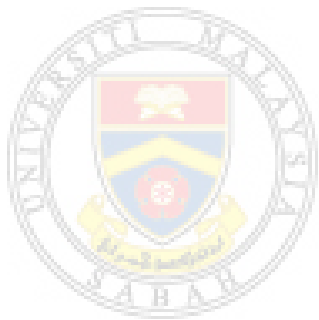


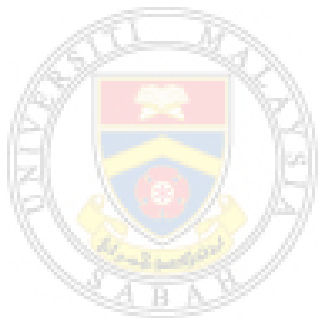
PENILAIAN KE ATAS DOLICHODERUS LUND, 1831
(HYMENOPTERA: FORMICIDAE)
DI BORNEENSIS



UMS
ZAKARIA BARABAG
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

INSTITUT BIOLOGI TROPIKA DAN PEMULIHARAAN
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH
2010

PENILAIAN KE ATAS DOLICHODERUS LUND, 1831
(HYMENOPTERA: FORMICIDAE)
DI BORNEENSIS



ZAKARIA BARABAG

UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

DISERTASI INI DIKEMUKAKAN UNTUK MEMENUHI
SYARAT MEMPEROLEHI IJAZAH SARJANA SAINS
TAKSONOMI DAN BIODIVERSITI

INSTITUT BIOLOGI TROPIKA DAN PEMULIHARAAN
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH
2010

UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

BORANG PENGESAHAN TESIS

JUDUL : _____

IJAZAH : _____

SAYA : _____ SESI PENGAJIAN : _____

(HURUF BESAR)

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

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

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

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

TIDAK TERHAD

Disahkan oleh:

(TANDATANGAN PENULIS)

(TANDATANGAN PUSTAKAWAN)

Alamat Tetap: _____

(NAMA PENYELIA)

TARIKH: _____

TARIKH: _____

Catatan:

*Potong yang tidak berkenaan.

*Jika tesis ini SULIT dan TERHAD, sila lampirkan surat daripada pihak berkuasa/organisasi berkenaan dengan menyatakan sekali sebab dan tempoh tesis ini perlu dikelaskan sebagai SULIT dan TERHAD.

*Tesis dimaksudkan sebagai tesis bagi Ijazah Doktor Falsafah dan Sarjana Secara Penyelidikan atau disertai bagi pengajian secara kerja kursus dan Laporan Projek Sarjana Muda (LPSM).

PENGAKUAN

Karya ini adalah hasil kerjaya saya kecuali nukilan, ringkasan dan rujukan yang setiap satunya telah dijelaskan sumbernya.

ZAKARIA BARABAG

PP 20068574

OGOS, 2010



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

PENGHARGAAN

Puji dan syukur kehadiran Allah S.W.T yang telah memberikan kekuatan dan petunjuk kepada saya untuk menyiapkan disertasi ini.

Rakaman penghargaan dan ucapan terima kasih yang tidak terhingga kepada Dr. Bakhtiar Effendi Yahya selaku penyelia saya yang telah memberikan sokongan, bimbingan dan kerjasama padu sepanjang proses kajian ini.

Dengan penuh ingatan dan terima kasih juga buat Prof. Datin Dr. Maryati Mohamed sebagai ko-penyelia saya, para pensyarah yang telah memberikan kuliah kepada saya, pengurus BORNEENSIS dan semua kakitangan serta rakan-rakan seperjuangan di Institut Biologi Tropika dan Pemuliharaan (UMS) atas segala sokongan dan bantuan yang telah diberikan sehingga saya berjaya menyiapkan kajian ini.

Rasa bangga dan terima kasih buat ayah dan bonda serta semua ahli keluarga tercinta yang berkorban dengan penuh kesabaran serta memberi sokongan berterusan terhadap segala usaha saya untuk meneruskan pencarian ilmu pengetahuan.

Akhir sekali "Semoga Allah S.W.T sentiasa mengurniakan rahmat dan hidayahNya kepada kita semua".

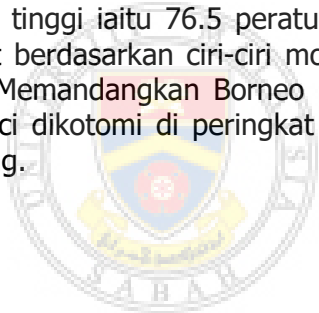
ZAKARIA BARABAG
OGOS, 2010



ABSTRAK

PENILAIAN KE ATAS *DOLICHODERUS* LUND, 1831 (HYMENOPTERA: FORMICIDAE) DI BORNEENSIS

Kajian terhadap *Dolichoderus* Lund, 1831 (Hymenoptera: Formicidae) di BORNEENSIS dijalankan bermula Januari hingga Jun 2009. Objektif kajian ini adalah untuk menentukan status taksonomi, taburan geografi dan membina kekunci dikotomi spesies *Dolichoderus* di BORNEENSIS. Pengecaman ke atas sejumlah 816 individu semut *Dolichoderus* dibuat dengan menggunakan mikroskop Stereo Leica EZ4 untuk menentukan ciri-ciri morfologinya. Spesies paling dominan adalah *D. thoracicus* (530 individu, 64.95%) diikuti oleh *D. cuspidatus* (88 individu, 10.78%), *D. coniger* (44 individu, 5.40%), *D. sulcaticeps* (31 individu, 3.8%), *D. inderapurensis* dan *D. pastorulus* (25 individu, 3.06%), *D. kinabaluensis* (19 individu, 2.33%), *D. modiglianii* (14 individu, 1.72%), *D. maschwitzi* dan *D. sp.1* setiapnya (11 individu, 1.35%). Spesies kurang daripada 10 individu adalah *D. beccarii* (5 individu, 0.61%), *D. tuberifer* (4 individu, 0.49%), termasuk *D. smirugosus* serta tiga morfospesies lain iaitu *D. sp.2*, *D. sp.3* dan *D. sp.4* (2 individu, 0.25%) serta *D. patens* (1 individu, 0.12%). Semua koleksi diperolehi dari kawasan Borneo, Malaysia Barat, Singapura, Indonesia dan Thailand. Borneo adalah penyumbang spesies yang paling tinggi iaitu 76.5 peratus. Kekunci dikotomi spesies *Dolichoderus* di BORNEENSIS dibuat berdasarkan ciri-ciri morfologi di bahagian kepala, mesosoma, petiol, gaster dan kaki. Memandangkan Borneo mempunyai kekayaan semut yang tinggi dan kekurangan kekunci dikotomi di peringkat spesies, kajian taksonomi semut yang berterusan adalah penting.



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

ABSTRACT

A study on the *Dolichoderus* Lund, 1831 (HYMENOPTERA: FORMICIDAE) of BORNEENSIS was carried out from January to June 2009. The objectives of this study was to determine the taxonomic status, geographic distribution and to constructs dichotomous key of *Dolichoderus* species from BORNEENSIS. Identification on 816 individuals of *Dolichoderus* specimens were done using Stereo Leica EZ4 microscope by determining it's morphological characteristics. The most dominant species was the *D. thoracicus* (530 individuals, 64.95%) followed by *D. cuspidatus* (88 individuals, 10.78%) and *D. coniger* (44 individuals, 5.40%). Whereas *D. sulcaticeps* (31 individuals, 3.8%), *D. inderapurensis* and *D. pastorulus* (25 individuals, 3.06%), *D. kinabaluensis* (19 individuals, 2.33%), *D. modiglianii* (14 individuals, 1.72%), *D. maschwitzi* and *D. sp.1* are (11 individuals, 1.35%). Species with less than 10 individuals were *D. beccarii* (5 individuals, 0.61%), *D. tuberifer* (4 individuals, 0.49%) as well as *D. smirugosus* and other three morphospecies: *D. sp.2*, *D. sp.3*, *D. sp.4* represented by (2 individuals, 0.25%), while *Dolichoderus patens* (1 individual, 0.12%). All specimens were collected from Borneo, West Malaysia, Singapore, Indonesia and Thailand. The highest species was 76.5 percent found in Borneo. Morphological characters such as the head, mesosoma, petiole, gaster and leg were used to construct dichotomous key of *Dolichoderus* from BORNEENSIS. High diversity of ants with poor species identification key from Borneo requires continuous need on ant taxonomic research.



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

KANDUNGAN

MUKA SURAT

TAJUK MUKA	i
PENGAKUAN	ii
PENGHARGAAN	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KANDUNGAN	vi
SENARAI SINGKATAN	viii
SENARAI JADUAL	ix
SENARAI RAJAH	x
SENARAI FOTOGRAF	xii
SENARAI LAMPIRAN	xiii
BAB 1: PENGENALAN	
1.1 Pengenalan	1
1.2 Objektif	2
BAB 2: ULASAN PERPUSTAKAAN	
2.1 Diversiti semut di Borneo	4
2.2 Genus <i>Dolichoderus</i>	7
2.2.1 Pengkelasan	8
2.2.2 Ciri-ciri morfologi	9
2.2.3 Habitat dan taburan	11
2.2.4 Biologi	12
2.2.5 Kepentingan semut dalam ekosistem	13
2.2.6 Koleksi serangga BORNEENSIS	15
2.2.7 Pengurusan koleksi data museum	16
BAB 3: BAHAN DAN KAEDAH	
3.1 Koleksi semut	18
3.2 Pengambilan data semut	19
3.3 Pengecaman koleksi semut	21
3.4 Analisis data koleksi	23
3.5 Pengurusan data koleksi	24
BAB 4: KEPUTUSAN	
4.1 Data koleksi <i>Dolichoderus</i>	25
4.2 Taburan geografi <i>Dolichoderus</i>	27
4.3 Taburan geografi <i>Dolichoderus</i> di Sabah	29
4.4 Pengecaman spesies <i>Dolichoderus</i>	30
4.4.1 Ukuran, diagnosis, deskripsi dan catatan	31
(i) <i>Dolicoderus beccarii</i> Emery, 1887	31
(ii) <i>Dolichoderus coniger</i> Mayr, 1870	32
(iii) <i>Dolichoderus cuspidatus</i> F. Smith, 1857	33
(iv) <i>Dolichoderus indrapurensis</i> Forel, 1912	34
(v) <i>Dolichoderus kinabaluensis</i> Dill, 2002	35
(vi) <i>Dolichoderus maschwitzi</i> Dill, 2002	37
(vii) <i>Dolichoderus modiglianii</i> Emery, 1900	38
(viii) <i>Dolichoderus pastorulus</i> Dill, 2002	39

(ix)	<i>Dolichoderus patens</i> Mayr, 1870	40
(x)	<i>Dolichoderus semirugosus</i> Mayr, 1870	41
(xi)	<i>Dolichoderus sulcaticeps</i> Mayr, 1870	43
(xii)	<i>Dolichoderus thoracicus</i> F. Smith, 1860	44
(xiii)	<i>Dolichoderus tuberifer</i> Emery, 1887	45
(xiv)	<i>Dolichoderus</i> sp.1	46
(xv)	<i>Dolichoderus</i> sp.2	47
(xvi)	<i>Dolichoderus</i> sp.3	48
(xvii)	<i>Dolichoderus</i> sp.4	50
4.4.2	Kekunci dikotomi	51
BAB 5: PERBINCANGAN		
5.1	Koleksi data <i>Dolichoderus</i>	56
5.2	Taburan geografi <i>Dolichoderus</i>	59
5.3	Pengecaman <i>Dolichoderus</i>	62
5.4	Ciri-ciri morfologi <i>Dolichoderus</i>	62
5.5	Kekunci dikotomi <i>Dolichoderus</i>	64
BAB 6: KESIMPULAN		
6.1	Status taksonomi <i>Dolichoderus</i>	66
6.2	Taburan geografi <i>Dolichoderus</i>	66
6.3	Pengecaman dan kekunci dikotomi	67
6.4	Cadangan	67
RUJUKAN		69
LAMPIRAN		75



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

SENARAI SINGKATAN

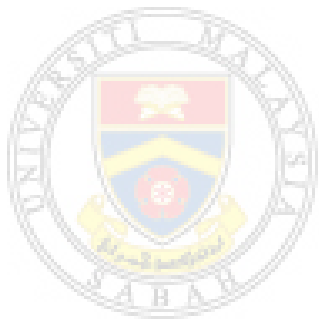
BOR	BORNEENSIS
IBTP	Institut Biologi Tropika dan Pemuliharaan
UMS	Universiti Malaysia Sabah
TL	Panjang keseluruhan (Total length)
HL	Panjang kepala (Length of head)
HW	Lebar kepala tidak termasuk mata (Width of head excluding eyes)
SL	Panjang skap antena (Length of antennae scape)
AL	Panjang mesosoma (Length of alitrunk)
FL	Panjang femur belakang (Length of hind femur)
Sp.	Spesies (Species)
Spp.	Spesies-spesies
%	Peratus
Gn.	Gunung
mm	Milimeter
°	Darjah
°C	Darjah selsius
DNA	Asid deoxyribonucleic



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

SENARAI JADUAL

Jadual 3.1	Indeks pengukuran	21
Jadual 4.1	Senarai sepsies <i>Dolichoderus</i> di BORNEENSIS	25



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

SENARAI RAJAH

Rajah 3.1	Morfologi keseluruhan badan semut	22
Rajah 3.2	Bahagian hadapan kepala semut	22
Rajah 3.3	Bahagian bawah kepala semut	23
Rajah 4.1	Graf peratus individu bagi setiap spesies	26
Rajah 4.2	Graf peratus taburan geografi koleksi BOR	27
Rajah 4.3	Graf bilangan spesies <i>Dolichoderus</i> di Sabah	30
Rajah 4.4.1	Peta taburan <i>Dolichoderus beccarii</i>	81
Rajah 4.4.2	Peta taburan <i>Dolichoderus coniger</i>	81
Rajah 4.4.3	Peta taburan <i>Dolichoderus cuspidatus</i>	82
Rajah 4.4.4	Peta taburan <i>Dolichoderus indrapurensis</i>	82
Rajah 4.4.5	Peta taburan <i>Dolichoderus kinabaluensis</i>	83
Rajah 4.4.6	Peta taburan <i>Dolichoderus modiglianii</i>	83
Rajah 4.4.7	Peta taburan <i>Dolichoderus pastorulus</i>	84
Rajah 4.4.8	Peta taburan <i>Dolichoderus semirugosus</i>	84
Rajah 4.4.9	Peta taburan <i>Dolichoderus sulcaticeps</i>	85
Rajah 4.4.10	Peta taburan <i>Dolichoderus thoracicus</i>	85
Rajah 4.4.11	Peta taburan <i>Dolichoderus</i> sp.1	86
Rajah 4.4.12	Peta taburan <i>Dolichoderus</i> sp.2	86
Rajah 4.4.13	Peta taburan <i>Dolichoderus</i> sp.3	87
Rajah 4.4.14	Peta taburan <i>Dolichoderus cuspidatus</i>	87
Rajah 4.4.15	Peta taburan <i>Dolichoderus cuspidatus</i>	88
Rajah 4.4.16	Peta taburan <i>Dolichoderus mischwitzii</i>	88
Rajah 4.4.17	Peta taburan <i>Dolichoderus thoracicus</i>	89
Rajah 4.4.18	Peta taburan <i>Dolichoderus</i> sp.1	89
Rajah 4.4.19	Peta taburan <i>Dolichoderus patens</i>	90
Rajah 4.4.20	Peta taburan <i>Dolichoderus sulcaticeps</i>	90
Rajah 4.4.21	Peta taburan <i>Dolichoderus thoracicus</i>	91
Rajah 4.4.22	Peta taburan <i>Dolichoderus tuberifer</i>	91
Rajah 4.4.23	Peta taburan <i>Dolichoderus</i> sp.4	92
Rajah 4.4.24	Peta taburan <i>Dolichoderus cuspidatus</i>	93
Rajah 4.4.25	Peta taburan <i>Dolichoderus tuberifer</i>	93

Rajah 4.4.26 Peta taburan *Dolichoderus tuberifer*

94

Rajah 4.4.27 Peta taburan *Dolichoderus sulcaticeps*

94



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

SENARAI FOTOGRAF

Foto 3.1	Bilik koleksi BORNEENSIS	18
Foto 3.2	Makmal proses IBTP	19
Foto 3.3	Unit tray dan kotak spesimen	20
Foto 4.4	<i>Dolicoderus beccarii</i> Emery, 1887	32
Foto 4.5	<i>Dolichoderus coniger</i> Mayr, 1870	33
Foto 4.6	<i>Dolichoderus cuspidatus</i> F. Smith, 1857	34
Foto 4.7	<i>Dolichoderus indrapurensis</i> Forel, 1912	35
Foto 4.8	<i>Dolichoderus kinabaluensis</i> Dill, 2002	36
Foto 4.9	<i>Dolichoderus maschwitzi</i> Dill, 2002	38
Foto 4.10	<i>Dolichoderus modiglianii</i> Emery, 1900	39
Foto 4.11	<i>Dolichoderus pastorulus</i> Dill, 2002	40
Foto 4.12	<i>Dolichoderus patens</i> Mayr, 1870	41
Foto 4.13	<i>Dolichoderus semirugosus</i> Mayr, 1870	42
Foto 4.14	<i>Dolichoderus sulcaticeps</i> Mayr, 1870	44
Foto 4.15	<i>Dolichoderus thoracicus</i> F. Smith, 1860	45
Foto 4.16	<i>Dolichoderus tuberifer</i> Emery, 1887	46
Foto 4.17	<i>Dolichoderus</i> sp.1	47
Foto 4.18	<i>Dolichoderus</i> sp.2	48
Foto 4.19	<i>Dolichoderus</i> sp.3	49
Foto 4.20	<i>Dolichoderus</i> sp.4	51

SENARAI LAMPIRAN

Lampiran A	Senarai spesies <i>Dolichoderus</i> di BORNEENSIS (Sebelum kajian)	75
Lampiran B	Senarai taburan geografi spesies <i>Dolichoderus</i> di BORNEENSIS	76
Lampiran C	Senarai taburan geografi spesies <i>Dolichoderus</i> di Sabah	78
Lampiran D	Senarai spesies <i>Dolichoderus</i> di Borneo	79
Lampiran E	Senarai spesies <i>Dolichoderus</i> di rantau Indo-Australian	80
Lampiran F	Peta taburan geografi spesies <i>Dolichoderus</i> di BORNEENSIS	81



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Pendahuluan

Groombridge (1992) dalam Maxted (1996) menganggarkan lebih kurang 950,000 daripada lapan juta spesies serangga yang wujud telahpun dikenalpasti. Semut adalah serangga dominan di persekitaran daratan yang menyumbang kira-kira 10 peratus biomass daratan (Wilson, 1990). Menurut Holldobler & Wilson (1990) sebanyak 350 genera semut yang terdiri daripada 20,000 spesies wujud di peringkat global. Bolton *et al.* (2005) mengkelaskan keseluruhan semut yang wujud kepada 23 subfamili yang terdiri daripada 287 genera, 11,477 spesies dan 2,464 subspecies. Sebanyak lima subfamili yang terdiri daripada 121 genera dan 594 spesies telahpun pupus (Bolton *et al.* 2005). Manakala, empat subfamili yang terdiri daripada 22 genera adalah endemik di kawasan Indo-Australian yang dikongsikan oleh Malaysia, Filipina, Indonesia, New Guinea dan Kepulauan Lautan Pasifik (Bolton, 1995 & Bolton, 1997).

Lund (1831) memerihalkan genus *Dolichoderus* dengan menggunakan *Formica attelaboides* Fabricus sebagai spesimen tunggal. Genus *Dolichoderus* yang tergolong dalam subfamili Dolichoderinae terdiri daripada 23 genera dan 263 spesies (Bolton, 2003 & Bolton *et al.* 2005). Genus tersebut tersebar di serata dunia dari Selatan Amerika Utara, Utara Amerika Selatan, Eropah, Asia dan Selatan Australia kecuali di Afrotropikal dan Madagaskar (Bolton, 1995).

Di Asia terdapat sebanyak 20 genera Dolichoderinae (Bolton, 1997) berbanding dengan 23 genera yang wujud secara keseluruhannya (Bolton, 2003 & Bolton *et al.* 2005). Sebanyak 12 genera daripadanya terdapat di rantau Indo-Australian dan lapan genera dari kawasan Oriental (Bolton, 1997). Borneo yang terletak dalam kawasan Indo-Australian mempunyai tujuh genera Dolichoderinae (Chung, 1995 & Hashimoto, 2003). Asia mempunyai 56 spesies *Dolichoderus* (Chapman & Capco, 1951) daripada 263 spesies yang wujud di peringkat global (Bolton, 2003 & Bolton *et al.* 2005). Manakala, Borneo

yang dikongsikan oleh Malaysia Timur & Indonesia mempunyai sebanyak 31 spesies dan subspecies *Dolichoderus* (Bolton, 1997 & Maryati, 2007).

Mengikut Holldobler & Wilson (1991) masih ramai pengkaji menghadapi masalah dalam proses pengecaman semut kerana data taksonomi yang belum stabil di peringkat subfamili hingga ke peringkat spesies. Alonso (2000) menyatakan kekunci pengecaman peringkat spesies di kawasan tropika masih kurang. Kajian taksonomi sangat perlu untuk menghasilkan kekunci dikotomi di peringkat spesies. Kajian kepelbagaian dan taburan fauna semut perlu difahami secara terperinci kerana peranannya yang penting dalam sistem ekologi.

BORNEENSIS ditubuhkan pada Jun 1996 sebagai pusat koleksi rujukan flora dan fauna di Institut Biologi Tropika dan Pemuliharaan, Universiti Malaysia Sabah. Pusat tersebut mempunyai empat bilik koleksi utama yang menyimpan koleksi kering invetebrata, koleksi kering vertebrata, herbarium dan koleksi basah. Koleksi spesimen disimpan dalam bentuk koleksi kering, koleksi basah, herbarium dan spesimen slaid. Pusat koleksi yang baik perlu mempergiatkan kerja-kerja inventori terhadap kepelbagaian biologi untuk meningkatkan keupayaan bidang taksonomi (Ahmad & Maryati, 1999).

Peringkat awal penubuhan BORNEENSIS hanya mempunyai lebih kurang 5,000 spesimen serangga yang diselenggara mengikut piawai antarabangsa (Ahmad & Maryati, 1999). BORNEENSIS mempunyai sembilan subfamili Formicidae yang terdiri daripada 303 spesies (Yamane, 1997) dalam (Ahmad & Maryati, 1999). Secara keseluruhannya terdapat 43,000 spesimen serangga termasuk 10,363 semut dalam koleksi BORNEENSIS (Hashimoto & Tachi, 2003).

1.2 Objektif

Kajian ini bertujuan untuk menentukan status taksonomi, taburan geografi dan membina kekunci dikotomi spesies *Dolichoderus* yang terdapat di BORNEENSIS. Kekunci pengecaman di peringkat spesies bagi rantau Indo-Australian sangat kurang jika dibandingkan dengan rantau lain. Kajian taksonomi perlu diperluaskan sebagai usaha untuk menghasilkan kekunci dikotomi yang lebih banyak di rantau ini. Hanya spesimen yang dilengkapi dengan data taksonomi dan ekologi membawa nilai saintifik yang

berguna sebagai bahan rujukan. Bahan tersebut sangat penting untuk melicinkan kerja pengecaman, penamaan dan pemerihalan spesies baru. Kajian ini dijalankan berdasarkan tiga objektif utama iaitu:

- Menentukan status taksonomi spesies *Dolichoderus* di BORNEENSIS.
- Menentukan taburan geografi spesies *Dolichoderus* berdasarkan rekod BORNEENSIS.
- Menghasilkan kekunci dikotomi spesies *Dolichoderus* untuk koleksi BORNEENSIS.



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

BAB 2

ULASAN PERPUSTAKAAN

2.1 Diversiti semut di Borneo

Hutan di Borneo tergolong sebagai hutan hujan tropika yang mengalami iklim khatulistiwa dengan cuaca panas dan lembap serta menerima hujan sepanjang tahun. Diversiti semut sangat tinggi dalam kawasan hutan hujan tropika (Atkin & Proctor, 1988; Holldobler & Wilson, 1990; Chung, 1995) kerana merupakan ekosistem yang paling kaya di dunia (Marshall, 1992). Bruhl *et al.* (1998) juga menyatakan pendapat yang sama dengan mengambil contoh hutan primer Poring yang sangat kaya dengan fauna semut.

Mejer (1990) semut merupakan komponen utama kanopi hutan hujan tropika. Rahmat (1987) dan Chung (1991) juga memberi kenyataan yang selari bahawa kepelbagaian semut lebih tinggi dalam hutan berbanding kawasan terbuka. Misalnya, Taman Kinabalu Poring yang mempunyai lapan subfamili semut yang terdiri daripada 81 genera dan 640 spesies (Bolton & Eguchi, 2005). Semut merupakan kumpulan serangga yang sangat banyak serta bersifat universal kerana boleh didapati secara jelas di merata tempat. Semut juga mendominasi habitat daratan dari tundra subartik, kawasan hutan hujan khatulistiwa, kawasan paya, kawasan gurun, pesisir pantai dan kawasan tanah tinggi sama ada di dalam tanah atau di atas pokok yang tinggi (Bolton, 1997).

Laporan beberapa kajian lepas menunjukkan kumpulan semut yang wujud hanya sebanyak 16 subfamili yang terdiri daripada 300 genera serta 15,000 spesies dan subspecies (Bolton, 1995; Shattuck, 1999; Shattuck & Barnett, 2001). Pada masa ini jumlah tersebut bertambah menjadi 23 subfamili yang masih wujud dan lima subfamili telahpun pupus (Bolton *et al.* 2005). Subfamili semut dalam pengkelasan tersebut adalah *Aenictinae*, *Aenictogitoninae*, *Agroecomyrmecinae*, *Amblyoponinae*, *Aneuretinae*, *Apomyrminae*, *Cerapachyinae*, *Dolichoderinae*, *Dorylinae*, *Ecitoninae*, *Ectatomminae*, *Formicinae*, *Heteroponerinae*, *Leptanillinae*, *Leptanilloidinae*, *Myrmeciinae*, *Myrmicinae*, *Nothomyrmeciinae*, *Pachycondylinae*, *Paraponerinae*, *Ponerinae*, *Proceratiinae* dan *Pseudomyrmecinae*.

Indo-Australian mempunyai sembilan subfamili daripada 16 subfamili semut yang wujud (Bolton, 1997). Jumlah tersebut mengalami peningkatan menjadi 12 subfamili daripada 23 subfamili yang wujud secara keseluruhannya (Bolton, 2003 & Bolton *et al.* 2005). Terdapat sebanyak 22 genera semut yang endemik bagi rantau Indo-Australian (Bolton, 1995 & Bolton, 1997). Malaysia yang terletak dalam kawasan tersebut mempunyai sembilan subfamili semut yang terdiri daripada *Aenictinae*, *Cerapachyinae*, *Dolichoderinae*, *Dorylinae*, *Formicinae*, *Leptanillinae*, *Myrmicinae*, *Ponerinae* dan *Pseudomyrmecinae* (Maryati, 1997). Jumlah tersebut juga meningkat menjadi 12 subfamili selepas *Ponerinae* dipecahkan menjadi tiga subfamili yang berasingan.

Borneo mempunyai kepelbagaian fauna semut yang tinggi melebihi 1,000 spesies (Yamane, 2002). Perkara tersebut berjaya dibuktikan dengan kewujudan sembilan subfamili semut yang terdiri daripada 94 genera dan lebih 1,000 spesies di Borneo (Hashimoto, 2003). Terdapat enam genera iaitu *Bregmatomyrma*, *Epelysidris*, *Ishakidris*, *Loweriella*, *Secostruma* dan *Tetheamyrma* adalah endemik di Borneo (Bolton, 1995; Hashimoto, 2003; Maryati, 2004). Pada masa ini Borneo mempunyai 12 subfamili semut dengan tambahan tiga subfamili iaitu *Amblyoponinae*, *Ectatomminae* dan *Proceratiinae* yang berasal daripada subfamili *Ponerinae* (Bolton, 2003 & Bolton *et al.* 2005).

Menurut Chung (1995) sebanyak tujuh subfamili daripada lapan subfamili semut Borneo terdapat di Sabah. Jumlah tersebut bertambah menjadi sembilan subfamili berdasarkan rekod di Taman Bukit Tawau (Hashimoto *et al.* 1999). Data terkini menunjukkan sebanyak 12 subfamili semut di Sabah menyamai jumlah subfamili semut yang terdapat di Malaysia dan Borneo (Bolton, 2003 & Bolton *et al.* 2005).

Sabah mempunyai rekod kepelbagaian fauna semut yang tersendiri bagi setiap kawasan yang berlainan. Maryati *et al.* (1998) menerusi ekspedisi saintifik dan inventori semut di hutan Taman Hidupan Liar Tabin berjaya merekodkan lapan subfamili semut yang terdiri daripada 122 spesies dan morfospesies. Subfamili Dolichoderinae menyumbang tiga genera yang terdiri daripada enam spesies *Dolichoderus* sp., *Iridomyrmex anceps* dan *Philidris* sp. Pada tahun yang sama, pengumpulan koleksi secara manual di Sayap Kinabalu berjaya merekodkan lima subfamili yang terdiri daripada *Ponerinae*, *Dorylinae*, *Myrmicinae*, *Dolichoderinae* dan *Formicinae* dengan jumlah keseluruhan sebanyak 58 spesies (Maryati, 1998).

Inventori hutan tanah rendah di Taman Bukit Tawau juga menghasilkan sembilan subfamili semut yang terdiri daripada 230 spesies (Hashimoto *et al.* 1999). Subfamili Dolichoderinae menyumbang empat genera yang terdiri daripada sembilan spesies termasuk dua spesies *Dolichoderus*. Manakala, tinjauan awal ke atas fauna semut di Taman Banjaran Crocker antara tahun 1999 hingga 2002 juga berjaya merekodkan tujuh subfamili semut yang terdiri daripada 37 genera dan 116 spesies (Hashimoto & Maryati, 2004). Subfamili Dolichoderinae yang terdiri daripada tiga genera menyumbang spesies *D. cuspidatus*, *D. thoracicus* dan enam morfospesies lain.

Maryati (2002) merekodkan lima subfamili dari tiga kawasan hutan tanah rendah di Sungai Kinabatangan yang terdiri daripada 19 genera dan 34 morfospesies. Subfamili Dolichoderinae menyumbang tiga genera termasuk dua spesies *Dolichoderus* dan lima morfospesies yang lain. Hashimoto *et al.* (2002) juga melaporkan tujuh subfamili semut yang terdiri daripada 78 spesies dan morfospesies termasuk dua spesies *Dolichoderus* dari lokasi yang sama. Bolton & Eguchi (2005) melaporkan Taman Kinabalu Poring mempunyai lapan subfamili semut yang terdiri daripada 81 genera dan 640 spesies. Subfamili Dolichoderinae menyumbang lima genera yang terdiri daripada 61 spesies dan genus *Dolichoderus* pula menyumbang 12 spesies.

Julia (2004) menggunakan semut sebagai peraga untuk Penilaian Biodiversiti Cepat (RBA) di Taman Hidupan Liar Tabin mendapati tujuh subfamili semut yang terdiri daripada 64 genera dan 280 spesies. Subfamili Dolichoderine menyumbang tiga genera dan 17 spesies. Erwin *et al.* (2004) merekodkan enam subfamili semut yang terdiri daripada 32 genera dan 169 spesies di Lembah Danum. Subfamili Dolichoderinae juga menyumbang empat genera yang terdiri daripada 13 spesies dan morfospesies.

Pethrine (2005) menerusi kajian kepelbagaian semut di sepanjang kecerunan urbanisasi juga mendapati kewujudan enam subfamili semut yang terdiri daripada 118 spesies. Sebanyak 11 spesies daripadanya merupakan semut subfamili Dolichoderinae. Kajian terhadap kepelbagaian semut sebagai indikator bagi perbezaan jenis gunatanah dijalankan di beberapa kawasan di Borneo (Sukarman, 2007). Hasil kajian tersebut menunjukkan 10 subfamili semut yang terdiri daripada 69 genera dan 326 morfospesies. Subfamili Dolichoderinae yang menyumbang 17 spesies menduduki tempat keempat dari segi komposisi spesies yang diperolehi.

2.2 Genus *Dolichoderus*

Genus *Dolichoderus* yang tergolong dalam subfamili Dolichoderinae mengandungi 23 genera terdiri daripada 263 spesies di peringkat global (Bolton, 2003 & Bolton *et al.* 2005). Genera tersebut adalah *Amyrmex*, *Anillidris*, *Anonychomyrma*, *Axinidris*, *Azteca*, *Bothriomyrmex*, *Doleromyrma*, *Dolichoderus*, *Dorymyrmex*, *Ecphorella*, *Forelius*, *Froggattella*, *Iridomyrmex*, *Leptomyrmex*, *Linepithema*, *Liometopum*, *Loweriella*, *Ochetellus*, *Papyrius*, *Philidris*, *Tapinoma*, *Technomyrmex* dan *Turneria* (Bolton, 2003 & Bolton *et al.* 2005). Manakala, Borneo pula mempunyai tujuh genera Dolichoderinae yang terdiri daripada *Bothriomyrmex*, *Dolichoderus*, *Iridomyrmex*, *Loweriella*, *Philidris*, *Tapinoma* dan *Technomyrmex* (Hashimoto, 2003 & Maryati, 2004). Jumlah tersebut mewakili lebih kurang 30 peratus daripada genera Dolichoderinae dan genus *Loweriella* adalah endemik di Borneo.

Genus *Dolichoderus* diperihalkan dengan menggunakan *Formica attelaboides* sebagai spesimen tunggal (Lund, 1831). Menurut Forel (1878), Emery & Forel (1879), Dalla Torre (1893), Forel (1899), Wheeler (1910), Emery (1913a), Forel (1917) dan Wheeler (1992) dalam (Bolton, 1995 & Bolton, 2003), *Hypoclinea* dan *Monacis* merupakan sinonim senior *Dolichoderus*. Manakala, mengikut Taylor & Brown (1985), Shattuck (1992c) dan Bolton (1994) juga dalam (Bolton, 1995 & Bolton, 2003), *Acanthoclinea* dan *Diceratoclinea* adalah sinonim junior *Dolichoderus*. Wheeler (1935) pula memerihalkan *Acanthoclinea* dan *Diceratoclinea* sebagai subgenus *Dolichoderus* dengan menggunakan *Dolichoderus doriae* dan *Dolichoderus scabridus* sebagai spesimen tip yang kemudian dijadikan genus oleh Brown (1950) dalam (Bolton, 1995; Bolton, 2003; Maryati, 2007).

Asia mempunyai 56 spesies *Dolichoderus* (Chapman & Capco, 1951) yang meliputi kawasan Indo-Australian dan Oriental. Bolton (1995) menyenaraikan 38 spesies *Dolichoderus* dari rantau Indo-Australian. Lokaliti tip 10 spesies daripadanya adalah semut Borneo. Senarai tersebut ditunjukkan dalam Lampiran E. Hutan hujan tropika dalam kawasan Borneo yang dikongsikan oleh Malaysia Timur dan Indonesia mempunyai 31 spesies dan subspecies *Dolichoderus* (Bolton, 1995 & Maryati, (2007). BORNEENSIS pula mempunyai sembilan spesies dan morfospesies semut *Dolichoderus* yang diperolehi dari kawasan berlainan di Borneo menerusi aktiviti penyelidikan (Maryati, 2007).

Kekunci dikotomi merupakan alat yang sangat berguna dalam kerja pengecaman spesimen untuk menentukan nama spesies semut. Kekunci dikotomi peringkat spesies bagi semut *Dolichoderus* sangat kurang di rantau Indo-Australian. Bolton (2003) kekunci dikotomi yang berkaitan dengan semut di rantau Indo-Australian adalah kekunci yang dihasilkan oleh Dill (2002) untuk kumpulan spesies Asia Tenggara dan kekunci spesies oleh Bingham (1903) bagi kawasan India, Sri Lanka dan Burma. Sementara itu, bilangan kekunci peringkat spesies yang diterbitkan secara khusus untuk semut *Dolichoderus* di kawasan Borneo sangat kurang. Hashimoto (2003) menghasilkan kekunci genus dan Maryati (2004) pula menghasilkan kekunci subfamili untuk semut *Dolichoderus* di kawasan Borneo.

Bolton (2003) menyenaraikan beberapa kekunci peringkat spesies yang dihasilkan bagi semut *Dolichoderus* di rantau lain seperti kekunci Mayr (1868b, 1870, 1876, 1886c), Andre (1882b), Forel (1895b) Wheeler, W.M. (1905b), Mann (1916), Clark (1930a), Creighton (1950a), Kempf (1959a), Wheeler, J. (1963), Harada (1987), Lattake (1987), Johnson (1989a), MacKay (1993), Radchenko (1994a), Wu, J. & Wang (1995), Xu (1995a, 2001b) dan Zhou (2001).

Pengecaman untuk membuat pengkelasan sering dikaitkan dengan perkembangan filogeni sesuatu spesies. Kajian morfologi pula merupakan kerja yang sangat sinonim dengan pengkelasan. Pengecaman untuk mengkaji morfologi bertujuan untuk menentukan variasi intraspesifik dan interspesifik sesuatu spesies. Kekunci dikotomi perlu dibuat berdasarkan ciri-ciri khusus sesuatu spesies. Kekunci tersebut sangat berguna ketika kerja pengecaman dan penamaan sesuatu spesies pada masa akan datang.

2.2.1 Pengkelasan

Semut merupakan serangga eusosial yang hidup dalam koloni serta saling bergantung di antara satu sama lain. Setiap individu semut mempunyai peranan yang tersendiri mengikut kastanya dalam sesuatu koloni. Kasta semut terdiri daripada permaisuri, pekerja, semut jantan dan askar (Holldobler & Wilson, 1994). Genus *Dolichoderus* tergolong dalam Kingdom: Animalia; Phylum: Arthropoda; Subphylum: Hexapoda; Class: Insecta; Subclass: Pterygota; Infraclass: Neoptera; Order: Hymenoptera; Suborder: Apocrita; Superfamili: Scolioidea; Famili: Formicidae; Subfamili: Dolichoderinae dan

Genus: *Dolichoderus*. Pengkelasan secara moden di atas merupakan pengkelasan yang berasaskan perkembangan filogeni dengan menggunakan sistem hirarki dari kumpulan besar hingga ke peringkat lebih kecil.

Kebanyakan ahli taksonomi menggunakan ciri-ciri morfologi untuk mengkelaskan semut mengikut kumpulan subfamili, genus dan spesies. Pengkelasan semut juga perlu mengambil kira struktur anatomi dan tabiat semula jadi kumpulan semut (Ahmad Saliza, 1995). Jelas bahawa aspek anatomi, kasta dan fungsi individu semut dalam koloni juga perlu diberi pertimbangan dalam proses pengkelasan. Misalnya, kumpulan Myrmeciinae dan Ponerinae dikelaskan sebagai semut primitif. Manakala, Dorylinae, Dolichoderinae dan Myrmicinae adalah kumpulan yang lebih maju. Kaedah pengkelasan tersebut berdasarkan perbezaan morfologi dan pelakuan semut yang mempertimbangkan faktor-faktor evolusi.

Pengecaman dan pengkelasan merupakan kerja yang sangat sinonim dalam bidang taksonomi. Pengecaman biasanya dijalankan dengan dua keadaan sama ada secara pepadanan dan penyusutan (Maxted, 1996). Proses pepadanan merupakan kerja yang melibatkan perbandingan spesimen dengan deskripsi takson atau dengan beberapa contoh spesimen. Manakala, pengecaman secara penyusutan pula dilakukan menerusi perbandingan spesimen dengan sepasang deskripsi ringkas supaya saling berpadanan sehingga hanya satu takson yang tinggal. *Dichotomous Key*, *Single-access Key*, *Sequential Key* dan *Diagnostic* merupakan kekunci tradisional yang boleh digunakan untuk membuat pengecaman (Maxted, 1996).

2.2.2 Ciri-ciri morfologi

Struktur otak semut yang sangat halus dan kompleks membolehkannya untuk memproses maklumat yang mudah seperti mengesan koloni dan kedudukan beberapa lokasi di luar sarang (Holldobler & Wilson, 1994). Semut merupakan fauna kecil dengan anggaran saiz di antara 1mm hingga 40mm (Bolton, 1994). Selalunya, semut yang mendiami habitat berlainan akan menunjukkan morfologi yang berbeza (Bolton, 1994). Hal ini menunjukkan semut mempunyai variasi yang tinggi dari segi morfologi dan saiz di antara spesies yang berlainan. Misalnya, spesies semut pengumpul madu boleh mengembangkan gaster untuk menyimpan madu. Manakala, semut pengumpul biji benih