# KEANEKARAGAMAN COLLEMBOLA DI KAWASAN KARST MALANG SELATAN

# **SKRIPSI**



**Disusun Oleh:** 

WIDYA PERTIWI H01216018

PROGRAM STUDI BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL
SURABAYA
2020

# PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Widya Pertiwi

NIM : H01216018

Program Studi : Biologi

Angakatan : 2016

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan plagiat dalam penulisan skripsi saya yang berjudul: "KEANEKARAGAMAN COLLEMBOLA DI KAWASAN KARST MALANG SELATAN". Apabila suatu saat nanti terbukti saya melakukan tindakan plagiat, maka saya bersedia menerima sanksi yang telah ditetapkan.

Demikian pernyataan keaslian ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Surabaya, 29 Mei 2020

Yang menyatakan,

Widya Pertiwi NIM. H01216018

78AHF01616645/ 0

# LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Skripsi Oleh

NAMA : Widya Pertiwi NIM : H01216018

JUDUL : Keanekaragaman Collembola Di Kawasan Karst Malang Selatan

Telah diperiksa dan disetujui untuk diujikan.

Surabaya, 28 Mei 2020

Penguji I

Saiku Rokhim, MKKK. NIP. 198612212014031001 Penguji II

Saiful Bahri, M.Si. NIP. 198804202018011002

# PENGESAHAN TIM PENGUJI SKRIPSI

Skripsi Widya Pertiwi ini telah dipertahankan di depan tim penguji skripsi di Surabaya, 29 Mei 2020

> Mengesahkan, Dewan Penguji

Penguji I

Saiku Rokhim, MKKK. NIP. 198612212014031001 Penguji II

Saiful Bahri, M.Si. NIP. 198804202018011002

Penguji III

aa Fitria Firdhausi, M.Si.

NIP. 198506252011012010

Penguji IV

Mei Lina Fitri Kumalasari, STT, M.Kes.

NIP. 198805182014032002

Mengetahui,

Plt. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Sunan Ampel Surabaya

Dr. Hj. Evi Fatimatu Rusydiyah, M.Ag

NIP 197312272005012003



# KEMENTERIAN AGAMA UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL SURABAYA PERPUSTAKAAN

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

# LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

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

| : Widya Pertiwi   |
|---|
| : H01216018   |
| : SAINTEK/BIOLOGI   |
| : widyapertiwi2908@gmail.com  |
| ngan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada<br>Sunan Ampel Surabaya, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya<br>I Tesis   Desertasi  Lain-lain() |
| AMAN COLLEMBOLA DI KAWASAN KARST MALANG   |
|   |
|   |

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

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

Demikian pernyataan ini yang saya buat dengan sebenarnya.

Surabaya, 29 Mei 2020

Penulis

(Widya Pertiwi)

## ABSTRAK

# KEANEKARAGAMAN COLLEMBOLA DI KAWASAN KARST MALANG SELATAN

Gua adalah salah satu bagian komponen dari karst. Pendataan keanekaragaman fauna gua pada kawasan karst di Indonesia masih sedikit atau belum banyak di eksplorasi. Collembola adalah salah satu fauna yang hidup di dalam gua. Peranan Collembola sangat besar dalam perombak bahan organik dalam tanah. Keanekaragaman Collembola di dalam gua Kawasan Karst Malang Selatan belum banyak dikaji. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui Keanekaragaman Collembola Di Kawasan Karst Malang Selatan.Sampel yang diambil adalah Collembola gua dengan tiga titik zona pada empat gua dengan menggunakan teknik Purposive Sampling. Penelitian dilakukan pada 4 lokasi gua yaitu Gua Harta, Gua Krompyang, Gua Prapatan JLS, dan Gua Lowo.Data Collembola yang didapat pada penelitian dianalisis berdasarkan Indeks Keanekaragaman, Indeks Kemerataan, Indeks Dominansi, dan Frekuensi Relatif. Hasil penelitian mendapatkan 5 spesies yang tertangkap diantaranya Folsomia candida, Onychiurus fimetarius, Xenylla orientalis, Ascocyrtus sp., dan Hypogastrura consanguinea. Hasil analisis menunjukkan bahwa Indeks Keanekaragaman Collembola H'=0,46121, Indeks Kemerataan E=0,28656, Indeks Dominansi D=0,81686, Frekuensi Relatif tertinggi adalah spesies Folsomia candida yaitu 100% dan Frekuensi relatif terendah adalah spesies Ascocyrtus sp. yaitu 25%.

Kata Kunci: Karst Malang Selatan, Gua, dan Keanekaragaman Collembola.

## **ABSTRACT**

#### COLLEMBOLA DIVERSITY IN KARST AREA OF SOUTH MALANG

The cave is a component part of karst. The collection of fauna diversity in the karst cave area in Indonesia is still little or not to much explored. Collembola is one of fauna that lives in the cave. The role of Collembola is very large in the overhaul of organic matter in the soil. The diversity of Collembola in the cave of the South Malang Karst Area has not been much studied. This study aims to determine Collembola Diversity in the Karst Area of South Malang. The sample taken was Collembola with three zone points in four caves using the Purposive Sampling technique. The study was conducted at four cave locations, Harta Cave, Krompyang Cave, Prapatan JLS Cave, and Lowo Cave. Collembola data obtained in the study analyzed based on Diversity Index, Evennes Index, Dominance Index, and Relative Frequency. The result of the study found 5 species caught including Folsomia candida, Onychiurus fimetarius, Xenylla orientalis, Ascocyrtus sp., and Hypogastrura consanguinea. The analysis showed that the Collembola Diversity Index H' = 0.46121 Evennes Index E = 0.28656, Dominance Index D = 0.81686, the highest Relative Frequency was the Folsomia candida species that was 100% and the lowest relative frequency was the Ascocyrtus sp. which is 25%.

Key Word: South Malang Karst, Cave, and Collembola Diversity.

# **DAFTAR ISI**

| Halaman Sampul                       | i   |
|--------------------------------------|-----|
| Lembar Persetujuan Pembimbing        | ii  |
| Lembar Pengesahan                    | iii |
| Halaman Pernyataan Keaslian          | iv  |
| Halaman Pernyataan Publikasi         | v   |
| Halaman Motto                        | vi  |
| Lembar Persembahan                   |     |
| Kata Pengantar                       |     |
| Abstrak.                             | x   |
| Abstract                             | xi  |
| Daftar Isi                           | xii |
| Daftar Tabel                         | xiv |
| Daftar Gambar                        | xv  |
| Daftar Lampiran                      | xvi |
| BAB I PENDAHULUAN                    | 1   |
| 1.1 Latar Belakang                   | 1   |
| 1.2 Rumusan Masalah                  | 5   |
| 1.3 Tujuan Penelitian                | 6   |
| 1.4 Manfaat Penelitian               | 6   |
| 1.5 Batasan Masalah                  | 6   |
| BAB II KAJIAN PUSTAKA                | 7   |
| 2.1 Taksonomi Collembola             | 7   |
| 2.2 Morfologi Collembola             | 8   |
| 2.3 Habitat Collembola               | 13  |
| 2.4 Peran Collembola                 | 16  |
| 2.5 Karstifikasi                     | 18  |
| 2.6 Geomorfologi Gua                 | 19  |
| 2.7 Integrasi Keislaman Yang Relevan | 23  |
| BAB III METODE PENELITIAN            | 26  |
| 3.1 Rancangan Penelitian             | 26  |

| 3.2 Tempat dan Waktu Penelitian                            | 26    |
|--|-------|
| 3.3 Alat dan Bahan   | 28    |
| 3.4 Prosedur Penelitian                                    | 29    |
| 3.5 Analisis Data  | 30    |
| BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN                                | 32    |
| 4.1 Data Hasil Tangkapan Collembola                        | 32    |
| 4.2 Indeks Keanekaragaman, Indeks Kemerataan, Indeks Domir | ansi, |
| dan Frekuensi Relatif                                      | 41    |
| 4.2.1 Indeks Keanekaragaman Collembola                     | 41    |
| 4.2.2 Indeks Kemerataan Collembola                         | 46    |
| 4.2.3 Indeks Dominansi Collembola                          | 54    |
| 4.2.4 Frekuensi Relatif Collembola                         | 56    |
| BAB V PENUTUP  | 58    |
| 5.1 Kesimpulan   | 58    |
| 5.2 Saran  | 58    |
| OAFTAR PUSTAKA   | 59    |
| AMPIRAN  |       |

# **DAFTAR TABEL**

| Tabel 3.1 PerencanaanPenelitian                    | 26 |
|--|----|
| Tabel 3.2 Lokasi Penelitian.                       | 27 |
| Tabel 4.1 Tipe Tanah, pH, dan Suhu Tanah.          | 32 |
| Tabel 4.2 Hasil Tangkapan Collembola               | 33 |
| Tabel 4.3 Hasil Perhitungan Indeks Keanekaragaman. | 41 |
| Tabel 4.4 Hasil Perhitungan Indeks Kemerataan.     | 46 |
| Tabel 4.5 Hasil Perhitungan Indeks Dominansi       | 54 |
| Tabel 4.6 Hasil Perhitungan Frekuensi Relatif.     | 56 |

# **DAFTAR GAMBAR**

| Gambar 2.1 Morfologi Dasar Collembola.                        | 9  |
|---|----|
| Gambar 2.2 Macam Bentuk Seta dan Modifikasi seta              | 10 |
| Gambar 2.3 Moncong Tampak Dari Lateral.                       | 10 |
| Gambar 2.4 Susunan Dan Jumlah Oselus (mata) dan Bentuk        |    |
| Organ Pasca-Antena (OPA)                                      | 11 |
| Gambar 2.5 Contoh Bentuk Kuku Tungkai.                        | 12 |
| Gambar 2.6 Ruas-Ruas Abdomen.                                 | 13 |
| Gambar 2.7 Habitus Holotype <i>Arrhopalitesmacronyx</i>       | 14 |
| Gambar 2.8 Spesimen <i>Troglop<mark>ed</mark>etesleclerci</i> | 15 |
| Gambar 2.9 Pit Cave.  | 20 |
| Gambar 2.10 Flank Margin Cave                                 | 21 |
| Gambar 2.11 Banana Hole.                                      | 22 |
| Gambar 2.12 Fracture Cave.                                    | 23 |
| Gambar 3.1 Peta Gua Krompyang.                                | 27 |
| Gambar 3.2 Peta Gua Harta.                                    | 28 |
| Gambar 4.1 Folsomia candida                                   | 35 |
| Gambar 4.2 Onychiurus fimetarius.                             | 37 |
| Gambar 4.3 Xenylla orientalis.                                | 38 |
| Gambar 4.4 Acrocyrtus sp.                                     | 39 |
| Gambar 4.5 Hypogastrura consanguinea.                         | 40 |

# **DAFTAR LAMPIRAN**

| Lampiran 1. Kegiatan Penelitian               | 63 |
|---|----|
| Lampiran 2. Peta Gua Krompyang                | 64 |
| Lampiran 3. Peta Gua Harta.                   | 65 |
| Lampiran 4. Indeks Keanekaragaman Collembola. | 66 |
| Lampiran 5. Indeks Kemerataan Collembola      | 67 |



# BAB I PENDAHULUAN

# 1.1 Latar Belakang

Keberadaan karst di dunia ini tersebar sangat luas, antara lain terdapat di Amerika Selatan, Amerika Utara, Eropa, Afrika (daerah Mediteranean), dan juga di Asia. Fenomena dari karst juga menunjukkan ciri-ciri morfologi yang khas, tergantung dengan daerah masing-masing karst itu terbentuk. Karst Tropika berbeda dengan karst di daerah Subtropika, Arid, Mediteranean, dan wilayah musim yang lain. Perbedaan tersebut dipengaruhi oleh kelembaban udara dan tingkat curah hujan di daerah masing-masing (Kusumayudha. 2018). Karst pada daerah tropis berbeda dengan karst yang meiliki iklim sedang dan kutub disebabkan oleh adanya presipitasi dan evaporasi yang besar. Presipitasi yang besar akan menghasilkan alir permukaan sesaat yang lebih besar, sedangkan evaporasi akan menghasilkan rekristalisasi larutan karbonat yang akan membentuk lapisan keras di permukaan kawasan karst (Adji. 2010). Kawasan karst merupakan daerah dengan bentang alam unik yang terjadi akibat proses pelarutan pada batuan yang mudah terlarut secara umum adalah dari batuan gamping. Proses pembentukan karst menghasilkan berbagai bentuk dari muka bumi yang unik dan menarik (Shofiana. 2016).

Daerah kawasan karst yang ada di Pulau Jawa tersebar pada zona pegunungan selatan, yaitu terbentang dari sebelah barat hingga sebelah timur pulau, tersebar mulai di Jawa Barat, Jawa Tengah, D.I Yogyakarta sampai di Jawa Timur. Kawasan karst secara umum berkembang pada masa Oligosen-Migosen  $\pm$  30-10 juta tahun yang lalu. Karstifikasi dan gua berkembang

sangat baik di sepanjang Pantai Selatan di Jawa Timur terutama Kabupaten Trenggalek, Kediri, Malang, Blitar, Tulungagung, dan juga di Banyuwangi (Shofiana. 2016).

Kabupaten Malang bagian tengah adalah daerah dengan dataran tinggi yang dikelilingi oleh beberapa gunung dan lembah dengan ketinggian sekitar 250-500 meter di atas permukaan laut (mdpl). Kabupaten Malang bagian selatan merupakan daerah perbukitan kapur atau disebut dengan Karst Malang Selatan pada ketinggian 0-650 mdpl. Kabupaten Malang bagian utara merupakan daerah lereng Arjuno-Tengger berada pada ketinggian 600-2700 mdpl, pada bagian timur merupakan daerah lereng Tengger-Semeru, membujur dari utara ke selatan pada ketinggian 500-3600 mdpl, dan bagian barat merupakan daerah lereng Kawi-Arjuno pada ketinggian 500-3.300 mdpl (Susanti dan Ika. 2019). Daerah kawasan karst umumnya memiliki kenampakan gua-gua di dalam kawasan karst. Gua merupakan karakteristik yang khas pada morfologi karst. Kenampakan endokarst khusunya gua terjaga dari aktifitas manusia, karena gua jarang dimasuki manusia sehingga banyak sejarah geologi di dalam gua (Labib dan Agung. 2019).

Gua adalah sebuah rongga pada batuan yang terbentuk karena aktivitas air yang terlarut dan memiliki pembagian ruang atau zona berdasarkan intensitas cahaya yang dapat masuk. Terdapat tiga zona di dalamnya yaitu zona terang dengan intensitas cahaya tinggi, zona remang dengan intensitas cahaya sedang, dan zona gelap yang tidak terdapat cahaya sama sekali (Prasetyo, dkk.2016). Seperti yang sudah dijelaskan oleh Allah pada salah satu Ayat Al-Qur'an yang berbunyi:

# وَ تَرَى الشَّمْسَ إِذَا طَلَعَتْ تَزَاوَرُ عَنْ كَهْفِهِمْ ذَاتَ اليَمِيْنِ وإِذَا غَرَبَتْ تَقْرِضُهُمْ ذَاتَ الشِّيمَالِ وَهُمْ فِي فَجْوَةٍ مِنْهُ ۚ ۚ ذَٰ لِكَ مِنْ آيَاتِ اللَّهِ ۚ مَنْ يَهْدِ اللَّهُ فَهُوَ الْمُهْتَدِةُ وَ مَنْ يُضْلِلْ فَلَنْ تَجِدَ لَهُ وَلِيًّا مُرْشِدًا (^

Artinya: "Dan kamu akan melihat matahari ketika terbit condong dari gua mereka ke sebelah kanan; dan bila matahri itu terbenam menjauhi mereka ke sebelah kiri, sedangkan mereka berada dalam tempat yang luas dalam gua itu. Itu adalah sebagian dari tanda-tanda (kekuasaan) Allah. Barang siapa yang diberi petunjuk oleh Allah, maka dialah yang diberi petunjuk; dan barang siapa disesatkan Allah, maka engkau tidak akan mendapatkan seorang penolong yang dapat memberi petunjuk kepadanya".(QS. Al-Kahfi:17)

Ayat ini ditafsirkan bahwa mereka berada di bagian dalam gua itu di tempat yang luas, terhindar dari sengatan matahari; sebab seandainya sinar matahari mengenai tubuh mereka, tentulah panasnya yang menyengat, membakar tubuh dan pakaian mereka, menurut Ibnu Abbas. Allah telah menunjukkan gua itu kepada mereka yang membuat mereka tetap hidup, sedangkan matahari dan angin masuk ke dalam gua itu agar tubuh mereka tetap utuh (Isma'il. 2003).

Gua yang terbentuk akibat batuan gamping menciptakan sebuah habitat bagi organisme terutama Arthropoda. Arthropoda adalah kelompok takson yang penting di dalam gua karena menjadi salah satu heterotrof utama di dalam tanah berperan untuk mempercepat proses pembusukan dalam tanah (Suheriyanto. 2012). Peran Arthropoda di dalam lingkungan gua juga sangat penting karena berpengaruh besar pada jaring-jaring makanan di dalam gua (Rahmadi dan Yayuk. 2007). Fauna tanah adalah hewan yang hidup di tanah, baik di dalam tanah maupun di permukaan tanah. Fauna tanah adalah salah satu heterotrof utama di dalam tanah, berperan untuk mempercepat proses pembusukan di dalam tanah. Keberadaan fauna di dalam tanah tergantung

pada ketersediaan energi dan sumber makanan untuk keberlangsungan hidup, seperti biomassa dan bahan organik yang berkaitan dengan aliran siklus karbon di dalam tanah. Energi dan hara yang tersedia bagi fauna tanah membuat perkembangan dan aktivitas fauna tanah akan berlangsung secara lancar dan memberikan dampak positif bagi kesuburan tanah (Suheriyanto. 2012).

Salah satu dari Arthropoda yang sangat berperan penting untuk menentukan kondisi tanah adalah Collembola. Collembola adalah hewan mikro yang mempunyai persebaran yang sangat luas. Habitat alami dari Collembola adalah permukaan tanah yang mengandung banyak humus dan serasah (Niwangtika dan Ibrohim. 2017). Collembola berperan di dalam ekosistem secara garis besar dikelompokkan menjadi lima, yaitu pengendali penyakit tanaman akibat jamur, hama tanaman, perombak bahan organik, penyeimbang ekosistem, indikator hayati, dan pengurai bahan beracun (Suhardjono, dkk. 2012).

Kesenjangan pengetahuan terjadi antara kelompok serangga dengan kelompok arthropoda terutama Collembola. Serangga secara umum sebagai hama dan musuh alami, penular penyakit, serta penghasil bahan industri yaitu seperti madu, royal jeli, dan sutera alam. Keanekaragaman Arthropoda terutama Collembola yang ada di Indonesia belum banyak dilakukan penelitian. Laju perubahan ekosistem alami di Indonesia terjadi sangat cepat, karena ada hutan alami yang mengalami perubahan fungsi lahan menjadi pertanian ataupun yang lain. Perubahan ekosistem yang terjadi secara cepat ini

dapat dipastikan membawa dampak negatif terhadap keberadaan dari Collembola (Suhardjono, dkk. 2012).

Pada penelitian yang sudah dilakukan oleh Widyarnes Niwangtika dan Ibrohim pada tahun 2017 tentang Kajian Komunitas Ekor Pegas (Collembola) Pada Perkebunan Apel (*Malus Sylvestris* Mill.) Di Desa Tulungrejo Bumiaji Kota Batu menjelaskan bahwa faktor abiotik berpengaruh terhadap keanekaragaman jenis Collembola dan yang paling berpengaruh adalah kelembaban tanah. Kandungan Nitrogen organik memiliki hubungan terhadap hasil keanekaragaman, kemerataan, dan kekayaan jenis pada Collembola.

Kawasan Malang Selatan adalah lahan kering dengan tingkat kesuburan tanah rendah. Kesuburan tanah rendah disebabkan karenabahan organik yang terkandung dalam tanah rendah (kurang dari 1%) dan kandungan unsur N tanah rendah (Dewi, dkk. 2014).

Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan serta kondisi lingkungan di Kawasan Karst Malang Selatan, maka peneliti tertarik untuk melakukan penelitian Keanekaragaman Collembola di Kawasan Karst Malang Selatan.

## 1.1 Rumusan Masalah

- a. Apa saja jenis Collembola yang menempati gua di Kawasan Karst Malang Selatan?
- b. Bagaimana keanekaragaman Collembola yang menempati gua di Kawasan Malang Selatan ?

# 1.2 Tujuan Penelitian

- Mengetahui jenis Collembola yang menempati gua di Kawasan Karst
   Malang Selatan.
- Mengetahui keanekaragaman Collembola yang menempati gua di Kawasan Karst Malang Selatan.

#### 1.3 Manfaat

- a. Memberikan data atau informasi jenis dan keanekaragaman Collembola yang menempati gua di Kawasan Karst Malang Selatan.
- b. Memberi wawasan kepada penduduk di sekitar lokasi penelitian tentang manfaat Collembola dalam rantai makanan dan lingkungan.
- c. Sebagai penunjang untuk pengembangan penelitian dalam bidang ilmu entomologi lebih lanjut bagi pihak lain yang membutuhkan terkait penelitian ini.

## 1.4 Batasan Penelitian

- a. Penelitian Collembola dari Gua Lowo, Gua Prapatan JLS, Gua Krompyang, dan Gua Harta di Kawasan Karst Malang Selatan
- b. Identifikasi dari penelitian ini penulis menggunakan mikroskop stereo untuk melihat morfologi Collembola yang di dapat dan dengan bantuan buku acuan identifikasi Collembola (Ekor Pegas) (Suhardjono, dkk. 2012).

#### **BAB II**

#### KAJIAN PUSTAKA

#### 2.1 Taksonomi Collembola

Kelas Collembola adalah fauna tingkat takson yang mempunyai empat ordo yaitu Poduromorpha, Entomobryomorpha, Symphypleona, dan Neelipleona. Karakter Collembola yang mudah dilihat adalah terdapat furka atau furkula sebagai organ pelompat seperti ekor pada ujung abdomen. Furka terletak pada bagian ventral ruas keempat abdomen. Pada saat tidak digunakan, furka terlipat di sisi ventral abdomen dan ditahan oleh organ tenakulum terdapat pada bagian ventral ruas ketiga abdomen (Suhardjono, dkk. 2012). Ordo Poduromorpha memiliki tubuh berbentuk gilig. Tiga ruas toraks dan ruas-ruas abdomen dapat dibedakan dengan mudah. Bagian dorsal ruas protoraks berseta. Ruas-ruas abdomen hampir sama panjang dan pada umumnya berseta. Warna tubuh Poduromorpha bervariasi, dari putih, merah sampai biru tua kehitaman. Pada umumnya Ordo Poduromorpha hidup di serasah, humus, atau bahan organik terombak dan tanah (Suhardjono, dkk. 2012).

Ordo Entomobryomorpha memiliki tubuh gilik, langsing dengan ukuran dan warna sangat bervariasi. Ciri utama Ordo Entomobryomorpha adalah pada ruas pertama toraks tanpa seta dan bagian dorsal ruas pertama mereduksi dan tidak mengalami kitiniasi, sehingga dari dorsal hanya mesotoraks dan metatoraks. Jumlah ruas abdomen enam dengan ukuran bervariasi, ruas abdomen IV pada umumnya lebih panjang dari ruas adomen III, kecuali Isotomidae. Pada umumnya mempunyai furkula yang panjang

(Suhardjono, dkk. 2012). Entomobryomorpha mempunyai cakupan habitat yang luas yaitu pada serasah, tanah, dan di bawah pohon maupun vegetasi. Entomobryomorpha mempunyai tubuh yang ramping dan furka (ekor) berkembang baik dan panjang sehingga bergerak aktif (Wahyuni, dkk. 2015).

Ordo Symphypleona memiliki tubuh bulat, pada umumnya ruas-ruas toraks dan abdomen menyatu dan tidak dapat dibedakan, hanya memiliki ruas abdomen VI yang terpisah. Anggota Ordo Symphypleona mempunyai ruas antena empat, hanya beberapa famili atau spesies yang mengalami modifikasi pada ruas antena tertentu. Jumlah oselus mata bervariasi 0+0 sampai 8+8. Warna dan ukuran tubuh Ordo Symphypleona bervariasi tergantung familinya (Suhardjono, dkk. 2012).

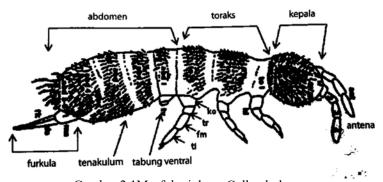
Ordo Neelipleona memiliki bentuk tubuh bulat, kecil, berwarna putih, tanpa mata, dan antena pendek. Ordo Neelipleona adalah kelompok yang memiliki keanekaragaman kecil dan sulit untuk dikoleksi. Ordo Neelipleona memiliki satu famili yaitu Neelidae (Suhardjono, dkk.2012). Ordo Neelipleona memilik kesamaan dengan Ordo Entomobryomorpha dari bentuk retinakulum, jumlah seta pada barisan seta pertama, beberapa perkembangan post embryonal dan struktur genital (Schneider,dkk. 2011).

# 2.2 Morfologi Collembola

Collembola memiliki bentuk muda dan dewasa yang sama dan dianggap sebagai sebagai serangga primitif, karena struktur anggota tubuh Collembola sederhana. Collembola mempunyai tubuh yang kecil dan tidak bersayap, dengan panjang tubuh  $\pm 3$ -6 mm dengan permukaan tubuh berambut

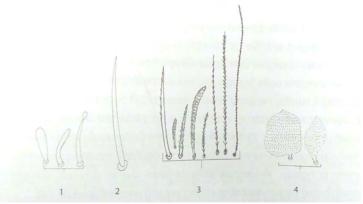
atau licin.Antena mempunyai 4-6 ruas, dapat lebih pendek dari kepala atau lebih panjang dari seluruh tubuh dan memilik saraf internal yang mampu menggerakkan tiap segmen. Di belakang antena terdapat sepasang mata majemuk dan organ menyerupai cincin atau roset yang dikenal sebagai sensor untuk penciuman. Collembola memiliki tipe mulut mengunyah dengan variasi bentuk *maxila* dan *mandibula* antara lain: panjang, runcing seperti *stylet*, genae atau pipi tereduksi, menyatu dengan sisi labium membentuk sebuah lubang kerucut di dalam. Bentuk *thorak* Collembola sama dengan serangga lain, tetapi *protorak* hewan ini telah tereduksi. Bentuk lain yang unik dan tidak dijumpai pada serangga lain adalah abdomennya, terdiri dari 6 ruas, diselimuti oleh oleh seta atau sisik dengan berbagai bentuk (Ganjari. 2012).

Collembola memiliki susunan tubuh yang beruas-ruas yang dibedakan menjadi tiga bagian utama yaitu kepala, toraks, dan abdomen (Gambar 2.1) (Suhardjono, dkk.2012).



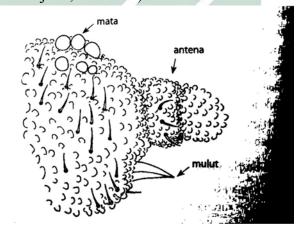
Gambar 2.1Morfologi dasar Collembola Sumber : Suhardjono, dkk. 2012

Morfologi Collembola (Gambar 2.1) dibagi menjadi tiga bagian utama yaitu kepala, toraks, dan abdomen. Ant : antena, to : toraks, abd : abdomen, tv : tabung ventral, man : manubrium, de : dens, mu : mukro, ka : tungkai, ko : koksa, tr : trokanter, fm : femur, dan ti : tibia.



Gambar 2.2 Macam bentuk seta dan modifikasi seta Sumber: Suhardjono, dkk. 2012

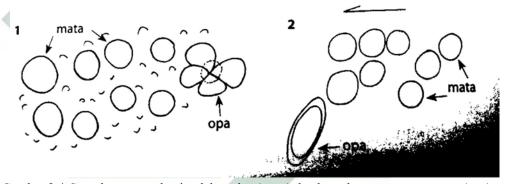
Seta Collembola (Gambar 2.2) terdapat empat macam.1.) Sensilium, 2.) Seta biasa, 3.) Aneka bentuk seta yang bersilia, dan 4.) Sisik.Seta dapat berfungsi untuk menentukan ordo, famili, genus, dan spesies pada Collembola.Setiap kelompok takson (ordo, famili, genus, dan spesies) tertentu memiliki rumus susunan seta. Rumus letak seta Ordo Poduromorpha tidak dapat digunakan untuk Ordo Entomobryomorpha ataupun Symphypleona dan juga sebaliknya. Tata letak seta pada ruas-ruas dorsal abdomen pada umumnya dibuat rumus untuk penentuan pada jenjang famili, genus, dan spesies (Suhardjono, dkk.2012).



Gambar 2.3 Moncong tampak dari lateral Sumber : Suhardjono, dkk. 2012

Bagian mulut Collembola terlindung di dalam rongga mulut oleh karena itu digolongkan ke dalam kelompok entognatus. Mulut Collembola

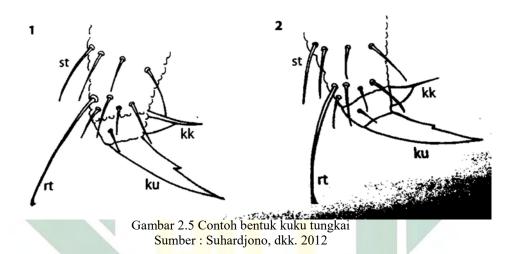
pada umumnya di bagian anterior tubuh. Disebut prognatus apabila sumbu panjang kepala sejajar dengan antena terletak di ujung anterior. Anggota Collembola kebanyakan memiliki tipe mulut pengunyah namun beberapa mengalami modifikasi menjadi mirip pengisap. Bagian-bagian mulut Collembola secara umum terdiri empat bagian yang dapat dibedakan.Bagian mulut yang terdepan adalah larum dan dibelakang labrum terdapat sepasang mandibel yang menutupi sepasang maksila dan hipofarink. Di bagian ventral, maksila ditutup labium yang menyatu dengan pipi (gena). Di bagian sisi mulut terdapat palpus maksila. Pada sisi lateral bagian mulut ditutup oleh lipatan kutikula pleura (Gambar 2.3) (Suhardjono, dkk.2012).



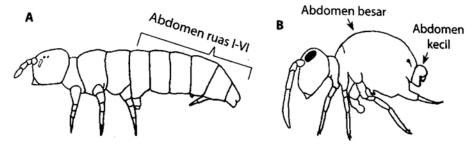
Gambar 2.4 Contoh susunan dan jumlah oselus (mata) dan bentuk organ pasca-antena (opa). Sumber : Suhardjono, dkk. 2012

Collembola hanya mempunyai mata tunggal yang disebut oselus dengan jumlah yang bervariasi 0-8, terletak bergerombol atau terpencar pada sisi kanan dan kiri kepala (Gambar 2.4). Kelompok takson yang jumlah mata 0 artinya tidak memiliki oselus sama sekali. Ciri ini dapat ditemukan umumnya pada Collembola yang hidup di tanah dan gua. Ada beberapa famili seperti Entomobryidae, Isotomidae, dan hampir pada semua Poduromorpha, misalnya beberapa famili seperti Oncopudoridae (*Oncopodura*) dan

Tomoceridae (*Tomocerus*) pradewasa, memiliki organ sensor yang terletak diantara mata dan pangkal ruas Ant 1. Organ sensor ini disebut dengan organ pasca-antena (opa) atau post antennal organ (pao). Bentuk dan ukuran opa bervariasi dapat bulat, lonjong, cakram bertakik ditengah, kipas, dan lamella. Ukuran opa bervariasi, dapat besar dan mudah dikenali, sebesar oselus atau kecil sehingga sulit diamati (Suharjdono, dkk. 2012).



Ruas-ruas tungkai dari pangkal sampai ujung tersusun atas koksa, trokanter, femur, dan tibiotarsus (Gambar 2.5). Beberapa kelompok mempunyai tungkai yang dilengkapi sub-koksa terletak di pangkal ruas koksa. Tibiotarsus berujung sebuah pretarsus yang dilengkapi 1-2 kuku yang berukuran tidak sama. Kuku besar disebut unguis sedangkan kuku kecil disebut unguikulus. Pada bagian ujung tibiotarsus dijumpai satu atau beberapa seta memanjang mengarah ke dorsal dan melewati ujung unguis, seta ini disebut dengan rambut tenen. Bentuk dari rambut tenen bervariasi, ada yang berujung lancip, tumpul, bonggol, atau pipih.Unguis adalah kuku atas yang umum dimiliki oleh Collembola.Bagian dorsal dari unguis berbentuk cembung dan ujungnya meruncing.



Gambar 2.6 Ruas-ruas abdomen Sumber: Suhardjono, dkk. 2012

Collembola mempunyai enam ruas abdomen dengan ukuran hampir sama (Gambar 2.6). Ruas abdomen ke-I sampai IV disebut bagian pregenitalia, ruas ke-V bagian genitalia dan ruas ke-VI disebut pascagenitalia. Colembola memiliki ciri khas mempunyai organ yang disebut tabung ventral (ventral tube), tenakulum/retinakulum (tenaculum/retinaculum), dan furkula (furcula) atau furka (fura), sehingga Collembola dipisahkan dari kelompok Insecta menjadi kelas sendiri.Bentuk, ukuran, dan ketotaksi ketiga organ sangat berguna dalam identifikasi untuk menentukan spesies (Suhardjono, dkk.2012).

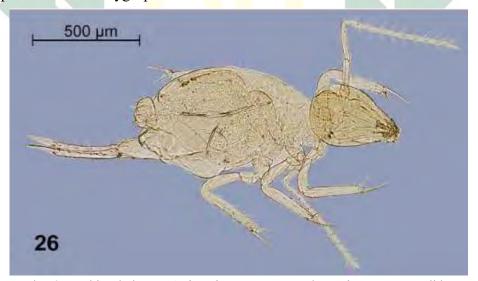
#### 2.3. Habitat Collembola

Collembola dapat hidup di berbagai habitat dari tepi laut atau pantai sampai pegunungan tinggi yang bersalju. Sebagian besar Collembola hidup pada habitat seperti di dalam tanah, permukaan tanah, serasah yang membusuk, kotoran binatang, sarang binatang, dan liang-liang. Habitat yang lain adalah pada vegetasi di atas permukaan tanah lembab dan hangat. Dalam hal ini Collembola dapat dijumpai diantara lembar-lembar lumut, dedaunan, atau ranting-ranting perdu dan serasah yang tertampung pada rumpun pakupakuan yang menempel di batang pohon. Di dalam gua Collembola dapat

dijumpai di bawah batu atau kayu lapuk, di cekungan dinding yang terdapat tanah lembab, celah-celah batu, guano, atau timbunan bahan organik lain (Suhardjono, dkk.2012).

Collembola tanah dibagi menjadi tiga golongan berdasarkan tempat hidupnya menjadi eudafik (Collembola yang permanen hidup di dalam tanah), hemieudafik (Collembola yang hidup di permukaan tanah dan serasah), dan edafik atau atmobiotik (Collembola yang hidup di permukaan dan pada vegetasi (Suhardjono, dkk.2012).

Di Gua Pegunungan Caucasus, Caucasus Barat terdapat dua spesies Collembola troglomorphic dari family Arrhopalitidae Stach, 1956. Yaitu *Arrhopalites macronyx* dan *Troglopalites stygios* yang ditemukan di zona epineustonik dan hygropetrik dari bawah tanah.

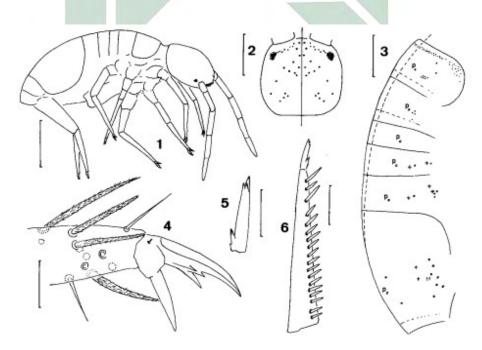


Gambar 2.7 Habitus holotype *Arrhopalites macronyx* pada spesimen preparat slide. Sumber: Vargovitsh. 2012

Arrhopalites macronyx (Gambar 2.7) memiliki antena dua kali panjang kepala, antena IV anulat, tidak terdapat sisik pada seta kepala. Semua cakar panjang, dengan tunika dan gigi bagian dalam, cakar depan dan tengah dua kali lebih pendek dari tibiotarsus. Manubrium 5+5 seta, dens tanpa sisik.

Ujung mukro membulat, lamella luar bergerigi dengan gigi rata, lamella anterior berkembang baik. Abdomen kecil tanpa duri, seta circumanal bersayap dan bergerigi pada dasarnya. Lampiran anal seperti batang, melengkung, dan beraksen apikal (Vargovitsh. 2012).

Di gua Chiang Dao, Selatan Thailand ditemukan empat spesies baru Collembola yaitu *Troglopedetes lecleri, Pseudosinella chiangdaoensis, Coecobrya guanophila*, dan *Coecobrya similis* dari famili Entomobryoidea. *Troglopedeteslecleri* Ditemukan di dekat pintu masuk Gua Chiang Dao, akar, dan tanah (Gambar 2.8).



Gambar 2.8*Troglopedetes leclerci*. 1. Morfologi tubuh keseluruhan, 2. Makroketotaksi kepala atas, 3.Makroketotaksi tergum, 4 tibiotarsus dan praetarsus dari kaki ketiga, 5.Mukro, tampak bawah, 6. Mukro dens, tampak samping.

Sumber: Deharveng. 1990

Troglopedetes leclerci (Gambar 2.8) memiliki panjang tubuh 0,7-1mm. Berwarna putih dengan bintik biru pada setiap mata. Panjang antena 2-2,5 kali dari panjang kepala (Gambar 2.8 (1)). Kaki tanpa sisik. Unguis sedikit panjang (Gambar 2.8.4). Terdapat makroseta pada tubuh dengan pola

(Gambar 2.8 (2) dan gambar 2.8.(3)). Dens (Gambar 2.8 (6)) sedikit meruncing, bagian ventral bersisik, dengan dua baris duri sepanjang dorsal, duri bagian luar lebih besar, tanpa scleroid pada baris bagian dalam, terdapat seta bersilia pendek dan panjang hanya di sepanjang sisi punggung Dens. Mucro memanjang, empat gigi tumpul utama dan tambahan gigi kecil di dasar gigi basal (Gambar 2.8.5) (Deharveng. 1990).

#### 2.4 Peran Collembola di dalam Ekosistem

Peran Collembola secara garis besar dikelompokkan menjadi enam, yaitu:

## a. Pengendali Penyakit Tanaman Akibat Jamur

Collembola memiliki peran sebagai pemakan jamur, Collembola juga dapat dimanfaatkan untuk pengendalian penyakit tanaman pertanian karena serangan jamur (Suhardono, dkk. 2012).

#### b. Hama Tanaman

Jenis Collembola yang dikenal sebagai pengisap cairan akar rerumputan sehingga dikenal sebagai hama adalah *Sminthurus viridis*. *Sminthurus viridis* hanya dapat ditemukan di Australia. *Sminthurus viridis* tidak ditemukan di Indonesia dan belum ada laporan ada jenis-jenis Collembola yang menjadi hama tanaman pertanian (Suhardjono, dkk. 2012).

# c. Perombak Bahan Organik

Collembola berperan sebagai salah satu komponen yang membantu perombakan bahan organik dalam proses menetralisasi. Dalam perombakan bahan organik untuk membentuk tanah, Collembola memiliki peran yang penting di dalam daur nitrogen dan karbon tanah (Suhardjono, dkk. 2012). Collembola bergerak kemana-mana pada saat mencari makan. Jasad-jasad renik menempel pada tubuhnya, sehingga selama pergerakan berpindah tempat, Collembola membantu menyebarkan jasad renik. Penyebaran jasad renik ini merupakan peran Collembola yang penting. Dengan aktifitas penyebaran jasad renik, Collembola membantu memperluas dan mempercepat perombakan bahan organik. Perombakan bahan organik akan berlangsung terus menerus hingga terbentuknya tanah (Rohyani. 2012).

# d. Penyeimbang Ekosistem

Collembola akan menjadi mangsa dari kelompok binatang lain, seperti kumbang, tungau, dan kelompok arthropoda lain seperti Pseudoscorpion, Aranae, dan serangga lain. Collembola menjadi faktor penentu dinamika populasi kelompok pemangsa karena Collembola adalah sebagai mangsa dari para predator (Suhardjono, dkk.2012).

## e. Indikator Hayati

Collembola mendegradasi bahan organik yang menjadi makanannya sehingga kotoran dari Collembola memberi nutrisi dalam tanah (Cahyani, dkk. 2017). Di dalam usus Collembola bersifat asam sehingga mampu mengikat ion-ion logam berat yang terbawa masuk dengan makanan (Suhardjono, dkk. 2012).

## f. Pengurai Bahan Beracun

Pestisida *Dichloro Diphenyl Trichloroethane* (DDT) adalah salah satu bahan kimia yang sudah lama dilarang untuk digunakan karena berahaya bagi kesehatan lingkungan dan manusia. DDT pada umumnya berdampak mematikan fauna tanah, tetapi hasil percobaan membuktikan bahwa *Folsomia candida* tidak terpengaruh oleh pestisida DDT (Suhardjono, dkk.2012).

### 2.5 Karstifikasi

Karst adalah bentang alam pada satuan karbonat yang memiliki bentuk khas berupa bukit, lembah, dolina, uvala, polje, dan sistem gua dan terdapat sungai bawah tanah.Kawasan karst juga terbentuk karena faktor iklim, tektorik, dan litologi (Taslim. 2014). Topografi karst adalah bentang alam yang mudah dikenali oleh masyarakat. Morfologi karst sangat spesifik, terdiri dari serangkaian bukit-bukit yang berbentuk kerucut, kubah, atau tiang. Diantara kubah-kubah karst terdapat cekungan-cekungan seperti mangkok yang berisi air. Karst menyediakan sumber daya alam lain yang berupa flora dan fauna, selain menyimpan air (Handayani.2009).

Kawasan karst terbentuk dari pengaruh struktur geologi akibat proses pelarutan (karstifikasi) batu gamping sehingga membentuk berbagai macam bentukan si luar (*eksokarst*) seperti bukit-bukit menjulang tegak, lembah dolina, terdapat mata air (*resurgence*), ponor/sinkhole, dan bentukan di dalam (*endokarst*) yang dapat ditemui seperti *stalaktit, stalakmit, flowstone* dan sistem sungai bawah tanah (Taslim. 2014).

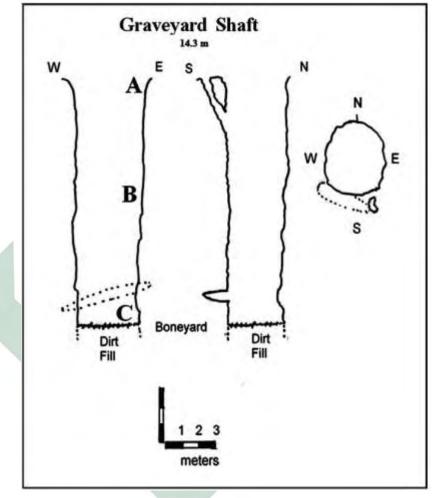
Batuan yang mengandung senyawa karbonat (CO<sub>3</sub>) lebih dari 50% disebut dengan batuan karbonat.Batuan yang digolongkan sebagai batuan karbonat adalah batu gamping, dolomit, dan napal. Sedangkan batuan yang mengandung senyawa karbonat sama dengan 90% disebut batu gamping atau *limestone*. Batu gamping maupun anggota batuan karbonat lain secara umum dapat membentuk bentang alam karst. Semakin besar kandungan senyawa CO<sub>3</sub> maka semakin besar pula peluang suatu batuan untuk mengalami karstifikasi (Kusumayudha.2018).

## 2.6 Geomorfologi Gua

Gua adalah sebuah rongga alami pada batuan, berperan sebagai suatu saluran bagi air untuk mengalir di dalam rongga tersebut. Aliran air di dalam gua dapat merupakan masuknya air permukaan ke bawah permukaan tanah misalnya aliran sungai yang terserap ke bawah (*streamsinks*), atau tempattempat munculnya air dari bawah permukaan tanah keluar, seperti mata air (Kusumayudha.2018). Gua karst pada umumnya bertingkat dengan ukuran kurang dari satu meter hingga ratusan meter persegi dengan bentuk vertikal maupun horizontal. Gua karst hampir semua dihiasi dengan ornamen (*speleothem*) yang beragam mulai dari yang kecil (*helectite*) hingga yang besar (*column*) dengan bentuk dan warna bervariasi (Adji. 2010).

Gua dibagi tiga berdasarkan proses terbentuknya, yaitu *Pit Caves*, *Phreatic Cave*, dan *Fracture caves*. *Pit Caves* adalah gua yang terbentuk dari proses perkembangan ponor yang melebar dan berkembang ke arah vertikal. *Pit Caves* (Gambar 2.9) berasal dari perkembangan shaft secara terus menerus

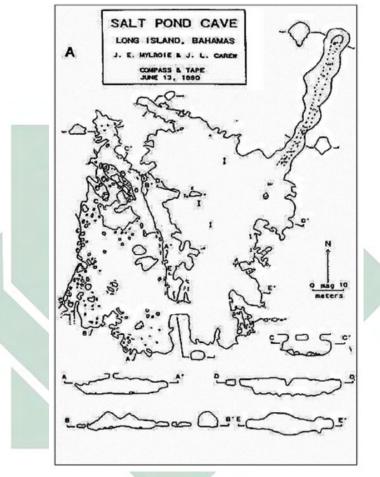
sampai terbentuk suatu sistem *protocave* (Shofiana. 2016). *Pit Caves* adalah hasil dari konsentrasi air meteorik atau curah hujan pada epikarst, yang mengeksploitasi titik lemah pada batuan karbonat yang membuka jalur makroskopik ke bawah permukaan (Moore, Paul J., dkk. 2011).



Gambar 2.9 *Pit Cave* Sumber : Moore, Paul J., dkk. 2011

Phreatic cave (flank margin cave dan banana hole), adalah gua yang berkembang di daerah muka air tanah akibat pelarutan oleh air tanah, kemudian dinding gua runtuh sehingga memiliki mulut gua yang lebar. Flank margin caves (Gambar 2.10) terbentuk dari proses pelarutan pada daerah tepi lensa muka air tanah yang berbatasan dengan muka air laut, proses pelarutan yang terjadi dipengaruhi oleh dua tenaga, yaitu tenaga dari air tanah dan

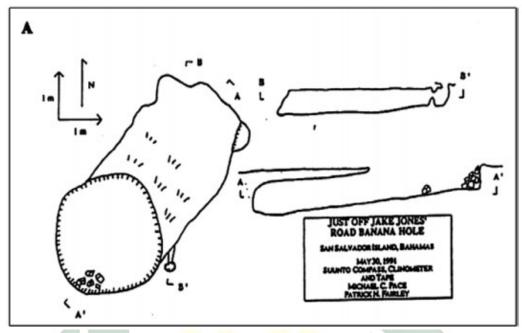
tenaga dari air laut (Shofiana. 2016). *Flank margin caves* menunjukkan kekosongan freatik yang terbentuk sebagai hasil dari pelarutan intens di pantai karbonat pada dataran tinggi dan tepi lensa air tawar yang merupakan hasil dari pencampuran air tawar dan air asin (Moore, Paul J., dkk. 2011).



Gambar 2.10 Flank Margin Cave Sumber: Moore, Paul J., dkk. 2011

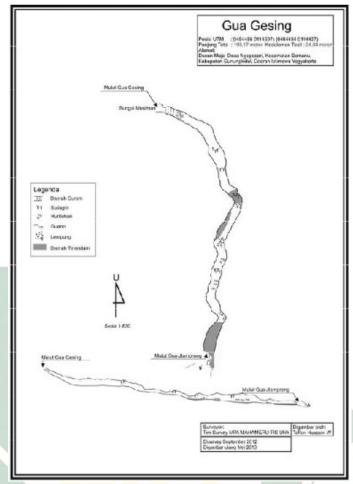
Banana hole (Gambar 2.11) terbentuk dari tenaga pelarutan yang bekerja secara horizontal akibat aliran air tanah (Shofiana. 2016). Banana hole adalah rongga freatik dangkal yang berkembang di sepanjang bagian atas lensa air tawar. Pelarutan terjadi di dataran rendah, sehingga rongga dangkal. Lapisan tipis yang runtuh menghasilkan reruntuhan dengan kedalaman

vertikal terbatas dan jarak horizontal dengan panjang hingga 10 meter (Moore, Paul J., dkk. 2011).



Gambar 2.11 *Banana Hole* Sumber: Moore, Paul J., dkk. 2011

Fracture caves, adalah gua yang terbentuk akibat sesar atau patahan pada zona patahan dan berkembang secara vertikal dan horizontal (Shofiana. 2016).Fracture cave terbentuk karena adanya pelebaran pada lapisan batuan gamping (Ashari. 2013).



Gambar 2.12 Fracture Cave Sumber: Ashari. 2013

# 2.7 Integrasi Keislaman Yang Relevan

Di dalam Al-Quran sudah menjelaskan tentang serangga dan hubungannya dengan ekosistem. Dan juga terdapat sungai bawah tanah yang terdapat di dalam gua-gua yang bermanfaat bagi kehidupan di bumi. Seperti ayat di bawah ini :

#### Artinya

Hingga apabila mereka sampai di lembah semut, berkatalah seekor semut : "Hai semut-semut, masuklah ke dalam sarang-sarangmu, agar kamu tidak diinjak oleh Sulaiman dan tentaranya, sedangkan mereka tidak menyadari".(QS. An-Naml ayat 18)

Allah menciptakan serangga tanah seperti semut yang memegang penting sebagai soil engineer. Litter transformer, soil decomposer, dan predator. Serangga tanah sebagai litter transformer dan soil decomposer melakukan fragmentasi dan degradasi bahan organik seperti tumbuhan, hewa, dan juga feses yang membususk. Dari proses fragmentasi dan degradasi bahan organik akan menghasilkan garam mineral yang digunakan sebagai nutrisi tumbuhan untuk proses pertumbuhan. Proses dekomposisi bahan organik pertama, makrofauna (semut) meremah substansi yang sudah mati, kemudian materi ini akan menjadi feses. Butiran feses yang dihasilkan akan dimakan oleh mesofauna (Collembola) yang akan mengeluarkan feses. Feses selanjutnya dimakan oleh mikrofauna dengan bantuan enzim yang terdapat dalamsaluran pencerna<mark>annya. Pengurai</mark>an akan menjadi sempurna apabila hasil eksresi mikrofauna dihancurkan dan diuraikan oleh mikroorganisme hingga proses mineralisasi. Melalui proses penguraian, mikroorganisme yang sudah mati akan menghasilkan garam-garam mineral yang akan digunakan oleh tumbuhan (Usman. 2017).

ثُمَّ قَسَتْ قُلُوبُكُمْ مِنْ بَعْدِ ذُٰلِكَ فَهِيَ كَالْحِجَارَةِ أَوْ أَشَدُّ قَسْوَةً ۚ وَإِنَّ مِنَ الْحِجَارَةِ لَمَا يَتَفَجَّرُ مِنْهُ الْأَنْهَارُ ۚ وَإِنَّ مِنْهَا لَمَا يَشْفَقُ فَيَخْرُجُ مِنْهُ الْمَاءُ ۚ وَإِنَّ مِنْهَا لَمَا يَهْبِطُ مِنْ خَشْنِيَةِ اللَّهِ ۗ وَمَا اللَّهُ بِغَافِل عَمَّا تَعْمَلُونَ

Artinya: "Kemudian setelah itu hatimu menjadi keras sehingga (hatimu) seperti batu, bahkan lebih keras. Padahal, dari batu-batu itu pasti ada sungai yang (airnya) memancar daripadanya. Ada pula yang terbelah, lalu keluarlah mata air darinya. Dan ada pula yang meluncur jatuh karena takut kepada Allah. Dan Allah tidaklah lengah terhadap apa yang kamu kerjakan". (QS Al-Baqarah ayat 74).

Seperti yang sudah di jelaskan pada Al-Quran Surat Al-Baqarah ayat 74, bahwa di dalam tanah terdapat batuan yang memancarkan air dan ada batuan yang terbelah lalu mengeluarkan mata air, dan ada air yang meluncur jatuh dari batuan itu karena takut kepada Allah. Hal ini membuktikan bahwa di dalam tanah terdapat gua yang mempunyai sungai bawah tanah dan juga terdapat ornamen gua yang memancarkan air dan menyerap air.



#### **BAB III**

#### METODE PENELITIAN

# 3.1 Rancangan Penelitian

Penelitian yang dilakukan adalah jenis penelitian eksploratif dengan penjelasan secara dekriptif. Data yang akan dipelajari adalah data dari pengambilan sampel hasil penangkapan di Kawasan Karst Malang Selatan. Sampel yang diambil adalah Collembola gua dengan tiga titik zona pada empat gua dengan teknik *purposive sampling*. Data yang diperoleh dari pengambilan sampel digunakan sebagai kajian pengembangan informasi yang dapat digunakan untuk memperluas pengetahuan lebih dalam tentang arthropoda tanah terutama Collembola gua.

# 3.2 Waktu dan Tempat Penelitian

# 3.2.1 Waktu Penelitian

Pengambilan data penelitian dilakukan pada bulan November dengan tiga kali pengulangan pada setiap gua alam dalam satu minggu. Adapun waktu penelitian sebagaiamana tabel 3.1.

Tabel 3.1 Perencanaan Penelitian

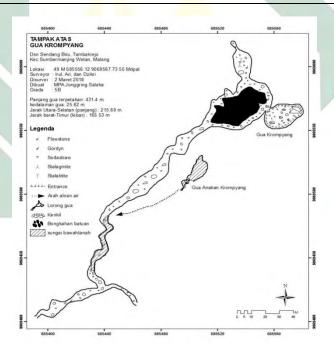
| No. | Kegiatan           | Bula | n (Tahun 2 | 019) |    | Bula | n (Tahun | 2020) |   |
|-----|--------------------|------|------------|------|----|------|----------|-------|---|
| NO. | Regiatan           | 9    | 10         | 11   | 12 | 1    | 2        | 3     | 4 |
| 1.  | Pembuatan proposal |      |            |      |    |      |          |       |   |
|     | skripsi            |      |            |      |    |      |          |       |   |
| 2.  | Seminar Proposal   |      |            |      |    |      |          |       |   |
| 3.  | Pengambilan Data   |      |            |      |    |      |          |       |   |
| 4.  | Pembuatan draft    |      |            |      |    |      |          |       |   |
|     | skripsi            |      |            |      |    |      |          |       |   |
| 5.  | Seminar hasil      |      |            |      |    |      |          |       |   |
|     | penelitian         |      |            |      |    |      |          |       |   |

# 3.2.2 Tempat Penelitian

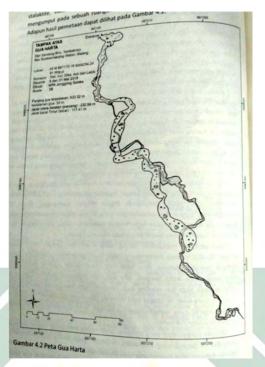
Penentuan lokasi penelitian dengan menggunakan teknik *purposive* random sampling. Penelitian ini dilakukan di dua kecamatan yaitu Gua Lawa dan Gua Prapatan JLS di Kecamatan Bantur serta Gua Harta dan Gua Krompyang di Kecamatan Sumbermanjing wetan (Tabel 3.2).

Tabel 3.2 Lokasi Penelitian

|                    | A            |              |            |             |
|--------------------|--------------|--------------|------------|-------------|
| Kecamatan          | Desa         | Gua          | Latitude   | Longitude   |
|                    |              |              |            |             |
|                    | Tambakrejo   | Harta        | 08°24.971' | 112°41.995' |
| Sumbermanjingwetan | y All y      |              |            |             |
|                    | Tambakrejo   | Krompyang    | 08°24.817' | 112°41.119' |
|                    |              |              |            |             |
|                    | Sumberbening | Prapatan JLS | 07°19.274' | 112°44.271' |
| Bantur             |              |              |            |             |
|                    | Srigonco     | Lowo         | 08°20.714' | 112°33.074' |
| 9                  |              |              |            |             |



Gambar 3.1 Peta Gua Krompyang Sumber : MAPALA Jonggring Salaka



Gambar 3.2 Peta Gua Harta Sumber : MAPALA Jonggring Salaka

Pada Gambar 3.1 dan 3.2 merupakan peta gambar gua yang telah dilakukan oleh pihak Mahasiswa Pecinta Alam (MAPALA) Jonggring Salaka Universitas Negri Malang, sedangkan untuk Gua Prapatan JLS dan Gua Lowo belum dilakukan pemetaan gua.

# 3.3 Alat dan Bahan

- 3.3.1 Alat Penelitian
  - a. Bor tanah
  - b. Kantung plastik
  - c. Alat penelusuran gua standart (coverall, sepatu boot, helm gua, headlamp)
  - d. Alat tulis
  - e. Nampan/baskom

- f. Kuas halus
- g. Pipet tetes
- h. Botol koleksi
- i. Geo Position System (GPS)
- j. Termometer tanah
- k. pH meter tanah

# 3.3.2 Bahan Penelitian

- a. Alkohol 70%
- b. Air

## 3.4 Prosedur Penelitian

# a. Pengambilan Data

Dalam pengambilan data penulis menggunakan metode koleksi Pengambilan Contoh Tanah. Pengambilan Contoh Tanah diambil dengan bor tanah yang berukuran panjang 20 cm dan diameter 4 cm. Sampel tanah yang diambil dengan kedalaman 5 cm. Collembola dipisahkan dari tanah dengan metode pencucian (washing). Tanah dimasukkan ke dalam baskom kemudian diberi air secukupnya dan diaduk-aduk agar tanah hancur dan terlarut. Kemudian ditunggu beberapa saat sampai air menjadi tenang dan Collembola mengapung. Kemudian diambil airnya menggunakan pipet dan diamati dibawah mikroskop stereo (Suhardjono. 2012).

#### b. Identifikasi

Identifikasi menggunakan mikroskop stereo untuk mengamati morfologi tubuh dengan bantuan buku identifikasi Collembola karangan Prof. Dr. Yayuk Rahayuningsih Suhardjono.

#### 3.5 Analisis Data

Data Collembola yang berhasil ditangkap dianalisis menggunakan Indeks Keanekaragaman, Indeks Kemerataan, Indeks Dominansi, dan Frekuensi Relatif.

# 3.5.1 Indeks Keanekaragaman (Shannon-Wienner)

Untuk mengetahui tingkat keanekaragaman Collembola di dalam gua menggunakan Indeks Keanekaragaman Shannon-Wienner sebagai berikut :

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

H': indeks keragaman Shannon-Wiener

Pi: proporsi spesies ke l di dalam sampel total

Ni: jumlah individu dari seluruh jenis

N : Jumlah total individu dari seluruh jenis

(Hasyim. 2009).

#### 3.5.2 Indeks Kemerataan

Indeks kemerataan adalah menyatakan jumlah total individu yang didapat tersebar di dalam setiap spesies. Indeks Kemerataan dinyatakan dalam rumus berikut :

Rumus Evennes

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

Keterangan:

E: Indeks Kemerataan

H': Indeks Keanekaragaman Shannon-Wienner

S: Jumlah Spesies

(Husamah, dkk.2016)

## 3.5.3 Indeks Dominansi

Indeks Berger-Parker adalah ukuran keanekaragaman yang menunjukkan proporsi spesies yang paling berlimpah. Indeks Berger-Parker (d) menggunakan rumus sebagai berikut :

d = Mmax/N

Keterangan:

d : Indeks Dominansi

Mmax : jumlah individu yang paling dominan

N : jumlah total individu semua spesies

(Nunilahwati. 2018)

3.5.4 Frekuensi Relatif

Fr 
$$=\frac{Fi}{\sum F} \times 100$$

Fr: Frekuensi relatif spesies ke i

Fi : Frekuensi untuk spesies ke i

 $\sum F$ : Jumlah total frekuensi untuk semua spesies

(Hasyim, 2009)

#### **BAB IV**

#### HASIL DAN PEMBAHASAN

## 4.1 Data Hasil Tangkapan Collembola

Pada penelitian Collembola di Kawasan Karst Malang Selatan, peneliti mengamati tipe tanah, pH, dan suhu tanah pada masing-masing gua sebagai faktor abiotik yang mampu mempengaruhi kehadiran Collembola. Tipe tanah, pH, dan suhu gua dapat dilihat pada Tabel 4.1

Tabel 4.1 Tipe tanah, pH, dan Suhu Tanah

| Nama Gua         | Tipe Tanah                                   | pH Suhu(°C) |
|------------------|--|-------------|
| Gua Harta        | Kering, keras                                | 6,6 26,7°C  |
| Gua Krompyang    | Sedikit berlumpur                            | 6,2 26,9°C  |
| Gua Prapatan JLS | Basa <mark>h, b</mark> ebatuan               | 6,1 26,9°C  |
| Gua Lowo         | Bas <mark>ah,</mark> ber <mark>lumpur</mark> | 5.5 27°C    |

Pada Tabel 4.1 dijelaskan bahwa pada Gua Harta, Gua Krompyang, Gua Prapatan JLS, dan Gua Lowo mempunyai tipe, pH, dan suhu yang berbeda. Gua Harta mempunyai tipe tanah kering dan keras dengan pH ratarata 6,6 dan suhu rata-rata 26,7°C. Gua Krompyang mempunyai tipe tanah sedikit berlumpur dengan pH rata-rata 6,6 dan suhu rata-rata 26,9°C. Gua Prapatan JLS mempunyai tipe tanah basah dan bebatuan dengan pH rata-rata 6,1 dan suhu rata-rata 26,9°C. Gua Lowo mempunyai tipe tanah basah dan berlumpur dengan pH rata-rata 5,5 dan suhu 27°C.

Faktor lingkungan penyusun habitat menjadi faktor menonjol yang berpengaruh terhadap kehadiran dan pemilihan tempat hidup Collembola (Husamah, dkk. 2016). Kehadiran Collembola tergantung terhadap keadaan

tanah di sekeliling Collembola, sedangkan keadaan tanah terpengaruh oleh iklim dan curah hujan. Curah hujan yang tinggi dan banyaknya jumlah hari hujan pada suatu tempat tentunya akan lebih berpengaruh terhadap kondisi tanah (Suhardjono, dkk. 2012).

Suhu maksimal untuk mendukung kehidupan Collembola adalah 34°C sedangkan suhu minimal adalah -50°C (Jatiningsih, dkk. 2018). Umur Collembola dapat menjadi dua kali lipat pada suhu 15°C dibandingkan dengan lingkungan bersuhu 21°C dan produksi telur sekitar 30% lebih besar (Hopkin. 1997). Pernyataan ini menunjukkan bahwa lingkungan tanah dengan suhu di atas 21°C akan sangat memperlambat pertumbuhan Collembola tanah dan hidup dalam jangka waktu pendek meskipun Collembola dapat bertahan hingga suhu 34°C. Suhu yang tinggi pada keempat Gua di Kawasan Karst Malang Selatan menyebabkan Collembola yang ditemukan dalam jumlah yang rendah serta hanya terdapat lima spesies yang bertahan, yaitu *Xenylla orientalis, Hypogastrura consanguinea, Onychiurus fimetarius, Folsomia candida,* dan *Ascocyrtus sp.* 

Hasil penelitian Collembola Gua di Kawasan Karst Malang Selatan yang dilakukan mendapatkan 5 spesies dengan jumah individu yang berbeda. Collembola yang berhasil didapatkan dapat dilihat pada Tabel 4.2

Tabel 4.2 Hasil Tangkapan Collembola

| Famili          | Species                      | Jur | nlah Ind | ividu y | ang |  |
|-----------------|------------------------------|-----|----------|---------|-----|--|
| Ганнн           | Spesies                      |     | Tertar   | ngkap   | kap |  |
|                 |                              | a   | b        | С       | d   |  |
| Hypogastruridae | Xenylla orientalis           | 4   | 2        | 1       | -   |  |
|                 | Hypogastrura<br>consanguinea | -   | 22       | 6       | -   |  |
| Onychiriuridae  | Onychiurus fimetarius        | 53  | 187      | 25      | 16  |  |
| Isotomidae      | Folsomia candida             | 2   | 3        | 19      | 3   |  |

| Entomobyidae | Ascocyrtus sp. | -  | l   | -  |    |
|--------------|----------------|----|-----|----|----|
| Tota         | l Individu     | 59 | 215 | 51 | 19 |

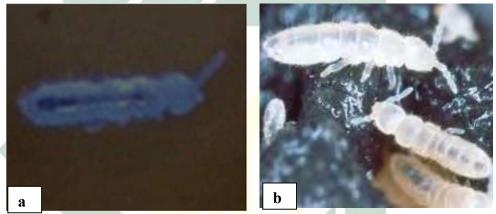
Keterangan : a. Gua Harta, b. Gua Krompyang, c. Gua Prapatan JLS, d. Gua Lowo

Berdasarkan hasil penelitian di Gua Kawasan Karst Malang Selatan (Tabel 4.2) diperoleh 4 famili, 5 genus, 5 spesies, dengan total 344 individu. Spesies yang ditemukan antara lain adalah *Xenylla orientalis* berjumlah 7 individu, *Hypogastrura consanguinea* berjumlah 28 individu, *Onychiurus fimetarius* berjumlah 281, *Folsomia candida* berjumlah 27 individu, dan *Ascocyrtus sp.* berjumlah 1 individu.

Pada Tabel 4.2 menunjukkan bahwa spesies Onychiurus fimetarius adalah spesies yang paling banyak ditemukan dengan jumlah 53 individu di Gua Harta, 187 individu di Gua Krompyang, 25 individu di Gua Prapatan JLS, dan 16 individu di Gua Lowo.Menurut Widrializa (2016) pH tanah berpengaruh terhadap perkembangan fauna tanah. Selain itu, pH tanah dapat menimbulkan stres pada hewan secara langsung maupun tidak langsung. Efek dari stres yang dialami Collembola dapat mempengaruhi proses reproduksi Collembola. Ketika pH tanah meningkat hingga 7.3 maka konsentrasi Cadmium (Cd) pada air pori menurun, sehingga reproduksi Collembola meningkat terutama spesies Folsomia candida. Collembola mempunyai toleransi pH yang luas untuk bertahan hidup dengan lingkungan yang memiliki pH 2 hingga 9.Collembola mampu beradaptasi dan beraktivitas dengan kondisi tanah yang ekstrim seperti pada kondisi serasah maupun mikrohabitat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa spesies Onychiurus fimetarius banyak ditemukan di Gua Harta, Gua Krompyang, dan Gua Prapatan JLS karena ketiga gua memiliki pH tanah yang hampir optimal sehingga sesuai untuk perkembangan hidup *Onychiurus fimetarius*, sedangkan di Gua Lowo pH rendah yaitu 5,5. Sesuai dengan pernyataan Suhardjono, dkk. 2012 bahwa pH yang rendah akan memberikan dampak pada perkembangan, reproduksi, pertumbuhan, dan sintasan Collembola. Tanah dengan pH yang rendah akan merusak keseluruhan komunitas *Onychiurus*.

## Deskripsi Spesies Hasil Tangkapan





Gambar 4.1 *Folsomia candida*Sumber : a. Dokumentasi Pribadi. 2019 (Perbesaran 5x), b. Checklist Of Collembola

Kingdom: Animalia

Kelas : Collembola

Ordo : Entomobryomorpha

Famili : Isotomidae

Genus : Folsomia

Spesies : Folsomia candida

Folsomia candida berukuran kurang lebih 4 mm, berbentuk silinder memanjang, putih dengan seta halus.Kepala dilengkapi organ pasca antena (OPA) berbentuk lonjong, tanpa lekukan di tengah.Tepi labrum rata, Furkula pendek (Suhardjono, dkk. 2012). Folsomia candida termasuk ke dalam

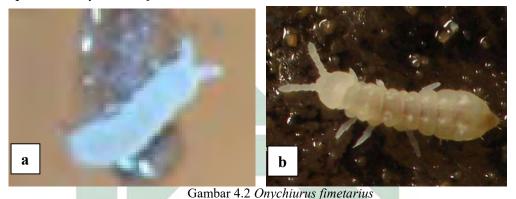
collembola eudafic tanpa memiliki mata dan pigmen tubuh. *Folsomia* candida memiliki sebuah furca yang dapat melompat satu sentimeter atau lebih ketika merasa terganggu. *Folsomia candida* sudah ditemukan di sebagian besar wilayah geografis di dunia kecuali Afrika dan India (Hopkin, 1997).

Folsomia candida untuk wilayah Indonesia dapat ditemukan di Jawa dan Sulawesi (Suhardjono, dkk. 2012). Folsomia candida sering ditemukan di gua-gua. Kemampuan hidup pada Folsomia candida berbeda-beda tergantung wilayah. Pada populasi yang dikembangbiakan di laboratorium dengan suhu 21°C, rata-rata Folsomia candida betina hidup 140 hari (maksimal 190 hari) dan melewati sebanyak 38 instar (Hopkin, 1997). Folsomia candida termasuk ke dalam hewan troglopil atau kelompok biota yang hidup di dalam gua, tanah, dan lingkungan yang cocok di luar gua. Di Gua Kazumura Hawaii Volcano National Park ditemukan Folsomia candida zona gelap dengan jarak 1.220 m dari pintu gua, 5.020 dari kaki gua, 1.530 m pada zona remang dan zona transisi. Folsomia candida juga ditemukan di Gua Koloa, Kauai di dalam akar yang sudah membusuk pada zona gelap (Bellinger dan Kenneth, 1974).

Folsomia candida termasuk ke dalam Famili Isotomidae, Famili Isotomidae adalah famili yang paling banyak ditemukan di lingkungan karena memiliki peranan sebagai dekomposer yang efektif. Folsomia candidayang memiliki peran sebagai dekomposer sangat membantu dalam siklus nutrien dalam tanah.Famili Isotomidae juga diketahui tidak terpengaruh dengan kondisi lingkungan. Kemampuan adaptasi famili Isotomidae sangat tinggi,

sehingga menyebabkan jumlah Famili Isotomidae lebih banyak ditemukan dan bisa menjadi famili yang mendominasi suatu lingkungan (Widrializa. 2016).

Spesies 2. Onychiurus fimetarius



Sumber : a. Dokumentasi Pribadi. 2019 (Perbesaran 5x), b. Checklist Of Collembola

Kingdom: Animalia

Kelas : Collembola

Ordo : Poduromorpha

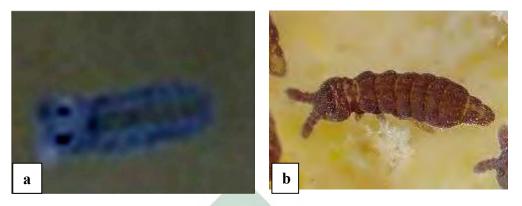
Famili : Onychiruidae

Genus : Onychiurus

Spesies : Onychiurus fimetarius

Onychiurus fimetarius berbentuk gilik, berwarna putih, ukuran panjang 0,8 mm, bagian tubuh belakang berbentuk bulat, tidak memiliki mata, permukaan tubuh granulat. Antena pendek dan tidak memilik furkula (Suhardjono, dkk. 2012). Onychiurus fimetarius di Indonesia dapat ditemukan di Sumatera dan Jawa. Onychiurus fimetarius mudah ditemukan di pada tanah humus yang lembab.

Spesies 3. Xenylla orientalis



Gambar 4.3 *Xenylla orientalis* Sumber : a. Dokumentasi pribadi. 2019 (Perbesaran 5x), b. Checklist Of Collembola

Kingdom: Animalia

Kelas : Collembola

Ordo : Poduromorpha

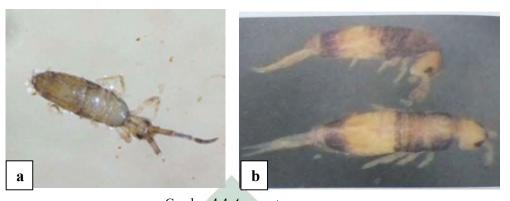
Famili : Hypogastruridae

Genus : Xenylla

Spesies : Xenylla orientalis

Xenylla orientalis berbentuk gilik dengan ukuran panjang 0,65-0,85 mm, berwarna biru gelap, permukaan granulat, memiliki seta pendek dan halus. Tidak memilik organ pasca antena (OPA).Furkula pendek.Xenylla orientalis baru ditemukan di daerah Jawa. Xenylla orientalis mudah ditemukan di serasah maupun tanah di hutan, juga dapat ditemukan di dalam guano.

Spesies 4. Acrocyrtus sp.



Gambar 4.4 *Acrocyrtus sp.*Sumber : a. Dokumentasi Pribadi. 2019 (Perbesaran 5x), b. Checklist OfCollembola

Kingdom: Animalia

Kelas : Collembola

Ordo : Entomobryomorpha

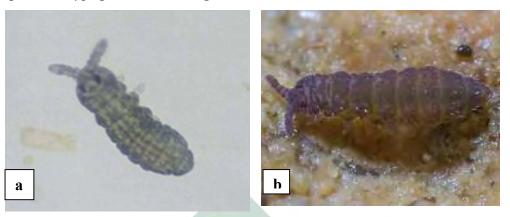
Famili : Entomobryidae

Genus : Ascocyrtus

Spesies : Ascocyrtus sp.

Ascocyrtus sp. Tidak memilik organ pasca antena (OPA). Mempunya empat ruas antena. Tubuh memiliki sisik hialin, bulat, dan gergaris-garis tipis. Ascocyrtus sp. tersebar luas di Indonesia, khususnya di Maluku, Timor, Papua, Lombok, Sumatera, Sulawesi, dan Jawa (Suhardjono. 2012). Ascocyrtus sp. dapat ditemukan di habitat gua dan lahan pertanian (Suhardjono, dkk. 2012). Ascocyrtus sp. adalah hewan kosmopolitan di dalam gua-gua terutama di dalam guano. Dapat ditemukan di dalam zona gelap atau di dalam guano (Moseley. 2009). Ascocyrtus sp. juga dapat ditemukan di daerah pemukiman dan lahan pertanian (Husamah, dkk. 2016).

Spesies 5. Hypogastrura consanguinea



Gambar 4.5 *Hypogastrura consanguinea* Sumber : a. Dokumentasi Pribadi. 2019 (Perbesaran 5x), b. Checklist Of Collembola

Kingdom: Animalia

Kelas : Collembola

Ordo : Poduromorpha

Famili : Hypogastruridae

Genus : *Hypogastru*ra

Spesies : *Hypogastrura consanguinea* 

Hypogastrura consanguinea berbentuk gilik, granulat, berwarna abuabu tua, berukuran panjang hingga 1 mm. Memiliki organ pasca antena (OPA). Furkula berkembang dengan baik. Seta-seta tubuh halus (Suhardjono, dkk. 2012). Abdomen ke empat memanjang dengan terdapat seta.Margin distal dari labrum terdapat pembengkakan, apikal yang luas dan membulat (Mandal dan Javier. 2019). Hypogastrura consanguinea ditemukan di daerah Jawa dan Timor. Hypogastrura consanguinea dapat ditemukan di permukaan tanah terutama di serasah, humus, atau tanah yang lembab. Hypogastrura consanguinea banyak menghuni di lantai hutan yang lembab.

# 4.2 Indeks Keanekaragaman, Indeks Kemerataan, Indeks Dominansi, dan Frekuensi Relatif

## 4.2.1 Indeks Keanekaragaman Collembola

Komposisi Collembola di Gua Kawasan Karst Malang Selatan hampir sama berdasarkan spesies yang ditemukan. Pada penelitian ini Collembola yang ditemukan di zona terang, zona remang, dan zona gelap di Gua Harta, Gua Krompyang, Gua Prapatan JLS, dan Gua Lowo dapat diidentifikasi hingga tingkat spesies.

Tabel 4.3 Hasil Perhitungan Indeks Keanekaragaman

| Nama Gua                    | H'      |
|-----------------------------|---------|
| Gua Harta                   |         |
| Gua Krompya <mark>ng</mark> | 0,46121 |
| Gua Prapatan JLS            |         |
| Gua low <mark>o</mark>      |         |

Nilai Indeks Keanekaragaman spesies (Shannon Wienner) (Tabel 4.3) digunakan untuk mengetahui tingkat keanekaragaman spesies pada suatu daerah (Hasyim. 2009). Nilai Indeks Keanekaragaman (Shannon Wienner) memiliki kategori yaitu H'>3= keanekaragaman spesies tinggi, H'1≤H'≤3 = keanekragaman spesies sedang, dan H'<1 = keanekaragaman spesies rendah (Nunilahwati dan Khodijah. 2014). Agregasi Collembola dipengaruhi dua faktor yaitu kondisi lingkungan yang mendukung serta faktor internal berupa hormonal (Hopkins. 1997). Tingkat kematian Collembola akan menjadi lebih tinggi pada musim kemarau, karena Collembola tidak tahan dengan kekeringan. Collembola peka terhadap perubahan kelembaban tanah baik yang terjadi di atas permukaan tanah maupun di dalam tanah. Perubahan suhu yang terjadi di sekitar tempat hidup, Collembola akan berpindah tempat ke

lapisan tanah lebih dalam untuk mencari perlindungan untuk mempertahankan diri (Suhardjono, dkk. 2012).

Pada penelitian Collembola di Kawasan Karst Malang Selatan menghasilkan Indeks keanekaragaman H'=0,46121. Hasil indeks keanekaragaman menunjukkan bahwa keanekaragaman spesies Collembola di Kawasan Karst Malang Selatan termasuk ke dalam kategori rendah.Indeks Keanekaragaman rendah dikarenakan pada saat pengambilan sampel di Kawasan Karst Malang Selatan belum turun hujan, selain itu terdapat beberapa faktor yang mengganggu habitat Collembola seperti pembakaran lahan untuk alih fungsi lahan, pembuangan sampah rumah tangga di lingkungan gua, dan penebangan pohon untuk menjadi jalan raya yang sedang dibangun. Habitat yang terganggu tersebut menyebabkan keanekaragaman Colle<mark>mb</mark>ola rendah dan hanya lima spesies saja yang dapat ditemukan. Sesuai dengan penelitian Husamah, dkk. (2016) yang menunjukkan bahwa pembatasan aktivitas dan ruang gerak serta menjadi mangsa oleh binatang predator lain mengakibatkan populasi Collembola menjadi sedikit. Ekosistem yang terganggu atau tidak stabil oleh aktivitas alam maupun aktivitas manusia mengakibatkan keanekaragaman Collembola lebih rendah daripada di daerah yang tidak terganggu.

Pada lampiran 4 terdapat perbedaan nilai keanekaragaman (H') Collembola pada setiap gua, Gua Harta H'= 0,19974, Gua Krompyang H'= 0,16524, Gua Prapatan JLS H'= 0,07925, dan Gua Lowo H'= 0,01698. Indeks keanekaragaman (H') yang tertinggi terdapat pada Gua Harta dan Indeks keanekaragaman (H') yang terendah terdapat pada Gua Lowo. Indeks

keanekaragaman Collembola di Gua Harta lebih tinggi daripada Gua Lowo dikarenakan di dalam Gua Harta memiliki ketersediaan makanan yang berasal dari kotoran hewan yang lain lebih banyak dan tekstur tanah yang lebih disenangi oleh Collembola daripada ketersediaan makanan dan tekstur tanah di dalam Gua Lowo. Menurut Suhardjono, dkk. (2012) kehadiran Collembola tegantung terhadap keadaan tanah di sekeliling Collembola, sedangkan keadaan tanah terpengaruh oleh iklim dan curah hujan. Curah hujan yang tinggi dan banyaknya jumlah hari hujan pada suatu tempat akan berpengaruh terhadap kondisi tanah.

Berdasarkan penelitian Husamah, dkk. (2016) di sepanjang Daerah Aliran Sungai (DAS) Brantas Hulu Kota Batu pada habitat hutan memiliki keanekaragaman Collembola H= 2,78, pada habitat pertanian H= 1,16, dan pada habitat pemukiman H= 2,42. Nilai keanekaragaman yang dihasilkan menunjukkan bahwa habitat hutan lebih subur dibandingkan dengan habitat pertanian dan pemukiman untuk lebih mendukung kehidupan Collembola. Menurut Suin (2012) keanekaragaman hewan tanah lebih tinggi di hutan dibandingkan dengan keanekaragaman hewan tanah yang berada di daerah yang terbuka. Komposisi hewan tanah yang berada di hutan dan ladang atau pertanian tidak sama karena perbedaan kandungan C-organik tanah. Hewan tanah merupakan komponen biotik pada ekosistem tanah yang bergantung pada lingkungan tempat hidup. Perubahan pada lingkungan akan mempengaruhi kehadiran hewan dan perubahan faktor fisika-kimia tanah berpengaruh terhadap kehadiran jenis. Keanekaragaman hewan tanah menjadi

lebih rendah pada daerah yang terganggu daripada daerah yang tidak terganggu.

Hasil penelitian keanekaragaman Collembola gua di Kawasan Karst Malang Selatan menunjukkan hasil yang rendah karena meskipun lokasi gua berada di dalam hutan, gua yang menjadi tempat penelitian kering karena belum terjadi hujan di daerah Malang Selatan.Kandungan organik yang berada di dalam gua dan di bawah hutan sangat berbeda, sehingga ketersediaan makanan yang menjadi faktor utama penentu keanekaragaman hewan di dalam gua sangat sedikit. Pada saat pelaksanaan penelitian pada lingkungan keempat gua terganggu oleh faktor manusia. Pada lingkungan Gua Harta terdapat pembakaran lahan yang dilakukan oleh pemilik lahan, pada lingkungan Gua Krompyang tepatnya di depan mulut gua menjadi tempat pembuangan sampah rumah tangga, di samping Gua Prapatan JLS terdapat perbaikan jalan untuk pembangunan Jalan Lintas Selatan, dan di dalam Gua Lowo sendiri kelelawar yang ditemukan hanya sedikit. Gangguan pada lingkungan keempat gua yang mengakibatan keanekaragaman Collembola rendah dan hanya lima spesies yang dapat ditemui.

Terdapat hadist yang menjelaskan tentang larangan untuk melakukan perbuatan yang mudharat atau berbahaya dan yang dapat merusak lingkungan, seperti yang tertera di bawah ini :

Dari Abu Sa'id, Sa'ad bin Sinan Al Khudri Radhiallahuanhu, sesungguhnya Rasulullah Shallallahu'alaihi wasallam bersabda :"Tidak boleh melakukan perbuatan (mudharat) yang mencelakakan diri sendiri dan orang lain". (HR. Imam Nawawi Nomor 32).

Hadist Riwayat Iman Nawawi Nomor 32 diatas menunjukkan bahwa kita sebagai manusia tidak boleh melakukan perbuatan (mudharat) atau berbahaya yang dapat mencelakakan diri sendiri dan orang lain termasuk juga pada lingkungan. Kerusakan lingkungan sangat berpengaruh terhadap kelangsungan seluruh makhluk hidup yang berada di muka bumi, apabila terjadi kerusakan di atasnya maka akan mengganggu kelangsungan makhluk hidup dan mengganggu rantai makanan yang berada di bumi. Menurut Suwondo (2006) sebagian Collembola mampu berinteraksi dengan faktor lingkungan pada habitat hidup Collembola. Husamah, dkk (2016) mengungkapkan bahwa faktor lingkungan yang dapat menentukan struktur komunitas Collembola karena pada komunitas itu Collembola saling berinteraksi dengan hewan lain. Interaksi tersebut yang menyebabkan rantairantai makanan yang lebih panjang dan lebih banyak simbiosis, interaksi yang lebih besar dari Collembola dengan hewan lain akan mengurangi gangguan. Perbedaan keanekaragaman Collembola pada suatu habitat menunjukkan tingkat toleransi Collembola terhadap lingkungan hidup. Menurut Suhardjono, dkk (2012) Faktor lingkungan utama yang menentukan habitat Collembola adalah lingkungan fisik dan lingkungan biotik. Lingkungan fisik adalah segala sesuatu yang tidak menyangkuta langsung dengan organisme hidup atau yang secara umum disebut dengan faktor-faktor abiotik. Faktor abiotik yang berpengaruh terhadap kehadiran Collembola adalah suhu, kelembaban, air, tanah, kebakaran, banjir, polusi, dan gunung api di lingkungan Collembola. Lingkungan biotik adalah semua kehidupan yang berada di sekitar Collembola yang berpengaruh terhadap kehidupan Collembola. Faktor biotik yang berpengaruh terhadap kehadiran Collembola adalah vegetasi, musuh alami, persaingan, dan pakan. Collembola adalah hewan tanah yang menjadi perombak organik di dalam tanah, sehingga apabila terjadi kerusakan pada habitatnya maka akan mengganggu rantai makanan yang berada di atasnya.

#### 4.2.2 Indeks Kemerataan Collembola

Indeks Kemerataan Collembola dihitung dengan menggunakan rumus Indeks Kemerataan. Indeks kemerataan digunakan untuk menyatakan jumlah total individu yang tersebar di dalam setiap spesies. Hasil perhitungan Indeks Kemerataan Collembola dapat dilihat pada Tabel 4.4

Tabel 4.4 Hasil Perhitungan Indeks Kemerataan

| Nama Gua                    | Е       |
|-----------------------------|---------|
| Gua Harta                   |         |
| Gua Krompy <mark>ang</mark> | 0,28656 |
| Gua Prapatan JLS            |         |
| Gua lowo                    |         |
|                             |         |

Nilai Indeks Kemerataan untuk menyatakan jumlah total individu yang tersebar di dalam wilayah dari setiap spesies. Indeks Kemerataan tinggi jika jumlah total individu terbagi rata pada setiap spesies yang ada (Nunilahwati dan Khodijah. 2014). Nilai kemerataan suatu komunitas dikatakan memiliki kemerataan seimbang atau jumlah individu setiap jenis di dalam komunitas menyebar secara rata apabila berada pada rentangan 0,6-0,8. Nilai kemerataan dalam suatu komunitas dikatakan tinggi apabila spesies yang ditemukan pada suatu komunitas memiliki jumlah individu spesies yang sama atau hampir sama (Mas'ud. 2015). Indeks Kemerataan dibagi menjadi tiga kategori yaitu E≤1= tinggi, 0,4<E≤0,6= sedang, dan E≤0,4= rendah (Husamah, dkk. 2016). Nilai indeks kemerataan menjadi informasi ada atau tidak dominansi pada

suatu jenis tertentu.Indeks Kemerataan yang tinggi menunjukan kelimpahan jenis yang merata, sedangkan indeks kemerataan rendah menunjukkan kecenderungan dominansi jenis tertentu (Priyono dan Abdullah. 2013).

Populasi pada suatu spesies yang tidak dominan menunjukkan kemerataan cenderung tinggi. Komponen lingkungan akan mempengaruhi kemerataan biota, sehingga kemerataan jenis yang tinggi dapat menunjukkan kualitas habitat yang baik (Husamah, dkk. 2017). Pada penelitian Collembola yang dilakukan di Kawasan Karst Malang Selatan menghasilkan total Indeks Kemerataan yaitu E= 0,28657. Hasil Indeks Kemerataan Collembola di Kawasan Karst Malang Selatan termasuk ke dalam kategori sedang. Pada lampiran 4 terdapat perbedaan nilai indeks kemerataan (E) Collembola pada setiap gua, Gua Harta E= 0,1241, Gua Krompyang E= 0,10267, Gua Prapatan JLS E= 0,04924, dan Gua Lowo E= 0,01055. Indeks kemerataan (E) yang tertinggi terdapat pada Gua Harta dan Indeks kemerataan (E) yang terendah terdapat pada Gua Lowo.

Populasi Collembola yang sedikit dapat diakibatkan oleh beberapa faktor yaitu pembatasan aktivitas dan ruang gerak serta menjadi mangsa oleh binatang predator.Beberapa hal tersebut menjadi faktor pengganggu dari keanekaragaman Collembola. Keanekaragaman hewan tanah akan lebih rendah pada habitat yang terganggu daripada habitat yang tidak terganggu. Gangguan pada ekosistem yang tidak stabil menyebabkan distribusi jumlah jenis Collembola tidak merata (Husamah, dkk. 2017). Pada saat penelitian lahan di atas Gua Harta dibakar oleh pemilik lahan untuk dapat membersihkan tanaman yang kering yang akan diganti dengan tanaman lain,

sehingga berpengaruh terhadap suhu tanah yang berada di sekitar gua dan di dalam gua. Keadaan di Gua Krompyang terdapat banyak sampah rumah tangga di depan mulut gua yang masuk hingga ke dalam gua, diketahui bahwa sampah-sampah tersebut berasal dari aliran sungai kecil yang berada di atas gua dan dari warga yang sengaja membuang sampah di dalam gua. Menurut Pak Jono selaku kepala rt di Desa Tambakrejo, Gua Krompyang pernah dijadikan tempat pertambangan untuk bahan kosmetik dan penangkapan kelelawar besar-besaran untuk dikonsumsi. Keadaan di lingkungan Gua Prapatan JLS juga terganggu dengan pembangunan Jalan Lintas Selatan yang berada tepat di samping lokasi Gua Prapatan JLS, sehingga banyak kendaraan yang lewat di dekat Gua Prapatan JLS yang membuat berisik dan mengganggu biota yang berada di dalam gua. Keadaan di lingkungan Gua Lowo masih terjaga karena jauh dari pemukiman sehingga biota di dalam gua masih terjaga, tetapi kelelawar di dalam gua jarang ditemui sehingga guano yang dapat digunakan untuk makanan Collembola juga sedikit.

Beberapa faktor biotik yang berpengaruh terhadap kehidupan Collembola yaitu vegetasi, musuh alami, persaingan, dan pakan. Vegetasi yang tumbuh di permukaan tanah menjadi pengaruh terhadap kehidupan Collembola. Jasad renik, mikroflora, dan mikrofauna yang bergantung pada mikroklimat yang berada di bawah vegetasi. Dalam rantai makanan, keberadaan jasad renik sangat diperlukan sebagai pengurai bahan organik maupun sebagai sumber makanan. Fungi atau jamur adalah salah satu yang dapat mempengaruhi kehidupan Collembola. Fungi adalah salah satu sumber

makanan Collembola. Pada vegetasi yang subur dan lembab, akan terjadi proses perombakan serasah oleh jasad renik, sehingga fungi akan terakumulasi sebagai salah satu pelaku perombakan. Sumber pakan yang banyak akan menjadi daya tarik kedatangan Collembola (Suhardjono, dkk. 2012).

Ketersediaan makanan di dalam gua juga dapat mengakibatkan rendahnya jumlah individu yang ditemukan. Laju fermentasi yang cepat karena kadar oksigen yang rendah, menyebabkan Collembola kekurangan zat organik tanah, sehingga kekurangan zat organik sebagai makanan untuk kelangsungan hidup. Laju fermentasi akan menjadi lambat apabila kadar oksigen tergolong tinggi sehingga dapat menyebabkan zat organik lebih lambat untuk diubah menjadi zat anorganik, sehingga menyediakan pakan yang melimpah bagi Collembola (Jatiningsih, dkk. 2018).

Pada saat penelitian dilakukan, diketahui bahwa keadaan di dalam Gua Harta dan Gua Krompyang kering dan ketersediaan makanan untuk Collembola juga sedikit berbeda dengan keadaan di dalam Gua Prapatan JLS dan Gua Lowo yang masih terdapat air di lorong gua. Tekstur tanah di dalam Gua harta mulai dari zona terang hingga zona gelap kering dan keras, ketersediaan makanan juga sedikit dan hanya terdapat akar-akar yang kering. Tekstur tanah di dalam Gua krompyang sedikit berlumpur, ketersediaan makanan seperti guano dan jamur juga sedikit hanya terdapat kayu lapuk di depan mulut gua. Terdapat banyak sampah mulai dari depan mulut gua hingga ke zona gelap akibat warga yang sering membuang sampah di depan mulut gua, sehingga Collembola yang ditemukan juga berkurang. Tekstur

tanah di dalam Gua Prapatan JLS bebatuan mulai dari mulut gua hingga ke zona remang, hanya terdapat tanah basah dekat dinding-dinding gua. Tekstur tanah basah atau terdapat aliran air hanya terdapat di zona gelap. Ketersediaan makan seperti guano ditemukan hanya sedikit tetapi terdapat kayu-kayu lapuk yang masuk hingga zona gelap, sehingga terdapat jamur di sekitar kayu lapuk karena terdapat aliran air. Tekstur tanah di dalam Gua Lowo basah dan berlumpur mulai dari mulut gua hingga masuk ke zona gelap. Terdapat aliran air yang mengalir dari zona gelap hingga keluar gua yang membentuk sungai kecil di depan gua. Ketersediaan makanan seperti guano juga sedikit, tetapi dengan adanya aliran air oksigen yang terdapat di dalam gua menjadi cukup banyak sehingga laju fermentasi zat organik menjadi zat non organik lambat. Seperti yang sudah dijelaskan dalam Al-Qur'an Surat Al-Furqon ayat 49:

Artinya "Agar (dengan air itu) Kami menghidupkan negeri yang mati (tandus). Dan Kami memberi minum kepada sebagian apa yang telah Kami ciptakan. (berupa) hewan-hewan ternak dan manusia yang banyak".(QS. Al-Furqon Ayat 49).

Ayat ini menjelaskan bahwa manfaat dari adanya hujan adalah agar dengan air hujan itu kami menghidupkan negeri yang tadinya mati kering kerontang, tandus, menjadi negeri yang hijau menyegarkan, karena ditumbuhi banyak tanaman, dan dengan hujan itu pula kami memberi minum kepada sebagian apa yang telah kami ciptakan, berupa hewan-hewan ternak dan manusia yang banyak. Semua binatang yang melata di bumi ini sangat membutuhkan air. Tanpa air, mereka tidak akan mampu bertahan hidup. Inilah anugerah Allah yang perlu direnungkan manusia. Akan tetapai tidak semua manusia menyadarinya (Hadidi. 2013). Pada tafsir Ibnu Katsir juga

menjelaskan tentang ayat ini yaitu tanah yang sudah lama menunggu datangnya hujan saat tanah gersang tidak ada tumbuhan dan tidak ada apapun. Hujan kemudian datang dan menjadikan tanah itu hidup dan menjadi rimbun dengan berbagai macam bunga dan buah, dan agar hewan-hewan ternak minum dari air itu, dan juga manusia -manusia yang sangat membutuhkan nya untuk minum, bercocok tanam, dan menyiram buah-buahan (Abdullah. 2007). Hujan yang turun membuat tumbuhan di atas tanah menjadi subur, sehingga berpengaruh terhadap suhu dan pH dalam tanah.Kondisi baik yang terjadi di atas gua, sekitar gua, dan lingkungan sekitar gua menyebabkan ketersediaan air dan oksigen yang cukup di dalam gua yang dapat memeperlambat fermentasi bahan organik menjadi non organik, sehingga Collembola banyak.Makanan makanan untuk yang banyak dapat menyebabkan populasi Collembola juga meningkat.

Melalui struktur perakaran tumbuhan juga berpengaruh terhadap ukuran rongga pori-pori yang berakibat terhadap kelembaban dan suhu pada tanah. Akibat berikutnya adalah mempengaruhi proses mineralisasi. Oleh karena itu, adanya vegetasi dapat mendukung kesesuaian habitat Collembola (Suhardjono, dkk. 2012). Pada penelitian di Kawasan Karst Malang Selatan yang dilakukan, masih belum turun hujan sehingga vegetasi yang menutupi permukaan tanah diatas gua menjadi kering sehingga berpengaruh terhadap kehidupan Collembola yang berada di dalam gua.

Persaingan di dalam gua juga sangat dimungkinkan. Di dalam gua setiap kelompok Colembola menghuni tempat khusus untuk hidup.Gua merupakan tempat yang spesifik, maka pengelompokan Collembola yang

terjadi masih sulit diperkirakan penyebabnya. Kemungkinan terjadi karena proses persaingan tetapi dapat juga karena faktor ekologi atau faktor lingkungan seperti kandungan O2, tekstur tanah, suhu, pH tanah, dan iklim yang hanya cocok untuk kelompok tertentu (Christiansen. 1964). Musuh alami Collembola yang berupa pemangsa dan parasitoid juga berpengaruh terhadap kehadiran Collembola.Pemangsa dan parasitoid berfungsi sebagai pengendali populasi Collembola di alam. Kelompok pemangsa yang terkenal adalah tungau. Seekor tungau mampu memangsa 2-14 ekor Collembola. Kelompok pemangsa kedua yaitu Pseudoscorpion, kumbang, laba-laba, dan lipan. Kelompok pemangsa lain adalah kepik pemangsa dan juga semut pemangsa (Suhardjono, dkk. 2012). Pada saat penelitian terdapat hewan lain yang berada di dalam keempat gua. Hewan lain yang berada di dalam Gua Harta adalah semut, kalacemeti (amblypygi), laba-laba, jangkrik gua, dan kelelawar.Hewan lain yang berada di dalam Gua Krompyang adalah semut, katak, kelelawar, amblypygi, dan jangkrik gua. Hewan lain yang berada di dalam Gua Prapatan JLS adalah semut, amblypygi, jangkrik gua, belut, dan kelelawar. Hewan yang berada di dalam Gua Lowo adalah kelelawar, jangkrik gua, amblypygi, ular, dan udang.

Meskipun sebagai musuh utama Collembola, apabila kelompok pemangsa ini dibunuh atau berkurang di alam akan meningkatkan populasi Collembola, sedangkan ada beberapa spesies dari Collembola yang mampu bertahan hidup di sarang semut seperti spesies *Cyphoderus albinus* yang ditemukan di sarang semut di Perancis (Suhardjono, dkk. 2012). Di dalam Al-

Quran dijelaskan bahwa ada larangan membunuh serangga, terutama semut yang dijelaskan dalam Al-Quran Surat Al-Isra ayat 44 :

Artinya: "Langit yang tujuh, bumi dan semua yang ada di dalamnya bertasbih kepada Allah. Dan tidak ada suatupun melainkan bertasbih dengan memuji-Nya, tetapi kamu sekalian tidak mengerti tasbih mereka. Sesungguhnya Dia adalah Maha Penyantun lagi Maha Pengampun" (QS. Al-Isra Ayat 44).

Dalam Tafsir Ibnu Kastir menjelaskan bahwa maksud dari Surat Al-Isra Ayat 44 adalah manusia tidak bisa memahami tasbih dari para semut karena mempunyai bahasa yang berbeda dengan manusia. Hal ini bersifat umum yang berlaku pada hewan, benda-benda, dan juga tumbuh-tumbuhan (Abdullah. 2007). Dalam tafsir Al Misbah menjelaskan bahwa semut merupakan jenis hewan yang hidup bermasyarakat dan berkelompok. Semut juga memiliki keunikan antara lain ketajaman indra dan sikapnya yang sangat hati-hati serta kerjanya yang sangat tinggi (Shihab. 2006). Semut yang hidup dengan berkelompok ini apabila dibunuh, akan mengakibatkan terganggunya rantai makanan yang berada di lingkungan.

Arthropoda yang hidup di dalam gua dibedakan menjadi dua kelompok. Yaitu kelompok predator dan kelompok perombak (Rahmadi. 2002). Semut dalam rantai makanan di dalam gua termasuk ke dalam kelompok predator. Kelompok predator sebagai konsumen kedua hingga top predator. Konsumen pertama ditempati oleh kelompok perombak yang memakan bahan organik seperti guano, karena di dalam gua tidak terdapat produsen, kecuali pada daerah yang masih mendapatkan cahaya matahari atau

mendapatkan aliran air dari luar gua. Peran produsen adalah sebagai penyedia materi dan energi untuk kebutuhan konsumen-konsumen di atasnya digantikan material-material organik, khususnya kotoran kelelawar atau guano. Kelompok perombak di dalam ekosistem gua memiliki peran yang ganda, kelompok perombak juga berperan sebagai konsumen pertama yang langsung memanfaatkan material organik di bawah, selain sebagai perombak material organik (Prakarsa dan Kurnia. 2017). Apabila kelompok predator dibunuh maa akan berpengaruh terhadap kelompok perombak dan rantai makanan di bawahnya.

#### 4.2.3 Indeks Dominansi Collembola

Indeks Dominansi Collembola dihitung dengan menggunakan rumus Indeks Berger-Parker.Indeks Berger-Parker adalah ukuran keanekaragaman yang menunjukkan proporsi spesies yang paling berlimpah. Hasil perhitungan Indeks Dominansi dapat dilihat pada Tabel 4.5

Tabel 4.5 Hasil Perhitungan Indeks Dominansi

| Spesies                   | D       |
|---------------------------|---------|
| Folsomia candida          |         |
| Onychiurus fimetarius     |         |
| Xenylla orientalis        | 0,81686 |
| Ascocyrtus sp.            |         |
| Hypogastrura consanguinea |         |

Nilai Indeks Dominansi adalah ukuran keanekaragaman yang menunjukkan proporsi spesies yang paling berlimpah (Nunilahwati. 2018). Indeks Dominansi rendah apabila kecenderungan keanekaragaman dan kemerataan spesies pada suatu komunitas dalam kategori sedang cenderung tinggi (Mas'ud. 2015). Komunitas pada kondisi alamiah diatur oleh faktor abiotik, yaitu kelembaban, suhu, dan faktor biologi. Suatu komunitas

terkendali secara biologi ditentukan oleh jenis tunggal atau kelompok jenis yang dominan.Dominansi yang tinggi menggambarkan keanekaragaman yang rendah (Husamah, dkk. 2017). Nilai dominansi mendekati 0 adalah menunjukkan bahwa tidak ada spesies yang mendominasi dan nilai mendekati 1 menunjukkan terdapat spesies yang mendominasi (Jatiningsih, dkk. 2018). Pada penelitian Collembola gua di Kawasan Karst Malang Selatan menghasilkan dominansi d= 0,81686 (Table 4.5). Hasil dominansi menunjukkan hasil yang mendekati 1, sehingga menunjukkan bahwa wilayah Karst Malang Selatan memiliki dominansi yang tinggi dan terdapat spesies yang mendominasi wilayah Karst Malang Selatan. Spesies yang paling dominan pada penelitian ini terdapat pada spesies Onychiurus fimetarius. Menurut Suhardjono, dkk. (2012) spesies Onychiurus fimetarius mudah ditemukan di dalam se<mark>ras</mark>ah <mark>atau humu</mark>s dan di dalam tanah. Gua Kawasan Karst Malang Selatan memang terdapat banyak serasah atau kayu-kayu yang lapuk di dalamnya karena menjadi titik masuknya air pada saat banjir, sehingga spesies Onychiurus fimetarius banyak di jumpai di keempat gua. Spesies Ascocyrtus sp. menjadi spesies yang paling sedikit ditemukan pada saat penelitian. Menurut Suhardjono, dkk. (2012) Ascocyrtus sp. dapat ditemukan di dalam gua pada zona gelap yang terdapat banyak guano. Pada penelitian di keempat gua di Kawasan Karst Malang Selatan guano hanya terdapat sedikit pada titik-titik tertentu, sehingga Ascocyrtus sp. jarang ditemui di keempat gua dan hanya ditemukan di dalam satu gua saja yaitu Gua Krompyang. Hal ini dikarenakan Gua Krompyang memiliki guano yang lebih banyak daripada di Gua Harta, Gua Prapatan JLS, dan Gua lowo.

#### 4.2.4 Frekuensi Relatif Collembola

Pada penelitian Collembola Gua pada Gua Harta, Gua Krompyang, Gua Prapatan JLS dan Gua Lowo di Kawasan Karst Malang Selatan menghasilkan perhitungan Frekuensi Relatif yang dapat dilihat pada Tabel 4.6

Tabel 4.6 Hasil Perhitungan Frekuensi Relatif

| Spesies                   | FR(%) |
|---------------------------|-------|
| Folsomia candida          | 100   |
| Onychiurus fimetarius     | 100   |
| Xenylla orientalis        | 50    |
| Ascocyrtus sp.            | 25    |
| Hypogastrura consanguinea | 50    |

Nilai Frekuensi Relatif adalah persentase suatu spesies terhadap frekuensi seluruh spesies.Nilai Frekuensi relatif pada setiap genus menunjukkan kondisi setiap lahan yang berbeda (Cahyani, dkk. 2017). Pada Tabel 4.6 menunjukkan bahwa Folsomia candida memiliki Frekuensi Relatif 100%, Onychiurus fimetarius 100%, Xenylla orientalis 50%, Ascocyrtus sp. 25%, dan Hypogastrura consanguinea 50%.Folsomia Candida dan Onychiurus fimetarius memiliki Frekuensi Relatif yang cukup tinggi dibandingkan dengan genus lain terutama Ascocyrtus sp.. Folsomia candida termasuk ke dalam Famili Isotomidae, adalah famili yang paling banyak ditemukan di lingkungan karena famili Isotomidae memiliki peranan sebagai dekomposer yang efektif. Peranan sebagai dekomposer sangat membantu dalam siklus nutrien tanah.Famili Isotomidae juga diketahui tidak terpengaruh dengan kondisi lingkungan. Kemampuan adaptasi famili Isotomidae sangat tinggi, sehingga menyebabkan jumlah Famili Isotomidae

lebih banyak ditemukan dan bisa menjadi famili yang mendominasi suatu lingkungan (Widrializa. 2016).

Onychiurus fimetarius juga menjadi spesies yang mempunyai frekuensi tertinggi di gua Kawasan Karst Malang Selatan yaitu 100%. Hal ini dikarenakan di dalam darah beberapa jenis Collembla seperti genus Onychiurus dan Hypogastrura mengandung bahan kimia yang bersifat racun atau menolak (repelen) semut (Hopkin. 1997). Repelen yang diproduksi Onychiurus bermanfaat untuk mengusir predator dan juga bermanfaat menjaga jarak antar individu satu dengan individu lainnya. Repelen juga bermanfaat sebagai upaya pertahanan diri Collembola dari serangan predator (Negri. 2002).

Spesies *Ascocyrtus sp.* hanya memilik frekuensi 25% dari keempat gua yang diteliti, hal ini dikarenakan spesies *Ascocyrtus sp.* adalah spesies yang sering ditemukan di dalam guano, sedangkan di dalam keempat gua tidak terlalu banyak guano yang ditemukan, sehingga *Ascocyrtus sp.* jarang dijumpai di keempat gua. Pada penelitian ini spesies *Ascocyrtus sp.* hanya ditemukan di Gua Krompyang memiliki struktur tanah yang sedikit berlumpur tetapi tidak ada aliran air yang mengalir, sehingga kadar oksigen di dalam gua juga berkurang. Kadar oksigen yang rendah di dalam gua menyebabkan laju fermentasi cepat, sehingga Collembola terutama spesies *Ascocyrtus sp.* kekurangan zat organik tanah sebagai makanan untuk bertahan hidup (Jatiningsih, dkk. 2018).

#### **BAB V**

#### **PENUTUP**

# 5.1 Kesimpulan

- a. Spesies Collembola yang ditemukan yaitu *Xenylla orientalis*, *Hypogastrura consanguinea*, *Onychiurus fimetarius*, *Folsomia candida*,

  dan *Ascocyrtus sp*.
- b. Keanekaragaman Collembola gua di Kawasan Karst Malang Selatan diperoleh total Indeks Keanekaragaman = 0,46121 pada kategori rendah. Total Indeks kemerataan E= 0,28656 pada kategori sedang. Indeks dominansi D= 0,81686 pada kategori tinggi. Frekuensi Relatif yang tertinggi adalah pada spesies *Folsomia candida* yaitu 100% dan spesies *Onychiurus fimetarius* yaitu 100% dan Frekuensi Relatif yang terendah adalah pada spesies *Ascocyrtus sp.* 25%.

## 5.2 Saran

- a. Penelitianlanjutan untuk memberikan gambaran tentang hasil penelitian keanekaragaman Collembola dan pengaruh oleh musim hujan serta musim kemarau serta pengaruh spesifik faktor fisika dan kimia tanah terhadap kehadiran spesies Collembola di Indonesia.
- Penyuluhan tentang konservasi lingkungan untuk dapat mempertahankan keberadaan Collembola kepada warga sekitar agar menjaga kelestarian lingkungan.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Abdullah, M. 2007. Tafsir Ibnu Katsir Terjemahan. Pustaka Imam Syafi'i, Bogor.
- Adji, Tjahyo Nugroho. 2010. Variasi Spasial-temporal Hidrogeokimia Dan Sifat Aliran Untuk Karakterisasi Sistem Karst Dinamis Di Sungai Bawah Tanah Bribin, Kabupaten Gunung Kidul, DIY. *Disertasi*. Fakultas Geografi, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Ashari, Arif. 2013. Pola Lorong Gua Dan Speleogenesis Pada Sistem Perguaan Gesing-Jlamprong\_Sinden Karst Gunungsewu. Jurnal Geomedia. Volume 11 Nomor 2.
- Bellinger, Peter F. Dan Kenneth A. Christiansen. 1974. The Cavenicolous Fauna Of Hawaian Lava Tubes, 5. Collembola. *Pacific Insects*. Volume 16 Nomor 1.
- Christiansen, K. 1960. The Genus Pseudosinella (Collembola, Entomobryidae) In Caves Of The United States. *Museum Of Comparative Zoology at Harvard College*. Volume 67 Nomor 1-2.
- Deharveng, Louis. 1990. Fauna Of Thai Caves. II. New Entomobryoidea Collembola From Chiang Dao Cave, Thailand. Bishop Museum Occasional Papers. Volume 30
- Dewi E. K., Y. Nuraini, dan E. Handayanto. 2014. Manfaat Biomasa Tumbuhan Lokal Untuk Meningkatkan Ketersediaan Nitrogen Tanah Di Lahan Kering Malang Selatan. Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan. Volume 1 Nomor 1
- Cahyani, K., Dr. Tien A., dan Dr. Nugroho S. P. 2017. Struktur Komunitas Collembola Di Lingkungan Rhizosfer Chromolaena Odorata Pada Lahan Vulkanik, Pantai Berpasir, Dan Karst. Jurnal Prodi biologi. Volume 6 nomor 8
- Ganjari, Leo Eladisa. 2012. Kemelimpahan Jenis Collembola Pada Habitat Vermikomposting. Widya Warta. Fakultas MIPA, Universitas Katolik Mandala, Madiun.
- Handayani, Astri. 2009. Analisis Potensi Sungai Bawah Tanah Di Gua Seropan Dan Gua Semuluh Untuk Pendataan Sumberdaya Air Kawasan Karst Di Kecamatan Semanu Kabupaten Gunung Kidul Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. *Skripsi*. Fakultas Keguruan Dan Ilmu Pendidikan, Universitas Sebelas Maret, Surakarta.

- Hasyim, Muhammad Asmuni. 2009. Studi Keanekaragaman Fauna Tanah Pada Perkebunan Jeruk Organik dan Anorganik Di Kota Batu. *Skripsi*. Fakultas Sains Dan teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim, Malang.
- Husamah, F. Rohman, dan H. Sutomo. 2016. Struktur Komunitas Collemola pada Tiga Tipe Habitat Sepanjang Daerah Aliran Sungai Brantas Hulu Kota Batu. Jurnal Bioedukasi. Volume 9 Nomor 1.
- Husamah, A. Rahardjanto, dan A. Miftachul Hudha. 2017. *Ekologi Hewan Tanah*. Universitas Muhammadiyah Malang Press, Malang.
- Hopkin, Stephen P.. 1997. *Biology Of The Springtails Insecta : Collembola*. Oxford University Press, New York.
- Isma'il. 2003. Tafsir Ibnu Kasir. Sinar Baru Algensindo, Bandung.
- Jatiningsih Harlina, Tri Atmanto, dan IGP Surya Darma. 2018. Keanekaragaman Collembola (Ekorpegas) Gua Groda, Ponjong, Gunungidul, Daerah Istimewa Yogyakarta. Jurnal Prodi Pendidikan Biologi. Volume 7 Nomor 6.
- Kusumayudha, Sari Bahagiarti. 2018. *Mengenal Hidrogeologi Karst*. Penerbit Pohon Cahaya, Yogyakarta.
- Labib, Mochammad Ainul dan Agung Suprianto. 2019. Estimasi Penentuan Tingkatan Dan Pola Lorong Gua Banyu Dan Sekitarnya Dengan Menggunakan GIS. Jurnal Pendidikan Dan Ilmu Geografi. Volume 4 Nomor 1.
- Mandal, Guru Pada dan Javier Arbea. 2019. Critical Checklist Of The Indian Species Of Hypogastrura (Collembola: Hypogastruridae) With A Description Of A New Species Of Satkosia Wild Life Sanctuary. Zootaxa. Nomor 2.
- Mas'ud, Abdu dan Sundari. 2015. Kajian Struktur Komunitas Epifauna Tanah Di Kawasan Hutan Konservasi Gunung Sibela Halmahera Selatan Maluku Utara. Universitas Khairun Ternate, Maluku.
- Moore, Paul J., L. Don Seale, dan John E. Mylroie. *Pit Cave Morphologies In Eolianites : Variability In Primary Structure Cintrol*. Speleogenesis and Evolution of Karst Aquifers. Issue 11.
- Moseley, Max. 2009. Estimating Diversity and Ecological Status Of Cave Invertebrates: Some Lessons And Recommendations From Dark cave (Batu Caves, Malaysia). Cave And Karst Science. Volume 35 Nomor 1 dan 2.

- Negri, Ilaria. 2002. Spatial Distribution Of Collembola In Precenceand Absence Of Predator. *Pedobiologia*. Volume 48.
- Niwangtika, Widyarnes dan Ibrohim. 2017. Kajian Komunitas Ekor Pegas (Collembola) Pada Perkebunan Apel (Malus Sylvestris Mill.) Di Desa Tulungrejo Bumiaji Kota Batu. Jurnal Bioeksperimen. Volume 3 Nomor 2.
- Nunilahwati, Haperidah. 2018. Dampak Pemberian Pupuk Kandang Ayam Terhadap Keragaman Arthropoda Tajuk Tanaman Caisin (Brassica juncea L.). Jurnal Klorofil. Volume 13 Nomor 1.
- Nunilahwati, Haperidah dan Khodijah. 2014. Ragam dan Jumlah Populasi Arthropoda Pada Berbagai Umur Tanaman Caisin (Brassica juncea L.). Jurnal Klorofil. Volume 13 Nomor 1.
- Prakarsa, T. B. P. dan Kurnia Ahmadin. 2017. Diversitas Arthropoda di Kawasan Karst Gunung sewu, Studi Gua-Gua di Kabupaten Wonogiri. Biotropic The Journal Of Tropical Biology. Volume 1 Nomor 2.
- Prasetyo, A., Ulfa Y. R., Rini W., Esa C. D., dan Safina A. A. 2-16. Struktur Komunitas Mesofauna Dan Makrofauna Tanah Di Gua Groda, Gunungkidul. Jurnal Sains Dasar. Volume 5 Nomor 3.
- Priyono dan Abdullah. 2013. *Keanekaragaman Jenis Kupu-Kupu di taman Kehati UNNES*. Biosaintifika, Volume 5 Nomor 2.
- Rahmadi, Cahyo. 2002. Keanearagaman Fauna Gua, Gua Ngerong Tuban, Jawa Timur, Tinjauan Khusus Pada Arthropoda. Zoo Indonesia-Jurnal Fauna Tropica. Volume 29.
- Rahmadi, Cahyo dan Yayuk Rahayuningsih Suhardjono. 2007. *Arthropoda Gua Di Nusakambangan Cilacap, Jawa Tengah*. Jurnal Zoo Indonesia. Volume 16 Nomor 1.
- Rohyani, Immy Suci. 2012. Pemodelan Spasial Kelimpahan Collembola Tanah Pada Area Revegetasi Tambang PT Newmont Nusa Tenggara. *Skripsi*. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Shihab, M. Quroish. 2006. *Tafsir Al-Misbah*. Lentera hati, Jakarta.
- Shneider, C., C. Cruaud, dan C. A. D'Haese. 2011. *Unexpected Diversity In Neelipleona Revealed By Molecular Phylogeny Approach (Hexapoda, Collembola)*. Jurnal Soil Organism. Volume 83 Nomor 3.
- Shofiana, Anggun. 2016. Identifikasi Gua Bawah Tanah Pada Struktur Gamping Berdasarkan Interpretasi Data *Ground Penetrating Radar (GPR). Skripsi*. Fakutas Sains Dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim, Malang.

- Suhardjono, Y.R., Louis D., dan A. Bedos. 2012. *Collembola (ekor pegas)*. PT Vega Briantama Vandanesia (VEGAMEDIA), Bogor.
- Suheriyanto, Dwi. 2012. Keanekaragaman Fauna Tanah Di Taman Nasional Bromo Tengger Semeru Sebagai Bioindikator Tanah Bersulfur Tinggi. *Jurnal Saintis*. Volume 1 Nomor 2
- Suin, N. M. 2012. Ekologi Hewan Tanah. Bumi Aksara. Institut Teknologi Bandung, Bandung
- Susanti, Neyla Eka dan Ika Meviana. 2019. Nilai Laju Pelarutan Batu Gamping Pada Mata Air Sumber Agung Di Kecamatan Sumbermanjing Wetan Kabupaten Malang. Jurnal Pendidikan Dan Ilmu Geografi. Volume 4 Nomor 1
- Suwondo. 2002. Komposisi dan Keanekaragaman Mikroarthropoda tanah sebagai Bioindikator Karakteristik biologi pada tanah gambut. Universitas Sriwijay, Pekanbaru.
- Taslim, Ivan. 2014. Perilaku Hidrogeologi Kawasan Karst Maros: Studi Kasus Gua Saleh Daerah Patunuangasue, Kecamatan Simbang. Tesis. Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Usman, Andi Asis. 2017. Identifikasi Serangga Tanah Di Perkebunan Pattalassang Kecamatan Pattalassang Kabupaten Gowa Provinsi Sulawesi Selatan. *Skripsi*. Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar, Makassar.
- Vargovitsh, Robert S.. 2012. New Troglomorphic Arrhopalitidae (Collembola: Symphypleona) From The Western Caucasus. Jurnal Zootaxa.
- Wahyuni, T. T., R. Widyastuti, dan D. A. Santosa. 2015. *Kelimpahan Dan Keanekaragaman Mikroarthropoda Pada Mikrohabitat Kelapa Sawit*. Jurnal Tanah Lingkungan. Volume 17 Nomor 2.
- Widrializa. 2016. Kelimpahan Dan Keanekaragaman Collembola Pada Empat Penggunaan Lahan Di Lanskap Hutan Harapan, Jambi. *Skripsi*. Institut Pertanian Bogor, Bogor.