

SKRIPSI
STUDI MORFOLOGI DAN POPULASI KELELAWAR
DI GUA LEANG PANNING KABUPATEN MAROS

Disusun dan Diajukan Oleh:

AHMAD ARAYA

M011 20 1057



PROGRAM STUDI KEHUTANAN
FAKULTAS KEHUTANAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2024

HALAMAN PENGESAHAN

Studi Morfologi dan Populasi Kelelawar di Gua Leang Panning Kabupaten

Maros

Disusun dan Diajukan Oleh:

Ahmad Araya

M011 20 1057

Telah dipertahankan dihadapan panitia ujian yang dibentuk dalam rangka penyelesaian Sarjana S-1 Program Studi Kehutanan Fakultas Kehutanan

Universitas Hasanuddin

Pada tanggal 24 Juni 2024

Dan Dinyatakan Telah Memenuhi Syarat

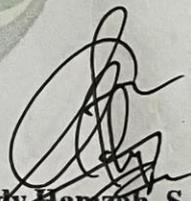
Menyetujui,

Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping


Dr. Risma Illa Maulany, S.Hut. M. Nat.Rest

NIP. 19770317200501 2 001


Andi Siady Hamzah, S.Hut. M.Si

NIP.19871018202005 3 001

Mengetahui,

Ketua Program Studi Kehutanan




Dr. Ir. Sitti Nuraeni, M. P.

NIP. 19680410199512 2 001

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ahmad Araya
Nim : M011201057
Program Studi : Kehutanan
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulis saya berjudul:

**Studi Morfologi dan Populasi Kelelawar di Gua Leang Panning Kabupaten
Maros**

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambil alihan tulisan orang lain bahwa skripsi 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, 24 Juni 2024



Ahmad Araya
Ahmad Araya

ABSTRAK

Ahmad Araya (M011201057) Studi Morfologi dan Populasi Kelelawar di Gua Leang Panning Kabupaten Maros dibawah bimbingan Risma Illa Maulany dan Andi Siady Hamzah.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jenis dan morfologi kelelawar termasuk mengetahui populasi jenis kelelawar yang ada di Gua Leang Panning, Kabupaten Maros. Penelitian ini telah dilaksanakan pada bulan Maret tahun 2024 di Desa Wanua Waru, Kecamatan Mallawa, Kab. Maros. Pemasangan Jaring Kabut (*mist net*) adalah langkah awal, untuk mengetahui jenis kelelawar yang berada di Gua Leang Panning. Semua jenis kelelawar yang tertangkap di jaring kabut (*mist net*) akan diambil sampel setiap jenis untuk pengukuran morfologi sedangkan estimasi kelimpahan populasi kelelawar di Gua Leang Panning, dilakukan dengan menggunakan dua metode yaitu metode *Repeat Capture Mark Recapture* (RCMR) dan metode visual foto/gambar (*photographic count*). Gua ini tergolong kedalam gua horizontal yang jenis guanya adalah gua *karst* total kedalaman gua yang diamati adalah 324,23 m dengan 4 *chamber*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat 5 jenis kelelawar yang menghuni gua leang panning yaitu *Rousettus amplexicaudatus*, *Dobsonia exoleta* dan *Pilonycteris celebensis* termasuk subordo *Megachiroptera* sedangkan jenis *Emballonura sp.* dan *Rhinolophus cf. euryotis* termasuk subordo *Microchiroptera*. Jenis *Dobsonia exoleta* adalah jenis kelelawar yang memiliki panjang tubuh, ekor, telinga, sayap lengan bawah, betis dan kaki belakang serta berat tubuh yang terpanjang dan terberat. Untuk (HB) yaitu 130,03 mm, (HF) 29,54 mm, (FA) 97,22 mm dan (Wt) 291,5 g yaitu pada jenis kelamin Betina. Sedangkan untuk (T) 32,26 mm, (E) 27,35 mm, (TB) 55,17 mm yaitu pada jenis kelamin Jantan. Jenis kelelawar *Rousettus amplexicaudatus* adalah jenis kelelawar yang populasinya dominan menghuni gua leang panning dengan persentase tangkap sebesar 60 % (n= 33 individu). Sedangkan pada metode visual foto/gambar (*Photographic count*) jenis *Rousettus amplexicaudatus* juga memiliki total rata-rata individu harian terbesar yaitu 456 individu selama 12 hari pengambilan foto.

Kata Kunci: Kelelawar (*Chiroptera*), Gua Leang Panning, Morfologi Kelelawar, Populasi Kelelawar

ABSTRACT

Ahmad Araya (M011201057) Study of Bat Morphology and Population in Leang Panning Cave, Maros Regency under the guidance of Risma Illa Maulany and Andi Siady Hamzah.

*This research aims to determine the type and morphology of bats, including determining the population of bat species in Leang Panning Cave, Maros Regency. This research was carried out in March 2024 in Wanua Waru Village, Mallawa District, Kab. Maros. Installing a mist net is the first step to find out the types of bats in Leang Panning Cave. All types of bats caught in mist nets will be sampled for each type for morphological measurements, while the estimation of the abundance of the bat population in Leang Panning Cave will be carried out using two methods, namely the Repeat Capture Mark Recapture (RCMR) method and the visual photo/image method. (photographic count). This cave is classified as a horizontal cave, the type of cave is karst cave. The total depth of the observed cave is 324.23 m with 4 chambers. The results of the research show that there are 5 types of bats that inhabit the Leang Panning cave, namely *Rousettus amplexicaudatus*, *Dobsonia exoleta* and *Pilonycteris celebensis*, including the Megachiroptera suborder, while the *Emballonura* sp. and *Rhinolophus* cf. *euryotis* belongs to the suborder Microchiroptera. The *Dobsonia exoleta* type is a type of bat that has the longest body, tail, ears, forearm wings, calves and hind legs as well as the longest and heaviest body weight. For (HB) it is 130.03 mm, (HF) 29.54 mm, (FA) 97.22 mm and (Wt) 291.5 g, namely for the female gender. Meanwhile, for (T) 32.26 mm, (E) 27.35 mm, (TB) 55.17 mm, namely for the male gender. The species of bat *Rousettus amplexicaudatus* is a type of bat whose dominant population inhabits the Leang Panning cave with a capture percentage of 60% (n= 33 individuals). Meanwhile, using the visual photo/image method (Photographic count), the *Rousettus amplexicaudatus* species also had the largest daily average total of 456 individuals during the 12 days of photo taking.*

Keywords: *Bats (Chiroptera), Leang Panning Cave, Bat Morphology, Bat Population*

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah *Subhanahu Wata'ala* atas rahmat, berkah serta izin-Nya sehingga penulis dapat melaksanakan penelitian dan menyelesaikan skripsi ini dengan judul “**Studi Morfologi dan Populasi Kelelawar di Gua Leang Panning Kabupaten Maros**” guna memenuhi syarat dalam menyelesaikan Pendidikan Sarjana (S1) di Fakultas Kehutanan Universitas Hasanuddin Makassar.

Penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu selama proses penelitian dilaksanakan hingga penyusunan skripsi ini selesai. Ucapan terima kasih terkhusus yang sedalam-dalamnya penulis persembahkan kepada Ibunda **Asmawati**, Ayahanda **Massusungeng** dan Kakak **Nurul Hikma, S.E** dan **Arya Permana** serta adik **Ahmad Komaini** yang senantiasa mendoakan, menyayangi, menyemangati dan menasehati penulis sampai bisa berada di tahap ini. Dengan segala keikhlasan dan kerendahan hati penulis ucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya terutama kepada:

1. Ibu **Dr. Risma Illa Maulany, S.Hut., M. Nat.Rest** dan Bapak **A. Siady Hamzah, S.Hut., M. Si** selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu, tenaga dan pikiran dalam mengarahkan dan membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
2. Bapak **Prof. Dr. Ir. Ngakan Putu Oka, M.Sc** dan Ibu **Dr. Ir. Sitti Nuraeni, M.P** selaku dosen penguji atas segala saran dan masukan untuk perbaikan serta pengembangan skripsi ini.
3. Bapak/Ibu **Dosen Pengajar** dan **Staf Pegawai Fakultas Kehutanan Unhas**, yang telah membantu dan memudahkan penulis selama menuntut ilmu serta dalam pengurusan administrasi penulis selama menempuh Pendidikan.
4. Terima kasih kepada Keluarga Besar **Burhan Djamali** yang selalu memberikan semangat dan dukungan dalam proses perkuliahan sampai saat ini.
5. **Kak Imran** (Pokdarwis) dan **Seluruh Masyarakat Desa Wanua Waru** yang telah meluangkan waktunya dan menemani kami saat proses pengambilan data serta memberikan jamuan pada saat buka puasa.

6. Teman satu lokasi penelitian **Intan Janwar** dan **Sharel Thinov** serta **Teman-teman PDR MK FAHUTAN 20** yang telah menerima dan menampung penulis dengan baik selama proses pengambilan data.
7. Teman-teman dan keluarga besar **Laboratorium Konservasi Sumberdaya Hutan dan Ekowisata 2020** yang telah kebersamai selama proses penyusunan skripsi.
8. Teman-teman **Magang BPKH, LK 3 IPMIL KOM. BUA, KLP 10 PKL GEL. 4** dan teman-teman **Magang MBKM** (Latimojong, Rongkong dan TN Bantimurung Bulusaraung) yang selalu memberi semangat dalam menyusun skripsi
9. Keluarga besar **KEHUTANAN B(AR-BAR), GAMIS UNIVERSITAS HASANUDDIN** dan **IMPERIUM 20** yang telah memberikan banyak pelajaran dan dukungan selama proses perkuliahan sampai saat ini.
10. Keluarga besar **WIKAL FOUNDATION** dan **KANDOA WARRIOR** yang memberikan semangat dalam pengerjaan skripsi.
11. Serta terima kasih teman-teman dan semua pihak yang telah mendukung, mendoakan dan membantu penelitian ini yang tidak sempat disebutkan satu per satu.

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, 24 Juni 2024

Ahmad Araya

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
PERNYATAAN KEASLIAN.....	iii
ABSTRAK.....	iv
KATA PENGANTAR.....	vi
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.....	3
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Bio-ekologi Kelelawar	4
2.1.1 Definisi Kelelawar (<i>Chiroptera</i>).....	4
2.1.2 Morfologi	4
2.1.3 Habitat Kelelawar	9
2.1.4 Masa Reproduksi	10
2.1.5 Perilaku Bertengger dan Mencari Makan	10
2.1.6 Wilayah Jelajah.....	12
2.2 Peranan dan Fungsi Kelelawar terhadap Ekosistem.....	12
2.3 Studi Populasi.....	13
2.3.1 Definisi.....	13
2.3.2 Faktor-faktor yang Berpengaruh terhadap Penyebaran Populasi	14
2.4 Gua	16
2.5 Karakteristik Zona Gua	17

III. METODE PENELITIAN.....	18
3.1 Waktu dan Tempat	18
3.2 Alat dan Bahan	18
3.3 Variabel Penelitian	19
3.4 Metode Pengumpulan Data	20
3.4.1 Pemasangan Jaring Kabut (<i>Mist net</i>)	20
3.4.2 Pengukuran Morfologi Kelelawar	21
3.4.3 Estimasi Kelimpahan Populasi Kelelawar.....	22
3.5 Analisis Data	23
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	24
4.1 Hasil.....	24
4.1.1 Morfologi Jenis Kelelawar di Gua Leang Panning.....	24
4.1.2 Populasi Kelelawar	25
4.2 Pembahasan	30
V. KESIMPULAN DAN SARAN.....	35
5.1 Kesimpulan.....	35
5.2 Saran	35
DAFTAR PUSTAKA.....	36
LAMPIRAN.....	40

DAFTAR TABEL

Tabel	Judul	Halaman
Tabel 1.	Model <i>Tally Sheet</i> Pengukuran Morfologi Kelelawar di Gua Leang Panning (HB = Panjang badan, T = Panjang Ekor, E = Panjang Telinga, FA = Panjang Sayap Lengan Bawah, TB = Panjang Betis, HF = Panjang Kaki Belakang, Wt = Berat Tubuh).....	21
Tabel 2.	Model <i>Tally Sheet</i> Perhitungan Kelimpahan Individu kelelawar berdasarkan metode (<i>Photographic Count</i>).....	22
Tabel 3.	Pengukuran Morfologi dari Sampel setiap Jenis Kelelawar yang terdapat di Gua Leang Panning. (HB= Panjang tubuh; T= Ekor; HF= Kaki belakang; E= telinga; FA= Sayap lengan bawah TB= Betis; Wt= Berat badan).....	25
Tabel 4.	Jumlah Individu, Frekuensi dan Rata-rata Harian Individu yang tertangkap dari 5 Jenis Kelelawar yang tertangkap selama 12 Hari Pengamatan di Gua Leang Panning, Kabupaten Maros (F= Frekuensi kemunculan).....	26
Tabel 5.	Kelimpahan Individu setiap Jenis Kelelawar berdasarkan Metode <i>Photographic Count</i> selama 12 Hari Pengamatan di Gua Leang Panning, Kabupaten Maros.....	28

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Judul	Halaman
Gambar 1.	Anatomi atau Bagian Tubuh Kelelawar (Djuri et al., 2009).....	6
Gambar 2.	Peta Lokasi Penelitian di Gua Leang Panning, Kabupaten Maros.....	18
Gambar 3.	Contoh pemasangan jaring (a) jarak jaring dari mulut gua; (b) jarak jaring dari permukaan tanah.....	20
Gambar 4.	Pengukuran Morfologi Kelelawar.....	21
Gambar 5.	Persentase Jumlah Individu dari 5 Jenis Kelelawar yang tertangkap <i>mist net</i> selama 12 Hari Pengamatan di Gua Leang Panning, Kabupaten Maros.....	27
Gambar 6.	Grafik Total Rata-rata Individu Harian dari 5 Jenis Kelelawar dengan metode <i>Photographic Count</i> selama 12 Hari Pengamatan di Gua Leang Panning, Kabupaten Maros.....	29

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Judul	Halaman
Lampiran 1.	Penyebaran setiap Jenis Kelelawar di dalam Gua Leang Panning.....	41
Lampiran 2.	Pengukuran Morfologi dari Sampel setiap Jenis Kelelawar yang terdapat di Gua Leang Panning. (HB= Panjang tubuh; T= Ekor; HF= Kaki belakang; E= telinga; FA= Sayap lengan bawah TB= Betis; Wt= Berat badan).....	41
Lampiran 3.	Kelimpahan Individu setiap Jenis Kelelawar berdasarkan Metode <i>Photographic Count</i> selama 12 Hari Pengamatan di Gua Leang Panning, Kabupaten Maros.....	42
Lampiran 4.	Jenis Kelelawar yang ditemukan di Gua Leang Panning, Kabupaten Maros.....	46
Lampiran 5.	Lokasi <i>Chamber</i> Jenis Kelelawar di dalam Gua Leang Panning, Kabupaten Maros.....	47
Lampiran 6.	Proses Penangkapan dan Identifikasi Kelelawar di Gua Leang Panning, Kabupaten Maros.....	48
Lampiran 7.	Pengukuran Morfometrik Kelelawar di Gua Leang Panning, Kabupaten Maros.....	49
Lampiran 8.	Cara menghitung Estimasi Populasi Kelelawar di Gua Leang Panning, Kabupaten Maros.....	50

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kelelawar (*Chiroptera*) merupakan jenis satwa yang menempati ekosistem hutan dan memiliki fungsi ekologis yang penting bagi kelestarian hutan. Kelelawar berperan sebagai pengendali populasi serangga (Safitri *et al.*, 2020) dan berdasarkan penelitian diperkirakan 95% dari regenerasi hutan dilakukan oleh kelelawar jenis pemakan buah. Dalam kestabilan ekosistem kelelawar memiliki peranan penting, salah satu peranannya membantu penyebaran biji dan penyerbukan bunga (Satyadharma, 2005) setidaknya 528 jenis tumbuhan di seluruh dunia (Hoffmaster *et al.*, 2016) dan sekitar 300 jenis tanaman tropik (Asriadi, 2010) serta pengendali populasi serangga, sehingga kelelawar memiliki arti penting secara ekologis (Satyadharma, 2005).

Selain itu kelelawar juga memiliki peran dalam bidang pertanian misalnya, kelelawar menjadi predator alami pada hama yang hingga saat ini masih menjadi musuh para petani. Biasanya sawah yang berada di dekat daerah kapur (*Karst*), hasil panennya lebih bagus daripada sawah yang tidak berada di daerah kapur. Hal tersebut dikarenakan, daerah kapur disenangi kelelawar dengan gua-gua yang memiliki kelembaban sedangkan sawah yang letaknya tidak berada di dekat daerah kapur (*Karst*) bisa mengundang kelelawar dengan cara membuat rumah bagi kelelawar (Marlinda *et al.*, 2021).

Keanekaragaman kelelawar menempati posisi yang cukup tinggi, saat ini lebih dari 1001 jenis kelelawar ada di dunia yang terbagi menjadi *Megachiroptera* 167 jenis kelelawar pemakan buah dan *Microchiroptera* 834 jenis kelelawar pemakan serangga, adapun jumlah jenis yang terpublikasi yaitu 1117 yang meliputi 186 jenis *Megachiroptera* dan 931 jenis *Microchiroptera* (Srinivasulu, 2019). Kelelawar yang ada di Indonesia diperkirakan mencapai 230 jenis atau 21% dari jenis kelelawar yang ada di dunia. Jenis tersebut diantaranya 77 jenis dikelompokkan ke dalam *Megachiroptera* sedangkan 153 jenis dikelompokkan ke dalam *Microchiroptera* (Safitri *et al.*, 2020).

Pulau Sulawesi sebagai salah satu pulau di Indonesia yang memiliki berbagai tipe ekosistem menjadi tempat hidup berbagai jenis kelelawar, mulai dari ukuran

relatif besar sampai jenis yang terkecil di dunia (Dako *et al.*, 2020). Secara khusus di Pulau Sulawesi terdapat sekitar 75 jenis kelelawar dimana sebagian besarnya merupakan jenis endemik (Liana, 2020) yaitu *Megachiroptera* dengan 11 genera dan 22 jenis (Ransaleleh *et al.*, 2013).

Populasi kelelawar saat ini mengalami penurunan hampir di seluruh dunia bahkan ditemukan beberapa jenis telah dinyatakan punah (Falcao *et al.*, 2003). Ancaman terbesar bagi kelelawar yaitu kerusakan hutan yang mengakibatkan hilangnya habitat bagi jenis kelelawar, kemudian perburuan secara berlebihan yang mengakibatkan hewan yang ada di hutan akan terancam punah serta keseimbangan ekosistem di alam terganggu (Mulyana, 2009).

Jenis kelelawar saat ini telah beradaptasi dengan baik terhadap berbagai habitat, termasuk gua. Gua yang menjadi lokasi penelitian terletak di Desa Wanua Waru, Kecamatan Mallawa, Kabupaten Maros yakni Gua Leang Panning yang sekitarnya dialiri air sungai dan merupakan tempat wisata sehingga sering dikunjungi oleh berbagai wisatawan.

Kelelawar termasuk sebagai satwa liar yang belum tersentuh oleh upaya konservasi. Salah satunya adalah karena masih lemahnya pengetahuan masyarakat maupun wisatawan akan arti penting kelelawar dalam rangkaian mata rantai ekologi dan pengendali populasi serangga. Maka dari itu penting bagi pengelola Gua Leang Panning dalam upaya penyusunan strategi konservasi dan perlindungan yang tepat terhadap kelelawar maupun habitatnya untuk memastikan kelangsungan hidup populasi kelelawar khususnya di Gua Leang Panning.

Sehingga penelitian ini perlu dilakukan untuk mengkaji berbagai informasi mengenai jenis dan morfologi kelelawar (*Chiroptera*) serta perlindungan yang tepat di Gua Leang Panning selain itu melibatkan kelelawar dalam upaya konservasi dapat membentuk strategi lebih luas untuk menjaga kelestarian biodiversitas global.

1.2 Tujuan dan Kegunaan

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jenis dan morfologi kelelawar termasuk mengetahui populasi jenis kelelawar yang ada di Gua Leang Panning, Kabupaten Maros. Hasil penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai data awal dalam menyusun upaya dan strategi konservasi kelelawar serta perlindungan habitat di masa yang akan datang.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Bio-ekologi Kelelawar

2.1.1 Definisi Kelelawar (*Chiroptera*)

Kelelawar adalah salah satu Ordo dari kelas mamalia yang memiliki kemampuan berpindah dengan menggunakan sayap (terbang). Berdasarkan hal tersebut kelelawar tergolong ke dalam Ordo *Chiroptera* (Geiser *et al.*, 2011) *Chiroptera* berarti memiliki “sayap tangan” dikarenakan kaki bagian depannya bermodifikasi sebagai sayap. Hal inilah yang membedakan sayap kelelawar dengan sayap hewan lainnya. Perbedaan tersebut dapat dilihat dari perluasan tubuhnya yang memiliki daging dan sayapnya tidak berbulu yang terbuat dari membran elastis berotot. Sayap ini dinamakan patagium, yang membentang dari tubuh sampai jari kaki depan, kaki belakang dan ekor. Selain untuk terbang, sayap kelelawar memiliki peran yaitu untuk menyelimuti tubuhnya ketika bergantung terbalik (Maryati, 2008).

Ordo *Chiroptera* dikelompokkan atas *Megachiroptera* (pemakan buah) dan *Microchiroptera* (pemakan serangga). Selain itu Kelelawar adalah salah satu bagian penting dalam biodiversitas di Indonesia. Melihat perannya di berbagai habitat sebagai predator alami serangga hama pertanian, pollinator dan indikator penting dalam kerusakan hutan (Geiser *et al.*, 2011). Pada saat dalam gua kelelawar menghasilkan guano yang berguna sebagai sumber energi untuk organisme yang ada di dalamnya, sedangkan di luar gua, kelelawar berperan sebagai pemencar biji tumbuhan dan penyerbuk berbagai jenis tumbuhan bunga (Riano, 2016).

2.1.2 Morfologi

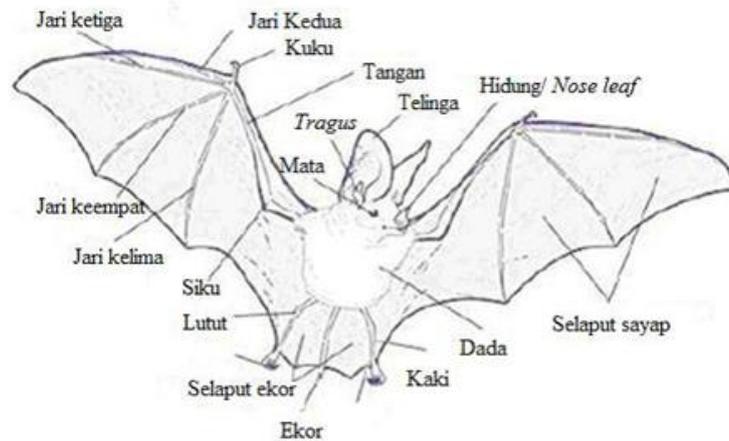
Morfologi merupakan studi tentang bentuk yang sering digunakan dalam melihat kekerabatan atau kedekatan suatu jenis. Morfometrik sebagai salah satu metode yang menjadikan morfologi dideskripsikan melalui pengukuran dan perhitungan untuk mengetahui keanekaragaman dari suatu jenis dengan melakukan pengujian terhadap karakter morfologi secara umum. Dalam populasi, data morfometrik dapat digunakan untuk menjelaskan persamaan dan perbedaan suatu jenis yang akan identifikasi. Setiap variabel yang diamati umumnya merupakan ekspresi gen yang berinteraksi dengan lingkungan (Manek *et al.*, 2020).

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).

Selain itu kelelawar dapat dibedakan berdasarkan morfologi ukuran tubuh luar, seperti panjang badan, ekor, telinga, sayap lengan bawah, betis, kaki belakang dan berat tubuh. Perbedaan ukuran tubuh pada umumnya bisa diketahui berdasarkan jenis pakannya. Dalam mengetahui jenis kelelawar berdasarkan morfologinya dapat dilakukan dengan identifikasi morfometrik (Ransaleleh *et al.*, 2013).

Adapun 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).

Kelelawar memiliki bentuk morfologi yang unik yaitu disesuaikan untuk terbang, sehingga kelelawar berbeda dengan mamalia lainnya. Sayap kelelawar terdiri dari membran sayap (*potagium*) yang dibentangkan antara tulang-tulang telapak dan jari tengah atau anggota tubuh depan sampai sepanjang sisi samping tubuh dan kaki belakang. Telapak dan jari tangan kelelawar mengalami pemanjangan sehingga berfungsi sebagai kerangka sayap. Sedangkan antara kaki belakang dan ekor membentuk membran *interfemoral* (Prasetyaningrum, 2008). Adapun anatomi atau bagian tubuh kelelawar dapat dilihat pada Gambar 1. (Djuri *et al.*, 2009):



Gambar 1. Anatomi atau Bagian Tubuh Kelelawar (Djuri *et al.*, 2009)

Klasifikasi kelelawar menurut Kunz (1991) adalah:

Kingdom : Animalia
 Phylum : Chordata
 Class : Mamalia
 Infraclass : Eutheria
 Superordo : Laurasiatheria
 Ordo : Chiroptera
 Subordo : *Megachiroptera*
 Microchiroptera

Secara umum, kelelawar merupakan ordo (bangsa) *Chiroptera* yang dibagi menjadi *Megachiroptera* dan *Microchiroptera*. *Megachiroptera* umumnya memiliki ciri yaitu berukuran besar, telinga tidak memiliki tragus atau anti tragus, cakar pada jari sayap kedua umumnya ada dan terdiri dari dua ujung jari. Sedangkan, *Microchiroptera* berukuran kecil, memiliki tragus atau anti tragus, tidak memiliki cakar pada jari sayap kedua dan tidak memiliki tulang jari (Suyanto, 2001). *Megachiroptera* yaitu pemakan buah, terdiri atas satu Famili yaitu *Pteropodidae*, 42 genera, 175 jenis, sedangkan sub ordo *Microchiroptera* yaitu pemakan serangga, terdiri atas 16 Famili, 145 genera dan 788 jenis. Di Sulawesi, sub ordo *Megachiroptera* terdapat 11 genera dan 22 jenis (Flannery, 1995).

Jumlah kelelawar pemakan buah berukuran kecil sekitar 24 genera (57%) dari 42 genera. Anggota jenis ini memiliki lengan bawah sayap kurang dari 70 mm dan

hanya 7 genera (16,7%) dari anggota jenis ini memiliki ukuran lengan bawah sayapnya lebih dari 110 mm (Nowak, 1995). Indonesia memiliki 21% dari jumlah kelelawar yang sudah diketahui di dunia. Setidaknya ada 92 jenis kelelawar tersebar di Kalimantan (Suyanto, 2001) 91 jenis kelelawar tersebar di Papua dengan 19 jenis endemik (Pattiselanno, 2003) dan 21 jenis tersebar di Sulawesi dengan 3 jenis endemik (Bergmans *et al.*, 1988).

Banyaknya jenis kelelawar, membuat tidak mudah untuk mengingatnya. Ciri-ciri pembeda dari setiap jenis kelelawar biasanya terletak pada gigi geligi dan tengkoraknya. Sehingga perlu dilakukan penangkapan, pengawetan dan perbedaan untuk mengenali jenis seekor kelelawar (Suhardjono *et al.*, 2012).

Menurut Suyanto (2001), beberapa karakter yang dipakai untuk identifikasi jenis-jenis kelelawar yaitu:

a) Cakar jari kedua

Ada beberapa jenis kelelawar yang memiliki cakar pada jari kedua, terutama Family Pteropodidae, tetapi kebanyakan kelelawar tidak memiliki cakar jari kedua.

b) Rambut

Pada jenis-jenis kelelawar tertentu rambut sangat jarang atau bahkan gundul, namun ada juga yang rambutnya sangat lebat. Warna rambut dapat membantu dalam identifikasi, walau tidak berlaku untuk semua jenis kelelawar.

c) Selaput Kulit

Selaput kulit yang diperhatikan terutama selaput kulit antara paha. Selaput kulit pada *Microchiroptera* (kecuali Famili Rhinopomatidae) yaitu sangat berkembang, sedangkan untuk selaput kulit pada *Megachiroptera* kurang berkembang. Selaput kulit antara paha ini berlekatan dengan ekor atau tulang ekor. Pelekatan dapat terjadi seluruhnya atau sebagian kecil.

d) Ekor

Memiliki atau tidak adanya ekor juga dapat membantu identifikasi suatu jenis kelelawar.

e) Telinga

Selain ukuran dan bentuk daun telinga, pada bagian telinga yang perlu diperhatikan merupakan tragus dan antitragus. Tragus yaitu suatu bagian yang menonjol dari dalam daun telinga, berbentuk seperti tongkat sedangkan anti tragus adalah bagian yang menonjol dari luar daun telinga, bentuknya bundar atau tumpul.

f) Bentuk Hidung

Pada Beberapa jenis kelelawar mempunyai hidung yang berbentuk tabung sehingga memungkinkan untuk diidentifikasi melalui bentuk hidungnya.

g) Lipatan kulit sekitar lubang hidung (*Noseleaf*)

Jenis kelelawar tertentu, terutama Famili Rhinolophidae dan Hipposideridae memiliki bagian khusus pada wajah, terutama di sekitar lubang hidung yang disebut daun hidung. Pada jenis-jenis kelelawar lain, daun hidungnya sangat sederhana berupa lipatan kulit yang kecil tunggal dan tumbuh di ujung moncong saja.

h) Gigi

Seperti dengan mamalia lainnya, gigi kelelawar terdiri dari dua set gigi sepanjang hidup, yaitu gigi susu dan gigi permanen. Pada kelelawar *Megachiroptera* biasanya memiliki tonjolan yang runcing dan pola permukaan kunyah yang menyerupai huruf (W).

i) Rigi Palatum

Rigi palatum merupakan benjolan kulit pada langit-langit. Terdapat tiga tipe, yang depan berupa garis-garis yang tidak terputus, yang tengah berupa garis-garis yang terputus, dan yang belakang berupa garis-garis yang tidak terputus seperti busur.

j) Penebalan Kulit

Pada beberapa jenis kelelawar memiliki penebalan kulit pada pangkal ibu jari sayap dan pada telapak kaki yang selanjutnya disebut bantalan kulit.

k) Tengkorak

Memiliki ciri pada tengkorak juga penting dalam menentukan jenis kelelawar. Ciri ini yaitu berupa ada atau tidak adanya *processus postorbital*

adalah tonjolan tulang dahi di bagian belakang mata. Tonjolan pada tulang pipi yang disebut *processus zygomaticus postorbital*, dan lekukan garis wajah serta dahi. Ukuran tengkorak juga dapat membantu dalam identifikasi.

l) Panjang ruas jari akhir

Pada anggota genus *Miniopterus* panjang ruas akhir (kedua) jari sayap nomor tiga hampir tiga kali panjang ruas jari pertama.

m) Ukuran tubuh luar

Ukuran tubuh luar dapat membantu dalam identifikasi. Ukuran ini biasanya dalam satuan milimeter dengan melakukan pengukuran morfologi pada kelelawar.

2.1.3 Habitat Kelelawar

Pada umumnya kelelawar beraktivitas pada malam hari, hanya beberapa jenis yang beraktivitas pada siang hari seperti Kalong Enggano (*Pteropus melanotus*) di Pulau Christmas (Suyanto, 2001). Kelelawar memiliki tempat hidup yang beragam, mulai dari celah bambu, rerimbunan dedaunan, gua, gulungan daun (palem atau pisang), kolong atap rumah, terowongan di bawah jembatan, dan lubang-lubang batang pohon baik yang sudah mati maupun yang masih hidup. Kelelawar hidup secara berkoloni. Pada gua-gua di Texas yaitu jenis *Tadarida brasiliensis* membentuk koloni dengan anggota 20 juta individu sedangkan jenis *Chaerephon* yang ditemukan di Kamboja dengan anggota koloni mencapai 1,5-2 juta individu. Daerah jelajah pada setiap jenis kelelawar juga sangat bervariasi, mulai dari 3 km hingga radius 60 km (Nowak, 1995).

Dalam usaha mencari makan dan tempat beristirahat, kelelawar dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya tipe dan ketersediaan area, jumlah koloni, ukuran sayap dan siklus reproduksi. *Microchiroptera* seringkali melakukan aktivitasnya kurang dari beberapa kilometer antara posisi istirahat maupun mencari makan (Jones dan Rydell, 2003). Menurut Winkelmann *et al.* (2000) faktor-faktor yang dapat mempengaruhi keberadaan dan kelimpahan kelelawar pada suatu habitat adalah:

- a) Iklim mikro habitat
- b) Struktur fisik habitat
- c) Ketersediaan pakan dan sumber air

- d) Keamanan dari predator
- e) Ketersediaan sarang
- f) Kompetisi

Kelelawar suka tempat yang dekat dengan air karena berguna dalam pemilihan area beristirahat. Ada sebagian kelelawar pemakan serangga mencari makan seringkali terkonsentrasi tepat di daerah perairan atau daerah pinggiran sungai. Karena sumber air (sungai) memberikan fasilitas minum bagi banyak jenis hewan khususnya kelelawar. Kelelawar sering mengunjungi sumber air karena memiliki nutrisi seperti kalsium dan sodium (Kunz dan Lumsden, 2003). Dalam hal bertahan hidup kelelawar memiliki musuh alami seperti ular sanca, ular hijau, elang, kucing dan burung hantu. Namun kelelawar memiliki ancaman terbesar yaitu kehilangan habitat tempat beristirahat dan tempat mencari makan (Francis *et al.*, 2008).

2.1.4 Masa Reproduksi

Masa bunting kelelawar pada umumnya mencapai 3–6 bulan. Waktu melahirkan adalah sekali dalam satu tahun. Adapun anak yang dilahirkan untuk setiap kelahiran hanya satu, kecuali pada jenis *Larsius borealis* yang dapat melahirkan sampai lima ekor anak. Berat rata-rata bayi yang dilahirkan oleh induk kelelawar mencapai 25–30% dari bobot sang induk. Induk kelelawar pada saat terbang rata-rata mampu menggendong bayinya dengan bobot antara 9,3–73,3% (Suyanto, 2001).

2.1.5 Perilaku Bertengger dan Mencari Makan

Kelelawar adalah satwa liar yang nokturnal, yakni aktif pada malam hari dan beristirahat pada siang hari. Sebagian koloni kelelawar memilih gua sebagai tempat bertengger karena gua menyediakan lingkungan hidup yang teratur dan memiliki sedikit gangguan atas ketenangan satwa ini. Perilaku kelelawar dalam bertengger sangat unik. Kelelawar menyelimuti tubuhnya dengan sayap ketika dingin dan mengibaskan sayapnya jika keadaan panas (Maryati, 2008). Terdapat dua alasan mengenai kelelawar lebih memilih aktif pada malam hari. Pertama, pada siang hari dapat terjadi pengaruh radiasi yang merugikan pada sayapnya jika terkena sinar matahari dan menyerap panas yang berlebihan. Hal ini karena sayap kelelawar hanya berupa selaput kulit tipis dan sangat rentan terhadap sinar matahari. Kedua,

kelelawar telah mengalami proses adaptasi khusus yaitu memiliki indera yang sangat mendukung bagi aktivitas pada malam hari, sehingga dapat menghilangkan persaingan dengan hewan lain seperti burung. Kelelawar sering terlihat makan diatas pohon dan menjatuhkan sisa makanannya ke tanah sedangkan bagi induk yang memiliki anak, maka induk memberikan makan kepada anaknya sebelum induk tersebut makan (Apriandi, 2004).

Beberapa jenis kelelawar hidup secara berkoloni, berkelompok kecil, berpasangan dan bahkan hidup soliter (Maryati, 2008). Jenis-jenis kelelawar memiliki tempat tinggal yang sangat bervariasi, misalnya: *Pteropus alecto* bertengger di pohon, *Myotis muricola* menempati gulungan dedaunan, *Megaderma spasma* menempati lubang pada pohon, *Tylonycteris pachypus* menempati celah-celah pada ruas-ruas bambu, *Eonycteris major* di gua-gua dan *Rhinopoma microphyllum* tinggal di terowongan. Beberapa jenis kelelawar hidup secara berpasangan seperti *Rhinolophus sedulur*, atau dalam kelompok besar seperti *Pteropus vampyrus* (Kunz dan Lumsden, 2003).

Kelelawar gua sebagian besar merupakan sub ordo *Microchiroptera* pemakan serangga dengan ukuran tubuh dan bola mata relatif kecil. Kemampuan penglihatan kelelawar tidak bergantung pada bola mata, tetapi pada kemampuan penala gema (ekolokasi). Ekolokasi adalah suatu kemampuan menangkap pantulan gelombang ultrasonik dari suara kelelawar yang mengenai benda diam ataupun benda bergerak. Ketika terbang, kelelawar mengeluarkan suara berfrekuensi tinggi (ultrasonik) rata-rata 50 Khz. Pantulan suara ultrasonik dapat digunakan untuk memandu arah terbang, mengenali dan melacak posisi mangsa (Suyanto, 2001).

Saat terbang kelelawar memerlukan oksigen yang lebih banyak dibanding pada saat diam, yakni pada saat terbang membutuhkan 24 ml oksigen/gram bobot tubuh sedangkan saat diam membutuhkan 7 ml oksigen/gram bobot tubuh. Denyut nadi pada saat terbangpun berdetak lebih kencang dibanding saat istirahat, yakni 822 kali/menit pada saat terbang dan 522 kali/menit pada saat istirahat. Untuk mendukung kebutuhan akan oksigen yang tinggi, jantung kelelawar berukuran relatif lebih besar dibanding dengan kelompok hewan lain. Jantung kelelawar berukuran 0,09% dari bobot tubuhnya, sedangkan hewan lain hanya 0,05% dari bobot tubuhnya (Suyanto, 2001).

Jenis kelelawar *Rousettus aegyptiacus* menggunakan indra penciuman untuk mendeteksi bau yang dikeluarkan oleh buah masak. Proses pemasakan buah merupakan salah satu proses fermentasi yang menghasilkan etanol, acetaldehyde, dan asam asetat. Konsentrasi etanol yang dimiliki memberikan sinyal ke kelelawar untuk menghindari memakan buah yang terlalu masak (busuk) atau buah yang belum masak (Sanchez *et al.*, 2006).

2.1.6 Wilayah Jelajah

Wilayah jelajah kelelawar bervariasi menurut ukuran tubuh. Rata-rata wilayah jelajah *Macroglossus minimus* di hutan dataran rendah wilayah konservasi Kau, Provinsi Madang, Papua New Guinea adalah $5,8 \pm 4,6$ ha dengan rata-rata areal utama seluas $1,5 \pm 1,3$ ha. Jarak jelajah datar jenis ini mencapai 495 ± 258 m setiap malam. Aktivitas utama *M. minimus* adalah memakan bunga pisang (*Musaceae*) sebagai pakan utamanya. Tempat *roosting* bagi *M. minimus* terletak dalam kisaran $0,5 \pm 0,4$ ha (Winkelman *et al.*, 2003).

Berbeda dengan *M. minimus*, kelelawar *Syconycteris australis* yang hidup di hutan dataran rendah wilayah konservasi Kau, Provinsi Madang, Papua New Guinea memiliki wilayah jelajah berkisar antara 2,7–13,6 ha. Wilayah jelajah *S. australis* jantan tidak berbeda nyata dengan betina. Jarak jelajah jenis ini dapat mencapai 264–725 m (Winkelman *et al.*, 2003). *Dobsonia minor* atau dikenal sebagai *lesser bare-backed bats* dari Famili Pteropodidae di kawasan konservasi Kau Papua New Guinea rata-rata memiliki wilayah jelajah 5,1 ha. Pada ukuran tubuh yang sama maka tidak terdapat perbedaan wilayah jelajah antara jantan dan betina baik pada musim kering ataupun musim lembab. Namun demikian terdapat perbedaan wilayah jelajah berdasarkan ukuran tubuh pada betina. Jarak terjauh yang dapat dicapai oleh *Dobsonia minor* berkisar antara 150–1.150 m (Bonaccorso *et al.*, 2002).

2.2 Peranan dan Fungsi Kelelawar terhadap Ekosistem

Menurut Quesada (2004), biji yang disebarkan oleh kelelawar memiliki tingkat perkecambahan lebih tinggi dibandingkan dengan perkecambahan secara alami atau langsung tanpa bantuan satwa khususnya kelelawar, sedangkan proses penyerbukan kelelawar berperan membawa polen yang menempel di sekitar mulutnya kepada bunga lain yang dikunjungi. Selain berperan penting dalam suatu

ekosistem, masyarakat memanfaatkan daging kelelawar sebagai bahan makanan yang memiliki protein tinggi dan digunakan sebagai obat asma, serta kotoran kelelawar yang sering disebut guano (pospor) banyak diperlukan untuk pertanian tanaman pangan (Walker, 1964).

Kelelawar memiliki peranan penting dalam suatu ekosistem, seperti sebagai penyebar biji tanaman buah-buahan, terutama Family Pteropodidae (kelelawar buah), polinator bunga yang memiliki nilai ekonomis. Daerah jelajah kelelawar yang cukup jauh, pemencaran biji dengan bantuan kelelawar akan meningkatkan variabilitas sifat tumbuhan yang akan meningkatkan kualitas hidup dari tumbuhan tersebut (Suyanto, 2001). Sedangkan keberadaan kelelawar (*Chiroptera*) di ekosistem hutan juga memiliki peran penting dalam proses regenerasi hutan, berperan dalam penyebaran biji, penyerbukan dan Pengendali hayati (Atmoko, 2013). Selain itu kelelawar pemakan serangga merupakan predator dan pengendali biologis serangga yang membantu mengurangi serangan hama pada tanaman pertanian (Marayati, 2008).

Menurut Howell dan Roth (1981) penyerbukan dengan bantuan kelelawar dapat menghasilkan 3.800 biji dari 780.000 bakal biji pertanaman. Oleh karena itu bahwa penyerbukan dengan bantuan kelelawar sangat dibutuhkan. Selain itu penyebaran biji dan penyerbukan dengan bantuan kelelawar akan meningkatkan laju fragmentasi hutan yang jauh lebih tinggi dibanding reboisasi maupun restorasi. Restorasi secara alami dapat dilakukan melalui proses penyebaran biji polinasi dengan bantuan kelelawar. Proses penyebaran biji oleh dua tipe habitat yang berbeda menjadi hal yang penting dalam menentukan komposisi dan struktur vegetasi (Ingle, 2002). Menurut Hodgkinson dan Balding (2003) menyatakan bahwa kelelawar pemakan buah sangat penting dalam komunitas vegetasi karena dalam luasan satu hektar lahan 13,7% diantaranya sangat tergantung pada kelelawar di daerah tropis terdapat 300 tanaman yang pembuahannya dipengaruhi oleh kelelawar pemakan buah atau madu (Satyadharma, 2005).

2.3 Studi Populasi

2.3.1 Definisi

Kelelawar adalah salah satu 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 jenis kelelawar tidak dapat 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 tempat tinggal (*roosting area*). Tempat mencari makan dan tempat tinggal dipengaruhi oleh beberapa faktor, termasuk tipe tempat bertengger, morfologi terbang, mencari makan, ukuran koloni, dan siklus reproduksi. Jarak antara tempat istirahat dan mencari makan sering kali berjauhan beberapa kilometer sehingga sulit mengamati habitat alami kelelawar secara tepat (Kunz dan Lumsden, 2003).

2.3.2 Faktor-faktor yang Berpengaruh terhadap Penyebaran Populasi

Faktor Biotik

Menurut Irwan (2021), Faktor biotik merujuk kepada semua organisme hidup yang membutuhkan makanan serta mempengaruhi suatu ekosistem atau komunitas.

1) Kompetisi

Munculnya organisme lain dapat membatasi distribusi beberapa jenis melalui kompetisi. Kompetisi untuk merebutkan tempat tinggal yang layak di suatu ekosistem. Namun persaingan dapat terjadi antara jenis yang menggunakan sumber daya yang sama dan hidup di tempat yang sama. Jadi, dua jenis tidak perlu terkait erat untuk terlibat dalam kompetisi. Misalnya jenis A tidak ada, jenis B hidup dalam kisaran habitat yang tersedia. Namun kedua jenis tersebut jarang hidup bersamaan dalam suatu habitat.

2) Penyakit dan Parasit

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

3) Alelopati

Dapat dipahami secara luas alelopati sebagai efek berbahaya yang dimiliki satu tanaman pada tanaman lain karena bahan kimia yang dilepaskan pada lingkungan (Willis, 2004). Beberapa organisme dapat meracuni lingkungan untuk jenis lain sebagai bentuk kompetisi, dan racun kimia atau agen *allelopathic*, dapat mempengaruhi distribusi lokal. Interaksi kimia telah dijelaskan dalam berbagai jenis tanaman dan ganggang laut. Namun dalam pengendalian gulma di bidang pertanian *allelopathic* memiliki kepentingan praktis yang besar (Krebs, 2009).

4) Dispersal

Dispersal adalah suatu komponen dinamika populasi yang menjamin kelangsungan dalam waktu panjang pada suatu populasi dan jenis hewan. Dispersal adalah berpindahnya hewan dari tempat kelahiran ke tempat baru untuk hidup dan melanjutkan hidup atau bereproduksi. Perpindahan dalam dispersal adalah perjalanan ke tempat yang tidak akan membuatnya kembali lagi 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.

Faktor Abiotik

Faktor abiotik yaitu dapat berpengaruh terhadap penyebaran populasi yang terdiri dari suhu, cahaya, kelembaban dan iklim. Suhu dan kelembaban adalah faktor utama yang memberikan batasan distribusi terhadap flora dan fauna. Faktor-faktor ini dapat bertindak pada setiap tahap siklus hidup yang dapat mempengaruhi kelangsungan hidup, perkembangan dan reproduksi. Suhu dan kelembaban juga dapat secara tidak langsung membatasi penyebaran populasi organisme pada kemampuan bersaing, resistensi penyakit, predasi, dan parasitisme.

Faktor fisik dan kimia lainnya, seperti cahaya, dan pH juga dapat mempengaruhi penyebaran flora dan fauna (Krebs, 2009). Suatu jenis dapat beradaptasi dengan suhu, kelembaban dan tingkat cahaya secara fenotip atau genotip yang dibatasi oleh iklim.

2.4 Gua

Gua merupakan suatu ruang bawah tanah yang dapat dimasuki oleh manusia dan memiliki sifat yang khas dalam mengatur suhu udara di dalamnya yaitu pada saat udara diluar panas maka di dalam gua akan terasa sejuk, begitupun sebaliknya (Afkani, 2006). Gua tidak terpisahkan dari lingkungan di luar gua. Perubahan yang terjadi di luar gua sangat berpengaruh pada lingkungan dalam gua. Terjadinya perubahan lahan seperti penebangan liar atau penggundulan hutan sangat berpengaruh terhadap ketersediaan guano yang dihasilkan jenis kelelawar serta berpengaruh pada ketersediaan air di dalam gua melalui sistem percelah rekahan, oleh karena itu menyebabkan perubahan kondisi iklim mikro dalam gua dapat berpengaruh pada proses dekomposisi dan perkembangan mikroorganisme yang penting sebagai sumber energi utama dalam gua (Mulyadi, 2016).

Berdasarkan kondisi pembentukannya, gua dibagi menjadi gua lava, gua karst dan gua litoral. Gua lava terbentuk akibat pergeseran permukaan tanah karena gejala aktifnya vulkanologi atau aktivitas gunung api. Gua karst terbentuk dari proses karstifikasi atau pelarutan sedangkan gua litoral terbentuk karena proses erosi dan pengikisan air laut terhadap batuan di sekitar daerah pantai (Afkani, 2006).

Morfologi karst, dapat diartikan sebagai suatu bentuk bentang alam karst (*karst landscape*) yang berkembang di suatu kawasan/formasi batuan karbonat (batu gamping dan dolomit) yang sudah mengalami proses karstifikasi atau pelarutan sampai tingkat tertentu. Kekhasannya dibagi antara fenomena di atas permukaan (*exokarst*) dan fenomena di bawah permukaan tanah (*endokarst*). Exokarst yaitu ditunjukkan dengan adanya menara yang berbentuk kerucut atau bentuk kubah (*tower karst*), lembah (*lokva*), dan dolina (*polje*). Sedangkan endokarst ditunjukkan adanya gua (*cave/rock shelter*) dengan segala bentuk lekukan, teras/jenjang (*bench*), lorong dan sungai bawah tanah serta stalagtit dan stalagmit atau biasa disebut speleothem (Mulyadi, 2016).

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)

2.5 Karakteristik Zona Gua

Deharveng dan Bedos (2000) menjelaskan karakteristik keempat zona gua tersebut yaitu:

1) Mulut Gua

Zona mulut gua masih mendapatkan cahaya matahari dan kondisi lingkungannya seperti temperatur dan kelembaban masih sangat dipengaruhi oleh kondisi perubahan lingkungan karena letaknya masih berada di sekitaran luar gua. Selain itu, mulut gua mempunyai komposisi fauna yang mirip dengan komposisi fauna di luar gua.

2) Zona Peralihan atau Zona Remang-remang

Zona peralihan atau zona remang-remang yang dicirikan dengan kondisi yang sudah gelap namun masih dapat terlihat bekas cahaya yang memantul di dinding gua. Zona peralihan kondisi lingkungan masih dipengaruhi oleh lingkungan luar gua karena masih ditemukan aliran udara sama seperti zona mulut gua temperatur dan kelembaban juga masih dipengaruhi lingkungan luar gua. Komposisi fauna mulai berbeda baik jumlah jenis maupun individu sehingga kelimpahan jenis dan individu lebih sedikit dibandingkan di daerah mulut gua.

3) Zona Gelap

Zona gelap merupakan daerah yang gelap sepanjang masa, kondisi temperatur dan kelembaban mempunyai fluktuasi yang sangat kecil sekali. Pada zona ini jenis fauna yang ditemukan sudah sangat khas dan telah beradaptasi pada kondisi gelap total sehingga fauna yang ditemukan biasanya mempunyai jumlah individu kecil namun mempunyai jumlah jenis yang besar dan hidup berkelompok di dalam gua.

4) Zona Gelap Total

Zona gelap total merupakan zona dimana sama sekali tidak terdapat aliran udara serta kondisi temperatur dan kelembaban mempunyai fluktuasi yang sangat kecil. Biasanya zona ini mempunyai kandungan karbondioksida yang sangat tinggi sehingga jenis fauna yang ditemukan sudah sangat khas yang mampu hidup dan beradaptasi di zona gelap total ini.