

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Kawasan Gua Karst

Kawasan karst Gunung Sewu berupa kawasan karst yang luas dan dicirikan bukit gamping berbentuk kerucut dan kubah yang jumlahnya ribuan. Luasan endapan gampingnya mencapai 1300 km². Panjang karst dari barat-timur mencapai 85 km sedangkan lebar utara selatan bervariasi dari 10-15 km. Bentuk karstnya yang khas berupa “*conical hills*” yaitu berupa bentukan deretan bukit-bukit kecil yang jumlahnya diperkirakan 40.000 bukit, sehingga disebut dengan pegunungan seribu (Gunung Sewu) (Anonim, 2014).

Gunung Sewu secara geologi terbuat dari *limestone* berumur Neogen (Miosen Tengah). Ketebalan endapan *limestone* ini (Wonosari Beds) mencapai lebih dari 200 m. Terdapat sungai-sungai yang mengalir masuk ke bawah permukaan tanah melalui mulut-mulut gua maupun dari *sink* yang ada. Sungai-sungai yang mengalir di bawah tanah akan bergabung membentuk sistem besar. Arah aliran sungai umumnya dikendalikan oleh struktur geologi. Tipe ini berkembang di sepanjang jalur pegunungan selatan dari Jawa Timur hingga Yogyakarta (Anonim, 2014).

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 (Madyana, 2008). Salah satu ekosistem unik yang ada di kawasan karst adalah ekosistem gua karst. Gua karst menurut Suhardjono dan

Ubaidillah (2012) merupakan fenomena pembentukan gua akibat adanya peristiwa pelarutan batuan kapur oleh aktifitas air, sehingga tercipta lorong-lorong dan bentukan batuan yang sangat menarik dari proses kristalisasi dan pelarutan gamping. Gua merupakan lingkungan yang khas dan unik dengan kondisi gelap total sepanjang masa. Menurut Howarth (1980) 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.

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 peralihan atau zona remang-remang yang memiliki kondisi sudah gelap namun masih dapat terlihat berkas-berkas cahaya yang terpantul melalui dinding gua. Di zona peralihan 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.
4. Zona gelap total atau 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.

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 *Rhaphidophoridae* merupakan jangkrik gua Asia Tenggara yang paling sering ditemukan di sekitar sungai bawah tanah dan berperan dalam jaringan makanan serta penyebar bahan organik yang ada di dalam gua (Kamal dkk., 2011).

B. 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 (Suhardjono dan Ubaidillah, 2012). Menurut Setyaningsih (2011) berdasarkan tingkat adaptasinya di dalam gua, fauna gua dibedakan menjadi tiga kelompok, yaitu:

1. Kelompok troglösen, yaitu kelompok fauna gua yang menggunakan gua sebagai tempat tinggal namun tidak melangsungkan keseluruhan proses hidupnya di dalam gua. Kelompok ini dalam siklus hidupnya masih sangat bergantung dengan lingkungan luar, contohnya kelelawar dan burung walet.
2. 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.
3. Kelompok ketiga yaitu troglobit, merupakan kelompok fauna gua yang telah teradaptasi dalam lingkungan gua dan tidak ada jenis yang sama hidup diluar gua. Kelompok ini merupakan kelompok fauna gua yang

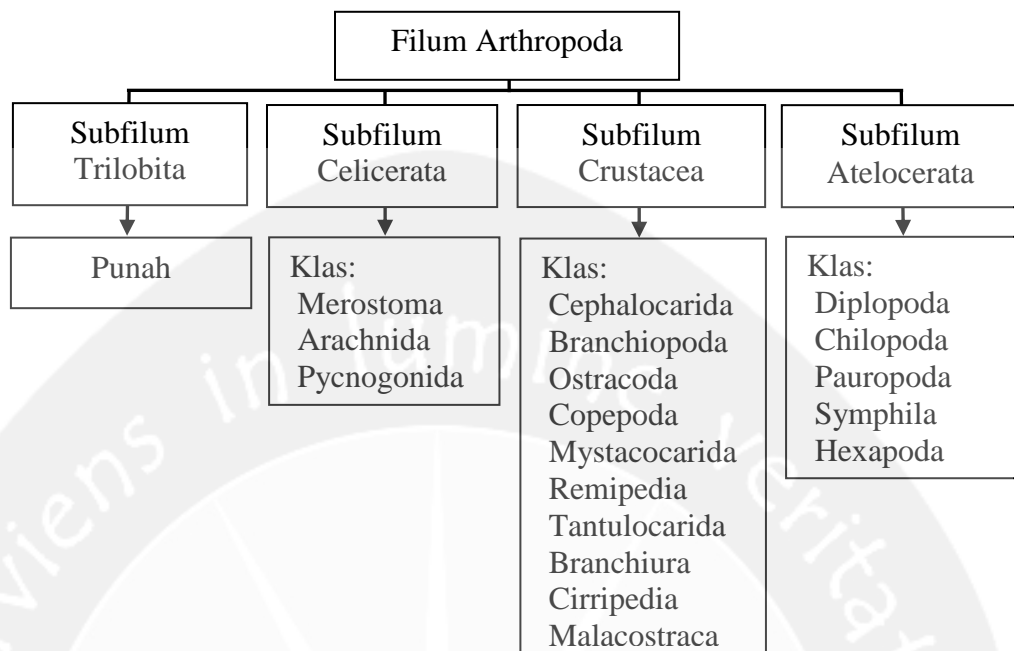
sangat tergantung dengan lingkungan gua dan mempunyai tingkat toleransi terhadap perubahan lingkungan sangat sempit.

Fauna gua sebagian besar mengalami adaptasi pada 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 (Rahmadi dkk., 2002).

C. Filum Arthropoda

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 (Hadi, 2009).

Klasifikasi Arthropoda menurut Barnes (1987, dalam Boror dkk., 1992) dibagi kedalam empat golongan sebagai subfilum-subfilum, adapun susunannya adalah sebagai berikut:



Gambar 1. Klasifikasi Filum Arthropoda (Sumber: Boror dkk., 1992)

Artropoda saat ini mengalami perubahan klasifikasi dimana menurut Hadi dkk.,(2009) hanya terbagi ke dalam dua subfilum, yaitu subfilum Chelicerata yang diwakili oleh klasis Arachnoida, dan subfilum Mandibulata yang diwakili oleh klasis Crustacea, Myriapoda dan Insecta. Pada klasis 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 hemosul. Memiliki sistem syaraf terdiri dari ganglion anterior yang merupakan “otak” terletak di atas saluran

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 (Hadi, 2010).

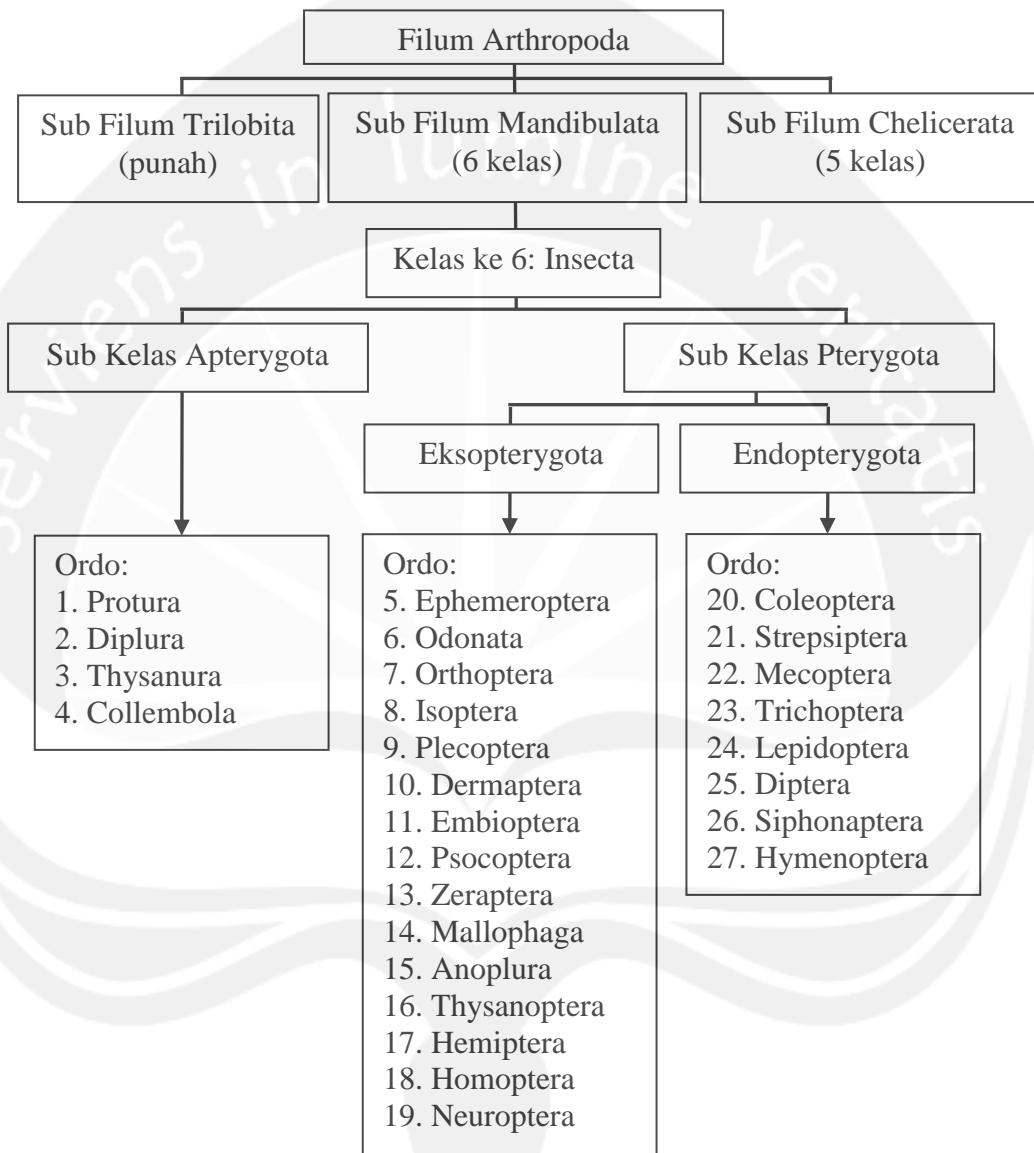
Sistem pengeluaran Arthropoda berupa saluran-saluran malphigi yang bermuara di saluran pencernaan, limbah dikeluarkan melalui anus. Respirasi berlangsung memakai insang, trakhea dan spirakel. Tidak mempunyai silia atau nefridia dan memiliki kelamin hampir selalu terpisah (Hadi, 2010). Menurut Suin (1997), 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.

Fungsi ekologi Arthropoda permukaan tanah tidak kalah pentingnya dengan kelompok fauna yang lain. Nurhadi dan Widiani (2009) mengatakan bahwa Arthropoda permukaan tanah berperan sebagai perombak bahan organik yang memegang peranan penting dalam daur hara. Pada ekosistem alami yang tidak terganggu oleh aktivitas manusia, proses dekomposisi akan berlangsung maksimal, akan tetapi jika terganggu yang akan terjadi adalah sebaliknya.

Insecta atau serangga menurut Hadi dkk., (2009) merupakan spesies hewan dengan jumlah paling dominan diantara hewan lain pada filum Arthropoda. 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 bumi.

Adapun klasifikasi Insecta dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Klasifikasi Kelas Insecta (Sumber: Hadi dkk., 2009)

Menurut Suhardjono (2012) pada awalnya Collembola digolongkan di dalam takson Hexapoda dengan status sebagai salah satu ordo dari kelas Insecta. 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 karena 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 (Suhardjono, 2012).

Insecta atau serangga menurut Hadi dkk., (2009) merupakan spesies hewan dengan jumlah paling dominan diantara hewan lain pada filum Arthropoda. 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 bumi.

Adapun klasifikasi Insecta dapat dilihat pada Gambar 2

D. Faktor-faktor Yang Mempengaruhi Arthropoda

Menurut Hadi dkk., (2009) 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. 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. Menurut Takeda (1981), perubahan faktor fisika kimia tanah berpengaruh terhadap kepadatan hewan tanah.

Menurut Ko (2000), 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. Fauna terrestrial gua biasanya sering ditemukan pada tepi air perkolasi atau tepian sungai bawah tanah. Salah satu bentuk adaptasi hewan utama gua ialah dengan kemampuan hidup dalam kelembaban yang tinggi.

Menurut Suin (1997), 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.

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.

E. Metode Sampling 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 Fachrul (2008).

Menurut Rahmadi dkk., (2002), 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.

1. Koleksi Langsung (*hand collecting*)

Koleksi secara langsung dilakukan dengan menggunakan tangan, kuas atau pinset. Binatang yang berukuran mini ditangkap dengan menggunakan kuas untuk menghindari kerusakan morfologi yang diperlukan dalam identifikasi selanjutnya. Sedangkan untuk Arthropoda yang berukuran besar ditangkap menggunakan pinset atau langsung menggunakan tangan. Dalam penangkapan langsung dengan tangan diperlukan sarung tangan untuk menghindari bisa dari gigitan atau sengatan hewan gua (Rahmadi, 2004).

Koleksi secara langsung lebih efektif untuk Arthropoda yang mempunyai populasi yang kecil, hidup di relung yang sulit dijangkau, dan sangat jarang dapat terkoleksi dengan perangkap sumuran atau contoh tanah. Koleksi langsung sangat bermanfaat untuk mengungkapkan kekayaan Arthropoda di dalam gua dan menambah keanekaragaman hasil koleksi dari perangkap sumuran dan contoh tanah (Rahmadi, 2004).

2. 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.

a. Perangkap Sumuran (*pitfall trap*)

Menurut Rahmadi (2004), 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.

b. Tabung Penghisap (*Aspirator*)

Metode sampling dengan tabung penghisap (*Aspirator*) digunakan untuk mengkoleksi Arthropoda yang berukuran sangat kecil dan sulit untuk dikoleksi dengan pinset maupun kuas. Alat ini terbuat dari tabung/botol plastik atau gelas dengan dua batang pipa yang terpasang pada sumbat karet. Salah satu pipa ujungnya disambung dengan slang dari karet/plastik yang digunakan untuk menghisap dan ujung satunya yang berada dalam botol ditutup dengan saringan halus untuk mencegah masuknya binatang ke dalam mulut ketika menghisap binatangnya. Pipa satunya digunakan untuk mengarah dan mengkoleksi Arthropoda (Rahmadi, 2004).

c. *Sugaring trap*

Metode ini digunakan untuk menarik serangga yang tidak menyukai cahaya. Metode ini mengandalkan penggunaan umpan atau menggunakan atraktan untuk menarik serangga. Umpan yang digunakan dapat berupa molase atau buah busuk (Sutherland, 1996).

d. *Light trap*

Metode *light trap* digunakan untuk menangkap serangga terbang yang memiliki ketertarikan terhadap cahaya. Ada banyak

serangga terbang yang menyukai cahaya terutama spektrum ultra violet. Sumber cahaya pada *light trap* dapat menggunakan bohlam merkuri yang selain terang juga dapat memancarkan spektrum ultra violet (Kamal dkk., 2011).

e. Pengambilan sampel tanah atau guano

Pengambilan contoh tanah, serasah dan guano dari dalam gua bertujuan untuk mempelajari fauna yang hidupnya di dalam tanah atau guano. Contoh tanah dan guano sebaiknya sesegera mungkin diproses di dalam *Corong Berlese*. Selama pengangkutan harus dihindarkan dari panas terik matahari dan panas mesin kendaraan secara langsung, bahan kimia (seperti alkohol), kehujanan atau tertumpuk dengan barang-barang berat lainnya. Pembuatan *Corong Berlese* didasarkan pada perilaku fauna tanah yang akan masuk ke bagian yang lebih dalam apabila terjadi peningkatan suhu di permukaan tanah. Arthropoda tanah akan masuk ke bagian dalam dan lolos dari saringan yang akhirnya jatuh dan masuk ke dalam botol penampung yang terpasang di bagian ujung corong (Rahmadi, 2004).