

PENILAIAN SEMUT PONERINAE (*DIACAMMA*, *ODONTOPONERA*,
ODONTOMACHUS DAN *ANOCHETUS*) DI BORNEENSIS DAN
KEPELBAGAIANNYA DI INOBONG, SABAH.

TENG IN ING

PERPUSTAKAAN
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

DISERTASI INI DIKEMUKAKAN UNTUK MEMENUHI
SEBAHAGIAN DARIPADA SYARAT MEMPEROLEH IJAZAH SARJANA
MUDA SAINS DENGAN KEPUJIAN

PROGRAM BIOLOGI PEMULIHARAAN
SEKOLAH SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

Mac 2007



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

BORANG PENGESAHAN STATUS TESIS@

JUDUL: PENILAIAN SEMUT PONERINAE (DIACAMMA, ODONTOPONERA, ODONTOMACHUS DAN ANOCHETUS) DI BORNEENSIS DAN KEPELBAGAIANNYA DI INOBSABAH.

Ijazah: Sarjana Muda Sains dan Kejuruteraan

SESI PENGAJIAN: 6

Saya TENG IN ING
(HURUF BESAR)

mengaku membenarkan tesis (LPS/Sarjana/Doktor Falsafah)* ini disimpan di Perpustakaan Universiti Malaysia Sabah dengan syarat-syarat kegunaan seperti berikut:

1. Tesis adalah hakmilik Universiti Malaysia Sabah.
2. Perpustakaan Universiti Malaysia Sabah dibenarkan membuat salinan untuk tujuan pengajian sahaja.
3. Perpustakaan dibenarkan membuat salinan tesis ini sebagai bahan pertukaran antara institusi pengajian tinggi.
4. **Sila tandakan (/)

SULIT

(Mengandungi maklumat yang berdarjah keselamatan atau kepentingan Malaysia seperti yang termaktub di dalam AKTA RAHSIA RASMI 1972)

TERHAD

(Mengandungi maklumat TERHAD yang telah ditentukan oleh organisasi/badan di mana penyelidikan dijalankan)

TIDAK TERHAD

Disahkan oleh

Teng In Ing

(TANDATANGAN PENULIS)

(TANDATANGAN PUSTAKAWAN)

Alamat Tetap: 14, TAMAN ACHEH

JAYA, 32000 SITIAWAN PERAK

Nama Penyelia

Tarikh: 18-4-2007

Tarikh: _____

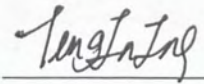
CATATAN: * Potong yang tidak berkenaan.
 ** Jika tesis ini SULIT atau TERHAD, sila lampirkan surat daripada pihak berkuasa/organisasi berkenaan dengan menyatakan sekali sebab dan tempoh tesis ini perlu dikelaskan sebagai SULIT dan TERHAD.
 @ Tesis dimaksudkan sebagai tesis bagi Ijazah Doktor Falsafah dan Sarjana secara penyelidikan, atau disertasi bagi pengajian secara kerja kursus dan penyelidikan, atau Laporan Projek Sarjana Muda (LPSM).



PENGAKUAN

Saya akui karya ini adalah hasil kerja saya sendiri kecuali nukilan dan ringkasan yang setiap satunya telah dijelaskan sumbernya.

27 April 2007



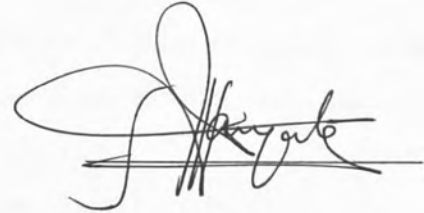
TENG IN ING

HS 2004-2358

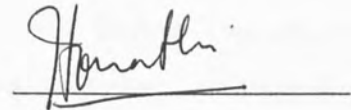


DIPERAKUKAN OLEH**Tandatangan**

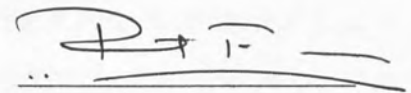
1. **PENYELIA**
(Prof. Datin Maryati Mohamed)



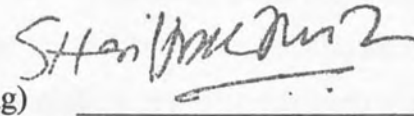
2. **PEMERIKSA 1**
(Dr. Homathevi Rahman)



3. **PEMERIKSA 2**
(En. Robert Francis Peters)



4. **DEKAN**
(Prof. Madya Dr. Shariff Abd Kadir Shariff Omang)



PENGHARGAAN

Terlebih dahulu, saya ingin merakamkan setinggi-tinggi penghargaan kepada penyelia projek saya Prof. Datin Dr. Maryati Mohamed atas bantuan, bimbingan serta tunjuk ajar yang telah diberikan bagi menjayakan kajian ini. Ribuan terima kasih, juga disampaikan kepada Encik Sukarman yang penuh dengan kesabaran mengajar saya cara identifikasi dan ilmu tentang semut amatlah saya hargai. Terima kasih kepada Kak Petherine dan Kak Lina atas pemberian tunjuk ajar yang tidak ternilai.

Ribuan terima kasih kepada kakitangan dan staff Institut Biologi Tropika dan Pemuliharaan (IBTP) atas kerjasama dan bantuan yang diberikan dalam usaha menjayakan projek ini. Ucapan sampai kepada, Pak Zainal yang menjadi pemandu membawa saya ke kawasan kajian. En. Azrie dan En. Hassan yang memberikan banyak bantuan semasa di Inobong. Terima kasih juga kepada Kak Azimah dan Kak Gong yang tidak jemu melayan saya dan menghantar mesej kepada penyelia saya.

Penghargaan yang tidak ternilai kepada ibu dan bapa serta keluarga yang disayangi atas sokongan moral dan kewangan yang diberikan untuk menjayakan projek ini. Doa atas keselamatan dan kejayaan dalam menjalankan projek daripada ibu bapa amatlah saya hargai.

Saya juga ingin merakamkan ucapan jutaan terima kasih kepada rakan-rakan seperjuangan khususnya kepada kesemua rakan Biologi Pemuliharaan (2004) atas sokongan, dorongan, bantuan dan tunjuk ajar yang diberikan kepada saya sepanjang pengajian di UMS. Tidak lupa kepada senior Lai Chin Hor yang memberikan bantuan dan tunjuk ajar dalam menjayakan projek.

TENG IN ING

Mac 2007



ABSTRAK

Kajian penilaian semut Ponerinae (*Diacamma*, *Odontoponera*, *Odontomachus* dan *Anochetus*) di BORNEENSIS dan kepelbagaianannya di Inobong telah dijalankan. Objektif kajian ini adalah menyusun semula spesimen semut Ponerinae (*Diacamma*, *Odontoponera*, *Odontomachus* dan *Anochetus*) di BORNEENSIS dan mengenalpasti kepelbagaian semut Ponerinae di Inobong. Spesimen semut bagi keempat-empat genera tersebut tidak disusun mengikut taksonomi di BORNEENSIS. Oleh itu, penyusunan semula semut Ponerinae mengikut taksonomi adalah penting untuk tujuan rujukan pengkaji dan pengurusan data. Pemilihan Inobong sebagai tempat persampelan adalah disebabkan tidak ada kajian kepelbagaian semut dilakukan pada sebelumnya. Penilaian semut Ponerinae (*Diacamma*, *Odontomachus*, *Odontoponera* dan *Anochetus*) di BORNEENSIS telah berjaya dijalankan. Sejumlah 388 individu dengan 27 spesies semut telah dikenalpastikan dan disusun dengan menggunakan kekunci Bolton (1994) dan bantuan penyelia. Genus *Anochetus* mencatatkan 30% daripada jumlah spesies keseluruhan, manakala genus *Diacamma* dan *Odontomachus* masing-masing mencatatkan 26% dan genus *Odontoponera* mencatatkan 18% daripada keseluruhan spesies. Persampelan semut di Inobong menggunakan kaedah Perangkap Lubang Berumpan yang melibatkan pembinaan dua plot di 'Permanent Plot' Inobong. Sejumlah 2253 individu semut yang diwakili 18 genera dan 37 spesies telah berjaya dikumpulkan. Indeks kepelbagaian Shannon Weiner (H') semut secara keseluruhan bagi kedua-dua Plot adalah sebanyak 1.878. Indeks kepelbagaian Shannon Weiner bagi subfamili Ponerinae di Inobong adalah sebanyak 1.800. Sejumlah 10 spesies dan hanya 36 individu semut dari subfamili Ponerinae berjaya dikenalpastikan. Spesies semut Ponerinae (*Diacamma*, *Odontoponera*, *Odontomachus* dan *Anochetus*) yang dikumpulkan di Inobong mempunyai beberapa perwakilan di BORNEENSIS. Sebanyak 22% daripada spesies Ponerinae yang dikumpulkan di Inobong juga terdapat di BORNEENSIS. Ini menunjukkan satu penemuan yang positif.



ABSTRACT

A study on assessment of Ponerinae in BORNEENSIS (*Diacamma*, *Odontoponera*, *Odontomachus* and *Anochetus*) and their diversity at Inobong was carried out. The objectives of this study were to rearrange Ponerinae ant specimens in BORNEENSIS and to determine Ponerinae diversity at Inobong. The specimens of the four genera were not sorted taxonomically in the BORNEENSIS collection. As a result, rearranging them according to taxonomic is very important for reference purpose by researcher and data management. Inobong was chosen as the sampling site because there was no research done on ant fauna diversity before. Assessment of Ponerinae (*Diacamma*, *Odontoponera*, *Odontomachus* and *Anochetus*) in BORNEENSIS was carried out successfully. A total of 388 individuals from 27 species were identified and rearrange based on Bolton key (1994) and the help of supervisor. In BORNEENSIS, genus *Anochetus* was represented by 30% of the total species present. Whereas 26% of the genus *Diacamma* and *Odontomachus* was recorded and 18% was recorded by genus *Odontoponera*. Baited pitfall method was used for ant sampling at Inobong which involved set up of two plots in Permanent Plot. A total of 2253 individuals of ants which represented by 18 genera and 37 species were collected. The Shannon Weiner Index (H') of species diversity at Inobong was 1.878. Shannon Weiner Index for subfamily Ponerinae was 1.800. Only 36 individuals from 10 species of Ponerinae ants were collected at Inobong. Some of the spesies of Ponerinae that was collected at Inobong do exist in BORNEENSIS. Twenty two percentage Ponerinae species that had been collected at Inobong was also found in BORNEENSIS. It shows a positive finding.



KANDUNGAN

	Muka Surat
PENGAKUAN	ii
PENGESAHAN	iii
PENGHARGAAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
SENARAI KANDUNGAN	vii
SENARAI JADUAL	x
SENARAI RAJAH	xi
SENARAI FOTO	xii
SENARAI SIMBOL	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1 Pengenalan	1
1.2 Objektif Kajian	2
1.3 Justifikasi Kajian	2
BAB 2 ULASAN PERPUSTAKAAN	
2.1 Sejarah evolusi Semut Ponerinae	4
2.2 Taksonomi Umum Semut Ponerinae	7
2.3 Sosial Biologi Semut	11
2.4 Pengenalan Kepada Genus yang Spesifik Dalam Kajian	13
2.4.1 Genus <i>Diacamma</i> dan <i>Odontoponera</i>	13
2.4.2 Genus <i>Odontomachus</i> dan <i>Anochetus</i>	14
2.5 Peranan Ekologi Semut di Hutan Hujan Tropika	14
2.5.1 Penyebaran Bijih Benih	15
2.5.2 Pengurai Bahan Organik	16
2.5.3 Pemangsa	16
2.5.4 Menukarkan dan Menyuburkan Profil Tanah	16
2.5.5 Simbiosis	17
2.5.6 Interaksi Semut dengan Haiwan	17



2.5.7	Sumber Makanan Organisma Lain	18
2.5.8	Sebagai Indikator Biologi	18
2.6	Kajian Kepelbagaian Semut di Hutan Hujan Tropika	19
2.7	BORNEENSIS	21
2.8	Kaedah Pengumpulan Semut di Lapangan	23

BAB 3 METDOLOGI

3.1	Penyusunan Semula Semut Ponerinae (genus <i>Diacamma</i> , <i>Odontoponera</i> , <i>Odontomachus</i> dan <i>Anochetus</i>) di BORNEENSIS	25
3.2	Pengecaman Semut Ponerinae (genus <i>Diacamma</i> , <i>Odontoponera</i> , <i>Odontomachus</i> dan <i>Anochetus</i>)	26
3.3	Pengecaman Spesimen Semut ke Morfospesies dan Sehingga Tahap Spesies	26
3.4	Kawasan Persampelan Semut	27
	3.4.1 Ekologi dan Vegetasi	
	3.4.2 Lokasi Persampelan Semut	28
3.5	Kaedah Persampelan Semut	29
3.6	Analisis Data	31
	3.6.1 Indeks Kepelbagaian Shannon Weiner (H')	31

BAB 4 KEPUTUSAN

4.1	Komposisi Semut Ponerinae(<i>Diacamma</i> , <i>Odontoponera</i> , <i>Odontomachus</i> dan <i>Anochetus</i>) di BORNEENSIS	32
4.2	Taburan Kepelbagaian Semut Secara Keseluruhan di Inobong	37
4.3	Indeks Kepelbagaian dan Keceratahan Spesies Secara Keseluruhan di Plot 1 dan Plot 2	41
4.4	Taburan Kepelbagaian Semut Ponerinae Secara Keseluruhan di Inobong	42
4.5	Indeks Kepelbagaian Semut Ponerinae di Plot 1 dan Plot 2	45



BAB 5	PERBINCANGAN	
5.1	Senarai Bilangan Spesies dan Individu bagi Genus (<i>Diacamma</i> , <i>Odontoponera</i> , <i>Odontomachus</i> dan <i>Anochetus</i>) di BORNEENSIS	46
5.2	Perbandingan Secara Keseluruhan Semut yang terdapat di BORNEENSIS dan di Borneo	49
5.3	Komposisi Spesies dan Kelimpahan Fauna Semut Secara Keseluruhan di Inobong	52
5.4	Indeks Kepelbagaian Shannon Weiner (H') Semut Secara Keseluruhan di Inobong	55
5.5	Kepelbagaian Semut Ponerine Secara Keseluruhan di Inobong	56
5.6	Perbandingan Semut Ponerinae (<i>Diacamma</i> , <i>Odontoponera</i> , <i>Odontomachus</i> dan <i>Anochetus</i>) di BORNEENSIS dan Inobong	58
5.7	Faktor yang Mempengaruhi Kepelbagaian Semut	59
	5.7.1 Vegetasi	59
	5.7.2 Hujan	59
5.8	Keberkesanan Kaedah Pengumpulan	60
	5.8.1 Kaedah Perangkap Lubang Berumpan	60
BAB 6	KESIMPULAN	62
	RUJUKAN	64
	LAMPIRAN A	72
	LAMPIRAN B	73
	LAMPIRAN C	74



SENARAI JADUAL

No. Jadual		Muka Surat
2.1	Kaedah pengumpulan mengikut jenis semut	23
4.1	Senarai bilangan jenis spesies dan bilangan individu bagi keempat-empat genus yang terdapat di BORNEENSIS.	34
4.2	Taburan bilangan genus dan spesies komuniti semut setiap subfamili	38
4.3	Perbandingan keseluruhan bilangan spesies dan individu semut bagi Plot 1 dan Plot 2.	38
4.4	Perbandingan Indeks kepelbagaian dan keserataan spesies.	41
4.5	Subfamili Ponerinae dan bilangan individu mengikut morfospesies bagi kedua-dua plot.	43
4.6	Indeks kepelbagaian Shannon Weiner (H') semut Ponerinae bagi Plot 1 dan Plot 2	45
5.1	Senarai perbandingan spesies semut Ponerinae yang terdapat di BORNEENSIS dan di Borneo mengikut senarai penyemakan daripada Chapman & Capco (1951).	48
5.2	Perbandingan semut Ponerinae yang dikumpulkan di Inobong dengan Lower Kinabatangan, Hot Spring, dan Sayap Kinabalu.	57



SENARAI RAJAH

No. Rajah	Muka Surat
2.1 Pokok famili semut	6
2.2 Semut Ponerinae New Zealand, <i>Pachycondyla castanea</i> , menunjukkan sesetengah prinsip ciri-ciri morfologi semut yang digunakan dalam taksonomi	9
3.1 Peta lokasi kawasan kajian Inobong, Taman Crocker Range	28
3.2 Perangkap lubang berumpan yang diletakan di lubang tanah dengan aras yang sama dengan permukaan tanah	30
4.1 Komposisi peratusan spesies bagi keempat-empat genus	35
4.2 Peratusan kelimpahan individu semut mengikut genus masing-masing	35
4.3 Peratusan perbandingan genus mengikut subfamili	40
4.4 Peratusan kelimpahan individu mengikut subfamili bagi kedua-dua plot	40
4.5 Peratusan kelimpahan individu bagi setiap spesies subfamili Ponerinae	42



SENARAI FOTO

No. Foto		Muka Surat
3.1	Vegetasi Kawasan Persampelan, Plot 1	72
3.2	Vegetasi Kawasan Persampelan, Plot 2	73



SENARAI SIMBOL

%	peratus
km	kilometer
m	meter
cm	sentimeter
ha	hektar
TTS	Taman-Taman Sabah
Sp	Spesies



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Pengenalan

Kepelbagaian biologi adalah istilah yang digunakan untuk menerangkan pelbagai benda hidup di dunia. Ini melibatkan sekurang-kurangnya tiga tahap kepelbagaian: individu, spesies, dan ekosistem. Peningkatan tekanan daripada populasi manusia terhadap alam sekitar telah menyebabkan penurunan kepelbagaian biologi sedunia (Agosti *et al.*, 2000).

Semut telah digunakan sebagai alat untuk pembelajaran kepelbagaian biologi. Hal ini, disebabkan semut mempunyai kepelbagaian yang tinggi, mendominasi biojisim hampir kesemua habitat di seluruh dunia dan mempunyai kepentingan ekologi di ekosistem (Holldobler & Wilson, 1990). Oleh itu, semut mempunyai potensi menghasilkan data kepelbagaian biologi yang berguna berbanding organisma lain seperti tumbuhan, burung, dan rama-rama.



Masalah utama yang melibatkan penggunaan semut dalam program biologi pemuliharaan ialah proses identifikasi. Tidak banyak orang di dunia dapat mengenalpasti semut sehingga tahap spesies, ini mungkin disebabkan kekurangan latihan dan taksonomi semut yang lemah di kawasan tropika (Agosti *et al.*, 2000).

Pemuliharaan kepelbagaian biologi dan ekosistem di sesuatu kawasan, memerlukan maklumat seperti berapa banyak dan jenis spesies yang terdapat di kawasan tersebut. Maklumat ini hanya dapat diperolehi melalui pengumpulan spesimen melalui proses penyenaiaan (Hashimoto, 2003).

1.2 Objektif Kajian

1. Penyusunan semula semut Ponerinae (*Diacamma*, *Odontoponera*, *Odontomachus* dan *Anochetus*) di BORNEENSIS.
2. Mengenalpasti kepelbagaian semut Ponerinae di Inobong.

1.3 Justifikasi Kajian

Spesimen yang dikumpul merupakan salah satu daripada sumber penyenaiaan yang mengandungi maklumat tentang habitat dan kaedah pengumpulan. Spesimen ini disimpan dalam BORNEENSIS. Walaubagaimanapun, spesimen semut Ponerinae yang terdapat di BORNEENSIS tidak disusun mengikut taksonomi. Oleh itu, penyusunan semula semut Ponerinae mengikut taksonomi dan pengurusan data amat diperlukan di BORNEENSIS. Data pengumpulan boleh dirumuskan dalam bentuk



peta taburan. Hal ini, sangat penting kepada projek konservasi yang amat memerlukan maklumat taburan spesies semut.

Borneo mempunyai hutan hujan tropika yang terkaya dengan kepelbagaian tumbuhan di dunia. Hal ini, telah menjadi sebab utama Borneo mempunyai kepelbagaian fauna semut yang unik dan tinggi (Maryati *et al.*, 2004a). Inobong merupakan hutan sekunder yang kaya dengan kepelbagaian spesies tumbuhan-tumbuhan, haiwan liar, dan serangga. Inobong merupakan salah satu daripada substesen Banjaran Crocker. Pengumpulan semut di Banjaran Crocker telah dilakukan di bahagian Mahua, Ulu Senagang dan Ulu Kimanins oleh Hashimoto dan Maryati semasa Ekspedisi Saintifik Banjaran Crocker 2002. Kebanyakan spesimen semut yang terdapat di BORNEENSIS merupakan semut yang dikumpulkan dari pelbagai kawasan di Sabah. Pengumpulan semut di Inobong masih belum dibuat. Oleh itu, kajian ini telah memilih Inobong sebagai kawasan kajian untuk mencerap kepelbagaian semut.



BAB 2

ULASAN PERPUSTAKAAN

2.1 Sejarah Evolusi Semut Ponerinae

Sehingga masa sekarang, kajian leluhur semut masih selalu berakhir dengan kegagalan. Pakar mirmekologi terpaksa menimbangkan *Eocene Epoch* atau lebih awal sedikit, iaitu *Zaman Cretaceous*, di mana tidak ada fosil Formicidae diketahui (Holldobler & Wilson, 1990). Pada tahun 1967 Wilson *et al.* (1967) telah mendapat semut yang pertama ditinggalkan pada *Zaman Cretaceous*. Spesies yang diidentifikasi adalah *Sphecomyrma freyi* daripada subfamili Sphecomyrma (Wilson *et al.*, 1967).

Sphecomyrma freyi telah dibuktikan mempunyai hubungan dengan semut moden dan tebuan bukan sosial (Holldobler & Wilson, 1990). Ia mempunyai ciri yang jelas seperti semut iaitu: torak yang saiznya telah dikurangkan dan tidak mempunyai sayap, pinggang turun secara posterior dengan abdomennya sekali dan yang terpenting sekali adalah kehadiran kelenjar metapleural, kehadiran ciri inilah yang digunakan sebagai kunci dalam diagnos semut moden (Holldobler & Wilson, 1990).



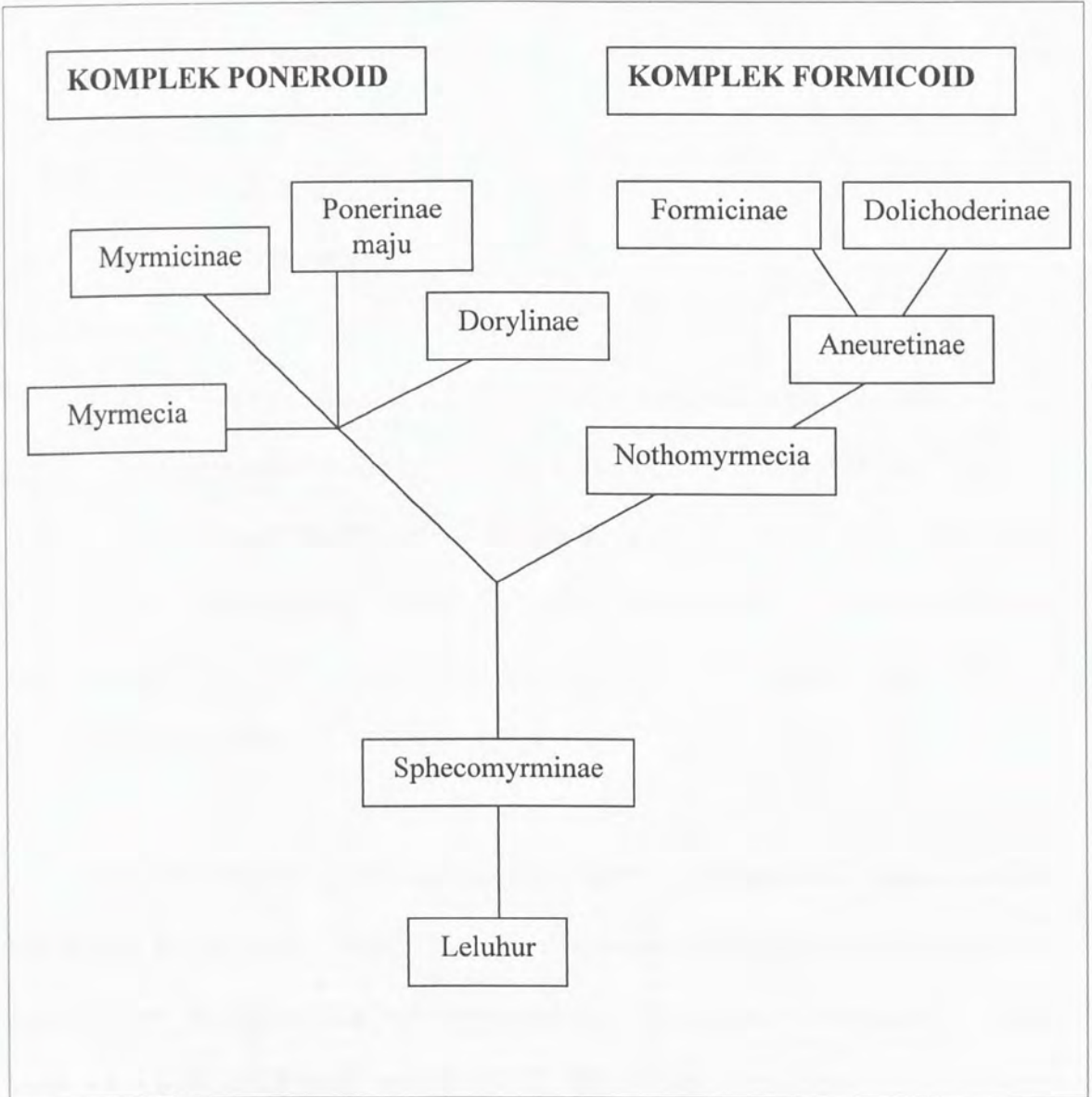
Penyebarsuaian mendorong semut menjadi dominan dan mengambil tempat tidak lama daripada permulaan Zaman Tertiar, kira-kira 65 juta tahun yang lalu. *Eomyrmex guchengziensis*, iaitu spesies yang mempunyai ciri gabungan *Sphecomyrma freyi* dan Ponerinae hidup telah direkodkan pada awal *Eocene Fushan* yang disimpan di Manchuria (Hong *et al.*, 1974).

Sphecomyrma adalah subfamili primitif yang bersaudara kepada Myrmicinae kerana *Sphecomyrma* mempunyai ciri pendek, mandibel seperti tebuan, satu petiol yang bersimetri. *Amblyoponera*, iaitu genus daripada semut Ponerinae yang difikirkan telah berasal daripada cabang *Sphecomyrma-nothomymeciine* (Holldobler & Wilson, 1990).

Pokok bagi famili semut (Rajah 2.1) menunjukkan dua kumpulan utama semut: Poneroid, spesies yang primitif, dan Formicoid, spesies yang maju. Semut primitif merupakan spesies yang menunjukkan struktur badan dan sikap yang sangat sama dengan nenek moyang. Spesies maju mempunyai struktur badan dan sikap yang lebih kompleks serta berkembang baik daripada nenek moyang (North, 1996).

Kumpulan Poneroid termasuk Ponerinae maju seperti *Pogonomyrmex* dan Ponerinae primitif seperti *Amblyopone*. Ponerinae merupakan semut karnivor di mana sesetengah spesies membuat serangan mengejut ke atas sarang anai-anai untuk dijadikan makanan (North, 1996).





Rajah 2.1 Pokok famili semut (Sumber daripada North, 1996).

2.2 Taksonomi Umum Semut Ponerinae

Alam	:	Haiwan
Filum	:	Arthropoda
Kelas	:	Insekta
Order	:	Hymenoptera
Famili	:	Formicidae
Subfamili	:	Ponerinae

Semut adalah serangga eusosial yang melimpah dan dikelaskan di dalam famili tunggal Formicidae dalam order Hymenoptera (Holldobler & Wilson, 1990). Menurut Bolton (1995) terdapat 16 subfamili di seluruh dunia di mana kira-kira 300 genus dan lebih kurang 15,000 spesies semut yang telah diperihalkan. Di Borneo, terdapat sembilan subfamili, 94 genus dan lebih daripada 1000 spesies yang berjaya diperihalkan (Hashimoto, 2003).

Menurut Maryati (1997) subfamili semut yang terdapat di Malaysia adalah Ponerinae, Myrmicinae, Formicinae, Cerapachyinae, Dorylinae, Dolichoderinae, Leptanillinae, Aenictinae dan Pseudomyrmecinae. Myrmicinae merupakan subfamili yang terbesar di hutan tanah rendah Sabah, diikuti oleh Formicinae dan Ponerinae. Subfamili Dolichoderinae dan Dorylinae dikatakan sederhana dari segi bilangan spesies dan kepadatan (Chung, 1995).

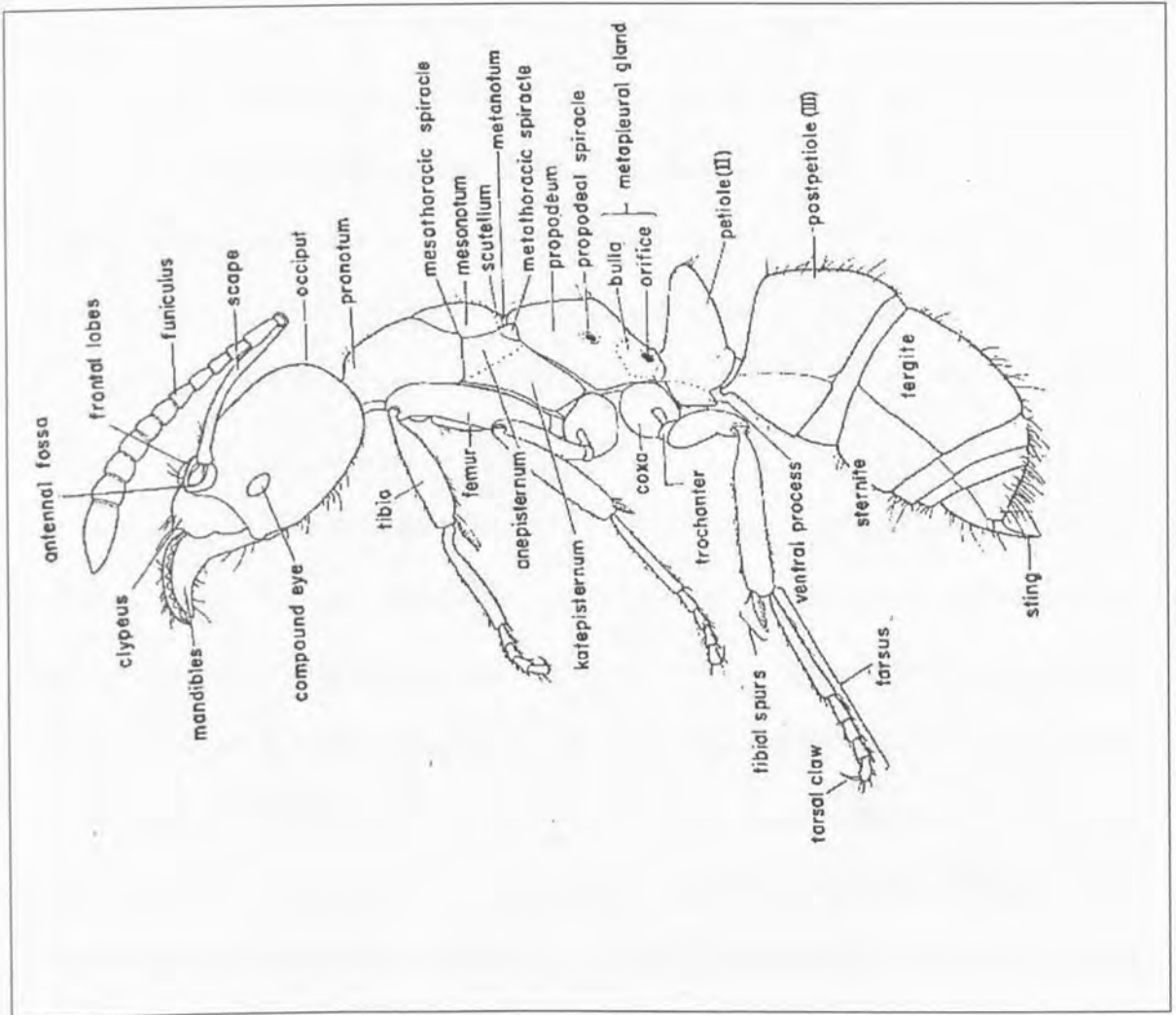
Subfamili Ponerinae merupakan semut primitif yang dicirikan dengan kehadiran sengat (*sting*) sebagai organ pertahanan dan pupanya dibalut dalam



kelongsong (Maryati *et al.*, 2004b). Di dunia terdapat kira-kira 2000 spesies semut Ponerinae yang telah diperihalkan dalam 42 genera. Manakala, di kawasan Nearctic terdapat 31 spesies dan 13 genera (Shattuck, 1999).

Pedisel abdomen yang mempunyai satu atau dua bahagian bersegi, struktur lobus yang tegak, dan bentuk antenna genikulat bersiku merupakan morfologi luar yang jelas ketara dalam proses identifikasi semut (De Long *et al.*, 1981). Gambarajah bagi struktur anatomi luaran, merupakan asas kepada pengelasan dan istilah taksonomi yang khas digunakan untuk menerangkan bahagian-bahagian struktur dan bentuk badan (Holldobler & Wilson, 1990). Morfologi luaran dan istilah yang digunakan dalam pengelasan taksonomi semut Ponerinae ditunjukkan dalam Rajah 2.2 .





Rajah 2.2 Semut Ponerinae New Zealand, *Pachycondyla castanea*, menunjukkan sesetengah prinsip ciri-ciri morfologi semut yang digunakan dalam taksonomi (sumber daripada Holldobler & Wilson, 1990).

Chung (1995) telah menghasilkan kekunci bergambar untuk identifikasi subfamili semut yang terdapat di hutan hujan tanah rendah. Menurut Chung (1995) ciri utama yang digunakan untuk membezakan subfamili yang major adalah melihat kepada kehadiran pospetiol dan struktur di mana cecair pertahanan dibuang melalui apex gaster: melalui sengat (Myrmicinae, Ponerinae, Dorylinae, dan Pseudomyrmecinae), dan melalui kon kecil yang mempunyai satu bulatan pembukaan kecil (Formicinae). Ciri kekunci yang digunakan bagi semut ponerinae adalah seperti berikut: Sengat hadir tetapi tidak jelas kelihatan; bahagian gaster biasanya mempunyai penyempitan yang menonjol antara segment pertama dan kedua; profil petiol biasanya luas dan bukan mencuram atau mendaki (Chung, 1995).

Bolton (1994) telah menghasilkan kekunci bagi identifikasi genera semut di seluruh dunia. Kekunci Ponerinae bagi kawasan oriental dan Indo-Australia berdasarkan kasta pekerja menunjukkan sejumlah 23 genera, iaitu *Prionopelta*, *Myopopone*, *Amblyopone*, *Mystrium*, *Odontomachus*, *Anochetus*, *Probolomyrmex*, *Discothyrea*, *Probolomyrmex*, *Discothyrea*, *Proceratium*, *Gnamptogenys*, *Platythyrea*, *Rhytidoponera*, *Heteroponera*, *Cryptoponera*, *Pachycondyla*, *Ponera*, *Hypoponera*, *Leptogenys*, *Diacamma*, *Pachycondyla*, dan *Myopias*. Manakala, di Borneo kekunci bagi subfamili Ponerinae telah diterbitkan dalam *Identification Guide to Borneo Ants* oleh Hashimoto (2003) mencatatkan sejumlah 22 genera dan *Heteroponera* tidak terdapat dalam kekunci Hashimoto.

Identifikasi semut sehingga tahap spesies adalah susah kerana kekunci taksonomi sehingga spesies masih bertaburan dan kebanyakan kawasan di dunia masih tidak mempunyai kekunci sendiri, terutamanya di kawasan tropika. Di Borneo

RUJUKAN

- Agosti, D., Majer J. D., Alonso, L. D. & Schultz, T. R. (eds.). 2000. *Ants : Standard methods for measuring and monitoring biodiversity*. Smithsonian Institute Press, Washington.
- Agosti, D., Maryati Mohamed & Chung, A. Y. C. 1994. Has the diversity of tropical ant fauna been underestimated? An indicator from leaf litter studies in a West Malaysian lowland Rain forest. *Tropical Biodiversity* **2** (1), ms. 270-275.
- Anderson, Alan N. 1957. *The Ants of Southern Australia*. CSIRO Publication, Australia.
- Anderson, Carl., Mcshea. & Daniel W. 2000. Individual versus Social complexity, with particular reference to ant colonies. *Biol. Rev* **76**, ms. 211-237.
- Azizah binti Husain. 1992. Kajian Kepelbagaian Semut Terestial di Hutan Poring, Sabah. Unpublished M.Sc. thesis. University Malaysia Sabah.
- Bakhtiar Effendi b. Yahya & Maryati Mohamed. 2003. Collection Curation: Curation of insects for Borneensis. Dlm: *Inventory & Collection : Total protocol fo understanding of Biodiversity*. Research and Education Component BBEC Programme. University Malaysia Sabah, Kota Kinabalu, ms. 31-35.
- Barthlott & Winiger. 1998. Biodiversity. *A Challenge for Development Research & Policy*. Springer-Verlag.
- Beattie, A. J. & Culver, D. C. 1981. The guild of mymecochores in the herbaceous flora of West Virginia forests. *Ecology* **62**, ms. 107-115.



- Bickel, Tobias O., Bruhl, Carsten A., Gadau, Jurgen R., Holldobler, Bert. & Linsemair, K.E. 2006. Influence of habitat fragmentation on the genetic variability in leaf litter ant populations in tropical rainforests of Sabah. *Biodiversity and conservation* **15**, ms. 157-175.
- Bolton, B. 1994. *Identification Guide to the Ant Genera of the World*. Harvard University Press.
- Bolton, B. 1995. *A New General Catalogue of the Ants of the World*. Harvard University Press, Cambridge and Massachusetts.
- Brain, M.V. 1978. *Production Ecology of Ants and Termites*. IBP 13, Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Bruhl, C.A. 2001. Leaf litter ant communities in tropical lowland rainforest in Sabah, Malaysia: Effects of forest disturbance and fragmentation. Universitat Wurzburg (Tesis Ph. D tidak diterbitkan).
- Bruhl, C.A., Gunik Gunasalam. & Linsenmair, K.E. 1998. Stratification of ants (Hymenoptera, Formicidae) in a primary rain forest in Sabah, Borneo. *Journal of Tropical Ecology* **14**, ms. 285-297.
- Chapman, J. W. & Capco, S. R. 1951. Check list of the ants (Hymenoptera: Formicidae) of Asia. *Monograph of the Institute of Science and Technology, Manila*, ms.1- 327.
- Chung, A. Y. C. 1995. *Common Lowland Rain Forest Of Sabah*, The Borneo Nature Series, No.1, Forestry Department, Sabah.
- Cockburn, P. E. 1978. Kinabalu Summit of Borneo. Sabah Society Monograph Kota Kinabalu: *The Sabah Society*.



- Cole, B. J. & Wiernasz, R.C. 1999. Colony size and reproduction in the western harvester ant *Pogonomyrmex occidentalis*. *Insect Socioux* **47** (3), ms. 249-255.
- De Long D.M., Borror, D.J. & Triplehon C.A. 1981. An Introduction to The Study of Insects. Ed. Ke-5. CBS College Publishing Philadelphia.
- Erwin, T. L. 1983. Beetles and other insects of tropical forest canopies at Manuas, Brazil, sampled by insectical fogging. Dlm. Sutton, S.L., Whitemore, T. C. & Chadwick, A. C. T. (pnyt.) *Tropical rain forest : ecology and management* : ms. 59-75. Oxford : Blackwell Scientific Publ.
- Fellowes J.R. & David Dudgeon. 2000. Common ants of lowland forest in Hong Kong, Tropical China. *Proceedings of The 2nd Anet Workshop and Seminar*, Oktober 2000, Kota Kinabalu, Sabah, ms. 1-3.
- Fiala, B. & Brghl, C. 1996. Diversity and Stratification of Ants in Kinabalu Park. In : Maryati Mohamed, Jamili Nais and Henry Bernad (eds.) *Biodiversity , Ecology and Management of Tropical Rain forest*.Kinabalu Park, Sabah.
- Fiala, B., Maschwitz, U., Pong, T.Y. & Helbig, A.J. 1989. Studies of a South East Asian ant-plant association: Protection of Macaranga trees by *Crematogaster borneensis*. *Oecologia* **79** (4), ms. 463-470.
- Fiedler, K. & Maschwitz, U. 1989. The role of the ant *Anoplolepis longipes* in the feeding and oviposition behaviour of *Allotinus unicolor* (Lepidoptera, Lycaenidae). *Tyo to Ga* **40** (4), ms. 241-251.
- Floren, Anderson., Bion, Alim. & Linsenmair, K. E. 2002. Arboreal ants as key predators in tropical lowland rainforest trees. *Oecologia* **131**, ms. 137-144.
- Greenslade, P.J.M. & Greenslade, P. 1977. Some effects of vegetation cover and disturbance on a tropical ant fauna. *Insectes Socioux* **24**, ms.163-182.



- Gunik Gunsalam. 1999. A Preliminary Survey and Assessment of Ant (Formicidae: Hymenoptera) Fauna of Bario, Kelabit Highlands Sarawak. *ASEAN Review of Biodiversity and Environmental Conservation (ARBEC) SEPTEMBER-October 1999*. Sabah Parks Research and Education Division, Kota Kinabalu.
- Haemig, P. D. 1992. Competition between ants and birds in a Swedish forest. *Coden Olskaa* **65**, ms. 479-483.
- Handel, S. N. & Beattie, A. J. 1990. Seed dispersal by ants. *Scientific American* **263**, ms. 76-83.
- Handel, S. N., Fisch, S.B. & Schatz, G. E. 1981. Ants disperse a majority of herbs in a mesic forest community in New York State. *Bulletin of the Torrey Botanical Club* **108**, ms. 430-437.
- Hashimoto, Y. 2003. Identification guide to the ant genera of Borneo. Dlm : *Inventory & Collection : Total protocol for understanding of Biodiversity*. Research and Education Component BBEC Programme. University Malaysia Sabah, Kota Kinabalu, ms. 90-91.
- Heithaus, E. R. 1981. Seed predation by rodents on three ant-dispersed plants. *Ecology* **62**, ms. 136-145.
- Holldobler & Wilson. 1990. *The Ants*. Harvard University Press, Cambridge.
- Hong, Y. C., Yang, T.C., Wang, S.T., Wang, S.E., Li, K. I., Sun, M. R, Sun, H.C. & Tu. N.C. 1974. Stratigraphy and paleontology of Fushun Coalfield, Liaoning Province. *Acta Geologica Sinica* **2**, ms. 113-149.
- Howard F. W. & Oliver A.D. 1978. Arthropod populations in permanent pastures treated and untreated with mirex for red imported fire ant control. *Environ Entomol* **7**, ms. 901-903.



- Julai Kunai @ George, 2004. *Rapid Biodiversity Assessment (RBA): Ants As A Model*. Unpublished M.Sc. thesis. University Malaysia Sabah.
- Katsuyuki Eguchi, 2001. A Revision of the Bornean species of the Ant Genus *pheidole* (Insecta: Hymenoptera: Formicidae: Myrmicinae. Tropics Monographs Series No. 2 .
- Korthals, G.W. 1990. A description of the litter dwelling arthropod fauna in a primary and a secondary rain forest in North-East Borneo. Tesis Ph.D. Free University,Amsterdam.
- Kremen, C. 1992. Assessing the indicator properties of species assemblages for natural areas monitoring. *Ecology Apply* 2, ms. 203-217.
- Luff, M. L. 1975. Some features influencing the efficiency of the pitfall traps. *Oecologia*. 19, ms. 345-357.
- Magurran, A. E. 1988. *Ecological diversity and its measurement*. London: Croom Helm Ltd.
- Majer, J. D. 1983. Ants: Bio-Indicators of Minesites Rehabilitation, Land-Use, and Land Conservation. *Environmental Management* 7 (4), ms. 375-383.
- Majer, J. D. 1988. Ant-plant interaction in the Darling Botanical District of Western Australia. *Ant- Plant Interaction in Australia* Buckley, R.C. 1982.
- Maryati Mohamed, Atsuo Takano, Benoit Goossens & Rajah Indran. 2002. *Lower Kinabatangan Scientific Expedition 2002*. Universiti Malaysia Sabah.



- Maryati Mohamed, Homathevi Rahman, Takuji Tachi & Mahadimenakbar M. Dawood, 2004a. *Introduction to Entomology*. ITBC, University Malaysia Sabah, Sabah.
- Maryati Mohamed, Sukarman, S., Aini Afifa Ismail, Zakaria Hussein. & Rashid Abdul Samad. 2004b. Avian fauna of Klias Forest Reserve, Beaufort, Sabah. Dlm. Kugan, F. & Khen, C.V. 2005. Conservation and management of peat swamp forest and other wetland in sabah : *Issues and challenges* : ms. 99-119.
- Maryati Mohamed. 1989. *The Ants (Formicidae: Hymenoptera) of Gunung Danum, Lahad Datu, Sabah* Report of Gunung Danum Expedition.
- Maryati Mohamed. 1990. Fauna dan Kelakuan Semut (Hymenoptera: Formicidae) Kawasan Ekologi dan Biologi Hutan Simpan Bangi. Universiti Kebangsaan Malaysia, Bangi, ms. 215-224.
- Maryati Mohamed. 1991. Fauna semut (Hymenoptera: Formicidae) Malaysia: Hutan Simpan Krau, Kuala Lompat, Pahang. *Kumpulan Kertas Kerja 16 Universiti Kebangsaan Malaysia*. ms. 618-623.
- Maryati Mohamed. 1995. Semut: *Siri Alam Sekitar Universiti Malaysia Sabah*. Unit Biologi Tropika dan Pemuliharaan.
- Maryati Mohamed. 1995. Terrestrial ants (Formicidae: Hymenoptera) of Sayap-Kinabalu Park, Sabah. Report of Sayap- Kinabalu Expedition.
- Maryati, Mohamed. 1997. Siri Haiwan Dipersekitaran Kita: Semut. Dewan Bahasa dan Pustaka, Kuala Lumpur.
- Mc Glynn, T.P. & Owen, J.P. 2002. Food supplementation alters caste allocation in a natural population of *Pheidole flavens*, a dimorphic leaf-litter dwelling ant. *Insectes Sociaux* **49**, ms. 8-14.



- Nixon, G. E. 1951. The Association of Ants with Aphids and Coccids. *Journal of Ecology* **41**, ms. 611- 621 .
- North, Ray. 1996. *Ants*. Anley Rood: Whittet Books.
- Petal, J. 1978. The role of ants in ecosystems. Dlm. Brain, M.V. (pnyt.). *Production ecology of ants and termites*. Cambridge: Cambridge Uni. Press.
- Philpott, Stacym. & Ingearmbrecht. 2006. Biodiversity in tropical agroforests and the ecological role of ants and ant diversity in predatory function. *Ecological Entomology* **31**, ms. 369-377.
- Raghavendra Gadagkar, Padamini Nair, Chandrashekara. K. & Bhat, D. M. 1993. Ant species richness & diversity in some selected localities in Western Ghats India. *Hexapoda* **5**, ms. 79-94.
- Room, P. M. 1991. Relative distributions of ant spesies in cocoa plantations in Papua New Guinea. *Journal of Applied Ecology* **12**, ms. 47-62.
- Shahrulnizam, K. 2001. Kajian kepentingan Semut Dalam Ekosistem Hutan Simpan Kawang. Sekolah Perhutanan Tropika Antrabangsa. UMS, Kota Kinabalu.
- Shattuck, S.O. 1999. *Australia ants*. CSIRO Publishing. Collingwood.
- Stork, N.E. 1987. Guild structure of arthropods from Bornean rain forest trees. *Ecological Entomology* **12**, ms. 69–80.
- Stork, N.E. 1988. Insect diversity: facts, fiction and speculation. *Biological Journal of the Linnean Society* **35**, ms. 321-337.
- Strong, A. M. & Sherry, T. W. 2000. Habitat-specific effects of food abundance on the condition of ovenbirds wintering in Jamaica. *Journal Animal Ecology* **69**, ms. 883-895.



- Sukarman, Sukimin. 2006. *Kepelbagaian semut (Hymenoptera: Formicidae) sebagai indicator berbezaan jenis guna tanah*. Unpublished M.Sc. thesis. University Malaysia Sabah.
- Takuji Tachi & Homathevi Rahman. (eds.). 2003. Bornean Biodiversity & Ecosystem Conservation Programe in Sabah. Malaysia. *How do we shara data ?*. BBEC Pub No.12.
- Wagner, T. 2000. Influence of forest type and tree species on canopy-dwelling beetles in Budongo Forest, Uganda *Biotropica* **32**, ms. 502–514.
- Way, M .J. 1963. Mutualism between ants and honeydew-producing Homoptera. *Annual Review of Entomology* **8**, ms. 307 – 344 .
- Whitmore T.C. 1990. *Introduction to Tropical Rain Forest*. Clarendon Press, Oxford.
- Wilson, E. O., Carpenter F. M. & Brown, W.L. 1967. The first Mesozoic ants. *Science*, **157**, ms. 205-209.
- Yoshiaki, Hashimoto & Homathevi Rahman. 2003. *Inventory & Collection*. Research and Education Component BBEC Programme, Kota Kinabalu, Sabah.

