

## **Koleksi dan Pengenalan Biota Gua : Arthropoda Gua<sup>1</sup>**

*Cahyo Rahmadi, S.Si.*

Bidang Zoologi Pusat Penelitian Biologi LIPI

Cibinong

Email : [cahyo.rahmadi@lipi.go.id](mailto:cahyo.rahmadi@lipi.go.id)

### **Pendahuluan**

Indonesia mempunyai kawasan karst yang cukup luas yang terbentang dari Sumatra sampai Papua dan merupakan salah satu negara yang paling kaya keanekaragaman hayati gua di kawasan tropis.. Beberapa kawasan karst yang cukup penting seperti Maros (Sulawesi Selatan), Gunung Sewu (Yogyakarta), Gombang Selatan (Jawa Tengah) dan Sangkulirang (Kalimantan Timur) telah menarik beberapa peneliti dalam maupun luar negeri untuk meneliti keanekaragaman hayati karst dan gua.

Penelitian biologi gua di Indonesia sampai saat ini masih sangat tertinggal dibandingkan di luar negeri, namun akhir-akhir ini ada peningkatan kegiatan penelitian beberapa kelompok maupun lembaga penelitian. Hal ini tentunya membawa dampak positif terhadap pengetahuan biologi gua, khususnya keanekaragaman hayati dan konservasinya.

Kegiatan-kegiatan penelitian biologi gua tentunya dituntut metode penelitian yang valid untuk menghasilkan sebuah hasil penelitian yang dapat dipertanggungjawabkan. Namun metode penelitian inipun sangat tergantung dengan bidang atau lingkup penelitian yang akan kita kerjakan. Beberapa bidang yang dapat diteliti di dalam gua adalah evolusi, fisiologi, taksonomi, ekologi dan lain-lain. Namun di Indonesia masih lebih banyak penelitian yang mengarah ke keanekaragaman hayati dan masih sangat sedikit yang meneliti tentang fisiologi maupun evolusi.

Dalam makalah ini hanya akan membahas tentang bagaimana cara mengkoleksi dan sekaligus mengenal biota-biota di dalam gua khususnya Arthropoda dan juga implikasi terhadap konservasi karst dan gua. Sehingga metode yang akan dipaparkan lebih terfokus pada metode penelitian ekologi dan inventarisasi biota gua (Arthropoda gua).

### **Tahap-tahap persiapan**

Sebuah penelitian yang paling penting adalah menentukan **tujuan penelitian** yaitu sesuatu yang ingin kita capai. Karena tujuan penelitian sangat menentukan desain dan teknik sampling atau koleksi yang akan kita kerjakan. Sehingga dengan tujuan penelitian yang jelas kita dapat menyusun desain atau metode koleksi yang sesuai untuk mencapai tujuan penelitian kita.

---

<sup>1</sup> Disampaikan dalam “*Seminar Sehari: Biospeleologi dan Perannya dalam Konservasi Karst*”, Matalabiogama, Fakultas Biologi UGM, Yogyakarta, 25 September 2004

Hal yang juga tidak kalah penting adalah kita harus mengetahui kondisi detail lokasi atau gua yang akan kita teliti melalui peta, literatur atau survai pendahuluan sebelum kita melakukan penelitian yang sebenarnya. Hal ini penting untuk efisiensi dan efektifitas kerja kita selama penelitian. Jangan sampai apa yang sudah kita persiapkan dengan matang dan peralatan yang sudah lengkap namun tidak dapat diterapkan di lokasi yang akan kita teliti karena minimnya pengetahuan tentang lokasi atau gua yang diteliti.

Sampling di dalam gua juga bukan satu hal yang mudah dibandingkan ekosistem lain. Minimnya pengetahuan dan persiapan menyebabkan banyaknya kegagalan penelitian di dalam gua. Seperti kita belum tahu persis lokasi gua yang akan kita tuju sehingga kita banyak menghabiskan waktu untuk mencari lokasi gua. Setelah menemukan gua namun ternyata di dalam gua kita tidak menemukan habitat yang layak untuk koleksi. Dalam banyak kasus sampling acak tidak memungkinkan di dalam gua.

### **Sampling dan standarisasi**

Sampling sangat bergantung pada tujuan dan bervariasi pada survai secara umum sampai penelitian ekologi yang detil yang terfokus pada habitat yang khusus maupun biota yang khusus.

#### *Survai secara umum/kekayaan biota*

Survai secara umum ditujukan untuk mendapatkan informasi kekayaan keanekaragaman biota yang paling besar dari variasi mikrohabitat yang paling banyak. Survai ini sangat dibutuhkan khususnya pada daerah-daerah kawasan karst yang belum banyak diteliti khususnya keanekaragaman biotanya. Sehingga hasil dari survai ini dapat dijadikan sebagai data dasar untuk penelitian berikutnya

Survai biota gua secara umum menuntut kita untuk memilih gua yang berbeda sebanyak mungkin untuk setiap sistem hidrologi di kawasan karst yang kita teliti. Dan di dalam gua variasi habitat yang dikoleksi juga diharapkan sebanyak mungkin.

Dari hasil survai secara umum akan dihasilkan sebuah daftar spesies dengan catatan habitat, informasi populasi di habitat, sebaran lokal maupun regional, status suatu takson (endemik/kosmopolitan) serta status adaptasi suatu takson (troglobit/troglofil/troglosen). Informasi-informasi ini sangat penting untuk pertimbangan konservasi kawasan karst dan gua.

#### *Penelitian ekologi*

Penelitian ekologi membutuhkan desain sampling yang tentunya sangat mempengaruhi waktu dan area studi. Pada dasarnya penelitian ekologi membutuhkan ulangan yang acak untuk menghasilkan hasil yang secara statistik signifikan. Hal ini dapat dicontohkan dengan beberapa ulangan pada suatu habitat dan pada suatu lokasi.

Penelitian ekologi biasanya dilakukan setelah kita mengetahui betul kondisi lokasi atau gua yang akan kita teliti seperti adanya habitat yang kita inginkan atau hadirnya suatu kelompok takson. Penelitian ekologi dapat dilakukan dalam perbandingan skala ruang

maupun waktu. Dalam skala ruang kita dapat melakukan perbandingan dengan gua yang berbeda maupun dengan habitat yang berbeda pada gua atau lokasi yang berbeda. Sedangkan pada skala waktu kita dapat membandingkan dengan waktu yang berbeda seperti musim kemarau dengan musim penghujan atau pemantauan secara terus menerus sehingga kita mendapatkan informasi seperti fluktuasi suatu populasi takson atau kecenderungan kekayaan biota apakah menurun atau meningkat. Sehingga penelitian ekologi juga sangat penting untuk berperan dalam rangka konservasi kawasan karst serta gua

### *Standarisasi*

Agar data yang kita dapatkan dapat diperbandingkan terkadang kita dituntut untuk melakukan koleksi secara standar dengan sebuah protokol yang tetap namun masih dapat menyesuaikan kondisi di lapangan. Standarisasi koleksi biota gua dapat dilakukan dengan beberapa cara:

1. **Standarisasi koleksi langsung:** Kita mencuplik sampel dalam jeda waktu yang sama atau pada permukaan gua yang sama, pada jumlah genangan air yang sama, atau pada jumlah batu yang sama.
2. **Standarisasi pitfall trap:** Gunakan ukuran botol yang sama, pengawet yang sama, lama waktu yang sama yang bervariasi dari 1-15 hari.
3. **Standarisasi ekstraksi Berlese:** dengan volume yang sama, sementara perlu mencatat kondisi tanah atau substrat. Mungkin ini teknik yang paling mudah untuk distandarisasi namun tidak mudah juga pada setiap jenis habitat.

### **Teknik koleksi (Diadaptasi dari “*Buku Fauna Kawasan Karst Maros*”)**

Beberapa cara koleksi dapat diterapkan untuk pengumpulan Arthropoda pada umumnya ditentukan berdasarkan macam habitat. Arthropoda akuatik dikoleksi secara langsung dengan menggunakan jaring atau saringan kecil, kuas dan/atau sendok teh plastik. Sedangkan Arthropoda terestrial dapat dikoleksi dengan beberapa cara antara lain menggunakan perangkap sumuran (*pitfall trap*), pengambilan contoh tanah, serasah dan guano, koleksi langsung (*hand collecting*) dengan kuas, pinset dan aspirator (digunakan dalam gua yang tidak ada guanya).

### *Fauna akuatik*

Fauna akuatik dapat ditemukan di kolam-kolam kecil yang permanen maupun yang temporal dan juga di sungai-sungai bawah tanah. Namun untuk mendapatkan fauna akuatik yang menarik, spesifik gua sangat disarankan untuk menghindari sungai utama. Di dalam sungai utama akan ditemukan lebih banyak fauna dari luar yang terbawa banjir masuk ke dalam gua. Arthropoda yang unik, khas gua biasanya menghuni kolam-kolam dari air perkolasi. Oleh karena itu, dalam melakukan penelitian Arthropoda gua sangat disarankan untuk lebih mengutamakan pengamatan pada bagian atas lorong gua yang jauh dari sungai utama. Pada bagian ini akan lebih banyak ditemukan fauna yang telah beradaptasi terhadap lingkungan gua.



**Gambar :** Koleksi Arthropoda akuatik di kolam permanen maupun temporal di dalam gua (Foto: C. Rahmadi dan L. Deharveng)

*Fauna terrestrial:*

Seperti yang telah disebutkan di atas bahwa Arthropoda terrestrial dikumpulkan dengan beberapa cara, antara lain:

**1. Perangkap sumuran**

Metode ini sangat umum di gunakan untuk penelitian fauna tanah, namun dapat juga untuk mempelajari ekologi fauna gua dengan membandingkan antar gua atau antar zona dalam satu gua. Perangkap sumuran hanya dapat menangkap fauna yang aktif di permukaan lantai gua/tanah. Sebagai alat perangkapnya dapat digunakan berbagai tipe botol dari yang ukuran diameter kecil sampai yang besar tergantung binatang yang dituju. Botol berdiameter kecil digunakan untuk mengumpulkan fauna yang berukuran kecil seperti Collembola dan Coleoptera. Namun yang lazim digunakan adalah gelas plastik dengan diameter atas 7 cm, diameter bawah 5 cm dan tinggi 15 cm.

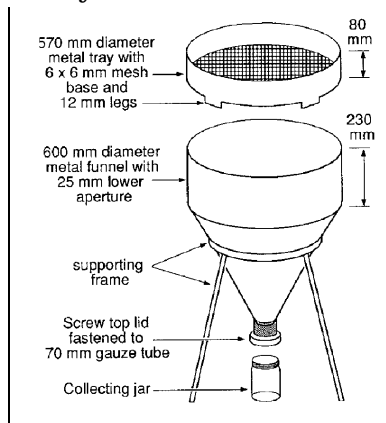
Gelas ditanam ke dalam lantai gua dengan permukaan gelas rata dengan permukaan tanah, kemudian diisi alkohol 70 % atau 96% sebanyak sepertiga bagian gelas dan ditambah tiga tetes gliserin. Agar lebih efektif dan sesuai tabiat/perilaku Arthropoda maka perangkap sumuran diletakkan di dekat dinding gua. Di dalam setiap gua dapat dipasang beberapa perangkap sumuran tergantung tujuan penelitian namun biasanya pada setiap zona dapat dipasang 5 perangkap atau lebih, tergantung pada kondisi guanya.



**Gambar :** Pemasangan perangkap sumuran di dalam gua (Foto: F. Brehier)

## **2. Pengambilan contoh tanah dan/atau guano**

Pengambilan contoh tanah, serasah dan guano dari dalam gua dimaksudkan untuk mempelajari fauna yang hidupnya di dalam tanah atau guano. Contoh tanah dan guano diambil dengan sendok tanah sebanyak 1-2 liter kemudian dimasukkan ke dalam kantung blacu. Kedalaman pengambilan contoh tanah bervariasi tergantung penelitian namun umumnya dengan kedalaman 5-10 cm, sedangkan guano yang dikumpulkan adalah guano yang sudah mengalami proses perombakan/fermentasi. Disarankan agar contoh tanah sesegera mungkin diproses di dalam Corong Berlese. Selama pengangkutan harus dihindarkan dari panas terik matahari dan panas mesin mobil secara langsung, bahan kimia (seperti alkohol), kehujanan atau tertumpuk dengan barang-barang berat lainnya.



**Gambar :** Skema Corong Berlese (Sumber : Upton 1992)

### *Corong Berlese*

Arthropoda dipisahkan dari contoh tanah dan/atau guano dengan menggunakan modifikasi corong Berlese. Modifikasi corong ini dilakukan berdasarkan kebutuhan dan lokasi. Pada prinsipnya ada dua macam yaitu yang menggunakan pemanas berupa lampu listrik dan tanpa pemanas. Corong Berlese yang menggunakan pemanas terbuat dari logam dilengkapi dengan tutup yang diberi lampu 15 watt, sedangkan yang tanpa pemanas corongnya terbuat dari plastik. Pemanas hanya membantu mempercepat proses turunnya binatang dari saringan ke dalam botol penampung. Contoh tanah diletakkan di atas saringan dan dibiarkan selama 4 hari sampai satu minggu sampai contoh guano/tanah menjadi kering. Lamanya contoh tanah/guano dalam corong Berlese tergantung pada tingkat kelembaban contohnya.

Corong Berlese dibuat didasarkan pada perilaku fauna tanah yang akan masuk ke bagian yang lebih dalam apabila terjadi peningkatan suhu di permukaan tanah. Arthropoda tanah masuk ke bagian dalam dan lolos dari saringan yang akhirnya jatuh dan masuk ke dalam botol penampung yang terpasang di bagian ujung corong. Botol penampung berisi alkohol 70-95%. Selama corong berisi contoh tanah/guano hindarkan adanya goyangan atau guncangan pada corong untuk menghindari rontoknya tanah/guano ke dalam botol penampung. Banyaknya rontokan guano akan mempersulit pemilahan selanjutnya. Akan sangat baik apabila di atas corong diberi kain penutup agar tidak terkontaminasi serangga terbang. Usahakan penempatan corong pada tempat yang terlindungi dari hujan dan gangguan lainnya.



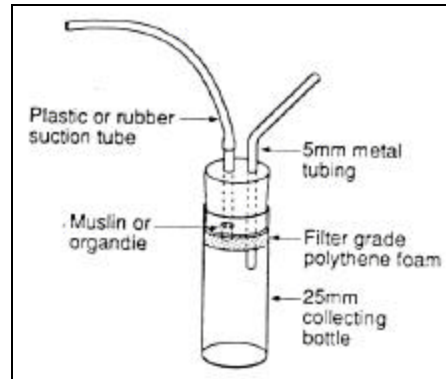
**Gambar :** Modifikasi Corong Berlese untuk keperluan di lapangan dan Corong Berlese dari aluminium yang digunakan di laboratorium (Foto: C. Rahmadi)

### **3. Koleksi langsung**

Koleksi dapat dilakukan langsung dengan tangan, kuas atau pinset. Binatang yang berukuran mini disarankan ditangkap dengan menggunakan kuas untuk menghindari kerusakan morfologi yang diperlukan dalam identifikasi selanjutnya. Sedangkan pinset dapat digunakan untuk Arthropoda yang berukuran besar. Beberapa Arthropoda dapat ditangkap dengan tangan. Dalam penangkapan langsung dengan tangan kadang diperlukan sarung tangan untuk menghindari bisa dari gigitan atau sengantannya. Arthropoda yang dikoleksi dimasukkan ke dalam botol koleksi yang berisi alkohol sebagai pengawet. 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. Karena beberapa kelompok troglobit tidak dapat terkoleksi dengan perangkap sumuran atau contoh tanah, dan hanya dapat terkoleksi secara langsung.

### **4. Aspirator**

Aspirator digunakan untuk mengkoleksi Arthropoda yang berukuran sangat kecil dan sulit 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. Sangat disarankan tidak menggunakan aspirator di dalam gua-gua yang berguano karena berbahaya sekali. Di dalam guano terdapat banyak bakteri maupun spora-sporanya yang dapat menimbulkan penyakit seperti spora *Histoplasma capsulatum* yang menyebabkan penyakit histoplasmosis dengan gejala seperti penyakit TBC. Aspirator yang menggunakan tenaga isap dengan motor baru dapat digunakan di guano.



**Gambar:** Tabung penghisap (*aspirator*) (Sumber : Upton 1990).

### **Ekosistem Gua**

Untuk melakukan koleksi biota gua yang perlu diketahui adalah kita harus tahu dan memahami kondisi ekosistem gua. Ekosistem gua merupakan ekosistem yang unik dan sangat rentan dengan gangguan. Sehingga setiap metode koleksi yang kita terapkan di dalam gua pasti akan mengganggu ekosistem gua. Hal ini menuntut kita harus berhati-hati dan bijaksana dalam melakukan koleksi di dalam gua. Semaksimal mungkin kita melakukan gangguan dan koleksi berlebihan (*overcollecting*).

Ekosistem gua mempunyai sumber bahan organik yang sangat minim dan bervariasi dari satu gua ke gua yang lain. Sumber bahan organik yang paling penting di dalam gua adalah guano/kotoran kelelawar dan burung karena biasanya terkumpul dalam jumlah yang banyak. Sumber lain yang tidak kalah penting adalah bahan organik dari luar gua yang terbawa masuk ke dalam gua saat sungai bawah tanah banjir atau melalui jendela gua yang ada di atap gua. Sumber bahan organik lain adalah bahan organik terlarut yang masuk melalui sistem celah rekahan.

Berdasarkan kelimpahan bahan organik tipe lorong gua dibedakan menjadi:

1. **Oligotrofik** : yaitu gua atau lorong gua yang mempunyai kelimpahan bahan organik dari hewan maupun tumbuhan yang sangat rendah
2. **Eutrofik** : yaitu gua atau lorong gua yang mempunyai kelimpahan bahan organik sangat tinggi umumnya berasal dari hewan khususnya guano kelelawar
3. **Distrofik** : yaitu gua atau lorong gua yang kelimpahan bahan organik banyak disuplai oleh bahan organik dari tumbuhan yang terbawa saat banjir
4. **Mesotrofik** : yaitu gua atau lorong gua yang kelimpahan bahan organiknya berada di antara ketiga kategori diatas, yang biasanya dicirikan dengan jumlah bahan organik yang kelimpahannya sedang
5. **Poecilotrofik** : yaitu gua yang kelimpahan bahan organiknya berasal dari sumber yang berbeda-beda, dari oligotrofik-eutrofik

## **Biota gua**

Gua merupakan sebuah habitat bagi hewan-hewan baik vertebrata maupun invertebrata khususnya Arthropoda. Arthropoda merupakan penyumbang terbesar keanekaragaman biota di dalam gua. Kemelimpahan jenis maupun individu Arthropoda di dalam gua juga merupakan hal yang menarik dan dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti ketersediaan bahan organik dan kemampuan adaptasi setiap takson terhadap lingkungan gua.

Biota gua mengalami adaptasi pada lingkungan gua. Beberapa ciri adaptasi ditunjukkan dengan perubahan morfologi biota gua. Proses perubahan morfologi biota gua dikenal dengan **troglo morfi**. Beberapa ciri troglomorfi ditunjukkan dengan:

1. Mereduksinya atau bahkan hilangnya organ penglihatan yang digantikan dengan perkembangnya organ perasa seperti memanjangnya antena atau organ lain seperti sepasang kaki paling depan pada Amblypygi.
2. Hilangnya pigmen tubuh sehingga tubuh berwarna putih meskipun tidak semua yang berwarna putih biota gua atau sebaliknya.

### **Pembagian kategori biota gua berdasarkan tingkat adaptasi:**

- a. **Trogloxene** : merupakan kelompok fauna gua yang menggunakan gua sebagai tempat tinggal dan secara periodik keluar dari gua untuk mencari pakan, tidak hanya tergantung pada lingkungan gua contoh : kelelawar
- b. **Troglophile** : merupakan kelompok fauna gua yang seluruh daur hidupnya dihabiskan di dalam gua namun tidak sepenuhnya tergantung pada lingkungan gua. Kelompok ini beberapa masih bisa hidup dan ditemukan di luar gua. Contoh : Amblypygi dan Uropygi
- c. **Troglobites** : merupakan kelompok fauna gua yang seluruh daur hidupnya tergantung pada lingkungan gua dan hidupnya sangat tergantung pada lingkungan gua. Kelompok ini sudah menunjukkan tingkat adaptasi yang tinggi pada lingkungan gua yang dicirikan dengan mereduksinya organ penglihatan, pemanjangan organ perasa (antena) dan depigmentasi

## **Referensi**

- Deharveng, L. 2002. The cave fauna of the oriental region: progress in knowledge and the gaps. *XVI International Symposium of Biospeleology Italy*. Abstract.
- Deharveng, L. and Bedos, A. 2000. The Cave Fauna of Southeast Asia: Origin, evolution and Ecology in. Wilkens, H., Culver, D.C, and Humpreys, W.F. (eds), *Ecosystem of The World, Vol. 30: Subterranean Ecosystem*: Elsevier, Amsterdam: 603-631
- Ferreira, R.L. and L.C.S Horta. 2001. Natural and human impacts on invertebrate communities in Brazilian Caves. *Rev. Brasil Biol.* 61(1):7-17
- Gnaspini, P. and E. Trajano. 2000. Guano communities in tropical caves. Wilkens, H., Culver, D.C, and Humpreys, W.F. (eds), *Ecosystem of The World, Vol. 30: Subterranean Ecosystem*: Elsevier, Amsterdam: 251-268

- Rahmadi, C., Y.R. Suhardjono, J. Subagja. 2002. Komunitas Collembola Guano Kelelawar di Gua Lawa Nusakambangan, Jawa Tengah. *Biologi 2(14)*: 861-875
- Rahmadi, Cahyo dan Y. R. Suhardjono. 2003. *Arthropoda gua di Nusakambangan, Cilacap Jawa Tengah*. Dalam. Jamal, Y dkk. (penyunting). Laporan Teknik Proyek Inventarisasi dan Karakterisasi Sumber Daya Hayati. Pusat Penelitian Biologi LIPI
- Suhardjono, YR., Cahyo, R. and Deharveng, L. .2001. Cave Fauna of Java. Symposium Biospeleology. Brazil. *Abstract*
- Suhardjono, Y.R. A. Suyanto, R. M. Marwoto dan C. Rahmadi (dalam persiapan). Fauna Kawasan Karst Maros. Pusat Penelitian Biologi LIPI. Bogor