

**SKRIPSI**

**STUDI POPULASI DAN MORFOMETRIK KELELAWAR  
BUAH *Rousettus amplexicaudatus* DI GUA TOGENRA, DESA  
MADELLO, KECAMATAN BALUSU, KABUPATEN BARRU**

**Disusun dan diajukan oleh**

**ZHAUMI RAMADHANI IRWAN  
M111 16 508**



**PROGRAM STUDI KEHUTANAN  
FAKULTAS KEHUTANAN  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2021**

## LEMBAR PENGESAHAN

### Studi Populasi Dan Morfometrik Kelelawar Buah *Rousettus amplexicaudatus* Di Gua Togenra, Desa Madello, Kecamatan Balusu, Kabupaten Barru

Disusun dan Diajukan Oleh :  
**Zhaumi Ramadhani Irwan**  
M111 16 508

Telah di pertahankan di hadapan panitia ujian yang dibentuk dalam rangka penyelesaian studi Program sarjana program studi kehutanan jurusan kehutanan pada tanggal dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui :

Pembimbing Utama

  
Dr. Risma Illa Maulany, S.Hut. M. Nat.Rest  
NIP. 19770317200501 2 001

Pembimbing Pendamping

  
A. Siady Hamzah, S.Hut. M.Si  
NIK. 19871018202005 3 001

Ketua Program Studi

  
Dr. Forest Muh. Alif K.S., S.Hut., M.Si  
NIP. 19790831 200812 1 002

## PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Zhaumi Ramadhani Irwan  
Nim : M111 16 508  
Program Studi : Kehutanan  
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

Studi Populasi dan Morfometrik Kelelawar Buah *Rousettus amplexicaudatus* Di  
Gua Togenra, Desa Madello, Kecamatan Balusu, Kabupaten Barru

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 22 Februari 2021

Yang menyatakan



Zhaumi Ramadhani Irwan

## ABSTRAK

**Zhaumi Ramadhani Irwan (M1111 16 508). Studi Populasi dan Morfometrik Kelelawar Buah *Rousettus amplexicaudatus* Di Gua Togenra, Desa Madello, Kecamatan Balusu, Kabupaten Barru. Dibawah bimbingan Risma Illa Maulany dan A. Siady Hamzah.**

Kelelawar buah *Rousettus amplexicaudatus* merupakan salah satu jenis kelelawar buah yang dapat bersarang di dalam gua dan ditemukan tersebar di beberapa gua pada Kawasan Formasi Karst Maros-Pangkep. Tetapi saat ini populasi sebagian besar kelelawar jenis ini terancam, terutama karena perburuan liar yang tinggi dan perdagangan kelelawar untuk tujuan konsumsi. Salah satu spesies kelelawar yang menjadi target perburuan dan perdagangan adalah kelelawar buah *R. amplexicaudatus*. Sementara untuk informasi terkait populasi jenis ini masih sangat minim. Saat ini, spesies ini memiliki status konservasi *Least Concern* berdasarkan IUCN. Salah satu gua di Kawasan Formasi Karst Maros-Pangkep yaitu Gua Togenra yang terletak di Kabupaten Barru. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan gambaran populasi kelelawar buah *R. amplexicaudatus* khususnya kelimpahan dan morfometrik populasi jenis kelelawar tersebut di Gua Togenra, Kabupaten Barru. Penelitian ini dilaksanakan selama satu bulan dari bulan Juli-Agustus 2020. Untuk mendapatkan gambaran terkait populasi kelelawar jenis ini digunakan dua metode yaitu metode penghitungan langsung dan metode penghitungan tidak langsung. Metode penghitungan langsung yang digunakan adalah metode RCMR (Recapture Catch Mark Recapture) melalui penangkapan kelelawar di mulut gua dengan pemasangan *mist net*. Sementara untuk metode perhitungan tidak langsung digunakan metode *Photographic Count* yaitu penghitungan populasi melalui pengambilan gambar koloni kelelawar di dalam gua. Hasil penelitian menggunakan RCMR menunjukkan terdapat 30 individu kelelawar buah *R. amplexicaudatus* yang tertangkap (56% dari total individu seluruh jenis yang terdapat dalam perangkap) selama 11 hari pengamatan. Sementara hasil penelitian dengan metode *Photographic Count* menunjukkan bahwa rata-rata populasi harian kelelawar buah *R. amplexicaudatus* adalah 2453 individu yang ditemukan di Gua Togenra. Hasil morfometrik kelelawar buah terhadap 20 individu yang tertangkap dari *R. amplexicaudatus* menunjukkan bahwa panjang tubuh rata-rata (HB) adalah 100,64 mm, panjang ekor (T) 13,80 mm, panjang telinga (E) 13,59 mm, panjang lengan bawah 72,61 mm, betis (TB) 29,17 mm, panjang kaki belakang (HF) 15,13 mm, dan berat (Wt) 67,75 g. Individu jantan memiliki kecenderungan ukuran tubuh yang lebih besar daripada individu betina secara keseluruhan.

*Kata Kunci* : Kelelawar buah *R. amplexicaudatus* , Morfometrik kelelawar buah, , Populasi kelelawar gua

## KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah segala puji bagi Allah swt. atas segala limpahan kenikmatan dan rahmat-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul “**Studi Populasi dan Morfometrik Kelelawar Buah *Rousettus amplexicaudatus* Di Gua Togenra, Desa Madello, Kecamatan Balusu, Kabupaten Barru**”. Salam dan shalawat juga penulis panjatkan kepada Baginda Rasulullah *Shallallahu ‘Alaihi Wa Sallam* yang telah membawa ummat Islam di jalan kebenaran hingga saat ini.

Penulis menyadari bahwa tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, sejak duduk dibangku perkuliahan hingga pada penyusunan skripsi ini, akan sangat sulit untuk menyelesaikan skripsi ini. Oleh karenanya, pada kesempatan ini secara khusus dengan penuh kerendahan hati penulis mengucapkan terima kasih kepada. **Dr. Risma Illa Maulany, S.Hut., M.NatRest.** dan **A. Siady Hamzah, S. Hut., M.si** selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga dan pikiran dalam membimbing seta memberi arahan dalam penyusunan skripsi ini.

Rasa terima kasih yang tiada hentinya dan segala bentuk hormat penulis kepada kedua orang tua tercinta, ayahanda **Irwan, S.Pt., M.M** dan ibunda **Yanti Kartikasari, S.H** serta atas segala doa, pengorbanan, kasih sayang, kerja keras, motivasi, semangat, saran dan didikannya dalam membesarkan penulis, serta saudara tersayang saya satu-satunya **Muhammad Arifathul Fikri Irwan** atas doa, semangat dan dukungan yang diberikan selama ini.

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu selama proses penelitian dilaksanakan hingga penyusunan skripsi ini selesai. Segala keikhlasan dan kerendahan hati penulis ucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya terutama kepada :

1. Ibu **Dr. Asrianny, S.Hut., M.Si** dan Ibu **Ira Taskirawati, S.Hut.M.Si.Ph.D** selaku dosen penguji atas segala saran dan masukan untuk perbaikan dan pengembangan skripsi ini.

2. Bapak **Prof. Dr. Ir. Ngakan Putu Oka, M.sc** selaku kepala Laboratorium Konservasi Sumber Daya Hutan dan Ekowisata yang telah memberikan ilmu dan arahan selama proses penelitian hingga penyusunan skripsi ini.
3. Ibu **Dr. Ir. Astuti, S.Hut., M.si.,IPU** selaku Pembimbing Akademik atas segala nasehat yang telah diberikan selama menimba ilmu di Fakultas Kehutanan Universitas Hasanuddin.
4. Seluruh **Dosen Pengajar** dan **Staf Administrasi** Fakultas Kehutanan Universitas Hasanuddin atas segala bantuan yang diberikan selama menimba ilmu di Fakultas Kehutanan Universitas Hasanuddin.
5. Terima Kasih kepada Kepala Desa Madello, kepala dusun Latimpa dan masyarakat di Desa Madello atas segala bantuan dan informasi yang diberikan selama berada di lokasi penelitian hingga penyusunan skripsi ini.
6. Teman-teman dan keluarga besar **Laboratorium Konservasi Sumber Daya Hutan dan Ekowisata** terkhusus **Asrianti, Ambo Dalle, Yasmita Yaman, Natalia Prihartiwi, Ira Anugrah**, yang telah memberikan semangat dan dukungan selama proses penyusunan skripsi ini.
7. Sahabat saya tercinta, **Arsyillah Mughni Rahmi, S.Hut, A. Rugaiyah Putri Kamil, S.Hut, Annisa Larasati Alifa Putri, A. Inayatul Hidayah, S.Hut, Inda Rahmadani, S.Hut** yang telah berkontribusi besar dengan segala semangat, dukungan dan saran yang diberikan selama proses penyusunan skripsi ini.
8. Terima Kasih kepada teman-teman **Sisters Amaliah Kartika, Nurfadhillah Yusuf, Nur Hanifah JS, Rahmatia Cahyani, Fahira Nurul Amalia, Ainun Zalsabila, Rifa'atul Mahmudah, Fitriani Syam, Tri Alma Putri, A. Mawaddah Zakkiyah Ridjal, Sam Suriyani, Melisa Putri, Idiahstuti** yang senantiasa mendoakan, memberi motivasi dan memberi dukungan selama ini kepada penulis.
9. Terima Kasih kepada teman-teman **Rian Adrian, Didit Taufiq, Fajriansyah Arsyad, Ahmad Syarif Ansharullah, Muhammad Arya, Julian Jedi, Edwin, Khalil Gibran, Nunu**, yang senantiasa membantu dalam penelitian mendoakan, memberi motivasi dan memberi dukungan selama ini kepada penulis.

10. Terima kasih kepada partner penelitian saya saudari **A. Anisya Anindya Asrijaya** yang senantiasa menemani, memberi dukungan, berbagi suka duka selama penelitian dan penyusunan skripsi penulis.
11. Terima kasih kepada teman-teman KKN Fukuoka Jepang 2019 **Hardiyanti Rachman, Adelheith Mangatta Kombong, Izzah, Fia, Wina, Haifa** yang senantiasa mendoakan, memberi motivasi dan memberi dukungan selama ini kepada penulis.
12. Terima kasih kepada tante saya terkhusus **Wa Euis** , kepada sepupu-sepupu saya terkhusus **celli** dan **Dinda** dan kemenakan saya **Abang Aquilla Arizqi** yang senantiasa memberi motivasi dan dukungan kepada penulis.
13. Keluarga besar **L16NUM** yang telah memberikan banyak pelajaran dan dukungan selama proses di dalam kampus hingga penyusunan skripsi ini.

Penulis menyadari dalam penyusunan dan penulisan skripsi ini masih sangat jauh dari kesempurnaan dan penuh dengan kekurangan, oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi pengembangan skripsi ini. Akhir kata, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pihak-pihak yang membutuhkan khususnya bagi penulis sendiri.

Makassar, 15 Februari 2021

Zhaumi Ramadhani Irwan

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
PERNYATAAN KEASLIAN.....	iii
ABSTRAK .....	iv
KATA PENGANTAR .....	v
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR .....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
I. PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Tujuan dan Kegunaan penelitian .....	3
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Bio-ekologi Kelelawar .....	4
2.1.1 Definisi Kelelawar .....	4
2.1.2 Sistematika Kelelawar .....	5
2.1.3 Morfologi Kelelawar.....	6
2.1.4 Reproduksi Kelelawar.....	7
2.1.5 Habitat kelelawar .....	8
2.1.6 Peranan dan Fungsi Kelelawar Terhadap Ekosistem.....	8
2.1.7 Populasi dan Ancaman terhadap Kelelawar .....	9
2.1.8 Pengelompokkan Kelelawar .....	10
2.2 Kelelawar Buah <i>R. amplexicaudatus</i> .....	12
2.2.1 Morfologi .....	12
2.2.2 Sistem Reproduksi .....	12
2.2.3 Habitat dan Penyebaran .....	12
2.2.4 Status konservasi, populasi dan ancaman .....	13
2.3 Studi Populasi.....	14
2.3.1 Definisi.....	14
2.3.2. Sifat-sifat Populasi .....	14



2.4 Komposisi Populasi.....	17
2.5 Faktor-faktor yang berpengaruh terhadap Penyebaran Populasi.....	18
2.6 Metode Penghitungan Populasi Kelelawar.....	19
2.7 Karakter Morfometrik .....	22
2.8 Gua sebagai habitat kelelawar .....	24
2.8.1 Definisi Gua.....	24
2.8.2 Flora dan Fauna Gua.....	25
III. METODE PENELITIAN.....	27
3.1 Waktu dan Tempat .....	27
3.2 Alat dan Bahan .....	28
3.3 Variabel Penelitian .....	29
3.4 Metode Pengumpulan dan Analisis Data .....	29
3.5 Analisis Data .....	32
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN .....	33
4.1 Penghitungan populasi kelelawar.....	34
4.1.1. Penghitungan populasi dengan metode <i>Repeat Capture Mark Recapture</i> (RCMR).....	34
4.1.2 Penghitungan kelelawar buah <i>R. amplexicaudatus</i> dengan metode <i>Photographic Count</i> .....	36
4.1.3 Morfometrik Kelelawar buah <i>R. amplexicaudatus</i> .....	39
4.2 Pembahasan .....	40
V. KESIMPULAN .....	44
5.1 Kesimpulan.....	44
5.2 Saran.....	44
DAFTAR PUSTAKA .....	45
LAMPIRAN.....	51

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel</b>	<b>Judul</b>	<b>Halaman</b>
Tabel 1.	Model <i>Tally Sheet</i> Pengukuran Kelelawar (HB = Panjang badan, T = Panjang Ekor, E = Panjang Telinga, FA = Panjang Betis, HF = Panjang Sayap Lengan Bawah, Wt = Berat Tubuh ) .....	31
Tabel 2.	Lokasi Kluster Kelelawar buah <i>R. amplexicaudatus</i> di Gua Togenra, Kabupaten Barru .....	35
Tabel 3.	Jumlah individu, frekuensi, dan rata-rata harian individu yang tertangkap dari 3 jenis kelelawar yang tertangkap selama 11 hari pengamatan di Gua Togenra, Kabupaten Barru (F=frekuensi kemunculan).....	36
Tabel 4.	Kelimpahan individu kelelawar buah <i>R. amplexicaudatus</i> berdasarkan metode <i>Photographic Count</i> selama 11 hari pengamatan di Gua Togenra, Kabupaten Barru .....	38
Tabel 5.	Morfometrik Kelelawar buah <i>R. amplexicaudatus</i> di Gua Togenra, Kabupaten Barru (HB=head body; T=tail; E=ear length; FA=forearm; TB= tibia length; HF=hind foot; Wt=weight).....	40

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar</b>	<b>Judul</b>	<b>Halaman</b>
Gambar 1.	Anatomi atau Bagian Tubuh Kelelawar .....	6
Gambar 2.	Peta Lokasi Pengamatan Kelelawar di Gua Togenra, Kabupaten Barru.....	28
Gambar 3.	Contoh Pemasangan Jaring (a) Jarak jaring dari mulut gua; (b) Jarak dari atas tanah.....	30
Gambar 4.	Pengukuran Morfometrik Kelelawar .....	31
Gambar 5.	Penyebaan 4 (empat) kluster kelelawar <i>R. amplexicaudatus</i> di Chamber/Ruang II, Gua Togenra, Barru ( I = Kluster 1, II = Kluster 2, III = Kluster 3, dan IV = Kluster 4) .....	34
Gambar 6.	Persentase jumlah individu 3 jenis kelelawar yang tertangkap jaring selama 11 hari pengamatan di Gua Togenra, Kabupaten Barru.....	37

## DAFTAR LAMPIRAN

<b>Lampiran</b>	<b>Judul</b>	<b>Halaman</b>
Lampiran 1.	Data Populasi Kelelawar .....	53
Lampiran 2.	Morfometrik Kelelawar .....	54
Lampiran 3.	Pemasangan Jaring dan Identifikasi Kelelawar .....	55
Lampiran 4.	Pengukuran Morfometrik Kelelawar .....	56
Lampiran 5.	Cara penghitungan Populasi kelelawar.....	57

# I. PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Kelelawar merupakan salah satu kelas mamalia yang memiliki sayap di kedua sisi kanan dan kiri tubuhnya; memiliki kemampuan terbang sempurna bahkan dapat melakukan *hovering* (dapat terbang di tempat dan terbang mundur) (Suripto dkk. 2001). Kelelawar tergolong dalam ordo *Chiroptera* dengan dua sub ordo yang dibedakan atas jenis makanannya yaitu kelelawar pemakan buah (Ordo *Megachiroptera* dan pemakan serangga Ordo *Microchiroptera*). Kelelawar pemakan buah berperan dalam memencarkan biji berbagai jenis tanaman. Kelelawar tersebut terbang ke daerah yang jaraknya jauh dari tempat sebelumnya dan biji pohon yang dimakan bisa jadi jatuh di tempat tersebut. Selain itu juga kelelawar merupakan agen penyerbuk berbagai jenis tanaman, termasuk tanaman yang bernilai ekonomi yang tinggi seperti durian (*Durio zibethinus*), aren (*Arenga* sp.), petai (*Parkia speciosa*), kapuk randu (*Ceiba pentandra*), pisang-pisangan (*Musa* sp.), serta kelapa (*Cocos nucifera*) (Suyanto, 2003).

Salah satu jenis kelelawar buah Ordo *Megachiroptera* yang ditemukan bersarang di dalam gua adalah kelelawar buah *Rousettus amplexicaudatus*. Kelelawar jenis ini dapat ditemukan di berbagai jenis habitat termasuk hutan sekunder, area pertanian, dan habitat terganggu lainnya seperti kebun pedesaan, kebun buah dan di tepi hutan. Jenis ini diketahui dapat membentuk sarang di dalam gua, bertengger di gua, atau pun di celah-celah batu. (Heaney dkk, 1991).

Status konservasi kelelawar buah *R. amplexicaudatus* berdasarkan *International Union for Conservation of Nature* (IUCN) termasuk dalam kategori *Least Concern* (LC) yang berarti berisiko rendah (IUCN 2008). Namun demikian, IUCN (2008) juga menyatakan bahwa kondisi populasi terkini dari jenis ini masih tidak diketahui (*Unknown*). Dengan kata lain, masih terdapat peluang yang besar akan adanya indikasi penurunan populasi di alam, apalagi saat ini kelelawar merupakan salah satu jenis satwa liar yang keberadaannya semakin terdesak oleh aktivitas manusia.

Habitat kelelawar saat ini mengalami ancaman yang disebabkan oleh semakin bertambahnya populasi manusia, tingginya perubahan lahan, dan

hilangnya hutan. Tingginya tingkat perburuan yang secara berlebihan akan mengakibatkan hewan yang ada di hutan akan terancam punah serta keseimbangan ekosistem di alam terganggu, terjadinya bencana alam serta adanya perubahan iklim telah membuat populasi satwa liar khususnya kelelawar buah di alam mengalami gangguan. Gangguan manusia berupa perusakan habitat dan perburuan liar dapat menyebabkan penurunan populasi kelelawar (Nugroho, 2008). Seperti yang terjadi di Sulawesi Utara, tingginya minat masyarakat lokal terhadap daging kelelawar membuat perburuan liar dan perdagangan kelelawar meningkat. Ransaleleh (2013) menemukan bahwa terdapat lima jenis kelelawar buah yang umum diperdagangkan dan dikonsumsi di pasar-pasar tradisional di Sulawesi Utara yaitu yaitu *Pteropus alecto*, *Acerodon celebensis*, *Nyctimene cephalotes*, *Thoopterus nigrescens*, termasuk *Rousettus amplexicaudatus*.

Di Sulawesi Selatan, kelelawar buah *R. amplexicaudatus* ini ditemukan pada beberapa gua di Kawasan Karst dan juga diketahui menempatkan sarangnya di Gunung Bawakaraeng, Kabupaten Maros (Suyanto, 2011; Yusti, 2015). Yusti (2015) dalam penelitiannya terkait kelelawar buah di Gunung Bawakaraeng, menemukan sekitar 2% dari beberapa jumlah individu kelelawar yang ditemukan di kawasan tersebut adalah merupakan kelelawar buah *R. amplexicaudatus* atau sekitar 6 individu dari 256 individu dari seluruh jenis. Sementara data dan informasi penyebaran berikut populasinya masih banyak belum diketahui.

Gua Togenra yang terletak di Kabupaten Barru diketahui digunakan oleh kelelawar buah *R. amplexicaudatus* sebagai habitat bersarang (Suyanto, 2011). Namun belum ada penelitian terkait jenis tersebut yang pernah dilakukan di lokasi tersebut. Saat ini, populasi jenis kelelawar buah *R. amplexicaudatus* yang ada di gua tersebut juga tidak diketahui. Minimnya informasi mengenai kondisi populasi kelelawar di alam tidak sebanding dengan tingginya ancaman pada satwa tersebut. Oleh karena itu, dalam kaitannya dengan strategi dan upaya konservasi bagi jenis kelelawar, data populasi merupakan data dasar yang sangat penting untuk dapat menilai kondisi satwa pada habitat alaminya. Melihat ancaman dan gangguan yang juga terjadi di berbagai tempat termasuk kerusakan habitat yang marak terjadi, sementara hal ini tidak diikuti dengan perkembangan studi terkait kondisi populasi kelelawar jenis ini. Oleh karena itu, penelitian ini secara umum bertujuan untuk

mengetahui kondisi populasi kelelawar buah *R. amplexicaudatus* yang ada di Gua Togenra, Kabupaten Barru. Informasi ini akan sangat berguna dalam mendesain pengelolaan gua yang tepat serta menyusun strategi konservasi kelelawar yang ada di dalam gua di kawasan Karst Maros-Pangkep.

## **1.2 Tujuan dan Kegunaan penelitian**

Tujuan dari penelitian ini secara umum adalah untuk mendapatkan gambaran mengenai populasi kelelawar buah *R. amplexicaudatus* khususnya kelimpahan dan morfometrik populasi jenis kelelawar tersebut di Gua Togenra, Kabupaten Barru. Adapun kegunaan dari penelitian ini adalah memberikan informasi dasar yang dapat digunakan dalam pengambilan keputusan dan upaya-upaya konservasi kelelawar gua di Kawasan Formasi Karst Maros-Pangkep.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Bio-ekologi Kelelawar

#### 2.1.1 Definisi Kelelawar

Kelelawar merupakan mamalia termasuk dalam ordo *Chiroptera*. *Chiroptera* berasal dari bahasa Yunani “*cheir*” yang berarti tangan dan “*pteros*” berarti selaput, atau dapat diartikan sebagai “sayap tangan”, karena kaki depannya termodifikasi menjadi sayap (Corbert dkk, 1992). Berbeda dengan sayap pada burung, sayap kelelawar merupakan perluasan tubuh, tidak berambut. terbentuk dari membran elastis berotot dan dinamakan *patagium*. Sayap kelelawar membentang di antara tulang-tulang telapak dan jari tangan atau anggota tubuh bagian depan sampai sepanjang sisi samping tubuh dan kaki belakang. Sayap kelelawar berfungsi untuk terbang dan untuk menyelimuti tubuhnya ketika bergantung terbalik (Lekagul, 1977). Kelelawar betina akan menggunakan *patagium* untuk memegang anak yang baru dilahirkan dengan posisi kepala di bawah (Yuliadi, 2014).

Kelelawar merupakan mamalia yang dapat terbang yang jumlahnya di dunia mencapai 18 famili, sekitar 192 genus dan 977 spesies kelelawar. Jumlah jenisnya merupakan kedua terbesar sesudah ordo binatang pengerat (Rodentia) dalam Kelas Mammalia (Nowak, 1983). Di Indonesia terdapat 215 jenis kelelawar yang menyebar di seluruh Kepulauan Indonesia. Habitat kelelawar antara lain gua karst, pohon, dan atap rumah (Suyanto, 2001). Kelelawar yang ada di Indonesia diperkirakan mencapai 230 spesies atau 21% dari spesies kelelawar yang ada di dunia. Spesies tersebut diantaranya 77 spesies dikelompokkan ke dalam sub ordo Megachiroptera sedangkan 153 spesies dikelompokkan ke dalam sub ordo Microchiroptera (Suyanto, 2001).

Kelelawar sangat penting artinya bagi ekosistem termasuk diantaranya untuk penyerbukan serta penyebaran tumbuhan. Kelelawar merupakan salah satu jenis mamalia yang dikenal luas oleh masyarakat Indonesia. Dibeberapa tempat, kelelawar diburu untuk dimanfaatkan dagingnya karena dipercaya sebagai obat. Pembukaan hutan menjadi lahan perkebunan menjadi ancaman bagi kelelawar



yang mencari makanan pada pohon-pohon berbuah khususnya kelelawar pemakan buah (*Pteropodidae*) (Thursiana, 2017).

Suyanto (2001) menyebutkan bahwa 20% kelelawar sub ordo Megachiroptera dan lebih dari 50% kelelawar sub ordo Microchiroptera memilih tempat bertengger di dalam gua. Keberadaan kelelawar di dalam gua, menurut Wijayanti (2011) dapat berperan sebagai kunci penyedia energi ekosistem (*key factor in cycle energy*) bagi organisme yang ada di dalam gua.

### 2.1.2 Sistematika Kelelawar

Klasifikasi kelelawar menurut Kunz (1991) adalah sebagai berikut:

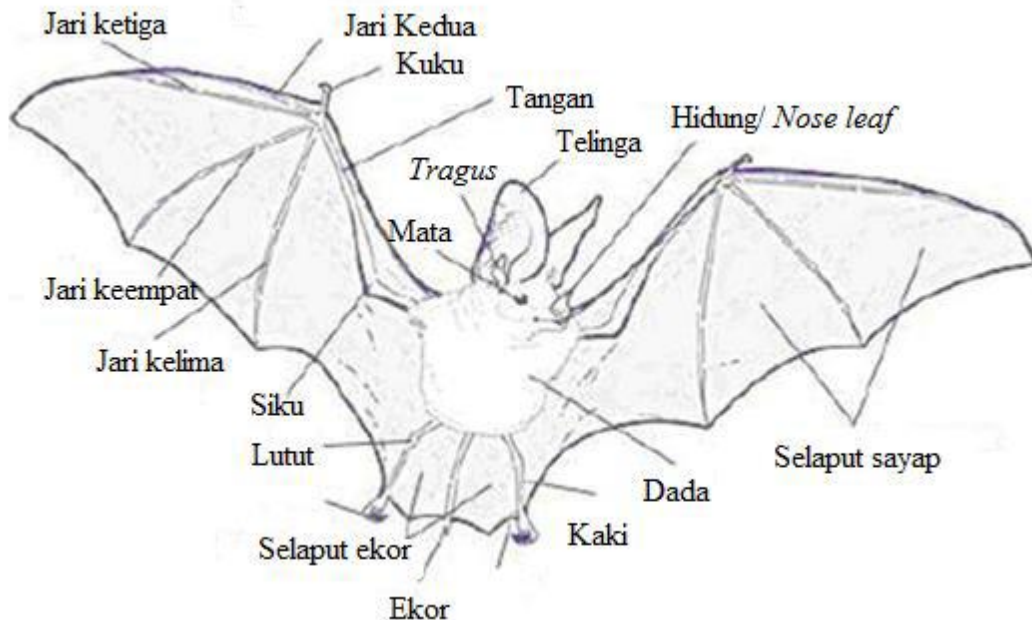
Kingdom : Animalia  
Filum : Chordata  
Sub Filum : Vertebrata  
Kelas : Mamalia  
Ordo : Chiroptera  
Sub Ordo : - Megachiroptera  
-Microchiroptera

Saat ini tercatat 1.111 jenis kelelawar (Kingston dkk, 2006) yang tersebar hampir di seluruh dunia. Diperkirakan keanekaragaman jenis kelelawar lebih dari 50% dari keanekaragaman seluruh mamalia. Menurut Suyanto dkk (1998) jenis *Microchiroptera* terdapat 9 famili, 49 genus, dan sekitar 151 jenis terdapat di Indonesia. Kesembilan famili tersebut antara lain *Pteropodidae*, *Megadermatidae*, *Nycteridae*, *Vesperilionidae*, *Rhinolophidae*, *Hipposideridae*, *Emballonuridae*, *Rhinopomatidae* dan *Mollosidae* (Suyanto, 2001).

Kelelawar Buah *R. amplexicaudatus* merupakan kelelawar dari famili pteropodidae, Famili *Pteropodinae* di dunia terdapat 42 Genus 169 spesies, di Indonesia ada 21 Genus, 72 spesies dan di Pulau Sulawesi terdapat 14 genus 29 spesies. Genus *Boneia*, *Harpionycteris*, *Neopteryx* dan *Styloctenium* bahkan dilaporkan hanya ditemukan di P.Sulawesi Famili *Pteropodidae* mempunyai cakar pada jari keduanya, yang merupakan adaptasi dari jenis pakannya yaitu buah-buahan. Serta Kelelawar buah *R. amplexicaudatus* termasuk dalam Genus *Rousettus*. Genus ini terdiri sembilan spesies, di Indonesia terdapat 4 spesies 3 diantaranya berada di Pulau Sulawesi (Suyanto 2001).

### 2.1.3 Morfologi Kelelawar

Kelelawar termasuk ordo chiroptera. Chiroptera berasal dari bahasa Yunani “cheir” yang berarti tangan, dan “pteros” yang berarti seleput, atau dapat diartikan sebagai “sayap tangan”, karena kaki depannya termodifikasi menjadi sayap. Sayap kelelawar terdiri dari selaput kulit tipis yang membentang di antara tulang-tulang telapak dan jari tangan/ anggota tubuh depan, sampai sepanjang sisi samping tubuh dan kaki belakang. Ini karena tulang telapak tangan dan jari tangan kelelawar mengalami pemanjangan yang luar biasa sehingga berfungsi sebagai kerangka sayap. Pada kelelawar betina, patagium berfungsi untuk memegang anaknya yang baru dilahirkan dengan kepala dibawah. Selain untuk terbang, sayap kelelawar berfungsi untuk menyelimuti tubuhnya ketika cuaca dingin dan mengibaskan sayapnya jika cuaca panas, kelelawar aktif pada malam hari karena pada siang hari dapat mengakibatkan radiasi yang merugikan sayap yang disebabkan karena terkena cahaya matahari sehingga lebih banyak panas yang diserap daripada yang dikeluarkan. Hal ini dikarenakan sayap kelelawar hanya berupa selaput tipis yang sangat rentan terkena matahari (Cobert dkk, 1992).



Gambar 1 . Anatomi atau Bagian Tubuh Kelelawar (Djuri dkk, 2009)

Kelelawar memiliki dua sub ordo yaitu Megachiroptera dan Microchiroptera. Megachiroptera pada umumnya herbivora dan memiliki ciri-ciri mata besar, penciuman yang baik, memiliki struktur telinga yang sederhana, tidak

memiliki tragus/antitragus, ekor biasanya pendek bahkan tidak ada, jari sayap kedua umumnya bercakar kecuali *Eonycteris*, *Dobsonia*, dan *Neopteryx*. Megachiroptera yang paling kecil (*Balionycteris*, *Chiromax*, dan *Aethalops*) berbobot 10 gram, dan yang paling besar kalong kapuk (*Pteropus vampyrus*) bisa mencapai berat 1500 gram, bentangan sayapnya mencapai 1700 mm, dan lengan bawah sayapnya 36-228 mm, sedangkan Microchiroptera merupakan insektivora, dan sebagian kecil merupakan omnivora, karnivora, piscivora, frugivora dan nectarivora. Microchiroptera umumnya berukuran kecil, memiliki struktur telinga yang kompleks, memiliki tragus/anti tragus. Tragus adalah bagian menonjol dari dalam daun telinga seperti tongkat, sedangkan antitragus adalah bagian menonjol dari luar daun telinga yang berbentuk bundar atau tumpul (Suyanto, 2001).

Microchiroptera paling kecil berbobot 2 gram dan paling besar 196 gram, dan lengan bawah sayapnya 22-115 mm. Jenis kelelawar tertentu, terutama famili *Rhinolopidae* dan *Hipposideridae* memiliki bagian khusus pada wajah, terutama di bagian lubang hidung, yang disebut daun hidung. Bagian ini merupakan tonjolan kulit. Pada jenis kelelawar lain, daun hidungnya sangat sederhana, berupa lipatan kulit yang kecil tunggal dan tumbuh diujung hidung saja. Jari sayap kedua tidak bercakar, tetapi pada genus *Miniopterus* memiliki panjang ruas akhir (kedua) jari sayap nomor tiga hampir tiga kali panjang ruas jari pertama (Suyanto,2001).

#### **2.1.4 Reproduksi Kelelawar**

Kelelawar melahirkan anaknya dalam keadaan *head-down* (posisi terbalik) pada posisi *roosting*. Selaput kulit (*patagium*) digunakan sebagai tempat melahirkan anaknya (Altringham, 1996). Pada umumnya kelelawar berkembang biak hanya satu kali dalam setahun dengan masa kehamilan 3 sampai 6 bulan, dan hanya bisa melahirkan satu atau dua ekor bayi setiap periode melahirkan. Bayi yang baru dilahirkan ini mempunyai bobot yang dapat mencapai 25-30% dari bobot tubuh induknya, lebih besar dari bayi manusia yang mencapai 5% dari bobot tubuh induknya (Nowak, 1995).

Kelelawar yang baru lahir memiliki gigi susu, tetapi akan segera digantikan dengan gigi permanen. Gigi susu pada beberapa jenis cukup tajam dengan bentuk membengkok. Ini dapat membantu bayi kelelawar berpegangan

pada induknya saat induknya terbang berkeliling dengan menggondong bayinya. Kelelawar pemakan serangga memiliki geraham yang sangat tajam dan digunakan untuk menghancurkan serangga, sedangkan taringnya didesain untuk menggigit dan membawa mangsa yang masih hidup. Gigi tengah umumnya sangat kecil pada kelelawar pemakan serangga dan ketika membuka mulut, terlihat seperti tidak memiliki gigi depan sama sekali. Kelelawar pemakan buah memiliki geraham yang besar dan kuat untuk mengunyah buah dan biji-bijian. Juga memiliki otot rahang yang kuat untuk membantu mengunyah makanan yang keras (Ceave, 1999).

### **2.1.5 Habitat kelelawar**

Kelelawar hidup pada beberapa tipe habitat seperti gua, hutan alami, hutan buatan, dan perkebunan. Habitat kelelawar berhubungan erat dengan tempat mencari makan (*foraging area*) dan sarang/tempat tinggal (*roosting area*). Tempat mencari makan dan tinggal dipengaruhi oleh beberapa faktor, termasuk tipe tempat bertengger, makanan dan air, morfologi terbang, ukuran koloni, serta siklus reproduksi (Kunz dkk, 2003).

Jenis kelelawar pada sub ordo Megachiroptera pada umumnya memilih tempat bertengger pada pohon-pohon yang tergolong besar dan terdapat juga jenis kelelawar yang bertengger di dalam gua contohnya seperti kelelawar jenis kelelawar buah *R. amplexicaudatus* yang memiliki ekolokasi sehingga dapat bertengger di dalam gua (Legakul, 1977). Sedangkan sebaliknya beberapa jenis kelelawar yang termasuk sub ordo Microchiroptera lebih banyak memilih tempat berlindung pada lubang- lubang batang pohon, celah bambu, maupun gua. Beberapa jenis hidup secara berkoloni, berkelompok kecil, berpasangan, dan bahkan hidup soliter (Cobert dkk, 1992).

### **2.1.6 Peranan dan Fungsi Kelelawar Terhadap Ekosistem**

Keberadaan kelelawar ini sangat penting bagi kehidupan masyarakat di Indonesia karena perannya sebagai pemencar biji buah-buahan (jambu air, jambu biji, kenari, keluwih, sawo, duwet, cendana dll) Daerah jelajah kelelawar yang cukup jauh, pemencaran biji dengan bantuan kelelawar akan meningkatkan variabilitas sifat tumbuhan yang akan meningkatkan kualitas hidup dari tumbuhan tersebut; sebagai penyerbuk bunga tumbuhan bernilai ekonomi (petai, durian,

bakau, kapuk randu dll); sebagai pengendali hama serangga, penghasil pupuk guano dan tambang fosfat di gua-gua; sebagai obyek wisata (Suyanto, 2001).

Kelelawar memiliki peran dan manfaat yang sangat penting bagi kelangsungan ekosistem, baik di dalam maupun luar gua. Pada suatu ekosistem gua, kelelawar adalah penyeimbang ekosistem. Guano kelelawar diyakini sebagai sumber energi yang memiliki peranan penting dalam rantai makanan di dalam ekosistem gua (Suyanto, 2001).

Kondisi iklim mikro gua dipengaruhi oleh beberapa faktor lingkungan seperti kelembaban, suhu, cahaya, air, kadar oksigen, CO<sub>2</sub>, aliran udara, dan pH tanah, yang berpengaruh terhadap jenis fauna gua yang tinggal di dalamnya. Gua-gua yang dihuni kelelawar memiliki karakteristik yang berbeda dengan gua-gua yang tidak dihuni kelelawar. Perbedaan tersebut diantaranya dapat dilihat dari suhu dan kelembaban. Pada umumnya, gua-gua yang dihuni kelelawar, memiliki suhu yang lebih rendah dan kelembaban yang lebih tinggi daripada yang tidak dihuni kelelawar (Maryanto dkk, 1991).

### **2.1.7 Populasi dan Ancaman terhadap Kelelawar**

Kelelawar merupakan salah satu kekayaan satwa liar yang keberadaannya semakin terdesak oleh aktivitas manusia (Nugroho, 2008). Menurut Estrada (2001) kelelawar merupakan salah satu mamalia yang sensitif terhadap kehilangan atau fragmentasi habitat. Beberapa spesies kelelawar tidak mampu melakukan adaptasi dengan baik terhadap lingkungan yang terganggu dan pindah ke daerah lain. Kelelawar memiliki habitat yang khas, berhubungan erat dengan tempat mencari makan (*foraging area*) dan sarang/tempat tinggal (*roosting area*). Tempat mencari makan dan tinggal dipengaruhi oleh beberapa faktor, termasuk tipe tempat bertengger, makanan dan air, morfologi terbang, ukuran koloni, serta siklus reproduksi. Jarak antara tempat bertengger dan mencari makan sering kali terpisah beberapa kilometer sehingga sulit mengamati habitat alami kelelawar secara tepat (Kunz dkk, 2003).

Struktur fisik habitat merupakan salah faktor yang mempengaruhi kelimpahan kelelawar di suatu habitat. Kelelawar memiliki peranan penting dalam pemulihan suatu ekosistem hutan. Kelelawar berperan dalam penyebaran biji tanaman buah-buahan dan sebagai *polinator*. Masyarakat memanfaatkan daging

kelelawar sebagai bahan makanan dan obat asma yang memiliki protein tinggi, kelelawar juga dikenal sebagai penghasil pupuk guano (fosfat) yang diperlukan banyak bagi pertanian tanaman pangan (Walker, 1964).

### **2.1.8 Pengelompokan Kelelawar**

#### ***Kelelawar Pemakan Buah***

Kelelawar pemakan buah (Suku Pteropodidae) merupakan kelelawar pengonsumsi buah dan/atau produk bunga (Tan dkk, 1998), secara ekologis berperan penting di alam sebagai penyebar biji dan penyerbuk bunga tanaman tertentu (Mildenstein, 2011). Menurut de Jong dkk (2011) Pteropodidae juga berperan sebagai reservoir penyakit penting berbagai agen etiologik penyakit yang dapat menular antar spesies, menginfeksi manusia dan mamalia, baik domestik maupun liar.

Kelelawar milik ordo Chiroptera dan dapat dibedakan dari yang lainnya mamalia dengan kemampuannya terbang (Suyanto 2001). Kelelawar buah terdiri dari satu keluarga, Pteropodidae, yang mencakup 44 genera dan 166 spesies tersebar luas di daerah sub tropis dan tropis, dari Afrika, Madagaskar, Mediterania Timur, Asia Selatan, Asia Tenggara hingga Australia, Kaledonia Baru dan pulau-pulau di Samudra Pasifik (Feldhamer dkk, 1999). Kelelawar buah banyak ditemukan di pertanian daerah dengan tanaman budidaya, hutan sekunder dan primer yang berhubungan dengan makanan sumber daya (Maryanto dkk, 2011) Kelelawar buah memiliki peran penting dalam ekosistem sebagai *disperser* benih dan penyerbuk (Mickleburgh dkk, 1992). Distribusi dan keanekaragaman kelelawar dipengaruhi oleh sumber makanan, tipe habitat, ketinggian dan lingkungan faktor-faktor seperti curah hujan, angin, fase bulan semua dapat mempengaruhi jumlah yang ditangkap dan kelelawar aktivitas sedangkan kelelawar umumnya ditemukan di fase bulan gelap daripada fase bulan purnama.

Di Indonesia, ada 25 genera dan 77 spesies kelelawar buah dan beberapa mereka endemik di daerah-daerah tertentu (Maryanto dkk, 2011). Pulau Sulawesi (Indonesia) luar biasa untuk sejarah geologi yang kompleks dan keanekaragaman hayati yang tinggi fauna, terutama untuk kelelawar buah (Maryanto dkk, 2011). Keragaman kelelawar buah (Pteropodidae) lebih tinggi di Sulawesi daripada lainnya kepulauan, yang memiliki 29 spesies kelelawar buah tersebar luas di

berbagai daerah dengan 10,7% tingkat endemisme setelah Papua (Maryanto, 2011).

### ***Kelelawar Pemakan Serangga***

Hewan yang bersarang di dalam gua, tetapi mencari makan di luar gua disebut hewan *Trogloxene*. Menurut Suyanto (2001) salah satu hewan *Trogloxene* ialah kelelawar yang menghuni gua-gua karst di wilayah Indonesia. Sebagai hewan *Trogloxene* kelelawar memiliki peran penting dalam perputaran energi di dalam gua karena menghasilkan guano yang merupakan sumber energi bagi hewan kecil (Sridhar dkk, 2006).

Beberapa jenis kelelawar yang termasuk sub ordo microchiroptera lebih banyak memilih tempat berlindung pada lubang-lubang batang pohon, celah bambu, maupun gua. Beberapa jenis hidup secara berkoloni, berkelompok kecil, berpasangan bahkan hidup soliter (Cobert dkk, 1992). Kelelawar gua sebagian besar termasuk sub ordo microchiroptera. Ukuran tubuhnya relatif kecil, bola mata kecil dan tidak berfungsi sebagai alat penglihatan merupakan penyesuaian dengan keadaan di dalam gua yang gelap. Kemampuan penglihatan kelelawar untuk terbang dalam kegelapan digantikan oleh kemampuan penala gema yang dikenal dengan istilah *ekolokasi*. Ketika terbang kelelawar mengeluarkan suara berfrekuensi tinggi (ultrasonik) rata-rata 50 khz yang tidak terdengar oleh manusia yang hanya dapat menangkap suara 3-18 khz (Suyanto, 2001). Pantulan suara ultrasonik (*ekolokasi*) dapat digunakan untuk memandu arah terbang, mengenali dan melacak posisi mangsanya. Sub ordo Microchiroptera sebagian besar adalah pemakan serangga, selain itu terdapat beberapa jenis sub ordo Microchiroptera adalah penghisap darah misalnya *Desmodus forundus* dan pemakan madu *Leptonycteris curusoae* (Altringham, 1996). Meskipun serangga merupakan komponen utama dari kebanyakan pakan kelelawar tetapi laba-laba, kalajengking, udang-udangan dan anthropoda lainnya juga dimakan, sekitar 70% dari semua spesies kelelawar adalah pemakan serangga.

Kelelawar pemakan serangga memiliki tubuh yang kecil. Keunggulan dari ukuran tubuh yang kecil memudahkan kelelawar melakukan manuver dan kegiatan dalam hal menangkap serangga yang sedang terbang yang tertangkap oleh sistem *ekolokasi* jarak dekat. Serangga yang dijadikan mangsa disesuaikan

dengan ukuran tubuh kelelawar, serangga dengan ukuran yang besar hanya akan menyulitkan pada saat penangkapan, penaklukan dan proses makan. Hal ini akan banyak membuang energi kelelawar. Apabila ukuran serangganya terlalu kecil, penangkapan sulit dilakukan dan tidak mencukupi kebutuhan energi harian (Altringham,1996).

## **2.2 Kelelawar Buah *R. amplexicaudatus***

### **2.2.1 Morfologi**

Kelelawar buah *R. amplexicaudatus* memiliki tubuh coklat atau abu-abu-coklat, kepala mereka biasanya lebih gelap daripada bagian bawahnya. Bulu mereka pendek, dengan rambut panjang, kadang-kadang kuning di sekitar leher dan dagu, paling sering terlihat pada kelelawar jantan. Jumlah jantan dari spesies ini jauh lebih besar daripada betina. Panjang lengan mereka bervariasi dari 82,22 hingga 86,76 mm, panjang tubuh mereka berkisar antara 78 hingga 87 mm. (Payne dkk, 1985).

### **2.2.2 Sistem Reproduksi**

Kelelawar buah *R. amplexicaudatus* memiliki anak dua kali dalam setahun, mereka berkembang biak antara Desember dan Januari serta Mei dan Juni. Kelahiran periode pertama dikelompokkan sekitar bulan Maret dan April sedangkan periode kelahiran kedua adalah sekitar Agustus dan September. Betina segera setelah melahirkan dan menyusui selama kehamilan kedua mereka tahun tersebut. Periode kehamilan mereka adalah 150 hari dan mereka menyusui selama 60 hari. Betina yang hamil untuk pertama kalinya hanya memiliki satu anak di tahun pertama, kemungkinan besar akan meningkatkan peluang mereka untuk memiliki setidaknya satu anak yang masih hidup (Heideman and Utzurrum, 2003).

### **2.2.3 Habitat dan Penyebaran**

Kelelawar buah *R. amplexicaudatus* ditemukan di daerah subtropis dan tropis. Mereka lebih suka ketinggian yang lebih rendah di dekat pantai. Kelelawar ini bertengger di gua batu kapur besar dekat hutan primer atau sekunder. Gua-gua ini tidak pernah jauh dari tempat tinggal manusia, dan perkebunan sering berada di dekatnya. Mereka bertengger dalam jumlah besar dengan lebih dari 2.000



kelelawar bertengger. Namun, kelompok besar ini mungkin sebagian besar disebabkan oleh habitat mereka yang kecil. Gua-gua yang ditempati oleh kelelawar buah *R. amplexicaudatus* mungkin dihuni oleh spesies kelelawar buah lain, tetapi dalam jumlah relatif sedikit (Mould, 2012).

Menurut Altringham (1996), sekitar 200 spesies kelelawar ditemukan di Madagaskar dan Afrika; 300 spesies ditemukan di Amerika Selatan dan Amerika Tengah; 240 jenis ditemukan di Asia dan Australia; dan sekitar 40 spesies ditemukan di Amerika Utara dan Eropa. Suyanto (2001) menyatakan bahwa di Indonesia terdapat 151 jenis kelelawar. Jenis-jenis tersebut menyebar di seluruh kepulauan 19 Indonesia. Lebih lanjut Kunz dkk (1996) menjelaskan bahwa kelelawar merupakan mamalia paling berhasil, karena dapat ditemukan di berbagai tipe habitat dengan ketinggian mulai 10 m dpl sampai 3000 m dpl. Winkelmann dkk (2000) meneliti penggunaan habitat oleh kelelawar *Synconycteris australis* di Papua New Guinea. Kelelawar buah *R. amplexicaudatus* ditemukan di Wilayah Australasia, dari Myanmar (Burma) hingga Kepulauan Solomon (Mould, 2012). Kelelawar jenis ini di Indonesia banyak ditemukan di daerah Sumatra, Sulawesi, Papua, Jawa, Bali dan Maluku.

#### **2.2.4 Status konservasi, populasi dan ancaman**

Status konservasi *Internasional Union for Conservation of Nature* (IUCN) menyatakan bahwa kelelawar buah jenis *Rousettus amplexicaudatus* termasuk dalam kategori *Least Concern* (LC) yang berarti berisiko rendah karena menurut IUCN (2008) penyebarannya yang luas, diperkirakan populasinya besar, beberapa terdapat di kawasan lindung dan karena itu diperkirakan tidak menurun cukup cepat untuk memenuhi syarat daftar dalam kategori terancam, meskipun secara lokal mungkin telah mengalami penurunan karena perburuan. Seperti yang terjadi di Sulawesi Utara karena tingginya minat masyarakat Sulawesi Utara terhadap daging kelelawar membuat Perburuan liar dan perdagangan kelelawar meningkat berdasarkan morfometri terdapat lima jenis kelelawar pemakan buah yang dikonsumsi di Sulawesi Utara, yaitu *Pteropus alecto*, *Acerodon celebensis*, *Nyctimene cephalotes*, *Rousettus amplexicaudatus*, dan *Thoopterus nigrescens* yang mana dagingnya didapatkan masyarakat sekitar dari pasar tradisional (Ranseleleh, 2013).

## **2.3 Studi Populasi**

### **2.3.1 Definisi**

Populasi meliputi kumpulan individu-individu organisme di suatu tempat yang memiliki sifat-sifat serupa, mempunyai asal-usul yang sama, dan tidak ada yang menghalangi anggota-anggota individunya untuk berhubungan satu sama lain mengembangkan keturunan secara bebas. Individu-individu itu merupakan kumpulan-kumpulan yang heteroseksual (Utina, 2009). Sebagai contoh adalah populasi owa jawa atau surili yang hidup di Taman Nasional Gede Pangrango (TNGP), Jawa Barat. Kumpulan individu owa jawa atau surili yang ada di TNGP tersebut adalah dua populasi primata yang berbeda.

Populasi dapat didefinisikan pada berbagai skala ruang, misalnya skala lokal, pulau, benua, lautan, atau wilayah. Bahkan seluruh individu sejenis dapat dipandang sebagai sebuah populasi. Populasi lokal atau *deme* dapat menempati suatu habitat yang sangat kecil. Beberapa populasi lokal yang dihubungkan oleh individu-individu yang menyebar disebut metapopulasi (Utomo dkk, 2012).

Ukuran populasi mempunyai hubungan langsung dengan kemampuan suatu populasi untuk bertahan hidup. Ukuran populasi yang terlampau kecil akan menghadapi kemungkinan punah yang lebih besar. Gangguan alam, misalnya, akan membahayakan populasi yang hanya terdiri atas sedikit individu. Demikian pula dengan perkawinan antar kerabat dekat atau *inbreeding* dapat menjadi faktor negatif bagi kelangsungan populasi berukuran kecil (Utomo dkk, 2012).

### **2.3.2. Sifat-sifat Populasi**

#### ***Kerapatan Populasi***

Kerapatan populasi adalah besarnya populasi alam hubungannya dengan satuan ruangan (Odum 1994). Kerapatan populasi satwa liar perlu diketahui karena menunjukkan daya dukung lingkungan dan sangat menentukan prospek kelestariannya (Alikodra 2002). Kerapatan populasi bervariasi menurut waktu dan tempat (Indriyanto, 2010). Dalam pengkajian suatu kondisi populasi, kerapatan merupakan parameter utama yang harus diketahui. Kerapatan populasi merupakan salah satu hal yang menentukan pengaruh populasi terhadap komunitas atau ekosistem. Kerapatan populasi juga sering digunakan untuk mengetahui perubahan populasi pada saat tertentu. Perubahan tersebut adalah berkurang atau

bertambahnya individu dalam satu unit luas atau volume. Ukuran populasi tumbuhan dan hewan di suatu tempat tertentu (*kerapatan populasi*) biasanya tergantung dari migrasi. Karena pengaruh pakan atau lingkungan fisik populasi maka ukuran populasi suatu spesies akan tidak sama dengan ukuran spesies lain. Misalnya gajah yang bertubuh besar yang rendah potensi biologisnya, akan dengan cepat merusak lingkungan hidupnya hingga persediaan pakannya juga cepat habis, dan akan segera diikuti dengan angka kematian tinggi, tetapi angka kelahirannya rendah dan akhirnya angka kematian pun akan turun kembali diikuti meningkatnya angka kelahiran.

### ***Natality (Kelahiran)***

Faktor utama dalam peningkatan populasi adalah kelahiran, istilah luas yang mencakup produksi individu baru melalui kelahiran, penetasan, perkecambahan. Dua aspek reproduksi harus dibedakan. konsep fekunditas adalah gagasan fisiologis yang merujuk pada kapasitas reproduksi potensial suatu organisme. kesuburan adalah konsep ekologis yang didasarkan pada jumlah keturunan yang layak diproduksi selama periode waktu. kita harus membedakan antara kesuburan yang disadari dan potensi kesuburan. misalnya, tingkat kesuburan yang diwujudkan untuk populasi manusia mungkin hanya kelahiran per 15 tahun per perempuan pada usia subur, sedangkan potensi tingkat kesuburan bagi manusia adalah satu kelahiran per 10 hingga 11 bulan per perempuan pada usia subur.

Tingkat kelahiran dapat dinyatakan sebagai jumlah organisme yang dihasilkan perempuan per satuan waktu, dan identik dengan tingkat kesuburan yang diwujudkan. Besarnya tingkat kelahiran sangat tergantung pada jenis organisme yang dipelajari. Beberapa spesies berkembang biak setahun sekali, beberapa berkembang biak beberapa kali setahun, dan lainnya berkembang biak terus menerus. Beberapa menghasilkan banyak biji atau telur, beberapa lainnya sedikit.

### ***Mortality (Kematian)***

Mortalitas akan menentukan populasi, terutama pada kerapatan populasi. Mortalitas akan menyebabkan berkurangnya kepadatan populasi. Mortalitas

(kematian) diartikan sebagai kematian individu-individu dalam populasi pada suatu kurun waktu tertentu (Odum 1994). Mortalitas terbagi menjadi (1) mortalitas minimum yaitu kematian pada kondisi yang ideal atau tidak ada faktor yang membatasi atau individu mati hanya karena faktor umur yang sudah tua dan (2) mortalitas ekologi (mortalitas saja) yaitu hilangnya individu dalam kondisi lingkungan tertentu. Mortalitas merupakan karakteristik dari populasi, dan bukan merupakan karakteristik individu. Kematian merupakan keharusan bagi setiap individu dan hanya terjadi satu kali, sedangkan populasi memiliki kematian dalam suatu periode tertentu (Indriyanto 2010).

### ***Imigrasi dan Emigrasi***

Imigrasi dan emigrasi tersebar jarang diukur dalam studi populasi. dalam banyak kasus diasumsikan bahwa kedua komponen itu sama atau pekerjaan dilakukan di habitat jenis pulau, di mana penyebaran mungkin dianggap kurang penting. kedua asumsi ini sangat dipertanyakan. kapasitas untuk menyebar merupakan bagian penting dari siklus hidup sebagian besar organisme; itu adalah proses ekologis yang menghasilkan aliran gen antara populasi lokal dan dengan demikian membantu mencegah perkawinan sedarah. penyebaran dapat menetapkan batas distribusi geografis, dan itu mempengaruhi komposisi komunitas. Beberapa populasi mempertahankan emigrasi netto dan dengan demikian mengeksport individu; yang lain hanya didukung oleh imigrasi bersih. penyebaran mungkin merupakan parameter penting dalam perubahan populasi (Tittler dkk, 2006)

Dispersal dapat diukur jika individu dapat ditandai dalam suatu populasi. penggunaan telemetri radio telah merevolusi studi pergerakan hewan, terutama untuk organisme yang lebih besar (Millspaugh dan marzluff, 2001). Masalah teknis utama dalam mempelajari dispersal adalah skala gerakan yang terlibat. karena hewan berpindah jarak yang lebih besar dari ukuran wilayah studi, informasi tentang “jarak jauh” penyebaran dapat hilang. salah satu masalah utama yang belum terpecahkan dari biologi konservasi adalah bagaimana memfasilitasi imigrasi dan emigrasi dari populasi di taman terpencil atau tempat perlindungan di lanskap yang terfragmentasi.

## 2.4 Komposisi Populasi

Populasi terdiri dari individu-individu, tetapi bukan serangkaian individu yang identik; namun kita cenderung melupakan heterogenitas ini ketika mempertimbangkan kepadatan populasi. tiga variabel utama membedakan individu dalam banyak populasi: jenis kelamin, usia, dan ukuran. komposisi banyak populasi menyimpang dari rasio jenis kelamin yang diharapkan 50% dari masing-masing jenis kelamin, jadi kita tidak dapat mengasumsikan rasio jenis kelamin 1: 1 (50%) yang konstan (Krebs, 2009).

Usia adalah variabel yang signifikan dalam populasi manusia, dan efek usia umum terjadi pada banyak spesies. Individu yang lebih tua seringkali lebih besar, dan perubahan ukuran mungkin menjadi mekanisme utama dimana efek usia terjadi. usia dan ukuran adalah atribut individu yang sangat signifikan pada semua hewan yang memiliki organisasi sosial karena mereka membantu menentukan posisi sosial individu. individu tua dalam beberapa spesies mungkin pasca-reproduksi, seperti pada manusia.

Ukuran adalah variabel yang sangat signifikan dalam organisme modular. Ukuran dan usia mungkin berkorelasi pada tanaman dan hewan dengan pertumbuhan tak tentu, tetapi banyak variasi individu dalam ukuran tidak tergantung pada usia. untuk ukuran tanaman dan hewan modular biasanya variabel yang relevan secara ekologis yang mendefinisikan pentingnya mereka dalam proses ekologis.

Lebih lanjut dijelaskan variabel sekunder dapat membedakan individu dalam beberapa populasi. warna adalah salah satu sifat yang jelas. serangga seperti semut memiliki kasta dengan morfologi individu yang berbeda. banyak sifat fenotipik dapat memengaruhi kelangsungan hidup, reproduksi, atau pertumbuhan dan penting bagi suatu populasi. Karena perbedaan individu ini, ekologi populasi harus dilihat memiliki kepribadian ganda. Sementara kita melihat populasi sebagai agregat dari individu dan kepadatan penduduk menghitung dan parameter populasi lain rata-rata di atas semua individu, kita juga menyadari bahwa untuk menjelaskan proses populasi kita harus memahami individu yang membentuk populasi, dan mekanisme yang mereka bereproduksi, berpindah dan

mati. Tidak semua individu sama dalam suatu populasi, dan variabilitas individu mempengaruhi mekanisme proses populasi.

## **2.5 Faktor-faktor yang berpengaruh terhadap Penyebaran Populasi**

Faktor-faktor yang berpengaruh terhadap penyebaran populasi antara lain:

### 1. Faktor Biotik

#### a. Kompetisi

Kehadiran organisme lain dapat membatasi distribusi beberapa spesies melalui kompetisi. Tetapi persaingan dapat terjadi antara dua spesies yang menggunakan jenis sumber daya yang sama dan hidup di tempat yang sama. Jadi, dua spesies tidak perlu terkait erat untuk terlibat dalam kompetisi. Salah satu indikasi persaingan adalah semisal ketika spesies A tidak ada, spesies B hidup dalam kisaran habitat yang lebih luas. Dalam kasus yang ekstrem, habitat hanya terdapat spesies A atau spesies B dan tidak pernah keduanya terdapat bersamaan dalam habitat tersebut.

#### b. Penyakit dan Parasit

Selain predator, musuh termasuk parasit dan organisme yang menyebabkan penyakit. Patogen dapat menghilangkan spesies dan dengan demikian membatasi distribusi geografis. Penyakit dan parasit selalu menjadi faktor utama dalam ekologi manusia (Diamond, 1999). Contohnya adalah spesies burung endemik di hawaii. sebagian besar spesies burung endemik dari pulau-pulau Hawaii telah punah pada zaman sejarah, dan salah satu alasan yang mungkin untuk kerugian ini adalah penyakit (Krebs, 2009).

#### c. Alelopati / *Allelopathy*

*Allelopathy* dipahami secara luas sebagai efek berbahaya yang dimiliki satu tanaman pada tanaman lain karena bahan kimia yang dilepaskan ke lingkungan (Willis, 1994). Beberapa organisme meracuni lingkungan untuk spesies lain sebagai bentuk kompetisi, dan racun kimia ini, atau agen allelopathic, dapat mempengaruhi distribusi lokal. interaksi kimia telah dijelaskan dalam berbagai tanaman dan ganggang laut. interaksi allelopathic mungkin memiliki kepentingan praktis yang besar dalam pengendalian gulma di bidang pertanian (Krebs, 2009).

#### d. Dispersal

Dispersal merupakan komponen dinamika populasi yang menjamin kelangsungan jangka panjang populasi dan jenis hewan. Dispersal adalah perpindahan hewan dari tempat kelahirannya ke daerah baru untuk hidup dan bereproduksi. Perpindahan dalam dispersal bersifat satu arah tanpa perjalanan pulang ke tempat asalnya (Krebs, 2009).

Dalam dispersal, hewan dapat pindah ke tempat yang berjarak dekat dan menempati daerah jelajah yang dekat dengan daerah kelahirannya atau pindah ke tempat yang sangat jauh dan membuat daerah jelajah baru. Perpindahan ke luar dari habitat asal disebut emigrasi, sedangkan perpindahan ke habitat baru disebut imigrasi. Emigran dari suatu daerah dapat menjadi imigran di tempat lain.

## 2. Faktor Abiotik

Faktor-faktor abiotik yang dapat berpengaruh terhadap penyebaran populasi terdiri dari suhu dan kelembapan, cahaya serta iklim. Suhu dan kelembapan adalah faktor utama yang membatasi distribusi hewan dan tumbuhan. Faktor-faktor ini dapat bertindak pada setiap tahap siklus hidup dan memengaruhi kelangsungan hidup, reproduksi, dan perkembangan. Suhu dan kelembapan juga dapat secara tidak langsung membatasi penyebaran populasi organisme pada kemampuan bersaing, resistensi penyakit, predasi, atau parasitisme. Faktor fisik dan kimia lainnya, seperti cahaya pH, juga dapat mempengaruhi penyebaran tanaman dan hewan (Krebs, 2009).

Spesies dapat beradaptasi dengan suhu, kelembapan, atau tingkat cahaya secara fenotip atau genotip yang dibatasi oleh iklim. Organisme telah mengembangkan serangkaian adaptasi untuk mengatasi keterbatasan seperti kekeringan suhu tinggi dan rendah, atau faktor fisik. Beberapa adaptasi memungkinkan spesies untuk memperluas penyebarannya (Krebs, 2009).

### **2.6 Metode Penghitungan Populasi Kelelawar**

Metode penghitungan populasi kelelawar terdapat dua macam yaitu metode konvensional dan modern. Metode konvensional dapat dilakukan dengan menggunakan beberapa metode yaitu metode sensus atau penghitungan langsung dan metode fotografi/ foto. Sensus kelelawar dilakukan dengan menghitung setiap kelelawar individu atau kelompok kelelawar saat ditemui, atau dengan

memperkirakan rata-rata kepadatan kelelawar di beberapa kelompok perwakilan, dan memperkirakan kepadatan ini hingga total area dinding gua atau langit-langit yang ditutupi oleh kelelawar. Survei populasi kelelawar dilakukan untuk mengamati ukuran populasi dan spesies kelelawar yang sesuai untuk tujuan konservasi. Kebutuhan populasi kelelawar dipantau untuk menjaga keseimbangan ekosistem (Azmy, 2013).

Survei populasi kelelawar dibagi menjadi dua kategori, baik metode manual atau metode otomatis dengan cara elektronik. Metode manual terdiri dari jumlah pengamatan visual, metode menangkap dan melepaskan menggunakan perangkap harpa, jaring kabut dan indeks ekstrapolasi. Metode otomatis sebagian besar memanfaatkan metode fotografi, baik pengambilan foto atau pencitraan termal.

Metode pengamatan manual biasanya memiliki titik buta karena melibatkan penglihatan manusia dan kemampuan untuk menghitung kelelawar selama pengamatan. Berdasarkan Tuttle (2003) tantangan survei manual di gua adalah ketidakrataan permukaan bertengger dan keberadaan ruang yang tidak dapat diakses yang sering dihuni oleh sejumlah besar kelelawar karena suhu tinggi.

Penghitungan manual biasanya dilakukan dengan dua cara, penghitungan saat bertengger jam, atau selama kemunculan kelelawar dari gua. Waktu pengamatan adalah juga tergantung pada pola perilaku kelelawar yang sedang bertengger. Pengamatan visual hanya dapat dilakukan di siang hari atau kondisi senja dan fajar. Terdapat kemungkinan kesalahan dalam menghitung jika dua atau lebih kelelawar terbang secara bersamaan. Tambahan, suara terdeteksi dari jarak 10 meter, ada kemungkinan ganda menghitung yang akan mempengaruhi jumlah ukuran populasi kelelawar yang diperoleh dari survei. Selain itu, ada juga survei yang melibatkan metode non-intrusif tersebut sebagai aplikasi kamera inframerah, gambar termal dan sistem radar. Namun demikian masih memiliki keterbatasan teknis seperti faktor skala, akurasi menurun dengan jarak, sumber penerangan dan waktu.

Survei kelelawar dilakukan dalam dua kondisi, baik saat kelelawar sedang bertengger posisi (siang hari) atau selama kemunculan kelelawar, yaitu saat senja



dan senja. Itu dapat mengacu pada gerakan terbang kelelawar keluar dari gua untuk mencari makan. Gerakan-gerakan ini hanya terjadi dua kali sehari dalam waktu singkat senja dan senja. Metode survei yang biasanya dilakukan pada saat munculnya kelelawar adalah menangkap individu kelelawar dengan perangkap harpa, atau merekam menggunakan kamera termal hanya untuk jumlah populasi.

Istilah survei populasi kelelawar biasanya mengacu pada proses data pengambilan sampel yang bertujuan untuk menghasilkan populasi dan kekayaan spesies kelelawar. Menurut O'Farrel (1999), metode standar untuk mendapat kekayaan spesies menggunakan metode tangkap dan lepas dengan jaring kabut dan perangkap harpa. Jaring kabut dan perangkap harpa akan diatur di jalan yang biasanya dilalui oleh kelelawar. Jaring kabut biasanya akan menjebak yang berukuran besar kelelawar sementara perangkap harpa akan menjerat kelelawar yang lebih kecil.

Ada beberapa batasan dalam menggunakan metode perangkap ini. Pertama adalah ketinggian dan batasan cakupan. Beberapa kelelawar dikecualikan dari penghitungan populasi ini karena beberapa spesies kelelawar terbang lebih tinggi dari maksimum ketinggian jebakan (O'Farrel, 1999). Keterbatasan paling penting dari metode ini adalah hasilnya dikumpulkan setiap hari di kerangka waktu tertentu, dan hasil penangkapan mungkin dipengaruhi oleh penghitungan ganda. Karena penghitungan visual tidak dapat memberikan bukti jumlah populasi, metode ini dikembangkan dengan menggunakan kamera digital menangkap gambar kelelawar bertengger untuk meningkatkan dan menghilangkan ketergantungan pada penglihatan manusia. Dalam penelitian yang dilakukan oleh Hamilton (2009), mereka menggunakan pendekatan fotografi untuk mengumpulkan data di tempat menggunakan kamera digital. Data yang dikumpulkan dibawa kembali ke lab dan diproses di luar lokasi penelitian.

Selain hitungan visual konvensional dan metode perangkap standar, peneliti kelelawar telah secara eksperimental menerapkan teknologi baru untuk memudahkan data proses pengumpulan yang disebut metode modern. Salah satu penemuan terkenal adalah detektor akustik yang mencatat dan menangkap ekolokasi kelelawar yang mampu membedakan spesies tingkat. Namun, metode ini paling cocok untuk mengidentifikasi spesies, bukan untuk penghitungan

populasi karena ada kemungkinan penghitungan berulang. Menurut O'Farrel (1999), perangkat ini paling baik digunakan dalam kombinasi metode survei populasi lainnya seperti perekaman termal.

Survei dilakukan selama jam kelelawar bertengger, di mana kelelawar tidak aktif dan dalam posisi tetap di dalam gua. Kelelawar yang bertengger di langit-langit gua dihitung secara langsung. Metode sering terjadi kesalahan karena sepenuhnya bergantung pada penglihatan manusia. Selain itu, metode ini sulit untuk divalidasi sejak dokumentasi tidak tersedia. Tantangan lain dari sensor kelelawar menggunakan jumlah visual adalah area yang tidak dapat diakses yang akan mempengaruhi hasil akhir (Azmy, 2013).

## **2. 7 Karakter Morfometrik**

Morfologi kelelawar dapat dibedakan berdasarkan ukuran tubuh luar, seperti panjang ekor, panjang kaki belakang, bobot tubuh, ekor, bola mata, telinga, dan rambut. Perbedaan ukuran tubuh dapat diketahui berdasarkan jenis pakannya (Ransaleleh, 2013). Untuk mengetahui jenis kelelawar berdasarkan morfologinya dapat dilakukan dengan identifikasi morfometrik Menurut Schmieder (2015) identifikasi morfometrik selain untuk mengidentifikasi kelelawar juga biasa digunakan untuk mengetahui perilaku makan kelelawar.

Banyaknya jenis kelelawar di Indonesia memerlukan kemampuan identifikasi untuk mengumpulkan data yang valid. Ciri morfologi kelelawar yang biasa dipakai untuk identifikasi berupa ukuran tubuh, ada tidaknya cakar pada jari kedua, rambut (baik warna maupun terstruktur), selaput antar paha dan lainnya (Suyanto, 2001). Morfometrik dilakukan untuk identifikasi kelelawar Megachiroptera karena memiliki bentuk morfologi yang mirip antar spesies dalam satu genus, sedangkan penambahan rumus gigi dalam identifikasi juga diperlukan untuk identifikasi.

Metode yang digunakan untuk mengidentifikasi spesies kelelawar adalah melakukan pengambilan sampel dengan menyiapkan jaring kabut atau perangkap harpa pada jalur penerbangan yang diidentifikasi digunakan oleh kelelawar saat mencari makan. Sampel yang dikumpulkan akan diperiksa secara manual oleh merujuk pada taksonomi dan kunci identifikasi (Dietz dan von Helvesen, 2004; Francis, 2008; Kingston dkk., 2009). Metode ini adalah cara paling akurat untuk

mengidentifikasi spesies, terutama untuk spesies eksotik. Namun, metode ini memiliki beberapa kelemahan karena dapat mengganggu dan menyebabkan stres pada kelelawar karena berjuang untuk melarikan diri jaring kabut.

Metode fotografi digital juga mampu memberikan spesies yang identifikasi akurat, tetapi kamera harus dapat menangkap dengan jelas detail wajah fitur kelelawar kecil. Penggunaan fotografi *flash* selama pengumpulan data dapat menyebabkan perubahan warna yang juga dapat mempengaruhi proses identifikasi spesies serta menciptakan gangguan akibat cahaya pada kelelawar yang sedang bertengger (Azmy, 2013).

Identifikasi kelelawar pemakan buah didasarkan pada ciri-ciri fisik, ukuran tubuh, ukuran tengkorak, dan struktur gigi menggunakan kunci identifikasi kelelawar. Karakter yang diamati adalah ciri-ciri fisik tubuh, struktur gigi, ukuran tubuh, dan tengkorak. variabel yang diukur untuk ukuran tubuh dan tengkorak adalah panjang ekor, yang diukur dari pangkal ekor sampai ujung ekor. Panjang kaki belakang diukur dari tumit sampai ujung jari terpanjang. Panjang telinga diukur dari pangkal telinga sampai ujung telinga terjauh. Panjang betis diukur dari lutut sampai pergelangan kaki. Panjang lengan bawah sayap diukur dari sisi luar siku sampai sisi luar pergelangan tangan pada sayap yang melengkung. Panjang tengkorak total diukur dari titik paling belakang pada tengkorak belakang sampai ke titik terdepan pada rahang atas (Suyanto 2001; Maharadatunkamsi & Maryanto 2002).

Penelitian-penelitian tentang identifikasi morfometrik telah banyak dilakukan seperti penelitian yang dilakukan oleh Ransaleleh (2013) di Sulawesi Utara. Metode yang digunakan adalah dengan melalui penangkapan kelelawar. Identifikasi kelelawar dilakukan dengan cara pengambilan gambar pada kelelawar hidup dan pengukuran bagian-bagian tubuh. Data yang terkumpul dianalisis dengan metode deskriptif digunakan untuk menjelaskan data ciri-ciri fisik tubuh, ukuran tubuh, dan tengkorak. Sama halnya dengan penelitian yang dilakukan oleh Qaanitah (2018) di Sumatera selatan, metode yang digunakan yaitu penangkapan kelelawar, identifikasi serta pengukuran bagian-bagian tubuh beberapa jenis kelelawar.

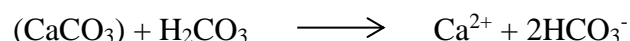
## 2.8 Gua sebagai habitat kelelawar

### 2.8.1 Definisi Gua

Gua merupakan sebuah bentukan alami berupa ruangan karst yang terbentuk pada medan batu gamping di bawah tanah, baik yang berdiri sendiri maupun saling terhubung dengan ruangan-ruangan lain sebagai hasil proses pelarutan oleh air maupun aktifitas geologi yang terjadi pada suatu daerah (Jennings, 1985). Selanjutnya, menurut Gillieson (1996) gua merupakan suatu lorong yang terbentuk secara alami pada batuan yang berperan sebagai saluran air yang menghubungkan antara titik masuk air (aliran bawah permukaan) dan titik keluar. Ukuran minimum yang dapat dikatakan sebagian gua kurang lebih 0,3 meter sedangkan ukuran lebih kecil disebut *protocave*.

Gua yang dikenal secara luas oleh masyarakat umum di Indonesia sebagian besar berupa gua-gua kapur yang terbentuk di wilayah yang sebagian besar tersusun oleh batuan kapur (batu gamping). Selain terbentuk di daerah kapur, gua juga dapat terbentuk pada daerah vulkanik (atau daerah yang tersusun oleh batuan asal gunung api), biasanya gua-gua vulkanik ini muncul sebagai lorong-lorong yang dulunya merupakan jalan aktivitas magma yang gagal ketika hendak keluar menuju permukaan (Kodak, 1997).

Samodra (2001) menjelaskan gua terbentuk dari retakan-retakan akibat dari pelarutan batu gamping. Proses kimia yang terjadi di kawasan karst memicu terbentuknya lorong-lorong gua, yang diwujudkan dalam bentuk reaksi:



Air hujan yang mengandung CO<sub>2</sub> berasal dari udara dan organik meresap ke dalam tanah kemudian melarutkan batu gamping yang dilaluinya. Ca (HCO<sub>3</sub>)<sup>2</sup> yang dihasilkan larut dalam air, sehingga lambat laun terbentuk rongga-rongga di dalam batu gamping. Lorong-lorong gua yang lurus, berbelok-belok dan bercabang merupakan hasil kegiatan pelarutan air sepanjang ruang dan selama waktu geologi.

Dari seluruh proses terbentuknya gua, yang paling luas dan intensif adalah gua-gua yang terbentuk pada formasi batu gamping yang umumnya kemudian berkembang menjadi suatu bentang alam yang dikenal sebagai bentang alam karst

(dari bahasa Slavia *Krs/Kras* yang berarti batu-batuan). Bentang lahan karst adalah suatu bentang alam yang dibentuk oleh batu gamping. Bentang lahan karst juga merupakan daerah resapan air. Topografi bentang lahan karst dapat berupa cekungan-cekungan, kubah-kubah serta gua kapur. Topografi bentang lahan karst dapat dengan mudah dikenali berdasarkan morfologi yang spesifik tersebut (Kusumayudha, 2005).

Dalam morfologi karst terdapat dua buah bentukan, yaitu eksokars dan endokars. Eksokars merupakan bentuk morfologi topografi wilayah karst yang berada dipermukaan. Sedangkan endokars merupakan bentuk-bentuk morfologi relief karst yang berada di bawah permukaan (Istika, 2008).

### **2.8.2 Flora dan Fauna Gua**

Kawasan karst adalah habitat bagi berbagai bentuk kehidupan, mulai dari mikroba, flora, hingga fauna. Fauna gua yang ada di kawasan karst tropis jenisnya sangat beragam. Fauna tersebut dapat menyesuaikan hidupnya dengan lingkungan yang panas, gersang, sedikit air, dan hanya mempunyai lapisan tanah yang relatif tipis. Samodra (2001) menjelaskan bahwa fauna gua bisa tinggal di atas dan di bawah permukaan pada celah atau retakan batuan, pada sela-sela bongkahan batu dan sebagainya.

Berbagai macam habitat dapat ditemukan di dalam gua, tergantung pada keadaan gua itu sendiri. Habitat yang ada di dalam gua seperti timbunan guano (kelelawar/burung), lumpur, tanah, lumpur/tanah bercampur guano, tumpukan sampah/serasah, sungai, kolam/danau, cekungan pada dinding, dan atap lorong. Oleh karena itu, tidak heran apabila di dalam satu lorong, ditemukan satu lokasi (mikrohabitat) dihuni oleh satu kelompok tertentu dalam jumlah banyak sedangkan di sisi lain oleh kelompok lain dalam jumlah sedikit (Suhardjono, 2012).

Beberapa kelompok fauna memiliki kekhasan tersendiri karena telah mengalami proses panjang untuk bertahan hidup dalam kondisi lingkungan yang tak biasa, seperti dalam gua yang gelap. Kelompok fauna ini juga harus mampu hidup dalam habitat yang kering saat kemarau dengan tumbuhan mengering dan tanah memerah. Kondisi lingkungan dengan kandungan kalsium yang tinggi

menyebabkan hanya beberapa spesies yang mampu menyesuaikan diri dan bertahan hidup (Rahmadi, 2018).

Para ahli ekologi mengelompokkan fauna gua menjadi tiga berdasarkan tingkat adaptasinya di dalam lingkungan gua. Ketiga kelompok tersebut adalah *tro-gloksen*, *troglofil*, dan *troglobit*. *Trogloksen* merupakan kelompok fauna yang menggunakan gua sebagai tempat hidup, namun setiap harinya masih bergantung terhadap lingkungan luar gua untuk mencari makan. Contoh kelompok ini adalah kelelawar, sriti, walet, dan beberapa mamalia lain. *Troglofil* adalah fauna yang sepanjang hidupnya di dalam gua, namun jenis yang sama masih dapat ditemukan hidup. Contohnya: kalacemeti (*Amblypygi*), jangkrik, kalacuka (*Uropygi*), dan beberapa kelompok laba-laba. *Troglobit* merupakan kelompok fauna yang telah mengalami penyesuaian dengan lingkungan gua, biasanya memiliki penampakan yang unik, misalnya tidak bermata, tungkai yang memanjang dan warna tubuh yang memutih atau pucat. Beberapa spesies kelompok *troglobit* dari Gunung Sewu adalah *Javanoscia elongata*, *Tenebrioscia antennata* (Isopoda), dan beberapa spesies ekorpegas (Collembola) (Rahmadi, 2018).

Kelompok fauna akuatik yang ditemukan di gua juga dibagi menjadi tiga kelompok berdasarkan tingkat adaptasi dan karakter morfologi seperti mata yang mengecil atau tidak ada, warna tubuh memucat atau putih, dan pemanjangan antena dan kaki, yaitu *stigosen*, *stigofil*, dan *stigobit*. Kelompok lainnya adalah *guanobit*, yakni spesies yang hidupnya bergantung pada guano, baik kelelawar maupun burung (Rahmadi, 2018).