

BAB II

LANDASAN TEORI

A. Deskripsi Teori

1. Karakteristik Filum Arthropoda

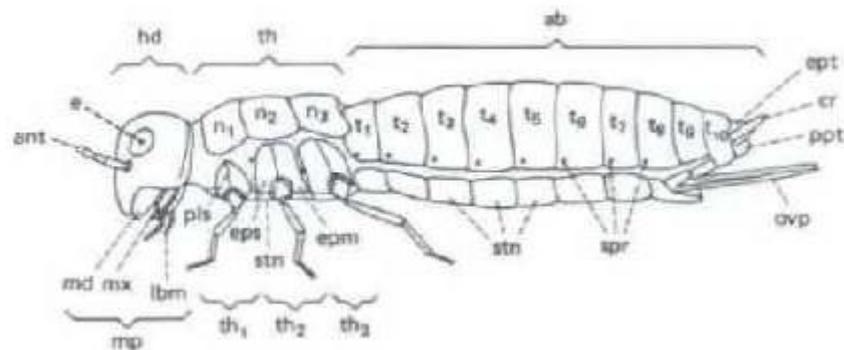
Filum arthropoda merupakan filum terbesar dari invertebrate yang di dalamnya terdapat serangga-serangga yang bervariasi dan hewan melata lainnya. Filum arthropoda memiliki ciri-ciri atau karakteristik khusus yaitu memiliki Tubuh beruas-ruas, terdiri atas kepala, dada, dan abdomen; kaki beruas-ruas, eksoskeleton (dinding tubuh) berkitin dan beruas-ruas, alat mulut beruas dan dapat beradaptasi untuk cara makan; rongga tubuh merupakan rongga darah hemosoel bernapas dengan menggunakan permukaan tubuh, insang, trakea, atau paru-paru, alat pencernaan makanan berbentuk tabung, terletak di sepanjang tubuh, alat pembuang melalui pipa panjang di rongga tubuh, ekskresi biasanya dilakukan oleh pembuluh malpighi yang salurannya menyatu dengan sistem pencernaan, jenis kelamin hampir selalu terpisah, tidak memiliki silia atau nefridia.¹

2. Morfologi Filum Arthropoda

Dari beberapa filum invertebrata, filum arthropoda merupakan filum yang paling banyak spesies yang hidup tersebar di Indonesia. Arthropoda (*arthron*: ruas atau buku, *podous*:kaki), adalah hewan

¹Boror. J.B., Triplehorn, N.F., Johnson, *Pengenalan Pelajaran Serangga (edisi keenam)*, (Yogyakarta : Gajah MadaUniversity Press, 1996.) *et al.* hlm. 132

yang kakinya bersegmen-segmen atau berbuku-buku. Hampir 78% dari hewan-hewan yang ada di permukaan bumi termasuk dalam Arthropoda.² Hewan tersebut mempunyai daerah penyebaran yang sangat luas di perairan maupun di daratan. Adapun ciri-ciri dan sifat-sifat Arthropoda yaitu bentuk tubuh simetris bilateral, dan bersegmen-segmen yang terbagi atas tiga bagian, yaitu kaput, *thoraks* (dada), dan *abdomen* (perut). Pada setiap atau beberapa segmen, terdapat sepasang *appendage*, misalnya anggota tubuh, rangka luar eksoskeleton terbuat dari zat kitin yang fleksibel.



Gambar 2.1 Morfologi Arthropoda

Struktur serangga (arthropoda) (Sumber: Borror, D.J.,

Triplehorn, 1996b. hlm. 13)

3. Klasifikasi Filum Arthropoda

Terdapat perbedaan pendapat mengenai hubungan berbagai kelompok arthropoda dan tingkat taksonomiknya. Sejumlah susunan taksonomi yang berbeda dari kelompok-kelompok ini telah

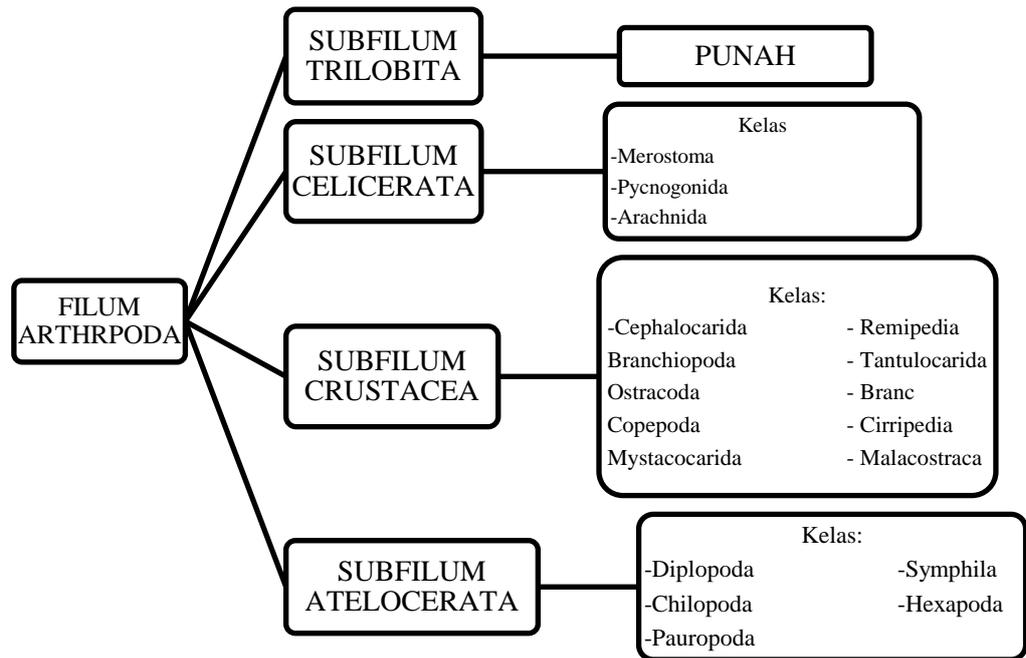
² Toharudin, dkk. *Zoology Invertebrata*. (Bandung: Prisma Press, 2009) . hlm.59)

dikemukakan. Untuk memperjelas taksonomi dari arthropoda, berikut ini adalah bagan taksonomi arthropoda yang disusun dari filum, subfilum, kelas, subkelas dan ordo. Pada ekosistem gua, filum yang paling mendominasi adalah filum Arthropoda. Terdapat 713.500 jenis Arthropoda atau sekitar 80% dari semua jenis hewan yang pernah ditemukan di muka bumi. Secara umum, dari filum Arthropoda ini kelas Insecta atau serangga merupakan jenis yang paling besar. Ini disebabkan karena daya tahan tubuhnya yang baik dan dapat dengan cepat menyesuaikan diri dengan lingkungan, serta penyebarannya yang sangat luas mulai dari daerah tropis hingga kutub.³

Klasifikasi Arthropoda menurut dibagi kedalam empat golongan sebagai sub filum –subfilum, adapun susunannya adalah sebagai berikut:⁴

³ Mochamad Hadi dkk., *Biologi Insekta Entomologi*, (Yogyakarta : Graha Ilmu, 2009) hlm. 113

⁴ Boror. J.B., Triplehorn, N.F., Johnson, *Pengenalan Pelajaran Serangga (edisi keenam)*, (Yogyakarta : Gadjah MadaUniversity Press, 1996) hlm 150



Gambar 2.2 Bagan Klasifikasi Filum Arthropoda⁵

Filum arthropoda dibagi menjadi 3 subfilum, yaitu subfilum trilobita, mandibulata, dan chelicerata.

a) Subfilum Trilobita

Trilobita merupakan subfilum dari arthropoda yang telah punah karena hewan yang termasuk ke dalam subfilum ini hidup pada jaman paleozoikum dan telah lama mengalami kepunahan karena adanya seleksi alam dan ketidaksesuaian dengan lingkungan, dan yang tersisa sekarang ini hanya fosilnya saja.⁵ Ciri umum dari subfilum trilobite. Trilobita hidup selama kurun waktu paleozoikum tetapi paling banyak selama jaman kambrium dan ordovisium. Hewan-hewan ini agak memanjang dan gepeng, dengan tiga pembagian yang agak jelas dari

⁵Boror. J.B., Triplehorn, N.F., Johnson, *Pengenalan Pelajaran Serangga (edisi keenam)*, (Yogyakarta : Gadjah MadaUniversity Press, 1996) hlm. 134.

tubuhnya (Bagian-bagian sisi adalah perluasan-perluasan di atas dasar tungkai). Hewan-hewan ini mempunyai sepasang sungut, dengan embelan-embelen sisa yang serupa dan seperti tungkai. Bagian anterior tubuh (daerah sebelum mulut dan tiga ruas pertama sesudah mulut) tertutup dengan karapas (kelopak). Tungkaitungkai tersebut dan sebuah gelambir eksitatau epipodit ruas dasar ini mengandung serentetan lamella-lamilla (lembaran) dan berfungsi sebagai sebuah insang (hewan-hewan ini hidup di laut) gelambir endit tungkaitungkai ini berfungsi sebagai geraham.⁶

b) Subfilum Mandibulata

Anggota subfilum mandibulata mempunyai sepasang sungut dan embelan yang tidak bercabang. Mandibulata dari jenis ini berbeda dengan crustacea yang seluruh embelannya sebagai bagian yang berfungsi dari mandibel (dan tidak hanya bagian dasar). Subfilum mandibulata ini mempunyai beberapa kelas yaitu crustacea, pauropoda, symphyta, diplopoda, chilopoda, collembola, dan insecta. Namun pada penelitian ini hanya dibatasi yang berada di darat dan kemungkinan dijumpainya tinggi yaitu kelas diplopoda, chilopoda, collembola, dan insecta.

⁶ Ibid, hlm. 134

Berikut penjelasan dari beberapa kelas sebagai berikut:

1. Kelas Diplopoda

Diplopoda atau sering disebut kaki seribu adalah hewan-hewan yang seperti cacing, memanjang dengan banyak tungkai-tungkai (kaki).

Diplopoda: *diplo*, dua; *poda*, kaki atau embelan (merujuk pada banyaknya ruas-ruas tubuh yang memiliki dua pasang tungksi setiap ruasnya).⁷



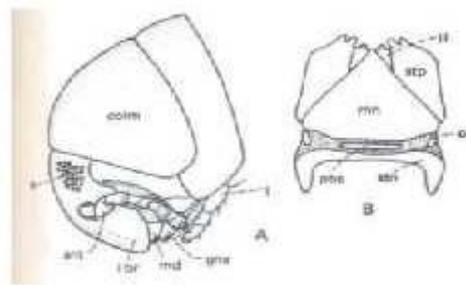
Gambar 2.3 Seekor kaki seribu yang umum dijumpai (*Narceus sp.*)

(Sumber: Borror, D.J., Triplehorn, 1996. hlm.180).

Ciri umum dari kaki seribu kebanyakan kaki seribu memiliki 30 atau lebih 30 pasang tungkai, dan kebanyakan ruas-ruas tubuh menagndung 2 pasang. Tubuhnya berbentuk seperti tabung, atau sedikit gepeng, dan sungutnya pendek dan biasanya tujuh ruas. Lubang-lubang luar sistem reproduksi terletak pada ujung anterior tubuh antara pasangan-pasangan tungkai kedua dan ketiga. Satu atau kedua pasangan tungkai pada ruas yang ketujuh dari jantan biasanya mengalami modifikasi menjadi gonopod, yang berfungsi dalam kopulasi. Mata majemuk, dan tergum pertama di belakang kepala biasanya besar dan disebut kollum. Kepala pada kaki seribu cembung di atasnya, dengan sebuah daerah epistoma

⁷Borror. J.B., Triplehorn, N.F., Johnson, *Pengenalan Pelajaran Serangga (edisi keenam)*, Yogyakarta : Gadjah MadaUniversity Press, 1996. hlm. 180).

yang besar dan datar di bawahnya. Dasar-dasar dari mandibular membentuk satu bagian dari sisi kepala, di bawah mandibula dan membentuk bidang ventral datar dari kepala terdapat satu struktur seperti bibir yang khas yang disebut gnatokilarium. Gnatokilarium biasanya terbagi oleh sutura menjadi beberapa daerah: sebuah keeping median kurang lebih seperti segitiga yaitu mentum (mn); dua gelambir lateral stipsis-stipis (stp); dua keeping median distal yakni lamina-lamina linguales (II); dan biasanya sebuah sklerit basal tengah tranverasal yang disebut prebasilare (pbs), dan dua sklerit laterobasal yang kecil yang disebut kardin-kardin (cd). Ukuran dan bentuk daerah-daerah tersebut berbeda diantara kelompok-kelompok kaki seribu, dan gnatokilarium sering kali memberikan sifat-sifat kelompok-kelompok tersebut dapat dikenali.⁸



Gambar 2.4 Struktur kepala pada kaki seribu (*Narceus sp*, ordo spirobolida)

A. pandangan lateral kepala; B. gnatokilarium. Ant, sungut; cd, cardo; colm, colum, tergite ruas pertama tubuh; e, mata, gna, gnatokilarium; l, tungkai pertama; lbr, labrum; ll, lamina lingualis; md, mandibula; mn, mentum; pbs, prebasilare; stn, sternum ruas tubuh pertama; stp, stipes. (Sumber: Borror, D.J., Triplehorn, 1996a. hlm.180).

⁸Borror. J.B., Triplehorn, N.F., Johnson, *Pengenalan Pelajaran Serangga (edisi keenam)*, Yogyakarta : Gadjah MadaUniversity Press, 1996. hlm. 181.

Ciri umum kelas diplopoda sebagai berikut: Memiliki ciri tubuhnya silindris yang terdiri atas 25-100 segmen. Setiap segmen memiliki dua pasang alat gerak dan berasal dari dua segmen yang menyatu. Alat gerak pada segmen ketujuh mengalami modifikasi menjadi alat kopulasi. Memiliki sepasang antenna yang pendek, terdapat rambut-rambut pembau, dan sepasang kelenjar yang mengeluarkan aroma tertentu untuk melawan musuhnya. Makanannya berupa sisa-sisa tumbuhan yang membusuk dan kadang-kadang tumbuhan yang masih hidup.⁹

Contoh spesies: *Julus nemorensis* (keluwing).



Gambar 2.5 Diplopoda

(Sumber: Adun Rusyana, 2014)

Keberadaan dari diplopoda atau kaki seribu menyebar atau terdapat di beberapa tempat yaitu di tempat-tempat lembab di bawah daun-daunan, di lumut, di bawah batu-batuan atau papan-papan pada kayu yang sedang membusuk atau yang sudah lapuk atau berada di dalam tanah. Banyak jenis mampu mengeluarkan cairan yang berbau busuk dan beracun mengandung hydrogen sianida melalui lubang-lubang di

⁹ Toharudin, Dkk. *Zoology Invertebrata* (Bandung: Prisma Press. 2009) hlm.71

sisi tubuhnya. Cairan ini cukup keras untuk membunuh serangga-serangga yang jika terjebak bersama kaki seribu. Kaki seribu ini tidak mengigit manusia, kebanyakan kaki seribu adalah pembersih bangkai dan pembusuk tumbuh-tumbuhan, tetapi beberapa menyerang tumbuh-tumbuhan yang hidup dan kadang-kadang menimbulkan kerusakan yang serius pada rumah kaca dan kebun karena beberapa adalah pemangsa. Hewan ini hidup di musim dingin dalam bentuk dewasa di tempat-tempat yang terlindung, dan meletakkan telur-telur mereka selama musim panas. Beberapa membuat rongga-rongga seperti sarang di dalam tanah. Di tempat itu mereka menyimpan telur mereka karena lembap, telur tersebut berwarna putih dan menetas setelah beberapa minggu. Kaki seribu yang baru menetas hanya mempunyai tiga pasang kaki, tungkai-tungkai selanjutnya bertambah pada pergantian-pergantian berikutnya.¹⁰ Kelas diplopoda memiliki beberapa ordo diantaranya ordo Polyxenida, Glomerida, Polydesmida, dan Julida. Dan pada penelitian yang dilakukan di Gua Lowo Tenggara peneliti menemukan ordo Polydesmida.¹¹

1. Ordo Polydesmida

Polydesmida adalah kaki seribu yang agak gepeng, dengan tubuh yang datar di sebelah lateral dan mata yang banyak susut atau tidak ada. Tergid terbagi oleh sutura transversal sedikit anterior dari bagian tengah ruas, menjadi sebuah projonid anterior dan

¹⁰ Boror. J.B., Triplehorn, N.F., Johnson, *Pengenalan Pelajaran Serangga (edisi keenam)*, (Yogyakarta : Gadjah MadaUniversity Press, 1996) hlm. 181

¹¹ Ibid., hlm 290

sebuah metajonid posterior. Metajonit menjulur ke sebelah lateral sebagai satu gelambir yang lebar. Ruas-ruas pertama dan kedua tubuh yang terakhir tidak bertungkai; ruas-ruas 2-4 masing-masing mempunyai sepasang tungkai tunggal; dan ruas-ruas selebihnya masing-masing mengandung dua pasang tungkai. Pasangan tungkai anterior pada ruas yang ketujuh dari jantan dimodifikasi menjadi gonopod. Diplosomid (ruas-ruas yang mengandung 2 pasang tungkai) adalah cincin-cincin sklerotisasi yang berkesinambungan. Tidak ada sutura-sutura antara tergit-tergit, plerit-plerit dan sternit-sternit. Ordo polydesmida memiliki famili diantaranya adalah famili Oniscodesmoidea, famili Dorsoporidae, famili Pyrgodesmoidea, famili Ammodesmidae, famili Cyrtodesmidae, famili Haplodesmoidea, famili Opisotretoidea, famili Polydesmoidea, famili Cryptodesmidae, famili Trichopolydesmoidea, Fuhrmannodesmidae, Paradoxosomatidae Macrosternodesmidae, dan famili Nearctodesmidae.¹² Dari hasil penelitian yang family ditemukan pada gua Lowo Tenggar adalah Paradoxosomatidae.

a. Family Paradoxosomatidae

Di antara 145 famili kaki seribu dari 16 ordo diplopoda, famili Paradoxosomatidae adalah salah satu famili terbesar dalam hal

¹²Boror. J.B., Triplehorn, N.F., Johnson, *Pengenalan Pelajaran Serangga (edisi keenam)*, (Yogyakarta : Gajah Mada University Press, 1996) hlm. 183

genera dan spesies yang dideskripsikan.¹³ asal Asia Tenggara tersebar di seluruh daerah tropis. Kaki seribu adalah pengurai yang baik, terutama di ekosistem hutan dan mereka memainkan peran penting untuk menjaga ekosistem darat tetap sehat dan lembab. Fauna kaki seribu kurang dikenal secara taksonomi dan catatan spesies saat ini menunjukkan perlunya penelitian lebih lanjut tentang kelompok penting arthropoda tanah ini yang akan sangat meningkatkan pengetahuan taksonomi tentang fauna. Pada umumnya family ini memiliki Panjang berkisar 21–33 mm, lebar 3,5–4,8 mm, tubuh besar dan sangat lebar. Pewarnaan umum pada individu dewasa adalah coklat tua mengkilap sampai hitam.¹⁴

- Spesies *Jeekelosama Mauries*

Fauna bawah tanah dari kaki seribu di wilayah Mediterania sangat kaya, dan tidak diragukan lagi banyak spesies baru masih dapat ditemukan, di gua-gua serta di habitat bawah tanah lainnya seperti lapisan dangkal mesovoid. Ukuran panjang badan 10-11 mm, lebar maks 0.67 mm, 19 segmen (17 podous ring + apodous ring + telson) pada jantan dan pada betina panjang badan 12 mm lebar maks 0.83 mm umumnya. Beberapa kaki seribu di

¹³ Ibid, hlm 184

¹⁴Boror. J.B., Triplehorn, N.F., Johnson, *Pengenalan Pelajaran Serangga (edisi keenam)*,(Yogyakarta : Gadjah MadaUniversity Press, 1996) hlm. 185

bawah tanah dari daerah ini secara taksonomi diisolasi dari bentuk epigean dari daerah yang sama, contoh paling menonjol dari makhluk ini. *Contabrodesmus lorioli mauries*, 1971, awalnya ditugaskan ke platyrhacidae keluarga indo - australian amerika, tetapi kemudian diklasifikasikan dalam prepodesmine subfamily afrotropis dari famili *Chelodesmidae*. Serta spesies yang berasal dari sebuah gua di Maroko sebagai *eviulisoma silvestris*, semuanya terdapat di kawasan afrotropis. ditentukan oleh ketersediaan bahan topotipe *jeekeslosoma*, yang kami upgrade status genus lengkap, mendeskripsikan spesies baru dan memberikan catatan deskriptif.

Genus kecil, spesies depigmentasi dari suku *eviulisomatini* sensu enghoff. Berbeda dari genera kontribus oleh peritremata yang dimodifikasi kuat yang membawa osopori dan dengan baris horizontal miring dari dentikel pada masing-masing cincin tubuh podous. Lebih jauh berbeda dari genera kontribus kecuali *boreviulisoma* dengan memiliki tiga baris seta melintang pada cincin postcollar.¹⁵

2. Kelas Insekta

Kelas Insekta dibagi menjadi dua subkelas yaitu Subkelas Apterygota

¹⁵Henrik hanghoff & Ana Shofia P.S REBOLEIRA, *Genus Jeekelosoma Mauriès, 1985 - kaki seribu gua Maroko (Diplopoda, Polydesmida, Paradoxosomatidae)*

dan Subkelas Pterigota. Subkelas Apterygota memiliki ciri-ciri berupa serangga primitif berukuran kecil, tidak bersayap sejak nenek moyang, mempunyai alat tambahan seperti style pada ujung abdomen dan metamorfosisnya masih sederhana (ametabola), Subkelas Apterygota meliputi ordo Protura, Diplura, Thysanura dan Collembola. Sedangkan Subkelas Pterygota memiliki ciri-ciri bersayap, namun ada yang tidak bersayap tetapi tidak sejak dari nenek moyang, dan metamorfosisnya ada yang sederhana hingga sempurna (metabola). Subkelas Pterygota terbagi menjadi Exopterygota dan Endopterygota, pada Exopterygota meliputi kelompok serangga yang sayapnya berkembang pada bagian luar tubuh dan bermetamorfosis sederhana, terdiri dari Ordo Ephemeroptera, Odonata, Orthoptera, Isoptera, Plecoptera, Dermaptera, Embioptera, Mallophaga, Anoplura, Thysanoptera, Hemiptera, Homoptera, dan Neuroptera. Sedangkan Endopterygota meliputi kelompok serangga yang sayapnya berkembang ke bagian dalam tubuh dan bermetamorfosis sempurna, terdiri dari Ordo Coleoptera, Mecoptera, Trichoptera, Lepidoptera, Diptera, Siphonaptera, dan Hymenoptera.¹⁶

a. Subkelas Apterygota

Apterygota merupakan insecta yang tidak memiliki sayap, primitif, tidak bermetafosa, dan pada abdomen terdapat

¹⁶Lilies, Christina. S. 1991. Kunci Determinasi Serangga. Program Nasional Pelatihan dan Pengembangan Pengendalian Hama Terpadu. Yogyakarta : Kanisius. Hal ,223

appendage pada sebelah ventral. Apterygota terdiri dari 4 ordo diantaranya ialah Protura, Dipleura, Thysanura, dan Myrocoryphia.¹⁷

b. Subkelas Pterygota

Pterygota merupakan subkelas dari insecta yang memiliki sayap. Pterygota terdiri dari kelompok insecta yang bermatamorfosis sederhana dan sempurna. Adapun pada penelitian ini yang ditemukan dari subkelas Pterygota adalah Ordo Pterygota.

1) Ordo Orthoptera

Orthoptera berasal dari kata *Ortho* yang berarti lurus dan *ptera* yang berarti sayap. Ordo Orthoptera memiliki karakteristik yaitu memilikisungut tipe *filiform*, tipe mulut pengunyah, memiliki tungkai yang panjang dengan terdapat satu sampai lima segmen pada bagian tarsusnya, serta tungkai depan diadaptasi untuk menggali atau memegang makanan, sedangkan pada tungkai belakang ukurannya besar dan diadaptasi untuk melompat.¹⁸ Sayapnya memiliki banyak pembuluh dan dengan sayap depannya yang biasanya menyempit dan menebal/mengeras yang disebut dengan *tegmen*,

¹⁷ Rusyana (2014, hlm.153)

¹⁸Lilies, Christina. S. 1991. Kunci Determinasi Serangga. Program Nasional Pelatihan dan Pengembangan PengendalianHama Terpadu. Yogyakarta : Kanisius. Hal. 221

sedangkan sayap belakang lebar, seperti selaput yang biasanya digunakan untuk terbang, dan pada ujung abdomennya terdapat *cerci* yang biasanya pendek. Ordo Orthoptera terbagi menjadi beberapa famili yaitu, Tetrigidae, Gryllotalpidae, Acrididae, Gryllidae, Tettigonidae, Mantidae, Phasmidae, dan Blattidae.¹⁹ Ciri utama dalam mengidentifikasi yaitu pada sayap memiliki sayap depan dan sayap belakang yang lebih pendek, antena terdapat ruas lebih dari 12 dan kaki femur yang membesar berfungsi untuk melompat dengan ukuran lebih dari 5mm.²⁰ Sebagian besar belalang, jangkrik dan kerabatnya merupakan herbivore. Mereka memiliki kaki belakang yang besar dan teradaptasi untuk meloncat, dua pasang sayap (satukasap, satu bermembran) dan mulut penggigitatau pengunyah. Jantan biasanya menghasilkan bunyi-bunyi percumbuaan dengan menggesek-gesekkan bagian tubuhnya, misalnya bumbungan pada kaki belakang. Orthoptera mengalami metamorphosis tak sempurna.²¹ Pada ordo orthoptera terdiri dari beberapa family yang ditemukan pada penelitian yang dilakukan

¹⁹Elzinga, R.J.*Fundamentals of Entomology*(Prentice Hall of India, Private Limited: New Delhi, 1978) hlm 34

²⁰Jumar, *Entomologi Pertanian*. Jakarta : PT Rineka Cipta, 2000) hlm. 141

²¹Campbell, N. A. & J. B. Reece. *Biologi*, Edisi Kedelapan Jilid 3 Terjemahan: Damaring Tyas Wulandari, (Jakarta:Erlangga, 2010) . hlm 264

adalah ordo Rhabdophoridae dan ordo Gryllidae.

2) Ordo Rhabdophoridae

Rhabdophoridae merupakan Jangkrik besar punggung bungkuk dengan antena panjang dan kaki sangat panjang. Tanpa sayap (sehingga tidak bisa berkicau) hingga panjangnya sekitar 25 mm. Mampu melompat beberapa kaki, yang bisa mengejutkan. Berwarna coklat muda sampai coklat tua. Keluarga ini ditemukan di seluruh dunia, dan tersebar luas di Amerika Utara di selatan kawasan Kutub Utara. Kebanyakan menyukai tempat-tempat lembab yang sejuk - gua, batang kayu busuk, di bawah dedaunan atau batu. Tidak akan berkembang biak di dalam ruangan kecuali jika mereka terus menerus menemukan kondisi gelap dan lembab.

Spesies yang hidup dalam kegelapan abadi, seperti jauh di dalam gua, mungkin memiliki mata yang berkurang atau hilang, dan seringkali memiliki anggota tubuh yang ramping dan panjang. "Sand-treader Crickets" hidup di liang di area berpasir dalam (biasanya bukit pasir), dengan kaki belakang yang kokoh untuk menggali, dan sebagian besar memiliki tibiae belakang dengan taji panjang yang dimodifikasi menjadi "keranjang pasir" yang tampaknya membantu dalam menggali dan

bergerak melalui pasir.

- Spesies *Dolichopoda cassagnai*

Karakter jantan memiliki ukuran 21,5 mm. Bagian belakang dengan lobus lateral memanjang, lebar di pangkal dan akut di puncak. Lobus subgenital piring membulat dengan gaya memanjang. Epiphallus pendek, massif, dengan bentuk X yang khas, puncaknya kuat bercabang dua dan melengkung ke depan, lobus basal berada sangat berkurang (Gbr. 49). Pada betina Plat subgenital membulat dan sedikit menorehkan di tengah. Ovipositor sepanjang 11,5 mm, itu katup bagian dalam dengan 19 dentikel.²²



Gambar 2.6 *Dolichopoda cassagnai*

Sumber: <https://v3.boldsystems.org/index.php/Taxbrowser>

²²Claudio Di Russo, dkk. *The cave crickets of Greece: a contribution to the study of Southern Balkan Rhabdophoridae diversity (Orthoptera), with the description of a new species of Troglophilus Krauss, 187. Biodiversity Journal*, 2014, 5 (3): 397–420



Gambar 2.7 tergum X dorsal, epiphallus dorsal

Sumber: *Biodiversity Journal*, 2014, 5 (3): 397–420

3) Ordo Gryllidae

Family Gryllidae memiliki cirri umum yaitu, tubuh berwarna hitam setelah dewasa, akan tetapi saat umurnya masih muda tubuhnya memiliki warna agak keputihan memiliki sepasang antenna didekat kedua matannya. Matanya sendiri berada pada bagian ujung depan tubuhnya dan terlihat sangat jelas. Di alam serangga ini berperan sebagai herbivore.

- Spesies *Gryllus personatus*

Spesies ini menjadi salah satu dari sedikit spesies biasa yang mudah dikenali dari warna dan pola. Dimana memiliki pola khas gelap pada tan yang sedikit bervariasi, tetapi pada dasarnya selalu sama. Memiliki kepala berwarna gelap dan pronotumnya yang kontras dengan bagian serangga yang jauh lebih pucat. Variabilitas besar ditunjukkan dalam seri di

depan kita, banyak perbedaan, ditemukan pada individu dari setiap serial besar, tetapi tidak ada yang menunjukkan apa pun mendekati varian *Gryllus personatus*. Individu yang belum dewasa ini. Habitat spesies ini sebagian besar berada pada daerah lempung, lanau, atau kapur terbuka dengan tanah berdebu berwarna terang. Sebagian besar di gurun dan padang rumput kering. Seringkali di daerah tipe "tanah tandus" di Great Plains. Mereka cenderung paling sering ditemukan hidup di retakan di gound atau di retakan buatan yang serupa di bawah trotoar dan pondasi.²³

4) Ordo Dermaptera

Ordo Dermaptera memiliki ciri yang mudah dikenal yaitu adanya cerci yang berbentuk seperti forcep atau catut. Jantan mempunyai forcep yang kokoh dan kasar (bergerigi), betina lebih halus dan ramping. Tubuh pipih, berukuran kecil hingga sedang.²⁴ Ordo Dermaptera yang dewasa dapat bersayap atau tidak mempunyai sayap, dengan satu atau dua pasang sayap. Bila bersayap, sayap-sayap depan pendek dan seperti kulit

²³James A. G. Rehn and Morgan Hebard, *The Genus Gryllus (Orthoptera) as Found in America*, Source: *Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia*, Apr. - Aug., 1915, Vol. 67, No. 2 (Apr. - Aug., 1915), pp. 293-322

²⁴Lilies, Christina. S. *Kunci Determinasi Serangga. Program Nasional Pelatihan dan Pengembangan Pengendalian Hama Terpadu* (Yogyakarta : Kanisius, 1991). Hal. 224

dan tidak mempunyai rangka sayap yang disebut tegmina, dan sayap-sayap belakang (bila ada) berselaput tipis dan membulat, tarsi tiga ruas. Ordo Dermaptera yang muda, ruas-ruas sungutnya lebih sedikit dari yang dewasa, dengan ruas-ruas tambahan setiap ganti kulit. Yang muda dapat dibedakan dari yang dewasa dengan kombinasi abdomen pada jantan yang beruas sepuluh, penjepit biasanya memiliki tepi bagian dalam yang jelas melengkung sedangkan betina memiliki delapan ruas dan penjepit lurus. Contohnya *Forficula auricularia*.²⁵ Dari penelitian yang didapatkan family dari ordo Dermaptera adalah Anisolabidae. Adapun morfologi dari ordo Dermaptera adalah sebagai berikut:



Gambar 2.8 Ordo Dermaptera

Sumber: <http://tolweb.org/Dermapter>

²⁵Boror. J.B., Triplehorn, N.F., Johnson, *Pengenalan Pelajaran Serangga (edisi keenam)*, (Yogyakarta : Gadjah MadaUniversity Press, 1996). Hlm. 301

a. Family Anisolabidae

Chelisocidae dan Forficulidae memiliki bagian tengah dari tiga segmen pada "kaki" yang membentang di bawah segmen terakhir ("jari kaki"), dengan Chelisocidae juga memiliki bulu yang lebat di bawahnya dan Forficulidae memiliki segmen tengah yang juga lebih lebar dari yang terakhir. Pada pria, penjepit kanan terlihat lebih bengkok ke dalam lebih dari yang kiri. Morfologi pada jantan dibedakan dengan betina berdasarkan morfologi forsep, kemudian diklasifikasikan menjadi 10 morfospesies. Tiga (*F. auricularia* , *L. truncata* , dan *N. lividipes*) dengan mudah diidentifikasi, terutama karena hanya satu dari saudara spesies samar *F. auricularia* yang terjadi di Australia. Earwigs yang tersisa adalah anggota dari famili Anisolabididae, berdasarkan ketiadaan sayap pada tahap dewasa. Penugasan generik dan spesifik didasarkan pada kombinasi bentuk forsep pria dan alat kelamin. Beberapa morfospesies dapat diidentifikasi untuk spesies, sementara yang lain hanya untuk genus, dan mereka ditentukan secara numerik. Morfospesies Anisolabididae adalah

Anisolabis sp. 1, *Anisolabis* sp. 2, *Gonolabis forcipata* Burr (= *Mongolabisforcipata* , *Gonolabis* nr. *gilesi* Steinmann(= *Mongolabis* nr. *gilesi* , *Gonolabis* sp. 1, *Gonolabis* sp. 2, dan *Gonolabis* sp. 3. Seekor jantan tunggal *Anisolabis maritima* (Bonelli) ditemukan di Australia Barat. Karena ini adalah spesies yang terkenal dan dapat dikenali, maka tidak dimasukkan dalam analisis molekuler atau morfometrik selanjutnya yang bertujuan untuk mengklarifikasi filogeni dan menguji kemampuan sumber daya yang tersedia untuk membedakan Anisolabididae yang tidak diketahui. Perlu dicatat bahwa sejauh ini, Anisolabididae belum menerima perlakuan filogenetik, numerik, atau kladistik yang komprehensif, sehingga setiap identifikasi harus dianggap sementara. Untuk tujuan ini, dicatat bahwa Revisi sistematika Anisolabididae kemungkinan besar akan memberikan klasifikasi generik yang berbeda.²⁶

- Spesies *Euborellia annulipes*

Genus *Euborellia* secara tradisional diwakili di

Semenanjung Iberia oleh dua spesies yang

²⁶Oliver P. Stuart dkk, *Morphological and Molecular Analysis of Australian Earwigs (Dermaptera) Points to Unique Species and Regional Endemism in the Anisolabididae Family*. *Insects* 2019, 10(3), 72

tersebar luas, *Euborellia annulipes* Karakter diagnostik yang ditunjukkan oleh Steinmann (1981a) untuk *Euborellia hispanica* termasuk dalam variabilitas lokal yang ditemukan di *Euborellia moesta* dari Girona, dan seperti yang ditunjukkan di atas, *Euborellia annulipes* jantan yang belum dewasa atau baru bermetamorfosis dalam keluarga Anisolabididae menunjukkan karakter seksual sekunder eksternal dan struktur genital yang sangat bervariasi. Habitat umum *Euborellia annulipes* berada pada rentang geografis dimana sebagian besar terbatas pada wilayah pesisir, atau wilayah dengan pengaruh samudra dalam Ciri – cirri dari spesies ini adalah, memiliki kaki yang terang didominasi dengan dengan cincin coklat tua, ada warna keputihan. *Euborellia annulipes* pada bagian distal terdapat antena, dengan bantalan elytral seringkali satu-satunya karakter yang digunakan untuk membedakan antara *E. moesta* dan *E. annulipes*.²⁷

b) Subfilum Chelicerata

Hewan-hewan yang termasuk subfilum chelicerata tidak

²⁷Mario García, *Taxonomy Of Iberian Anisolabididae (Dermaptera)*, Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae 63(1), pp. 29–43, 2017 DOI: 10.17109/AZH.63.1.29.2017

mempunyai sungut dan secara khas mempunyai enam pasang embelan (kaki). Satu pasang pertama merupakan kelisera dan sisanya seperti tungkai. Gelambir endit arachnida atau embelan seperti tungkai berfungsi sebagai geraham. Tubuh chelicerata biasanya dibagi menjadi dua bagian; bagian depan disebut prosoma (sefasoma atau abdomen). Saluran kelamin bermuara dekat ujung anterior apistosoma. Kebanyakan kelisera mempunyai ruas tungkai tambahan yaitu patella yang letaknya diantara femur dan tibia. Tungkai tersebut biasanya tidak bercabang yang artinya tidak ada eksit atau eksopodosit.²⁸

Subfilum chelicerata memiliki 4 kelas tetapi yang umum akan di bahas adalah kelas Arachnida, beberapa ordo dari arachnida diantaranya Scorpiones, Palpigradi, Uropygi, Schizomida, Amblypygi, Araneae, Ricinulei, Acari, Pseudoscorpiones, dan Solifugae.

1. Kelas Arachnida

Arachnida merupakan kelas dari filum arthropoda yang meliputi laba-laba, kalajengking, caplak atau tungau, dan kutu. Arachnida mempunyai sefalothoraks anterior dan abdomen posterior. Tubuh arachnida memiliki satu atau dua bagian utama yaitu enam pasang tonjolan (kalisera, pedipalpus, dan empat pasang kaki untuk berjalan). Tonjolan untuk menangkap

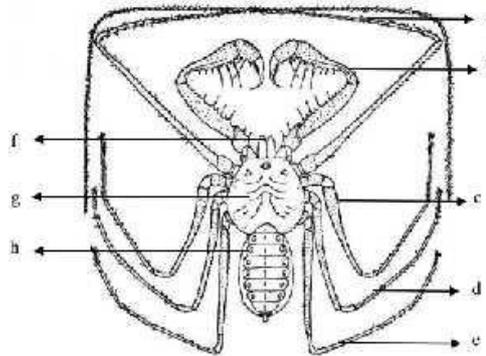
²⁸Boror. J.B., Triplehorn, N.F., Johnson, Pengenalan Pelajaran Serangga (edisi keenam), (Yogyakarta : Gadjah Mada University Press, 1996). Hlm. 134-135

makanan mirip cakar disebut kalisera (chelicera) yang berperan sebagai capit atau taring.²⁹

Hewan-hewan dari kelas Arachnida tersebut kebanyakan hidup bebas dan jauh lebih umum di daerah yang hangat dan kering daripada di tempat lain. Pada umumnya kelas arachnida ini adalah hewan pemangsa atau predator karena hewan-hewan ada yang memiliki racun atau pencapit tajam untuk membunuh mangsa. Labalaba merupakan hewan predator dimana memakan hewan-hewan yang ukurannya lebih kecil seperti serangga. Arachnida umumnya hewan nokturnal, ketika siang hari bersembunyi di celah-celah gelap dan liang. Arachnida jarang bergerak dan menunggu mangsa bertemu dengannya. Sebuah adaptasi unik pada kebanyakan laba-laba adalah kemampuan untuk menangkap serangga dengan membangun jaring-jaring sutra yang dihasilkan dari organ spinneret.³⁰

²⁹Campbell, Reece-Mitchell. *Biologi edisi kelima-jilid 2*, (Jakarta : Erlangga, 2008) hlm.259

³⁰Campbell, N. A. & J. B. Reece. *Biologi*, Edisi Kedelapan Jilid 3 Terjemahan: Damaring Tyas Wulandari. (Jakarta:Erlangga, 2010) hlm. 260).



Gambar 2.9 Morfologi Amblypyga a) *antenniform leg (Leg I)*; b) *pedipalp* c) *Leg II*; d) *Leg III*; e) *Leg IV*; f) *Chelicera*; g) *Prosoma*; h) *Ophistosoma*

Sumber: Savory, 1997

a. Ordo Amblypygi

Hewan ini dikenal sebagai kalajengking cambuk tanpa ekor, tidak menyengat atau mengigit, memiliki kelisera bersegmen mirip taring, pedipalpus besar mengilap, dan pasangan kaki pertama yang sangat panjang. Tubuh menyerupai laba-laba, tetapi opistoma beruas dan menyempit di bagian dasar dan tidak bertangkai. Tidak ada alat pembuat benang halus, kuat, dan berduri, tungkai pertama sangat panjang dan berbentuk seperti cambuk.³¹ Adapun hasil penelitian family dari ordo Amblypygi yang ditemukan adalah Phrynidae.

1) Family Phrynidae

- Spesies *Phrynus exsul*

³¹Boror. J.B., Triplehorn, N.F., Johnson, *Pengenalan Pelajaran Serangga (edisi keenam)*, (Yogyakarta : Gadjah MadaUniversity Press, 1996). Hlm. 140

Phrynus exsul berbeda dari semua anggota keluarga lainnya dengan meningkatnya jumlah trikobothria di distitibia, misalnya di distitibia IV, di mana baris sbc dan stf masing-masing terdiri dari 5 trikobothria. *Phrynus exsul* kekurangan longapophysis pada pedipalpal trochanter yang merupakan sinapomorfi dari *Heterophrynus*, anggota serius dari *Heterophryninae*, dan tidak memiliki setae seperti daun pada tarsus I karakteristik dari *Acanthophrynus*. Ia memiliki lebih dari tiga duri utama pada margin dorsal dari pedipalpal patella, yang merupakan sinapomorfyunit *Phrynus* dan *Paraphrynus* (Weygoldt 1996, 2000). Kedua genera ini terpisah hanya pada susunan duri pada patela pedipalpal (Mullinex 1975; Quintero 1981): Spesies *Phrynus* memiliki patella dorsal-3 lebih pendek dari dorsal-2 dan 4, sedangkan spesies *Paraphrynus* memiliki dorsal-3 dan 4 menjadi jauh lebih pendek dari dorsal- 2 dan 5. Dalam hal ini, *P. Exsul* menyerupai spesies lain dari *Phrynus* tetapi polaritas dari status karakter ini ambigu karena taksa outgroup.

(*Acanthophrynus* dan *Heterophrynus*) memiliki susunan tulang belakang yang tidak memungkinkan untuk perbandingan langsung. *Phrynus exsul* sangat mirip dengan spesies *Phrynus* lainnya dan, seperti disebutkan di atas, jumlah trichobothria yang bertambah pada distitibiae kaki II – IV membedakan *Phrynus exsul* dari semua spesies.³²

Artropoda saat ini mengalami perubahan klasifikasi dimana hanya terbagi ke dalam dua subfilum, yaitu subfilum Chelicerata yang diwakili oleh kelas Arachnoida, dan subfilum Mandibulata yang diwakili oleh kelas Crustacea, Myriapoda dan Insecta.³³ Pada kelas insecta ini terdapat ciri khas berupa terjadinya metamorfosa kerangka luar tubuh berupa integumen yang mengeras atau eksoskeleton yang tersusun dari lapisan khitin dan protein; memiliki tubuh yang beruas-ruas; tubuh terdiri dari tiga segmen yaitu caput (kepala), thorax dan abdomen.

Artropoda memiliki sistem peredaran darah terbuka, satu-satunya pembuluh darah yang ada berupa saluran lurus terletak di atas saluran pencernaan, yang di daerah abdomen mempunyai lubang-lubang di sebelah lateral. Rongga tubuh berisi darah, disebut hemosol. Memiliki sistem syaraf terdiri dari ganglion anterior yang merupakan “otak”

³²Mark Stephen Harvey, *The first Old World species of Phrynidae (Amblypygi): Phrynus exsul from Indonesia*, January 2002 *Journal of Arachnology* 30:470–474

³³Hadi, H.dkk, *Biologi Insekta Entomologi*, (Yogyakarta: Graha Ilmu, 2009) Hlm 165

terletak di atas saluran Filum Arthropoda Subfilum Trilobita Subfilum Celicerata Subfilum Crustacea Subfilum Atelocerata Punah Klas: Merostoma Arachnida Pycnogonida Klas: Cephalocarida Branchiopoda Ostracoda Copepoda Mystacocarida Remipedia Tantulocarida Branchiura Cirripedia Malacostraca Klas: Diplopoda Chilopoda Pauropoda Symphila Hexapoda pencernaan, sepasang syaraf yang menghubungkan otak dengan syaraf sebelah ventral, serta pasangan-pasangan ganglion ventral yang dihubungkan satu dengan yang lain oleh urat syaraf ventral, berjalan sepanjang tubuh dari depan ke belakang di bawah saluran pencernaan dengan urat-urat dagingnya bergaris melintang.³⁴

Sistem pengeluaran Arthropoda berupa saluran-saluran malphigi yang bermuara di saluran pencernaan, limbah dikeluarkan melalui anus. Respirasi berlangsung memakai insang, trakhea dan spirakel. Tidak mempunyai silia atau nefridia dan memiliki kelamin hampir selalu terpisah.³⁵ Arthropoda tanah merupakan salah satu kelompok hewan tanah yang dikelompokkan atas Arthropoda dalam tanah dan Arthropoda permukaan tanah. Arthropoda tanah sangat berperan dalam penghancuran serasah serta sisa-sisa bahan organik.³⁶

³⁴Mochamad Hadi dkk., *Biologi Insekta Entomologi*, (Yogyakarta : Graha Ilmu, 2009). Hlm 132

³⁵Ibid. Hlm 134

³⁶Suin, N. M. *Ekologi Fauna tanah*. (Jakart: Bumi Aksara 1997) Hlm 189

Pada awalnya Collembola digolongkan di dalam takson Hexapoda dengan status sebagai salah satu ordo dari kelas Insecta.³⁷ Sejalan dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan kegiatan penelitian, maka terjadi revisi kedudukan beberapa takson. Ada yang semula berstatus ordo berkembang dan terpisah dari insecta dan menjadi khas tersendiri. Takson Hexapoda sendiri terus berkembang dan sampai saat ini masih terjadi perbedaan pendapat tentang klasifikasinya. Sampai dengan tahun 1970 Insecta masih dianggap identik dengan Hexapoda yang berjenjang takson kelas dan memiliki dua subkelas dibawahnya, yaitu Apterygota dan Pterygota. Dalam klasifikasinya, Collembola merupakan salah satu ordo dari Apterygota karna sepanjang hidupnya tidak bersayap. Insecta kemudian dipisahkan dari Hexapoda, dan Hexapoda diangkat menjadi superkelas dengan 5 kelas didalamnya termasuk Collembola. Pemisahan Collembola menjadi kelas tersendiri dilakukan atas dasar perbedaan perusakan tungkai dan toraks serta adanya furkula sebagai alat peloncat.³⁸ Insecta atau serangga merupakan spesies hewan dengan jumlah paling dominan diantara hewan lain pada filum Arthropoda.³⁹ Oleh sebab itu insecta masuk dalam kelompok hewan yang lebih besar dalam filum Arthropoda. Terdapat 713.500 jenis Arthropoda atau sekitar 80 % dari jenis hewan yang telah teridentifikasi di muka

³⁷Suhardjono, Y. R., L. Deharveng dan A. Bedos. *Biologi, Ekologi, Klasifikasi Collembola (ekorpegas)*. (Bogor:Vagamedia, 2012) hlm. 262

³⁸Suhardjono, Y. R., L. Deharveng dan A. Bedos. *Biologi, Ekologi, Klasifikasi Collembola (ekorpegas)*. (Bogor:Vagamedia, 2012) hlm. 288

³⁹Mochamad Hadi dkk., *Biologi Insekta Entomologi*, (Yogyakarta : Graha Ilmu, 2009). Hlm 134

bumi.

4. Faktor-faktor Yang Mempengaruhi Lingkungan Arthropoda

Kelangsungan hidup suatu spesies dipengaruhi oleh ekosistem alami yang memiliki keseimbangan alami yang tetap terjaga, dimana spesies-spesies berinteraksi satu sama lain dan juga dengan lingkungan fisiknya.⁴⁰ Penentu kelimpahan serangga dalam suatu ekosistem merupakan gabungan dari ciri bawaan individu dan atribut faktor lingkungan yang efektif. Faktor-faktor ini dapat berperan penting dalam menurunkan atau meningkatkan jumlah serangga. Secara keseluruhan, faktor-faktor tersebut dapat menjelaskan perbedaan kelimpahan di tiap habitat dan perubahan jumlah dalam kisaran waktu tertentu pada habitat yang sama. Setiap kehidupan makhluk hidup pasti dipengaruhi oleh faktor-faktor lingkungan yang ada di sekitarnya. Begitu juga dengan fauna penghuni gua, pengaruh lingkungan seperti faktor fisika dan biologi ini tentu akan sangat mempengaruhi kelimpahan dan keanekaragaman setiap organisme di dalam gua. Arthropoda pada ekosistem tanah sangat tergantung pada faktor lingkungan. Perubahan lingkungan sangat berpengaruh terhadap kehadiran dan kepadatan populasi Arthropoda. Perubahan faktor fisika kimia tanah berpengaruh terhadap kepadatan hewan tanah.⁴¹ Keberadaan suatu organisme dalam suatu ekosistem dapat mempengaruhi keanekaragaman. Berkurangnya jumlah maupun jenis populasi dalam suatu ekosistem dapat mengurangi indeks

⁴⁰Ibid, hlm 128

⁴¹Suin, N. M. *Ekologi Fauna tanah*. (Jakart: Bumi Aksara 1997) hlm 145

keanekaragamannya. Faktor biotik ini akan mempengaruhi jenis hewan yang dapat hidup di habitat tersebut, karena ada hewan-hewan tertentu yang hidupnya membutuhkan perlindungan yang dapat diberikan oleh naungan dari pohon atau kanopi dari tumbuhan di habitat tersebut. Beberapa faktor yang mempengaruhi keberadaan fauna tanah dalam ekosistem yaitu: pertumbuhan populasi dan interaksi antar spesies.

Faktor lingkungan biotik seperti: mikroflora, tumbuh-tumbuhan dan golongan hewan lainnya. Keanekaragaman vegetasi suatu daerah akan mempengaruhi macam Arthropoda daerah tersebut. Pada daerah dengan keanekaragaman vegetasi yang tinggi, memiliki macam organisme yang banyak pula. Hal ini dikarenakan setiap hewan permukaan tanah tergantung pada vegetasi untuk makanan, perlindungan, kesempatan untuk bereproduksi dan kebutuhan lainnya. Kehidupan hewan tanah sangat tergantung pada habitatnya karena keberadaan dan kepadatan populasi suatu hewan tanah di suatu permukaan gua sangat tergantung pada faktor lingkungan tersebut.

a) Kelembapan

Gua memiliki kondisi yang khas berupa kelembaban udara yang sangat tinggi. Kelembaban relatif stabil di dalam gua dapat mencapai > 90% dan jarang dibawah 80%. Pada gua vertikal dengan kedalaman tinggi biasanya dijumpai kelembaban yang tinggi.⁴²

Fauna terestrial gua biasanya sering ditemukan pada tepi air

⁴²Ko, R. K. T. *Keanekaragaman Hayati Kawasan Karst*. Perhimpunan Eksokarstologi Indonesia (Jakarta: Sinar Grafika.2000) hlm 165

perkolasi atau tepian sungai bawah tanah. Salah satu bentuk adaptasi hewan utama gua ialah dengan kemampuan hidup dalam kelembaban yang tinggi. Faktor lingkungan abiotik sangat menentukan struktur komunitas hewan-hewan yang terdapat di suatu habitat. Faktor lingkungan biotik berupa organisme lain yang juga terdapat di habitatnya.⁴³ “Dalam lingkungan daratan, tanah menjadi faktor pembatas penting. Bagi daerah tropika kedudukan air dan kelembapan sama pentingnya seperti cahaya, fotoperiodisme dan fluktuasi suhu bagi daerah temperatur dan daerah dingin”.⁴⁴

“Kelembapan adalah faktor yang sangat penting yang mempengaruhi ekologi organisme. Kelembapan harus dipertimbangkan dalam hal kelembapan atmosfer, air tanah bagi tanaman, dan air minum untuk hewan. Kelembapan berhubungan erat dengan spesies, sering ditemukan dalam situasi yang sama sekali berbeda dengan ketentuan lingkungan mereka yang berbeda. Batas toleransi terhadap kelembapan merupakan salah satu faktor penentu utama dalam penyebaran spesies”.⁴⁵

Pengaruh kelembapan tinggi terhadap keberadaan dan keberlangsungan hidup hewan invertebrata darat karena jika kondisi kelembapan lingkungan sangat tinggi hewan dapat mati atau berpindah tempat dan dalam kondisi rendah atau kering pun kadang-

⁴³Suin, N. M. *Ekologi Fauna tanah*. (Jakarta: Bumi Aksara 1997) Hlm 160

⁴⁴Kramadibrata I, *Ekologi Hewan*. (Institut Teknologi Bandung, 1995) Hlm, 124

⁴⁵Hadi dkk., *Biologi Insekta Entomologi*, (Yogyakarta : Graha Ilmu, 2009). Hlm 156

kadang mengurangi populasi pada jenis tertentu. Selain itu, kelembapan dapat mengontrol berbagai macam aktivitas hewan seperti aktivitas bergerak, beradaptasi, kawin, dan makan.

“Tubuh serangga mengandung 80 - 90 % air, dan harus dijaga agar tidak mengalami banyak kehilangan air yang dapat mengganggu proses fisiologinya. Ketahanan serangga terhadap kelembaban bervariasi, ada serangga yang mampu hidup dalam suasana kering tetapi ada pula yang hidupnya di dalam air. Biasanya serangga tidak tahan mengalami kehilangan air yang terlalu banyak, namun ada beberapa serangga yang mempunyai ketahanan karena dilengkapi dengan berbagai alat pelindung untuk mencegah kehilangan air tersebut, misalnya kutikula yang dilapisi lilin”.⁴⁶

b) Intensitas Cahaya

Menurut Cartono dan Nahdiah Intensitas cahaya atau kandungan energy merupakan aspek cahaya yang terpenting sebagai faktor lingkungan, karena berperan sebagai tenaga pengendali utama dari ekosistem. Intensitas cahaya ini sangat bervariasi baik secara ruang (spasial) maupun waktu (temporal).⁴⁷

Cahaya merupakan sumber energi bagi kehidupan. Sinar matahari yang diserap oleh organisme-organisme fotosintetik

⁴⁶Ko, R. K. T. *Keanekaragaman Hayati Kawasan Karst*. Perhimpunan Eksokarstologi Indonesia (Jakarta: Sinar Grafika.2000) hlm 142

⁴⁷Cartono, dan Ratu Nahdiah, *Ekologi Tumbuhan*, (Bandung: Prisma Press Prodaktama, 2008) Hlm 80

menyediakan energi yang menjadi pendorong kebanyakan ekosistem, dan sinar matahari yang terlalu sedikit dapat membatasi distribusi spesies fotosintetik.⁴⁸ Beberapa kegiatan serangga dipengaruhi oleh adanya cahaya, oleh karena itu fauna tanah umumnya serangga dikelompokkan menjadi rentang waktu tertentu.

“Beberapa kegiatan serangga dipengaruhi oleh responnya terhadap cahaya, sehingga timbul sejenis serangga yang aktif pada pagi, siang, sore dan malam hari. Cahaya matahari ini mempengaruhi aktivitas dari distribusi lokalnya. Dijumpai serangga-serangga yang aktif pada saat ada cahaya matahari, sebaliknya dijumpai serangga-serangga yang aktivitasnya terjadi pada keadaan gelap”.⁴⁹

c) Cahaya

“Suhu merupakan faktor fisik lingkungan, mudah diukur dan dangat bervariasi, memainkan peran yang sangat penting dalam mengatur aktivitas hewan. Hal ini terutama karena suhu mempengaruhi laju reaksi kimia dalam tubuh dan mengendalikan kegiatan metabolik yakni mekanisme kompensasi yang khusus dikembangkan oleh hewan untuk

⁴⁸ Campbell, Neil. A and Reece, Jane. B. *Biologi Edisi Kedelapan jilid 3(Terjemahan Oleh Damaring Tyas Wulandari)*. (Jakarta: Erlangga, 2010) Hlm 333

⁴⁹Irwan, Z.D. *Prinsip-Prinsip Ekologi Ekosistem, Lingkungan Dan Pelestariannya*. (Jakarta : Bumi Aksara, 2012) Hlm 16

beradaptasi dengan suhu di alam”.⁵⁰

Hewan kecil tertentu yang hidup di daratan seperti contoh beberapa fauna tanah misalnya dari filum arthropoda memiliki zona/daerah suhu yang membatasi aktivitas kehidupannya tersebut.⁵¹ Zona-zona tersebut (untuk daerah tropis) yaitu sebagai berikut:

1. Zona batas fatal atas, pada suhu tersebut fauna tanah pada umumnya serangga telah mengalami kematian, yaitu pada suhu $> 48^{\circ} \text{C}$.
2. Zona dorman atas, pada suhu ini aktivitas (organ tubuh eksternal) serangga tidak efektif, yaitu pada suhu $38 - 45^{\circ} \text{C}$.
3. Zona efektifitas, pada suhu ini aktivitas serangga efektif pada suhu $29 - 38^{\circ} \text{C}$.
4. Zona optimum, pada suhu $\pm 28^{\circ} \text{C}$, aktivitas serangga adalah paling tinggi.
5. Zona efektif bawah, pada suhu ini aktivitas (organ internal dan eksternal) serangga efektif, yaitu pada suhu $27 - 15^{\circ} \text{C}$.
6. Zona dorman bawah, pada suhu ini tidak ada aktivitas eksternal, yaitu pada suhu 15°C .
7. Zona fatal bawah, pada suhu ini serangga telah mengalami

⁵⁰Michael, P. *Ecological System Metode For Field and Laboratory Investigations*. (New Delhi: Tata McGraw-Hill Publishing Company, 1984) Hlm 167

⁵¹Irwan, Z.D. *Prinsip-Prinsip Ekologi Ekosistem, Lingkungan Dan Pelestariannya*. (Jakarta : Bumi Aksara, 2012). hlm.16

kematian ($\pm 4^{\circ}\text{C}$)

Pada umumnya jenis fauna tanah contohnya serangga aktif pada titik suhu di atas 15°C , tetapi beberapa spesies dapat hidup aktif sedikit di atas titik beku air. Dalam rentang zona tersebut, serangga memiliki suhu optimum. “Suhu optimum pada kebanyakan serangga adalah di sekitar 28°C dan estivasi biasanya dimulai dari suhu 38°C sampai 45°C . Untuk kebanyakan serangga titik suhu 48°C merupakan titik kematian total (*fatal point*) pada daerah suhu tinggi, meskipun ada di antaranya dapat bertahan hidup sampai 52°C , untuk beberapa saat misalnya serangga *Chrysothryx sp.* Perbedaan suhu lingkungan tersebut dipengaruhi oleh musim, namun pada daerah tropis seperti Indonesia suhu rendah ini tidak begitu penting karena suhu rata-ratanya untuk sepanjang tahun di atas 0°C ”.⁵²

d) pH

Derajat keasaman digunakan untuk menyatakan tingkat keasaman atau basa suatu keadaan yang dimiliki oleh suatu zat, larutan, atau benda. pH sering dihubungkan dengan perubahan dalam beberapa faktor fisik kimia lain, penelitian telah menunjukkan bahwa pH memiliki variabel dan pengaruh yang

⁵²Michael, P. *Ecological System Metode For Field and Laboratory Investigations*. (New Delhi: Tata McGraw-Hill Publishing Company, 1984) Hlm 200

terbatas terhadap hewan yang berbeda spesies dan sekelompok tanaman.⁵³

Keasaman dan kebasaaan, keasaman tergantung pada konsentrasi ion hydrogen (ion adalah suatu bagian molekul yang bermuatan listrik). Derajat keasaman atau pH digambarkan sebagai logaritma negatif dengan skala yang berkisar antara 0 (ekstrim asam) sampai 14 (ekstrim basa).⁵⁴ Derajat keasamaan (pH) tanah merupakan factor pembatas bagi kehidupan organisme baik flora maupun fauna. pH tanah dapat menjadikan organisme mengalami kehidupan yang tidak sempurna atau bahkan akan mati pada kondisi pH yang terlalu asam atau terlalu basa.⁵⁵ Adapun nilai pH tanah ini dapat berubah-ubah. Ini disebabkan karena pengaruh lingkungan yang berupa introduksi bahan-bahan tertentu ke dalam tanah sebagai akibat dari aktivitas alam yang berupa hujan, letusan gunung berapi. Pasang surut dan sebagainya. Disamping itu pH tanah juga dipengaruhi oleh kegiatan aktivitas manusia dalam mengolah tanah seperti pemupukan, pemberian kapur, dan insektisida.⁵⁶

⁵³Michael, P. *Ecological System Metode For Field and Laboratory Investigations*. (New Delhi: Tata McGraw-Hill Publishing Company, 1984) Hlm 21

⁵⁴Cartono, dan Ratu Nahdiah, *Ekologi Tumbuhan*, (Bandung: Prisma Press Prodaktama, 2008) Hlm 153

⁵⁵Michael, P. *Ecological System Metode For Field and Laboratory Investigations*. (New Delhi: Tata McGraw-Hill Publishing Company, 1984) Hlm 29

⁵⁶Hakim, *et al.*. *Dasar-Dasar Ilmu Tanah*. (Lampung: Universitas Lampung, 1986) Hlm. 30

5. Metode Pengambilan Sampel Arthropoda

Tujuan dilakukannya pengambilan sampel baik dalam penelitian maupun untuk pemantauan adalah untuk memperoleh data yang representatif dalam kaitannya dengan populasi yang menjadi sasaran observasi. Teknik sampling merupakan bagian dari metodologi statistika yang berhubungan dengan pengambilan sebagian dari populasi. Bila sampling dilakukan dengan metode yang tepat, analisis statistik dari sampel dapat digunakan untuk mengeneralisasikan keseluruhan populasi.⁵⁷

Metode yang digunakan untuk sampling Arthropoda gua ditentukan berdasarkan habitatnya di dalam gua. Koleksi dapat dilakukan secara langsung dengan tangan, kuas atau pinset ataupun secara tidak langsung dengan menggunakan perangkap dan pengambilan sampel tanah.⁵⁸ Pada penelitian yang dilakukan oleh peneliti kali ini menggunakan penelitian tidak langsung dengan memasang perangkap sumuran (pitfall trap).

a) Koleksi Tidak Langsung

Koleksi secara tidak langsung dilakukan dengan memasang perangkap pada zona yang akan diidentifikasi. Adapun beberapa perangkap yang dapat digunakan dalam koleksi Arthropoda gua adalah sebagai berikut:

⁵⁷Fachrul, M.F. dkk. *Komposisi dan Moden Kemelimpahan Fitoplankton di Perairan Sungai Ciliwung, Jakarta*. (JurnalBIODIVERSITAS, vol.9, No.4, 2008).

⁵⁸Rahmadi, C., Y.R. Suhardjono & J. Subagja. *Komunitas Collembola Guano Kelelawar di Gua Lawa Nusakambangan, Jawa Tengah*. Biologi. 2002. 2: 861- 875

1. Perangkap sumuran (pitfall trap)

Perangkap Sumuran (pitfall trap) adalah lubang perangkap untuk hewan-hewan kecil, seperti serangga, amfibi dan reptil. Jebakan lubang terutama digunakan untuk studi ekologi. Hewan yang memasuki perangkap jebakan tidak dapat melarikan diri. Ini adalah bentuk koleksi pasif, kebalikan dari koleksi aktif di mana kolektor menangkap setiap hewan (dengan tangan atau dengan perangkat seperti jaring kupu-kupu). Pengumpulan aktif mungkin sulit atau memakan waktu, terutama di habitat yang sulit untuk melihat hewan seperti rumput tebal. Metode ini sangat umum digunakan dalam penelitian hewan tanah, dan dapat juga digunakan untuk mempelajari ekologi binatang gua dengan membandingkan antar gua atau hanya antar zona dalam satu gua. Hanya binatang yang aktif dipermukaan lantai tanah yang dapat digunakan untuk metode ini.⁵⁹ Perangkap yang digunakan adalah perangkap basah perangkap ini dirancang untuk membunuh dan mengawetkan hewan yang terperangkap. Cairan yang dapat digunakan dalam perangkap ini termasuk formalin (10% formaldehida), alkohol, etilen glikol, trisodium fosfat, asam pikrat atau bahkan (dengan perangkap yang diperiksa setiap hari) air biasa. Sedikit deterjen biasanya

⁵⁹ Ibid

ditambahkan untuk memecah tegangan permukaanairan untuk mempercepat tenggelam. Bukaan biasanya ditutup dengan batu miring atau tutup atau benda lain. Hal ini dilakukan untuk mengurangi jumlah hujan dan kotoran yang masuk ke dalam perangkap, dan untuk mencegah hewan di perangkap kering tenggelam (saat hujan) atau kepanasan (pada siang hari) serta untuk mencegah predator.

6. Kajian Gua

a) Karts

Karst berarti batu-batuan, istilah ini digunakan untuk suatu kawasan gamping (*limestone*) yang telah mengalami proses pelarutan sehingga menunjukkan relief dan pola pengaliran yang khas. Karst memiliki ciri sistem drainase permukaan yang langka, terdapat cekungan yang tertutup, solum tanah yang tipis dan hanya satu tempat, serta terdapat sistem drainase di bawah tanah.⁶⁰ Bentang alam karst menyerupai tempurung kelapa yang umum didominasi oleh jajaran perbukitan yang terbagi menjadi dua dengan lembah yang terkurung antara bentukan bukit dan lembah yang merupakan hasil dari proses pelarutan dan erosi. Lembah biasanya tertutupi oleh terrarosa atau permukaan tanah yang berwarna coklat

⁶⁰Sutikno dan Eko Haryono. *Perlindungan Fungsi Kawasan Karst. Makalah Seminar: Perlindungan Penghuni Kawasan Karst Masa Lalu, Masa Kini, dan Masa Datang Terhadap penurunan Fungsi Kualitas Lingkungan, oleh: PSL LEMLIT UNS dan KMN LH, di Surakarta 11 November 2000*

kemerahan.⁶¹ Topografi karst dicirikan oleh fitur permukaan bawah tanah yang khas yaitu *dry valley*, *grike valley*, *karst canyon*, *karstspring*, *polje sinkhole*, *solution tube*, *swallet*.⁶² Karst dapat pula diartikan sebagai bentang alam khas yang berkembang di suatu kawasan batuan karbonat (batu gamping dan dolomit) atau batuan lain yang mudah larut yang telah mengalami proses karstifikasi atau pelarutan sampai tingkat tertentu. Ciri khas dari karst bisa dibedakan dari eksokarst dan endokarst. Eksokarst antara lain ditunjukkan oleh keberadaan bukit- bukit karst berbentuk kerucut, kubah, dan lembah dolina atau polje. Fenomena endokarst ditunjukkan dengan stalaktit dan stalagmit, dan aliran sungai di bawah tanah yang biasa disebut gua.⁶³

Kawasan karst merupakan kawasan lindung cagar alam dengan sumber daya alam yang tidak terbarukan dan banyak menyimpan potensi alam yang unik dan langka, serta memiliki nilai penting bagi keseimbangan ekosistem.⁶⁴ Salah satu ekosistem unik yang ada di kawasan karst adalah ekosistem gua karst.

⁶¹Bogli, Alfred. *Karst Hydrology and Physical Spleology* (Berlin: SpringerVerlag, 1980) hal, 124

⁶²Broderick J. *Guidelines for the Management of Spontaneous Intracerebral Hemorrhage*. (A Guideline From The American Heart Association, 2007)

⁶³Kasri, et.al. *Kawasan Karst di Indonesia Potensi dan Pengelolaan Lingkungannya* (Jakarta, Kantor Menteri Negara Lingkungan Hidup, 1999) hal 67

⁶⁴Madyana, A. P. Partisipasi Komunitas Warga Dalam Upaya Konservasi Kawasan Hutan Karst Di Gunungkidul. *Indonesian Scientific Karst Forum*. 2008) .hlm. 7.

b) Gua

Gua merupakan karst yang berbentuk secara alami pada batu gamping di bawah tanah yang menghubungkan antar ruangan hasil dari proses yang terlarut oleh air dan aktivitas geologi.⁶⁵ Masyarakat lebih mengenal gua yang tersusun di daerah kawasan batu kapur, namun terbentuk pula pada kawasan vulkanik. Gua merupakan lorong yang digunakan untuk keluarnya magma yang tidak sampai keluar ke permukaan.⁶⁶ Pembentukan gua merupakan batuan gamping yang mengalami pelarutan karena itu mengandung CaCO_3 atau kalsium karbonat yang bersifat asam. Pada proses pelarutan disebabkan oleh air yang jatuh dan mengalir di atasnya. Kadar air tersebut bersifat asam meskipun berbeda-beda tingkat keasamannya. Saat air mengenai batuan gamping lama kelamaan batuan tersebut akan terkikis sehingga membentuk gua.⁶⁷

Gua merupakan lubang alami yang terdapat di bawah permukaan tanah yang disebabkan oleh proses yang berbeda-beda. Didalam gua terdapat ornamen-ornamen gua, yang mudah dikenali yakni berupa stalaktit dan stalakmit. Stalaktit merupakan penumpukan kalsit yang mengendap

⁶⁵Jennings, J.N. *Karst Geomorphology* (Oxford, Basil Blackwell. 1985) hal 199

⁶⁶Ko, R.K.T. *Introduksi Karstospeleologi* (Bogor: Indonesian Karst Environment Community, 1997) hal 201

⁶⁷Samodra, Hanang. *Nilai Strategis Kawasan Karst di Indonesia, Pengelolaan, dan perlindungannya* (Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Bandung, 2001) hal 45

tumbuh dari atas gua mengarah ke bawah gua, sedangkan stalakmit merupakan hasil dari pengendapan larutan yang metes. Gabungan keduanya disebut dengan tiang/ *column*. Selain itu berbentuk pula relief seperti bendera/*sinter flag*, bentuk relief seperti pita/*sinter band* dan relief berbentuk seperti gigi/*tooth sinter*.⁶⁸

Gua merupakan lingkungan yang khas dan unik dengan kondisi gelap total sepanjang masa. Lingkungan gua secara lazim dibagi menjadi 4 zona, yaitu zona mulut gua, zona peralihan (zona remang-remang), zona gelap dan zona gelap abadi. Pada masing-masing zona memiliki karakteristik lingkungan abiotik yang berbeda-beda, begitu juga dengan kehidupan faunanya.⁶⁹

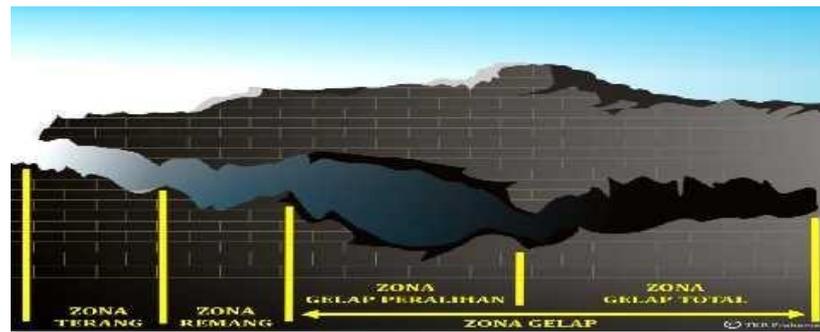
1. Zona terang atau zona mulut gua merupakan daerah yang menghubungkan luar gua dan dalam gua, sehingga masih dapat mendapatkan cahaya matahari dan kondisi lingkungannya masih sangat dipengaruhi oleh perubahan di luar gua. Temperatur dan kelembaban berfluktuasi tergantung kondisi di luar gua. Komposisi fauna yang ada di mulut gua relatif mirip dengan yang ada di luar gua.
2. Zona remang-remang yang memiliki kondisi sudah gelap

⁶⁸Kusumayudha, S.B. *Hidrogeologi Karst dan Geometri Fraktal di Daerah Gunung sewu* (Yogyakarta: Adicita KaryaNusa, 2005) hal 87

⁶⁹Howarth, F.G. *The Zoogeography of Specialized Cave Animals: A Bio climatic Models*. *Evolution* 34(2) 1980. hlm.394-406.

namun masih dapat terlihat berkas-berkas cahaya yang terpantul melalui dinding gua. Di zona remang kondisi lingkungan temperatur dan kelembaban juga masih dipengaruhi oleh kondisi di luar gua karena masih ditemukan aliran udara. Pada zona ini komposisi fauna mulai berbeda baik jumlah jenis maupun individu. Kemelimpahan jenis dan individu lebih sedikit dibandingkan di mulut gua.

3. Zona gelap , merupakan daerah yang gelap total sepanjang masa. Kondisi temperatur dan kelembaban mempunyai fluktuasi yang sangat kecil. Jenis fauna yang ditemukan juga sudah sangat khas dan telah teradaptasi pada kondisi gelap total. Fauna yang ditemukan biasanya mempunyai jumlah individu yang kecil namun memiliki jumlah jenis yang besar. Zona gelap terbagi menjadi 2 yaitu zona peralihan dan zona gelap total dimana zona yang paling dalam adalah daerah dimana sama sekali tidak terdapat aliran udara, serta memiliki kondisi temperatur dan kelembaban dengan fluktuasi yang sangat kecil. Biasanya terdapat kandungan karbondioksida yang sangat tinggi. Zona ini biasanya berada pada ruangan dengan lorong yang sempit dan berkelok-kelok.



Gambar 2.10 Penampakan zonasi gua

Dalam ekosistem gua, sungai merupakan bagian yang sangat penting. Sungai bawah tanah sangat penting karena sebagai pemasok bahan organik dari luar gua yaitu berupa serasah atau kayu-kayu lapuk yang sangat penting sebagai sumber pakan bagi Arthropoda yang ada di zona tersebut. Kelompok famili Rhabdophoridae merupakan jangkrik gua Asia Tenggara yang paling sering ditemukan di sekitar sungai bawah tanah dan berperan dalam jaring-jaring makanan serta penyebar bahan organik yang ada di dalam gua.⁷⁰

c) Gua Lowo Tenggar Desa Tenggarrejo Kecamatan Tanggunggunung Kabupaten Tulungagung

Gua Lowo Tenggar merupakan salah satu gua yang terletak di desa Tenggar Kecamatan Tanggunung Kabupaten Tulungagung. Terletak di selatan kabupaten Tulungagung dimana bersebelahan dengan desa Campurdarat dan Pucanglaban. Kurang lebih menempuh perjalanan 45 menit dari kota menuju Gua Lowo

⁷⁰ Ko, R. K. T. *Keanekaragaman Hayati Kawasan Karst*. Perhimpunan Eksokarstologi Indonesia (Jakarta: Sinar Grafika.2000) hlm 170

Tenggar. Gua Lowo Tenggar masih termasuk dari salah satu kawasan karts gunung sewu. Jelas sudah terlihat dengan dekatnya lokasi kecamatan dengan laut maka disitu lah terdapat banyak lorong - lorong alami yang disebut dengan gua. Dimana aliran air yang ada di dalam gua mengalir menuju laut.

d) Fauna Gua Karst

Biota gua umumnya terdiri dari berbagai macam kelompok flora, fauna maupun mikroba. Kelompok flora umumnya hanya dapat hidup pada bagian gua yang terjangkau oleh sinar matahari seperti di sekitar mulut gua atau pada bagian yang memiliki dinding gua. Berbeda dengan kelompok mikroba yang dapat hidup di bagian manapun dari gua. Pada umumnya kelompok mikroba ini berperan dalam membantu proses perombakan bahan organik yang ada didalam gua, baik berupa kotoran binatang, bangkai maupun sampah-sampah yang terbawa arus masuk kedalam gua. Adapun secara garis besar yang dimaksud dengan fauna gua adalah semua binatang yang di dalam hidupnya sangat bergantung kepada ekosistem gua dan menggunakan gua sebagai tempat hidupnya atau hanya sebagai perlindungan dalam kurun waktu tertentu.⁷¹ Berdasarkan tingkat adaptasinya di dalam gua, fauna gua dibedakan menjadi tiga kelompok, yaitu:⁷¹

- Kelompok troglosen, yaitu kelompok fauna gua yang

⁷¹Suhardjono, Y. R., dan Ubaidillah, R. *Fauna karst dan Gua Maros, Sulawesi Selatan*. (Jakarta: LIPI press, 2012) hlm45

menggunakan gua sebagai tempat tinggal namun tidak melangsungkan keseluruhan proses hidupnya. dalam gua. Kelompok ini dalam siklus hidupnya masih sangat bergantung dengan lingkungan luar, contohnya kelelawar dan burung walet.

- Kelompok kedua adalah troglafil, merupakan kelompok yang ditemukan hidup di dalam dan di luar gua. Jenis-jenis kelompok ini mampu hidup di dalam gua dan melangsungkan berbagai proses kehidupan karena mempunyai habitat yang mirip dengan habitat aslinya di luar gua contoh kelompok ini adalah Amblypygi.
- Kelompok ketiga yaitu troglobit, merupakan kelompok fauna gua yang telah teradaptasi dalam lingkungan gua dan tidak ada jenis yang sama hidup diluar.⁷² gua. Kelompok ini merupakan kelompok fauna gua yang sangat tergantung dengan lingkungan gua dan mempunyai tingkat toleransi terhadap perubahan lingkungan sangat sempit. gua. Kelompok ini merupakan kelompok fauna gua yang sangat tergantung dengan lingkungan gua dan mempunyai tingkat toleransi terhadap perubahan lingkungan sangat sempit.

Fauna gua sebagian besar mengalami adaptasi pada

⁷²Setyaningsih, M. *Keanekaragaman Fauna Gua Karst Di Pangandaran Jawa Barat. Prosiding Penelitian Bidang Ilmu Eksakta: 35-44* (2011)

lingkungan gua. Ada beberapa ciri adaptasi ditunjukkan dengan adanya perubahan morfologi. Adaptasi morfologi ini biasa disebut dengan troglomorfi. Perubahan tersebut meliputi mereduksinya atau menghilangnya organ penglihatan yang tergantikan oleh berkembangnya organ perasa, seperti memanjangnya antena atau organ lain seperti sepasang kaki depan pada Amblypygi (kalajengking bercambuk dan tidak berekor yang merupakan anggota ordo dari kelas Arachnida), selain itu juga menghilangnya pigmen tubuh sehingga sebagian besar tubuh menjadi berwarna putih.⁷³

3. Kajian Keanekaragaman

Dalam suatu wilayah di permukaan bumi akan dihidupi oleh berbagai macam jenis individu yang berkumpul membentuk suatu populasi dan komunitas. Semakin banyak jumlah individu atau spesies semakin tinggi tingkat keanekaragaman. Nilai keanekaragaman yang tinggi menunjukkan lingkungan yang stabil sedangkan nilai keanekaragaman yang rendah menunjukkan lingkungan yang menyakkan atau labil dan berubah-ubah.⁷⁴ Keanekaragaman adalah jumlah dari keseluruhan spesies atau jumlah spesies antar jumlah total individu dari spesies yang terdapat di dalam suatu wilayah yang tercuplik dan merupakan suatu komunitas yang ada pada suatu

⁷³Cahyo Rahmadi, *Keanekaragaman Fauna Gua, Gua Ngerong, Tuban Jawa Timur: Tinjauan Khusus pada Arthropoda*. (Bogor: PuslibangLIPI Zoology Cibinong, 2002) hlm, 102

⁷⁴Heddy, S & Kurniati, M. *Prinsip-prinsip Dasar Ekologi: Suatu Bahasan Tentang Kaidah Ekologi dan Penerapannya*.(Jakarta: PT Raja Grafindo Persada, 1996). Hlm.15

wilayah tersebut.⁷⁵ Ada dua komponen dalam keanekaragaman spesies yaitu kekayaan spesies (*species richness*) yang merupakan jumlah spesies berbeda dalam komunitas, lalu komponen kedua adalah kelimpahan relative (*relative abundance*), yaitu populasi yang direpresentasikan oleh masing-masing spesies dari seluruh individu dalam komunitas, sehingga keanekaragaman spesies dalam suatu komunitas sangat berkaitan dengan kelimpahan spesies dalam area tertentu.⁷⁶ Selain itu, keanekaragaman spesies merupakan suatu karakteristik ekologi yang dapat diukur dan khas untuk organisasi ekologi pada tingkat komunitas. Tujuan mengukur komunitas biasanya untuk menilai hubungannya dengan sifat komunitas lain seperti produktivitas dan stabilitas, atau kondisi lingkungan yang berhubungan dengan tempat hidup spesies tersebut.⁷⁷

Berdasarkan jenisnya, keanekaragaman terbagi menjadi 3 jenis, yaitu keanekaragaman tingkat gen, keanekaragaman tingkat spesies dan keanekaragaman tingkat ekosistem. “Keanekaragaman hayati itu sendiri terdiri atas tiga tingkatan. (i) Keanekaragaman genetik, yaitu variasi genetik dalam satu spesies, baik di antara populasi-populasi yang terpisah secara geografis, maupun di antara individu-individu dalam satu populasi. (ii) Keanekaragaman spesies,

⁷⁵Michael, P. *Ecological System Metode For Field and Laboratory Investigations*. (New Delhi: Tata McGraw-Hill Publishing Company, 1984) Hlm 153

⁷⁶Campbell, Neil. A and Reece, Jane. B. (2010). *Biologi Edisi Kedelapan jilid 3* (Terjemahan Oleh Damaring TyasWulandari). (Jakarta: Erlangga, 2010) hlm 385

⁷⁷ Pielou, E.C., *Ecological Diversity*. (New York: John Wiley & Sons, Inc, 1975). Hlm 6

yaitu keanekaragaman semua spesies makhluk hidup di bumi, termasuk bakteri dan protista serta spesies dari kingdom bersel banyak (tumbuhan, jamur, hewan yang bersel banyak atau multiseluler). (iii) Keanekaragaman ekosistem, yaitu komunitas biologi yang berbeda serta asosiasinya dengan lingkungan fisik (ekosistem) masing - masing”.⁷⁸

Adapun keanekaragaman yang terdapat dalam penelitian ini adalah keanekaragaman tingkat jenis (apabila fauna tanah tersebut masih berada dalam satu famili). Namun dalam penelitian ini karena metode pencuplikan yang dilakukan hanya untuk fauna tanah yang hidup dan berada di lapisan permukaan tanah maka kemungkinan besar hanya akan terdapat keanekaragaman tingkat jenis atau spesies saja.

Ada tiga alasan mengapa ahli ekologi tertarik untuk mempelajari keanekaragaman. “Alasan pertama, keanekaragaman dapat merubah pandangan dalam habitat di dalam lingkungan, itu mengapa keanekaragaman tetap menjadi inti dalam ekologi. Kedua suatu keanekaragaman dapat di lihat sebagai indikator apakah lingkungan tersebut memiliki tingkat trofik yang baik atau tidak. Ketiga keanekaragaman merupakan sebuah konsep yang sederhana sehingga dapat dengan cepat di peroleh datanya tanpa merusak

⁷⁸Cecep Kusmana, Keanekaragaman Hayati (Biodiversitas) Sebagai Elemen Kunci Ekosistem Kota Hijau. *PROS SEMNAS MASY BIODIV INDON* (2015) Vol.1, No. 8, h. 1747-1755.

ekosistem yang ada”.⁷⁹

Pernyataan tersebut menjadi landasan dalam penelitian mengenai keanekaragaman suatu spesies. Keanekaragaman dapat menjadi tolak ukur stabilitas lingkungan, Untuk mengetahui data keanekaragaman fauna tanah di kebun kopi tersebut, dapat dihitung dengan menggunakan rumus dari beberapa perhitungan Indeks Keanekaragaman (H'). Indeks keanekaragaman yang dijelaskan berikut ini peka terhadap perubahan cacah spesies maupun pada perubahan pola distribusi individu diantara spesies-spesies. Tetapi ukuran cuplikan merupakan suatu factor yang sangat penting dalam menentukan nilai indeks. Oleh karena itu, perbandingan keanekaragaman untuk komunitas yang berbeda hendaknya dilakukan hanya berdasarkan cuplikan-cuplikan yang ukurannya sama. Berikut beberapa diantaranya rumus dari nilai indeks keanekaragaman (H') menurut Shannon Wiener dan SIMPSON.

a. Indeks Keanekaragaman (H')

Rumus ini dipakai sebagai suatu indekskeanekaragaman untuk komunitas biotik, fungsi tersebut menjelaskan tentang rata-rata derajat ketidakpastian dalam meramalkan spesies suatu individu yang diambilsecara acak dalam suatu komunitas.⁸⁰

⁷⁹Anne E Magurran, *Ecological Diversity and Its Measurement*. (USA : University Press,1983). Hlm 1

⁸⁰Suhara. *Penuntun Praktikum Ekologi Hewan*. (Bandung: 2016) . Hlm 6

Ketidakpastian ini jelas meningkat jika cacah spesies meningkat dan jika individu-individu menyebar semakin merata di antara spesies-spesies yang sudah ada. Bentuk umum untuk indeks ini adalah sebagai berikut:

$$\text{Keanekaragaman } (H') = \sum P_i \ln P_i$$

$$(H') = - \sum (n_i/N \ln n_i/N)$$

$$\text{Dimana } p_i = \frac{s}{N}$$

H' = Keanekaragaman

n_i = Jumlah Individu dalam spesies ke 1

N = Jumlah Total Individu

P_i = n_i/N

Menurut Shannon Wiener jenis keanekaragaman dibuat berdasarkan besarnya nilai indeks keanekaragaman yaitu sebagai berikut:

- 1) Nilai $H' > 3$ menunjukkan bahwa keanekaragaman spesies pada suatu transek adalah melimpah tinggi.
- 2) Nilai $H' 1 \leq 3$ menunjukkan bahwa keanekaragaman spesies pada suatu transek adalah sedang.
- 3) Nilai $H' < 1$ menunjukkan bahwa keanekaragaman spesies pada suatu transek adalah sedikit atau rendah.

b. Indeks Keanekaragaman (H') menurut SIMPSON

Penggunaan suatu indeks yang sesuai dengan pasangan-pasangan individu yang dipilih secara acak yang harus diambil dari suatu

komunitas supaya didapat kesempatan yang merata sehingga diperoleh pasangan yang terdiri atas individu dari spesies yang sama. Indeks ini dihitung berdasarkan rumus berikut:⁸¹

$$D = \frac{N(N-1)}{\sum n(n-1)}$$

Keterangan:

D = indeks keanekaragaman

N = jumlah total individu dari semua spesies

n = jumlah total individu dari satu spesies

“Indeks ini meningkat dari nilai 1,0 untuk komunitas yang mengandung hanya satu spesies hingga nilai tak terhingga untuk komunitas yang setiap individu di dalamnya merupakan spesies-spesies yang berbeda. Untuk komunitas yang berisi satu spesies dengan 9 individu dan spesies kedua dengan 1 individu, indeksnya sama dengan 1,25. Untuk komunitas dengan dua spesies yang masing-masing terdiri atas 5 individu indeksnya sama dengan 2,25”.⁸²

4. Kajian Tentang Katalog

a. Pengertian Katalog

Katalog adalah Gambar atau fotografi dapat memberikan gambaran tentang segala sesuatu seperti, binatang, orang, tempat, atau peristiwa. Gambar diam yang pada umumnya digunakan dalam pembelajaran yaitu, potret, kartu pos, ilustrasi dari buku, katalog, gambarcetak. Melalui gambar

⁸¹ Ibid, Hlm 21-22

⁸² *Penuntun Praktikum Ekologi Hewan*. (Bandung: 2016) . Hlm 21-22

dapat diterjemahkan ide-ide abstrak dalam bentuk yang lebih realistis.⁸³ katalog adalah sejenis brosur yang berisi rincian jenis produk dilengkapi dengan gambar-gambar. Ukurannya bermacam-macam, mulai dari sebesar saku sampai sebesar buku telepon, tergantung keperluan. Katalog merupakan sebuah media cetak yang bertujuan untuk menyebar dan memberitahukan informasi. Secara fisik bentuk katalog adalah cetakan yang terdiri dari beberapa halaman yang dijilid sehingga menyerupai buku.⁸⁴

b. Fungsi catalog

Sharma mengatakan bahwa bahwa peranan katalog sebagai sarana utama untuk mengenali koleksi. Katalog yang modern merupakan alat yang dapat diandalkan untuk menyampaikan gagasan atau subyek yang dibahas dalam buku atau bacaan lain. Seseorang yang belum memeriksa katalog, belum dapat menganggap dirinya telah memanfaatkan koleksi secara efektif.

Dunkin juga mengatakan katalog berfungsi sebagai sarana untuk menemukan kembali informasi, yakni informasi yang tersimpan di dalam koleksi suatu barang atau benda.⁸⁵ Secara lebih terinci fungsi katalog adalah untuk memungkinkan seseorang menemukan suatu dokumen dan untuk membantu pemilihan dokumen, benda atau barang mengenai edisi tertentu dan jenis tertentu. Berdasarkan teori-teori di atas fungsi media katalog antara lain sebagai daftar atau koleksi sesuatu yang memiliki informasi tertentu. Media katalog

⁸³Sri Anitah, *Media Pembelajaran*. (Surakarta: Yuma Pustaka, 2012) hlm 8

⁸⁴Adi Kusrianto, *Pengantar Desain Komunikasi Visual* (Yogyakarta: Penerbit Andi, 2007) hlm 331

⁸⁵Maulidya Dhevi Putri Noorbella, *Pengembangan Media Katalog Bahan Utama untuk Mata Pelajaran Tekstil di SMKNPringkuku Pacitan*, (Yogyakarta: Skripsi Tidak Diterbitkan, 2018): hal. 16

yang akan dikembangkan peneliti berfungsi sebagai sarana untuk memberikan informasi kepada siswa mengenai materi bahan utama meliputi contoh bahan utama yang disertai keterangan nama bahan, klasifikasi serat, karakteristik dan sifat bahan, lebar dan berat bahan, penggunaan, dan cara pemeliharannya.

c) Bentuk fisik katalog

Bentuk fisik katalog terbagi menjadi empat yaitu:⁸⁶

1. Katalog Buku

Setelah uraian-uraian katalog disusun menurut sistem tertentu, kemudian dicetak menjadi semacam bibliografi sebanyak yang diperlukan. Kelebihan bentuk ini ialah katalog dapat diperbanyak dan dibawa kemana-mana. Tetapi kelemahannya tidak dapat menerima entri-entri baru. Ini berarti entri baru harus disusun dan dicetak sebagai suplemen.

2. Katalog kartu

Katalog ini berukuran 7,5 x 12,5cm. Bentuk inilah yang paling banyak digunakan perpustakaan. Katalog - katalog yang berbentuk kartu yang telah tersusun secara sistematis dalam laci - laci katalog dapat menerima entri – entri baru tanpa merubah susunan yang ada.

⁸⁶Suhendar , dkk , *Pedoman Penyelenggaraan Perpustakaan Sekolah*, (Jakarta: Kencana, 2007) hlm 22

3. Catalog berkas

Katalog ini berbentuk lembaran - lembaran lepas, kemudian dibundel (dijilid) menjadi satu atau beberapa berkas setelah disusun menurut system tertentu.

4. Catalog elektronik

Bentuk katalog ini muncul berkat kemajuan di bidang teknologi informasi seperti komputer. Dalam hal ini katalog berada dalam suatu basis data di komputer, sehingga tidak perlu lagi diadakan penyusunan dengan sistematika tertentu seperti bentuk lainnya. Kelebihan katalog bentuk ini adalah lebih cepat dan mudah diakses, menghemat tenaga dan biaya dalam pembuatannya, dan entri baru dapat dimasukkan setiap saat. Kelemahannya ialah jika listrik padam, maka tidak bisa dipergunakan.

Berdasarkan teori di atas bentuk fisik media katalog bahan utama pada penelitian ini termasuk dalam katalog berkas. Katalog bahan utama dijilid dan dapat dilepas sesuai dengan keperluan dan konten didalamnya disusun dengan sistem acak namun tetap memberikan informasi yang dibutuhkan oleh pembaca.

d) Ciri-Ciri Katalog dan Macam-Macam Katalog

Di bawah ini ciri-ciri katalog antara lain:

1. Katalog harus fleksibel atau mudah untuk dirubah.
2. Katalog harus mengandung informasi yang mudah dimengerti.
3. Katalog harus mudah dibuat dan relatif murah dalam perawatannya.

4. Katalog harus kompak, dalam pengertian jika main entri menyebutkan adanya *addedentri*, misalnya: pengarang tambahan dan subjek, maka katalog pengarang dan subjek tambahan tersebut harus tersedia.

Adapun macam-macam katalog menurut jenis dan bentuknya antara lain:

- a. Katalog pengarang (yang digunakan sebagai main entrinya: pengarang)
- b. Katalog judul (yang digunakan sebagai main entrinya: judul buku)
- c. Katalog subjek (yang digunakan sebagai main entrinya: subjek buku)
- d. Katalog *self list*/katalog induk (katalog yang disimpan oleh pustakawan)⁸⁷

B. Penelitian Terdahulu

1. Tatag Bagus Putra Prakarsa, tahun 2017 dengan judul Diversitas Arthropoda Gua di kawasan Karst Gunung Sewu, Studi gua-gua di Kabupaten Wonogiri. Berdasarkan ISSN 2580-5029. Penelitian ini mengkaji tentang keanekaragaman organisme dengan menunjukan beberapa variasi bentuk, sifat, jumlah dan bentuk morfologi alam tingkatan gen, spesies dan ekosistem arthropoda di Gua yang berada di Gunung Sewu Wonogiri. Penelitian ini tidak menghasilkan pengembangan.

⁸⁷Sri Handayani, *Pengembangan Media Visual Berbasis Katalog Pada Mata Pelajaran Fiqh Kelas VI di MI Darul Ma'arif Kecamatan Natar Kabupaten Lampung Selatan*, (Lampung: Skripsi Tidak Diterbitkan, 2018): hal. 31

2. Widyatama Putra, tahun 2017 Keanekaragaman Jenis Arthropoda Permukaan Tanah Di Gua Pego Dan Gua Kangkung, Kawasan Karst Gunung Sewu, Kabupaten Wonogiri Penelitian ini mengkaji tentang keanekaragaman hewan arthropoda gua dan factor biotic dan abiotik pada gua Penelitian ini tidak menghasilkan pengembangan.
3. Andri Prasetyo, pada tahun 2016. Dengan judul Struktur Komunitas Mesofauna Dan Makrofauna Tanah Di Gua Groda, Gunungkidul. Beradsarkan Vol. 5 No.2 : 133 – 139. Penelitian mengkaji tentang kekayaan komunitas dan indeks keanekaragaman mesofauna dan makrofauna tanah di Gua Groda Kecamatan Ponjong Gunung Kidul. Penelitian ini tidak menghasilkan pengembangan.
4. Sri handayani, tahun 2018. Dengan judul Pengembangan Media Visual Berbasis Katalog Pada Mata Pelajaran Fiqh Kelas Vi Di Mi Darul Ma'arif Kecamatan Natar Kabupaten Lampung Selatan. Penelitian ini mengkaji tentang pengembangan bahan ajar pelajaran fiqh kelas VI. Pada penelitian ini pengembangan dijadikan catalog.
5. Riesty Handayani Rusnandi, Tahun 2018. Dengan judul Keanekaragaman Fauna Tanah Pada Lapisan Permukaan Tanah Kebun Kopi Jayagiri Lembang, Kabupaten Bandung Barat. Penelitiangan ini mengkaji tentang karakteristik dan keanekaragaman serangga tanah. Penelitian ini tidak menghasilkan pengembangan.

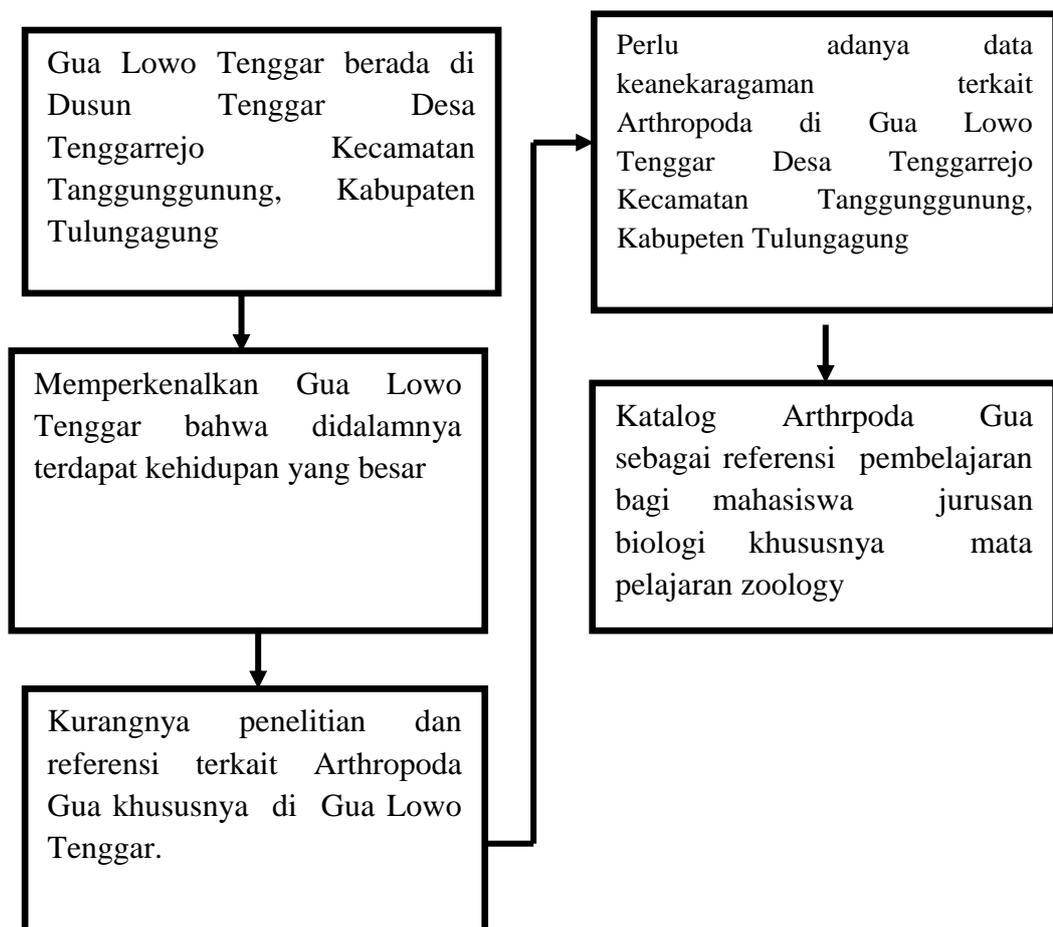
Tabel 2.1 penelitain terdahulu

No.	Nama Peneliti dan Judul Penelitian	Persamaan	Perbedaan
1.	Tatag Bagus Putra Prakarsa, Diversitas Arthropoda Gua di kawasan Karst Gunung Sewu, Studi gua-gua di Kabupaten Wonogiri. Tahun 2017	Penelitian ini mengkaji tentang keanekaragaman organisme dengan menunjukkan beberapa variasi bentuk, sifat, jumlah dan bentuk morfologi.	Penelitian ini tidak menghasilkan pengembangan
2.	Widyatama Putra, tahun 2017 Keanekaragaman Jenis Arthropoda Permukaan Tanah Di Gua Pego Dan Gua Kangkung, Kawasan Karst Gunung Sewu, Kabupaten Wonogiri	Penelitian ini mengkaji tentang keanekaragaman hewan arthropoda gua dan faktor biotik dan abiotik pada gua	Penelitian ini tidak menghasilkan pengembangan
3.	Andri Prasetyo, Struktur Komunitas Mesofauna Dan Makrofauna Tanah Di Gua Groda, Gunungkidul. Tahun 2016	Penelitian mengkaji tentang kekayaan komunitas dan indeks keanekaragaman arthropoda Gua	Penelitian ini tidak menghasilkan pengembangan
4.	Sri Handayani, tahun 2018. Dengan judul Pengembangan Media Visual Berbasis Katalog Pada Mata Pelajaran Fiqh Kelas VI Di Mi Darul Ma'arif Kecamatan Natar Kabupaten Lampung Selatan.	Penelitian ini menghasilkan produk pengembangan berupa katalog	Materi pada penelitian ini pelajaran fiqh
5.	Riesty Handayani Rusnandi, Tahun 2018. Dengan judul Keanekaragaman Fauna Tanah Pada Lapisan Permukaan Tanah Kebun Kopi Jayagiri Lembang, Kabupaten Bandung Barat.	Penelitian ini mengkaji tentang karakteristik dan keanekaragaman serangga tanah	Penelitian tidak mengembangkan bahan ajar

Berdasarkan beberapa penelitian tersebut terdapat kesamaan yaitu ditemukannya hasil penelitian berupa keanekaragaman spesies tertentu.

Hasil penelitian tersebut menjadi acuan untuk penulis dalam pelaksanaan penelitian mengenai arthropoda di Gua Lowo Tenggarrejo Desa TanggunggunungTulungagung.

C. Kerangka Berfikir



Gambar 2.11 Bagan kerangka berfikir

Gua Lowo Tenggar merupakan satu dari banyak gua yang ada di daerah Tulungagung khususnya yang ada di kecamatan Tanggunggunung. Gua Lowo merupakan gua yang masih hidup terbukti

banyak ornament yang masih hidup di dalamnya. Sehingga terdapat ekosistem besar yang hidup di dalamnya. Salah satunya ada arthropoda yang hidup di dalamnya. Bukan sekedar fauna biasa yang dapat bertahan hidup di tempat unik seperti di dalam gua. Penelitian ini dilaksanakan di gua Lowo Tenggar Desa Tenggarejo Kecamatan Tanggunggunung Kabupaten Tulungagung,