

**BIONOMIK NYAMUK *Anopheles maculatus* (Theobald) DAN  
HUBUNGANNYA DALAM MENTRANSMISIKAN PENYAKIT MALARIA  
DI SUATU KAWASAN BANDAR DI PULAU PINANG, MALAYSIA**

**Oleh**

**MUHAMAD FIRDAUS BIN ASUAR**

**Satu disertasi yang diserahkan untuk memenuhi  
keperluan bagi  
Ijazah Sarjana Sains**

**APRIL 2009**



## **PENGHARGAAN**

Dengan nama Allah yang maha pengasih lagi maha penyayang lagi dengan kurnianya juga segala usaha dari mula sehingga akhir projek ini dapat diselesaikan.

Setinggi-setinggi penghargaan dan ucapan terima kasih diucapkan kepada Prof Madya Dr Zairi B. Jaal selaku penyelia saya sepanjang kajian ini dijalankan, diatas segala nasihat, bimbingan dan teguran yang diberikan disamping meluangkan masa, tenaga, keperluan menjalankan kajian dan bahan-bahan rujukan yang amat berguna semasa kajian ini dijalankan. Segala ilmu, pengetahuan dan pengalaman beliau amat dihargai .

Saya juga ingin merakamkan jutaan terima kasih kepada kedua ibu bapa diatas dorongan sepanjang kajian ini dijalankan dan ucapan terima kasih kepada kakitangan Unit Penyelidikan Kawalan Vektor (UPKV) terutamanya En Adanan, En Nasir dan semua yang terlibat. Ucapan terima kasih juga saya tujukan kepada Jabatan Kajicuaca Bayan Lepas, Pulau Pinang dan Jabatan Kesihatan Negeri Pulau Pinang diatas data kes malaria di Pulau Pinang yang banyak membantu di dalam penulisan tesis ini.

Kepada rakan-rakan seperjuangan, sahabat-sahabat yang banyak memberikan bantuan sepanjang kajian ini dijalankan, ucapan terima kasih yang tidak terhingga kepada anda. Tanpa bantuan sahabat-sahabat, mustahil bagi saya menyelesaikan kajian ini.

**Sekian Terima Kasih.**

MUHAMMAD FIRDAUS BIN ASUAR  
APRIL 2009

## SENARAI KANDUNGAN

## Muka Surat

Penghargaan	ii
Senarai Kandungan	iii
Senarai Rajah	vii
Senarai Jadual	ix
Senarai Plat	x
Senarai Lampiran	xi
Senarai Penerbitan dan Seminar	xii
Abstract	xiii
Abstrak	xv
<b>Bab 1: PENGENALAN</b>	<b>1</b>
<b>Bab 2: TINJAUAN BAHAN BACAAN</b>	<b>7</b>
2.1 Pengelasan dan taburan nyamuk <i>Anopheles</i>	7
2.2 Nyamuk <i>Anopheles</i> di Malaysia	8
2.3 Biologi nyamuk <i>Anopheles</i>	9
2.4 Kitar hidup nyamuk <i>Anopheles</i>	10
2.4.1 Peringkat telur	10
2.4.2 Peringkat larva	11
2.4.3 Peringkat pupa	12
2.4.4 Peringkat dewasa	13
2.5 <i>Anopheles</i> vektor	14
2.6 <i>Anopheles</i> bukan vektor	17
2.7 Kitar gigitan nyamuk <i>Anopheles</i>	20
2.8 Kelimpahan bermusim	22
2.9 Habitat larva nyamuk <i>Anopheles</i>	24
2.10 Kepentingan perubatan	28
2.11 Malaria	29

2.12	Kawalan nyamuk <i>Anopheles</i>	30
2.13	Insektisid	32
2.14	Dikloro Difenil Trikloretana (DDT)	34
2.15	Malathion	35
2.16	Permethrin	36
2.17	Kerintangan nyamuk <i>Anopheles</i>	37
<b>Bab 3: BAHAN DAN KAEDAH</b>		<b>39</b>
3.1	Lokasi Kajian	39
3.2	Data kejadian kes malaria di Pulau Pinang	41
3.3	Kaedah persampelan	41
3.3.1	Kaedah perangkap kelambu berumpankan lembu (Cow baited trap (CBT)).	42
3.3.2	Persampelan larva	44
3.4	Pengecaman nyamuk dewasa dan larva <i>Anopheles</i>	46
3.5	Pembedahan nyamuk bagi pengesanan parasit malaria.	47
3.6	Data hujan, suhu, kelembapan relatif dan halaju angin	47
3.7	Ujian bioasei	48
3.8	Kaedah ujian bioasei kit WHO	49
3.9	Analisis data	52

<b>Bab 4: KEPUTUSAN</b>	<b>56</b>
4.1 Kes malaria dan poplasi persampelan daripada Kementerian Kesihatan Malaysia, Pulau Pinang.	53
a) Bilangan kes mengikut peringkat umur	53
b) Jangkitan malaria mengikut spesies <i>Plasmodium</i> .	55
c) Kumpulan berisiko tinggi	55
d) Kes malaria mengikut klasifikasi	57
e) Kes malaria mengikut kewarganegaraan.	57
4.2 Ekologi nyamuk <i>Anopheles</i>	59
4.2.1 Faktor abiotik sepanjang tempoh kajian	59
a) Taburan hujan	59
b) Suhu	59
c) Kelembapan relatif	59
d) Kelajuan angin	59
4.2.2 Komposisi spesies <i>Anopheles</i> . di Bukit Gambir, Pulau Pinang	61
4.2.3 Habitat larva	64
4.2.4 Kelimpahan bermusim	71
4.2.5 Pembedahan untuk pengesanan kehadiran sporozoit dan oosista	75
4.2.6 Kitar gigitan	87
4.2.7 Korelasi diantara nyamuk <i>Anopheles</i> dan faktor abiotik	81
4.3 Status kerintangan nyamuk <i>Anopheles</i> di Bukit Gambir, Pulau Pinang	83

<b>Bab 5: PERBINCANGAN</b>	<b>87</b>
5.1 Kes Malaria di dalam populasi sampel	87
5.2 Ekologi nyamuk <i>Anopheles</i>	97
5.2.1 Faktor abiotik sepanjang tempoh kajian	97
5.2.2 Komposisi spesies <i>Anopheles</i> . di Bukit Gambir Pulau Pinang	99
5.2.3 Habitat larva	104
5.2.4 Kelimpahan bermusim	106
5.2.5 Kitar gigitan	111
5.2.6 Korelasi diantara nyamuk <i>Anopheles</i> dan faktor abiotik	114
5.3 Status kerintangan nyamuk <i>Anopheles</i> Di Bukit Gambir, Pulau Pinang	117
<b>6.0 KESIMPULAN DAN CADANGAN</b>	<b>120</b>
<b>7.0 RUJUKAN</b>	<b>123</b>
<b>8.0 LAMPIRAN</b>	<b>143</b>

## SENARAI RAJAH

Rajah 2.1: Topografi yang mempengaruhi habitat larva nyamuk <i>Anopheles</i> vektor	25
Rajah 3.1: Peta Bukit Gambir, di Daerah Timur Laut Pulau Pinang	40
Rajah 4.1: Taburan kes malaria (n = 102) sepanjang tahun 2006 di Daerah Timur Laut Pulau Pinang	54
Rajah 4.2: Jumlah kes malaria mengikut peringkat umur sepanjang tahun 2006 di Daerah Timur Laut, Pulau Pinang	54
Rajah 4.3: Jangkitan malaria mengikut spesies <i>Plasmodium</i> sepanjang tahun 2006 di Daerah Timur Laut, Pulau Pinang	56
Rajah 4.4: Jumlah kes malaria mengikut pekerjaan sepanjang tahun 2006 di Daerah Timur Laut Pulau Pinang.	56
Rajah 4.5: Kes jangkitan mengikut klasifikasi sepanjang tahun 2006 di Daerah Timur Laut, Pulau Pinang	58
Rajah 4.6: Kes malaria mengikut kewarganegaraan sepanjang tahun 2006 di Daerah Timur Laut, Pulau Pinang.	58
Rajah 4.7: Taburan hujan sepanjang tempoh kajian (Feb 06 – Mac 07)	60
Rajah 4.8: Suhu sepanjang tempoh kajian (Feb 06 – Mac 07)	60
Rajah 4.9: Kelembapan sepanjang tempoh kajian (Feb 06 – Mac 07)	61
Rajah 4.10: Kelajuan angin sepanjang tempoh kajian (Feb 06 – Mac 07)	61
Rajah 4.11: Kelimpahan bermusim <i>An. maculatus</i> (n = 3,872) sepanjang Feb 06 sehingga Mac 07 di Bukit Gambir, Pulau Pinang	72

Rajah 4.12: Kelimpahan bermusim <i>An. vagus</i> (n = 128) dan <i>An. ramsayi</i> (n = 7) sepanjang Feb 06 sehingga Mac07 di Bukit Gambir, Pulau Pinang	72
Rajah 4.13: Kelimpahan bermusim <i>An. barbirostris</i> (n = 107) dan <i>An. separatus</i> (n = 98) sepanjang Feb 06 sehingga Mac 07 di Bukit Gambir, Pulau Pinang	74
Rajah 4.14: Kelimpahan bermusim <i>An. umbrosus</i> (n = 31) dan <i>An. nigerrimus</i> (n = 3) sepanjang Feb 06 sehingga Mac 07 di Bukit Gambir Pulau Pinang	76
Rajah 4.15: Kitar gigitan <i>An. maculatus</i> (n = 3,872) sepanjang Feb 06 SehinggaMac 07 di Bukit Gambir, Pulau Pinang	78
Rajah 4.16: Kitar gigitan <i>An. vagus</i> (n = 128) dan <i>An. ramsayi</i> (n = 7) sepanjang Feb 06 sehingga Mac 07 di Bukit Gambir, Pulau Pinang	78
Rajah 4.17: Kitar gigitan <i>An. barbirostris</i> (n = 107) dan <i>An. separatus</i> (n = 98) sepanjang Feb 06 sehingga Mac 07 di Bukit Gambir, Pulau Pinang	80
Rajah 4.18: Kitar gigitan <i>An. umbrosus</i> (n = 31) dan <i>An. nigerrimus</i> (n = 3) sepanjang Feb 06 sehingga Mac 07 di Bukit Gambir Pulau Pinang	80
Rajah 4.19: Peratusan mortaliti <i>An. maculatus</i> (n = 300) selepas didedahkan selama satu jam kepada insektisid DDT 4%, malathion 5% dan permethrin 0.75% kemudian dibiarkan selama 24 jam	86

## SENARAI JADUAL

Jadual 4.1: Komposisi spesies <i>Anopheles</i> di Bukit Gambir dari Februari 2006 sehingga Mac 2007.	62
Jadual 4.2: Habitat larva nyamuk <i>Anopheles</i> dan jumlah persampelan larva <i>Anopheles</i> di Bukit Gambir sepanjang tempoh kajian.	65
Jadual 4.3: Status kerintangan nyamuk <i>An. maculatus</i> di Bukit Gambir, Pulau Pinang terhadap insektisid DDT 4%, malathion 5% dan permethrin 0.75%	85

## SENARAI PLAT

Plat 3.1: Tangkapan nyamuk dengan kaedah berumpukan lembu (CBT)	43
Plat 3.2: Tangkapan nyamuk menggunakan aspirator di dalam kelambu.	43
Plat 3.3 : Peralatan yang digunakan semasa persampelan larva	45
Plat 3.4: Kaedah persampelan larva menggunakan dipper	45
Plat 3.5: Peralatan yang digunakan untuk ujian kit WHO	51
Plat 4.1: Parit semulajadi di Bukit Gambir, Pulau Pinang	67
Plat 4.2: Kawasan takungan air lelehan bukit di Bukit Gambir, Pulau Pinang	67
Plat 4.3: Longkang buatan di Bukit Gambir, Pulau Pinang	69
Plat 4.4: Kawasan tebing sungai di Bukit Gambir Pulau Pinang	69
Plat 4.5: Kolam takungan air di Bukit Gambir Pulau Pinang	70

## SENARAI LAMPIRAN

A	Kaedah pembedahan nyamuk bagi pengesanan parasit malaria	143
B	Kaedah ujian bioesei kit WHO	144
C	Ujian normaliti terhadap spesies <i>Anopheles</i>	145
D	Ujian korelasi Pearson	146
E	Ujian korelasi Spearman	147
F	Data min suhu (°C), limpahan hujan (mm), kelembapan (%) dan halaju angin sepanjang tempoh kajian (Februari 2006 – Mac 2007)	148
G	Kes malaria yang dilaporkan di daerah Timur Laut dari tahun 2002 sehingga 2006	149
H	Kejadian kes malaria mengikut umur di daerah Timur Laut Pulau Pinang dari tahun 2004- 2006	149
I	Kes Malaria mengikut klasifikasi di daerah Timur Laut, Pulau Pinang	150
J	Kes malaria mengikut jenis pengesanan dan spesies <i>Plasmodium</i> yang dikesan	150
K	Ujian analisis probit 4% DDT	151
L	Ujian analisis probit 5% Malathion	152
M	Ujian analisis probit 0.75% Permethrin.	153

## SENARAI PENERBITAN DAN SEMINAR

1. **Muhamad Firdaus A.** & Zairi J. 2006. Seasonal abundance and biting cycle of *Anopheles maculatus* in Penang Island. In 43<sup>rd</sup> Annual Scientific Seminar Of MSPTM & Centenary Celebration Of The Royal Society Of Tropical Medicine and Hygiene (UK). (20-23 March 2006) organized by Malaysian Society of Parasitology and Tropical Medicine, Institute for Medical Research, Kuala Lumpur. P57 154
2. **Muhamad Firdaus A.** & Zairi J. 2007. Larval habitat of *An. Maculates* the main vector of Malaria on Penang Island. In 12<sup>th</sup> Biological Sciences Graduate Congress "Science Empowering Life" (17-19 December 2007) hosted by University of Malaya, in collaboration with National University of Singapore and Chulalongkorn University. P326. 155
3. **Muhamad Firdaus A.** & Zairi J. 2008. Seasonal abundance of *Anopheles* species on Penang Island, Malaysia. In 44<sup>th</sup> Annual Scientific Seminar "Impact of Climate Change on Tropical Diseases" (4-5 March 2008) organized by Malaysian Society of Parasitology and Tropical Medicine, Institute for Medical Research, Kuala Lumpur. P32 155
4. **Muhamad Firdaus A.** & Zairi J. 2008. Biting cycle of *Anopheles* species on Penang Island Malaysia. In 2<sup>th</sup> USM Penang International Postgraduate Convention 2008. (18-20 June 2008) organized by Universiti Sains Malaysia. P562 156
5. **Muhamad Firdaus A.** & Zairi J. 2008. Seasonal abundance of *Anopheles* species on Penang Island, Malaysia and its relationship with several parameters. In 6<sup>th</sup> Regional IMT-GT Uninet Conference "Sustaining Natural Resources Towards Enhancing the Quality of Life within the IMT-GT Zone" (28-30 August 2008) organized by Universiti Sains Malaysia. P411. 157

**BIONOMICS OF *Anopheles maculatus* (Theobald) AND ITS RELATIONSHIP IN  
TRANSMITTING MALARIA DISEASE IN AN URBAN AREA ON ON  
PENANG ISLAND, MALAYSIA.**

**ABSTRACT**

A study on a malaria outbreak in Bukit Gambir on the Southeast district of Penang Island was carried out for 14 months from February 2006 until March 2007. This study details the occurrence of malaria among the population according to age and profession. The age group between 21-30 years old recorded the highest malaria infection, while farm workers, rubber tappers, tourists, construction workers and illegal immigrants were the groups susceptible to the disease. A total of 80.93% of the malaria cases was caused by *Plasmodium vivax*, 15.69% by *P. falcifarum*, 0.98% by *P. malariae* and 2.94% by *P. vivax* and *P. falcifarum*. The malaria cases involved 10 citizenship including Malaysian, and the highest were among Indonesian comprising 69.90% of the total number of cases.

A study on the bionomics of *Anopheles* mosquitoes was also carried out. Throughout the study, seven *Anopheles* species were found namely *An. barbirostris* (2.52%), *An. separatus* (2.31%), *An. umbrosus* (0.68%), *An. nigerrimus* (0.08%), *An. maculatus* (91.23%), *An. vagus* (3.02 %) and *An. ramsayi* (0.16%). *Anopheles* larve were present in five habitats, ie. natural ditches, rivers, water reservoirss, hilly area and man made drains. *Anopheles* spp. bite throughout the night with several biting patterns. *Anopheles maculatus* shows its first biting peak at 2300 hours and the second peak at 0200 hours, while *An. vagus* bites throughout the night with the first biting peak at 2100 hours and the second peak at 0400 hours. *Anopheles separatus* displays the first biting

peak at 2100 and the second biting peak at 0300, *An. umbrosus* bites with the highest biting peak at 0200 and the second highest peak at 2200. *Anopheles ramsayi* was observed with two same biting peaks at 2000 and 0300 hours. *Anopheles barbirostris* shows three biting peaks, the highest at 0200 hours and the second peaks at 2000 and 0300. *Anopheles nigerrimus* does not bite throughout the night, this species was observed to bite only at 2300 hours. Seasonal abundance of *Anopheles* mosquitoes was closely related to rainfall abundance. The main vector, *An. maculatus* showed no resistance to DDT4% , Malathion 5% and Permethrin 0.75% .

**BIONOMIK NYAMUK *Anopheles maculatus* (Theobald) DAN HUBUNGANNYA  
DALAM MENTRANSMISIKAN PENYAKIT MALARIA DI KAWASAN BANDAR  
PULAU PINANG, MALAYSIA**

**ABSTRAK**

Suatu kajian mengenai kejadian kes malaria di Bukit Gambir, terletak di kawasan Daerah Timur Laut, Pulau Pinang telah dijalankan selama 14 bulan bermula dari Februari 2006 sehingga Mac 2007. Kajian ini meneliti bilangan kes malaria sepanjang tempoh kajian, peringkat umur mereka yang dijangkiti dan jenis pekerjaan mereka. Peringkat umur 21 tahun ke 30 tahun merupakan golongan yang paling tinggi dijangkiti malaria. Pekerja kebun, penoreh getah, pelancong, buruh binaan dan pendatang asing tanpa izin (PATI) merupakan golongan yang dikesan terdedah kepada jangkitan malaria. Sebanyak 80.93% kes jangkitan disebabkan oleh *Plasmodium vivax*, 15.69% oleh *P. falciparum*, 0.98% oleh *P. malariae* dan 2.94% adalah jangkitan campuran di antara *P. vivax* dan *P. falciparum*. Kes jangkitan malaria yang berlaku dikesan melibatkan kewarganegaraan daripada 10 buah negara termasuk Malaysia di mana kes tertinggi adalah di kalangan warganegara Indonesia sebanyak 69.60%.

Kajian mengenai bionomik nyamuk *Anopheles* juga dijalankan. Sebanyak tujuh spesies nyamuk *Anopheles* telah ditemui iaitu *An. barbirostris* (2.52%), *An. separatus* (2.31%), *An. umbrosus* (0.68%), *An. nigerrimus* (0.08%), *An. maculatus* (91.23%), *An. vagus* (3.02%) dan *An. ramsayi* (0.16%). Larva *Anopheles* ditemui pada lima jenis habitat iaitu di parit semulajadi aliran sungai, takungan air buatan, kawasan bukit dan longkang buatan. Dengan menggunakan kaedah kelambu berumpukan lembu didapati *Anopheles sp.* menggigit sepanjang malam dengan beberapa corak gigitan. *Anopheles maculatus* menunjukkan puncak pertama pada jam 2300 dan puncak kedua pada jam

0200, manakala *An. vagus* menggigit sepanjang malam dengan puncak pertama pada jam 2100 dan puncak kedua pada jam 0400. *Anopheles separatus* menggigit dengan puncak pertama pada jam 2100 dan puncak kedua pada jam 0300, *An. umbrosus* pula menggigit dengan puncak tertinggi pada jam 0200 dan puncak kedua tertinggi pada jam 2200. *Anopheles ramsayi* dikesan menunjukkan dua puncak gigitan yang sama iaitu pada jam 2000 dan 0300. *Anopheles barbirostris* pula menunjukkan tiga puncak gigitan iaitu yang tertinggi pada jam 0200 dan puncak kedua tertinggi pada jam 2000 dan 0300. *Anopheles nigerrimus* tidak menggigit sepanjang malam, spesies ini hanya dikesan menggigit pada jam 2300. Kebanyakan spesies *Anopheles* adalah zoofilik dan kelimpahan bermusim yang ditunjukkan oleh spesies adalah berkaitan rapat dengan jumlah curahan hujan. Status kerintangan yang ditunjukkan oleh vektor utama iaitu *An. maculatus* tidak menunjukkan sebarang kerintangan terhadap insektisid 4% DDT, 5% Malathion dan 0.75% Permethrin.

## 1.0 PENGENALAN

Penyakit bawaan vektor terutamanya yang ditransmisikan oleh nyamuk masih menjadi masalah kesihatan utama di kebanyakan negara di seluruh dunia. Nyamuk merupakan serangga vektor yang terpenting kerana ia banyak dikaitkan dengan kesihatan manusia (Tai, 2008). Nyamuk merupakan serangga yang terkenal sebagai penghisap darah manusia dan haiwan, samada mamalia, reptilia mahupun amfibia. Taburan geografi nyamuk adalah sangat luas, ia meliputi seluruh kawasan tropika, temperat dan terus menjelajah ke arah utara sehingga ke garisan artik (Service, 1980). Terdapat sebanyak 3,450 spesies nyamuk terkandung dalam 38 genera telah direkodkan di seluruh dunia. Nyamuk terbahagi kepada tiga subfamili iaitu *Toxorhynchitinae*, *Anophelinae* dan *Culicinae* (Service, 1980). Walaubagaimanapun, hanya dua subfamili sahaja iaitu *Anophelinae* dan *Culicinae* yang mempunyai kepentingan dari segi perubatan.

Berdasarkan tinjauan yang telah dijalankan oleh Unit Penyelidikan Kawalan Vektor (UPKV), Universiti Sains Malaysia pada tahun 1995, nyamuk masih menduduki tempat teratas di kalangan serangga yang dikategorikan sebagai perosak (Lee *et al.*, 1999). Nyamuk dikategorikan sebagai vektor kerana ia mampu mentransmisikan penyakit seperti ensefalitis B Jepun, filariasis, demam malaria, denggi dan denggi berdarah serta demam kuning (Service, 1980). Nyamuk memerlukan darah dalam proses pembentukan telur di mana protein di dalam darah akan dicernakan seterusnya digunakan untuk mengaktifkan proses pembentukan telur (Goma, 1966).

Malaysia yang terletak di dalam kawasan Asia Tenggara dengan keluasan 329,749 kilometer persegi dikenalpasti mempunyai ekologi yang sesuai untuk pembiakan dan perkembangan nyamuk (Scanlon & Esah, 1965). Ini adalah kerana, kedudukan geografi Malaysia di dalam zon Khatulistiwa menyediakan keadaan iklim tropika dengan suhu dan kelembapan yang amat tinggi yang sesuai untuk pembiakan dan perkembangan nyamuk. Menurut Abu Hassan & Che Salmah (1990), sebanyak 434 spesies nyamuk mewakili 20 genus telah direkodkan di Malaysia.

Terdapat lima genus nyamuk utama yang seringkali dikaitkan dengan penempatan manusia di negara ini iaitu *Anopheles*, *Aedes*, *Armigeres*, *Culex* dan *Mansonia*. Selain menjadi vektor kepada penyakit-penyakit tropika seperti deman denggi, malaria, filariasis dan ensefalitis B Jepun, gigitan nyamuk juga merupakan gangguan kepada manusia (Yap & Foo, 1984).

Penyakit yang ditransmisikan oleh nyamuk amat dipandang serius oleh pihak Kementerian Kesihatan Malaysia (KKM). Maka jutaan ringgit telah diperuntukkan bagi mengawal dan membasmi vektor ini daripada terus mengancam manusia. Pada tahun 2003 sahaja, KKM telah membelanjakan RM 4,927,555 untuk membeli racun serangga bagi mengawal populasi nyamuk di seluruh Malaysia (Kementerian Kesihatan Malaysia, 2003). Ini adalah kerana, penyakit-penyakit bawaan vektor seperti malaria, deman denggi, deman denggi berdarah dan chikungunya dikategorikan sebagai penyakit yang berbahaya yang boleh memudaratkan manusia dan boleh mengakibatkan maut.

Berdasarkan laporan Kementerian Kesihatan Malaysia melalui Rancangan Kawalan Penyakit-Penyakit Bawaan Vektor (2003), malaria masih lagi merupakan penyakit yang perlu diberi perhatian serius memandangkan masih lagi terdapat penduduk yang tinggal di kawasan pedalaman yang bermasalah dengan penyakit ini. Negeri-negeri yang bermasalah dengan kes malaria ialah Sabah, Sarawak, Johor, Pahang dan Perak. Bagi negeri-negeri lain pula kes malaria adalah terkawal. Walaubagaimanapun, kesan kedatangan warga asing tanpa izin terutamanya bagi mencari pekerjaan telah menyumbang kepada peningkatan kes malaria di Malaysia. Pada tahun 2003 sahaja sebanyak 1627 kes malaria dikesan di kalangan pendatang asing yang melibatkan 23 buah negara. Bagi tempoh tersebut sebanyak tujuh negara menunjukkan statistik yang tertinggi di dalam menyumbang kes malaria di negara ini iaitu Bangladesh, Filipina, India, Indonesia, Myanmar, Pakistan dan Thailand.

Perkataan malaria berasal daripada perkataan latin iaitu *mala* dan *aria* yang membawa maksud *mala* = buruk, *aria* = air (udara yang tercemar) (Cloudsley, 1976). Pada permulaan jangkitan penyakit ini dikenali, masyarakat beranggapan ia berpunca daripada pencemaran udara yang berlaku di kawasan paya. Namun kemajuan sains dan teknologi telah membuktikan bahawa penyakit ini berpunca daripada nyamuk daripada spesies *Anopheles* yang mentransmisikan parasit sewaktu menggigit perumah. Penyakit malaria merupakan salah satu penyakit tropika yang utama di dunia, 200 juta jangkitan di benua Afrika telah direkodkan dengan satu juta kematian setiap tahun (Manguin *et al.*, 2008).

Penyakit malaria tertabur secara meluas di antara latitud 60° Utara hingga 40° Selatan. Menurut Scanlon & Esah (1965), kawasan Asia Tenggara mempunyai julat toleransi yang luas dan ekologi yang baik, sesuai bagi membolehkan nyamuk berkembang dan membiak dengan jayanya. Walaubagaimanapun, Sandosham & Thomas (1982), menegaskan lazimnya penyakit ini tidak terdapat di kawasan yang melebihi 2,743 meter dari paras laut dan kawasan yang terlalu sejuk kerana parasit malaria tidak dapat hidup di dalam keadaan-keadaan tersebut.

Nyamuk *Anopheles* merupakan vektor utama dalam mentransmisikan penyakit malaria. Penyakit malaria disebabkan oleh sejenis parasit darah daripada kelas Sporozoida dari suborder Haemosporidina iaitu dalam genus *Plasmodium* (Stenley *et al.*, 1991). Spesies *Plasmodium* yang boleh menyebabkan malaria pada manusia adalah *P. falciparum*, *P. vivax*, *P. malariae* dan *P. ovale*. Hanya nyamuk dari genus *Anopheles* boleh mentransmisikan parasit *Plasmodium*.

Hanya sembilan spesies *Anopheles* sahaja yang dilaporkan mampu mentransmisikan penyakit malaria di Malaysia iaitu *Anopheles maculatus* (Theobald), *An. balabacensis* (Baisas), *An. dirus* (Peyton & Harrison), *An. letifer* (Sandosham), *An. campestris* (Reid), *An. sundaicus* (Rodenwaldt), *An. donaldi* (Reid), *An. leucosphyrus* (Donitz) dan *An. flavirostris* (Ludlow) (Mohamed Salleh, 1989).

Pengetahuan tentang biologi nyamuk amat penting untuk memastikan kaedah kawalan nyamuk vektor yang berkesan dalam usaha pembasmian penyakit bawaan vektor (Kadri, 1990).

Penggunaan insektisid merupakan antara kaedah utama yang digunakan. Walaubagaimanapun, penggunaan insektisid yang tidak terkawal boleh mendatangkan kesan sampingan terutamanya masalah kerintangan nyamuk terhadap insektisid dan kesan buruk kepada persekitaran. Perkembangan kerintangan yang meluas kepada insektisid seperti DDT, HCH dan dieldrin merupakan masalah yang dihadapi di kebanyakan negara di seluruh dunia dalam mengimplementasikan program kawalan vektor (WHO, 1976). Walaubagaimanapun, dengan penemuan insektisid baru oleh para saintis seperti kumpulan organofosfat, piretroid sintetik dan karbamat, kawalan nyamuk vektor di kebanyakan negara telah menunjukkan kejayaan.

Dalam usaha untuk memastikan kejayaan program kawalan nyamuk kebangsaan, pengetahuan yang terkini tentang bionomik nyamuk adalah penting untuk memastikan bahawa masalah kemunculan semula penyakit bawaan vektor ini dapat dikawal dengan berkesan. Oleh itu, dalam usaha mengawal penyakit bawaan vektor ini daripada terus merebak, maka pengetahuan lengkap berkenaan ekologi dan biologi nyamuk *Anopheles* seperti kelimpahan bermusim, kitar gigitan dan tahap kerintangan nyamuk tersebut harus diteliti semula. Namun begitu, untuk memastikan bahawa program kawalan nyamuk berjalan dengan lancar dan berkesan, maka penting untuk mendapat maklumat yang terkini mengenainya.

Oleh yang demikian, objektif kajian ini adalah untuk

- i. Menentukan corak kejadian malaria di Bukit Gambir, Pulau Pinang.
- ii. Menentukan komposisi spesies, kelimpahan bermusim dan puncak aktiviti gigitan nyamuk *Anopheles* yang terdapat di kawasan Bukit Gambir Daerah Timur Laut, Pulau Pinang.
- iii. Mengenalpasti habitat-habitat larva nyamuk *Anopheles* di persekitaran kawasan kajian.
- iv. Mengkaji status kerintangan nyamuk *Anopheles* terhadap 3 jenis insektisid dengan kepekatan piawai iaitu 4% DDT, 5% Malathion dan 0.75% Permethrin.

## 2.0 TINJAUAN BAHAN BACAAN

### 2.1 Pengelasan dan taburan nyamuk *Anopheles*

Berdasarkan Knight & Stone (1977) menyatakan pengelasan nyamuk *Anopheles* boleh dikelaskan seperti berikut:

<b>Filum</b>	: Arthropoda
<b>Kelas</b>	: Insecta
<b>Order</b>	: Diptera
<b>Famili</b>	: Culicidae
<b>Subfamili</b>	: Anophelinae
<b>Genus</b>	: <i>Anopheles</i>

Menurut mereka, nyamuk *Anopheles* dikesan di kebanyakan kawasan di seluruh dunia. Ia dikesan di antara latitud 65° U dan 45° S. White (1989), menganggarkan terdapat 434 spesies nyamuk *Anopheles* di dunia di mana 35 spesies merupakan vektor di kebanyakan negara yang endemik dengan malaria. Taburan nyamuk *Anopheles* sentiasa dikaitkan dengan kawasan pinggir hutan dengan kepadatan pokok yang tinggi dan diliputi hutan yang tebal. Menurut Andrew (2001), kebanyakan negara yang endemik dengan malaria dikesan mempunyai suhu yang agak seragam iaitu di antara 26° C dan 42 ° C sepanjang tahun. Selain daripada itu, faktor kelimpahan hujan tahunan yang melebihi 80 m<sup>3</sup> di kawasan berhampiran pesisiran pantai dan bukit dikatakan kawasan yang berpotensi menjadi habitat nyamuk *Anopheles*.

## 2.2 Nyamuk *Anopheles* di Malaysia

Abu Hassan & Che Salmah (1990) menyatakan bahawa di Malaysia terdapat 75 spesies nyamuk *Anopheles* yang terbahagi kepada dua subgenus iaitu *Anopheles* dan *Cellia*. Berdasarkan jumlah yang direkodkan, didapati 43 spesies dikategorikan di dalam subgenus *Anopheles* dan 32 spesies di dalam subgenus *Cellia*.

Daripada keseluruhan spesies yang direkodkan hanya sembilan spesies yang berkeupayaan untuk menjadi vektor dalam mentransmisikan penyakit malaria kepada manusia. Spesies tersebut ialah *An. sundaicus*, *An. campestris*, *An. letifer*, *An. dirus*, *An. balabacensis*, *An. flavirostris*, *An. donaldi*, *An. leucosphyrus* dan *An. maculatus* (Vector-Borne Disease Control Programme, 1998). Namun di Semenanjung Malaysia, terdapat lima spesies yang menjadi vektor utama iaitu *An. sundaicus*, *An. campestris*, *An. dirus*, *An. letifer* dan *An. maculatus*. Menurut Vythilingam *et al.*, (1992), *An. maculatus* merupakan vektor terpenting di Semenanjung Malaysia dan merupakan spesies yang banyak dikesan di seluruh Semenanjung Malaysia terutamanya di kawasan bukit yang ditebusguna.

Manakala di Sarawak, spesies yang menjadi vektor ialah *An. balabacensis*, *An. letifer*, *An. donaldi*, *An. sundaicus* dan *An. leucosphyrus* sementara di Sabah pula ialah *An. balabacensis*, *An. sundaicus* dan *An. flavirostris*.