

**DIVERSITAS KELELAWAR (CHIROPTERA)  
DI GUA – GUA KAWASAN KARST  
MALANG SELATAN**

**SKRIPSI**



**Disusun Oleh :**

**NUR SHALEKAH  
NIM : H71215021**

**PROGRAM STUDI BIOLOGI  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL  
SURABAYA  
2019**

## **PERNYATAAN KEASLIAN**

Saya yang bertanda tangan dibawah ini,

Nama : Nur Shalekah

NIM : H71215021

Program Studi : Biologi

Angkatan : 2015

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan plagiat dalam penulisan skripsi saya yang berjudul: "DIVERSITAS KELELAWAR (CHIROPTERA) DI GUA – GUA KAWASAN KARST MALANG SELATAN". Apabila suatu saat nanti terbukti saya melakukan tindakan plagiat, maka saya bersedia menerima sanksi yang telah ditetapkan.

Demikian pernyataan keaslian ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Surabaya, 18 Juli 2019

Yang menyatakan,



Nur Shalekah  
NIM. H71215021

## **LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING**

Skripsi oleh

NAMA : NUR SHALEKAH

NIM : H71215021

JUDUL : DIVERSITAS KELELAWAR (CHIROPTERA) DI GUA – GUA  
KAWASAN KARST MALANG SELATAN

Telah diperiksa dan disetujui untuk diujikan.

Surabaya, 18 Juli 2019

Dosen Pembimbing I



Nirmala Fitria Firdhausi, M.Si.  
NIP. 198506252011012010

Dosen Pembimbing II



Irul Hidayati, M.Kes.  
NIP. 198102282014032001

## PENGESAHAN TIM PENGUJI SKRIPSI

Skripsi Nur Shalekah ini telah dipertahankan didepan tim penguji skripsi di  
Surabaya, 24 Juli 2019

Mengesahkan,  
Dewan Penguji

Penguji I



Nirmala Fitria Firdhausi, M.Si.  
NIP. 198506252011012010

Penguji II



Irul Hidayati, M.Kes.  
NIP. 198102282014032001

Penguji III



Ika Mustika, M.Kes.  
NIP. 198702212014032004

Penguji IV



Saiful Bahri, M.Si.  
NIP. 198804202018011002

Mengetahui,

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi  
UIN Sunan Ampel Surabaya



Dr. Eni Purwati, M.Ag.

NIP. 196512211990022001



**KEMENTERIAN AGAMA  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL SURABAYA  
PERPUSTAKAAN**

Jl. Jend. A. Yani 117 Surabaya 60237 Telp. 031-8431972 Fax.031-8413300  
E-Mail: perpus@uinsby.ac.id

---

**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI  
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademika UIN Sunan Ampel Surabaya, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Nur Shalekah  
NIM : H71215021  
Fakultas/Jurusan : SAINTEK/BIOLOGI  
E-mail address : nurshalekah@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah :  
 Sekripsi     Tesis     Desertasi     Lain-lain (.....) yang berjudul :

**DIVERSITAS KELELAWAR (CHIROPTERA) DI GUA – GUA KAWASAN KARST**

---

**MALANG SELATAN**

---

beserta perangkat yang diperlukan (bila ada). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Ekslusif ini Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya berhak menyimpan, mengalih-media/format-kan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (database), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di Internet atau media lain secara **fulltext** untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini yang saya buat dengan sebenarnya.

Surabaya, 24 Juli 2019  
Penulis

(Nur Shalekah)

## ABSTRAK

# DIVERSITAS KELELAWAR (CHIROPTERA) DI GUA – GUA KAWASAN KARST MALANG SELATAN

Salah satu bagian komponen dari karst adalah gua. Eksplorasi kekayaan fauna pada gua kawasan karst di Indonesia masih minim atau belum menyeluruh. Karst Malang Selatan banyak dijumpai gua. Kelelawar merupakan salah satu diantara fauna yang berada di gua. Peranan kelelawar yang besar bagi alam penting adanya konservasi terhadap keanekaragaman hayati kawasan karst. Diversitas kelelawar di Gua – Gua Kawasan Karst Malang Selatan belum banyak dikaji. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui diversitas kelelawar (Chiroptera) di Gua – Gua Kawasan Karst Malang Selatan. Pengambilan sampel dilakukan pada tanggal 24 Februari 2019 – 28 Februari 2019. Penentuan lokasi penelitian menggunakan teknik *Purposive Random Sampling* sehingga didapatkan 5 lokasi gua, yaitu Gua Krompyang, Gua Jolotundo, Gua Prapatan JLS, Gua Kembar dan Gua Maron. Selanjutnya pengambilan sampel dilapangan dipilih secara acak pada tiap gua (*Simple Random Sampling*). Data yang didapat dianalisis berdasarkan Indeks Diversitas, Indeks Kemerataan dan Frekuensi Kehadiran. Hasil penelitian menunjukkan kelelawar yang ditemukan terdiri dari 10 spesies diantaranya *Cynopterus brachyotis*, *Cynopterus horsfieldii*, *Cynopterus sphinx*, *Macroglossus minimus*, *Nycteris javanica*, *Miniopterus schreibersii*, *Miniopterus australis*, *Rhinolophus borneensis*, *Rhinolophus affinis*, dan *Hipposideros diadema*. Tingkat diversitas kelelawar tertinggi di Gua Prapatan JLS ( $H' = 0,67$ ) dan terendah di Gua Kembar ( $H' = 0,20$ ). Indeks kemerataan tertinggi di Gua Prapatan JLS ( $E = 0,29$ ) dan terendah di Gua Kembar ( $E = 0,09$ ). *Rhinolophus borneensis* memiliki persentase kehadiran tertinggi sebesar 60%.

**Kata Kunci :** Karst Malang Selatan, Gua, dan Diversitas Kelelawar (Chiroptera).

## ABSTRACT

# BAT DIVERSITY (CHIROPTERA) IN KARST CAVE AREA OF SOUTH MALANG

One of the component part from karst is the cave. The exploration of fauna's wealth in the Karst caves area in Indonesia is still minimal or has not comprehensive. The Karst of South Malang has found many caves. The bat is one of the fauna which placed in the cave. The role of bats which great for nature is important for conservation of the biodiversity of the Karst area. The bat diversity in the Caves of Karst Area in South Malang has not been widely studied. This research aims to determine the bat diversity (Chiroptera) in Karst Caves, South Malang. The sampling was taken on February 24, 2019 until February 28, 2019. The location of the study used *Purposive Random Sampling* Technique to obtain 5 cave locations, namely Krompyang Cave, Jolotundo Cave, Prapatan Cave, Prapatan JLS Cave, Kembar Cave and Maron Cave. Furthermore, the field sampling is selected randomly in each cave (*Simple Random Sampling*). The obtained data were analyzed based on the Diversity Index, Evenness Index and Frequency of Attendance. The results showed that the bats were found consist of 10 species including *Cynopterus brachyotis*, *Cynopterus horsfieldii*, *Cynopterus sphinx*, *Macroglossus minimus*, *Nycteris javanica*, *Miniopterus schreibersii*, *Miniopterus australis*, *Rhinolophus borneensis*, *Rhinolophus affinis*, and *Hipposideros didemum*. The highest diversity level of bats in Prapatan JLS Cave ( $H' = 0.67$ ) and the lowest in Kembar Cave ( $H' = 0.20$ ). The highest evenness index in Prapatan JLS Cave ( $E = 0.29$ ) and the lowest in Kembar Cave ( $E = 0.09$ ). *Rhinolophus borneensis* has the highest percentage of attendance which is around 60%.

**Keywords:** Karst of South Malang, Caves, and Bat Diversity (Chiroptera).

## DAFTAR ISI

Halaman Judul.....	i
Lembar Persetujuan Pembimbing .....	ii
Lembar Pengesahan .....	iii
Halaman Pernyataan Keaslian Karya Ilmiah .....	iv
Lembar Pernyataan Persetujuan Publikasi .....	v
Halaman Motto.....	vi
Halaman Persembahan .....	vii
Abstrak .....	viii
Kata Pengantar .....	x
Daftar Isi.....	xii
Daftar Tabel .....	xiv
Daftar Gambar.....	xv
Daftar Lampiran .....	xvi
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian .....	4
1.4 Manfaat Penelitian .....	4
1.1 Batasan Penelitian.....	4
<b>BAB II KAJIAN PUSTAKA .....</b>	<b>5</b>
2.1 Taksonomi Kelelawar .....	5
2.2 Morfologi Kelelawar .....	13
2.3 Peran Kelelawar .....	15
2.3.1 Pemencar Biji .....	15
2.3.2 Membantu Proses Penyerbukan Bunga .....	16
2.3.3 Pengendali Populasi Serangga.....	17
2.4 Deskripsi Wilayah Malang Selatan .....	18
2.5 Karstifikasi.....	18
2.6 Geomorfologi Gua .....	20
2.7 Tipe-Tipe Gua.....	22

2.8 Zona Gua .....	23
2.9 Fauna Gua.....	24
2.10 Ayat yang Relevan.....	24
<b>BAB III METODE PENELITIAN.....</b>	<b>27</b>
3.1 Jenis Penelitian .....	27
3.2 Waktu dan Lokasi Penelitian .....	27
3.2.1 Waktu Penelitian .....	27
3.2.2 Lokasi Penelitian .....	28
3.3 Bahan dan Alat Penelitian .....	29
3.3.1 Bahan Penelitian .....	29
3.3.2 Alat Penelitian .....	30
3.4 Prosedur Penelitian .....	30
3.4.1 Koleksi Sampel.....	30
3.4.2 Identifikasi Sampel .....	32
3.5 Analisis Data.....	33
3.5.1 Indeks Diversitas .....	33
3.5.2 Indeks Kemerataan .....	33
3.5.3 Frekuensi Kehadiran.....	33
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>35</b>
4.1 Data Hasil Tangkapan Kelelawar .....	35
4.2 Deskripsi Spesies yang Ditemukan .....	37
4.3 Diversitas, Kemerataan dan Frekuensi Kehadiran.....	54
<b>BAB V PENUTUP.....</b>	<b>64</b>
5.1 Simpulan .....	64
5.2 Saran .....	64
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>66</b>
<b>LAMPIRAN</b>	

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Ciri yang menjadi Pembeda Sembilan Famili Ordo Chiroptera Di Indonesia.....	7
Tabel 2.2 Perbedaan antara Kelelawar Subordo Microchiroptera dan Megachiroptera.....	13
Tabel 3.1 Jadwal Pelaksanaan Penelitian.....	28
Tabel 3.2 Lokasi Penelitian.....	28
Tabel 3.3 Pengukuran Morfometri.....	31
Tabel 3.4 Tabel Morfometri.....	32
Tabel 4.1 Daftar Spesies Kelelawar yang Didapatkan.....	35
Tabel 4.2 Hasil Perhitungan Indeks Keanekaragaman Jenis .....	54
Tabel 4.3 Hasil Perhitungan Indeks Kemerataan pada Kawasan Karst Malang Selatan .....	57
Tabel 4.4 Hasil Perhitungan Frekuensi Kehadiran .....	58

## **DAFTAR GAMBAR**

Gambar 2.1 Penampang Morfologi Tubuh Kelelawar.....	5
Gambar 2.2 Bagian-Bagian Wajah Kelelawar (a) Genus <i>Rhinolophus</i> (b) Genus <i>Hipposideros</i> .....	14
Gambar 2.3 Penampang Fitur Karst.....	19
Gambar 2.4 <i>Stalaktit</i> (S), <i>Sinter Flag</i> (F), <i>Tooth Sinter</i> (Z) dan <i>Sinter Band</i> (L).22	
Gambar 2.5 Zona Gua .....	24
Gambar 3.1 Lokasi Penelitian .....	29
Gambar 3.2 Potret Gua (a : Gua Krompyang, b : Gua Jolotundo, c : Gua Prapatan JLS, d : Gua Kembar, e : Gua Maron) .....	29
Gambar 3.3 Bagian-Bagian Tubuh Kelelawar sebagai Kunci Identifikasi Morfometri.....	32
Gambar 4.1 (a) <i>C. horsfieldii</i> ♀ di Gua Kembar (b) Gambar Ilustrasi .....	39
Gambar 4.2 (a) <i>C. sphinx</i> ♂ di Gua Maron (b) Gambar Ilustrasi .....	40
Gambar 4.3 (a) <i>M. minimus</i> ♂ di Gua Prapatan JLS (b) Gambar Ilustrasi .....	42
Gambar 4.4 (a) <i>N. javanica</i> ♂ di Gua Prapatan JLS (b) Gambar Ilustrasi.....	43
Gambar 4.5 (a) <i>M. schreibersii</i> ♂ di Gua Krompyang (b) Gambar Ilustrasi .....	44
Gambar 4.6 (a) <i>M. australis</i> ♀ di Gua Jolotundo (b) Gambar Ilustrasi .....	46
Gambar 4.7 (a) & (b) <i>R. borneensis</i> ♀ di Gua Prapatan JLS (c) Gambar Ilustrasi.	
.....	48
Gambar 4.8 (a) & (b) <i>R. affinis</i> ♂ di Gua Prapatan JLS (c) Gambar Ilustrasi .....	50
Gambar 4.9 (a) <i>H. diadema</i> ♀ di Gua Krompyang (b) Gambar Ilustrasi .....	52

## **DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran 1. Worksheet Penelitian .....	72
Lampiran 2. Peta Gua Krompyang .....	73
Lampiran 3. Peta Gua Kembar .....	74
Lampiran 4. Peta Gua Maron .....	75

# BAB I

## PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Karst merupakan suatu kawasan yang pada umumnya terbentuk dari batuan kapur dan memiliki topografi medan karst yang ditentukan oleh litologi, kekuatan, porositas dan struktur dari suksesi karbonat (Waltham *et al.*, 1997). Bagian komponen dari karst salah satunya adalah gua. Tipe habitat diberbagai ekosistem gua karst di Indonesia merupakan habitat unik yang menyediakan sumber daya alam baik hayati maupun non hayati. Harjanto dan Rahmadi (2011) mengatakan bahwa eksplorasi kekayaan fauna pada kawasan karst di Indonesia masih minim (belum menyeluruh). Kawasan karst yang telah dieksplorasi fauna gua diantaranya Gunung Sewu, Tuban, Gombong Selatan, Sangkulirang (Kalimantan Timur), Pegunungan Muller (Kalimantan Tengah), Maros (Sulawesi Selatan), dan beberapa kawasan karst lainnya (Harjanto dan Rahmadi, 2011).

Kelelawar merupakan salah satu diantara fauna yang berada di gua. Kelelawar tergolong fauna *troglobiont* yang memiliki kemampuan ekolokasi dan telah dikenal masyarakat Indonesia secara luas (Wijayanti, 2011). Hal ini terbukti dengan adanya berbagai nama lokal untuk kelelawar, seperti orang Jawa mengenal kelelawar dengan sebutan lawa, lowo, kampret, codot; orang Sunda (lalai, kampret); suku Dayak di Kalimantan (cecadu, tayo, kusing, prok, hawa); dan masyarakat Indonesia Timur (lawa, niki, paniki) (Suyanto, 2001).

Kelelawar memiliki jumlah spesies terbanyak kedua setelah mamalia penggerat dalam Kelas Mammalia. Di dunia ada 18 famili kelelawar sedangkan di Indonesia sendiri terdapat 9 famili kelelawar dengan persentase terbesar tergolong Subordo Microchiroptera (Suyanto, 2001). Jumlah spesies kelelawar yang melimpah di alam sangat bermanfaat bagi alam itu sendiri begitu juga dengan kehidupan manusia seperti yang telah dijelaskan dalam Al-Qur'an Surah Ali-Imron ayat 190-191 yang berbunyi sebagai berikut :



Ayat diatas menjelaskan bahwa berbagai tipe karakter morfologi chiroptera yang bervariasi menunjukkan bagaimana kesempurnaan-Nya dalam menciptakan setiap makhluk yang ada di bumi. Makhluk yang telah diciptakan Allah seperti Mamalia dari Ordo Chiroptera dapat dipelajari oleh manusia untuk menambah pengetahuan beserta keimanan. Mengingat peranan kelelawar yang penting bagi ekosistem menunjukkan apabila segala

sesuatu yang telah diciptakan oleh-Nya tidak ada yang sia-sia. Peran tersebut tak lain ialah sebagai pengendali populasi serangga, pemencar biji serta membantu penyerbukan bunga (Suyanto, 2001).

Melihat peranan kelelawar yang berpengaruh besar terhadap lingkungan, penting adanya konservasi terhadap keanekaragaman hayati kawasan karst. Menurut Prakarsa (2013), terdapat tiga hal yang mendasari pentingnya konservasi kawasan karst, yang pertama adanya pengaruh positif akan keanekaragaman hayati kawasan karst masa kini hingga masa mendatang baik pada segi nilai kegunaan dan potensi kegunaan unsur didalamnya, yang kedua agar keanekaragaman hayati kawasan karst tetap memberikan daya dukung terhadap manusia, dan yang terakhir untuk pelestarian keanekaragaman hayati tersebut. Upaya konservasi terkait informasi akurat mengenai keanekaragaman hayati kawasan karst sangat diperlukan sehingga penelitian yang bertujuan untuk mengetahui diversitas kelelawar (Chiroptera) di Gua – Gua Kawasan Karst Malang Selatan ini dilakukan.

## 1.2 Rumusan Masalah

- a. Apa saja spesies kelelawar (Chiroptera) di Gua – Gua Kawasan Karst Malang Selatan?
  - b. Bagaimana tingkat diversitas kelelawar (Chiroptera) di Gua – Gua Kawasan Karst Malang Selatan?

### **1.3 Tujuan Penelitian**

- a. Mengetahui spesies kelelawar (Chiroptera) di Gua – Gua Kawasan Karst Malang Selatan
  - b. Mengetahui tingkat diversitas kelelawar (Chiroptera) di Gua – Gua Kawasan Karst Malang Selatan

## 1.4 Manfaat Penelitian

- a. Sebagai sarana pengembangan ilmu pengetahuan (*science*) khususnya dibidang taksonomi kelelawar
  - b. Sebagai salah satu dasar alternatif untuk penentuan kebijakan pengelolaan gua atau karst

## **1.5 Batasan Penelitian**

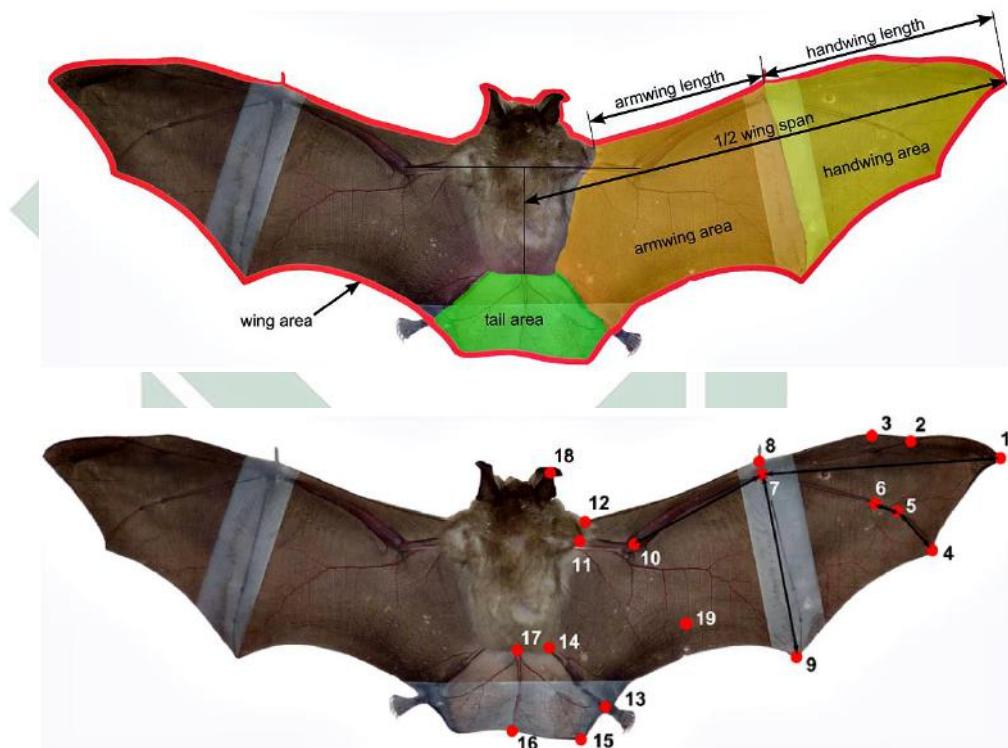
Penelitian ini dibatasi pada umur kelelawar yang akan dikoleksi. Kelelawar yang dikoleksi hanya dalam kategori dewasa (*Adult*). Dan penelitian ini hanya dilakukan di gua Kabupaten Malang tepatnya di Kecamatan Sumbermanjing Wetan, Kecamatan Gedangan, Kecamatan Bantur, dan Kecamatan Donomulyo.

## **BAB II**

# **KAJIAN PUSTAKA**

## **2.1 Taksonomi Kelelawar**

Kelelawar merupakan fauna *trogloxene* utama di gua-gua karst yang berada di Pulau Jawa. Kelelawar tergolong mamalia Ordo Chiroptera yang berarti memiliki kemampuan terbang menggunakan sayapnya dimana sayap tersebut hasil perluasan ruas tulang jari tangan yang diselimuti patagium atau membran elastis (Prasetyo dkk. 2011).



Gambar 2.1 Penampang Morfologi Tubuh Kelelawar

Sumber : Schmieder *et al.*, 2015

Keterangan : 8 (ibu jari/jari I); 2 dan 3 (jari II); 1 dan 7 (jari III); 5 dan 6 (phalanx pertama dari jari IV); 4 dan 5 (phalanx kedua dari jari IV); 7 dan 9 (jari V); 10 dan 11 (humerus); 13 dan 14 (kaki belakang); 7 dan 10 (*forearm*); 16 dan 17 (ekor); 15 (selaput kulit antar paha/uropatagium); 18 (telinga); 19 (selaput membran sayap/patagium); 12 (rambut)

Kelelawar ialah fauna takson tingkat ordo, yaitu Ordo Chiroptera yang berasal dari Kingdom Animalia, Filum Chordata, Subfilum Vertebrata, Kelas Mammalia, Subkelas Theria, Infrakelas Eutheria, dan Superordo Laurasiatheria (Prakarsa, 2013). Chiroptera dapat dibedakan menjadi 2 Subordo yaitu Megachiroptera umumnya *frugivor* dan Microchiroptera yang umumnya *insectivor* (Prakarsa, 2013). Didunia, kelelawar terdiri dari 18 famili, sekitar 192 genus dan 977 spesies (Suyanto, 2001). Delapan belas famili tersebut diantaranya 17 famili tergolong dalam Subordo Microchiroptera dan 1 famili (Pteropodidae) Subordo Megachiroptera.

Menurut Kartika (2008) ke-18 famili tersebut meliputi Pteropodidae, Rhinolophidae, Hipposideridae, Megadermatidae, Craseonycteridae, Rhinopomatidae, Nycteridae, Emballonuridae, Phyllostomidae, Mormoopidae, Noctilionidae, Furipteridae, Thyropteridae, Mystacinidae, Myzopodidae, Vespertilionidae, Molossidae, dan Natalidae. Di Indonesia terdapat 9 famili, 52 genus, dan kurang lebih 205 atau 30% spesies kelelawar yang telah diketahui (Suyanto, 2001). Perbedaan kesembilan famili ini disajikan pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Ciri yang menjadi Pembeda Sembilan Famili Ordo Chiroptera Di Indonesia

Famili	Pembeda										
	Jumlah keberadaan		Rumus gigi	Habitat	Mata dan tonjolan geraham	Cakar jari sayap kedua	Tragus/ antitragus	Daun hidung	Ekor	Telinga	Ciri Lain
	Dunia	Indonesia									
Pteropodidae	42 marga, 169 jenis	21 marga, 72 jenis	I 1-2/0-2, C 1/1, P 2-3/3, M 1-2/2-3, P <sup>1</sup> dan P <sub>1</sub> selalu kecil	a. Sedikit digua b. Umumnya Tajuk pepohonan diantara dedaunan yang rimbun	Relatif besar; tumpul	(+) kecuali <i>Eonycteris</i> , <i>Dobsonia</i> dan <i>Neopteryx</i>	(-)	(-)	Ada yang memiliki ekor adapula yang tidak memiliki ekor	(+)	(-)
Megadermatidae	4 marga, 5 jenis	1 marga, 1 jenis	I 0/2, C 1/1, P 2/2, M 3/3	Gua-gua, kolong rumah panggung dan rongga pohon		Tragus (panjang dan terbelah)	Tegak dan panjang	Tidak berekor atau ekor pendek; selaput kulit antar paha tumbuh baik	Telinga besar dan panjang , telinga kanan dan kiri bersambung pada pangkalnya		(-)
Hipposideridae	9 marga, 72 jenis	3 marga, 26 jenis	I 1/2, C 1/1, P 1/1 atau 2/2, M 3/3	Gua-gua dan rongga pohon	Relatif kecil; runcing	(-)	Antitragus	Kompleks (daun hidung belakang berbentuk bundar dan membentuk kantong-kantong, elips atau tiga belahan)	Kecuali <i>Coelops</i> yang tidak berekor; selaput kulit antarpaha tumbuh baik	(+)	Jari kaki nomor II-IV hanya memiliki dua buah tulang jari tidak seperti kelelawar lain yang umumnya tida buah tulang jari
Vespertilionidae	43 marga, 342 jenis	14 marga, 63 jenis	I 1-2/1-3, C 1/1, P 1-3/2-3, M 2-3/3	Gua-gua ( <i>Miniopterus</i> ), ruas bambu ( <i>Tylonycteris</i> ), atap rumah ( <i>Taphozous</i> , <i>Pipistrellus</i> ), pepohonan yang rimbun		(+)	(-) kecuali <i>Nyctophilus</i> yang memiliki daun hidung sederhana	Terdapat ekor; seluruh ekor terbenam dalam selaput kulit antarpaha	Telinga kanan kiri umumnya terpisah, kecuali pada <i>Nyctophilus</i>		(-)

Famili	Pembeda									
	Jumlah keberadaan		Rumus gigi	Habitat	Mata dan tonjolan geraham	Cakar jari sayap kedua	Tragus/ antitragus	Daun hidung	Ekor	Telinga
Dunia	Indonesia									
			dihutan ( <i>Kerivoula</i> ), gulungan daun pisang muda ( <i>Myotis muricola</i> )							
Nycteridae	1 marga, 13 jenis	1 marga, 2 jenis a. <i>Nycterus javanica</i> E. Geoffroy, 1813 b. <i>Nycterus tragata</i> (K. Andersen, 1912)	I 2/3, C 1/1, P 1/2, M 3/3	Gua-gua dangkal yang lembap	Relatif kecil; runcing	Tragus (pendek dan bengkok)	(+)	Terdapat ekor; seluruh ekor terbenam dalam selaput kulit antarpaha; ujung tulang ekor berbentuk huruf T	Telinga besar dan sangat panjang, kanan dan kiri terpisah	Ada alur sangat dalam ditengah wajah yang memisahkan antara dahi dan moncong; memiliki lipatan kulit sederhana sekitar hidung
Rhinolophidae	-	1 marga ( <i>Rhinolophus</i> ), 19 jenis 72 jenis	I 1/2 , C 1/1, P 2/3, M 3/3	Gua-gua dan rongga pohon	Antitragus	(+) Daun hidung belakang tumbuh baik sehingga berbentuk segitiga/lanset	Terdapat ekor; seluruh ekor terbenam dalam selaput kulit antarpaha	(+)	Jari kaki nomor II-IV memiliki 3 buah tulang jari	
Emballonuridae	13 marga, 49 jenis	4 marga, 11 jenis	I 2/3, C 1/1, P 2/2, M 3/3 pada <i>Emballonura</i> dan <i>Mosia</i> I 1/2 , C 1/1, P 2/2, M 3/3 <i>Taphozous</i>	Gua-gua dangkal dan rongga-rongga pohon	Tragus (pendek dan ujungnya bundar)	(-)	Terdapat ekor; tidak seluruh ekor terbenam dalam selaput kulit antarpaha; ekor yang bebas mencuat ditengah selaput kulit antarpaha	(+)	(-)	

Famili	Pembeda										
	Jumlah keberadaan		Rumus gigi	Habitat	Mata dan tonjolan graham	Cakar jari sayap kedua	Tragus/ antitragus	Daun hidung	Ekor	Telinga	Ciri Lain
Dunia	Indonesia										
dan <i>Saccopteryx</i> <i>Saccolaimus</i>											
<b>Rhinopomatidae</b>	1 marga, 4 jenis	1 marga, 1 jenis <i>Rhinopoma microphyllum</i> (Brünnich, 1782) hanya terdapat di Sumatera, Balige (Sumatera Utara)	I 1/2, C 1/1, P 1/2 , M 3/3	Gua-gua, ceruk bebatuan, terowongan dan atap gedung, rumah serta bangunan lain yang bentuknya seperti piramid			Tragus (berkembang baik)	(-)	Terdapat ekor; ekor yang bebas sangat panjang, lebih dari setengah panjang ekornya; ekor tidak terbenam dalam selaput antar paha	(+)	Ada lipatan kulit sederhana diatas lubang hidung, lubang hidung sempit, bercelah; rambut punggung pendek, sayap, selaput kulit antarpaha dan sebagian perut dibagian bawah gundul
<b>Molossidae</b>	16 marga, 86 jenis	6 marga, 11 jenis	I 1/2 , C 1/1, P 1/2, M 3/3 pada <i>Cheiromeles</i> , <i>Otomops</i> dan <i>Mops</i>	Relatif kecil; runcing					Terdapat ekor; tidak seluruh ekor terbenam dalam selaput kulit antarpaha; ekor yang bebas mencuat diujung selaput kulit antarpaha; ekor yang bebas lebih pendek, kurang dari setengah panjang ekor		Lubang hidung bundar atau agak bundar; bibir berkerut-kerut seperti dijatih kecuali <i>Mormopterus</i>
			I 1/2 , C 1/1, P 2/2, M 3/3 pada <i>Chaerephon</i> dan <i>Tadarida</i>								
			I 1½-3, C 1/1, P 2/2, M 3/3 <i>Mormopterus</i>								

Sumber : Suyanto, 2001

Kelelawar merupakan ordo yang memiliki jumlah spesies tertinggi kedua pada Kelas Mamalia di seluruh dunia. Kekayaan jenis kelelawar paling tinggi terdapat di Asia (wilayah tropis) (Kartono dkk. 2009). Kelelawar hidup secara berkelompok namun ada juga yang hidup sendiri (Suyanto, 2001). Menurut Culver and White (2005), kelelawar dapat hidup hingga 37 tahun. Di Indonesia, hanya sekitar 20% saja dari 72 jenis kelelawar pemakan buah yang tinggal di gua, dan mungkin lebih dari 50% dari 133 jenis kelelawar pemakan serangga yang tinggal di gua (Suyanto, 2001).

Kelelawar tergolong fauna *endothermic*, yang berarti bahwa mereka bergantung pada produksi panas internal untuk mempertahankan suhu tubuh mereka didalam zona *thermal neutral* (Culver and White, 2005). Musuh alami kelelawar pada umumnya ialah ular sanca, ular hijau, elang kelelawar, kucing dan burung hantu (Suyanto, 2001). Sistem kawin kelelawar dan mamalia lainnya sering diklasifikasikan kedalam tiga kategori umum yaitu *promiscuity*, *polygyny*, dan *monogamy* (Culver and White, 2005).

*Promiscuity* adalah jenis sistem kawin dimana jantan dan betina memiliki banyak pasangan. Di Negara Inggris, kelelawar spesies *Rhinolophus ferrumequinum* memiliki sistem perkawinan dimana para pejantan membangun situs territorial di dalam gua dan ranjau (*mines*) diawal musim gugur. Waktu yang bertepatan para betina berkumpul dan secara selektif mengunjungi para pejantan yang berbeda di wilayah mereka (Culver and White, 2005).

*Polygyny* merupakan sistem perkawinan yang dianggap paling umum pada kelelawar, dicirikan oleh satu perkawinan jantan dengan beberapa betina. Contoh spesies kelelawar dari sistem perkawinan jenis ini dapat diamati pada *Phyllostomus hastatus*. Spesies betina yang tergolong pada sistem kawin ini bertengger di gua-gua dalam kelompok kecil secara terpisah dalam *pot holes* di langit-langit gua agar mudah bagi pejantan yang dominan untuk mempertahankan sekelompok betina dari gangguan pejantan lain. Perilaku tersebut membuat pejantan mampu kawin dengan beberapa betina. Pola yang sama dari mengawal pasangan dan pacaran (*courtship*) telah diamati pada *Artibeus jamaicensis* yang biasanya bertengger di gua – gua tepatnya di banyak *West Indies Island* dan di seluruh Amerika Tengah dan Selatan (Culver and White, 2005).

*Monogamy* terjadi ketika jantan dan betina membentuk ikatan pasangan jangka panjang. Sistem perkawinan jenis ini telah dijelaskan hanya untuk beberapa spesies kelelawar. Dua contoh adalah *Cardioderma cor* dan *Vampyrum spectrum* (Culver and White, 2005).

Kelelawar memperbanyak keturunan sekali setahun dengan masa bunting 3-6 bulan dan setiap melahirkan mengeluarkan satu ekor anak yang dapat mencapai bobot 25-30% induknya, kecuali *Lasiurus borealis* yang bisa menghasilkan sampai lima ekor anak (Suyanto, 2001). Di Indonesia, masa kelahiran anak kelelawar terjadi sekitar bulan September hingga awal bulan Januari dan kelahiran berlangsung pada siang hari di area *roosting* (Prakarsa, 2010). Kelelawar yang sedang dalam masa kehamilan dan laktasi

membentuk koloni bersalin yang bertempat secara terpisah dari tempat bertengger yang digunakan oleh pejantan (Culver and White, 2005).

Induk *Tadarida brasiliensis* memelihara anak mereka dengan pemberian susu selama beberapa minggu karena kelelawar muda tidak dapat terbang dan makan sendiri sampai sayap mereka hampir mencapai dimensi dewasa. Kurun waktu enam minggu setelah lahir, kelelawar spesies ini dapat terbang dan mencari makan dengan sendirinya (Culver and White, 2005). Berbeda dengan kebanyakan mamalia lain yang menyapih anak-anak mereka disekitar 40% dari ukuran dewasa, sebagian besar spesies kelelawar insectivor menyusui anak mereka sampai mereka sekitar 90% dari ukuran dewasa (Culver and White, 2005).

Kelelawar merupakan mamalia yang memiliki jumlah eritrosit dan kadar hemoglobin lebih besar daripada mamalia lain karena kelelawar pada saat terbang memerlukan banyak oksigen untuk pemenuhan energi sehingga untuk mencapai target kebutuhan oksigen, kelelawar mengandalkan besarnya jumlah eritrosit dan kadar hemoglobin yang ada didalam tubuhnya (Wijayanti dkk. 2011). Menurut penelitian Wijayanti dkk. (2011) yang telah dilakukan, dapat diketahui jumlah eritrosit kelelawar Megachiroptera berkisar 13,2 juta/ml sampai 16,15 juta/ml dan kadar hemoglobin berkisar 11,9 gr/ml sampai 16,2 gr/ml sedangkan jumlah eritrosit kelelawar Microchiroptera berkisar 2,9 juta/ml sampai 13,03 juta/ml dan kadar hemoglobin berkisar 8,6 gr/ml sampai 13,6 gr/ml. Jumlah eritrosit dan kadar hemoglobin dipengaruhi oleh umur, jenis kelamin dan berat badan serta lingkungan.

Menurut Kartika (2008), faktor-faktor utama yang mempengaruhi keanekaragaman, kemelimpahan, dan aktivitas suatu jenis kelelawar pada suatu habitat, yaitu (1) struktur fisik habitat (2) mikroklimat habitat (3) ketersediaan mangsa dan sumber air (4) kedekatannya dengan tempat bertengger (5) keamanan dari predator (6) kompetisi.

## 2.2 Morfologi Kelelawar

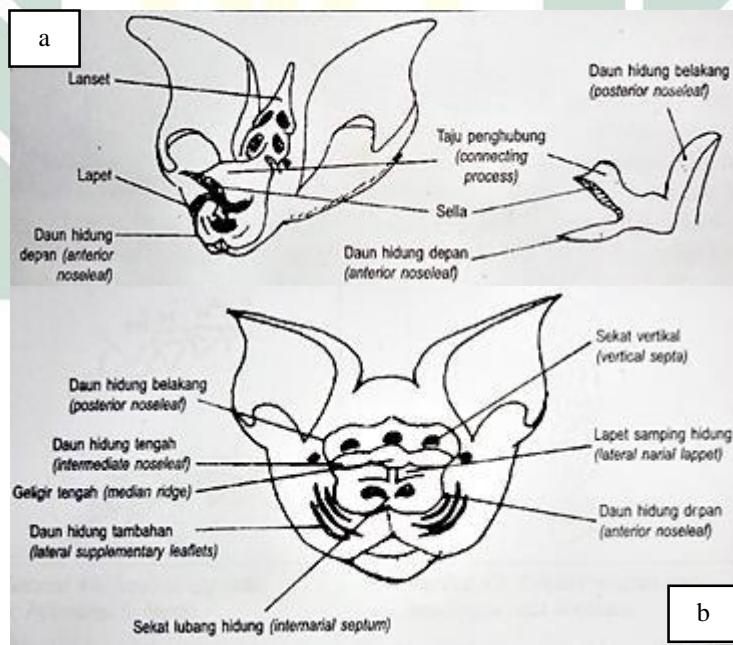
Kelelawar merupakan salah satu diantara fauna menyusui yang dapat terbang. Kelelawar dapat dibagi menjadi dua kelompok besar, yaitu anak bangsa Megachiroptera dan anak bangsa Microchiroptera. Megachiroptera dan Microchiroptera memiliki perbedaan dalam beberapa hal yang dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Perbedaan antara Kelelawar Subordo Microchiroptera dan Megachiroptera

Pembeda	Microchiroptera	Megachiroptera
Indera yang berperan penting	Ekolokasi yang rumit untuk orientasi (navigasi). Berekolokasi melalui mulut dan lipatan hidung	Lebih menggunakan penglihatan meskipun ada spesies dari Genus <i>Eonycteris</i> dan <i>Rousettus</i> yang menggunakan ekolokasi terbatas
Mata	Umumnya memiliki mata kecil	Mata yang menonjol dan terlihat dengan jelas
Telinga	Daun telinga yang besar dan kompleks, memiliki tragus (bagian yang menonjol dari dalam daun telinga, berbentuk seperti tongkat) atau anti tragus (bagian yang menonjol dari luar daun telinga, berbentuk bundar atau tumpul [Molossidae, Rhinolophidae])	Ukuran telinga kecil dan sederhana, tidak memiliki tragus dan anti tragus
Cakar pada jari kedua	Tidak ada	Ada, kecuali pada Genus <i>Eonycteris</i> , <i>Dobsonia</i> dan <i>Neopteryx</i>
Ekor	Umumnya ekor panjang	Ekor pendek atau tidak memiliki ekor
Ukuran tubuh	<ol style="list-style-type: none"> <li>Umumnya kecil dengan bobot 2-196 gr</li> <li>Ukuran kecil (Panjang tubuh ± hingga 45 mm), Ukuran sedang (Panjang tubuh antara 45-90 mm), Ukuran besar (Panjang tubuh &gt; 90 m)</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Umumnya besar dengan bobot 10-1500 gr. Spesies dari Genus <i>Balionycteris</i>, <i>Chironax</i>, dan <i>Aethalops</i> memiliki bobot sekitar 10 gr, sedangkan <i>Pteropus vampyrus</i> yang berukuran           </li> </ol>

		m)
<b>Fore Arm</b>	22-115 mm	36-228 mm
<b>Pemakan</b>	Umumnya insectivor, namun ada yang hanya makan labah-labah ( <i>Phoniscus papuensis</i> ), penghisap darah atau <i>sanguivorous</i> ( <i>Desmodus rotundus</i> ), pemakan kelelawar lainnya ( <i>Megaderma lyra</i> ), ikan ( <i>Noctilio leporinus</i> ) dan bahkan nektar ( <i>Glossophaga</i> spp. dan <i>Leptonycteris</i> spp.)	Frugivor, ada yang khusus memakan nektar dan serbuk sari ( <i>Eonycteris</i> , <i>Macroglossus</i> , <i>Syconycteris</i> ); buah, dedaunan, nektar dan serbuk sari ( <i>Cynopterus brachyotis</i> ); buah-buahan lunak, nektar, serbuk sari ( <i>Rousettus</i> dan <i>Boneia</i> ); ada pula buah-buahan dan bunga (hampir semua kelelawar pemakan buah yang berukuran besar)
<b>Peranan</b>	Pengendali serangga dan hama	Pemencar biji dan penyerbukan bunga
<b>Lain-lain</b>	Beberapa memiliki daun hidung seperti pada Genus <i>Hippotideridae</i> , <i>Rhinolophidae</i> , dan <i>Nycteridae</i>	Tidak memiliki daun hidung

Sumber : Suyanto, 2001; Prasetyo dkk. 2011



Gambar 2.2 Bagian – Bagian Wajah Kelelawar (a) Genus *Rhinolophus* (b) Genus *Hipposideros*

Sumber : Suyanto, 2001

## 2.3 Peran Kelelawar

### 2.3.1 Pemencar Biji

Kelelawar yang berperan dalam hal ini tak lain kelelawar buah atau tergolong pada kelelawar Subordo Megachiroptera, misalnya *Cynopterus brachyotis* (*Common Fruit Bat*) dan *Penthetor lucasi* (*Dusky Fruit Bat*) yang sangat bergantung pada buah-buahan sebagai sumber makanan utama mereka (Ming and Wai, 2013). Kelelawar buah mengambil dan memakan buahnya dilakukan pada tempat yang berbeda. Buah yang termakan, sebagian biji termakan dan masuk kedalam sistem pencernaan dan sebagian biji terbuang bersama feses kemudian tumbuh menjadi tanaman baru. Proses pencernaan kelelawar berlangsung cukup singkat, sehingga terkadang kelelawar membuang kotorannya pada saat terbang.

Umumnya biji tersebar dekat dengan tanaman induk kurang lebih berjarak 100 hingga 1000 meter misalnya di Central Panama, *jamaican fruit bat* atau *Artibeus jamaicensis* membawa *single fig fruits* (buah ara) 100 – 250 meter jauh dari tanaman berbuah (Vilas, 2016). Berbeda dengan kelelawar *Pteropus* yang dapat membawa biji hingga antar pulau di Pasifik Tenggara (Vilas, 2016). Hal demikian menunjukkan sekaligus membuktikan bahwa kelelawar buah memainkan peran sebagai hewan yang paling efektif dalam menyebarkan biji untuk keberlangsungan regenerasi hutan (Prasetyo dkk. 2011).

### 2.3.2 Membantu Proses Penyerbukan Bunga

Penyerbukan beberapa jenis tumbuhan tidak dapat melakukan penyerbukan sendiri yang berarti perlu adanya penyerbukan melalui bantuan campur tangan manusia, angin, serangga dan hewan lain. Aktivitasnya sebagai pemakan nektar atau serbuk sari, kelelawar Megachiroptera secara tidak langsung membantu dalam penyerbukan tersebut. Di seluruh dunia, lebih dari 500 spesies (dalam 67 famili) tumbuhan angiosperm diserbuki oleh kelelawar nektar (Ming and Wai, 2013).

Beberapa contoh spesies kelelawar yang berperan dalam proses penyerbukan bunga diantaranya *Leptonycteris curasoa* penyerbuk utama dari dua spesies kaktus utama Gurun Sonora, kaktus kardon dan kaktus *organpipe* (Jones *et al.*, 2009); ada pula 3 spesies kelelawar penyerbuk bunga dari pohon baobab, spesies yang penting secara ekonomi di padang rumput Afrika, diantaranya *Rousettus aegyptiacus*, *Epomophorus wahlbergi* dan *Eidolon helvum* (Jones *et al.*, 2009); *Terminalia catappa* atau pohon almond tropis ialah contoh pohon disebarluaskan oleh kelelawar *Cynopterus* di seluruh Asia (Vilas, 2016); di India, pohon mahwa (*Madhuca indica*) proses penyerbukannya dibantu oleh *Pteropus giganteus*, *Rousettus leschenaulti* dan *Cynopterus sphinx* (Vilas, 2016); serta di Singapura, *Eonycteris spelaea* (Cave Nectar Bat) membantu proses penyerbukan tanaman pisang, petai (*Parkia speciosa* dan

*Parkia Javanica*) dan durian (*Durio zibethinus*) (Ming and Wai, 2013).

### 2.3.3 Pengendali Populasi Serangga

Sebagian besar kelelawar pemakan serangga memangsa dalam jumlah besar Lepidoptera, Coleoptera, Diptera, Homoptera dan Hemiptera (Vilas, 2016). Peran kelelawar sebagai predator alami dapat menghabiskan sejumlah serangga yang penting secara ekonomi, seperti *june bug*, *corn earworm moths*, *cotton bollworm moths*, *tobacco budworm moths*, jangkrik Yerusalem dan *cucumber beetle* (kumbang mentimun) yang merupakan hama pertanian tanaman jagung, kapas, dan kentang (Jones *et al.*, 2009). *Miniopterus scheribersi fuliginosus*, *Pipistrellus savii*, *Rhinopoma kinneari*, *Scotophilus heathi*, *Pipistrellus pipistrellus*, dan *Myotis macrodactylus* merupakan contoh kelelawar pemakan serangga yang sangat penting untuk pertanian juga perkebunan kopi (Vilas, 2016).

Seekor kelelawar bisa memangsa ribuan serangga setiap malam (mulai dari 1.000 hingga 3.000) (Vilas, 2016). Kelelawar juga dapat memakan serangga hingga setengah berat badan mereka di malam hari. Dua puluh juta *Tadarida brasiliensis* di *Central Texas* mengkonsumsi hampir setengah juta pon serangga setiap malam. *Myotis lucifugus* salah satu spesies kelelawar paling melimpah di Amerika Utara yang mampu memangsa sebanyak 600 nyamuk hanya dalam satu jam (Vilas, 2016). Contoh lain ialah 150 *Eptesicus*

*fuscus* dapat memangsa sekitar 38.000 *cucumber beetle* dalam satu musim panas, yang berpotensi menghancurkan jagung dan tanaman Vine (Vilas, 2016).

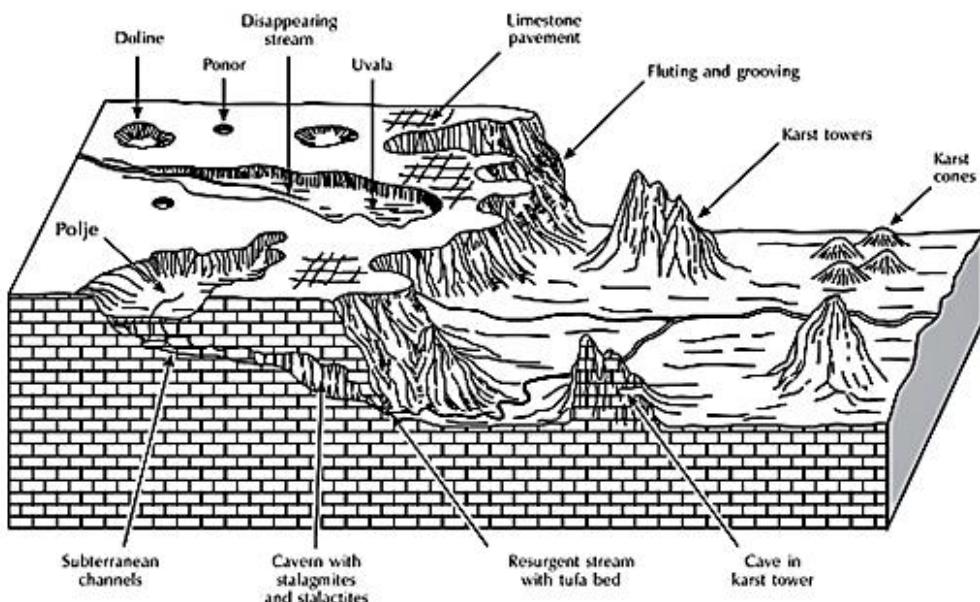
## 2.4 Deskripsi Karst Malang Selatan

Karst Malang Selatan tersebar di Kecamatan Pagak, Kecamatan Sumbermanjing Wetan, Kecamatan Gedangan, Kecamatan Bantur, dan Kecamatan Donomulyo. Kawasan karst Malang Selatan berada di lahan milik rakyat dan negara (ISS, 2015). Menurut ISS (2015), topografi pada wilayah karst Malang Selatan ini merupakan kawasan karst yang mempunyai ketinggian 0-400 meter dari permukaan laut dengan geomorfologi karst berupa kumpulan dari bukit-bukit berbentuk kerucut (*conical hills*) yang sambung menyambung, sela antar bukit membentuk cekungan (*dolina*), ponor, karren, mata air, telaga dan gua. Stratigrafi di Karst Malang merupakan batuan sedimen dari Formasi Nampol yang tersusun dari batu pasir gampingan, batu pasir tufan, napal, dan batu lempung; Formasi Campurdarat yang tersusun dari batu lempung dan batu gamping hablur serta Formasi Wonosari yang tersusun dari batu gamping korral, batu gamping tufan, batu gamping lempungan, batu gamping pasiran, napal, batu lempung hitam bergambut dan kalsirudit (ISS, 2015).

## 2.5 Karstifikasi

Karst adalah istilah yang mendefinisikan suatu topografi tidak teratur yang umumnya terbentuk lebih dari batu kapur atau *dolostone* (McLemore

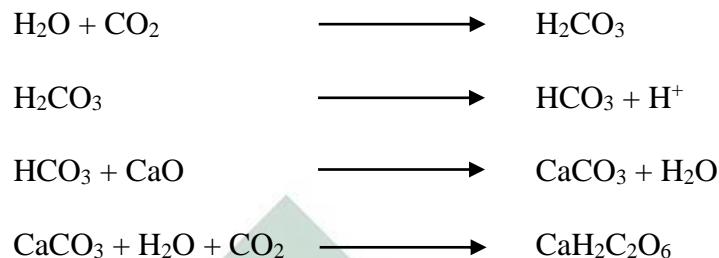
*et al.*, 1999). Topografi karstik dicirikan oleh salah satu dari jenis berikut fitur permukaan dan bawah permukaan yang khas, diantaranya *dry valley*, *grike*, *karst canyon*, *karst spring*, *polje*, *sinkhole*, *solution tube*, *swallet* (*Stokes et al.*, 2007).



Gambar 2.3 Penampang Fitur Karst  
Sumber : Hugget, 2007

Karstifikasi merupakan kejadian eksodinamik yang melibatkan air, yang mengakibatkan struktur massa batuan mudah larut, berubah secara berkesinambungan (Kusumayudha, 2017). Karstifikasi dapat terjadi dalam kurun waktu jutaan tahun lamanya. Selain karena pelarutan, bentang alam seperti karst dapat terjadi oleh proses pelapukan, hasil kerja hidrolik misalnya pengikisan, pergerakan tektonik, pencairan es dan evakuasi dari batuan beku (lava) (Kusumayudha, 2017). Karst yang terbentuk oleh proses pelarutan disebut dengan *truekarst* sedangkan proses utama pembentukannya bukan pelarutan maka bentang alam demikian disebut

*pseudokarst*. Berikut peristiwa reaksi kimia pelarutan batuan karbonat oleh asam lemah yang dijelaskan secara rinci oleh Samodra (2006) :



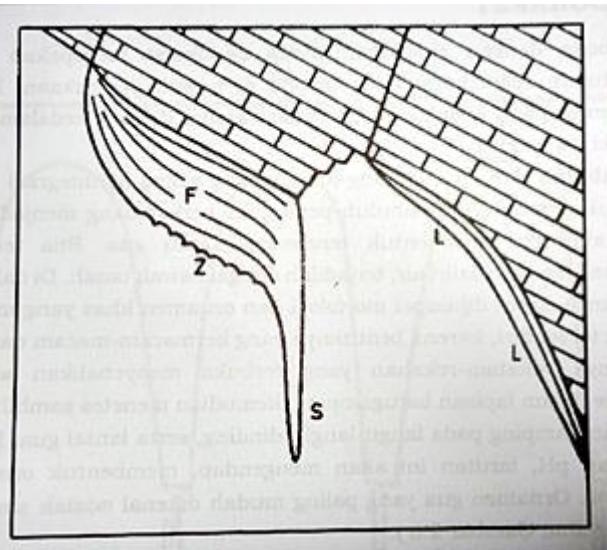
Wujud akibat peristiwa pelarutan batuan karbonat oleh asam lemah diatas ialah terbentuknya celah. Celah yang ada dari waktu ke waktu membentuk patahan (*karen*), lubang lari air (*sinkhole*), rongga (*collapse sink/doline*) dan gua yang saling berasosiasi satu sama lain (Grimes, 2001). Banyak faktor yang saling pengaruh dan mempengaruhi proses karstifikasi. Faktor yang ada melibatkan faktor-faktor fisik, biofisik, dan kimiawi. Terbentuknya morfologi karst, ada beberapa hal yang harus terpenuhi diantaranya batuan karbonat terutama batu gamping memiliki ketebalan yang cukup, wilayah yang memiliki curah hujan yang tinggi, batuan yang banyak memiliki celah atau rongga, terletak lebih tinggi daripada daerah sekitarnya dan terdapat sungai permukaan yang berfungsi sebagai mukadasar air setempat, serta ditutupi oleh banyaknya vegetasi yang rapat (Samodra, 2006).

## 2.6 Geomorfologi Gua

Geomorfologi karst secara umum dibagi menjadi dua bagian yaitu eksokarst (morfologi atau bentukan relief yang berada dipermukaan) dan

endokarst (morfologi atau bentukan relief yang berada dibawah permukaan, seperti terbentuknya gua dan sungai bawah tanah). Kusumayudha (2017) mengklasifikasikan apabila ditinjau berdasarkan relief permukaannya, eksokarst sendiri terbagi lagi menjadi dua, yaitu eksokarst dengan relief negatif atau cekungan (*dolina/sinkhole*, uvala, polje, luweng vertikal/*vertikal shaft*, lapiés) dan eksokarst dengan relief positif atau menonjol diatas permukaan (*pinakel/pinnacle*, bukit-bukit residual, kerucut dan menara karst).

Gua adalah lubang alami di bawah tanah dan terjadi dalam berbagai jenis batuan yang disebabkan oleh proses geologis yang berbeda-beda (Davies and Morgan, 1991). Kusumayudha (2017) mengatakan bahwa ornamen-ornamen gua yang paling mudah dikenal ialah *stalaktit* (hasil pengendapan kalsit yang tumbuh dari atap gua ke arah bawah) dan *stalakmit* (hasil pengendapan kalsit yang menumpuk keatas dari larutan yang menetes dari atap gua). Gabungan antara keduanya (stalaktit dan stalakmit) disebut *column* (tiang) (Kusumayudha, 2017). Bentuk-bentuk *speleothem* lain yang biasanya menyertai sebuah *stalaktit* adalah *sinter flag* (relief seperti bendera), *tooth sinter* (relief seperti gigi), dan *sinter band* (relief seperti pita) (Kusumayudha, 2017).



Gambar 2.4 Stalaktit (S), Sinter Flag (F), Tooth Sinter (Z) dan Sinter Band (L)

Sumber : Kusumayudha, 2017

## 2.7 Tipe-Tipe Gua

Gua merupakan wujud geomorfologi endokarst. Pelarutan batuan karbonat oleh asam lemah ialah faktor utama pembentukan gua karst. Tipe-tipe gua secara umum dibagi menjadi empat macam menurut Davies and Morgan (1991), yaitu gua *solution* (terbentuk akibat aktivitas pelarutan batuan sulfat seperti batu kapur (*limestone*), *dolomite*, *marble* dan *gypsum*), gua lava (terbentuk akibat aktivitas gunung berapi (vulkanik)), gua laut atau *litorial* (terbentuk akibat interaksi gelombang laut yang memecah karang dipantai) dan gua gletser (terbentuk akibat aksi air yang meleleh yang menggali terowongan drainase melalui es).

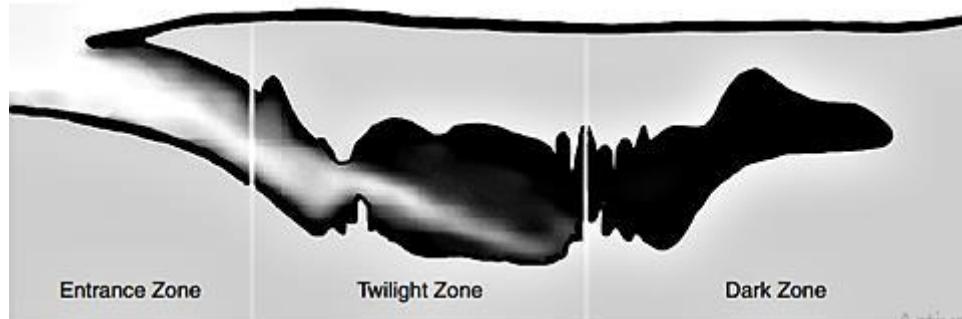
Menurut Kusumayudha (2017), sistem gua dapat terbentuk di atas, pada, atau di bawah permukaan air tanah. Gua – gua ini terjadi apabila aliran air bebas secara perlahan mengikis dan memperlebar celah – celah retakan, bidang perlapisan, atau saluran – saluran yang ada. Aliran air biasanya bergerak di luar tipe aliran Darcian. Hal tersebut dapat terjadi di atas

permukaan air tanah atau pada zona tak jenuh (*zona vadus*). Gua yang terbentuk disebut gua vadus (*vadose cave*). Proses ini dapat pula terjadi di bawah permukaan air tanah, yaitu apabila aliran terjadi pada celah – celah yang miring curam di bawah muka air tanah. Gua yang terbentuk disebut gua freatik (*phreatic cave*).

## 2.8 Zona Gua

Gua merupakan suatu lorong bawah tanah yang didalamnya terdapat ekosistem yang unik. Lingkungan gua dapat dibagi menjadi tiga zona, yaitu *entrance zone*, *twilight zone*, dan *dark zone* (Natuschka *et al.*, 2012). *Entrance zone* merupakan zona yang berada dekat mulut gua sehingga tergolong zona yang terkena sinar matahari penuh, suhu dan kelembaban bervariasi, serta masih memungkinkan terdapat vegetasi. *Twilight zone* merupakan zona dengan sedikit cahaya, minimnya keberadaan kehidupan tanaman, serta terjadi perubahan suhu dan kelembaban minor. Dan *dark zone* adalah zona dimana tidak ada cahaya yang menembus serta suhu dan kelembaban konstan. Menurut Langer (2001) terdapat zona lain setelah *dark zone*, yaitu *stagnant zone* yang merupakan zona yang benar-benar kecil adanya oksigen.

Keberadaan spesies fauna pada *dark zone* dan *stagnant zone* mampu beradaptasi baik fisiologis, perilaku, dan morfologi. Spesies fauna ini mampu mengatasi lingkungan yang sangat basa yang diciptakan oleh kelimpahan kalsium karbonat terlarut dan memiliki ciri-ciri sedikit atau tanpa pigmen (Langer, 2001).



Gambar 2.5 Zona Gua  
Sumber : Culver and White, 2005

## 2.9 Fauna Gua

Ditinjau dari jumlah fauna diluar gua tentu saja fauna yang ada didalam gua terhitung sedikit. Menurut Hara and Pinto-Da-Rocha (2008), organisme gua dibagi menjadi tiga kelompok, yaitu *trogloxenes* (organisme yang secara teratur melakukan siklus hidupnya di gua seperti bersarang; hibernasi; bereproduksi, namun secara berkala pergi keluar gua hanya untuk mencari makan, contoh : walet, kelelawar, ular dan landak), *troglophiles* (organisme yang dapat dengan baik menghabiskan seluruh hidupnya di dalam gua, jika mereka memilih, tetapi organisme dalam kelompok ini bisa juga bertahan hidup di luar gua, contoh : laba – laba, kalajengking, jangkrik, kaki seribu) dan *troglobites* (organisme yang hidup secara eksklusif di habitat gua, contoh : collembola, jangkrik gua (*Raphidophora* sp.), *Charon grayi* dan lain sebagainya).

## 2.10 Ayat Yang Relevan

Kelelawar merupakan salah satu contoh makhluk bumi yang diciptakan oleh Allah SWT. Ciptaan-Nya yang ada dibumi dan dilangit

merupakan suatu pertanda bagi orang-orang yang berakal. Peran kita sebagai khalifah bumi, kewajiban menjaga bumi adalah amanat yang tidak bisa dipungkiri . Hal ini dijelaskan dalam Al-Qur'an surah Al-Ahzab ayat 72 yang berbunyi sebagai berikut :

إِنَّا عَرَضْنَا الْأُمَانَةَ عَلَى السَّمَاوَاتِ وَالْأَرْضِ وَالْجِبَالِ فَأَبَيْنَ أَنْ يَحْمِلُنَا وَأَشْفَقُنَّ مِنْهَا وَحَمَلَهَا الْإِنْسَانُ إِنَّهُ

كَانَ ظُلْمًا حَفْوَلًا - 72:33

Artinya : “Sesungguhnya Kami telah mengemukakan amanat kepada langit, bumi dan gunung – gunung, maka semuanya enggan untuk memikul amanat itu dan mereka khawatir akan mengkhianatinya, dan dipikullah amanat itu oleh manusia. Sesungguhnya manusia itu amat zalim dan amat bodoh 33:72.”

Amanat merupakan tugas yang diperintahkan oleh Allah dimana tugas tersebut wajib untuk ditunaikan. Ayat diatas secara tidak langsung telah menjelaskan beserta menginformasikan bahwasanya manusia diberi akal oleh Allah agar memahami secara benar kedudukan manusia sebagai khalifah bumi. Kedudukan inilah yang menjadikan manusia untuk berfikir agar bertanggungjawab atas amanat yang telah diberikan oleh-Nya, yaitu menjaga kelestarian alam beserta biodiversitas flora dan fauna yang berperan didalamnya dengan cara yang bersifat tidak merusak.

Keberadaan populasi kelelawar yang melimpah di bumi serta peranannya yang sangat besar dialam menjadikan kita sebagai khalifah patut mempertebal iman dan takwa dengan mengupayakan konservasi baik dari

lingkup kecil maupun besar terhadap mereka karena terdapat hadits yang melontarkan penjelasan secara jelas dilarangnya membunuh kelelawar.

لَا تَقْتُلُوا الضَّفَادِعَ إِنَّ نَبِيًّا تَسْبِيحٌ وَلَا تَقْتُلُوا الْحَقَّاشَ إِنَّهُ لَمَّا حَرَبَ بَيْتُ الْمَقْدِسِ قَالَ : يَا رَبِّ

سَلِطْنِي عَلَى الْبَحْرِ حَتَّى أُعْرِقَهُمْ

*“Janganlah kalian membunuh katak, karena suaranya adalah tasbih. Janganlah membunuh kelelawar, karena ketika baitul Maqdis dirobohkan, dia berdoa, ‘Ya Allah, berikanlah aku kekuasaan untuk mengatur lautan, sehingga aku bisa menenggelamkan mereka (orang yang merobohkan baitul maqdis).”* (Riwayat Al-Baihaqi, no. 19166. Al-baihaqi mengatakan, keterangan ini mauquf (keterangan sahabat), dan sanadnya sahih).

Penjelasan hadits diatas sudah mewakili diharuskannya melakukan upaya konservasi terhadap populasi kelelawar. Jumlah spesies kelelawar yang melimpah dibumi dapat dijadikan sarana manusia untuk menambah pengetahuan sekaligus keimanan dengan harapan mengingat kekuasaannya sekaligus semakin yakin dan tidak meragukan lagi kekuasaan Allah SWT.

## **BAB III**

# **METODE PENELITIAN**

### **3.1 Jenis Penelitian**

Penelitian yang dilakukan merupakan penelitian deskriptif. Data yang dipelajari adalah data dari sampel hasil penangkapan di Malang Selatan yang terfokus pada mamalia kecil khususnya kelelawar sehingga ditemukan perbedaan antar sampel. Data yang diperoleh diperuntukkan sebagai kajian pengembangan yang dapat digunakan peneliti sebagai salah satu pijakan untuk mengembangkan, memperluas dan menggali lebih dalam mengenai berbagai macam jenis kelelawar.

### **3.2 Waktu Dan Lokasi Penelitian**

### 3.2.1 Waktu Penelitian

Rincian waktu penelitian dapat dilihat pada Tabel 3.1. Waktu pengambilan sampel tepatnya dilaksanakan pada tanggal 24 Februari 2019 – 28 Februari 2019.

Tabel 3.1 Jadwal Pelaksanaan Penelitian

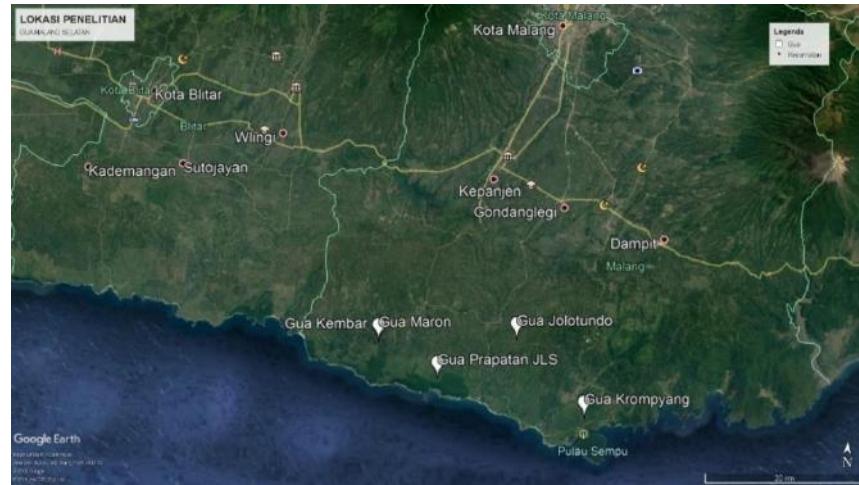
No.	Kegiatan	Bulan (Tahun 2018)						Bulan (Tahun 2019)						
		7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7
1.	Persiapan													
2.	Pembuatan proposal skripsi													
3.	Seminar proposal													
4.	Persiapan alat dan bahan penelitian													
5.	Pengambilan sampel													
6.	Pengamatan di laboratorium													
7.	Analisis data													
8.	Pembuatan draft skripsi													
9.	Seminar hasil penelitian													

### 3.2.2 Lokasi Penelitian

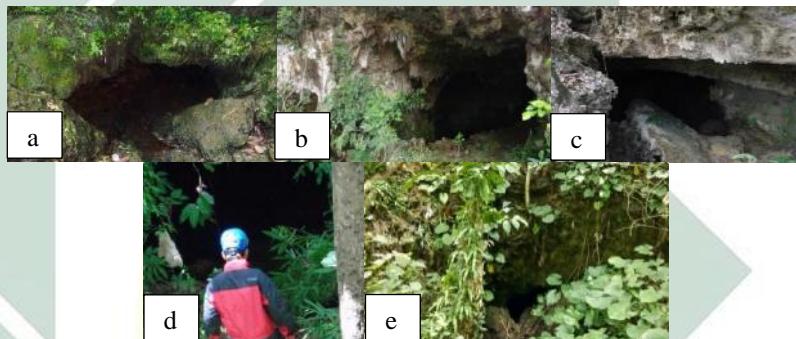
Penentuan lokasi penelitian menggunakan teknik *purposive random sampling*. Penggunaan teknik tersebut berdasarkan pertimbangan baik tenaga, aksebilitas yang mudah diakses dan tingkat keamanan jalur. Lokasi penelitian dilakukan di lima gua Kabupaten Malang yang tersebar di lima kecamatan (lihat Tabel 3.2).

Tabel 3.2 Lokasi Penelitian

Kecamatan	Desa	Gua	Latitude	Longitude
<b>Sumbermanjing Wetan</b>	Tambakrejo (Dusun Sendang Biru)	Krompyang	-8.413694	112.685333
<b>Gedangan</b>	Tumpakrejo (Dusun Pohkecik)	Jolotundo	-8.333467	112.601974
<b>Bantur</b>	Sumberbening	Prapatan JLS	-8.384508	112.517666
<b>Donomulyo</b>	Kedungsalam	Kembar Maron	-8.350472 -8.348805	112.448861 112.448249



Gambar 3.1 Lokasi Penelitian  
Sumber : Google Earth, 2019



Gambar 3.2 Potret Gua (a : Gua Krompyang, b : Gua Jolotundo, c : Gua Prapatan JLS, d : Gua Kembar, e : Gua Maron)  
 Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2019

Identifikasi sampel dilakukan di lapangan dan di Laboratorium

Terintegrasi Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya.

### **3.3 Bahan Dan Alat Penelitian**

### 3.3.1 Bahan Penelitian

- a. Formalin 10%
  - b. Alkohol 70%
  - c. Kloroform
  - d. Pita dymo
  - e. Benang

- f. Kapas pembalut

- g. Kantung plastik

### 3.3.2 Alat Penelitian

- a. *Mist net*

- b. Kantung belacu

- c. Alat penelusuran gua standart (coverall, sepatu boot, helm, headlamp)

- d. Caliper digital dan caliper manual

- e. Senter

- f. Neraca digital

- g. Syring

- h. Alat pencetak huruf dan angka (dymo)

- i. Seperangkat alat bedah (scalpel, pinset, gunting bedah)

- j. Tali tambang plastik

- k. Botol kaca spesimen

- ## 1. Lateks dan masker

- m. Kamera digital Sony

- n. Seperangkat alat tulis

- o. Baki plastik

### **3.4 Prosedur Penelitian**

### 3.4.1 Koleksi Sampel

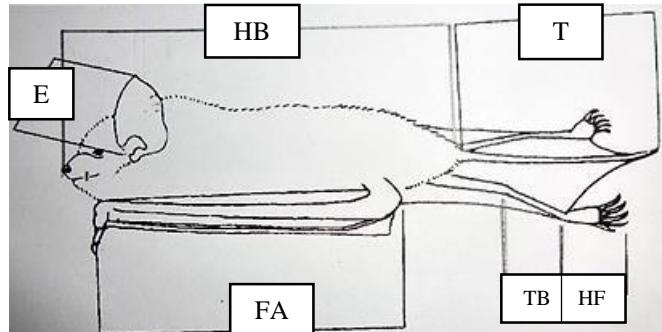
Penangkapan sampel dilakukan dengan metode penangkapan langsung menggunakan *mist net*. Teknik pengambilan sampel dipilih

secara acak pada tiap gua (*Simple Random Sampling*). Pemasangan perangkap *mist net* ditempatkan di tempat yang jangkauannya tidak jauh dengan mulut gua, yaitu 3 meter ke mulut gua dan penangkapan kelelawar dilakukan pada malam hari dan pagi hari.

Hasil tangkapan dimasukkan kedalam kantung belacu, kemudian anestesi menggunakan kloroform. Selesai tahap anestesi, dilanjutkan proses penimbangan, pengukuran morfologi luar dan pencatatan spesimen. Pengukuran morfologi luar meliputi panjang kepala dan badan (HB), panjang ekor (T), panjang telapak kaki belakang (HF), panjang lengan atas (FA), panjang tibia (TB), dan tinggi telinga (E) (lihat Tabel 3.3). Pencatatan spesimen meliputi nomor lapangan spesimen (*field number*), tanggal pengambilan sampel (*date*), nama spesies, lokasi pengambilan sampel (*locality*), jenis kelamin (*sex*), dan pendataan lain-lain (*remark*), seperti *lactating*, *scrotal*, atau *pregnant*.

Tabel 3.3 Pengukuran Morfometri

No.	Pengukuran Morfologi Luar	Singkatan	Deskripsi Pengukuran
1.	Panjang kepala dan badan ( <i>Head and Body Length</i> )	HB	Ujung moncong hidung - Lubang anus
2.	Panjang ekor ( <i>Tail</i> )	T	Lubang anus – Ujung ekor
3.	Tinggi telinga ( <i>Ear</i> )	E	Dasar telinga – Ujung daun telinga paling atas
4.	Panjang telapak kaki belakang ( <i>Hind Foot</i> )	HF	Tumit – Ujung jari tengah paling panjang tanpa cakar
5.	Panjang lengan atas ( <i>Forearm</i> )	FA	Sisi luar siku – Sisi luar pergelangan tangan pada sayap yang melengkung
6.	Panjang tibia	TB	Lutut – Pergelangan kaki



**Gambar 3.3 Bagian-Bagian Tubuh Kelelawar sebagai Kunci Identifikasi Morfometri**

Sumber : Suyanto, 2001

Tabel 3.4 Tabel Morfometri

Tahap berikutnya diberi label nomor lapangan pada kaki kanan kelelawar dan diberi kapas pembalut secukupnya pada bagian mulut kelelawar. Selanjutnya dilakukan proses fiksasi menggunakan formalin 10%. Sampel yang direndam formalin beberapa hari di lapangan, sesampai di laboratorium sampel dialiri air keran dengan tekanan yang cukup selama sehari kemudian direndam alkohol 70%.

### 3.4.2 Identifikasi Sampel

Data morfometri ialah data awal sebagai pendukung kunci identifikasi. Proses identifikasi dilakukan dengan mencocokkan ciri-ciri khusus kelelawar dengan kunci identifikasi. Buku identifikasi yang digunakan adalah Kelelawar di Indonesia karya Suyanto (2001).

### **3.5 Analisis Data**

### 3.5.1 Indeks Diversitas

Indeks diversitas digunakan untuk mengetahui diversitas spesies kelelawar penghuni gua di kawasan karst Malang Selatan. Indeks yang digunakan adalah indeks Shannon-Wiener berdasarkan Krebs (1989) dengan rumus sebagai berikut :

$$H' = - \sum p_i \ln p_i$$

Keterangan :  $H'$  = Indeks keanekaragaman Shannon-Wiener  
 $p_i$  = rasio  $n_i/N$   
 $n_i$  = Jumlah individu spesies  $i$   
 $N$  = Jumlah total individu

### 3.5.2 Indeks Kemerataan

Indeks kemerataan digunakan untuk mengetahui kemerataan penyebaran individu antar spesies. Perhitungan indeks kemerataan berdasarkan Krebs (1989) dengan rumus sebagai berikut :

$$E = \frac{H'}{\ln S}$$

Keterangan : E = Indeks kemerataan

$H'$  = Indeks keanekaragaman Shannon-Wiener

S = Jumlah spesies

### 3.5.3 Frekuensi Kehadiran

Frekuensi kehadiran digunakan untuk menyatakan tingkat kehadiran suatu spesies di plot (gua) yang telah ditentukan pada

penelitian. Untuk mengetahui frekuensi kehadiran kelelawar penghuni gua di kawasan karst Malang Selatan dilakukan perhitungan berdasarkan Latupapua (2011) dengan rumus sebagai berikut :

$$FK = \frac{\text{Jumlah plot yang ditempati suatu jenis}}{\text{Jumlah plot yang disampling}} \times 100\%$$

## **BAB IV**

# **HASIL DAN PEMBAHASAN**

#### **4.1 Data Hasil Tangkapan Kelelawar**

Tabel 4.1 Daftar Spesies Kelelawar yang Didapatkan

Famili	Spesies	Jumlah Individu yang Tertangkap				
		a	b	c	d	e
<b>Pteropodidae</b>	<i>Cynopterus brachyotis</i>	-	-	-	-	3
	<i>Cynopterus horsfieldii</i>	-	-	2	1	-
	<i>Cynopterus sphinx</i>	-	-	1	-	1
	<i>Macroglossus minimus</i>	-	-	1	-	-
<b>Nycteridae</b>	<i>Nycteris javanica</i>	-	-	1	-	-
<b>Vespertilionidae</b>	<i>Miniopterus schreibersii</i>	12	1	-	-	-
	<i>Miniopterus australis</i>	-	3	-	-	-
<b>Rhinolophidae</b>	<i>Rhinolophus borneensis</i>	-	3	1	1	-
	<i>Rhinolophus affinis</i>	-	-	1	-	-
<b>Hippotideridae</b>	<i>Hipposideros diadema</i>	2	1	-	-	-
Total Individu		14	8	7	2	4

Keterangan : a : Gua Krompyang, b : Gua Jolotundo, c : Gua Prapatan JLS  
d : Gua Kembar, e : Gua Maron

Berdasarkan hasil perolehan penelitian yang telah dilakukan di lima kabupaten Malang didapatkan sebanyak 10 spesies, 6 genus, dan 5 famili yang berhasil tercatat. Sepuluh spesies kelelawar tersebut diantaranya tergolong kedalam Famili Pteropodidae (2 genus, 4 spesies) dengan jumlah 9 individu, Famili Nycteridae (1 genus, 1 spesies) dengan jumlah 1 individu, Famili Vespertilionidae (1 genus, 2 spesies) dengan jumlah 16 individu, Famili Rhinolophidae (1 genus, 2 spesies) dengan jumlah 6 individu, dan Famili Hipposideridae (1 genus, 1 spesies) dengan jumlah 3 individu (lihat Tabel 4.1). Tiga puluh lima individu kelelawar yang tertangkap terdiri 1 famili dengan 4 spesies yang termasuk kelelawar Subordo Megachiroptera atau kelelawar *frugivor* (Pteropodidae) dan 4 famili dengan 6 spesies yang termasuk kelelawar Subordo Microchiroptera atau kelelawar *insectivor* (Nycteridae, Vespertilionidae, Rhinolophidae, dan Hipposideridae).

Pada Tabel 4.1 dapat dicermati bahwa *Miniopterus schreibersii* menduduki peringkat terbanyak jumlah individu yang tercatat, yaitu 12 individu. Hal ini sesuai dengan pernyataan Vincent *et al.*, (2011) bahwa *Miniopterus schreibersii* adalah spesies penghuni gua yang sangat berkelompok. *Hipposideros diadema* diketahui bertengger dalam koloni besar (Payne *et al.*, 2000) sedangkan *Cynopterus horsfieldii* bertengger dalam kelompok-kelompok kecil (Campbell and Kunz, 2006). Spesies *Cynopterus sphinx* bertengger sendirian atau dalam kelompok kecil (Srinivasulu and Srinivasulu, 2019) dan ada pula spesies soliter seperti *Macroglossus minimus* (Heideman and Utzurum, 2003).

Data spesies – spesies kelelawar yang tercatat pada Tabel 4.1 hanya sebagian kecil fauna yang diciptakan oleh Allah SWT. Allah SWT menciptakan makhluknya dalam bentuk beranekaragam sehingga tidak dapat diketahui secara betul berapa banyak jumlah spesies yang tersebar dimuka bumi ini. Hal tersebut dijelaskan didalam Al Qur'an surah Al-Baqarah ayat 164 yang berbunyi :

إِنَّ فِي خَلْقِ السَّمَاوَاتِ وَالْأَرْضِ وَاحْتِلَافِ اللَّيلِ وَالنَّهَارِ وَالْفَلْكِ الَّتِي تَجْرِي فِي الْبَحْرِ مَا يَنْفَعُ النَّاسَ

وَمَا أَنْزَلَ اللَّهُ مِنَ السَّمَاءِ مِنْ مَاءٍ فَأَحْيَا بِهِ الْأَرْضَ بَعْدَ مَوْتِهَا وَبَثَّ فِيهَا مِنْ كُلِّ دَابَّةٍ وَتَصْرِيفِ الرِّيَاحِ

**وَالسَّحَابِ الْمُسَحَّرِ بَيْنَ السَّمَاءِ وَالْأَرْضِ لَا يَاتِي لِقَوْمٍ يَعْقِلُونَ - 164**

Artinya : “Sesungguhnya dalam penciptaan langit dan bumi, silih  
bergantinya malam dan siang, bahtera yang berlayar di laut membawa apa  
yang berguna bagi manusia, dan apa yang Allah turunkan dari langit  
berupa air, lalu dengan air itu, Dia hidupkan bumi setelah mati dan Dia

*sebarkan di bumi itu segala jenis hewan, dan pengisaran angin dan awan yang dikendalikan antara langit dan bumi. Sungguh (terdapat) tanda-tanda (kebesaran Allah) bagi kaum yang berpikir 1:164. ”*

Ayat diatas menjelaskan bahwa Allah telah menjadikan bukti – bukti sebagai pertanda wujud dan ketuhanan-Nya bagi mereka yang mau mempergunakan akalnya untuk berfikir. Bukti itu adalah segala jenis fauna yang tersebar di bumi dimana tidak lain untuk membantu kemaslahatan manusia, misalnya peranan kelelawar sebagai pemencar biji, membantu proses penyerbukan bunga, dan pembasmi populasi serangga. Hal tersebut menunjukkan kebesaran-Nya sehingga menghendaki agar kita beribadah kepada-Nya, mengagungkan-Nya serta mengarahkan rasa takut dan harap kepada-Nya.

#### **4.2 Deskripsi Spesies yang Ditemukan**

- a. *Cynopterus brachyotis* (Müller, 1838) atau *Lesser Dog-faced Fruit Bat*

## 1) Deskripsi

*Cynopterus brachyotis* atau codot krawar memiliki ciri-ciri tepi telinga dan tulang sayap berwarna putih serta berukuran sedang dengan panjang lengan bawah sekitar 54,7 – 66,7 mm (Suyanto, 2001). Warna rambut individu betina dan individu jantan ialah coklat keabu-abuan hanya saja individu betina lebih terlihat kelabu. Bagian kerah individu betina lebih kekuningan sedangkan individu jantan berwarna orange.

## 2) Morfometri

Sampel yang tertangkap di lokasi pengambilan data langsung diidentifikasi ditempat dengan menggunakan buku Kelelawar di Indonesia karya Suyanto (2001). Spesies ini tidak dilakukan pengukuran morfometri dikarenakan spesies ini merupakan spesies paling umum ditemukan di Genus *Cynopterus* serta 3 individu spesies yang tertangkap pada jaring dalam kondisi menyusui (*lactating*).

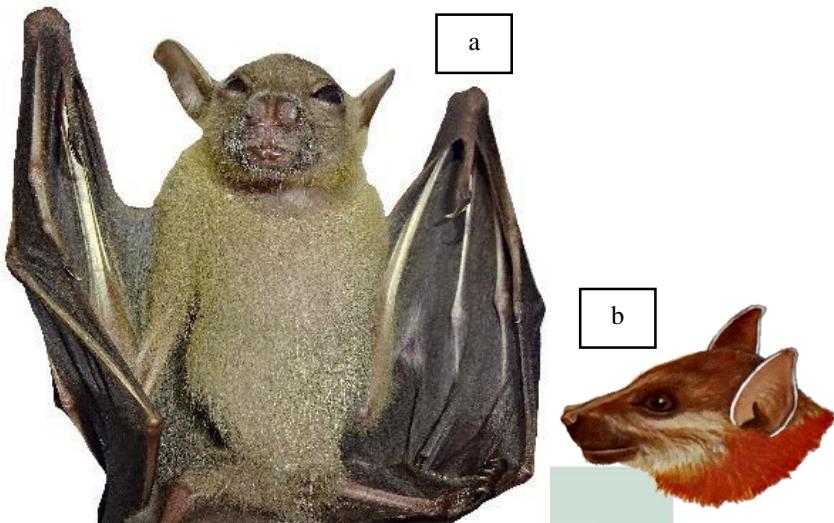
### 3) Distribusi

*Cynopterus brachyotis* tersebar di Nepal, India, Sri Langka, Myanmar, Thailand, Indocina, Kep. Andaman dan Nicobar, Malaysia, Kalimantan, Sumatera, Jawa, Bali, dan Maluku (Suyanto, 2001).

#### 4) Status IUCN

*Cynopterus brachyotis* merupakan spesies kelelawar yang tercatat di IUCN dengan status *Least Concern* atau LC (Csorba et al., 2008a).

b. *Cynopterus horsfieldii* Gray, 1843 atau *Horsfield's Fruit Bat*



Gambar 4.1 (a) *C. horsfieldii* ♀ di Gua Kembar (b) Gambar Ilustrasi Sumber : (a) Dokumentasi Pribadi (b) Payne *et al.*, 2000

## 1) Deskripsi

*Cynopterus horsfieldii* atau codot horsfield memiliki ciri-ciri tepi telinga dan tulang sayap berwarna putih serta berukuran sedang dengan panjang lengan bawah sekitar 64 – 78 mm (Suyanto, 2001). Ciri khusus yang membedakan spesies ini dengan spesies Genus *Cynopterus* lain terletak pada tonjolan yang terdapat pada gigi P<sub>4</sub> dan M<sub>1</sub> (Suyanto, 2001). Warna rambut individu betina dan individu jantan ialah coklat keabu-abuan hanya saja individu betina lebih terlihat kelabu. Bagian kerah individu betina lebih coklat kekuningan sedangkan individu jantan berwarna orange kemerahan.

## 2) Morfometri

Hasil pengukuran morfometri pada sampel yang tertangkap diantaranya *Weight* (29-39 gr), *Head and Body* (66,95-77 mm), *Tail* (8,55-15,75 mm), *Ear* (18,05-21-85 mm), *Hind Foot* (11,20-13,40 mm), *Forearm* (60,75-66,70 mm), *Tibia* (22,20-26 mm).

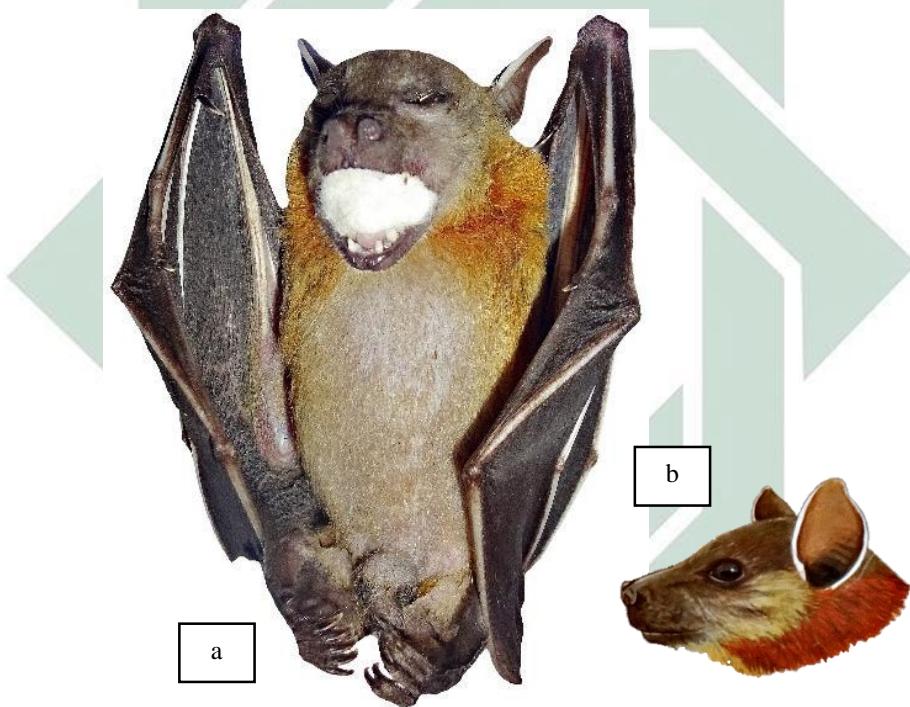
### 3) Distribusi

*Cynopterus horsfieldii* tersebar di Thailand, Semenanjung Malaysia Barat, Sumatera, Jawa, dan Kalimantan (Suyanto, 2001).

#### 4) Status IUCN

*Cynopterus horsfieldii* merupakan spesies kelelawar yang tercatat di IUCN dengan status *Least Concern* atau LC (Bates *et al.*, 2008a).

c. *Cynopterus sphinx* (Vahl, 1797) atau *Greater Shortnosed Fruit Bat*



Gambar 4.2 (a) *C. sphinx* ♂ di Gua Maron (b) Gambar Ilustrasi  
Sumber : (a) Dokumentasi Pribadi (b) Payne *et al.*, 2000

## 1) Deskripsi

*Cynopterus sphinx* atau codot barong memiliki ciri-ciri tepi telinga dan tulang sayap berwarna putih serta berukuran sedang dengan panjang lengan bawah sekitar 58 – 76 mm (Suyanto, 2001).

Moncong spesies ini lebih tebal atau gemuk (*robust*) dan tulang

langit-langit lebih panjang daripada *Cynopterus brachyotis* (Suyanto, 2001). Ciri lain dari *Cynopterus sphinx* bagian rambut atas kepala berwarna coklat kehitaman. Warna rambut individu betina dan individu jantan ialah coklat keabu-abuan sampai ke coklat gelap. Bagian kerah individu jantan berwarna orange kemerahan.

## 2) Morfometri

Hasil pengukuran morfometri pada sampel yang tertangkap diantaranya *Weight* (45-49 gr), *Head and Body* (82,25-87,50 mm), *Tail* (1-1,05 mm), *Ear* (23,60-24,20 mm), *Hind Foot* (11,60-12 mm), *Forearm* (68,40-70,05 mm), *Tibia* (25,50-27 mm).

### 3) Distribusi

*Cynopterus sphinx* tersebar di Pakistan, India ke Timur sampai Indocina dan Malaysia, Sumatera, Bali, P. Sangiang dan P. Salayar, dan Sulawesi (Suyanto, 2001).

#### 4) Status IUCN

*Cynopterus sphinx* merupakan spesies kelelawar yang tercatat di IUCN dengan status *Least Concern* atau LC (Bates *et al.*, 2008b).

d. *Macroglossus minimus* (É. Geoffroy, 1810) atau *Dagger-toothed Long-nosed Fruit Bat*



Gambar 4.3 (a) *M. minimus* ♂ di Gua Papatan JLS (b) Gambar Ilustrasi Sumber : (a) Dokumentasi Pribadi (b) Payne *et al.*, 2000

## 1) Deskripsi

*Macroglossus minimus* atau cecadu pisang-kecil memiliki ciri-ciri moncong yang panjang, lidah sempit, dan tubuh kecil. Ciri khusus yang membedakan *Macroglossus minimus* dengan *Macroglossus sobrinus* ialah adanya alur pada tengah bibir atas serta adanya tonjolan pelekatan belahan rahang bawah kanan dan kiri disebelah atas (Suyanto, 2001). Rambut *Macroglossus minimus* berwarna coklat muda atau coklat pucat.

## 2) Morfometri

Hasil pengukuran morfometri pada sampel yang tertangkap diantaranya *Weight* (31 gr), *Head and Body* (67,20 mm), *Tail* (-), *Ear* (16,50 mm), *Hind Foot* (10,05 mm), *Forearm* (45,45 mm), *Tibia* (18,15 mm).

### 3) Distribusi

*Macroglossus minimus* tersebar di Thailand, Indocina, Filipina, Indonesia (kecuali Sumatera), Papua Niugini dan Australia (Suyanto, 2001).

#### 4) Status IUCN

*Macroglossus minimus* merupakan spesies kelelawar yang tercatat di IUCN dengan status *Least Concern* atau LC (Francis *et al.*, 2008).

e. *Nycterus javanica* É. Geoffroy, 1813 atau *Javan Slit-faced Bat*



Gambar 4.4 (a) *N. javanica* ♂ di Gua Prapatan JLS (b) Gambar Ilustrasi Sumber : (a) Dokumentasi Pribadi (b) Payne *et al.*, 2000

## 1) Deskripsi

*Nycterus javanica* atau pedan jawa memiliki ciri-ciri telinga besar, panjang, terpisah, serta tragus pendek dan bengkok (Suyanto, 2001). *Nycterus javanica* memiliki lekuk yang dalam ditengah wajah, lipatan kulit sederhana sekitar hidung dan ekor sangat panjang yang

ujungnya berbentuk T (Suyanto, 2001). Warna rambut pada spesies ini ialah coklat keabu-abuan.

## 2) Morfometri

Hasil pengukuran morfometri pada sampel yang tertangkap diantaranya *Weight* (21 gr), *Head and Body* (54,90 mm), *Tail* (53,35 mm), *Ear* (26,60 mm), *Hind Foot* (6,40 mm), *Forearm* (45,80 mm), *Tibia* (24,65 mm).

### 3) Distribusi

*Nycteris javanica* tersebar di Jawa, Bali, dan Kangean (Suyanto, 2001).

#### 4) Status IUCN

*Nycteris javanica* merupakan spesies kelelawar yang tercatat di IUCN dengan status *Vulnerable* atau VU (Hutson *et al.*, 2008a).

f. *Miniopterus schreibersii* (Kuhl, 1817) atau Schreiber's Bent-winged

Bat



Gambar 4.5 (a) *M. schreibersii* ♂ di Gua Krompyang (b) Gambar Ilustrasi Sumber : (a) Dokumentasi Pribadi (b) Payne *et al.*, 2000

### 1) Deskripsi

*Miniopterus schreibersii* atau tomosu biasa memiliki ciri-ciri khas seperti Genus *Miniopterus* lainnya, yaitu bentuk sayap dimana ruas jari terakhir pada jari ketiga sangat panjang ( $\geq 3 \times$  panjang tulang pertama) (Suyanto, 2001). Ciri-ciri lain dari spesies ini ialah moncong sangat pendek; dahi yang berpunuk; terdapat tragus yang pendek tumpul melengkung sedikit kearah depan; telinga pendek dan tringular serta tidak memanjang diatas kepala yang memiliki rambut padat (Dietz and Helversen, 2004). Warna rambut berwarna coklat keabu-abuan hingga coklat gelap.

### 2) Morfometri

Hasil pengukuran morfometri pada sampel yang tertangkap diantaranya *Weight* (10-12 gr), *Head and Body* (47,48-50,41 mm), *Tail* (51,38-54,08 mm), *Ear* (9,31-11,31 mm), *Hind Foot* (8,18-9,49 mm), *Forearm* (44,44-46,29 mm), *Tibia* (19,18-20,30 mm).

### 3) Distribusi

*Miniopterus schreibersii* tersebar di Eropa Barat, Afrika, Jepang, Pakistan, India, Sri Lanka, Nepal, Myanmar, Cina Selatan, Taiwan, Thailand, Vietnam, Malaysia Barat, Sumatera, Kalimantan, Sabah dan Sarawak, Jawa, Nusa Tenggara, Maluku, Sulawesi, Kep. Solomon dan Australia (Suyanto, 2001).

#### 4) Status IUCN

*Miniopterus schreibersii* merupakan spesies kelelawar yang tercatat di IUCN dengan status *Near Threatened* atau NT (Benda and Paunović, 2019).

g. *Miniopterus australis* Tommes, 1858 atau *Little Long-fingered Bat*



Gambar 4.6 (a) *M. australis* ♀ di Gua Jolotundo (b) Gambar Ilustrasi Sumber : (a) Dokumentasi Pribadi (b) Payne *et al.*, 2000

## 1) Deskripsi

*Miniopterus australis* atau tomosu australi memiliki ciri-ciri khas seperti Genus *Miniopterus* lainnya, yaitu bentuk sayap dimana ruas jari terakhir pada jari ketiga sangat panjang ( $\geq 3 \times$  panjang tulang pertama) (Suyanto, 2001). Ukuran tubuh yang tergolong paling kecil jika dibandingkan dengan spesies dari Genus *Miniopterus* lainnya. Ciri lain dari spesies ini adalah rambut pada kulit antarpaha tumbuh mencapai garis yang menghubungkan kedua tumit, betis ditumbuhi rambut halus, telinga pendek, terdapat tragus yang pendek tumpul melengkung sedikit kearah depan,  $M^2 \geq M^1$ , dan  $P_2 = P_3$  (Suyanto, 2001). Warna rambut berwarna coklat keabuan hingga coklat gelap.

## 2) Morfometri

Hasil pengukuran morfometri pada sampel yang tertangkap diantaranya *Weight* (10-12 gr), *Head and Body* (47,48-50,41 mm), *Tail* (51,38-54,08 mm), *Ear* (9,31-11,31 mm), *Hind Foot* (8,18-9,49 mm), *Forearm* (44,44-46,29 mm), *Tibia* (19,18-20,30 mm).

### 3) Distribusi

*Miniopterus australis* tersebar di Sumatera, Kalimantan, Jawa, Nusa Tenggara, Maluku, Sulawesi, Filipina, Papua Barat, Papua Niugini, dan Australia (Suyanto, 2001).

#### 4) Status IUCN

*Miniopterus australis* merupakan spesies kelelawar yang tercatat di IUCN dengan status *Least Concern* atau LC (Rosell-Ambal *et al.*, 2008).

h. *Rhinolophus borneensis* Peters, 1861 atau *Bornean Horseshoe Bat*



Gambar 4.7 (a) & (b) *R. borneensis* ♀ di Gua Prapatan JLS (c) Gambar Ilustrasi Sumber : (a) & (b) Dokumentasi Pribadi (c) Payne *et al.*, 2000

## 1) Deskripsi

*Rhinolophus borneensis* atau prok-bruk kalimantan memiliki ciri-ciri tubuh agak kecil dengan panjang lengan bawah 40-44 mm dan terdapat antitragus (Suyanto, 2001). Spesies dari Genus *Rhinolophus* memiliki ciri daun hidung kompleks, daun hidung posterior berbentuk segitiga, sedangkan daun hidung intermediate dan anterior berbentuk tapal kuda (Suyanto, 2001). *Rhinolophus borneensis* memiliki warna rambut coklat keabu-abuan.

## 2) Morfometri

Hasil pengukuran morfometri pada sampel yang tertangkap diantaranya *Weight* (6-8 gr), *Head and Body* (36-43,70 mm), *Tail* (21,30-25 mm), *Ear* (15,80-21,10 mm), *Hind Foot* (5,15-7,05 mm), *Forearm* (41,10-43,30 mm), *Tibia* (16,20-18 mm).

### 3) Distribusi

*Rhinolophus borneensis* tersebar di Jawa, Kalimantan, Sarawak dan Sabah, dan Asia (Suyanto, 2001).

#### 4) Status IUCN

*Rhinolophus borneensis* merupakan spesies kelelawar yang tercatat di IUCN dengan status *Least Concern* atau LC (Hutson et al., 2008b).

i. *Rhinolophus affinis* Horsfield, 1823 atau *Intermediate Horseshoe Bat*



Gambar 4.8 (a) & (b) *R. affinis* ♂ di Gua Prapatan JLS (c) Gambar Ilustrasi Sumber : (a) & (b) Dokumentasi Pribadi (c) Payne *et al.*, 2000

## 1) Deskripsi

*Rhinolophus affinis* atau prok-bruk hutan memiliki ciri-ciri sella sempit dan taju penghubung membundar, bermula dari punggung sella serta terdapat cekungan dibagian tengah sella (Payne *et al.*, 2000; Huang *et al.*, 2016). Ciri lain dari spesies ini adalah daun hidung anterior bertakik dan terdapat antitragus (Suyanto, 2001). Spesies dari Genus *Rhinolophus* memiliki ciri daun hidung kompleks, daun hidung posterior berbentuk segitiga, sedangkan daun hidung intermediate dan anterior berbentuk tapal kuda

(Suyanto, 2001). *Rhinolophus affinis* memiliki warna rambut coklat keabu-abuan.

## 2) Morfometri

Hasil pengukuran morfometri pada sampel yang tertangkap diantaranya *Weight* (15 gr), *Head and Body* (56,95 mm), *Tail* (19,75 mm), *Ear* (22,90 mm), *Hind Foot* (6,75 mm), *Forearm* (51,50 mm), *Tibia* (26,95 mm).

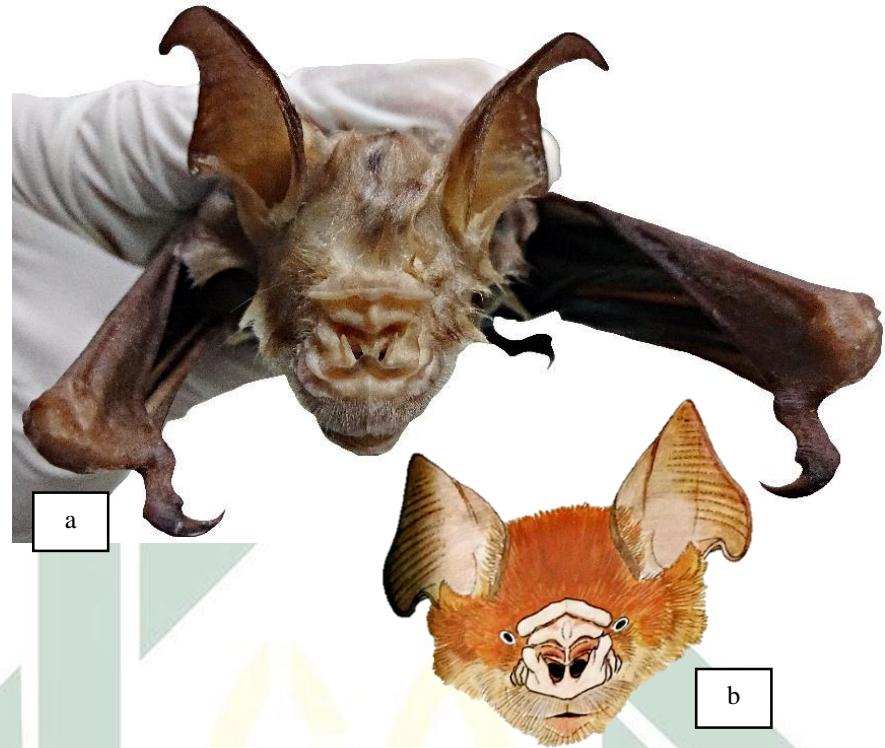
### 3) Distribusi

*Rhinolophus affinis* tersebar di Sumatera, Kalimantan, Jawa, Nusa Tenggara, Malaysia, Asia benua (India ke Timur sampai Cina Selatan) (Suyanto, 2001).

#### 4) Status IUCN

*Rhinolophus affinis* merupakan spesies kelelawar yang tercatat di IUCN dengan status *Least Concern* atau LC (Walston *et al.*, 2008).

j. *Hipposideros diadema* Geoffroy, 1813 atau *Diadem Leaf-nosed Bat*



Gambar 4.9 (a) *H. diadema* ♀ di Gua Krompyang (b) Gambar Ilustrasi Sumber : (a) Dokumentasi Pribadi (b) Payne *et al.*, 2000

## 1) Deskripsi

*Hipposideros diadema* atau barong besar memiliki ukuran tubuh yang sangat besar dengan panjang lengan bawah 76-90 mm, bintik-bintik pucat pada bahu dan sisi lateral belakang, terdapat 3-4 lipatan kulit lateral pada daun hidung, dan terdapat antitragus (Suyanto, 2001; Payne *et al.*, 2000; Huang *et al.*, 2016). *Hipposideros diadema* memiliki warna rambut coklat pucat atau coklat muda.

## 2) Morfometri

Hasil pengukuran morfometri pada sampel yang tertangkap diantaranya *Weight* (42 gr), *Head and Body* (81,79 mm), *Tail* (52,58

mm), *Ear* (26,37 mm), *Hind Foot* (17,41 mm), *Forearm* (86,12 mm), *Tibia* (37,52 mm).

### 3) Distribusi

*Hipposideros diadema* tersebar di Sumatera, Kalimantan, Jawa, Nusa Tenggara, Maluku, Sulawesi, Papua Barat, Papua Niugini, Solomon, Malaysia, Singapura, Thailand, Myanmar, Vietnam dan Filipina (Suyanto, 2001).

### 4) Status IUCN

*Hipposideros diadema* merupakan spesies kelelawar yang tercatat di IUCN dengan status *Least Concern* atau LC (Csorba et al., 2008b).

Ditinjau dari kriteria IUCN (*International Union for Conservation of Nature*), kesepuluh spesies sebagian besar termasuk dalam kategori LC (*Least Concern*). Spesies yang termasuk kategori LC (*Least Concern*) diantaranya *Cynopterus brachyotis*, *Cynopterus horsfieldii*, *Cynopterus sphinx*, *Macroglossus minimus*, *Miniopterus australis*, *Rhinolophus borneensis*, *Rhinolophus affinis*, dan *Hipposideros diadema*. Status konservasi LC ini diberikan pada spesies yang sudah dievaluasi yang mana memiliki resiko relatif rendah untuk terancam. Spesies chiroptera yang termasuk dalam kategori *Vulnerable* atau VU (*Nycteris javanica*) merupakan golongan spesies yang rentan terancam atau rentan mengalami kepunahan dan *Near Threatened* atau NT (*Miniopterus schreibersii*) yang

artinya mungkin ada pada kondisi terancam, namun belum dikategorikan sebagai terancam atau dengan kata lain dapat diartikan mendekati terancam.

#### **4.3 Diversitas, Kemerataan dan Frekuensi Kehadiran**

Tabel 4.2 Hasil Perhitungan Indeks Keanekaragaman Jenis

Gua	H'
Krompyang	0,53
Jolotundo	0,62
Prapatan JLS	0,67
Kembar	0,20
Maron	0,31

Eksplorasi kelelawar yang dilakukan di lima lokasi gua Kawasan Karst Malang Selatan diperoleh nilai indeks diversitas tertinggi pertama berada di Gua Prapatan JLS ( $H'=0,67$ ), kedua ialah Gua Jolotundo ( $H'=0,62$ ), ketiga ialah Gua Krompyang ( $H'=0,53$ ), keempat ialah Gua Maron ( $H'=0,31$ ) dan terendah di Gua Kembar ( $H'=0,20$ ) (lihat Tabel 4.2). Perbedaan tingkat diversitas disetiap lokasi gua yang diambil untuk dilakukan penelitian dapat dipengaruhi oleh lima faktor. Faktor pertama yaitu karakteristik ukuran gua, gua yang lebih panjang atau memiliki lebih banyak area permukaan internal tampaknya memiliki kekayaan spesies yang lebih tinggi dan dapat menampung lebih banyak individu pula dari masing-masing spesies. Faktor kedua yaitu geomorfologi gua yang dapat mempengaruhi penggunaan gua oleh spesies kelelawar tertentu. Faktor ketiga yaitu pola iklim mikro gua yang dapat mempengaruhi pemilihan lokasi bertengger dan penggunaan kelelawar. Faktor keempat yaitu ketersediaan sumber daya pakan untuk pemenuhan energi kelelawar dan sumber air. Faktor kelima yaitu adanya atau banyaknya predator yang

mempengaruhi kecenderungan beberapa spesies kelelawar dalam pemilihan gua (Cardiff and Jenkins, 2016).

Ditinjau dari ke lima lokasi gua yang diteliti, Gua Prapatan JLS merupakan gua yang paling banyak keberadaan spesiesnya yaitu sebanyak 6 spesies (*Cynopterus horsfieldii*, *Cynopterus sphinx*, *Macroglossus minimus*, *Nycteris javanica*, *Rhinolophus borneensis* dan *Rhinolophus affinis*). Hal ini kemungkinan dari ke lima gua, Gua Prapatan JLS memiliki ukuran dimensi gua yang lebih besar daripada empat gua lainnya. Berdasarkan Wijayanti and Maryanto (2017) dimana semakin besar ukuran dimensi gua (panjang, lebar, tinggi), struktur komunitas kelelawar termasuk populasi kelelawar, keanekaragaman spesies dan proporsi distribusi roosting kelelawar akan menjadi lebih besar, misalnya di Ankarana, beberapa spesies memilih gua dengan pintu masuk yang lebih besar dan gua yang lebih panjang (*Eidolon dupreanum*, *Rousettus madagas cariensis*, *Hipposideros commersoni*, *Otomops madagascariensis*, dan *Miniopterus gleni*) (Cardiff, 2006 dalam Cardiff and Jenkins, 2016).

Berdasarkan pernyataan Castillo *et al.*, (2009) bahwa kondisi lingkungan didalam gua yang berbeda pada masing-masing zona yang berbeda mengarah pada pemisahan iklim mikro didalam gua. Pemisahan iklim mikro itulah yang memicu keanekaragaman spesies kelelawar yang berada didalamnya. Demikian hal tersebut menunjukkan bahwa penghuni kelelawar di Gua Prapatan JLS sudah beradaptasi dengan baik begitu juga kondisi lingkungan gua yang ada didalamnya.

Keadaan lingkungan kawasan karst pada lokasi penelitian terdiri atas hutan, ladang dan sawah yang merupakan habitat bagi serangga yang menjadi sumber makanan bagi kelelawar sehingga sangat mempengaruhi keberadaan jenis – jenis kelelawar. Lingkungan disekitar Gua Prapatan JLS yang masih dalam jangkauan kawasan hutan lindung tentu saja menyediakan sumber daya pakan yang mendukung kehadiran banyak spesies yang ditemukan dari keempat gua lainnya. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Threlfall *et al.*, (2012) di Sydney, Australia yang melaporkan bahwa sebagian besar aktivitas kelelawar menunjukkan perbedaan yang signifikan pada beragam jenis habitat. Wilayah kegiatan kelelawar yang paling disukai adalah vegetasi yang padat diikuti oleh riparian begitu juga dengan semak belukar.

Gua Kembar adalah gua yang memiliki nilai indeks diversitas paling rendah diantara lima lokasi gua yang terpilih. Penyebabnya dapat diindikasikan kedalam satu kemungkinan yaitu jumlah *entrance* Gua Kembar. Berdasarkan hasil pemetaan yang dilakukan oleh IMPALA UB (2012), Gua Kembar memiliki tiga *entrance*. Dimungkinkan bahwa kelelawar dapat menggunakan dua *entrance* sisanya yang tidak dipasang perangkap untuk jalan keluar masuk mencari pakan sehingga hanya didapatkan spesies tertentu saja.

Lokasi gua yang dilakukan penelitian ada satu gua yang didalamnya hanya ditemukan kelelawar Subordo Megachiroptera, yaitu Gua Maron. Dua spesies kelelawar dari Genus *Cynopterus* yang ditemukan pada Gua Maron diantaranya *Cynopterus brachyotis* dan *Cynopterus sphinx*. Hal ini

dimungkinkan kondisi iklim mikro dan karakteristik Gua Maron yang tidak sesuai dengan kriteria penghuni kelelawar Subordo Microchiroptera untuk kelangsungan hidup sehingga hanya di tempati spesies kelelawar dari Genus *Cynopterus*. Faktor lain adalah koridor Gua Maron yang pendek yaitu 93,25 m. Faktor tersebut juga sangat mempengaruhi jumlah spesies dan jumlah individu antar spesies yang ada di Gua Maron. Berdasarkan penelitian Quibod *et al.*, (2019) menunjukkan bahwa panjang gua yang kurang dari 100 m, tinggi kurang dari 5 m dan pintu masuk yang kecil memiliki keanekaragaman kelelawar yang lebih rendah. Wijayanti and Maryanto (2017) mengungkapkan hasil penelitian bahwa gua dengan koridor pendek (<100 m) dapat dihuni oleh kelelawar buah sedangkan gua dengan lorong yang panjang (>100 m) merupakan habitat yang disukai kelelawar pemakan serangga. Hal ini sesuai dengan data penelitian yang didapat dimana Gua Maron hanya dapat ditemui 2 spesies kelelawar pemakan buah yaitu *Cynopterus brachyotis* dan *Cynopterus sphinx* dengan jumlah individu yang terhitung sedikit.

Tabel 4.3 Hasil Perhitungan Indeks Kemerataan pada Kawasan Karst Malang Selatan

Gua	E
Krompyang	0,23
Jolotundo	0,27
Prapatan JLS	0,29
Kembar	0,09
Maron	0,13

Indeks kemerataan merupakan indeks yang digunakan untuk mengukur kemerataan penyebaran individu antar spesies dalam suatu komunitas. Perhitungan analisis menggunakan indeks kemerataan dapat juga digunakan untuk mengetahui gejala dominansi diantara setiap spesies

dalam suatu lokasi (Putri, 2013). Pada Tabel 4.3 tercatat bahwa perolehan nilai indeks kemerataan tertinggi berada di Gua Prapatan JLS ( $E=0,29$ ) dapat diartikan bahwasanya proporsi kelimpahan individu suatu spesies yang menempati suatu komunitas cenderung sama sehingga nilai indeks kemerataan mencapai nilai maksimum. Sebaliknya, suatu spesies dominan jika nilai indeks kemerataan cenderung menurun seperti pada Gua Kembar yang didapatkan nilai indeks kemerataan terendah ( $E=0,09$ ).

Tabel 4.4 Hasil Perhitungan Frekuensi Kehadiran

Spesies	FK (%)
<i>Cynopterus brachyotis</i>	20
<i>Cynopterus horsfieldii</i>	40
<i>Cynopterus sphinx</i>	40
<i>Macroglossus minimus</i>	20
<i>Nycterus javanica</i>	20
<i>Miniopterus schreibersii</i>	40
<i>Miniopterus australis</i>	20
<i>Rhinolophus borneensis</i>	60
<i>Rhinolophus affinis</i>	20
<i>Hipposideros diadema</i>	40

Frekuensi kehadiran digunakan untuk menyatakan tingkat kehadiran suatu spesies di gua yang telah ditentukan pada penelitian. Berdasarkan hasil analisis perhitungan, frekuensi kehadiran chiroptera yang berada dilokasi penelitian ditunjukkan dalam Tabel 4.4. Pada Tabel 4.4 diketahui bahwa *Rhinolophus borneensis* memiliki persentase kehadiran tertinggi sebesar 60%. Keadaan tersebut menandakan bahwa adanya kesesuaian kondisi habitat yang tinggi untuk tempat bersarang *Rhinolophus borneensis* di lokasi gua yang dilakukan penelitian. Menurut Borissenko and Ivanova (2015), *Rhinolophus borneensis* menjadi salah satu spesies kelelawar dari Genus *Rhinolophus* yang paling umum dan berlimpah dan spesies ini dapat

mempertahankan kemampuan toleransinya pada habitat yang cukup terganggu.

*Rhinolophus borneensis* adalah salah satu jenis kelelawar yang hampir berada di semua gua yang diamati yaitu berada di 3 gua dari 5 gua yang diamati diantaranya Gua Jolotundo, Gua Prapatan JLS, dan Gua Kembar. Hal tersebut menandakan bahwa daerah jelajah *Rhinolophus borneensis* tersebar hampir merata. Hal ini sesuai dengan penelitian Asriadi (2010) yang mengatakan jika persentase frekuensi kehadiran yang cukup besar dimungkinkan selain daerah jelajah yang luas, tetapi juga karena kebutuhan pakan untuk jenis tersebut tersedia cukup banyak.

Kesesuaian kondisi habitat yang tinggi untuk tempat bersarang *Rhinolophus borneensis* di lokasi gua yang dilakukan penelitian ini merupakan salah satu bukti jika kebenaran-Nya dalam menciptakan makhluk di muka bumi ini berdasarkan ketentuan-Nya dalam hal ini erat kaitannya mengenai habitat. Pernyataan sebelumnya telah dipaparkan dalam Al Qur'an surah Hud ayat 6 sebagai berikut :

وَمَا مِنْ ذَبَابٍ إِلَّا عَلَى اللَّهِ رُرْقَاهَا وَيَعْمَلُ مُسْتَفَرَّهَا وَمُسْتَوْدَعَهَا كُلُّهُ فِي كِتَابٍ مُّبِينٍ - 6:11

Artinya : “*Dan tidak ada suatu binatang melata pun di bumi melainkan Allah-lah yang memberi rezekinya, dan Dia mengetahui tempat berdiam binatang itu dan tempat penyimpanannya. Semuanya tertulis dalam Kitab yang nyata (Lauh mahfuzh) 11:6.*”

Penjelasan secara ekplisit ayat diatas bahwasanya Allah SWT telah menjamin rezeki yang layak untuk makhluk – makhluk-Nya (seperti sumber daya pakan dan sumber air bagi kelangsungan hidup mereka) dan sesuai

dengan habitatnya. Hal ini merupakan bukti wujud kasih sayang Allah dan perhatian-Nya kepada setiap makhluk ciptaan-Nya. Semua itu dapat terjadi tiada lain atas dasar kekuasaan-Nya.

Frekuensi kehadiran suatu spesies dapat dipengaruhi faktor dari karakteristik gua, ketersediaan sumber daya pakan, dan pola pemilihan sarang. Mempelajari karakteristik gua yang digunakan oleh spesies kelelawar yang berbeda dapat mengungkapkan dasar potensial untuk seleksi lokasi bertengger oleh spesies tersebut didalam gua. Menurut Wiantoro (2012), *Rhinolophus affinis* bersarang di lorong gua dengan banyak ornamen, seperti stalaktit. Spesies ini dikenal memiliki kecepatan terbang yang lambat dengan kemampuan manuver yang tinggi. Berbeda dengan anggota Genus *Miniopterus* dikenal memiliki kecepatan terbang yang cepat namun kemampuan manuver yang rendah sehingga spesies ini lebih memilih lokasi gua yang tidak terdapat ornamen sebagai situs bertengger mereka (Wiantoro, 2012). Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Wiantoro (2012) mengenai spesifikasi lebar lorong dan ketinggian atap, *Rhinolophus affinis* ditemukan di daerah *roosting* dengan lebar lorong 2-5 m dan ketinggian atap 1-2 meter sedangkan *Hipposideros diadema* ditemukan di daerah *roosting* dengan lebar lorong 5-10 m dan ketinggian atap 4-8 m.

Ketersediaan sumber daya pakan disekitar gua atau masih dalam area lingkungan diluar gua sangat mempengaruhi penghuni kelelawar yang ada didalamnya, seperti *Hipposideros diadema* lebih menyukai mencari pakan disepanjang sungai di hutan sehingga spesies ini lebih memilih gua yang

jaraknya tidak jauh dengan sungai (Lundrigan and Baker, 2003). Faktor dari pola pemilihan sarang menurut Wijayanti and Maryanto (2017) ditentukan oleh 5 parameter utama yang meliputi intensitas suara, jarak masuk gua, suhu, kelembaban, dan intensitas cahaya.

Parameter pertama adalah intensitas suara. Intensitas suara sangat berkaitan dengan ekolokasi yang dimiliki oleh kelelawar Subordo Microchiroptera. Beberapa spesies kelelawar dari Subordo Microchiroptera memiliki pendengaran yang sensitif (frekuensi ekolokasi rendah). Spesies kelelawar yang memiliki frekuensi ekolokasi yang rendah akan memilih sarang dilokasi dengan intensitas suara mendekati nol. Sementara spesies yang memiliki pendengaran kurang sensitif akan memilih sarang dilokasi dengan intensitas suara yang tinggi (Wijayanti and Maryanto, 2017). *Rhinolophus affinis* memiliki frekuensi sebesar 0,59 kHz (Jiang *et al.*, 2008). Sebagian besar kelelawar yang tergolong kedalam Famili Vespertilionidae memanfaatkan frekuensi dengan kisaran diatas 20 kHz (Hall and Woodside, 1989). *Hipposideros diadema* memiliki frekuensi maksimum sebesar 55 hingga 60 kHz (Pavey and Burwell, 1997) sedangkan berdasarkan Hall (1989), *Hipposideros diadema* memiliki frekuensi sebesar 54,9 kHz. *Rhinolophus borneensis* memiliki frekuensi sekitar 80 kHz (Boris senko and Ivanova, 2015).

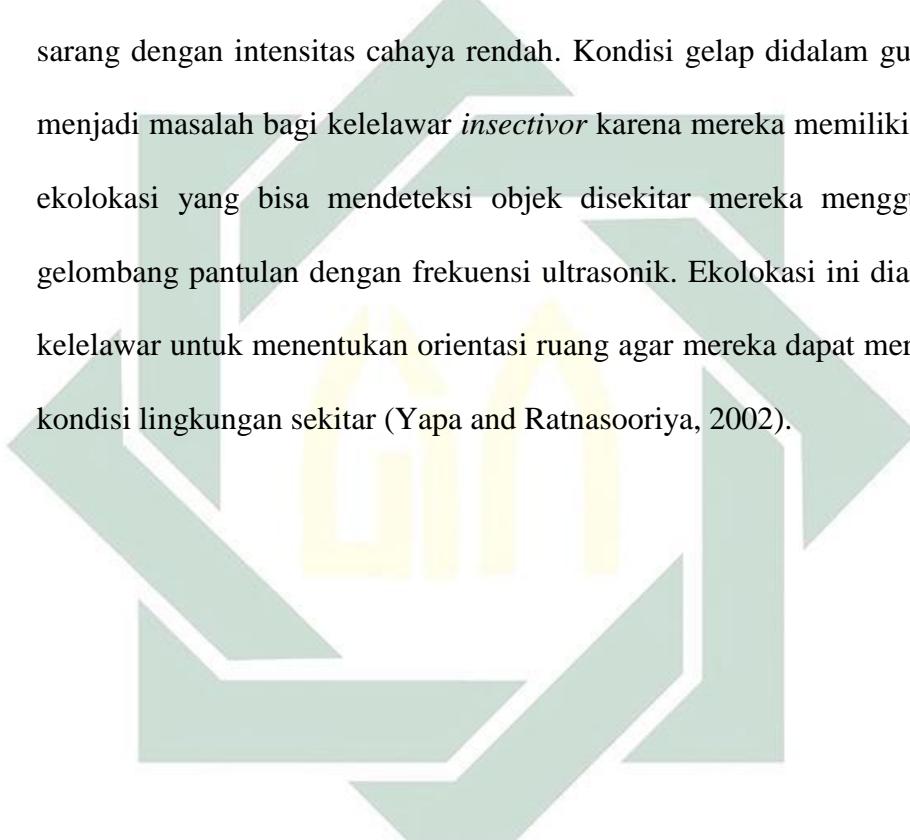
Parameter kedua, jarak masuk gua. Spesies kelelawar yang mempunyai kemampuan manuver yang baik akan lebih memilih sarang di lorong gua jaraknya jauh dari *entrance*. Sebaliknya, kelelawar dengan ketidakmampuan melewati lorong gua yang panjang akan lebih memilih

sarang yang berlokasi dekat *entrance*. Tiga spesies dari Genus *Cynopterus* yang didapatkan di 5 lokasi gua yang dilakukan penelitian ditemukan bersarang dekat dengan *entrance*. Hal ini dikarenakan *Cynopterus* tidak dapat bermanuver dengan baik didalam lorong gua yang jauh dari *entrance*. Contoh lain adalah *Rhinolophus affinis* di beberapa Gua di Karst Gudawang Bogor terletak dilokasi rata-rata 180 m dari *entrance* (Apriandi *et al.*, 2008). *Rhinolophus borneensis* ditemukan pada jarak 152 m dari *entrance* (Saroni, 2006 dalam Wijayanti and Maryanto, 2017). Lokasi bertengger pada *Rhinolophus borneensis* sedikit berbeda dengan hasil penelitian Wijayanti and Maryanto (2017) yang menunjukkan bahwa spesies ini ditemukan pada jarak 250 m dari *entrance*. Berikutnya ada *Hipposideros diadema* dimana menurut penelitian Nuneza and Galorio (2014) lokasi *roosting* spesies ini berjarak 90 m dari *twilight zone*.

Parameter ketiga dan keempat adalah suhu dan kelembaban. Kedua ini saling berkaitan satu sama lain. Batas toleransi diantara keduanya untuk setiap spesies berbeda-beda. Contohnya, *Rhinolophus affinis* ditemukan didalam gua pada suhu 27,5°C dan kelembaban 96% (Apriandi *et al.*, 2008). Hasil penelitian tersebut tidak jauh berbeda dengan penelitian Wiantoro (2012), *Rhinolophus affinis* ditemukan di daerah *roosting* dengan suhu 25,7–28,7°C dan kelembaban 78-88%. *Rhinolophus borneensis* ditemukan didalam gua pada suhu 25°C dan kelembaban 85% (Saroni, 2006 dalam Wijayanti and Maryanto, 2017). *Miniopterus schreibersii* ditemukan didalam gua pada suhu 22-28°C dan kelembaban 55-85% (Churchill *et al.*,

1997). *Hipposideros diadema* ditemukan di daerah *roosting* dengan suhu 25,3–28,2°C dan kelembaban 76-89% (Wiantoro, 2012).

Parameter kelima, intensitas cahaya. Parameter yang terakhir pada pemilihan sarang ini dapat dibedakan secara jelas bahwasanya kelelawar Subordo Megachiroptera menyukai sarang dimana tersedia intensitas cahaya yang tinggi. Sedangkan kelelawar Subordo Microchiroptera memilih sarang dengan intensitas cahaya rendah. Kondisi gelap didalam gua tidak menjadi masalah bagi kelelawar *insectivor* karena mereka memiliki sistem ekolokasi yang bisa mendekripsi objek disekitar mereka menggunakan gelombang pantulan dengan frekuensi ultrasonik. Ekolokasi ini diaktifkan kelelawar untuk menentukan orientasi ruang agar mereka dapat merasakan kondisi lingkungan sekitar (Yapa and Ratnasooriya, 2002).



## **BAB V**

## **PENUTUP**

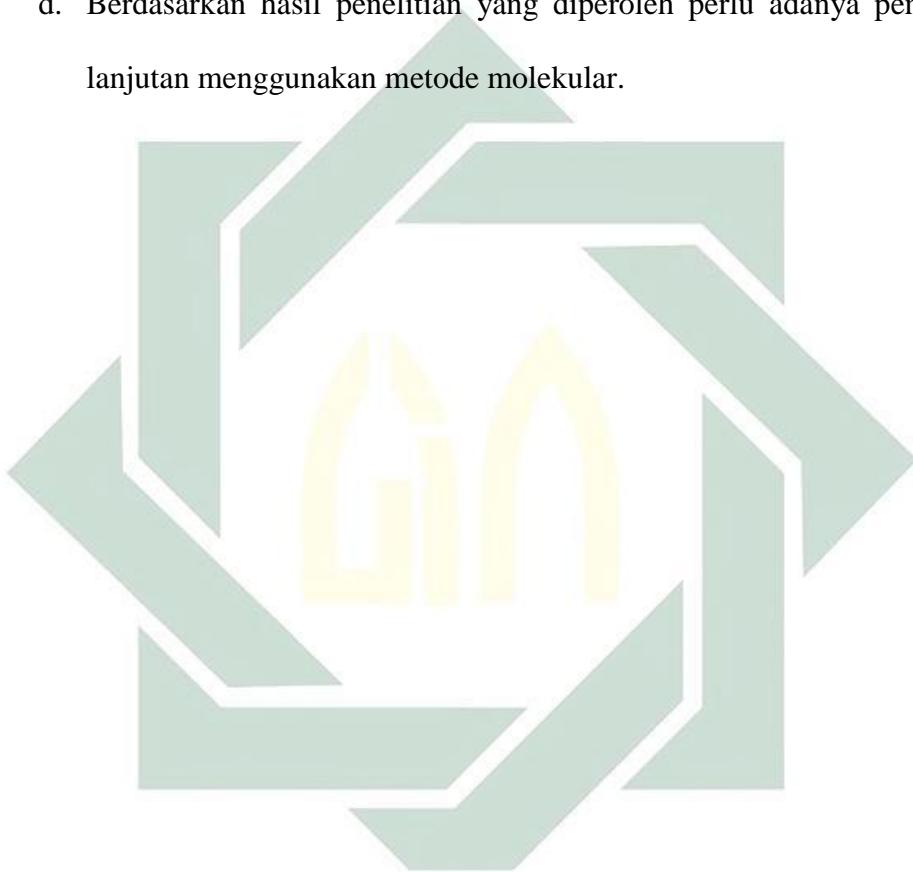
## 5.1 Simpulan

- a. Penelitian yang dilakukan di 5 Gua Kawasan Karst Malang Selatan didapatkan sebanyak 10 spesies kelelawar (Chiroptera) diantaranya *Cynopterus brachyotis*, *Cynopterus horsfieldii*, *Cynopterus sphinx*, *Macroglossus minimus*, *Nycteris javanica*, *Miniopterus schreibersii*, *Miniopterus australis*, *Rhinolophus borneensis*, *Rhinolophus affinis*, dan *Hipposideros diadema*.
  - b. Tingkat diversitas kelelawar (Chiroptera) tertinggi pertama di 5 lokasi penelitian Gua Kawasan Karst Malang Selatan berada di Gua Prapatan JLS sebesar ( $H' = 0,67$ ), kedua ialah Gua Jolotundo ( $H' = 0,62$ ), ketiga ialah Gua Krompyang ( $H' = 0,53$ ), keempat ialah Gua Maron ( $H' = 0,31$ ) dan terendah di Gua Kembar ( $H' = 0,20$ ).

## 5.2 Saran

- a. Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh perlu adanya penelitian lanjutan atau monitoring terkait keanekaragaman kelelawar di Gua Krompyang, Gua Jolotundo, Gua Prapatan JLS, Gua Kembar, dan Gua Maron.
  - b. Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh perlu adanya penelitian lanjutan dengan rentang waktu yang berbeda mewakili 2 musim di Indonesia untuk dapat mengetahui pengaruh perbedaan musim terhadap diversitas kelelawar.

- c. Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh perlu adanya penelitian lanjutan mengenai iklim mikro gua yang mempengaruhi pola seleksi sarang kelelawar, seperti suhu dan kelembaban, kecepatan angin, intensitas cahaya, intensitas suara, kadar oksigen dan kadar amonia udara.
  - d. Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh perlu adanya penelitian lanjutan menggunakan metode molekular.



## DAFTAR PUSTAKA

- Asriadi, Amin. 2010. Kelimpahan, Sebaran dan Keanekaragaman Jenis Kelelawar (Chiroptera) pada Beberapa Gua dengan Pola Pengelolaan Berbeda Di Kawasan Karst Gombong Jawa Tengah. *Skripsi*. Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Syarif Hidayatullah, Jakarta.

Apriandi, J., Kartono, A.P. and I. Maryanto. 2008. Diversity and Kinship of Bat Species Based on Microclimate Conditions Perched on Several Places In Gudawang Cave Area. *J Biologi Indonesia*. 5 (2): 121-134.

Bates, P., Francis, C., Gumal, M. and S. Bumrungsri. 2008a. *Cynopterus horsfieldii*. *The IUCN Red List of Threatened Species 2008*: e.T6104A12433727. Diakses pada 28 April 2019. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2008.RLTS.T6104A12433727.en>.

Bates, P., Bumrungsri, S., Molur, S. and C. Srinivasulu. 2008b. *Cynopterus sphinx*. *The IUCN Red List of Threatened Species 2008*: e.T6106A12427966. Diakses pada 28 April 2019. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2008.RLTS.T6106A12427966.en>.

Benda, P. and M. Paunović. 2019. *Miniopterus schreibersii*. *The IUCN Red List of Threatened Species 2019*: e.T81633057A22103918. Diakses pada 28 April 2019. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2019-1.RLTS.T81633057A22103918.en>.

Borissenko, A.V. and Natalia V. Ivanova. 2015. Ecological Studies of Bats (Mammalia : Chiroptera) in Cat Tien National Park. *Report*. Moscow, Russia.

Campbell, P. and Thomas H. Kunz. 2006. *Cynopterus horsfieldii*. *Mammalian Species*. No. 802 : 1-5.

Cardiff, S.G. and Richard K.B. Jenkins. 2016. The Bats of Madagascar: A Conservation Challenge. *Lesson in Conservation*. No. 6 : 80-108.

Castillo, A.E., Meneses, G.C., Davilla-Montes, M.J., Anaya, M.M. and P.R. Leon. 2009. Seasonal distribution and circadian activity in the troglophilic long-footed robber frog *Eleutherodactylus longipes* (Anura: Brachycephalidae) at Los Riscos Cave, Queretaro, Mexico: Field and laboratory studies. *J Cave Karst Stud*. 71 (1): 121-128.

Churchill, S., Draper, R. and E. Marais. 1997. Cave Utilisation by Namibian Bats : Population, Microclimate and Roost Selection. *S. Afr. J. Res.* 27 (2) : 44 – 50.

Csorba, G., Bumrungsri, S., Francis, C., Bates, P., Gumal, M., Kingston, T., Molur, S. and C. Srinivasulu. 2008a. *Cynopterus brachyotis*. *The IUCN Red List of Threatened Species 2008*: e.T6103A12432460. Diakses pada 28 April 2019. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2008.RLTS.T6103A12432460.en>.

- Csorba, G., Bumrungsri, S., Francis, C., Helgen, Bates, P., Gumal, M., Kingston, T., Balete, D., Esselstyn, J. and L. Heaney. 2008b. *Hipposideros diadema*. The IUCN Red List of Threatened Species 2008: e.T10128A3169874. Diakses pada 28 April 2019. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2008.RLTS.T10128A3169874.en>.

Culver, D.C., and W.B. White. 2005. *Encyclopedia of Caves*. Elsevier Academic Press, USA.

Davies, W.E., and I.M Morgan. 1991. *Geology of Caves*. U.S. Geological Survey, USA.

Dietz, C. and Otto von Helversen. 2004. *Illustrated Identification Key to The Bats of Europe*. Electronic Publication, Germany.

Francis, C., Rosell-Ambal, G., Sedlock, J., Ingle, N., McKenzie, G. and N. Richards. 2008. *Macroglossus minimus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2008: e.T12594A3363390. Diakses pada 28 April 2019. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2008.RLTS.T12594A3363390.en>.

Grimes, Ken G. 2001. Syngenetic Karst in Australia : a review. *Helictite J. Austral Spel. Res.* 39 (2) : 27-38.

Hall, L.S. 1989. *Fauna of Australia : Hipposideridae*. AGPS Canberra, Australia.

Hall, L.S. and D.P. Woodside. 1989. *Fauna of Australia : Vespertilionidae*. AGPS Canberra, Australia.

Hara, M.R., and Ricardo Pinto-Da-Rocha. 2008. A new species of Brazilian Troglobitic Harvestman of The Genus Landumoeoma (Opiliones : Gonyleptidae). *Zootaxa*. 1744 : 50-58.

Harjanto, S., dan C. Rahmadi. 2011. Keanekaragaman Fauna dan Kondisi Klimat Di Gua Anjani, Kawasan Karst Menoreh : Sebuah Catatan Awal. *Fauna Indonesia*. 10 (2) : 32-38.

Heideman, P.D. and Ruth CB Utzurrum. 2003. Seasonality and Synchrony of Reproduction in Three Species of Nectarivorous Philippines Bats. *BMC Ecology*. 3 : 1-14.

Huang, J.Chun-Chia, Ariyanti, E.S., Rustiati E.L., Daaras, K., Maryanto, I., Maharadatunkamsi, Nusalawo, M., Kingston, T. dan Wiantoro, Sigit. 2016. *Kunci Identifikasi Kelelawar di Sumatera : Dengan Catatan Hasil Perjumpaan di Kawasan Bukit Barisan Selatan*. April 22, 2018. [www.seabcru.org](http://www.seabcru.org).

Hugget, R.J. 2007. *Fundamentals of Geomorphology*. Routledge, Abingdon.

Hutson, A.M., Schlitter, D. and T. Kingston. 2008a. *Nycteris javanica*. The IUCN Red List of Threatened Species 2008: e.T14932A4478321. Diakses pada 28 April 2019. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2008.RLTS.T14932A4478321.en>.

- Hutson, A.M., Kingston, T. and C. Francis. 2008b. *Rhinolophus borneensis*. The IUCN Red List of Threatened Species 2008: e.T19527A8953749. Diakses pada 28 April 2019. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2008.RLTS.T19527A8953749.en>.

Indonesian Speleological Society. 2015. *Karst Malang Selatan*. Diakses pada 16 Juni 2019. <http://caves.or.id/arsip/1695>.

IMPALA UB. 2012. *Karst Di Desa Kedungsalam*. Sekretariat Bersama Universitas Brawijaya, Malang.

Jiang, T., Feng, J., Sun, K. and Jin Wang. 2007. Coexistence of Two Sympatric and Morphologically Similar Bat Species *Rhinolophus affinis* and *Rhinolophus pearsoni*. *Progress in Natural Science*. 18 (2008) : 523-532.

Jones, G., Jacobs, D.S., Kunz, T.H., Willig, M.R., and Paul A. Racey. 2009. Carpe noctem : The Importance of Bats as Bioindicators. *Endang Species Res*. Vol. 8 : 93–115.

Kartika, Karlina F. 2008. Keanekaragaman Kelelawar Pemakan Serangga Subordo Microchiroptera di Stasiun Penelitian Way Canguk Taman Nasional Bukit Barisan Selatan. *Skripsi*. Departemen Konservasi Sumberdaya Hutan dan Ekowisata, Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor, Bogor.

Kartono, A.P., Kartika, K.F., dan Ibnu Maryanto. 2009. Keragaman Kelelawar Insektivora Subordo Microchiroptera di Stasiun Penelitian Way Canguk Taman Nasional Bukit Barisan Selatan. *Media Konservasi*. 14 (1) : 1-8.

Krebs, C.J. 1989. *Ecological Methodology*. Harper and Row, New York.

Kusumayudha, S.B. 2017. *Mengenal Hidrogeologi Karst*. Pohon Cahaya, Yogyakarta.

Langer, W.H. 2001. Potential Environmental Impacts of Quarrying Stone in Karst - A Literature Review. *Open File Report*. U.S. Geological Survey, USA.

Latupapua, M.J.J. 2011. Keanekaragaman Jenis Nekton Di Mangrove Kawasan Segoro Anak Taman Nasional Alas Purwo. *Jurnal Agroforestri*. Vol. VI (2) : 81–91.

McLemore, W.H., Jones, B., and D.B. Wenner. 1999. Preliminary Wellhead Protection Area Delineation : Recommended Methods For Karst Aquifers in Northwest and Southwest Georgia. *Project Report*. Department of Natural Resources, Environmental Protection Division, Georgia Geologic Survey.

Ming, L.T., and C.K. Wai. 2011. Bats in Singapore – Ecological Roles and Conservation Needs. *Proceedings of Nature Society, Singapore's Conference on 'Nature Conservation for a Sustainable Singapore'*. Vertebrate Study Group, Nature Society, Singapore.

- Natuschka, M.L., Daniela, B.M., Roman, A., Lubomir, K., Cesareo, Saiz-Jimenez, Sushmitha, B., Ramanathan, B., Wolfgang, L., Megan, L.P., and A.S. Engel. 2012. *Caves and Karst Environments*. The British Library, London, UK.

Lundigan, B. and S. Baker. 2003. *Hipposideros diadema*. Animal Diversity Web. Diakses pada 22 Mei 2019. <http://animaldiversity.ummz.umich.edu/site/accounts/information/html>.

Nuneza, O.M. and Al H.N. Galorio. 2014. Cave Bat Fauna Of Siargao Island Protected Landscape and Seascape, Philippines. *AES Bioflux*. 6 (3) : 243 – 255.

Prakarsa, Tatag Bagus Putra. 2010. Keanekaragaman Kelelawar (Chiroptera) Penghuni Gua Di Kawasan Karst Tuban Jawa Timur. *Skripsi*. Program Studi Biologi, Jurusan Pendidikan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Yogyakarta, Yogyakarta.

Pavey, C.R. and J. Burwell. 1997. The Diet of The Diadem Leaf-Nosed Bat *Hipposideros Diadema*: Confirmation of A Morphologically-Based Prediction of Carnivory. *J. Zool., Lond.* 243 : 295-303.

Payne, J., Francis C.M. and K. Phillipps. 2000. *Panduan Lapangan Mamalia Di Kalimantan, Sabah, Sarawak dan Brunei Darussalam*. Prima Centra, Jakarta.

Prakarsa, Tatag Bagus Putra. 2013. Diversitas Kelelawar (Chiroptera) Penghuni Gua, Studi Gua Ngerong di Kawasan Karst Tuban Jawa Timur. *Jurnal Bioedukatika*. 1 (2) : 3-10.

Prasetyo, P.N., Noerfahmy, S., dan Hesti L. Tata. 2011. *Jenis-Jenis Kelelawar Agroforest Sumatera*. Bogor, Indonesia. World Agroforestry Centre – ICRAF, SEA Regional Office.

Putri, Ajeng Miranti. 2013. Keanekaragaman Jenis dan Karakteristik Habitat Kelelawar Di Kawasan Hutan Batang Toru Bagian Barat (HBTBB), Sumatera Utara. *Skripsi*. Departemen Konservasi Sumberdaya Hutan dan Ekowisata, Fakultas Kehutanan, ITB.

Quibod, Ma.N.R.M., Alviola, P.A., de Guia, A.P.O., Cuevas, V.C., Lit Jr., I.L., and B.O. Pasion. 2019. Diversity and Threats to Cave-Dwelling Bats in A Small Island in The Southern Philippines. *Journal of Asia-Pacific Biodiversity*. pISSN2287-884X eISSN2287-9544. 1-7.

Rosell-Ambal, G., Tabaranza, B., Pennay, M., Thomson, B., Reardon, T., Kingston, T. and U. Sinaga. 2008. *Miniopterus australis*. *The IUCN Red List of Threatened Species* 2008:e.T13562A4163633. Diakses pada 28 April 2019. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2008.RLTS.T13562A4163633.en>.

Samodra, Hanang. 2006. *Geologi Batuan Karbonat dan Bentang Alam Karst*. Puslit Biologi LIPI, Bogor.

- Schmieder, D.A., Benitez, H.A., Borissov, I.M., and Carmelo Fruciano. 2015. Bat Species Comparisons Based on External Morphology: A Test of Traditional Versus Geometric Morphometric Approaches. *Plos One*. 10 (1371) : 1-13.

Srinivasulu, C. and B. Srinivasulu. 2019. Greater Short-Nosed Fruit Bat (*Cynopterus sphinx*) Foraging and Damage in Vineyards in India. *Acta Chiropterologica*. 4(2) : 167-171.

Stokes, T., Griffiths, P., and C. Ramsey. 2007. *Karst Geomorphology, Hydrology, and Management*. Australasian Conference on Cave and Karst Management, Australia.

Suyanto, A. 2001. *Kelelawar di Indonesia*. Puslitbang Biologi-LIPI, Bogor.

Threlfall, C.G., Law, B. and P.B. Banks. 2012. Influence of Landscape Structure and Human Modifications on Insect Biomass and Bat Foraging Activity in an Urban Landscape. *PLOS ONE*. 7 (6) : e38800. DOI : 10.1371/journal.pone.0038800.

Vilas, Ramteke Asha. 2016. Ecological and Economical Impact of Bats on Ecosystem. *Int J. Of Life Science*. Vol. 4 (3) : 432-440.

Vincent, S., Nemoz, M. and S. Aulagnier. 2011. Activity and Foraging Habitats of *Miniopterus schreibersii* (Chiroptera, Miniopteridae) In Southern France: Implications for Its Conservation. *Hystrix It. J. Mamm*. 22 (1) : 57-72.

Walston, J., Kingston, T. and A.M. Hutson. 2008. *Rhinolophus affinis*. The IUCN Red List of Threatened Species 2008: e.T19522A8952553. Diakses pada 28 April 2019. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2008.RLTS.T19522A8952553.en>.

Waltham, A.C., Simms, M.J., Farrant, A.R. and H.S. Goldie. 1997. *Karst and Caves of Great Britain*. Chapman and Hall, London.

Wiantoro, S. 2012. Diversity and Roosting Characteristic of Bats in Buni Ayu Cave, Sukabumi Limestone Area, West Java. *Zoo Indonesia*. 21 (1) : 32-36.

Wijayanti, Fahma. 2011. Ekologi, Relung Pakan, dan Strategi Adaptasi Kelelawar Penghuni Gua Di Karst Gombong Kebumen Jawa Tengah. *Skripsi*. Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor, Bogor.

Wijayanti, F., Solihin, D.D., Alikodra, H.S., dan Ibnu Maryanto. 2011. Eritrosit dan Hemoglobin pada Kelelawar Gua Di Kawasan Karst Gombong, Kebumen, Jawa Tengah. *Jurnal Biologi Indonesia*. 7 (1) : 89-98.

Wijayanti, F. and I. Maryanto. 2017. Diversity and Pattern of Nest Preference of Bat Species at Bat-Dwelling Caves in Gombong Karst, Ventral Java, Indonesia. *BIODIVERSITAS*. 18 (3) : 864-874.

Yapa, W.B. and W.D. Ratnasooriya. 2002. Ecology and Biology of Sri Lankan Bats. *Final Report*. Department of Zoology, University of Colombo, Colombo.