian model adalah diukur dari sudut pekali, nilai regresi yang merujuk kepada ketepatan model meramal keputusan terhadap nilai sebenar (Charlie *et al.*, 2004). Berikut data perbandingan terhadap model persamaan kuadratik terhadap data eksperimen.



**Rajah 4.9:** Perbandingan data anggaran bagi model kuadratik

Model kuadratik mempunyai kepersisan data yang lebih tepat untuk digunakan bagi anggaran terhadap kandungan PA yang termeruap terhadap berat sampel minyak patchouli dan masa pemeruapan dalam julat parameter yang dikaji. Kesesuaian model kuadratik ditunjukkan pada nilai  $R^2$  (0.9818), yang menunjukkan 98.18% variasi sampel dianggap berpunca daripada pembolehubah. Titik-titik data model kuadratik yang berpusat dan seimbang pada garis lurus  $45^\circ$  menunjukkan keserasian antara data anggaran dan data eksperimen terhadap pemeruapan PA, berbanding data anggaran model linear yang menunjukkan taburan data yang kurang seimbang dan kebanyakan data berada jauh dari garis lurus. Ini dapat menjelaskan kepada pemilihan model kuadratik yang dapat menghasilkan data yang lebih tepat. Model regresi dengan nilai  $R^2$  yang tinggi iaitu 95.9 hingga 99 peratus telah dipilih mewakili interaksi pembolehubah sukatan bahan kimia terhadap tindakbalas kesan menghalau burung (Clark, 1998).

Dua pembolehubah eksperimen iaitu berat sampel dan masa mempunyai kesan kepentingan terhadap pemeruapan minyak patchouli. Aplikasi analisis faktor yang telah dimodelkan menunjukkan hubungan pembolehubah terhadap pemeruapan PA yang



mana perkadaran telah menunjukkan pertambahan pada berat sampel dan masa dedahan meningkatkan komposisi PA yang telah tersejat. Merujuk model persamaan kuadratik terhadap anggaran ramalan pemeruapan *patchouli alcohol*, faktor pembolehubah  $x_1$  (masa) adalah lebih signifikan berbanding faktor  $x_2$  (berat sampel).

$$y = 0.045011 + 0.001855x_1 - 0.000682x_2 + 0.000032x_1^2 + 0.000003x_2^2 + 0.000017x_1x_2 \quad (4.2)$$

Pendedahan masa ( $x_1$ ) yang panjang memberikan kesan peningkatan terhadap pemeruapan *patchouli alcohol* (PA), adalah merujuk kepada nilai pekali yang lebih besar. Pada sesuatu tempoh peningkatan masa pemeruapan memberikan kesan peningkatan terhadap kandungan PA yang termeruap dan dipengaruhi kadar sejatan semulajadi PA di persekitaran kerana PA mempunyai tekanan wap  $< 0.001$  mm Hg (20 °C) (Bhatia *et al.*, 2008). Maka, peningkatan pemeruapan PA berlaku adalah berkadaran terhadap masa dedahan. Berdasarkan model yang diterbitkan, faktor masa ( $x_1$ ) memberikan hubungan signifikan (positif) terhadap nilai PA ( $y$ ) berbanding faktor berat sampel yang menunjukkan kesan negatif (pengurangan) terhadap jumlah kandungan PA yang termeruap. Kepekatan komponen yang tinggi terkandung pada sampel memberikan kesan pengurangan terhadap pemeruapan PA kerana wujud persaingan dalam pemeruapan komponen terkandung. Kandungan sampel (minyak pati) yang kompleks dengan pelbagai komponen boleh memberikan kesan pengurangan kepada kepekatan PA yang termeruap (Bunranthep *et al.*, 2006). Namun, kesan pengurangan terhadap kandungan PA adalah sangat kecil berdasarkan kepada nilai pekali bagi faktor berat sampel ( $x_2$ ) yang lebih kecil.

Berdasarkan analisis regresi model kuadratik, model terbitan ( $R^2 = 0.9818$ ) menunjukkan hubungan yang signifikan bagi faktor masa dan berat sampel ( $x_1$  dan  $x_2$ ) sebagai pembolehubah tidak bersandar terhadap nilai pemeruapan PA,  $y$  (pembolehubah bersandar). Ini disokong oleh pemilihan model regresi yang mempunyai hubungan perkaitan antara faktor dan tidak melanggar kepentingan statistik adalah kaedah terbaik mewakili sesuatu anggaran dengan lebih tepat (Um *et al.*, 2011).

Justeru, kepekatan komponen PA yang lebih tinggi dilihat dapat memanjangkan tempoh pemeruapan minyak patchouli sekaligus memanjangkan hayat aroma minyak pati itu. Proses sejatan yang berlaku menyebabkan pemeruapan komponen yang mudah meruap tersebar pada persekitaran; bila mana kepekatan yang tinggi menyebabkan tempoh pemeruapan yang lebih lama diperlukan. Hubungkait faktor terhadap berat sampel dan masa menjelaskan kepada kepekatan komposisi sesuatu jisim. Hasil kajian ini telah membuktikan bahawa pemeruapan PA adalah bergantung kepada kepekatan sampel yang digunakan dan jangka masa keberkesanan berdasarkan masa pendedahan yang mana mempengaruhi penyebaran komponen-komponen yang mudah meruap ke ruang persekitaran.

#### **4.5 PEMBANGUNAN REKABENTUK UJIKAJI KEBERKESANAN PATCHOULI SEBAGAI PENGHALAU TIKUS**

Penggunaan patchouli sebagai agen penghalau tikus adalah sesuatu yang asing dan sehingga ini literatur atau kertas kerja yang telah diterbitkan di dalam jurnal kebangsaan mahupun jurnal antarabangsa berhubung hal ini adalah amat terhad. Kajian literatur menetapkan bahawa tiada kaedah yang khusus untuk tujuan kesan menghalau (Chio dan Yang, 2008). Oleh yang demikian, tiada kaedah ujikaji sedia ada yang boleh digunakan secara langsung untuk kajian keberkesanan patchouli sebagai penghalau tikus. Sebaliknya, kaedah ujikaji keberkesanan patchouli sebagai agen penghalau tikus perlu dibangunkan terlebih dahulu untuk memahami respon tikus terhadap bau dan aroma patchouli.

##### **4.5.1 Ujian Awal Keberkesanan Patchouli**

Peringkat awal, kajian adalah tertumpu kepada kepenggunaan patchouli sebagai bahan penghalau samada memberi kesan kepada tikus atau sebaliknya. Penggunaan patchouli sebagai agen menghalau tikus sawah merupakan idea baru yang belum pernah dikaji oleh penyelidik-penyelidik sebelum ini. Perkembangan penyelidikan dan keghairahan mendapatkan sumber racun serangga atau perosak yang selamat dan tidak mendatangkan kesan buruk kepada kesihatan sejagat menyebabkan tumpuan terarah kepada minyak pati tumbuhan yang merupakan sumber sebatian aktif yang berguna. Patchouli merupakan salah satu sumber yang dilihat berpotensi digunakan sebagai racun

serangga atau perosak yang berkesan. Berdasarkan penghasilan aroma yang kuat oleh minyak patchouli dijangkakan dapat memberi kesan kepada haiwan berkecenderungan untuk bertindakbalas terhadap bau yang dihasilkan iaitu spesies tikus (Nef, 1998).

Justeru ujian awal diperkenalkan untuk menguji keberkesanan patchouli terhadap spesies tikus. Ujian awal ini adalah berdasarkan ujian gerakbalas di dalam silinder yang diadaptasi dari ujian keberkesanan produk racun yang dibangunkan oleh Karhunen *et al.*, (2003). Peringkat awal ujikaji, rakaman aktiviti tikus makmal di dalam silinder ujikaji telah dijalankan dalam tempoh 30 minit. Seperti yang dijangkakan, tikus makmal telah bergerak menjauhi sampel patchouli yang terletak di hujung silinder A. Jadual di bawah menunjukkan lakaran kasar catatan kedudukan tikus makmal sepanjang tempoh ujikaji.

**Jadual 4.6:** Kesan awal gerakbalas tikus makmal

<b>Subjek/Masa</b>	<b>0</b>	<b>10 minit</b>	<b>20 minit</b>	<b>30 minit</b>
Tikus 1	A	G	H	J
Tikus 2	D	E	H	J
Tikus 3	C	F	I	J

Catatan kedudukan tikus makmal direkodkan berdasarkan titik berada tikus makmal pada ruang silinder pada setiap sela masa 10, 20 dan 30 min. Catatan gerakbalas dibuat sejurus selepas patchouli diletakkan di dalam silinder. Ruang A sehingga D didatangi oleh tikus pada awal ujikaji dan setelah 10 min berlalu, tikus hanya berada pada ruang E, F dan G dan seterusnya menjarakkan lagi kedudukannya pada minit ke 20 berikut pada ruang H dan I. Ketiga-tiga tikus berada di ruang J, iaitu jarak yang paling jauh dari sampel patchouli setelah 30 min ujikaji. Keputusan tersebut menunjukkan bahawa bau dari sampel patchouli telah berjaya menghalau tikus-tikus tersebut dari mendekati sampel patchouli. Rajah 4.10 menunjukkan rajah tikus makmal yang telah diuji dengan dedahan minyak pati ekstrak patchouli.



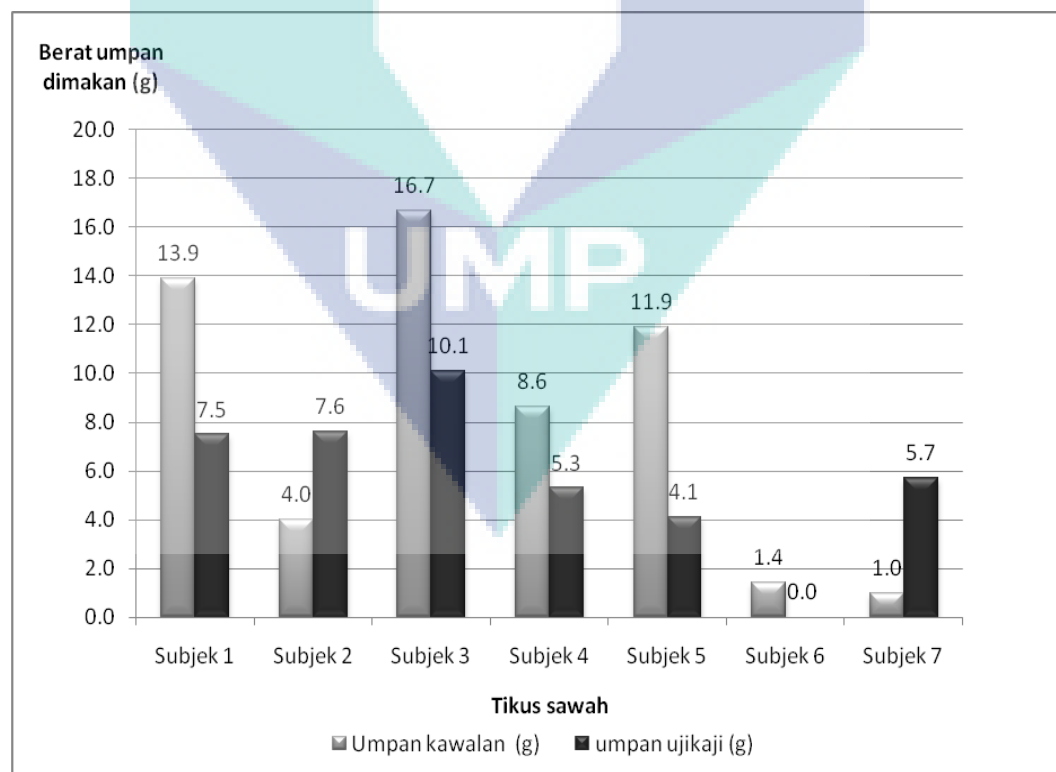
**Rajah 4.10:** Ujian awal kesan patchouli

Pemerhatian awal telah menunjukkan terdapat kesan patchouli yang terkesan ke atas tikus. Selain dari pemerhatian ruang sepanjang silinder, pemerhatian fizikal menunjukkan tikus memberi respon dengan kehadiran sampel patchouli berdasarkan pergerakan menghidu terhadap sampel yang diletakkan. Tidak banyak yang dapat dihuraikan berhubung isu ini kerana fokus utama ujian awal dijalankan adalah untuk menguji kesan awal patchouli terhadap tikus; spesis mamalia.

Justeru hasil pemerhatian ujian awal menunjukkan kesan patchouli yang menggalakkan untuk digunakan sebagai bahan penghalau berdasarkan kedudukan tikus sepanjang tempoh pemerhatian. Data menunjukkan tikus bertindak menjauhi sampel patchouli seperti yang dijangkakan dan ini memberi gambaran awal keberkesanan patchouli sebagai bahan penghalau. Berikutan keberkesanan patchouli sebagai bahan penghalau tikus sawah yang telah menunjukkan impak menghalau, kaedah keberkesanan dibangunkan terhadap keberkesanan menghalau tikus sawah, haiwan perosak tanaman padi.

#### 4.5.2 Ujian Pemakanan Tikus Sawah

Tikus sering dikaitkan dengan makanan kerana kehadiran haiwan perosak itu berpunca dari tarikan sumber makanan. Maka tanaman padi atau sumber padi merupakan tarikan utama kehadiran tikus sawah di kawasan bendang padi. Justeru, umpan makanan merupakan kaedah yang paling berkesan untuk menguji keberkesanan awal sampel patchouli terhadap tikus sawah. Kaedah pengumpanan dilakukan berdasarkan perbandingan umpan makanan yang dimakan oleh tikus sawah (subjek) terhadap umpan makanan kawalan dan umpan makanan campuran sampel patchouli. Dua perbandingan yang berasingan telah dijalankan terhadap tikus sawah melibatkan umpan makanan campuran sisa ekstrak patchouli kosong dan umpan makanan campuran minyak ekstrak patchouli. Berat makanan yang telah dimakan oleh subjek diukur selepas tempoh 24 jam pendedahan. Rajah 4.11 merumuskan komposisi berat umpan kawalan dan umpan campuran sisa ekstrak patchouli kosong yang telah dimakan oleh subjek (g).

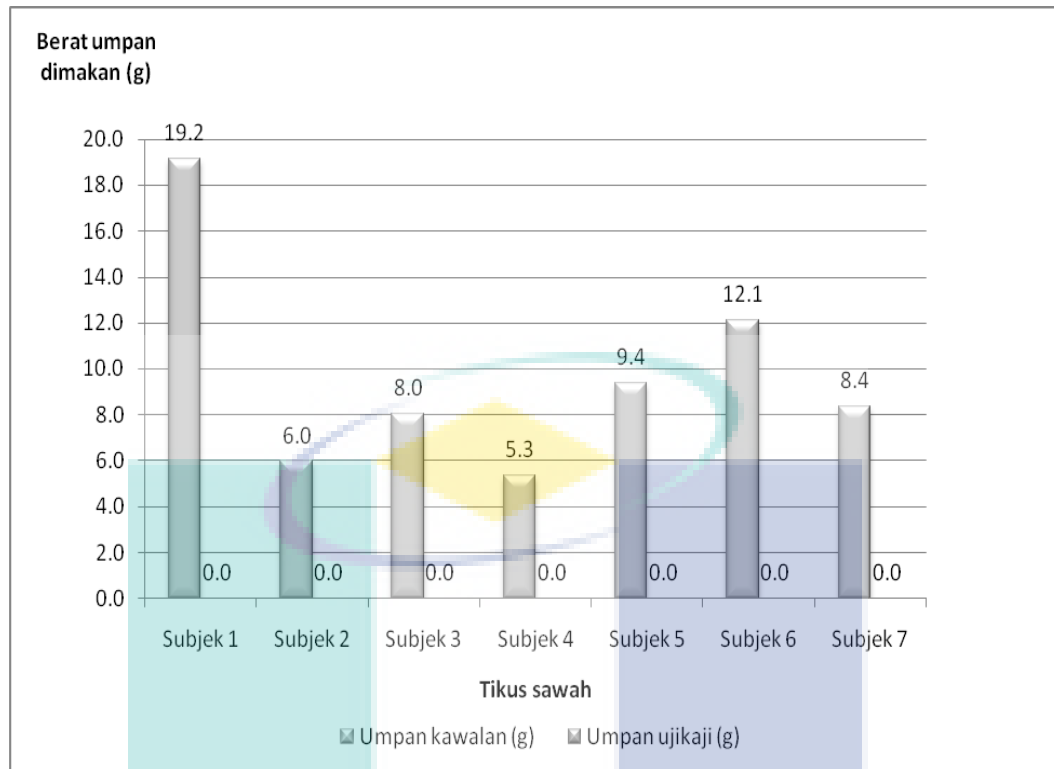


**Rajah 4.11:** Berat umpan campuran sisa ekstrak patchouli kosong yang dimakan

Rajah tersebut menunjukkan perbandingan berat umpan campuran sampel sisa ekstrak terhadap purata berat umpan kawalan yang telah dimakan oleh subjek. Jumlah keseluruhan umpan campuran sampel yang telah dimakan adalah sebanyak 5.8 g berbanding 8.2 g umpan kawalan dalam tempoh 24 jam. Data menunjukkan 29 % pengurangan umpan makanan yang dimakan apabila umpan dicampur dengan sisa ekstrak patchouli kosong. Namun, dari sudut individu hanya 5 dari 7 subjek yang menunjukkan pengurangan manakala 2 subjek menunjukkan tindakbalas berbeza apabila direkodkan peningkatan terhadap jumlah umpan campuran sampel sisa ekstrak yang telah dimakan berbanding umpan kawalan. Data kajian yang tidak seimbang dengan pengurangan dan peningkatan berat umpan dimakan merumuskan bahawa tiada penolakan terhadap sampel sisa ekstrak patchouli kosong. Ini kerana kandungan sampel sisa ekstrak patchouli kosong yang telah digunakan adalah sampel yang tidak mengandungi minyak patchouli; sekaligus tiada aktif komponen yang berperanan untuk menghalau. Ini disokong oleh kesan menghalau minyak pati terhadap serangga perosak juga ditentukan oleh kehadiran kandungan komponen aktif utamanya (Isman, 2000; Aslan *et al.*, 2004; Silva *et al.*, 2008; Nerio *et al.*, 2010). Justeru, berikut adalah keputusan bagi ujikaji umpan makanan campuran sampel minyak ekstrak patchouli.

The logo of UMP (Universiti Malaysia Perlis) is a large, downward-pointing triangle. It is composed of several overlapping geometric shapes in shades of teal, light blue, and yellow. The letters 'UMP' are printed in a bold, white, sans-serif font across the center of the triangle.

UMP



**Rajah 4.12:** Berat umpan campuran minyak ekstrak patchouli yang dimakan

Rajah 4.12 telah menunjukkan data perbandingan berat umpan kawalan dan berat umpan campuran sampel minyak ekstrak patchouli yang telah dimakan oleh subjek. Graf yang kelihatan adalah jumlah berat umpan kawalan yang dimakan oleh subjek dengan purata umpan yang dimakan oleh kesemua subjek adalah 9.8 g sementara tiada jumlah umpan campuran sampel minyak ekstrak patchouli yang direkodkan telah dimakan. Hal ini jelas menunjukkan perubahan yang sangat ketara apabila tiada rekod umpan campuran sampel dicatatkan menyusut selepas 24 jam tempoh pendedahan. Berdasarkan data tersebut, terbukti kesan penolakan 100 % yang nyata telah direkodkan oleh ketujuh-tujuh subjek ujikaji. Ini menunjukkan kehadiran minyak ekstrak patchouli dilihat berjaya menghalang subjek dari memakan umpan yang disediakan. Maka data disokong hipotesis awal yang menyatakan bahawa minyak pati patchouli dan kandungan utama, *patchouli alcohol* adalah bersifat penghalau berdasarkan kajian literatur (Jantan dan Zaki, 1998; Zhu *et al.*, 2003). Berpadanan dengan data umpan makanan campuran sisa ekstrak patchouli kosong yang dikesan telah dimakan akibat tiada kandungan minyak pati terkandung dalam sampel tersebut. Nerio *et al.* (2010)

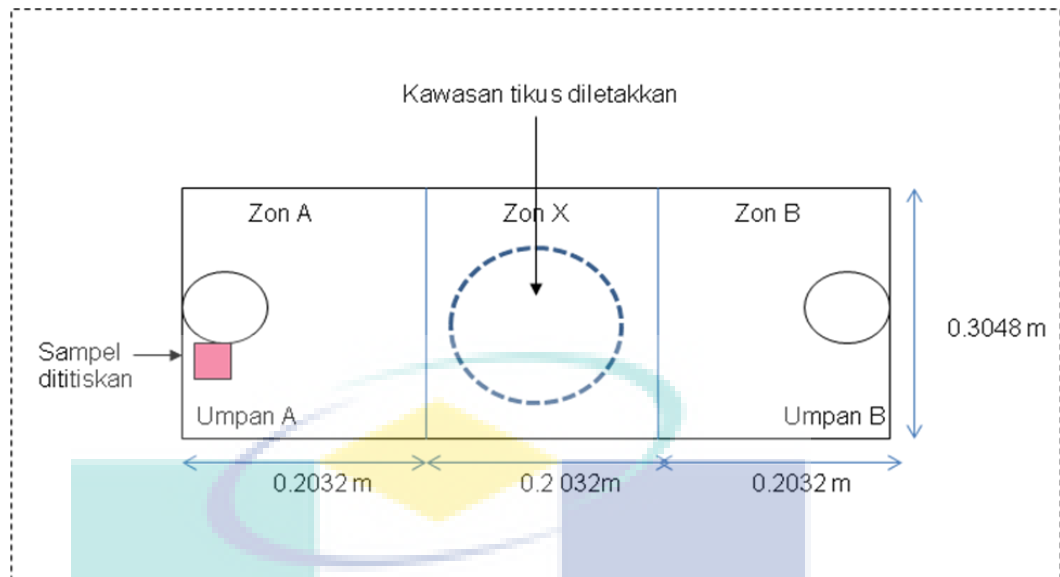
menyokong bahawa kesan terbaik bagi aktiviti menghalau oleh tanaman minyak pati adalah berdasarkan pada majoriti metabolit-metabolit minyak pati.

Berdasarkan keputusan ujian pemakanan tikus sawah, data jelas menunjukkan bahawa minyak ekstrak patchouli adalah berkesan untuk menghalau haiwan perosak tersebut dari memakan umpan makanan. Sementara kandungan sisa ekstrak kosong (hasil pada sela 4 jam yang ke-8 pengekstrakan) dilihat tidak berkesan menghalau subjek dari memakan umpan makanan berbanding minyak ekstrak patchouli. Hasil dari ujikaji tersebut, keberkesanan bahan menghalau kajian ini dirumuskan dengan kehadiran minyak ekstrak patchouli. Justeru, satu rekabentuk kaedah ujikaji menghalau telah dibangunkan bagi menguji kesan pemeruapan minyak ekstrak patchouli terhadap tindakbalas tikus sawah.

#### **4.5.3 Rekabentuk Kaedah Ujikaji Menghalau**

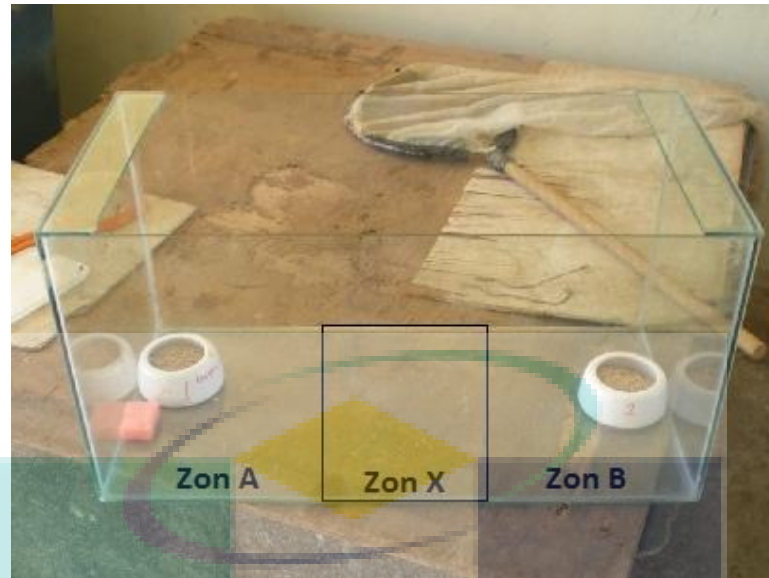
Rekabentuk kaedah yang dibangunkan adalah berdasarkan ujikaji awal yang dijalankan terhadap tikus makmal dan kaedah umpan makanan terhadap tikus sawah. Hasil data dari ujikaji tersebut, kaedah ujikaji menghalau direkabentuk untuk keadaan sebenar tetapi pada skala yang lebih kecil untuk tujuan pemerhatian kesan pemeruapan minyak pati ekstrak patchouli terhadap gerakbalas, tingkahlaku dan pemakanan terhadap subjek yang diuji. Rekabentuk kaedah ujikaji kesan menghalau telah dibangunkan dengan rundingan dari penyelidik Unit Kaji Tikus MARDI. Semua aktiviti ujikaji dijalankan di Makmal Kaji Tikus MARDI Seberang Perai. Berikut adalah rajah ilustrasi kaedah ujikaji menghalau yang dibangunkan.



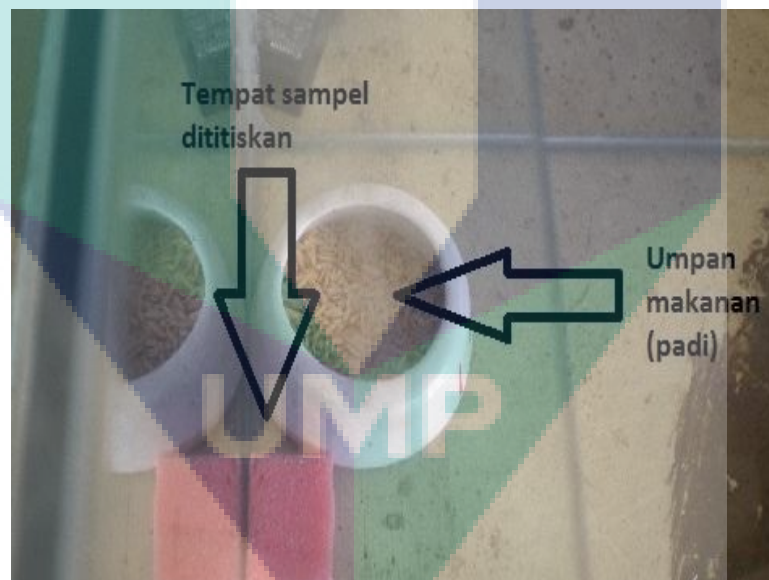


**Rajah 4.13:** Illustrasi kaedah ujikaji keberkesanan menghalau

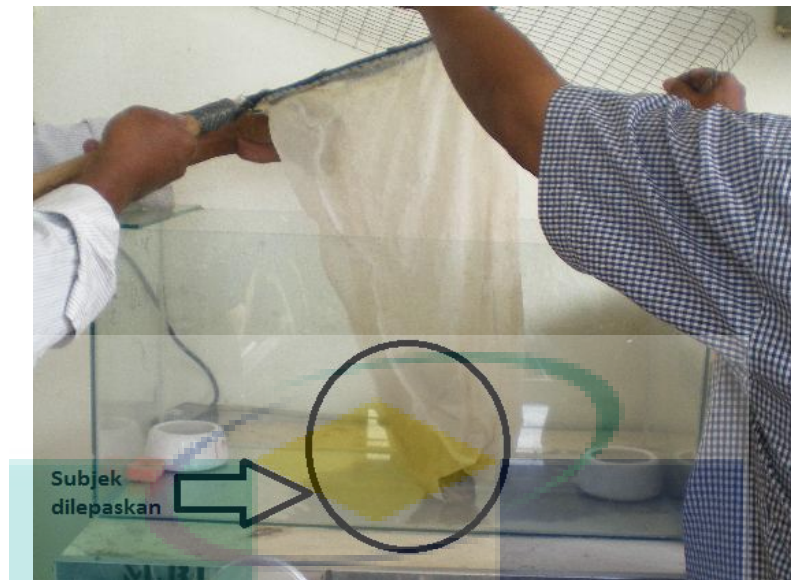
Jika sebelum ini sistem silinder digunakan, namun kaedah ini dilihat kurang efektif untuk pemerhatian gerakbalas subjek kerana arah pergerakan yang sangat terhad. Justeru, kaedah menggunakan bekas kaca berbentuk segiempat tepat (30 cm x 60 cm) telah digunakan dengan gabungan kaedah ujikaji pemakanan. Umpan makanan yang digunakan adalah umpan padi sebagai tarikan sebenar tikus sawah. Umpan makanan telah diletakkan pada dua tempat yang bertentangan yang mana salah satu tempat didedahkan dengan sampel minyak ekstrak patchouli. Ini kerana kaedah umpan makanan dinyatakan kaedah yang paling berjaya direkodkan dalam mengatasi masalah tikus sawah (Kamaruddin, 2009). Namun dalam kajian ini, sampel hanya didedahkan berhampiran umpan makanan tanpa mencampurkan kedua-dua bahan tersebut. Rajah rekabentuk kaedah ujikaji ditunjukkan pada Rajah 4.14a dan 4.14b. Manakala Rajah 4.14c menunjukkan subjek yang dilepaskan dalam bekas ujikaji keberkesanan.



a) Kaedah ujikaji dengan pilihan umpan makanan



b) Sampel minyak ekstrak patchouli dan umpan makanan



c) Subjek dilepas dalam bekas ujikaji

**Rajah 4.14:** Kaedah ujikaji keberkesanan

Bagi tujuan pemerhatian keberkesanan terhadap taburan tikus sawah sepanjang ujikaji menghalau, ruang bekas ujikaji telah dibahagikan kepada tiga ruang atau zon semasa pemerhatian iaitu zon A, X dan B. Zon A merupakan zon di mana minyak ekstrak patchouli (sampel) berada bersebelahan umpan A manakala zon B merupakan zon yang meletakkan umpan B pada arah bertentangan dari lokasi dedahan sampel. Sementara zon X adalah zon perantara di antara zon A dan zon B. Taburan kesan menghalau dibincangkan berdasarkan pemilihan zon oleh subjek yang berkadaran dengan masa pendedahan sampel. Umpan makanan asas subjek (bijirin padi) telah diletakkan pada kedua-dua tempat dengan arah yang bertentangan. Umpan A adalah umpan yang diletakkan bersebelahan sampel manakala umpan B merupakan umpan yang diletakkan pada arah bertentangan. Sampel minyak ekstrak patchouli telah dititiskan pada span nipis untuk diletakkan bersebelahan pada umpan A. Span tersebut adalah medium terhadap sampel sepanjang ujikaji dijalankan. Jumlah berat sampel yang digunakan adalah berdasarkan jumlah yang paling minimum telah diekstrak iaitu 60 mg (mewakili sisa pengekstrakan ke-5).

Sementara takrifan pemerhatian keaktifan subjek adalah berdasarkan gerakbalas dan tingkahlaku subjek yang dilakukan secara konsisten dalam tempoh masa sama atau melebihi 1 min bagi setiap gerakbalas normal yang dilakukan. Sebelum aktiviti ujikaji, subjek telah dibiarkan di dalam bekas ujikaji yang kosong selama tempoh 10 min bagi proses penyesuaian dengan persekitaran bekas ujikaji dan memastikan hanya subjek yang aktif sahaja yang digunakan dalam kajian ini. Subjek yang melakukan kesemua gerakbalas (bergerak pantas, bergerak, menyapu kepala, menjilat badan dan menghidu) yang dipantau dalam tempoh 10 min semasa proses penyesuaian adalah dikategorikan sebagai subjek yang sangat aktif. Maka pemerhatian kesan keaktifan direkodkan terhadap tingkahlaku yang dilakukan sepanjang tempoh 1 min atau lebih, ini adalah untuk mengurangkan ralat eksperimen terhadap faktor semulajadi benda hidup yang agak sukar dikawal atau diatur. Dalam kajian ini, kesemua subjek telah dilepaskan secara konsisten di bahagian tengah ruang bekas ujikaji secara individu sepertimana yang ditunjukkan pada Rajah 4.14c.

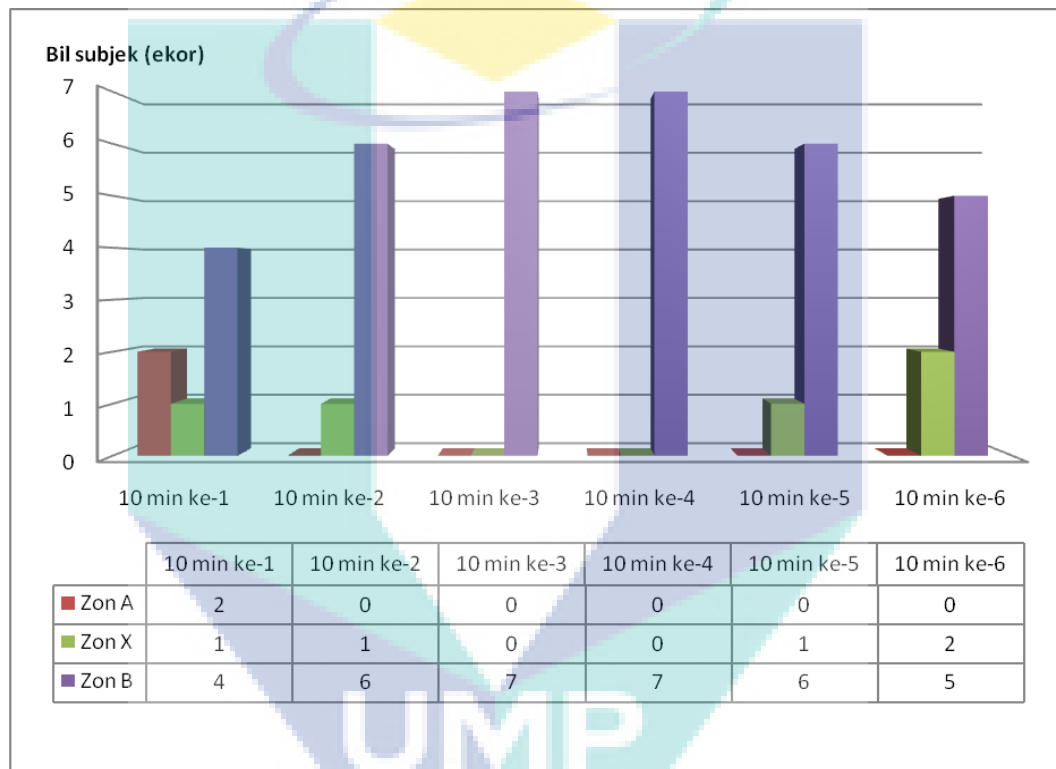
Pembangunan kaedah ujikaji keberkesanan minyak ekstrak patchouli sebagai bahan penghalau tikus sawah merupakan satu penglibatan yang sangat penting bagi mencapai objektif penyelidikan. Keberkesanan sebagai bahan penghalau diterjemahkan kepada hasil keputusan kesan menghalau terhadap taburan, kesan keaktifan dan kesan pengambilan makanan oleh tikus sawah berdasarkan kaedah ini.

#### **4.6 KAJIAN KEBERKESANAN TERHADAP TIKUS SAWAH**

Seperti yang telah dibincangkan dalam kajian awal yang dijalankan terhadap tikus sawah, fenomena kesan menghalau telah dibuktikan dengan kehadiran minyak patchouli. Lanjutan itu, kajian kesan minyak patchouli sebagai penghalau telah difokuskan kepada sampel paling minimum minyak patchouli yang teresktrak (60 mg) digunakan untuk kajian ini. Kajian kesan menghalau adalah berdasarkan catatan data pemerhatian gerakbalas subjek (tikus sawah) terhadap dedahan sampel (minyak pati patchouli). Tujuh subjek tikus sawah (jenis jantina diabaikan) telah digunakan sebagai responden dalam ujikaji gerakbalas ini dan pemerhatian dilakukan terhadap setiap satu subjek yang diletakkan di dalam bekas ujikaji secara individu dengan data pemerhatian dicatatkan dalam tempoh sela masa 10 min pertama sehingga sela masa 10 min keenam.

#### 4.6.1 Kesan Menghalau Terhadap Tikus Sawah

Taburan kawasan oleh subjek diukur berdasarkan kaedah ujikaji yang dijalankan. Penerangan secara terperinci telah dibincangkan pada seksyen 4.5.3 di atas. Taburan subjek pada kawasan atau zon berikut memberikan gambaran terhadap kesan dedahan sampel sepanjang tempoh ujikaji. Rajah 4.15 mempamerkan taburan subjek yang diperolehi berdasarkan pemerhatian sebagai keputusan gerakbalas menghalau.



**Rajah 4.15:** Taburan subjek mengikut zon dan masa

Dalam ujikaji ini, rintangan pemeruapan komponen di dalam minyak patchouli diabaikan dengan penggunaan span sebagai medium perantaraan minyak patchouli ke ruang persekitaran. Penggunaan bekas ujikaji yang terbuka adalah mengikut kesesuaian terhadap penggunaan sebenar untuk aplikasi pada kawasan terbuka. Berdasarkan data yang telah direkodkan, taburan bilangan subjek telah dicatatkan berada pada zon-zon yang mana menunjukkan perkadaran terhadap pemeruapan minyak patchouli (sampel).

Berdasarkan pemerhatian yang diplot dalam Rajah 4.15 di atas, dapat dilihat bahawa kebanyakan subjek berada di zon B, iaitu zon yang terjauh dari sampel minyak patchouli, dari mula sampel patchouli diletakkan di zon A hinggalah ke akhir 60 min pemerhatian. Hanya 2/7 subjek berada di zon A dalam tempoh 10 min pertama. Apabila masa dedahan meningkat, melebihi 10 min, sebaran aroma patchouli telah merebak dengan lebih meluas sehingga menyebabkan subjek menjauhi diri dari punca bau yang terletak di zon A.

Pemerhatian awal telah mencatatkan bilangan majoriti subjek memilih untuk berada pada zon B iaitu sebanyak 4 dari 7 subjek yang diuji. Untuk tempoh 10 min kedua, perubahan ketara telah dilihat apabila subjek telah dicatatkan tidak berada dalam zon A dan keadaan tersebut telah bertahan sehingga sela masa 10 min keenam. Sementara itu pada zon X, subjek dicatatkan tidak berada pada zon tersebut hanya pada 10 min ketiga dan keempat. Pada 10 min kelima, 1 subjek telah direkodkan berada di zon X dan bertambah kepada 2 pada catatan masa 10 min keenam. Sementara kekerapan subjek memilih untuk berada di zon B telah dicatatkan pada setiap peringkat pemerhatian dijalankan.

Berdasarkan rajah tersebut, zon B, kawasan yang terletak paling jauh dari sampel minyak patchouli, telah mencatatkan kekerapan subjek yang paling banyak berbanding zon A dan zon X. Ini menunjukkan bahawa kepekatan aroma minyak patchouli yang tinggi, yang tersebar di persekitaran kawasan yang berdekatan dengan lokasi di mana minyak patchouli diletakkan, telah berjaya menghalau subjek untuk mendekatinya, sehingga menyebabkan subjek tersebut menjauhi diri sejauh mungkin. Kesan ini dapat dilihat berdasarkan Rajah 4.15, di mana sepanjang 60 min masa ujikaji, didapati bahawa zon B merupakan kawasan tumpuan hampir kesemua subjek tersebut.

Catatan 2 dari 7 subjek berada di zon A pada 10 min pertama menjelaskan bahawa pada ketika itu kepekatan aroma minyak patchouli di persekitaran zon A masih rendah dan boleh diterima oleh sebilangan kecil subjek tersebut. Namun, apabila masa dedahan meningkat, adalah didapati tiada lagi subjek yang berada di zon A dan hanya terdapat 1 daripada 7 subjek yang berada di zon X. Ini menunjukkan bahawa kepekatan aroma minyak patchouli di persekitaran zon A telah meningkat ke tahap di mana subjek

tidak boleh menerimanya dan terpaksa menjauhkan diri. Catatan 1 subjek di zon X pada 10 min kedua juga menunjukkan bahawa aroma minyak patchouli telah merebak ke zon X ke tahap di mana kebanyakan subjek tidak dapat menerima kepekatan aroma minyak pati patchouli di persekitaran tersebut.

Catatan pada 10 min ketiga dan keempat menunjukkan kepekatan aroma minyak patchouli di zon X telah mencapai tahap yang tidak boleh diterima oleh semua subjek yang diuji sehingga memaksa kesemua subjek berada di zon B, zon terjauh dari sumber minyak patchouli. Memandangkan keterbatasan sistem ujikaji ini, agak sukar untuk mengetahui sekiranya kepekatan aroma patchouli yang tinggi telah melangkaui zon B kerana jarak tersebut adalah had atau batas yang terjauh bagi subjek untuk menghindari kesan sampel yang didedahkan. Adalah dijangkakan subjek akan bergerak lebih jauh dari sampel tersebut sekiranya panjang bekas ujikaji dapat dilanjutkan ke suatu jarak yang lebih jauh iaitu satu jarak yang dikira betul-betul selamat bagi kesemua subjek tersebut.

Namun begitu, seperti yang dijangkakan, kemunculan 1 subjek pada zon X pada 10 min kelima dan pertambahan kepada 2 subjek pada 10 min keenam menggambarkan keterbatasan sampel yang digunakan dalam ujikaji ini. Keterbatasan dikaitkan dengan kuantiti sampel yang telah digunakan dalam kajian ini berikutan teori perpindahan jisim yang menyatakan bahawa setiap proses perpindahan yang berlaku akan menyebabkan pengurangan pada jisim komponen (Sharma, 2007). Fenomena ini berpunca dari keadaan apabila sejumlah sampel meruap, kepekatan komponen di dalam sampel yang meruap berkurangan. Secara tidak langsung, ia menurunkan daya pemacu bagi pemindahan jisim (pemeruapan) berlaku (Geankoplis, 2003). Oleh yang demikian, jumlah komponen-komponen minyak patchouli yang meruap juga akan berkurangan, berkadar songsang dengan masa. Kesan pengurangan kepekatan zarah minyak patchouli di ruang udara zon X selepas 10 min kelima yang mengakibatkan 1 subjek telah dicatatkan berada di zon X dan seterusnya bilangan telah meningkat kepada 2 subjek pada 10 min keenam.

Justeru menjelaskan bahawa keberkesanan kepekatan komponen yang menghalau telah berkurangan akibat pembebasan dari proses pemeruapan yang berlaku

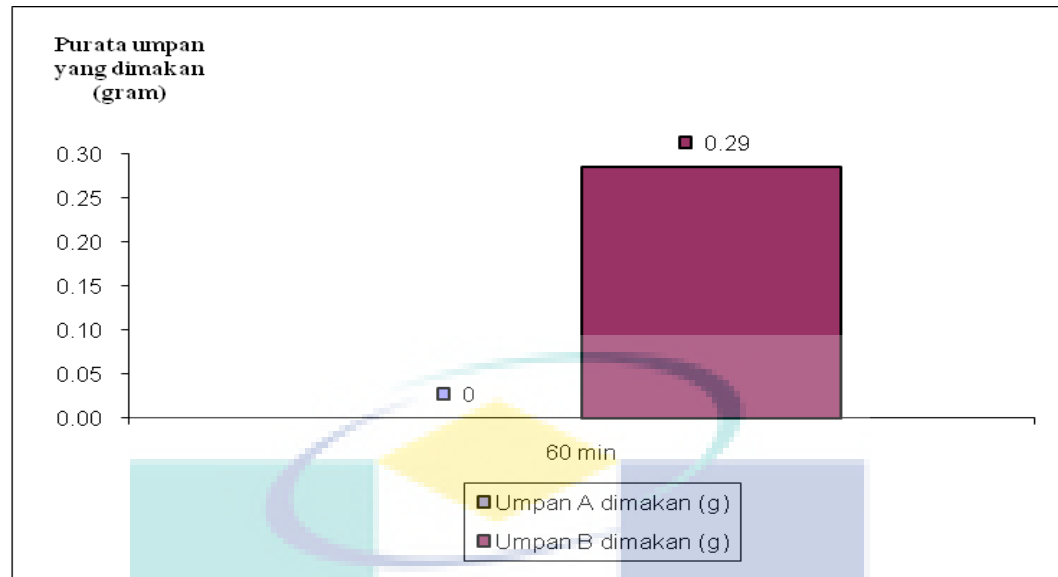
secara berterusan pada ruang yang terbuka. Ini disokong oleh trend penyebaran aroma yang bergantung kepada faktor perpindahan jisim, tenaga dan faktor persekitaran seperti angin, suhu dan juga kelembapan keadaan tempat ujikaji (Ming, 1975). Dengan adanya mekanisma pemeruapan, komponen-komponen mudah meruap akan termeruap ke persekitaran dan keberkesanan adalah sangat bergantung kepada jumlah sampel dan tempoh pendedahan. Proses pembebasan molekul yang disebabkan daya graviti dan perolakan normal akan mempengaruhi dan meningkatkan proses pemeruapan pada persekitaran yang terbuka (Zion *et al.*, 2009). Malahan, kajian terdahulu telah menyatakan bahawa kesan menghalau bagi semua produk penghalau adalah berkurangan dengan masa kerana faktor penyebaran dan pemeruapan yang secara berterusan pada arus aliran udara yang mengakibatkan pengurangan secara beransur-ansur dan hilang dari persekitarannya (Oyelede *et al.*, 2002).

Walaupun bagaimanapun, keberkesanan minyak patchouli dalam menghalau tikus tidak boleh disandarkan semata-mata kepada taburan tikus di dalam bekas ujikaji sepanjang ujikaji dijalankan, tetapi ia perlu dilihat dari pelbagai sudut. Gerakbalas fizikal serta aktiviti pemakanan tikus juga dipengaruhi oleh kehadiran sampel minyak patchouli yang menyebarkan aromanya di persekitaran bekas ujikaji. Justeru, keberkesanan sampel sebagai agen penghalau dibincangkan pada kesan-kesan pengambilan makanan dan kesan gerakbalas fizikal oleh subjek.

#### **4.6.2 Kesan Menghalau Terhadap Pemakanan Tikus Sawah**

Makanan merupakan fokus utama subjek kerana makanan adalah sumber tarikan utama untuk populasi ini berkembang biak selain dari habitat semulajadinya. Dalam ujikaji pemakanan, setiap subjek telah dikuarantin dari sebarang makanan selama 24 jam sebelum ujikaji dijalankan. Ini bagi merangsang tarikan terhadap umpan makanan yang disediakan. Umpan makanan diletakkan pada zon A (umpan A) dan zon B (umpan B) secara bertentangan. Rajah 4.16 menunjukkan perbezaan data berat umpan makanan yang telah dimakan bagi umpan A dan umpan B.





**Rajah 4.16:** Purata berat umpan A dan B yang dimakan

Berdasarkan graf yang dipamerkan jelas menunjukkan purata umpan pilihan yang dimakan oleh semua subjek sepanjang tempoh ujikaji adalah umpan B dengan purata berat yang dimakan adalah sebanyak 0.29 g. Berat umpan A yang bersebelahan dengan sampel tiada perbezaan perubahan berat sekaligus menunjukkan umpan tersebut tidak dimakan oleh subjek sepanjang tempoh ujikaji dijalankan. Jadual di bawah menunjukkan secara terperinci kesan masa terhadap pemakanan bagi setiap subjek sepanjang tempoh ujikaji.

**Jadual 4.7:** Jadual pemerhatian pilihan umpan makanan

Masa	Umpan	Subjek A	Subjek B	Subjek C	Subjek D	Subjek E	Subjek F	Subjek G
10 min ke-1	Makan umpan A	x	x	x	x	x	x	x
	Makan umpan B	x	/	x	x	x	x	x
10 min ke-2	Makan umpan A	x	x	x	x	x	x	x
	Makan umpan B	x	/	x	x	x	x	x
10 min ke-3	Makan umpan A	x	x	x	x	x	x	x
	Makan umpan B	/	/	x	x	x	x	x
10 min ke-4	Makan umpan A	x	x	x	x	x	x	x
	Makan umpan B	x	x	x	x	x	x	x
10 min ke-5	Makan umpan A	x	x	x	x	x	x	x
	Makan umpan B	x	x	x	x	x	x	x
10 min ke-6	Makan umpan A	x	x	x	x	x	x	x
	Makan umpan B	x	x	x	x	x	x	x
Petunjuk:	x= tidak makan /= makan							

Data pemerhatian yang direkodkan telah menunjukkan bahawa umpan A tidak dimakan oleh kesemua subjek sepanjang tempoh ujikaji. Umpan B dengan purata 0.29 g yang telah dimakan oleh 2 subjek berbanding 5 subjek yang tidak memakan kedua-dua umpan yang disediakan. Kedua-dua subjek yang memakan umpan B dicatatkan memakan umpan tersebut pada 10 minit pertama, kedua dan ketiga sahaja. 10 min berikutnya menunjukkan tiada umpan A ataupun B dimakan oleh subjek.

Fenomena ini menunjukkan bahawa faktor menghalau yang berkesan bukan sahaja merujuk kepada kehadiran subjek dalam sesuatu kawasan tetapi kesan menghalau dilihat bilamana kesemua subjek tidak memakan kedua-dua umpan pada 10 min keempat, kelima dan keenam. Ini jelas menunjukkan kesan mengganggu kepada pemakanan subjek walaupun subjek berada dalam keadaan kelaparan akibat dikuarantinkan. Kemeruapan sampel telah memenuhi ruang bekas ujikaji dan menyebabkan umpan B juga telah tercemar dengan aroma sampel yang terkandung komponen menghalau. Keadaan ini menunjukkan kesan menghalau minyak patchouli adalah efektif untuk menghalang subjek dari mendekati sumber makanan.

Ini dapat dilihat apabila corak pemakanan tikus sawah terganggu dengan pendedahan minyak patchouli dan sekaligus memberi kesan gangguan terhadap tikus untuk memperoleh makanan pada persekitaran tersebut. Sejarar dengan peranan minyak

pati terkandung pada tumbuhan yang berfungsi sebagai pelindung tanaman daripada haiwan herbivor yang mana boleh merangsang pengurangan nafsu makan subjek dari memakan tanaman tersebut (Bakkali *et al.*, 2008).

Pengurangan pengambilan makanan disokong oleh kajian Nolte dan Barnett (2000) yang menunjukkan kerosakan benih pokok pain (*Pinus palustris*) oleh tikus rumah dan tikus rusa telah berkurangan apabila benih dirawat dengan *capsicum* atau *thiram*. Ada kemungkinan sampel makanan telah dicemari oleh komponen yang termeruap bila mana padi (umpan makanan) adalah diselaputi oleh sekam iaitu sejenis bahan galian organik yang berpotensi untuk menjerap partikel-partikel di ruang udara. Hal ini dapat diperhatikan pada trend pemakanan yang menjadi pilihan subjek di awal ujikaji adalah umpan B berbanding umpan A, namun pada suatu tahap yang dicapai, tiada pilihan umpan yang dimakan. Justeru, akibat kesan dedahan sampel minyak patchouli sebagai bahan penghalau, kesemua subjek didapati telah menolak umpan makanan A dan B selepas tempoh masa 10 min ketiga.

#### **4.6.3 Kesan Perubahan Kelakuan/Aktiviti Terhadap Tikus Sawah**

Tikus adalah sejenis haiwan yang sangat aktif dengan sifat semulajadi yang sentiasa melakukan sesuatu aktiviti atau pergerakan. Tikus juga merupakan sejenis haiwan yang bijak dan cepat mempelajari dari sesuatu kejadian. Perbincangan pemilihan zon dan pemakanan oleh subjek apabila didedahkan dengan sampel minyak patchouli telah menunjukkan keberkesanan sampel sebagai bahan penghalau terhadap subjek. Subjek yang terasa terancam oleh sesuatu keadaan atau kehadiran benda asing menyebabkan subjek menunjukkan kesan menjauhi atau menghindari, atau diterjemahkan sebagai kesan menghalau. Merujuk perbincangan sebelum ini, taburan kawasan adalah berkadar terhadap tempoh dedahan. Selain itu, gerakbalas tikus apabila terdedah kepada suatu ancaman atau ketidakselesaan juga boleh dikaitkan dengan darjah keberkesanan sesuatu agen.

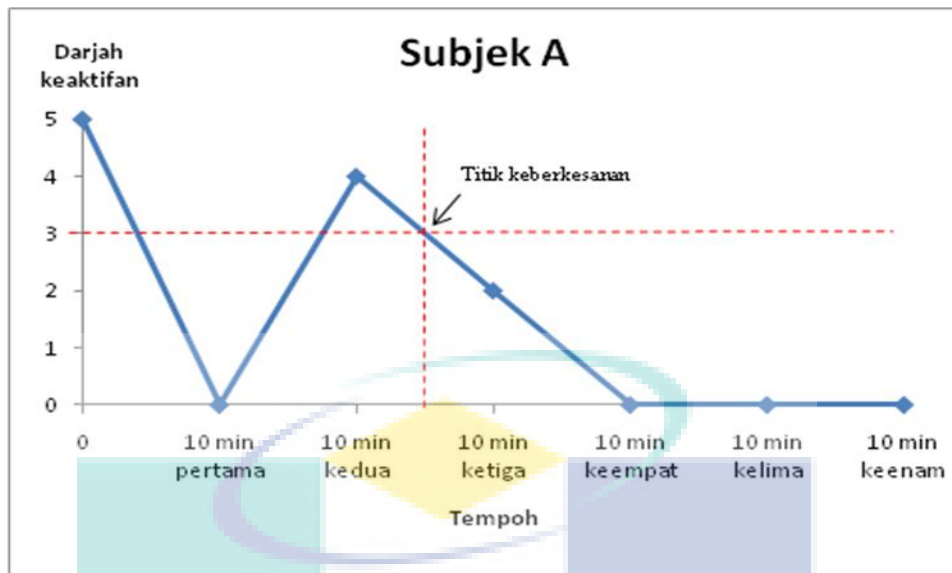
Justeru, perbincangan diperincikan dengan kesan gerakbalas keaktifan subjek. Keaktifan diukur berdasarkan jumlah aktiviti yang dinilai dari 5 aktiviti normal yang dilakukan oleh subjek iaitu bergerak pantas, bergerak, menyapu kepala, menjilat badan

dan menghidu. Kesemua aktiviti direkodkan berdasarkan aktiviti yang dijalankan oleh setiap individu subjek samada sama atau melebihi dari 1 min. Skala darjah keaktifan telah dibentuk bagi menjelaskan keberkesanan sampel dedahan dan telah diukur berdasarkan jumlah aktiviti yang dilakukan oleh setiap subjek dalam setiap sela masa 10 min. Jika kesemua aktiviti dilakukan oleh subjek, ia menunjukkan subjek tersebut sangat aktif manakala subjek yang tidak melakukan sebarang aktiviti pula dikategorikan kepada sangat pasif. Takrifan darjah keaktifan secara terperinci telah diterangkan dalam bab metodologi ujikaji keberkesanan. **Jadual 4.8** menunjukkan kategori yang dikelaskan terhadap darjah keaktifan subjek.

**Jadual 4.8:** Kategori darjah keaktifan

<b>Jumlah Aktiviti yang dilakukan</b>	<b>Darjah keaktifan</b>	<b>Kategori</b>
5 aktiviti	5	Sangat aktif
4 aktiviti	4	Aktif
3 aktiviti	3	Sederhana aktif
2 aktiviti	2	Sederhana pasif
1 aktiviti	1	Pasif
Tiada aktiviti	0	Sangat pasif

Titik keberkesanan kesan perubahan aktiviti dikenalpasti bila mana berlaku penurunan terhadap darjah keaktifan subjek di bawah skala 3 iaitu dikategorikan mempunyai kesan tidak aktif (lemah atau pasif) (Burwash *et al.*, 1997; Zhu *et al.*, 2003; Su *et al.*, 2007). Kesemua gerakbalas subjek sepanjang tempoh masa 60 min ujikaji direkod dan dipaparkan di dalam Jadual (iii) di lampiran C.

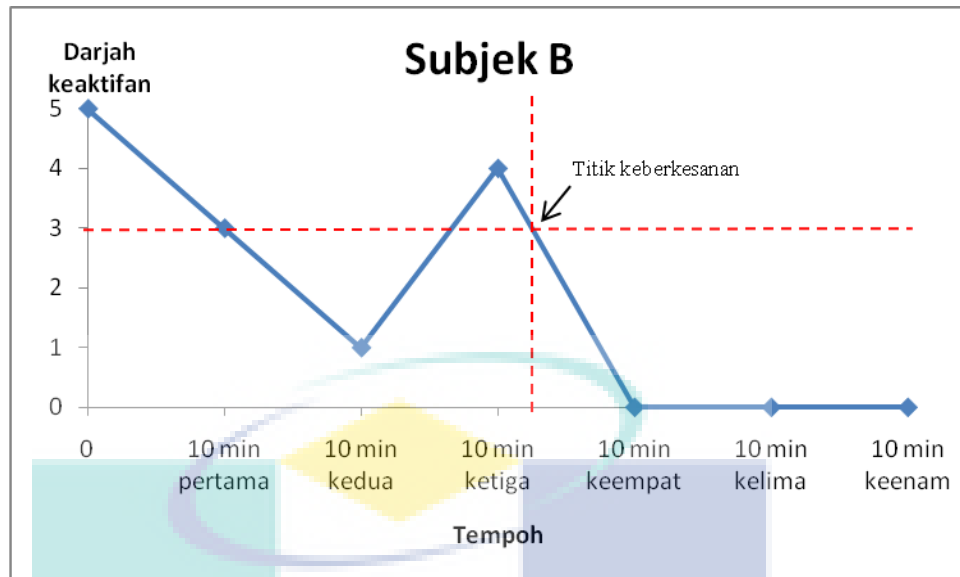


**Rajah 4.17:** Keaktifan subjek A

Rajah 4.17 menunjukkan darjah keaktifan subjek A terhadap dedahan sampel minyak patchouli. Pada 10 min pertama, subjek A direkodkan tidak melakukan sebarang aktiviti apabila terdapat pendedahan sampel berbanding 10 min semasa tempoh penyesuaian diri sebelum sampel diletakkan. Subjek dilihat telah mempamerkan *neophobia* iaitu ketakutan sementara bila mana dirasakan terdapat benda asing dalam lingkungan kawasan persekitarannya (Bull, 1972). Namun kesan ketakutan sementara mula hilang apabila subjek didapati mula melakukan aktiviti pada 10 min kedua. 4 aktiviti seperti bergerak, menyapu kepala, menjilat badan dan menghidu telah dilakukan oleh subjek bila mana benda asing yang hadir pada persekitarannya dijangkakan tidak memberi ancaman kepadanya. Aktiviti meneroka seperti bergerak dan menghidu dilakukan bagi proses mengenali kawasan disekitarnya manakala aktiviti dandanian iaitu menyapu kepala dan menjilat badan dilakukan apabila keadaan sekeliling adalah selamat. Namun kesemua aktiviti dilakukan adalah pada zon B, merujuk kepada kesan taburan, zon yang dirasakan selamat bagi subjek tersebut. Subjek dilihat tidak memasuki zon A dan X kerana berkemungkinan merasakan bahawa kawasan tersebut adalah tidak selamat untuk diterokai apabila keamatan bau patchouli adalah relatif tinggi di zon-zon tersebut.

Justeru, subjek A masih direkodkan melakukan aktiviti bergerak dan memakan umpan B pada 10 min ketiga. Walaupun masih melakukan aktiviti tetapi zon yang diduduki adalah zon B. Ini kerana zon B merupakan zon yang paling jauh dari sampel yang diuji. Maka, zon B merupakan zon yang paling selamat pada persekitaran tersebut. Pada 10 min keempat, tiada aktiviti direkodkan oleh subjek A. Subjek A kelihatan lemah dan tidak melakukan sebarang aktiviti dan berada pada keadaan pegun di zon B. Subjek adalah dikategorikan sangat pasif di mana darjah keaktifan adalah sifar dan berlanjutan hingga 10 min keenam. Ini menunjukkan bahawa kesan pemeruapan sampel telah mencapai kepekatan yang berkesan bila mana subjek tidak melakukan sebarang aktiviti. Sekaligus menunjukkan kesan komponen sampel yang diletakkan di mana menyebabkan subjek A berada dalam keadaan yang lemah (sangat pasif) dan dikesan menghindari dari memakan umpan makanan yang disediakan samada di zon A mahupun zon B. Titik keberkesanan bagi kesan perubahan aktiviti terhadap subjek A adalah di antara 10 min kedua dan ketiga.

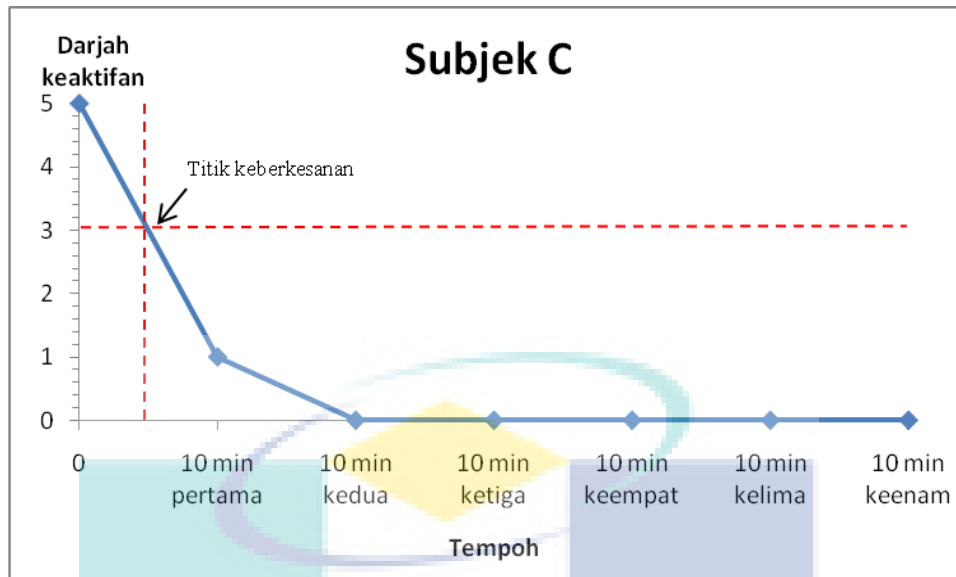
Subjek B menunjukkan kesan yang berbeza berbanding subjek A, di mana subjek B tidak menunjukkan sebarang kesan asing pada persekitarannya berdasarkan aktiviti yang dijalankan dan telah direkodkan berada pada zon X. Berdasarkan darjah keaktifan pada Rajah 4.18, subjek direkodkan melakukan 3 aktiviti dan dikategorikan berada pada skala sederhana aktif berbanding sangat aktif sebelum sampel diletakkan. Berdasarkan Jadual 4.7 (mukasurat 110), subjek direkodkan telah memilih untuk memakan umpan B walaupun ia dicatatkan berada pada zon X pada 10 min pertama. Aktiviti memakan umpan B berlanjutan pada 10 min kedua dan darjah keaktifan yang direkodkan adalah 1, iaitu pada keadaan pasif. Sifat pasif subjek B ini adalah berpunca dari kesan sampel sebagai benda asing yang baru diterima lantas merangsang subjek agar meneroka kawasan dengan hanya melakukan aktiviti menghidu bagi mengenalpasti kesan bahaya yang berkemungkinan memberi ancaman kepadanya.



**Rajah 4.18:** Keaktifan subjek B

Seterusnya apabila memasuki 10 minit ketiga, keaktifan subjek menunjukkan peningkatan kepada skala aktif apabila direkodkan telah melakukan 4 aktiviti. Ini kerana subjek telah mengenalpasti bahawa persekitaran tersebut tidak memberi ancaman kepadanya. Namun kesemua aktiviti tersebut hanya dilakukan dalam lingkungan zon B. Aktiviti memakan umpan B masih dicatatkan. Justeru, menjelaskan bahawa walaupun dikesan oleh subjek tidak mendatangkan ancaman tetapi kesan pemeruapan sampel tidak dapat diterima menyebabkan subjek memilih untuk berada di zon B berbanding zon A atau X.

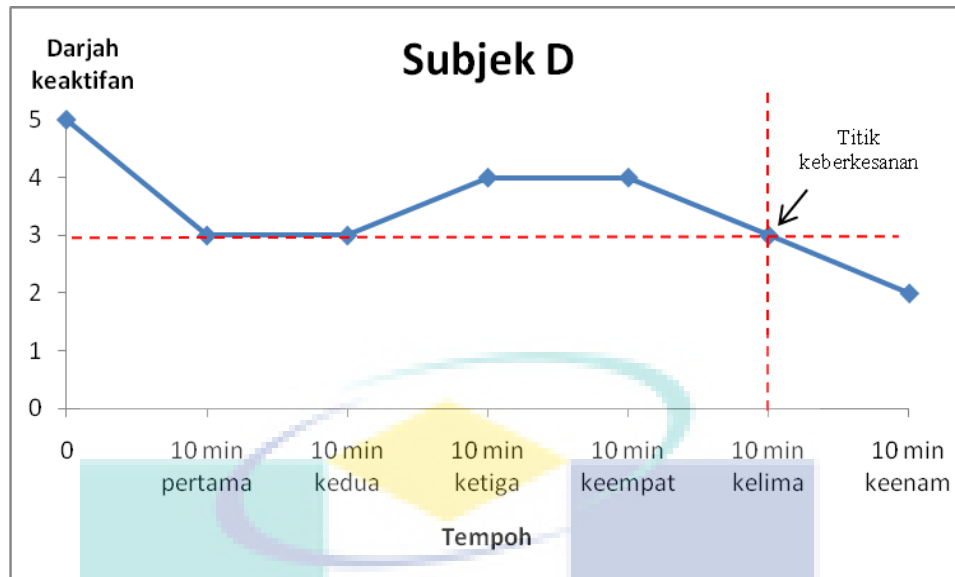
Pada 10 min keempat, subjek dicatatkan telah berhenti dari memakan umpan B. Sepertimana subjek A, subjek B turut menunjukkan kesan keaktifan yang sama pada 10 min keempat bila mana tiada aktiviti direkodkan. Subjek B berada pada darjah keaktifan sifar (atau sangat pasif) kerana tidak melakukan sebarang aktiviti normal dan keadaan ini telah berlanjutan sehingga 10 min keenam. Subjek dicatatkan berada dalam keadaan statik atau pegun di zon B. Kesan yang sama dialami oleh subjek A yang mana darjah keaktifan subjek yang rendah telah mempamerkan keberkesanan sampel dari 10 min keempat sehingga 10 min keenam dengan titik keberkesanan kesan perubahan aktiviti terhadap subjek B adalah di antara 10 min ketiga dan keempat. Seterusnya, Rajah 4.19 di bawah menunjukkan darjah keaktifan bagi subjek C.



**Rajah 4.19:** Keaktifan subjek C

Seperti yang dapat dilihat di dalam Rajah 4.19, subjek C telah menunjukkan skala keaktifan yang rendah apabila didedahkan pada 10 min pertama bila mana hanya 1 aktiviti penerokaan yang dilakukan iaitu menghidu. Aktiviti ini dilakukan atas keinginan untuk meneroka benda asing yang dikesan pada persekitarannya. Namun, keberkesanan sampel telah menyebabkan subjek tidak berupaya melakukan sebarang aktiviti apabila memasuki 10 min kedua dan keadaan ini telah berlanjutan sehingga 10 min keenam. Ini kerana subjek telah menerima rangsangan ancaman terhadap persekitarannya. Ia juga dapat dikaitkan dengan kesan pemeruapan sampel yang telah mengganggu sistem pernafasan subjek sekaligus menyebabkan subjek sangat pasif. Di samping itu, tiada umpan makanan yang telah dimakan oleh subjek C samada umpan A mahupun umpan B sepanjang tempoh dedahan yang mana telah menunjukkan keberkesanan menghalau minyak patchouli. Subjek ini telah direkodkan hanya berada pada kedudukan pegun di zon B yakni pada kedudukan zon yang paling jauh dari sampel. Titik keberkesanan kesan perubahan aktiviti terhadap subjek C telah dikesan berlaku dalam tempoh 10 min pertama pendedahan. Rajah 4.20 berikutnya menunjukkan darjah keaktifan bagi subjek D.



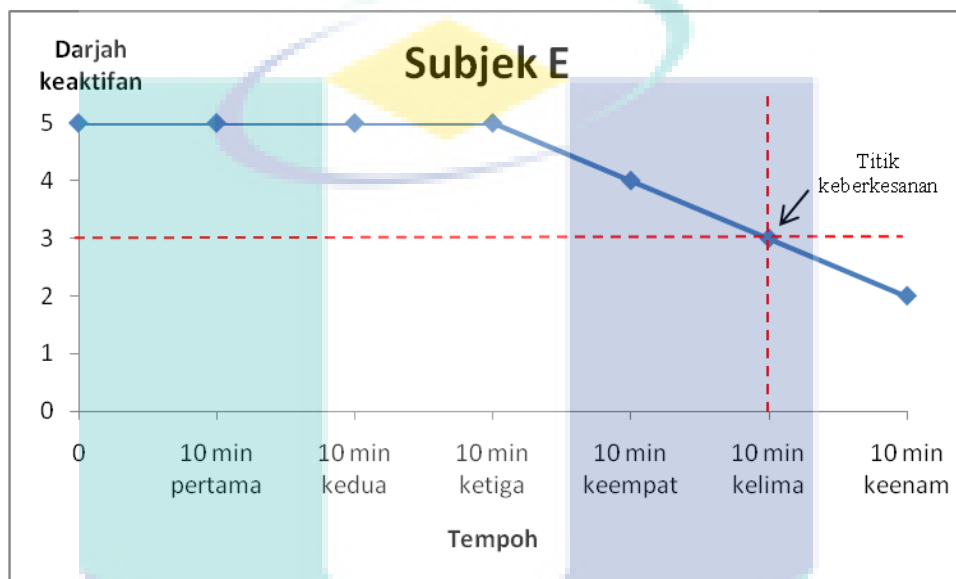


**Rajah 4.20:** Keaktifan subjek D

Merujuk kepada graf di atas, pemerhatian pada 10 min pertama menunjukkan subjek D adalah berada pada darjah keaktifan sederhana aktif bila mana berupaya melakukan 3 aktiviti iaitu bergerak, menyapu kepala dan menghidu. Skala keaktifan yang sama juga telah direkodkan pada 10 min kedua dan telah memasuki zon X. Pergerakan yang dilakukan oleh subjek bila mana subjek dilihat cuba meneroka kawasan persekitaran setelah 10 min pertama melakukan aktiviti hanya di zon B. Namun demikian, subjek mula dilihat berada di zon B pada 10 min ketiga kerana dijangkakan bahawa pemeruapan sampel menyebabkan subjek yang aktif ini tidak dapat menerima kesan sampel tersebut dan menjauhkan diri ke zon B. Justeru walaupun subjek direkodkan aktif namun penerimaan terhadap pemeruapan sampel telah menghalang subjek ini untuk bergiat aktif pada keseluruhan kawasan dan keadaan ini telah bertahan sehingga ke 10 min keempat.

Walaupun keaktifan subjek direkodkan menurun namun subjek didapati berupaya melepasi zon X pada 10 min kelima dan keenam. Ini menunjukkan subjek adalah spesies yang aktif dan mempunyai daya tahan yang lebih kuat berbanding subjek yang lain. Ini dapat dilihat daripada penerokaan yang melepasi zon X pada 10 min kelima dan keenam. Namun begitu, kesan pemeruapan tetap menghalang subjek dari memakan umpan makanan yang disediakan pada kedua-dua zon. Pada 10 min keenam,

subjek melakukan aktiviti dandanan pada zon X kerana berasa pada zon selamat namun sampel mempamerkan keberkesanan terhadap keaktifan subjek apabila darjah keaktifan telah dicatatkan menurun kepada skala 2 yang mana dikategorikan pada keadaan yang pasif. Berdasarkan graf kesan keaktifan, titik keberkesanan kesan perubahan aktiviti bagi subjek D adalah dicatatkan pada 10 min kelima. Rajah 4.21 berikutnya menunjukkan darjah keaktifan bagi subjek E.

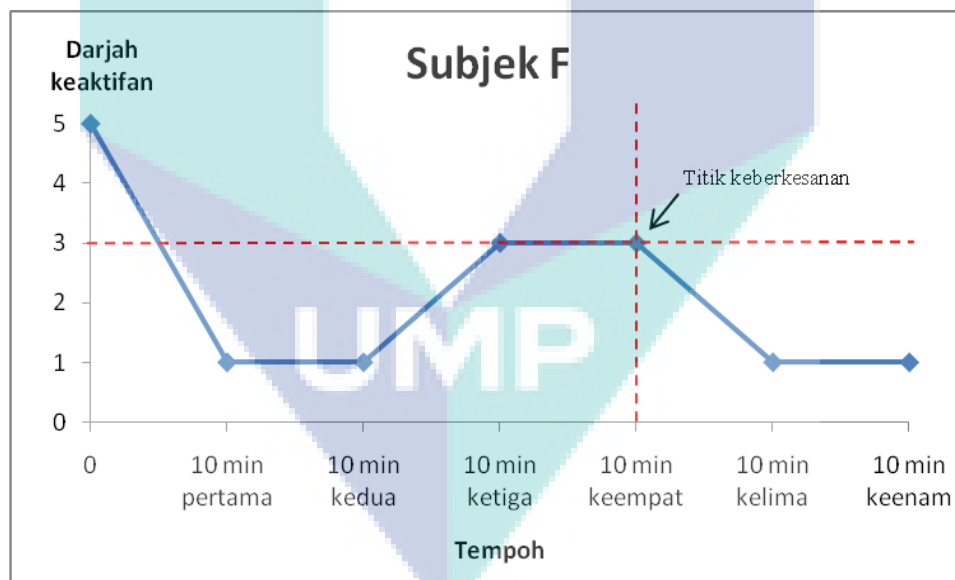


**Rajah 4.21: Keaktifan subjek E**

Subjek E direkodkan berada pada skala keaktifan yang paling tinggi bila mana darjah keaktifan yang dicatatkan adalah di skala 5 (kategori sangat aktif) pada 10 min pertama. Subjek dilihat sangat agresif dengan melakukan pergerakan aktif bila mana pada tempoh masa tersebut, penerokaan aktiviti normal subjek E adalah memasuki zon A, zon di mana sampel diletakkan. Fenomena ini menunjukkan perbezaan ketara berbanding subjek-subjek lain. Perasaan ingin tahu yang tinggi berserta sifat subjek E yang sangat aktif telah mendorong subjek E untuk mendekati zon A kerana dijangkakan sampel adalah tidak berkesan terhadapnya pada tempoh 10 min pertama. Namun pada 10 min kedua, subjek telah dikesan menjauhi zon A dan berada di zon B pada keadaan yang sangat aktif. Kehadiran sampel dilihat menghalang keaktifan subjek E memasuki zon A dan X selepas 10 min pertama. Darjah keaktifan yang paling tinggi berlanjutan sehingga ke 10 min ketiga. Namun, berlaku penurunan terhadap skala keaktifan subjek

di mana subjek direkodkan pada darjah keaktifan 4 pada 10 minit keempat dan menurun kepada darjah keaktifan 3 pada 10 min kelima seterusnya darjah keaktifan 2 iaitu pada keadaan pasif pada 10 min keenam.

Sejajar dengan penurunan tahap keaktifan, subjek E juga telah direkodkan tidak memakan mana-mana umpan yang disediakan. Maka ini menunjukkan walaupun subjek dikategorikan sangat aktif di awal pendedahan sampel namun dengan perkadaran pemeruapan sampel terhadap masa, subjek didapati telah menjauhkan diri dengan berada pada zon B selepas mengenalpasti keadaan pada persekitarannya. Ini menunjukkan bahawa keberkesanan konsep menghalau bukan sahaja diperhatikan terhadap jarak menghalau tetapi kandungan komponen sampel yang memberikan kesan pengurangan terhadap corak pemakanan dan juga penurunan darjah keaktifan. Titik keberkesanan kesan perubahan aktiviti bagi subjek E dicatatkan pada 10 min kelima. Seterusnya Rajah 4.22 darjah keaktifan bagi subjek F.

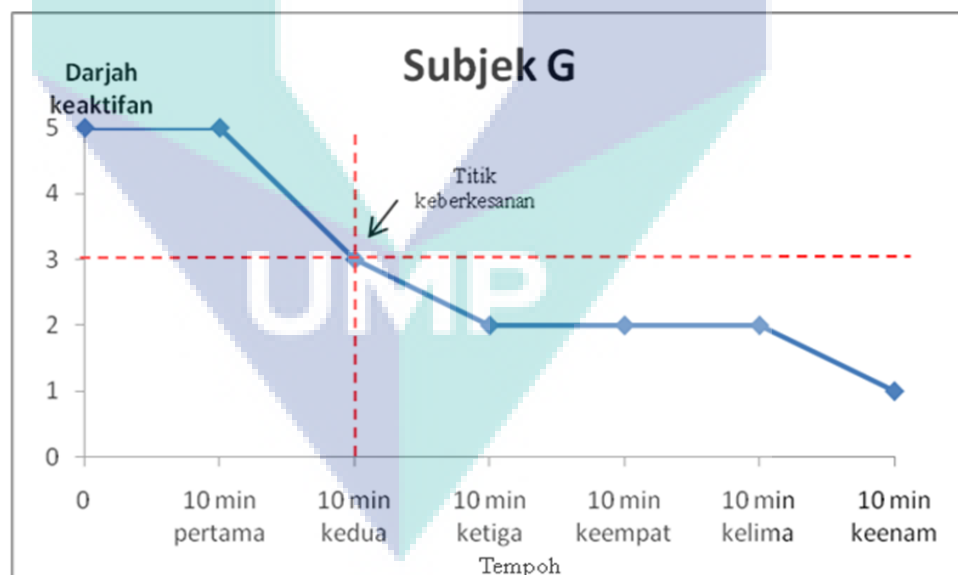


**Rajah 4.22:** Keaktifan subjek F

Subjek F telah menunjukkan gerakbalas yang sama seperti mana subjek C di mana mempamerkan ketakutan sementara (*neophobia*) tetapi bertindakbalas dengan melakukan 1 aktiviti penerokaan iaitu menghidu pada 10 min pertama kerana merasakan sesuatu yang asing di persekitarannya. Namun, kesan ketakutan sementara telah hilang

lantas berlaku peningkatan darjah keaktifan pada 10 min ketiga dan keempat. Namun, pada 10 min kelima, keaktifan subjek F dikesan menurun kepada skala 1 sehingga 10 min keenam. Hal ini menunjukkan subjek yang telah menerima komunikasi pemeruapan sejak di awal dedahan tetapi diperhatikan cuba untuk menyesuaikan diri namun tidak berhasil bila mana subjek direkodkan pasif akibat dedahan sampel dan dicatatkan berada di zon paling jauh iaitu zon B. Kesan perubahan aktiviti bagi subjek F dikesan pada 10 min keempat sebagai titik keberkesanan.

Berlainan dengan subjek G yang mana direkodkan sangat aktif pada 10 min pertama sehingga melepasi zon A. Ini menunjukkan keinginan untuk meneroka yang sangat tinggi namun dibatasi oleh kesan sampel. Subjek G mula menjauhkan diri ke zon B bila mana sampel dikenalpasti memberi gangguan terhadapnya. Kesan dari itu juga menunjukkan penurunan darjah keaktifan subjek yang dilihat menurun dari skala 5 ke skala 3 pada 10 min kedua dan menurun ke skala 2 pada 10 min ketiga dan kekal berada pada skala tersebut sehingga ke 10 min kelima berdasarkan pada Rajah 4.23.

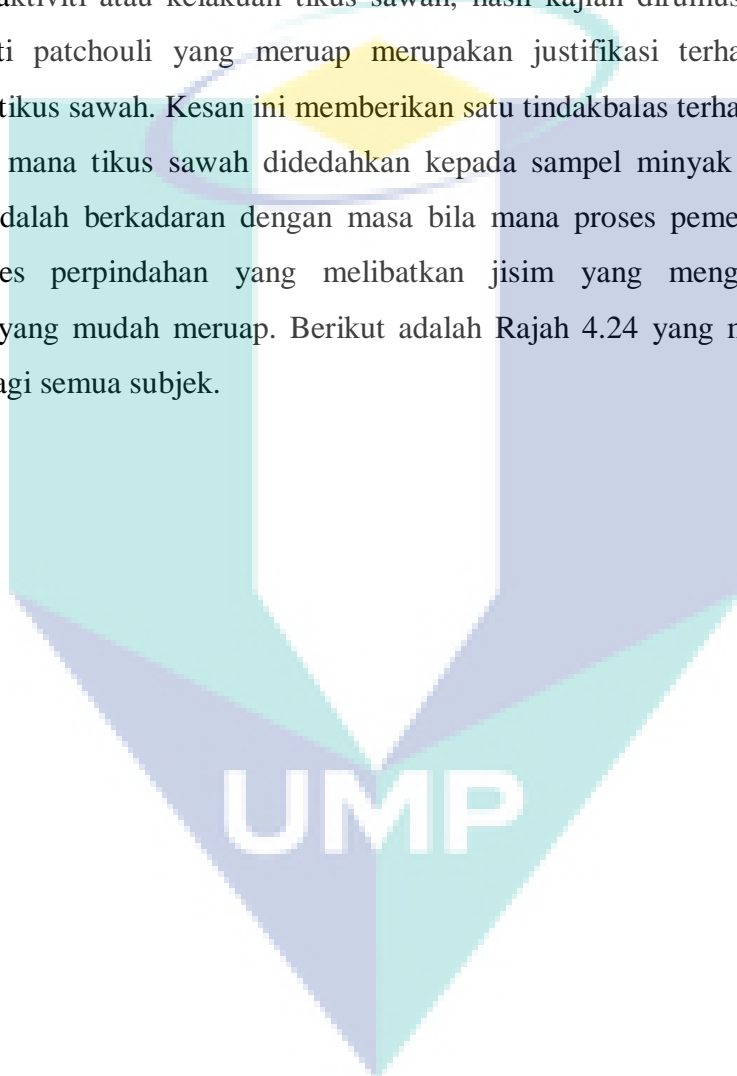


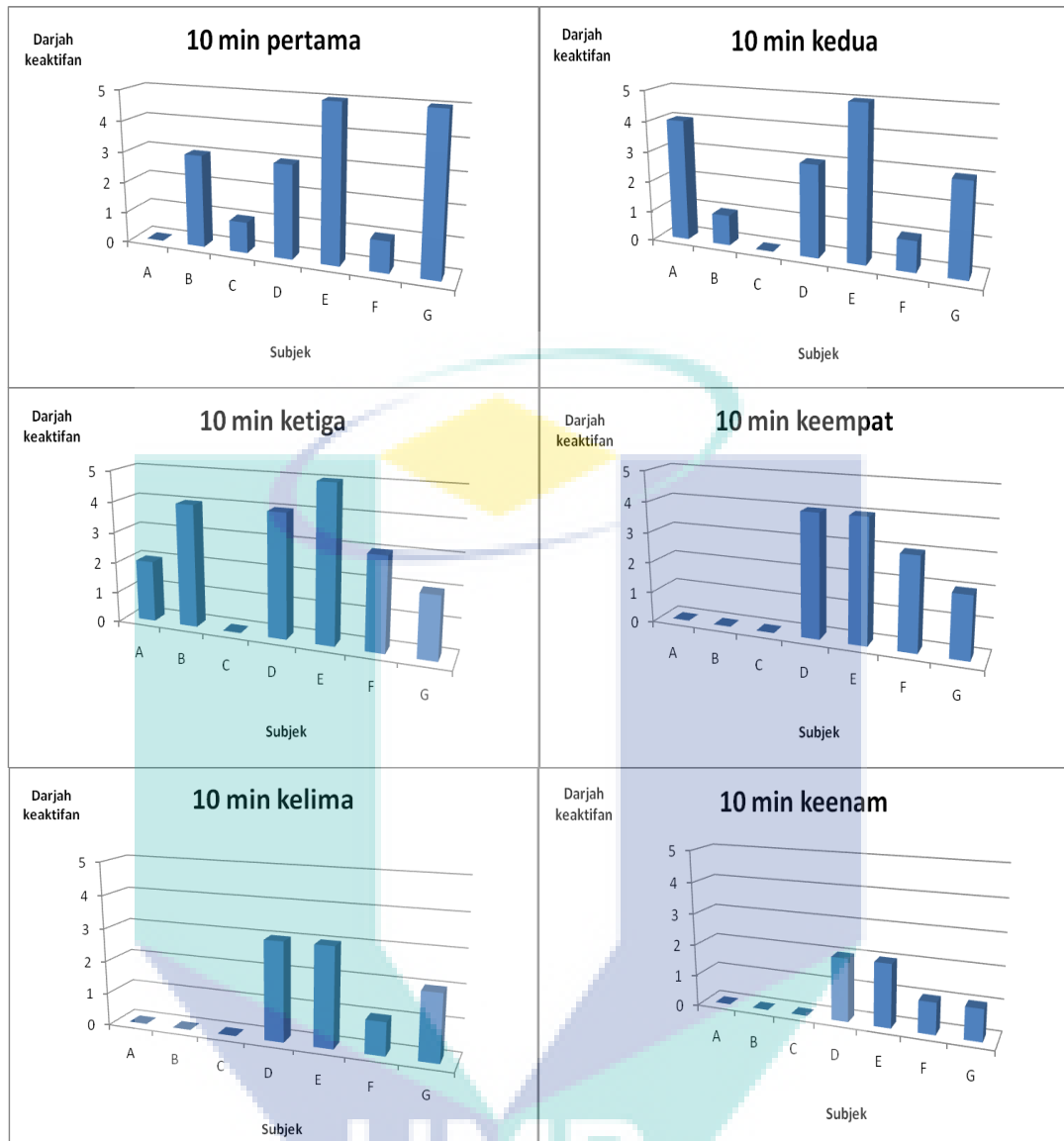
**Rajah 4.23:** Keaktifan subjek G

Seterusnya keaktifan subjek G direkodkan terus menurun pada skala keaktifan 1 pada 10 min keenam. Walaupun dicatatkan mengalami gerakbalas pasif, namun subjek mempunyai ketahanan yang kuat bila mana direkodkan berada pada zon X pada 10 min

keenam. Namun keadaan ini dapat dikaitkan dengan kepekatan komponen yang dijangkakan telah menurun menyebabkan kesan menghalau juga berkurangan. Walau bagaimanapun, titik keberkesanan kesan perubahan aktiviti terhadap subjek G telah direkodkan pada 10 min kedua tempoh pendedahan.

Berdasarkan keputusan yang telah dibincangkan di atas terhadap kesan perubahan aktiviti atau kelakuan tikus sawah, hasil kajian dirumuskan bahawa kesan minyak pati patchouli yang meruap merupakan justifikasi terhadap keberkesanan menghalau tikus sawah. Kesan ini memberikan satu tindakbalas terhadap keaktifan tikus sawah bila mana tikus sawah didedahkan kepada sampel minyak patchouli. Namun kesan ini adalah berkadaran dengan masa bila mana proses pemeruapan merupakan suatu proses perpindahan yang melibatkan jisim yang mengandungi sejumlah komponen yang mudah meruap. Berikut adalah Rajah 4.24 yang merumuskan darjah keaktifan bagi semua subjek.





**Rajah 4.24:** Darjah keaktifan subjek terhadap sela masa dedahan

Keseluruhan rajah telah menunjukkan perkadaran di mana darjah keaktifan dilihat menunjukkan paten penurunan sebaik sahaja memasuki 10 min kelima bila mana semua subjek adalah dibawah paras keaktifan yang rendah. Keadaan ini berlanjutan pada 10 min keenam apabila 3 dari 7 subjek adalah sangat pasif manakala 4 subjek seterusnya adalah pasif yang mana di bawah darjah keaktifan 3 pada tempoh masa tersebut. Berdasarkan pemerhatian yang telah dijalankan, aktiviti-aktiviti yang dilakukan oleh subjek menunjukkan kesan terhadap pemeruapan sampel. Pada 10 min pertama sehingga 10 min ketiga, kebanyakan subjek dilihat cuba untuk mengenalpasti

kawasan persekitarannya. Terdapat juga subjek yang bertindakbalas dengan tidak melakukan sebarang aktiviti apabila didedahkan kepada sampel iaitu mempamerkan ketakutan sementara (*neophobia*) apabila terdapat sebarang perubahan pada persekitarannya (MIMAROPA, 2008). Namun kesan pemeruapan sampel yang menghasilkan aroma patchouli dilihat berkesan mempengaruhi subjek ujikaji bila mana subjek dilihat memilih untuk berada di zon B berbanding zon A dan X.

Sementara keberkesanan aroma yang tersebar telah menyebabkan penolakan terhadap umpan makanan yang disediakan. Selain itu, aktiviti keaktifan juga menunjukkan penurunan terhadap darjah keaktifan terhadap masa dedahan sampel. Aktiviti-aktiviti penerokaan seperti bergerak, bergerak pantas dan menghidu dilakukan bagi mengenal pasti persekitaran sementara aktiviti dandanan hanya dilakukan apabila kawasan dirasakan berada dalam lingkungan yang selamat (Vernet-Maury *et al*, 1984; Burwash *et al.*, 1997). Maka darjah keaktifan ini dapat diukur bila mana kesemua subjek menunjukkan darjah keaktifan yang kurang dari 3 iaitu berada pada skala pasif. Walaupun pada persekitaran yang diberikan sumber makanan, subjek telah diperhatikan berada pada keadaan pasif dan kebanyakan subjek dikesan berada di zon B pada 10 min kelima dan 10 min keenam. Ini adalah bertentangan terhadap sifat normal tikus yang sentiasa aktif dan agresif di mana berupaya bergerak sejauh 30 hingga 150 kaki diameter dalam sesuatu masa bergantung kepada sumber makanan, air dan habitat (Griffith, 1991).

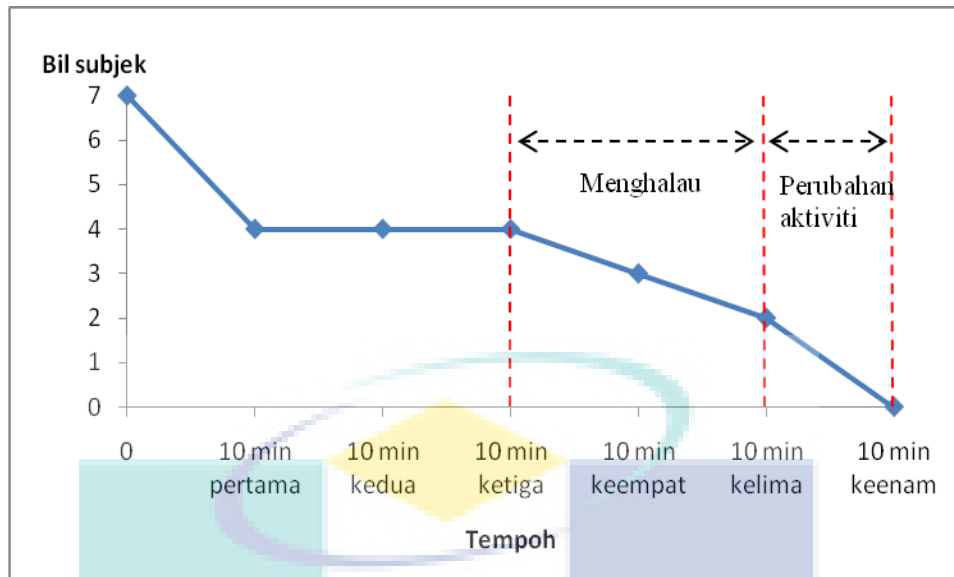
Justeru dengan kesan deria bau yang sangat peka, aroma patchouli berkesan memberikan kesan menghalau terhadap kawasan dan umpan makanan yang disediakan berdasarkan pemilihan umpan makanan zon B dan hanya berlaku pada 10 min pertama hingga 10 min ketiga sahaja. Ini kerana sistem pengesan bau tikus yang sangat peka dan merupakan bentuk komunikasi untuk menjejaki sumber makanan yang selamat dan tidak beracun (Nef, 1998; Lavenex and Schenk, 1998; Wallace *et al.*, 2002). Dari perspektif teori tikus, ia merupakan haiwan yang sangat mahir dalam menjejaki atau mendiskriminasi bau yang mana sistem deria baunya memberi hubungan terhadap sistem bau (*olfactory system*) yang mana gerakbalas respon adalah berdasarkan fungsi maklumat yang telah diproses oleh *hippocampus* iaitu komponen utama dalam sistem otak (Wallace *et al.*, 2002; Nef, 1998).

Sementara itu aroma patchouli yang telah terjerap masuk ke dalam umpan A dan B menyebabkan umpan tersebut tidak dimakan oleh semua subjek dari 10 min keempat sehingga keenam. Ini kerana tikus berupaya mengesan benda asing dalam makanan mereka dan ini juga merupakan bentuk mekanisme pertahanan untuk mengelak dari makanan beracun yang boleh memberi kesan kesakitan kepada mereka. Haiwan ini mempelajari penolakan atau mengelak makanan pada masa akan datang dengan mengenalpasti rasa atau bau makanan yang mengandungi toksik (Gurney *et al.*, 1996).

Kesan gangguan saraf adalah melibatkan tingkahlaku hiperaktif, sawan atau hilang upaya untuk bergerak akibat dari kesan minyak pati sama ada melalui pernafasan, pemakanan mahupun sentuhan yang mana merupakan kesan neurotoksik sesetengah minyak pati (Zhu *et al.*, 2003). Malahan, kajian terdahulu telah membincangkan pendedahan terhadap wangian dan minyak pati tumbuhan dari persekitaran boleh melemahkan sistem pernafasan benda hidup terpilih termasuk mengganggu fungsi paru-paru dan meningkatkan kesesakan dada pada subjek yang mudah dipengaruhi; laporan bioaktiviti minyak pati dilaporkan memberi kesan sebagai racun serangga, antimikrob, sistem muskuloskeletal, kesan neurologi, tekanan darah, kesan gangguan perut dan sedatif (Su *et al.*, 2007).

Kesemua paten yang dipamerkan oleh subjek-subjek di atas memberi kesimpulan bahawa keamatan bau patchouli yang meningkat di persekitaran bekas ujikaji telah memberi kesan yang ketara terhadap subjek bilamana subjek berubah dari sangat aktif pada masa penyesuaian persekitaran kepada sangat pasif di akhir ujikaji (60 min). Di samping itu, keamatan yang meningkat dan berkadar dengan masa itu juga memaksa kesemua subjek menghindarkan diri dari bau yang kuat dengan bergerak ke zon B, iaitu zon yang paling jauh dari sumber bau patchouli tersebut. Keberkesanan sampel patchouli juga boleh dilihat dalam aspek pencemaran bau patchouli pada umpan makanan di zon B sehingga menyebabkan subjek-subjek yang berada dalam keadaan lapar (setelah dikuarantin tanpa makanan selama 24 jam) mengelakkan diri dari memakan umpan tersebut terutama pada 10 min keempat dan seterusnya. Maka, merujuk kepada Rajah 4.25, satu kesimpulan terhadap keputusan yang diperolehi berdasarkan keberkesanan sampel minyak patchouli terhadap kesan menghalau tikus sawah telah dibuat.





**Rajah 4.25:** Keberkesanan sampel minyak patchouli terhadap tikus sawah

Daripada hasil ujikaji keberkesanan minyak patchouli, kajian telah menetapkan bahawa terdapat 2 kesan utama yang telah dibuktikan berdasarkan gerakbalas subjek yang mana kesan menghalau yang dilihat efektif pada masa 10 min ketiga dan kesan terhadap perubahan aktiviti atau kelakuan pada masa 10 min kelima. Kesan menghalau diterjemahkan apabila kesemua subjek bertindak menjauhkan diri dari zon A dan X bila mana kesemua taburan subjek dikesan berada pada zon B (10 min ketiga) merujuk kepada graf taburan, Rajah 4.15. Fenomena ini telah berlanjutan ke 10 min keenam apabila majoriti subjek masih berada di zon B. Zon B merupakan zon yang paling jauh dari sampel yang diletakkan dan merupakan zon selamat bagi sistem ini. Ini menunjukkan 30 min adalah tempoh pemeruapan yang efektif untuk keberkesanan menghalau tikus sawah berdasarkan sampel kandungan minyak pati dari sisa pengekstrakan patchouli ke-5.

Malah kesan menghalau juga dibuktikan berdasarkan pemakanan tikus sawah bila mana tiada penurunan terhadap jumlah makanan yang diberikan samada bagi umpan A atau B selepas 10 min ketiga. Manakala kesan neurotoksik yang berdasarkan keaktifan subjek telah menunjukkan keberkesanannya pada tempoh 10 min kelima. Ini menunjukkan 50 min tempoh masa pemeruapan yang diperlukan untuk membolehkan sampel ini membebaskan komponen aktifnya sebagai tindakan perubahan aktiviti bagi

tingkahlaku tikus sawah. Darjah keaktifan bagi majoriti subjek telah direkodkan berada di bawah skala 3 (sederhana pasif, pasif dan sangat pasif) bagi semua subjek yang diuji selepas 50 min masa dedahan. Justeru, kajian merumuskan bahawa keberkesanan menghalau tikus sawah bagi sampel kandungan minyak patchouli dari sisa ekstrak ke-5 adalah berkesan pada jangkamasa 30 min dedahan dan tempoh pendedahan yang berlanjutan sehingga jangkamasa 50 min memberikan kesan perubahan aktiviti atau kelakuan kepada subjek berdasarkan sistem ujikaji yang telah dibangunkan dalam penyelidikan ini.

#### **4.6.4 Aplikasi Keberkesanan Sisa Ekstrak Patchouli Sebagai Penghalau Tikus Sawah**

Berdasarkan model regresi yang telah dibangunkan, amaun komponen PA yang tersejat dari sampel minyak patchouli ekstrak, yang diperolehi dari hasil 6 kali pengekstrakan pada setiap sela masa 4 jam, ke udara dapat dikira. Kepekatan komponen PA di udara yang memberi kesan menghalau tikus sawah, berdasarkan ujikaji yang telah dijalankan, ialah sebanyak 0.129 mg, iaitu dalam tempoh 30 min dedahan. Sementara 50 min masa dedahan diperlukan untuk memberi kesan perubahan aktiviti atau kelakuan terhadap tikus sawah dan dedahan ini memberikan kepekatan komponen PA sebanyak 0.238 mg tersebar di persekitaran udara bekas ujikaji berdasarkan model (Persamaan 4.2) yang telah diterbitkan dari trend pemeruapan (seksyen 4.3.2).

$$y = 0.045011 + 0.001855x_1 - 0.000682x_2 + 0.000032x_1^2 + 0.000003x_2^2 + 0.000017x_1x_2$$

(4.2)

Kepekatan PA serta masa dedahan yang diperlukan bagi memberi kesan menghalau dan kesan perubahan aktiviti atau kelakuan, dari sampel 60 mg minyak patchouli, yang mewakili kandungan minyak patchouli di dalam sisa ekstrak ke-5 pengekstrakan, telah pun dibincangkan di atas. Dari perspektif pengkomersialan sepertimana yang telah dibincangkan bahawa tempoh masa 8 jam adalah masa pengekstrakan yang praktikal dalam menghasilkan minyak pati yang berkualiti dan merupakan lingkungan masa pengekstrakan yang sering digunakan bagi perindustrian

minyak pati (Zhu *et al.*, 2003; Haryani, 2005). Berikutan itu, dari perbincangan profil pengekstrakan patchouli, adalah dikenalpasti bahawa sisa ekstrak patchouli selepas tempoh masa 8 jam ekstrak masih mengandungi peratus hasil ekstrak sebanyak 0.667 % dengan jumlah minyak patchouli terkandung sebanyak 1334 mg. Sekiranya sisa ekstrak ini digunakan sebagai agen penghalau tikus, berdasarkan kepekatan minyak patchouli yang jauh lebih tinggi terkandung di dalamnya berbanding sisa ekstrak yang telah diuji, adalah dijangkakan masa dedahan yang lebih pendek diperlukan untuk memberi kesan menghalau.

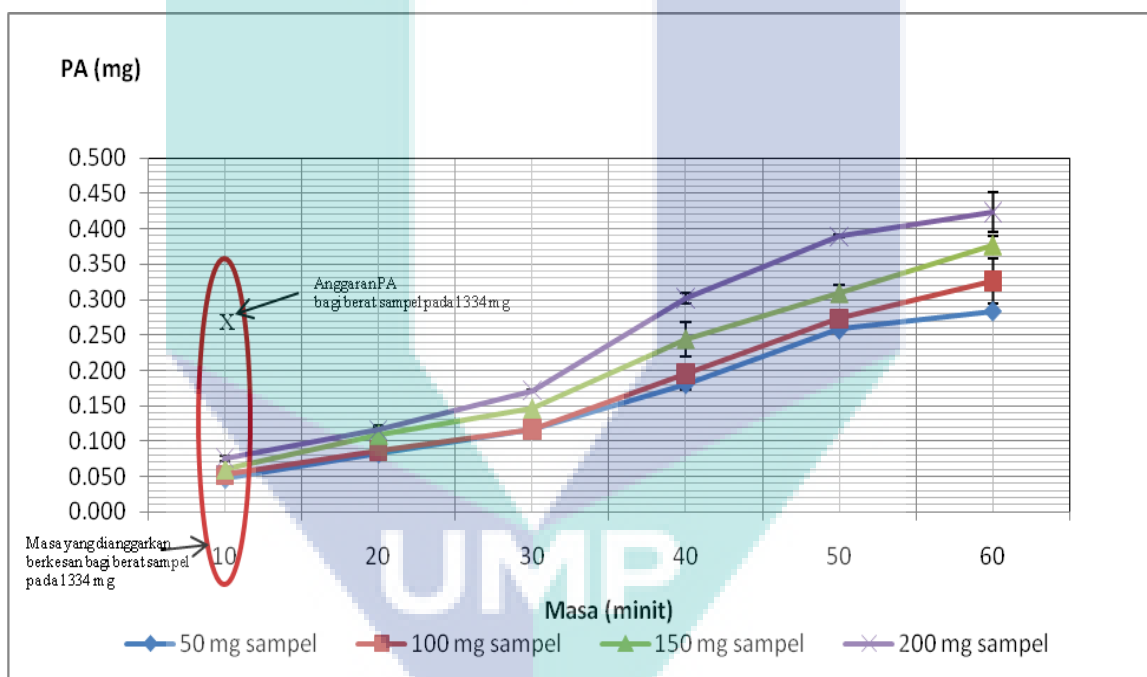
Satu anggaran kepenggunaan sisa ekstrak komersial dibuat untuk mendapat gambaran keberkesanan sisa ekstrak berdasarkan data yang diperolehi. Oleh kerana kandungan sisa pengekstrakan ke-2 bagi setiap sela masa 4 jam (iaitu selepas 8 jam; sisa komersial) terkandung 1334 mg minyak patchouli, adalah dipastikan bahawa jumlah ini memberikan keberkesanan yang lebih baik dari sampel yang diuji (sisa pengekstrakan ke-5; selepas 20 jam).

Berdasarkan tempoh kesan menghalau (30 min) yang didapati dari ujikaji ini. Kajian menjangkakan tempoh keberkesanan bagi sampel sisa komersial adalah kurang dari 30 minit. Dengan keterbatasan data yang ada, kajian menetapkan anggaran bagi jangkaan tempoh keberkesanan yang paling minimum (10 min) sebagai berkesan. Berdasarkan Persamaan 4.2, nilai  $y$  (kepekatan PA) bagi kandungan 1334 mg minyak patchouli pada  $x_1$  adalah 10 min dedahan adalah dianggarkan 3.994 mg. Apabila nilai ini dibandingkan dengan lengkung-lengkung yang telah diplotkan di dalam Rajah 4.26, adalah mustahil sampel minyak patchouli seberat 1334 mg akan menyejatkan PA sejumlah 3.994 mg dalam masa 10 min.

Seterusnya, pengiraan dilakukan semula dengan menggunakan model regresi linear (Persamaan 4.1) memandangkan persamaan linear ini mempunyai nilai  $R^2 = 0.95$ , adalah nilai regresi yang baik.

$$y = 0.00626x_1 + 0.00057x_2 - 0.09309 \quad (4.1)$$

Apabila masa dedahan,  $x_1$  ditetapkan pada 10 min, pengiraan nilai  $y$  menggunakan model regresi linear ini menghasilkan nilai  $y = 0.735$  mg (kepekatan PA yang tersejat ke persekitaran). Nilai kandungan 0.735 mg PA yang diperoleh dari model regresi linear juga menunjukkan julat yang jauh dari trend pemeruapan minyak patchouli seperti yang ditunjukkan di dalam Rajah 4.26 di bawah. Seperti yang telah dijelaskan sebelum ini, kedua-dua model ini adalah terhad penggunaannya bagi had sampel minyak patchouli antara 50 mg hingga 200 mg sahaja. Sekiranya berat sampel melebihi had ini sekitar +/- 10 %, maka hasil kiraan adalah masih boleh diterima. Tetapi, apabila berat sampel adalah terlalu jauh dari julat yang digunakan, maka validasi kedua-dua persamaan ini tergugur dengan sendirinya.



**Rajah 4.26:** Anggaran masa keberkesanan bagi kepekatan PA dari sisa ekstrak komersial

Justeru bagi mendapatkan nilai yang lebih tepat, kaedah perkadaran telah digunakan berdasarkan perbandingan dengan data-data yang telah diplotkan di dalam Rajah 4.26. Perkadaran dibuat pada data masa dedahan 10 min, memandangkan masa tersebut adalah sela masa yang minimum dicatatkan dalam kajian pemeruapan ini. Berdasarkan trend yang diperoleh dari ujikaji pemeruapan, perkadaran telah dibuat

berdasarkan dua titik berat sampel iaitu bagi berat sampel 50 mg dan 200 mg, seperti dalam bulatan yang telah dilakarkan di dalam Rajah 4.26 di atas. Melalui kaedah perkadaran, nisbah kenaikan nilai PA di antara berat sampel 50 mg dan berat sampel 200 mg dijadikan asas untuk mengira nilai anggaran PA yang tersejat dari sampel minyak patchouli seberat 1334 mg. Dari perkadaran ini, bagi tempoh 10 minit masa dedahan, sampel 1334 mg berat minyak patchouli akan menyejatkan sebanyak 0.295 mg PA. Kepekatan ini telah melebihi had bagi memberi kesan menghalau (iaitu 0.129 mg), dan juga had bagi kesan perubahan aktiviti tikus sawah (iaitu 0.238 mg).

Ini didapati bahawa kandungan 0.295 mg PA adalah jumlah yang sangat mencukupi untuk tindakan keberkesanan menghalau terhadap tikus sawah dan kesan ini dianggarkan akan berkesan tempoh 10 min pertama berbanding 0.129 mg yang memerlukan tempoh 30 min untuk mendapatkan kesan menghalau dan 50 min kesan perubahan aktiviti dalam sistem ujikaji ini.

Harus ditekankan bahawa anggaran ini adalah satu anggaran kasar kerana keterbatasan lingkungan model terbitan. Anggaran ini merupakan anggaran terbaik yang dapat dilakukan buat masa ini bagi mendapatkan gambaran terhadap keberkesanan sisa pengekstrakan patchouli komersial.

Oleh hal demikian, aplikasi sisa ekstrak adalah lebih efektif sekiranya menggunakan sampel sisa ekstrak patchouli komersial sebagai bahan penghalau dengan faktor rintangan diabaikan dalam penyelidikan ini. Ini kerana kandungan anggaran PA meruap dari sampel sisa adalah melebihi paras keberkesanan menghalau sepertimana yang telah dibincangkan terhadap sistem kajian yang diuji. Dengan itu, kajian telah merumuskan bahawa, penggunaan sisa pengekstrakan patchouli melebihi 8 jam adalah berkesan dan berpotensi untuk menghalau tikus sawah pada lingkungan sistem ujikaji keberkesanan kajian ini.

## BAB 5

### KESIMPULAN DAN CADANGAN

#### 5.1 KESIMPULAN

Berdasarkan keputusan kajian yang telah dibincangkan dalam Bab 4, berikut adalah beberapa kesimpulan secara terperinci yang didapati daripada penyelidikan yang telah dijalankan;

1. Profil pengekstrakan patchouli telah menunjukkan bahawa kandungan maksima yang diekstrak menerusi proses penyulingan hidro adalah sebanyak 2.497 %, iaitu hasil jumlah selepas tempoh 24 jam pengekstrakan. Berpandukan 4 jam sela masa bagi setiap pengekstrakan, kajian mendapati bahawa sebanyak 6 kali proses pengekstrakan perlu dijalani untuk mendapatkan kandungan minyak patchouli maksima. Hasil ekstrak kali keenam mendapati jumlah kandungan adalah sebanyak 0.03 % iaitu sebanyak 60 mg kandungan minyak patchouli terekstrak. Kandungan hasil ekstrak ini adalah pengukur kepada sisa ekstrak patchouli untuk tujuan ujikaji keberkesanan.
2. Kajian mendapati bahawa terdapat 10 komponen utama dengan ketepatan data melebihi (> 90 %) yang terkandung dalam minyak patchouli yang diekstrak. Terdapat tiga komponen utama minyak patchouli iaitu *patchouli alcohol* (PA) (36.38 %),  $\delta$ -*guaiene* (12.28 %),  $\alpha$ -*guaiene* (10.22 %). Masa pengekstrakan

adalah mempengaruhi kualiti hasil ekstrak di mana dalam julat masa pengekstrakan 4 jam hingga 16 jam, didapati bahawa masa pengekstrakan 8 jam adalah yang terbaik kerana memberikan kualiti minyak ekstrak patchouli yang tertinggi iaitu sebanyak 46.6 % kandungan PA. Kandungan PA merupakan ukuran terhadap kualiti minyak patchouli yang diperolehi. Kualiti yang baik dapat dipasarkan pada harga yang lebih tinggi kerana peningkatan terhadap keberkesannya. Hasil analisis kandungan peratus PA yang berbeza pada setiap hasil ekstrak telah membuktikan bahawa masa pengekstrakan memainkan peranan penting dalam menentukan kualiti minyak ekstrak patchouli.

3. Trend pemeruapan minyak patchouli didapati berlaku peningkatan terhadap kandungan PA yang meruap di dalam sampel disebabkan oleh peningkatan berat sampel patchouli yang dikaji, mengakibatkan kadar sejatan PA juga turut meningkat terhadap masa dedahan. Model regresi kuadratik dengan nilai  $R^2 = 0.9818$  telah dipilih mewakili trend pemeruapan minyak patchouli tersebut. Kajian telah mendapati bahawa hubungan pemeruapan PA terhadap kepekatan sampel dan masa pendedahan adalah saling mempengaruhi dan saling bergantung yang mana mempengaruhi penyebaran komponen-komponen yang mudah meruap ke ruang persekitaran.
4. Kajian awal keberkesanan telah mendapati bahawa tikus menunjukkan respon menghindar apabila didedahkan dengan sampel patchouli. Malah kajian juga mendapati bahawa berlaku penurunan terhadap pemakanan apabila dicampurkan dengan sampel minyak patchouli. Justeru, kaedah ujikaji keberkesanan kesan menghalau tikus sawah berjaya dibangunkan dari keputusan kajian awal dengan kesesuaian gabungan konsep pemeruapan dan umpan makanan.
5. Keputusan ujikaji keberkesanan telah mengenalpasti bahawa penggunaan sampel minyak patchouli dari sisa ekstrak patchouli (selepas 6 kali ekstrak pada setiap sela masa 4 jam) adalah berkesan menghalau tikus sawah pada jangkamasa 30 min dedahan dan perlanjutan jangkamasa sehingga tempoh 50 min memberikan kesan perubahan kelakuan/aktiviti kepada subjek berdasarkan sistem ujikaji yang telah dibangunkan dalam penyelidikan ini. Pemilihan zon B oleh subjek diterjemahkan kepada keberkesanan menghalau apabila didapati semua subjek

telah berada di zon B selepas tempoh 30 minit dedahan. Manakala kesan perubahan kelakuan/aktiviti subjek telah dianalisis berdasarkan darjah keaktifan yang sangat rendah ( $< 3$ ) bagi kesemua subjek yang diuji selepas 50 minit masa dedahan. Berdasarkan model pemeruapan yang diterbitkan, kandungan pemeruapan PA yang didapati berkesan untuk menghalau adalah pada anggaran kepekatan 0.129 mg PA di persekitaran berdasarkan pemeruapan 60 mg sampel pada 30 minit dedahan dan 0.238 mg anggaran kepekatan PA di persekitaran bagi kesan perubahan kelakuan/aktiviti pada tempoh dedahan 50 minit.

## 5.2 CADANGAN PENYELIDIKAN

Cadangan penyelidikan yang diusulkan adalah untuk tujuan peningkatan penyelidikan di masa akan datang bagi pendekatan dan pemahaman yang lebih mendalam terhadap tujuan kajian dijalankan. Berikut adalah beberapa cadangan yang disyorkan bagi kajian seterusnya;

1. Penyelidikan keberkesanan menghalau tikus sawah dicadangkan pada ujian lapangan iaitu di bendang sawah di atas satu plot ujian berdasarkan keputusan yang telah diperoleh dari kajian ini bagi mendapatkan data bacaan yang lebih realistik dan berpadanan. Ini kerana keberkesanan sesuatu sampel adalah sangat dipengaruhi oleh faktor yang tidak dapat dikawal seperti faktor persekitaran (hujan, suhu persekitaran, kelembapan udara dan angin), faktor habitat populasi tikus sawah dan juga faktor sumber makanan. Oleh itu, penyelidikan yang akan datang disarankan menggunakan sistem yang efektif untuk mengesan kehadiran atau tingkahlaku yang dipamerkan oleh subjek ujikaji seperti penggunaan kamera litar tertutup atau peralatan pengesanan haba agar pengurusan setiap subjek yang terdedah dapat dipantau secara terperinci. Masa dedahan juga disarankan dipanjangkan kepada suatu tempoh sehingga kesan menghalau dilihat berkurangan bagi mendapatkan potensi jarak selamat bagi kaedah kawalan secara menghalau. Membangunkan simulasi komputer yang mengambil kira faktor-faktor seperti bilangan lokasi sampel, kepekatan sampel, jarak antara sampel serta susunan lokasi sampel pada plot ujian di dalam menggambarkan



aktiviti-aktiviti tikus di plot. Dengan cara ini, aplikasi kaedah menghalau dapat diramal di suatu kawasan dengan lebih berkesan.

2. Di samping itu, bahan ujikaji sampel juga disarankan menggunakan bahan sisa pengekstrakan yang diperoleh secara langsung dari proses pengekstrakan komersial. Sumber ini boleh didapati dari kilang-kilang pengekstrakan yang menjalankan perindustrian minyak pati agar sisa-sisa yang terhasil dapat dikitar semula untuk kepenggunaan yang mendatangkan manfaat kepada sektor lain sekaligus merupakan alternatif kepada pengurusan sisa pepejal pertanian atau perindustrian. Dengan pembangunan sisa pengekstrakan, hal ini dijangkakan dapat mengelakkan dari pembakaran terbuka yang sering dilakukan oleh industri yang ingin melupuskan sisa-sisa pertanian. Selain itu, kepelbagaian sisa pengekstrakan dari proses penyulingan yang berbeza juga dicadangkan bagi mengenalpasti keupayaan sisa ekstrak patchouli untuk menghalau tikus sawah.
3. Berdasarkan kesan menghalau minyak patchouli, kajian keberkesanan terhadap haiwan perosak lain yang dilihat mempunyai kemungkinan potensi yang sama adalah disarankan untuk penyelidikan di masa akan datang. Justeru, pelbagai spesis perosak dapat ditangani dengan kaedah yang lebih selamat dan berkesan kepenggunaannya selain dari dapat menggunakan sisa-sisa pengekstrakan yang mana masih terkandung komponen-komponen yang berpotensi untuk mekanisma menghalau. Ini kerana kaedah menghalau adalah kaedah yang dapat menjaga ekosistem persekitaran agar lebih seimbang di samping mengurangkan pencemaran alam sekitar akibat penggunaan bahan-bahan kimia yang sukar dilupuskan dan menjejaskan kesihatan.
4. Penyelidikan juga boleh diperkembangkan kepada bidang toksikologi atau racun perosak terhadap potensi yang ada pada minyak patchouli terhadap tikus sawah dari segi kerosakan otak, saraf atau kesan fizikal akibat dedahan terhadap subjek. Kesan gangguan atau kesan kesakitan yang dialami perlu diperjelaskan secara terperinci agar keberkesanan patchouli dapat diterokai berdasarkan kandungan komponen-komponen aktif yang banyak terkandung dalam minyak patchouli.

## RUJUKAN

- Adam, M., Juklova, M., Bajer, T., Eisner, A. dan Ventura, K. 2005. Comparison of three different solid-phase microextraction fibres for analysis of essential oils in yacon (*Smallanthus sonchifolius*) leaves. *Journal of Chromatography A*. **1084**: 2-6
- Ahmed, M.S. dan Fiedler, L.A. 2002. A comparison of four rodent control methods in Philippine experimental rice fields. *International Journal of Biodeterioration and Biodegradation*. **49**: 125-132
- Amzah, B. 2008. Prosedur ujikaji umpan makanan terhadap tikus. MARDI Seberang Prai, Pulau Pinang. Interview: 1 Disember.
- Antaraneews*. 2012. 8 Januari. Hama tikus rusak puluhan hektare sawah di Lahat, Indonesia.
- Aslan, I., Ozbek, H., Calmasur, O. dan Sahlm, F. 2004. Toxicity essential oil vapours to two greenhouse pests, *Tetranychus urticae* Koch dan *Bemisia tabaci* Genm. *Industrial Crops and Products*. **19**: 167-173
- Bakkali, F., Averbeck, S., Averbeck, D. dan Idaomar, M. 2008. Biological effect of essential oils – A-review. *Journal of Food and Chemical Toxicology*. **46**: 446-475.
- Balittro, 2003. *Agribisnis Tanaman Minyak Atsiri*. Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat. 19.
- Baranauskiene, R., Venskutonis, P.R., Galdikas, A., Senuliene, D. dan Setkus, A. 2005. Testing of microencapsulated flavours by electronic nose and SPME-GC. *Food Chemistry*. **92**: 45-54.
- Batish, D.R., Singh, H.P., Kohli, R.K dan Kaur, S. 2008. Eucalyptus essential oil as a natural pesticide. *Forest Ecology and Management*. **256**:2166-2174.
- Bernamea*, 2009. 16 Jun. Kementerian Tingkatkan Penghasilan Minyak Pati Berskala Komersial.
- Bhatia, S.P., Letizia, C.S. dan Api, A.M. 2008. Fragrance material review on patchouli alcohol. *Journal of Food and Chemical Toxicology*. **46**: 255-256
- Bull, J.O. 1972. The influence of attractants and repellents on the feeding behaviour of *Rattus norvegicus* (online) .*Proceedings of the 5th Vertebrate Pest Conference*. <http://digitalcommons.unl.edu/vpc5/29> (3 Mac 2008).
- Bunranthep, S., Lockwood, G.B., Songsak, T. dan Ruangrunsi, N. 2006. Chemical constituents from leaves and cell cultures of *Pogostemon cablin* and use of

- precursor feeding to improve patchouli alcohol level. *Research article of ScienceAsia*. **32**: 293-296
- Burn, C.C. 2008. What is it like to be a rat? Rat sensory perception and its implications for experimental design and rat welfare. *Applied Animal Behaviour Science*. **112**: 1-32.
- Burwash, M.D., Tobin, M.E., Woolhouse, A.D., and Sullivan, T.P. 1998. Laboratory evaluation of predator odors for eliciting an avoidance response in roof rats (*Rattus rattus*). *J. Chem. Ecol.* **24**:49–66.
- Camara, J.S, Marques, J.C., Perestrelo, R.M., Rodrigues, F., Oliveira, L., Andrade, P. dan Caldeira, M. 2007. Comparative study of the whisky aroma profile based on headspace solid microextraction using different fibre coatings. *Journal of Chromatography A*. **1150**: 198-207
- Charlie, K.M., Kamneva, N.Y., Reminga, J. 2004. *Response Surface Methodology*. Casos Technical Report. Carnegie Mellon University.
- Chio, E. H. and Yang, E.C. 2008. A bioassay for natural insect repellent. *Journal of Asia-Pasific Entomology*. **11**: 225-227.
- Chiu, H.H., Chian, H.M., Lo, C.C, Chen, C.Y. dan Chiang, H.L. 2009. Constituents of volatile organic compounds of evaporating essential oil. *Atmospheric Environment*. **43**:5743–5749.
- Clark, L. 1998. Bird repellent: Interaction of chemical agents in mixtures. *Physiology & Behaviour*. **64**(5):689-695.
- Corte´s-Aguado, S., Sa´nchez-Morito, N., Arrebola, F.J., Garrido Frenich, A dan Mart´ınez Vidal, J.L. 2008. Fast screening of pesticide residues in fruit juice by solid-phase microextraction and gas chromatography–mass spectrometry. *Food Chemistry*. **107**:1314–1325
- Deguerry, F., Pastore, L., Wu, S., Clark, A., Chappell, J. dan Schalk, M. 2006. The diverse sesquiterpene profile of patchouli, *Pogostemon cablin*, is correlated with a limited number of sesquiterpenes synthases. *Archives of Biochemistry and Biophysics*. **454**: 123-136.
- Dewi, V.K, Sianipar, M.S. dan Rasiska, S. 2006. Minyak Atsiri Asal Tanaman Cendana, Nilam Dan Akar Wangi Sebagai Reppelen Tikus Sawah (*Rattus Argentiventer* Rob Dan Kloss). Abstrak. 10/0670:35
- Dharmagadda, V.S.S., Naik, S.N., Mittal, P.K. dan Vasudevan, P., 2005. Larvicidal activity of *Tagetes patula* essential oil against three mosquito species. *Journal of Bioresource Technology*. **96**: 1235-1240.

- Donelian, A., Carlson, L.H.C., Lopes, T.J. dan Machado, R.A.F. 2009. Comparison of extraction of patchouli (*Pogostemon cablin*) essential oil with supercritical CO<sub>2</sub> and by steam distillation. *Journal of Supercritical Fluids*. **48**:15-20.
- Dung, N.X., Leclercq, P.A., Thai, T.H.T. dan Moi, L.D. 1989. Chemical composition of patchouli oil from Vietnam. *Journal of Essential Oil Research*. **1**.
- Durling, N.E., Catchpole, O.J., Grey, J.B., Webby, R.F., Mitchell, K.A., Foo, L.Y. dan Perry, N.B. 2007. Extractions of phenolics and essential oil from dried sage (*Salvia officinalis*) using ethanol-water mixtures. *Journal of Food Chemistry*. **101**: 1417-1424.
- Eikani M.H, Golmohammad, F dan Rowshanzamir, S. 2007. Subcritical water extraction of essential oils from coriander seeds (*Coriandrim Sativum L.*). *Journal of Food Engineering*. **80**:735-740.
- El Jalii, I.M. dan Bahaman, A.R. 2002. A review of human leptospirosis in Malaysia. Department of Preventive Medicine and Public Health.
- El-Shazly, A.M. dan Hussein, K.T. 2004. Chemical analysis and biological activities of the essential oil of *Teucrium leucocladum* Boiss. (Lamiaceae). *Journal of Biochemical Systematics and Ecology*. **32**: 665-674.
- Felder, R.M. dan Rousseau, R.W. 2000. *Elementary principles of chemical processes*. 3<sup>rd</sup> ed. New York, Brisbane, Singapore: John Wiley & Sons, Inc.
- Fukui, H., Toyoshima, K. dan Komaki, R. 2009. Psychological and neuroendocrinological effects of patchouli. *Neuroscience Research*. **65**: 222.
- Geankoplis, C.J. 2003. *Transport processes and separation process principles (includes unit operations)*. 4<sup>th</sup> ed. New Jersey: Prentice Hall Professional Technical.
- Gildemeister, E. dan Hoftman, Fr. 1956. *Die Atherischen Ole*. Other Edition. Berlin. Academic-Verlag.
- Gillij, Y.G., Gleiser, R.M. dan Zygadlo, J.A. 2007. Mosquito repellent activity of essential oils of aromatic plants growing in Argentina. *Journal of Bioresource Technology (In press)*.
- Griffith, R.E. 1991. Guide to commensal rodent control. Technical Guide. U.S Army Environmental Hygiene Agency (USAEHA): DSN 584-4539/4637.
- Golmakani, M.T. dan Rezeai, K. 2008. Comparison of microwave-assisted hydrodistillation with the traditional hydrodistillation method in the extraction of essential oil from *Tymus vulgaris* L. *Food chemistry. Article in press*.
- Gurney, J.E., Watkins, R.W., Gill, E.L. dan Cowan, D.P. 1996. Non-lethal mouse repellent: evaluation of cinnamamide as a repellent against commensal and field rodents. *Applied Animal Behaviour Science*. **49**:353-363.

- Hammer, K.A., Carson, C.F., Riley, T.V. dan Nielsen, J.B. 2006. A review of the toxicity of *Melaleuca alternifolia* (tea tree) oil. *Food and Chemical Toxicology*. **44**:616–625.
- Haryani, E. 2005. Teknik analisis mutu minyak nilam. *Buletin Teknik Pertanian*. **10**(1)
- Heravi, M.J. dan Sereshti, H. 2007. Determination of essential oil components of *Artemisia haussknechtii* Boiss. using simultaneous hydrodistillation-static headspace liquid phase microextraction-gas chromatography mass spectrometry. *Journal of Chromatography A*. **1160**:81-89.
- Hu, L.F., Li, S.P., Cao, H., Liu, J.J., Gao, J.L., Yang, F.Q. dan Wang, Y.T. 2006. GC-MS fingerprint of *Pogostemon cablin* in China. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*. **42**: 200-206.
- Isman, M.B. 2000. Plant essential oils for pest and disease management. *Journal of Crop Protection*. **19**: 603-608.
- ISO 3757, Piawai Antarabangsa Minyak Patchouli (2002). *Oil of patchouli [Pogostemon cablin (Blanco) Benth.]* ISO/TC 54, Essential oils.
- Jantan, I. dan Zaki, Z .M. 1998. Development of environment-friendly insect repellents from the leaf oils of selected Malaysian plants. *Article IV. ASEAN Review of Biodiversity and Environment conservation(ARBEC)*: May 1998.
- Kamaruddin, N. 2009. Pengawal perosak tikus di lading sawit. *Mesyuarat Jawatankuasa Pengembangan dan Pemindahan Teknologi Kebangsaan Bil.1* (online) [http://www.risda.gov.my/c/document\\_library/](http://www.risda.gov.my/c/document_library/) (25 Jun 2011)
- Karhunen, H., Virtanen, T., Schallert, T., Sivenius, J. and Jolkkonen, J. 2003. Forelimb use after focal cerebral ischemia in rats treated with an  $\alpha$ 2-adrenoceptor antagonist. *Pharmacology, Biochemistry and Behavior*. **74**: 663–669.
- Katz, T.M., Miller, J.H dan Hebert, A.A. 2008. Insect repellents: Historical perspectives and new developments. *J. American Academy of Dermatology*. **58**(5):865-871.
- Kementerian tingkatan penghasilan minyak pati berskala komersial. 2009. *Bernama*. 16 Jun.
- Ketaren, S. 1985. Pengantar Teknologi Minyak Atsiri, Balai Pustaka, Jakarta.
- Khairul, F.K., Harbant, S., Hunter, M. dan Ahmed, M.N. 2005. A novel mosquitoes repellent soap based on *Azadirachta indica* and *Eucalytus citriodora* oil. *Jurnal Penyelidikan dan Pendidikan Kejuruteraan*. Jilid 2.
- Kianmatee, S dan Ranamukhaarachchi, S.L. 2007. Combining pest repellent plants and biopesticides for sustainable pest management in Chinese Kale. *J. Asia-Pacific Entomol*. **10**(1):69-74

- Kim, M.R., Abd El-Aty, A.M., Kim, I.S. dan Shim, J.H. 2006. Determination of volatile flavor components in danggui cultivars by solvent free injection and hydrodistillation followed by gas chromatographic-mass spectrometric analysis. *Journal of Chromatography A*. **1116**: 259-264.
- KPDNKK, Kementerian Perdagangan Dalam Negeri, Koperasi dan Kepenggunaan. 2011. Racun serangga/makhluk perosak (*online*) <http://kpdnkk.skali.my/web/guest/racun-serangga/makhluk-perosak>. (19 Oktober 2011).
- Lam, Y. M., 1977. The Ricefield Rat. MARDI, Rice Branch, Bumbong Lima. *Data tidak diterbitkan*.
- Langenheim, J.H., 1994. Higher plant **terpenoids**: a phytocentric overview of their ecological roles. *J. Chem. Ecol.* **20**:1223–1280.
- Lavenex, P. and Schenk, F. 1998. Olfactory traces and spatial learning in rats. *Anim. Behaviour.* **56**:1129–1136.
- Lech, W.J. 1995. Method and substance for repelling rodent. *United States Patent*. No. Patent 5402597.
- Li, Y.C., Xian, Y.F., Ip, S.P., Su, Z.R., Su, J.Y., He, J.J., Xie, Q.F., Lai, X.P. dan Lin, Z.X. 2011. Anti-inflammatory activity of patchouli alcohol isolated from *Pogostemonis Herba* in animal models. *Journal of Fitoterapia.* **82**: 1295-1301
- MADA<sub>a</sub>, Lembaga Kemajuan Pertanian Muda. 2008. *Data serangan penyakit dan perosak di Kawasan Muda*. Tidak diterbitkan.
- MADA<sub>b</sub>, Lembaga Kemajuan Pertanian Muda., 2008. Profil MADA. Latar Belakang. (*online*) <http://www.mada.gov.my/web/guest/latarbelakang> (5 Febuari 2010)
- Mangun, H.M.S. 2005. *Nilam*. Cetakan I. Jakarta: Penebar Swadaya. Perpustakaan Nasional.
- MARDI, Institut Penyelidikan dan Kemajuan Pertanian Malaysia. 2010. Galeri herba (*online*). <http://agromedia.mardi.gov.my/MEPIS/index.php/galeri-herba-2> (24 Jun 2011).
- McCabe, W.L., Smith, J.C. dan Harriot, P. 2001. *Units operations of chemical engineering*. 6<sup>th</sup> ed. New York: McGraw-HILL Internation Edition.
- Metcalf, R.L.dan W.H. Luckmann. 1982. *Introduction to insect pest management*. New York: Wiley-Interscience.
- Mielnik, M.B., Sem, S., Egelanddsdal, B. dan Skrede, G. 2008. By-products from herbs essential oil production as ingredient in marinade for turkey thighs. *Lebensmittel-Wissenschaft and Technologie.* **41**: 93-100

- MIMAROPA, 2008. Department of Agriculture Philippine, Regional Field Unit No. IV-B. *Management of Field Rats*. (online)  
[http://www.darfu4b.da.gov.ph/management of field rats.html](http://www.darfu4b.da.gov.ph/management%20of%20field%20rats.html) (14 Mei 2010)
- Ming, L.Y. 1975. *The ricefield rat*. Institut Penyelidikan dan Kemajuan Pertanian Malaysia. (MARDI). Tidak diterbitkan.
- Mohamed, N.A. 2005. *Study on the parameters affecting the hydro-distillation for ginger oil production*. Master Thesis. Universiti Teknologi Malaysia, Malaysia
- Nef, P. 1998. How we smell: The molecular and cellular bases of olfaction. *News Physiol. Sci.* **13**:1-5.
- Nerio, L.S., Verbel, J.O. dan Stashenko, E. 2010. Repellent activity of essential oils: A review. *Journal of Bioresource Technology.* **101**: 372-378.
- Nolte, D.L. dan Barnett, J.P. 2000. A repellent to reduce mouse damage to longleaf pine seed. *International Biodeterioration & Biodegradation.* **45**:169-174.
- Nor Azah, M.A. 2008. Potensi Besar Minyak Pati Perangi Nyamuk. *Bernamea*. 24 September.
- Nor Azah, M.A., Zaridah, M.Z, Abd Majid, J., Abu Said, A., Mohd Faridz, Z. dan Rohani. 2007. A Chemical Composition of Essential Oils and Their Related Biological Activities. Forest Research Institute Malaysia (FRIM) and Institute of Medical Research Malaysia: Irpa Grant. No: 05-04-01-0084ea001.
- Nurdjanah, N. dan Ma'mun. 1994. *Pengeringan Bahan dan Penyimpanan Daun Nilam Kering*. Puslitbangtri. Bogor. Pemberitaan Litantri XX (1-2):11-15.
- Obeng-Ofori, D. dan Reichmuth, Ch. 1997. Bioactivity of eugenol, a major component of essential oil of *Ocimum suave* (Wild.) against four species of stored-product Coleoptera. *Int. J. Pest Manage.* **43**: 89-94.
- Oyedele, A.O., Gbolade, A.A., Sosan, M.B., Adewoyin, F.B., Soyelu, O.L. dan Orafidiya, O.O. 2002. Formulation of an effective mosquito-repellent topical product from Lemongrass oil. *Phytomedicine.* **9**:259-262.
- Psillakis, E. dan Kalogerakis, N. 2001. Application of the solvent microextraction to the analysis of nitroaromatic explosives in water samples. *Journal of Chromatography A.* **907**: 211-219
- Ranjith, A.M. 2007. An inexpensive olfactometer and wind tunnel for *Trichogramma chilonis* Ishii (Trichogrammatidae: Hymenoptera). *Journal of Tropical Agriculture* **45** (1-2): 63-65.
- Reza Fahlevi, K. 2011. Harga Minyak Nilam Naik. *Majalah Medan Bisnes*. 24 September.

- Rohloff, J. 1999. Monoterpene composition of essential oil from peppermint (*Mentha x piperita* L.) with regard to leaf position using solid phase microextraction and gas-chromatography/mass spectrometry analysis. *J. Agric. Food Chem.* **47**:3782-3786.
- Rusli, S. dan Hermani. 2000. Pengolahan Hasil Tanaman Minyak Atsiri. *Prosiding Teknologi Pengolahan Hasil Tanaman Perkebunan*. Puslitbangun. 223-224.
- Sanagi, M. M. 1998. *Teknik pemisahan dalam analisis kimia*. 2<sup>nd</sup> ed. Malaysia: Universiti Teknologi Malaysia.
- Santoso, H.B. 1990. *Nilam bahan industri wewangian*. Reprint. Yogyakarta: Penerbit Kanisius.
- Sefidkon, F., Abbasi, K., Jamzad, Z. dan Ahmadi, S. 2007. The effect of distillation methods and stage of plant growth on the essential oil content and composition of *Satureja rechingeri* Jamzad. *Journal of Food Chemistry*. **100**: 1054-1058.
- Sekhar, G.C. 2005. *Unit operations in chemical engineering (theory and problems)*. Singapore: Pearson Education Private Limited.
- Sharma, K.R. 2007. *Principles of mass transfer*. New Delhi: Prentice-Hall of India Private Limited.
- Silva, W.J., Doria, G.A.A., Maia, R.T., Nunes, R.S., Carvalho, G.A., Blank, A.F., Alves, P.B., Marcal, R.M. dan Cavalcanti, S.C.H. 2008. Effects of essential oils on *Aedes aegypti* larvae: Alternatives to environmentally safe insecticides. *Journal of Bioresource Technology*. **99**: 3251-3255.
- Sinar Harian*. 2011. 13 Desember. Perangkap Tikus Berjaya.
- Sineiro, J., Dominguez, H., Nunez, M. J. and Lema, J. M. 1998. Optimization of the enzymatic treatment during aqueous oil extraction from sunflower seeds. *Journal of Food Chemistry*. **61** (4):467-474.
- Singleton, G.R., Sudarmaji, Jacob, J. dan Krebs, C.J. 2005. Integrated management to reduce rodent damage to lowland rice crops in Indonesia. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. **107**:75-82.
- Singh, M., Sharma, S. dan Ramesh, S. 2002. Herbage, oil yield and oil quality of patchouli [*Pogostemon cablin* (Blanco) Benth.] influenced by irrigation, organic mulch and nitrogen application in semi-arid tropical climate. *Journal of Industrial Crops and Products*. **16**: 101-107.
- Sinha, C., Seth, K., Islam, F., Chaturvedi, R.K., Shukla, S., Mathur, N., Srivastava, N., Agrawal, A.K. 2006. Behavioral and neurochemical effects induced by pyrethroid-based mosquito repellent exposure in rat offsprings during prenatal and early postnatal period. *Neurotoxicology and Teratology*. **28**:472-481.



- Solymar, B. 2001. Rodent Management on Farms and in New Tree Planting to Prevent Accidental Poisonings of Raptors and Other Non-Target Wildlife (online). *Ontario Barn Owl Recovery Project*. [http://www.bsc-eoc.org/download/RodentManagement on Farms](http://www.bsc-eoc.org/download/RodentManagement%20on%20Farms) (3 September 2011).
- Srikrishna, A. dan Satyanarayana, G. 2005. An enantiospecific total synthesis of (-) – patchouli alcohol. *Journal of Tetrahedron: Asymmetry*. **16**: 3992-3997
- Su, H.J., Chao, C.J., Chang, H.Y. dan Wu, P.C. 2007. The effects of evaporating essential oils on indoor air quality. *Journal of Atmospheric Environment*. **41**: 1230-1236.
- Sudaryani, T. dan Sugiharti, E. 1998. *Budidaya dan Penyulingan Nilam*. Penebar Swasdaya. Jakarta.
- Syukur, C. dan Nuryani, Y. 1998. Plasma Nutfah. *Monograf Nilam* **5**:24-32.
- The Star*. 2010. 22 Ogos. Leptospirosis.
- Tholl, D. 2006. Terpene synthases and the regulation, diversity and biological roles of terpene metabolism. *Curr. Opin. Plant Biol.* **9**:297–304.
- Tuni, I. dan Sahinkaya, S. 1998. Sensitivity of two greenhouse pests to vapours of essential oils. *Entomol. Exp. Appl.* **86**:183-187.
- Um, M.J., Yun, H., Jeong, C.S. dan Heo, J.H. 2011. Factor analysis and multiple regression between topography and precipitation on Jeju Island, Korea. *Journal of Hydrology*. **410**: 189-203.
- Vernet-Maury, E., Polak, E.H. dan Demael, A. 1984. Structure-activity relationship of stressinducing odorants in the rat. *J. Chem. Ecol.* **10**:1007-1018.
- Wallace, D.G., Gorny, B. dan Wishaw, I.Q. 2002. Rats can track odors, other rats, and themselves: implications for the study of spatial behavior. *Journal of Behavioural Brain Research*. **131**: 185-192.
- Wang, Y., Kruzik, P., Helsberg, A., Helsberg, I. dan Rausch, W.D. 2007. Pesticide poisoning in domestic animals and livestock in Austria: A 6 years retrospective study. *Forensic Science International*. **169**: 157-160.
- Weschler, C.J. 2000. Ozone in indoor environments: concentration and chemistry. *Indoor Air*. **10**: 269-288.
- Whishaw, I.Q dan Kolb, B. 2005. *The behavior of the laboratory rat. A handbook with tests*. Canada: Oxford University Press.
- Wood, B.J. dan Fee, C.G. 2003. A critical review of the development of rat control in Malaysian agriculture since the 1960s. *Journal of Crop Protection*. **22**: 445-461.

- Wu, J., Lu, X., Tang, W., Kong, H., Zhou, S. dan Xu, G. 2004. Application of comprehensive two-dimensional gas chromatography-time-of-flight mass spectrometry in the analysis of volatile oil of traditional Chinese medicines. *Journal of Chromatography A*. **1034**: 199-205.
- Yuhono, J.T. dan Suhirman, S. 2007. *Strategi peningkatan rendemen dan mutu minyak dalam agribisnis nilam*. Balai Penelitian Tanaman Obat dan Aromatik. 30-43.
- Zambonin, C. G., Quinto, M., Vietro, N. D. dan Palmisano, F. 2004. Solid-phase microextraction – gas chromatography mass spectrometry: A fast and simple screening method for the assessment of organophosphorus pesticides residues in wine and fruit juices. *Food Chemistry*. **86**: 269-274.
- Zhao, Z., Lu, J., Leung, K., Chan, C.L. dan Jiang, Z.H. 2005. Determination of patchoulic alcohol in herba Pogostemonis by GC-MS-MS. *Journal of Chemical Pharmaceutical Bull.* **53**(7): 856-860.
- Zhu, B.C.R., Henderson, G., Yu, Y. dan Laine, R.A. 2003. Toxicity and repellency of patchouli oil and patchouli alcohol against *Formosan Subterranean Termites Coptotermes formosanus Shiraki (Isoptera: Rhinotermitidae)*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. **51**: 4585-4588.
- Zion, P.L.K., Pursell, C.J., Booth, R.S. dan VanTilburg, A.N. 2009. Evaporation rates of pure hydrocarbon liquids under the influences of natural convection and diffusion. *International Journal of Heat and Mass Transfer*. **52**: 3305-3313.



UMP



**iii) Peratus hasil ekstrak**

a. 
$$\text{Peratus hasil} = \frac{\text{Berat minyak patchouli ekstrak}}{\text{Berat sampel patchouli kering}} \times 100\%$$

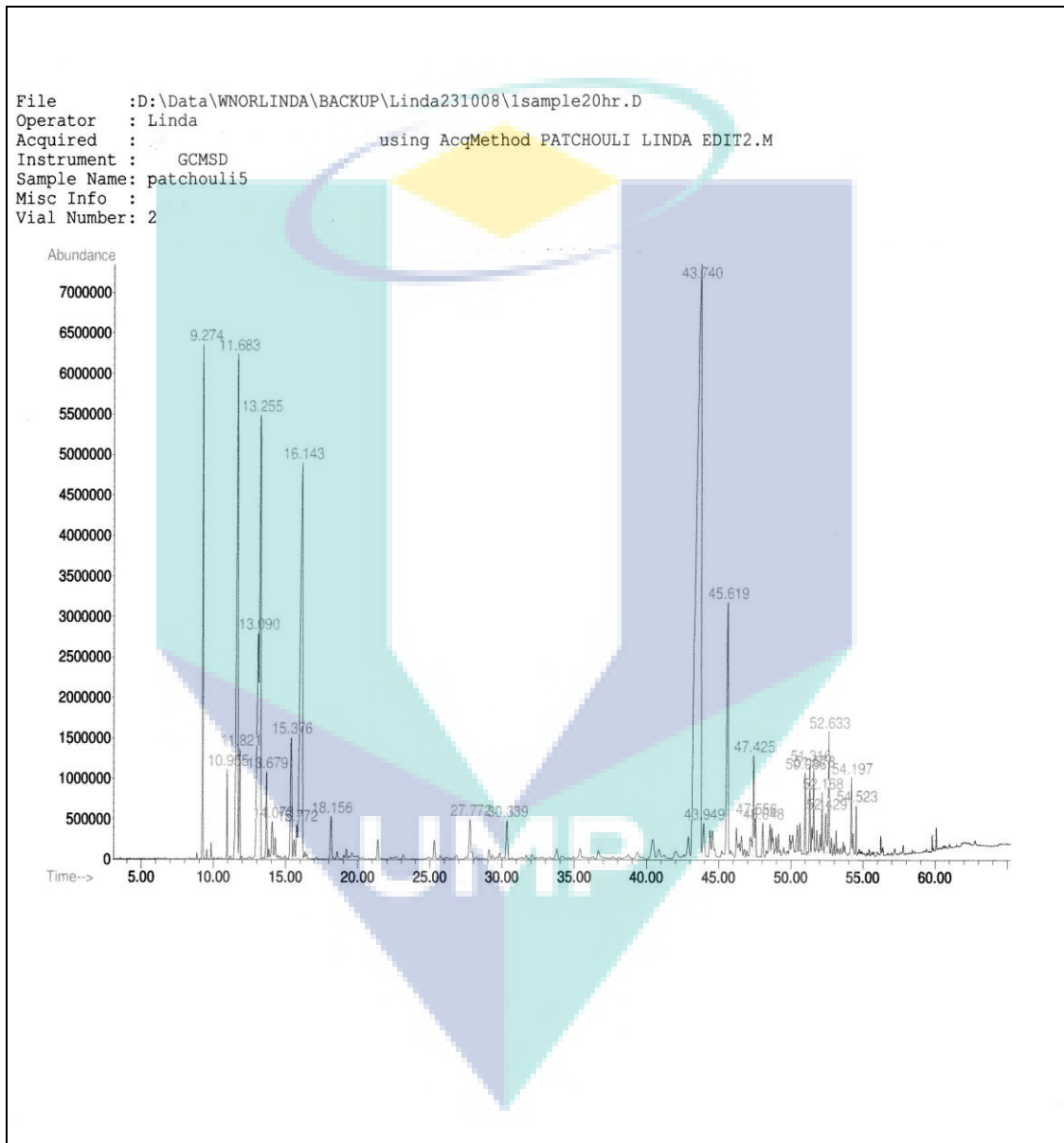
**b. Pengiraan peratus hasil ekstrak patchouli**

Masa (Jam)	Hasil Ekstrak Patchouli (g/g)
4	1.140 %
8	0.690 %
12	0.335 %
16	0.206 %
20	0.095 %
24	0.031 %
28	0.001 %
32	0.000 %

The image contains a large, semi-transparent watermark of the UMP logo, which is a shield-shaped emblem with the letters 'UMP' in the center. The watermark is positioned behind the table and extends across the lower half of the page.

**LAMPIRAN B**  
**DATA ANALISIS KOMPONEN AKTIF**

**i. Kromatogram Komponen Aktif Minyak Patchouli**



## Library Search Report

Data Path : D:\Data\WNORLINDA\BACKUP\Linda231008\  
 Data File :  
 Acq On :  
 Operator : Linda  
 Sample : patchouli5  
 Misc :  
 ALS Vial : 2 Sample Multiplier: 1

Search Libraries: C:\Database\NIST05a.L Minimum Quality: 0

Unknown Spectrum: Apex  
 Integration Events: ChemStation Integrator - autoint1.e

PK#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
1	9.272	5.66	C:\Database\NIST05a.L 4,7-Methanoazulene, 1,2,3,4,5,6,7, 8-octahydro-1,4,9,9-tetramethyl-, [1S-(1.alpha.,4.alpha.,7.alpha.)]- 4,7-Methanoazulene, 1,2,3,4,5,6,7, 8-octahydro-1,4,9,9-tetramethyl-, [1S-(1.alpha.,4.alpha.,7.alpha.)]- 4,7-Methanoazulene, 1,2,3,4,5,6,7, 8-octahydro-1,4,9,9-tetramethyl-, [1S-(1.alpha.,4.alpha.,7.alpha.)]-	60014 60012 60013	000514-51-2 000514-51-2 000514-51-2	99 94 94
2	10.960	0.82	C:\Database\NIST05a.L Cyclopropanecarboxylic acid, 2,2-d imethyl-3-(2-methyl-1-propenyl)-, 2-methyl-4-oxo-3-(2-pentenyl)-2-cy clopten-1-yl ester, [1R-[1.alpha .S*(Z)],3.beta.]]- p-Menth-3-en-9-ol Benzene-1,2,3-triamine	142588 25547 9798	004466-14-2 015714-10-0 1000316-45-3	50 50 43
3	11.686	10.22	C:\Database\NIST05a.L Azulene, 1,2,3,4,5,6,7,8-octahydro -1,4-dimethyl-7-(1-methylethenyl)- , [1S-(1.alpha.,4.alpha.,7.alpha.) ]- Azulene, 1,2,3,4,5,6,7,8-octahydro -1,4-dimethyl-7-(1-methylethenyl)- , [1S-(1.alpha.,4.alpha.,7.alpha.) ]- Azulene, 1,2,3,4,5,6,7,8-octahydro -1,4-dimethyl-7-(1-methylethenyl)- , [1S-(1.alpha.,4.alpha.,7.alpha.) ]-	60026 60027 60028	003691-12-1 003691-12-1 003691-12-1	99 99 91
4	11.825	1.32	C:\Database\NIST05a.L Caryophyllene Caryophyllene Caryophyllene	59797 59802 59800	000087-44-5 000087-44-5 000087-44-5	99 97 93
5	13.085	5.08	C:\Database\NIST05a.L 1H-3a,7-Methanoazulene, 2,3,6,7,8, 8a-hexahydro-1,4,9,9-tetramethyl-, (1.alpha.,3a.alpha.,7.alpha.,8a.b eta.)- 1H-3a,7-Methanoazulene, 2,3,6,7,8, 8a-hexahydro-1,4,9,9-tetramethyl-, (1.alpha.,3a.alpha.,7.alpha.,8a.b eta.)- 1-Cycloheptene, 1,4-dimethyl-3-(2- methyl-1-propene-1-yl)-4-vinyl-	60042 60044 59937	000560-32-7 000560-32-7 1000159-38-6	93 90 76
6	13.256	7.77	C:\Database\NIST05a.L Oxepine, 2,7-dimethyl- Hydrazine, 1-methyl-1-phenyl- Pyrazole, 1-vinyl-3,5-dimethyl-	9636 9535 9564	001487-99-6 000618-40-6 015967-75-6	49 43 43
7	13.683	0.95	C:\Database\NIST05a.L Patchoulene 1H-Cycloprop[e]azulene, 1a,2,3,4,4	59793 60090	001405-16-9 000489-40-7	99 98

## Library Search Report

Data Path : D:\Data\WNORLINDA\BACKUP\Linda231008\  
 Data File :  
 Acq On :  
 Operator : Linda  
 Sample : patchouli5  
 Misc :  
 ALS Vial : 2 Sample Multiplier: 1

Search Libraries: C:\Database\NIST05a.L Minimum Quality: 0

Unknown Spectrum: Apex  
 Integration Events: ChemStation Integrator - autoint1.e

Pk#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
			a,5,6,7b-octahydro-1,1,4,7-tetrame thyl-, [1aR-(1a.alpha.,4.alpha.,4a .beta.,7b.alpha.)]-			
			1H-Cycloprop[e]azulene, 1a,2,3,4,4	60084	000489-40-7 95	
			a,5,6,7b-octahydro-1,1,4,7-tetrame thyl-, [1aR-(1a.alpha.,4.alpha.,4a .beta.,7b.alpha.)]-			
8	14.068	0.59	C:\Database\NIST05a.L			
			cis-.alpha.-Bisabolene	59850	029837-07-8 80	
			cis-(-)-2,4a,5,6,9a-Hexahydro-3,5, 5,9-tetramethyl(1H)benzocyclohepte ne	59956	1000104-20-1 62	
			Humulen-(v1)	59795	1000159-39-4 49	
9	15.371	2.20	C:\Database\NIST05a.L			
			Cedrene-V6	59786	1000162-76-8 96	
			Caryophyllene-(I1)	59838	1000158-18-5 93	
			Aciphyllene	59792	087745-31-1 90	
10	15.777	0.47	C:\Database\NIST05a.L			
			1H-Cycloprop[e]azulene, 1a,2,3,4,4	60090	000489-40-7 99	
			a,5,6,7b-octahydro-1,1,4,7-tetrame thyl-, [1aR-(1a.alpha.,4.alpha.,4a .beta.,7b.alpha.)]-			
			Patchoulene	59793	001405-16-9 99	
			1H-Cycloprop[e]azulene, decahydro- 1,1,7-trimethyl-4-methylene-, [1aR -(1a.alpha.,4a.beta.,7.alpha.,7a.b eta.,7b.alpha.)]-	60075	025246-27-9 98	
11	16.140	12.28	C:\Database\NIST05a.L			
			Azulene, 1,2,3,5,6,7,8,8a-octahydr o-1,4-dimethyl-7-(1-methylethenyl) -, [1S-(1.alpha.,7.alpha.,8a.beta. )]-	60033	003691-11-0 99	
			Azulene, 1,2,3,5,6,7,8,8a-octahydr o-1,4-dimethyl-7-(1-methylethenyl) -, [1S-(1.alpha.,7.alpha.,8a.beta. )]-	60035	003691-11-0 94	
			Azulene, 1,2,3,5,6,7,8,8a-octahydr o-1,4-dimethyl-7-(1-methylethenyl) -, [1S-(1.alpha.,7.alpha.,8a.beta. )]-	60034	003691-11-0 90	
12	18.159	0.69	C:\Database\NIST05a.L			
			Cycloisolongifolene, 8,9-dehydro-	58528	1000151-28-0 41	
			1,2,4-Metheno-1H-cyclobuta[b]cyclo penta[d]furan, 2,2a,3a,4,6a,6b-hex ahydro-3a-methyl-	29519	078323-74-7 38	
			Neoisolongifolene, 8,9-dehydro-	58527	067517-14-0 25	
13	27.773	0.82	C:\Database\NIST05a.L			
			Alloaromadendrene oxide-(1)	71377	1000156-12-8 32	
			Ledol	72882	000577-27-5 25	
			Caryophyllene oxide	71350	001139-30-6 25	
14	30.337	0.73	C:\Database\NIST05a.L			
			Caryophyllene oxide	71353	001139-30-6 91	

## Library Search Report

Data Path : D:\Data\WNORLINDA\BACKUP\Linda231008\  
 Data File :  
 Acq On :  
 Operator : Linda  
 Sample : patchouli5  
 Misc :  
 ALS Vial : 2 Sample Multiplier: 1

Search Libraries: C:\Database\NIST05a.L Minimum Quality: 0

Unknown Spectrum: Apex  
 Integration Events: ChemStation Integrator - autoint1.e

Pk#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
			Caryophyllene oxide	71352	001139-30-6	49
			1,7-Octadiene, 2,7-dimethyl-3,6-bis(methylene)-	30903	016714-60-6	42
15	43.743	36.38	C:\Database\NIST05a.L			
			Patchouli alcohol	72910	005986-55-0	99
			Patchouli alcohol	72914	005986-55-0	99
			Patchouli alcohol	72916	005986-55-0	95
16	43.945	0.69	C:\Database\NIST05a.L			
			6-Isopropenyl-4,8a-dimethyl-1,2,3,5,6,7,8,8a-octahydro-naphthalen-2-ol	71438	1000189-10-2	14
			2,3,4-Trifluorobenzoic acid, nonyl ester	125896	1000283-00-2	14
			1,8-Naphthyridin-2-amine, 7-methyl	29349	001568-93-0	14
17	45.623	4.42	C:\Database\NIST05a.L			
			Naphthalene, 1,2,3,5,6,7,8,8a-octahydro-1,8a-dimethyl-7-(1-methylethenyl)-, [1R-(1.alpha.,7.beta.,8a.alpha.)]-	60047	004630-07-3	64
			Azulene, 1,2,3,5,6,7,8,8a-octahydro-1,4-dimethyl-7-(1-methylethenyl)-, [1S-(1.alpha.,7.alpha.,8a.beta.)]-	60033	003691-11-0	52
			Naphthalene, decahydro-4a-methyl-1-methylene-7-(1-methylethenyl)-, [4aR-(4a.alpha.,7.alpha.,8a.beta.)]	60015	017066-67-0	52
18	47.428	1.39	C:\Database\NIST05a.L			
			2(1H)-Naphthalenone, 3,5,6,7,8,8a-hexahydro-4,8a-dimethyl-6-(1-methylethenyl)-	69976	1000188-66-5	60
			2H-Cyclopropa[a]naphthalen-2-one, 1,1a,4,5,6,7,7a,7b-octahydro-1,1,7,7a-tetramethyl-, (1a.alpha.,7.alpha.,7a.alpha.,7b.alpha.)-	69993	006831-17-0	49
			2(3H)-Naphthalenone, 4,4a,5,6,7,8-hexahydro-4a,5-dimethyl-3-(1-methylethenylidene)=, (4a=cis)=	69988	019598-45-9	46
19	47.556	0.52	C:\Database\NIST05a.L			
			Ledene oxide-(II)	71337	1000159-36-7	55
			1H-Cycloprop[e]azulen-7-ol, decahydro-1,1,7-trimethyl-4-methylene-, [1a-(1a.alpha.,4a.alpha.,7.beta.,7a.beta.,7b.alpha.)]-	71465	006750-60-3	50
			1,7,7-Trimethyl-2-vinylbicyclo[2.2.1]hept-2-ene	30905	130930-56-2	50
20	48.047	0.43	C:\Database\NIST05a.L			
			3-(2-Isopropyl-5-methylphenyl)-2-methylpropionic acid	71230	005451-67-2	64
			Benzene, 1,3,5-tris(1-methylethyl)	59875	000717-74-8	47
			Benzene, p-di-tert-pentyl-	70016	003373-10-2	43
21	50.985	0.87	C:\Database\NIST05a.L			
			Isoaromadendrene epoxide	71364	1000159-36-6	38



## Library Search Report

Data Path : D:\Data\WNORLINDA\BACKUP\Linda231008\  
 Data File :  
 Acq On :  
 Operator : Linda  
 Sample : patchouli5  
 Misc :  
 ALS Vial : 2 Sample Multiplier: 1

Search Libraries: C:\Database\NIST05a.L Minimum Quality: 0

Unknown Spectrum: Apex  
 Integration Events: ChemStation Integrator - autoint1.e

PK#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
			Cyclohexane, 1,5-diethenyl-3-methyl-2-methylene-, (1.alpha.,3.alpha.,5.alpha.)-Caryophyllene oxide	30919	074742-35-1	35
22	51.316	0.97	C:\Database\NIST05a.L Naphthalene, decahydro-4a-methyl-1-methylene-7-(1-methylethenyl)-, [4aR-(4a.alpha.,7.alpha.,8a.beta.)]1H-Cycloprop[e]azulene, 1a,2,3,5,6,7,7a,7b-octahydro-1,1,4,7-tetramethyl-, [1aR-(1a.alpha.,7.alpha.,7a.beta.,7b.alpha.)]-Eudesma-4(14),11-diene	60015 60081 59851	017066-67-0 021747-46-6 1000152-04-3	74 64 58
23	51.583	0.89	C:\Database\NIST05a.L 3-Nonen-5-one 3-Hexen-2-one 7-Oxabicyclo[4.1.0]heptan-2-one, 4,4,6-trimethyl-	18014 3101 26581	082456-34-6 000763-93-9 010276-21-8	46 43 43
24	52.171	0.66	C:\Database\NIST05a.L 4,6,6-Trimethyl-2-(3-methylbuta-1,3-dienyl)-3-oxatricyclo[5.1.0.0(2,4)]octane Bicyclo[4.3.0]nonane, 7-methylene-2,4,4-trimethyl-2-vinyl-1H-3a,7-Methanoazulene, octahydro-1,4,9,9-tetramethyl-	69975 59915 61560	1000190-22-2 1000156-11-9 025491-20-7	60 50 46
25	52.427	0.67	C:\Database\NIST05a.L Caryophyllene oxide Cyclohexane, 1,5-diethenyl-3-methyl-2-methylene-, (1.alpha.,3.alpha.,5.alpha.)-Bicyclo[5.2.0]nonane, 4-methylene-2,8,8-trimethyl-2-vinyl-	71352 30919 59916	001139-30-6 074742-35-1 1000159-38-2	64 56 46
26	52.630	1.35	C:\Database\NIST05a.L m-Tolyl isothiocyanate N,N,2,4-Tetramethylaniline m-Tolyl isothiocyanate	22601 22424 22600	000621-30-7 000769-53-9 000621-30-7	43 43 38
27	54.200	0.76	C:\Database\NIST05a.L Cyclohexane, 1-ethenyl-1-methyl-2,4-bis(1-methylethenyl)-, [1S-(1.alpha.,2.beta.,4.beta.)]-Caryophyllene 4-Hexadecen-6-yne, (Z)-	60003 59802 71496	000515-13-9 000087-44-5 074744-54-0	49 43 35
28	54.521	0.42	C:\Database\NIST05a.L Cyclopentaneacetaldehyde, 2-formyl-3-methyl-.alpha.-methylene-(E)-3(10)-Caren-4-ol 3,5-Octadien-2-one	33324 24055 10155	005951-57-5 001753-35-1 038284-27-4	50 41 35

ii. Data Analisis Kandungan *Patchouli Alcohol*

<b>Sampel</b>	<b>Peak</b>	<b>RT</b>	<b>Area (%)</b>	<b>Library/ID</b>	<b>Ref</b>	<b>CAS</b>	<b>Qual</b>
4 Jam 1	17	43.743	32.0678	<i>Patchouli alcohol</i>	72914	005986-55-0	99
4 Jam 2	10	43.764	40.8083	<i>Patchouli alcohol</i>	72914	005986-55-0	99
4 Jam 3	11	43.774	39.3440	<i>Patchouli alcohol</i>	72910	005986-55-0	99
		<b>Purata</b>	<b>37.4067</b>				
8 Jam 1	16	43.860	46.3476	<i>Patchouli alcohol</i>	72916	005986-55-0	99
8 Jam 2	19	44.052	43.3857	<i>Patchouli alcohol</i>	72916	005986-55-0	99
8 Jam 3	11	43.849	49.8216	<i>Patchouli alcohol</i>	72910	005986-55-0	99
		<b>Purata</b>	<b>46.5183</b>				
12 Jam 1	15	43.828	44.7598	<i>Patchouli alcohol</i>	72916	005986-55-0	99
12 Jam 2	21/22	43.689	37.6354	<i>Patchouli alcohol</i>	72914	005986-55-0	99
12 Jam 3	19	43.946	37.7483	<i>Patchouli alcohol</i>	72916	005986-55-0	99
		<b>Purata</b>	<b>40.04783</b>				
16 Jam 1	12	43.828	39.3907	<i>Patchouli alcohol</i>	72914	005986-55-0	99
16 Jam 2	14	43.946	41.5553	<i>Patchouli alcohol</i>	72910	005986-55-0	99
16 Jam 3	13	43.774	36.5735	<i>Patchouli alcohol</i>	72910	005986-55-0	99
		<b>Purata</b>	<b>39.17317</b>				

**LAMPIRAN C**  
**DATA PEMERUAPAN**

**Data Pemeruapan Minyak Patchouli**

**i) Analisis data *Patchouli Alcohol* (PA) bagi sampel 50 mg**

<b>Sampel</b>	<b>Masa (minit)</b>	<b>10</b>	<b>20</b>	<b>30</b>	<b>40</b>	<b>50</b>	<b>60</b>
<b>1</b>	<b>Berat Sebelum (mg)</b>	50.000	50.000	50.000	50.000	50.000	50.000
	<b>Berat Selepas (mg)</b>	49.604	49.244	49.139	48.746	48.165	48.013
	<b>PA Peak Area (%)</b>	11.201	11.524	13.875	14.705	14.067	14.432
<b>2</b>	<b>Berat Sebelum (mg)</b>	50.000	50.000	50.000	50.000	50.000	50.000
	<b>Berat Selepas (mg)</b>	49.573	49.237	49.102	48.684	48.205	48.011
	<b>PA Peak Area (%)</b>	10.958	11.641	12.964	14.259	14.538	14.105
<b>3</b>	<b>Berat Sebelum (mg)</b>	50.000	50.000	50.000	50.000	50.000	50.000
	<b>Berat Selepas (mg)</b>	49.511	49.268	49.098	48.761	48.195	48.008
	<b>PA Peak Area (%)</b>	10.431	10.151	12.593	13.813	14.102	14.254

ii) Analisis data *Patchouli Alcohol* (PA) bagi sampel 100 mg

Sampel	Masa (minit)	10	20	30	40	50	60
1	Berat Sebelum (mg)	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000
	Berat Selepas (mg)	99.512	99.325	99.133	98.654	98.166	97.981
	PA Peak Area (%)	11.246	12.245	14.203	14.867	14.736	14.902
2	Berat Sebelum (mg)	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000
	Berat Selepas (mg)	99.574	99.286	99.157	98.676	98.142	97.438
	PA Peak Area (%)	11.657	12.042	14.368	15.477	14.486	14.105
3	Berat Sebelum (mg)	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000
	Berat Selepas (mg)	99.497	99.201	99.198	98.615	98.153	97.863
	PA Peak Area (%)	10.226	11.251	13.204	12.937	15.142	14.732

iii) Analisis data *Patchouli Alcohol* (PA) bagi sampel 150 mg

Sampel	Masa (minit)	10	20	30	40	50	60
1	Berat Sebelum (mg)	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000
	Berat Selepas (mg)	149.531	149.255	149.143	148.504	148.357	148.025
	PA Peak Area (%)	13.362	15.915	16.917	17.553	19.367	19.589
2	Berat Sebelum (mg)	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000
	Berat Selepas (mg)	149.563	149.273	149.139	148.797	148.346	148.072
	PA Peak Area (%)	14.024	14.789	17.144	18.041	18.986	18.884
3	Berat Sebelum (mg)	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000
	Berat Selepas (mg)	149.572	149.267	149.132	148.569	148.391	147.967
	PA Peak Area (%)	12.700	13.648	16.654	17.689	18.403	18.731

iv) Analisis data *Patchouli Alcohol (PA)* bagi sampel 200 mg

Sampel	Masa (minit)	10	20	30	40	50	60
1	Berat Sebelum (mg)	200.000	200.000	200.000	200.000	200.000	200.000
	Berat Selepas (mg)	199.497	199.223	198.994	198.327	198.036	198.004
	PA Peak Area (%)	14.215	15.643	16.985	18.573	19.783	19.631
2	Berat Sebelum (mg)	200.000	200.000	200.000	200.000	200.000	200.000
	Berat Selepas (mg)	199.435	199.259	198.985	198.339	198.029	197.814
	PA Peak Area (%)	13.756	14.878	16.791	17.739	19.659	19.986
3	Berat Sebelum (mg)	200.000	200.000	200.000	200.000	200.000	200.000
	Berat Selepas (mg)	199.442	199.216	198.978	198.325	198.043	197.798
	PA Peak Area (%)	14.131	14.697	16.991	17.965	20.003	20.105

## v) Pengiraan kandungan PA (mg) yang meruap;

- a. Berat sebelum – selepas = Berat sampel Patchouli meruap (mg)
- b. Berat sampel Patchouli meruap x PA peak area (%) = Kandungan PA
- c. Jadual hasil pengiraan kandungan PA (mg) yang meruap;

Masa (min)	Kandungan PA pada 50 mg Patchouli oil (mg)			Purata	STDEV	Error
10	0.044	0.047	0.051	0.047	0.003	7.102
20	0.087	0.089	0.074	0.083	0.008	9.513
30	0.119	0.116	0.114	0.116	0.003	2.522
40	0.184	0.188	0.171	0.181	0.009	4.829
50	0.258	0.261	0.255	0.258	0.003	1.247
60	0.287	0.281	0.284	0.284	0.003	1.097

Masa (min)	Kandungan PA pada 100 mg Patchouli oil (mg)			Purata	STDEV	Error
10	0.055	0.050	0.051	0.052	0.003	5.106
20	0.083	0.086	0.090	0.086	0.004	4.206
30	0.123	0.121	0.106	0.117	0.009	8.077
40	0.200	0.205	0.179	0.195	0.014	7.028
50	0.270	0.269	0.280	0.273	0.006	2.118
60	0.301	0.361	0.315	0.326	0.032	9.727

Masa (min)	Kandungan PA pada 150 mg Patchouli oil (mg)			Purata	STDEV	Error
10	0.063	0.061	0.054	0.059	0.004	7.493
20	0.119	0.108	0.100	0.109	0.009	8.574
30	0.145	0.148	0.145	0.146	0.002	1.135
40	0.263	0.217	0.253	0.244	0.024	9.843
50	0.318	0.314	0.296	0.309	0.012	3.794
60	0.387	0.364	0.381	0.377	0.012	3.129

Masa (min)	Kandungan PA pada 200 mg Patchouli oil (mg)			Purata	STDEV	Error
10	0.072	0.078	0.079	0.076	0.004	5.206
20	0.122	0.110	0.115	0.116	0.006	4.896
30	0.171	0.170	0.174	0.172	0.002	1.017
40	0.311	0.295	0.301	0.302	0.008	2.683
50	0.389	0.387	0.391	0.389	0.002	0.530
60	0.392	0.437	0.443	0.424	0.028	6.571

**LAMPIRAN D**  
**DATA UJIKAJI TIKUS SAWAH**

**1. Data Umpan Makanan Terhadap Tikus Sawah**

**i) Umpan campuran sisa ekstrak patchouli**

Bil	Berat Subjek (g)	Pra-umpan 1		Pra-umpan 2		Pra-umpan 3		Umpan campuran (sisa ekstrak kosong)	
		Sebelum	Selepas 24 (jam)	Sebelum	Selepas (24 jam)	Sebelum	Selepas (24 jam)	Sebelum	Selepas (24 jam)
		Berat umpan (gram)		Berat umpan (gram)		Berat umpan (gram)		Berat umpan (gram)	
1	148.8	160.8	140.7	106.4	96.6	154.1	142.3	96.1	88.6
2	211.3	107.3	104.1	160.9	157.2	78.5	73.4	151.1	143.5
3	159.3	162.9	135.2	90.6	79.1	154.4	143.5	78.4	68.3
4	151.4	164.9	150.1	106.1	101.7	152.9	146.2	96.5	91.2
5	181.4	159.5	144.1	161.9	152.0	104.8	94.4	147.2	143.1
6	153.8	160.1	160.1	111.0	109.8	154.2	151.1	96.9	96.9
7	157.5	164.2	164.2	160.3	160.3	155.8	152.8	149.7	144.0

Berat umpan yang telah dimakan (g)						
Bil	Berat Subjek (g)	Pra-umpan 1 (g)	Pra-umpan 2 (g)	Pra-umpan 3 (g)	Purata Pra-umpan (g)	Umpan campuran sisa ekstrak patchouli kosong(g)
1	148.8	20.1	9.8	11.8	13.9	7.5
2	211.3	3.2	3.7	5.1	4.0	7.6
3	159.3	27.7	11.5	10.9	16.7	10.1
4	151.4	14.8	4.4	6.7	8.6	5.3
5	181.4	15.4	9.9	10.4	11.9	4.1
6	153.8	0.0	1.2	3.1	1.4	0.0
7	157.5	0.0	0.0	3.0	1.0	5.7

## ii) Umpan campuran minyak pati patchouli

Bil	Berat Subjek (g)	Pra-umpan 1		Pra-umpan 2		Pra-umpan 3		Umpan campuran (minyak ekstrak)	
		Sebelum	Selepas 24 (jam)	Sebelum	Selepas (24 jam)	Sebelum	Selepas (24 jam)	Sebelum	Selepas (24 jam)
		Berat umpan (gram)		Berat umpan (gram)		Berat umpan (gram)		Berat umpan (gram)	
1	145.2	165.7	147.6	152.8	136.3	144.2	121.3	169.4	169.4
2	153.3	142.6	140.5	153.4	143.8	162.5	156.3	134.6	134.6
3	149.5	148.1	141.2	160.1	154.3	146.3	134.9	148.5	148.5
4	156.7	153.4	153.3	165.6	158.2	145.9	137.4	163.1	163.1
5	209.6	150.9	148.2	159.4	147.8	156.8	142.9	143.2	143.2
6	203.8	163.4	151.9	162.7	148.1	153.1	142.8	142.4	142.4
7	172.4	158.8	152.4	146.8	136.5	157.6	149.2	165.3	165.3

Berat umpan yang telah dimakan (g)						
Bil	Berat Subjek (g)	Pra-umpan 1 (g)	Pra-umpan 2 (g)	Pra-umpan 3 (g)	Purata Pra-umpan (g)	Umpan campuran minyak ekstrak (g)
1	145.2	18.1	16.5	22.9	19.2	0.0
2	153.3	2.1	9.6	6.2	6.0	0.0
3	149.5	6.9	5.8	11.4	8.0	0.0
4	156.7	0.1	7.4	8.5	5.3	0.0
5	209.6	2.7	11.6	13.9	9.4	0.0
6	203.8	11.5	14.6	10.3	12.1	0.0
7	172.4	6.4	10.3	8.4	8.4	0.0



iii) Rekod gerakbalas keaktifan berdasarkan tingkahlaku/sifat

	Sifat/kelakuan	Subjek A	Subjek B	Subjek C	Subjek D	Subjek E	Subjek F	Subjek G
10 minit sebelum	Bergerak	/	/	/	/	/	/	/
	Bergerak Laju	/	/	/	/	/	/	/
	Makan umpan A	/	/	/	/	/	/	/
	Makan umpan B	/	/	/	/	/	/	/
	Menyapu kepala	/	/	/	/	/	/	/
	Menjilat badan	/	/	/	/	/	/	/
	Menghidu	/	/	/	/	/	/	/
	Sifat/kelakuan	Subjek A	Subjek B	Subjek C	Subjek D	Subjek E	Subjek F	Subjek G
10 minit ke-1	Bergerak	x	/	x	/	/	x	/
	Bergerak Laju	x	x	x	x	/	x	/
	Makan umpan A	x	x	x	x	x	x	x
	Makan umpan B	x	/	x	x	x	x	x
	Menyapu kepala	x	/	x	/	/	x	/
	Menjilat badan	x	x	x	x	/	x	/
	Menghidu	x	/	/	/	/	/	/
10 minit ke-2	Bergerak	/	x	x	/	/	/	/
	Bergerak Laju	x	x	x	x	/	x	x
	Makan umpan A	x	x	x	x	x	x	x
	Makan umpan B	x	/	x	x	x	x	x
	Menyapu kepala	/	x	x	/	/	x	/
	Menjilat badan	/	x	x	x	/	x	/
	Menghidu	/	/	x	/	/	x	x

iii) Sambungan rekod gerakbalas keaktifan berdasarkan tingkahlaku/sifat

	Sifat/kelakuan	Subjek A	Subjek B	Subjek C	Subjek D	Subjek E	Subjek F	Subjek G
10 minit ke-3	Bergerak Laju	x	x	x	x	/	x	x
	Makan umpan A	x	x	x	x	x	x	x
	Makan umpan B	/	/	x	x	x	x	x
	Menyapu kepala	x	/	x	/	/	x	/
	Menjilat badan	x	/	x	/	/	x	/
	Menghidu	/	/	x	/	/	/	/
10 minit ke-4	Bergerak	x	x	x	/	/	/	x
	Bergerak Laju	x	x	x	x	/	x	x
	Makan umpan A	x	x	x	x	x	x	x
	Makan umpan B	x	x	x	x	x	x	x
	Menyapu kepala	x	x	x	/	/	/	x
	Menjilat badan	x	x	x	/	x	x	/
10 minit ke-5	Menghidu	x	x	x	/	/	/	/
	Bergerak	x	x	x	/	/	x	x
	Bergerak Laju	x	x	x	x	/	x	x
	Makan umpan A	x	x	x	x	x	x	x
	Makan umpan B	x	x	x	x	x	x	x
	Menyapu kepala	x	x	x	/	x	x	/
10 minit ke-6	Menjilat badan	x	x	x	x	x	x	/
	Menghidu	x	x	x	/	/	/	x
	Bergerak	x	x	x	x	x	x	x
	Bergerak Laju	x	x	x	x	x	x	x
	Makan umpan A	x	x	x	x	x	x	x
	Makan umpan B	x	x	x	x	x	x	x

## iv) Data pilihan kawasan/zon berdasarkan zon

Masa (min)	Pilihan Zon	Subjek 1	Subjek 2	Subjek 3	Subjek 4	Subjek 5	Subjek 6	Subjek 7
10	Zon A	x	x	x	x	/	x	/
	Zon X	x	/	x	x	x	x	x
	Zon B	/	x	/	/	x	/	x
20	Zon A	x	x	x	x	x	x	x
	Zon X	x	x	x	/	x	x	x
	Zon B	/	/	/	x	/	/	/
30	Zon A	x	x	x	x	x	x	x
	Zon X	x	x	x	x	x	x	x
	Zon B	/	/	/	/	/	/	/
40	Zon A	x	x	x	x	x	x	x
	Zon X	x	x	x	x	x	x	x
	Zon B	/	/	/	/	/	/	/
50	Zon A	x	x	x	x	x	x	x
	Zon X	x	x	x	/	x	x	x
	Zon B	/	/	/	x	/	/	/
60	Zon A	x	x	x	x	x	x	x
	Zon X	x	x	x	/	x	x	/
	Zon B	/	/	/	x	/	/	x

## v) Perbandingan umpan makanan A dan B

Bil	Berat umpan A (g)	Berat umpan A (g)	Beza berat (g)	Berat umpan B (g)	Berat umpan B (g)	Beza berat (g)
	Sebelum	Selepas 1 jam		Sebelum	Selepas 1 jam	
Subjek A	303.6	303.6	0.0	290.1	289.3	0.8
Subjek B	317.7	317.7	0.0	291.4	291.4	0.0
Subjek C	301.3	301.3	0.0	291.7	291.7	0.0
Subjek D	304.6	304.6	0.0	300.1	300.1	0.0
Subjek E	321.4	321.4	0.0	312.1	312.1	0.0
Subjek F	332.2	332.2	0.0	304.1	304.1	0.0
Subjek G	323.3	323.3	0.0	319.6	318.4	1.2


 UMP

**LAMPIRAN E**  
**DATA MODEL ANALISIS**

i) Data Analisis Model Linear

<i>Regression Statistics</i>								
Multiple R	0.976066							
R Square	0.952706							
Adjusted R Square	0.948202							
Standard Error	0.026566							
Observations	24							
ANOVA								
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>			
Regression	2	0.298549585	0.149275	211.5145	1.22E-14			
Residual	21	0.014820596	0.000706					
Total	23	0.313370181						
	<i>Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>	<i>Lower 95.0%</i>	<i>Upper 95.0%</i>
Intercept	-0.093089	0.017319	-5.375043	0.000025	-0.129106	-0.057073	-0.129106	-0.057073
X Variable 1	0.006255	0.000318	19.698341	0.000000	0.005594	0.006915	0.005594	0.006915
X Variable 2	0.000574	0.000097	5.916445	0.000007	0.000372	0.000776	0.000372	0.000776

## Data Analisis Model Kuadratik

<i>Regression Statistics</i>								
Multiple R	0.99087672							
R Square	0.98183668							
Adjusted R Square	0.97679131							
Standard Error	0.01778239							
Observations	24							
<i>ANOVA</i>								
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>			
Regression	5	0.307678337	0.061536	194.6016	5.178E-15			
Residual	18	0.005691844	0.000316					
Total	23	0.313370181						
	<i>Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>	<i>Lower 95.0%</i>	<i>Upper 95.0%</i>
Intercept	0.045011	0.030413	1.480012	0.156160	-0.018883	0.108905	-0.018883	0.108905
X Variable 1	0.001855	0.001144	1.621497	0.122296	-0.000548	0.004258	-0.000548	0.004258
X Variable 2	-0.000682	0.000392	-1.738516	0.099195	-0.001505	0.000142	-0.001505	0.000142
X Variable 3	0.000032	0.000015	2.185503	0.042312	0.000001	0.000062	0.000001	0.000062
X Variable 4	0.000003	0.000001	1.782065	0.091616	0.000000	0.000006	0.000000	0.000006
X Variable 5	0.000017	0.000004	4.573486	0.000236	0.000009	0.000025	0.000009	0.000025

## ii) Perbandingan Data Eksperimen terhadap Data Anggaran

<b>Masa, x1</b>	<b>Berat, x2</b>	<b>Eksperimen Data (mg)</b>	<b>Model Linear (Data anggaran)</b>	<b>Model Kuadratik (Data anggaran)</b>
10	50	0.047	-0.0018	0.0478
20	50	0.083	0.0607	0.0846
30	50	0.116	0.1232	0.1278
40	50	0.181	0.1858	0.1773
50	50	0.258	0.2483	0.2331
60	50	0.284	0.3109	0.2954
10	100	0.052	0.0268	0.0418
20	100	0.086	0.0894	0.0873
30	100	0.117	0.1519	0.1392
40	100	0.195	0.2145	0.1974
50	100	0.273	0.2770	0.2619
60	100	0.326	0.3396	0.3328
10	150	0.059	0.0555	0.0488
20	150	0.109	0.1181	0.1030
30	150	0.146	0.1806	0.1635
40	150	0.244	0.2432	0.2304
50	150	0.309	0.3057	0.3037
60	150	0.377	0.3683	0.3833
10	200	0.076	0.0842	0.0687
20	200	0.116	0.1468	0.1316
30	200	0.172	0.2093	0.2008
40	200	0.302	0.2719	0.2764
50	200	0.389	0.3344	0.3583
60	200	0.424	0.3970	0.4466

**LAMPIRAN F**  
**SENARAI PERSIDANGAN DAN PENERBITAN**

Wnorlinda, M.N., Rosli Mohd Yunus dan Norazwina Zainol. Investigation on patchouli (*Pogostemon cablin*) as rat repellent against rice field rat. *Malaysian Technical Universities Conference on Engineering and Technology* (MNPIS) 23-24 November 2009, MS Garden, Kuantan, Pahang, Malaysia.

Wnorlinda, M.N., Rosli Mohd Yunus dan Norazwina Zainol. Study on the yield and quality of patchouli oil (*Pogostemon Cablin*). *23<sup>rd</sup> Symposium of Malaysian Chemical Engineers in conjunction with 3<sup>rd</sup> International Conference on Chemical & Bioprocess Engineering*. (SOMCHE-ICCBPE) 12-14 Ogos 2009. Universiti Malaysia Sabah.

Wnorlinda, M.N., Rosli Mohd Yunus, Norazwina Zainol and Badrulhadza Amzah. Study on the efficacy of patchouli extract as an environmental-friendly repellent for controlling rice field rat, *Rattus Argentiventer*. *2<sup>nd</sup> National Conference On Agro-Environment* 24 - 26 Mac 2009. The Putri Pacific, Johor Bharu.

Norazwina Zainol, Rosli Mohd Yunus and Wan Norlinda Roshana bt. Mohd Naw, RAT-AWAY: Rat Repellant Product from Patchouli Biomass, *Pameran Ekspo Peluang Perniagaan dan Usahasama Pelaburan Anjuran Kementerian Usahawan dan Koperasi* (MeCD) 24 - 25 Mei 2008. PWTC, Kuala Lumpur.

Norazwina Zainol, Rosli Mohd Yunus and Wan Norlinda Roshana bt. Mohd Naw, Rat-Away: Rat Repellant Product from Patchouli Biomass (Bronze), *Malaysia Technology Expo 2008 7TH Invention & Innovation Competition* 21 - 23 Februari 2008. PWTC, Kuala Lumpur.