

**Keanekaragaman Arthropoda Di Gua Nggowo  
Kawasan Kars Gunung Sewu Kabupaten Gunungkidul, Yogyakarta**

**Diversity of Arthropods in Nggowo Cave  
Gunung Sewu Karst region Gunungkidul, Yogyakarta**

*Libertho Romasna Riky, Wibowo Nugroho Jati, Felicia Zahida*  
Fakultas Teknobiologi, Universitas Atma Jaya Yogyakarta, Jalan Babarsari 44,  
Yogyakarta  
rikythomp@rocketmail.com

**ABSTRAK**

Penelitian mengenai Arthropoda gua di kawasan karst terutama di Pulau Jawa masih sangat jarang dilakukan. Padahal di Pulau Jawa terdapat kawasan karst yang terbentang luas mulai dari Gunungkidul hingga ke Pacitan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui jenis Arthropoda apa saja yang terdapat di gua Nggowo serta mengetahui tingkat keanekaragaman jenis Arthropoda pada tiap zona. Metode yang digunakan adalah metode koleksi langsung, *pitfall trap*, *sugaring trap*, *light trap* dan pengambilan sampel tanah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat 7 jenis Arthropoda yang ditemukan pada gua Nggowo, yaitu *Charon* (11) dari kelas Arachnida, *Rhaphidophora* (38), *Evania* (1) dan *Chimarra* (107) dari kelas Insecta, *Isotomiella* (3) dan *Bromacanthus* (1) dari kelas Collembola, dan *Caridina* (16) dari kelas Malacrostaca. Sedangkan indeks keanekaragaman Arthropoda di setiap zona berturut-turut adalah zona terang 1.0496, zona remang-remang 0.869, zona gelap 1.1653, dan zona gelap total 0.6365.

Kata Kunci: Kawasan karst, Keanekaragaman, Arthropoda

**ABSTRACT**

Research about cave Arthropods in karst region, especially in Java is still very rare. Whereas in Java there is a vast stretch of karst areas ranging from Gunungkidul up to Pacitan. The purpose of this study was to determine what kind of Arthropods found in Nggowo cave as well as determine the level of diversity of Arthropods in each zone. The method used is direct collection, *pitfall trap*, *sugaring trap*, *light trap* and soil sampling. The results showed that there are seven types of Arthropods found in Nggowo cave, namely *Charon* (11) from Arachnida, *Rhaphidophora* (38), *Evania* (1) and *Chimarra* (107) from Insecta, *Isotomiella* (3) and *Bromacanthus* (1) from Collembola, and *Caridina* (16) from Malacrostaca. While the index of Arthropod diversity in each consecutive zone is 1.0496 in the light zone, 0.869 in a dimly zone, 1.1653 in the dark zone, and 0.6365 in darkness zone.

Keywords: Karst region, Diversity, Arthropods

## **Pendahuluan**

Indonesia merupakan negara kepulauan dengan kawasan karstnya yang cukup luas, Menurut Setyaningsih (2011), kawasan karst menyimpan banyak keanekaragaman hayati dan kekayaan ekosistem yang masih belum terungkap. Namun kawasan karst di Indonesia masih terpinggirkan terutama untuk kawasan konservasi, yang menonjol justru potensi dari sisi ekonomi seperti penambangan batu kapur (Rahmadi, 2007). Salah satu ekosistem di kawasan karst adalah ekosistem gua yang merupakan salah satu ekosistem yang paling rentan di muka bumi. Kondisi yang khas di dalam gua yaitu tidak adanya cahaya, kelembaban yang relatif tinggi, dan temperatur yang relatif stabil. Namun pada lingkungan yang seperti ini masih dijumpai adanya kehidupan, salah satunya kelompok hewan Arthropoda.

Organisme yang paling mendominasi di lingkungan gua adalah kelompok Arthropoda gua. Arthropoda gua merupakan takson terbesar bagi kekayaan keanekaragaman hayati di dalam gua yang juga berperan dalam menjaga kelangsungan jaringan makanan dan keseimbangan ekosistem di dalam gua. Selain kelompok Arthropoda, ada juga kelompok Vertebrata seperti kelelawar yang dapat ditemukan di lingkungan gua (Rahmadi, 2002).

Penelitian serupa mengenai Arthropoda gua sebelumnya juga pernah dilakukan oleh Rahmadi Cahyo (2002) yang meneliti tentang Keanekaragaman Arthropoda di Gua Ngerong Kecamatan Rengel Kabupaten Tuban Jawa Timur. Pada penelitian ini diperoleh 22 jenis Arthropoda. Kamal dkk., (2011) juga melakukan penelitian tentang keanekaragaman jenis Arthropoda. Penelitian ini

dilakukan di Gua Putri dan Gua Selabe di Kawasan Karst Desa Padang Bindu, Kecamatan Semidang Aji, Kabupaten Ogan Komering Ulu, Sumatera Selatan. Metode yang digunakan adalah koleksi langsung, perangkap sumuran (*pitfall trap*) dan perangkap cahaya (*light trap*).

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui jenis Arthropoda apa saja yang terdapat di gua Nggowo. Selain itu juga untuk mengetahui jenis Arthropoda apa saja yang terdapat di gua Nggowo. Hasil penelitian ini diharapkan dapat berguna untuk menambah informasi tentang keanekaragaman jenis Arthropoda tanah yang dapat ditemukan di dalam gua karst, khususnya gua Nggowo. Selain itu, diharapkan koleksi Arthropoda yang didapat bisa menjadi infentaris fauna gua karst kawasan karst Gunung Sewu.

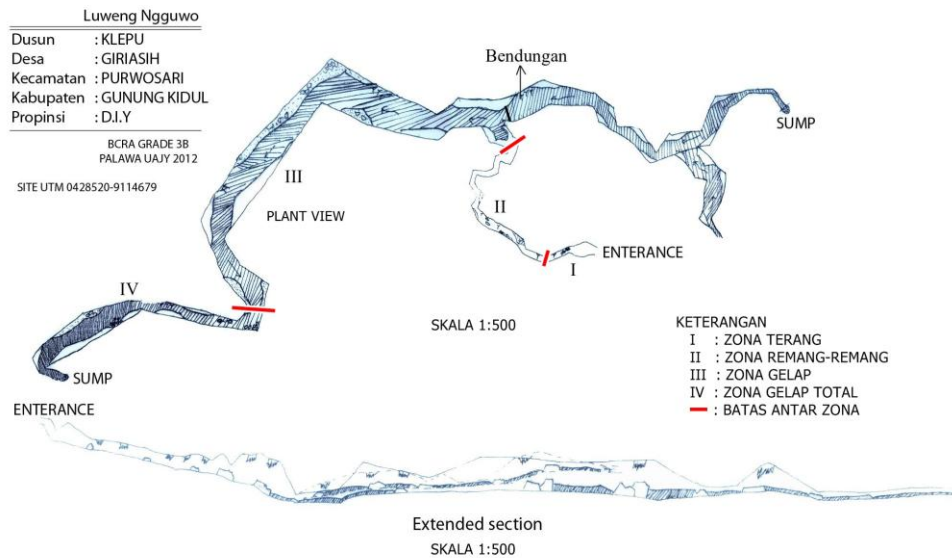
## **Cara Kerja**

### **Pembagian Zona Sampling**

Untuk melakukan sampling Arthropoda, Gua Nggowo dibagi menjadi 4 zona sampling yaitu zona terang, remang-remang, gelap dan gelap total. Pembagian zona berdasarkan karakteristik lingkungan didalam gua. Pembagian zona sampling dapat dilihat pada Gambar 1.

### **Sampling Arthropoda**

Metode sampling dilakukan secara langsung (*hand collecting*) dan dengan pemasangan perangkap berupa *pitfall trap*, *sugaring trap* dan *light trap*, selain itu juga dilakukan pengambilan sampel tanah. Sampling dilakukan pada masing-masing zona sebanyak tiga kali pengulangan pada waktu yang berbeda, yaitu pada bulan Agustus, September dan Desember 2015.



Gambar 1. Pembagian zona sampling pada Gua Ngguwu

### Pengukuran Parameter Lingkungan

Pengukuran parameter lingkungan meliputi intensitas cahaya, suhu udara, suhu tanah, suhu air, kelembaban udara, kelembaban tanah, pH tanah dan pH air. Pengukuran parameter lingkungan juga dilakukan pada masing-masing zona sebanyak tiga kali pengulangan.

### Identifikasi Sampel

Sampel Arthropoda yang telah terkumpul selanjutnya diidentifikasi dengan mengacu pada buku identifikasi. Buku identifikasi yang digunakan adalah: Weygoldt (2000), Dindal (1990), Borror, Triplehorn dan Jhonson (1992) dan Suhardjono (2012).

### Teknik Analisis Data

Analisis data yang digunakan meliputi: a) Kerapatan Relatif (Fachrul, 2008), b) Frekuensi Kehadiran (fachrul, 2008), c) Indeks Keanekaragaman ( $H'$ ) digunakan metode Shannon – Wiener (Fachrul, 2008).

## Hasil dan Pembahasan

### Karakteristik Gua Nggowo

Penelitian ini dilakukan di Gua ngguwo yang terletak di desa Giri Asih, kecamatan Purwosari, Kabupaten Gunungkidul. Gua ini di temukan pertama kali oleh Palawa pada tahun 2012 di salah satu kebun milik warga. Secara geografis kawasan Gua Nguwo berada di posisi 8°00'33.31''S dan 110°21'05.58'' E. Gua Nggowo merupakan gua aktif karena terdapat aliran air atau sungai bawah tanah didalamnya. Memiliki panjang sekitar 850 meter yang kemudian dibagi kedalam 4 zona, yaitu zona terang, remang-remang, gelap dan gelap total.

### Keanekaragaman Jenis Artropoda

Diperoleh 7 jenis Arthropoda gua yang berasal dari takson yang berbeda. Hasil identifikasi dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Keanekaragaman Arthropoda di Gua Nggowo

| Filum      | Kelas        | Bangsa           | Suku             | Marga                |
|------------|--------------|------------------|------------------|----------------------|
| Arthropoda | Insecta      | Orthoptera       | Rhaphidophoridae | <i>Rhaphidophora</i> |
|            |              | Hymenoptera      | Evaniidae        | <i>Evania</i>        |
|            |              | Diptera          | Philopotamidae   | <i>Chimarra</i>      |
|            | Colembolla   | Entomobryomorpha | Isotomidae       | <i>Isotomiela</i>    |
|            |              |                  | Paronellidae     | <i>Bromacanthus</i>  |
|            | Arachnida    | Amblypygi        | Charontidae      | <i>Charon</i>        |
|            | Malacrostaca | Decapoda         | Atyidae          | <i>Caridina</i>      |

Dari total 7 jenis Arthropoda yang ditemukan, 3 diantaranya merupakan anggota dari kelas insecta, yaitu *Rhaphidophora*, *Evania* dan *Chimarra*. Hal ini sesuai dengan apa yang dikatakan oleh Hadi dkk., (2010) bahwa kelas insecta adalah kelompok Arthropoda yang paling mendominasi dengan jumlah spesies yang lebih banyak dibandingkan dengan kelas Arthropoda yang lainnya serta memiliki tingkat adaptasi yang lebih baik terhadap lingkungan yang ekstrim.

### Kemelimpahan Jumlah Artropoda Pada Tiap Zona

Hasil sampling Arthropoda dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Kemelimpahan Arthropoda pada setiap zona di Gua Ngguwu

| Genus                | Zona 1 | Zona 2 | Zona 3 | Zona 4 | Total      |
|----------------------|--------|--------|--------|--------|------------|
| <i>Charon</i>        | 6      | 3      | 2      | -      | 11         |
| <i>Rhaphidophora</i> | 9      | 6      | 20     | 3      | 38         |
| <i>Evania</i>        | 1      | -      | -      | -      | 1          |
| <i>Chimarra</i>      | 42     | 32     | 27     | 6      | 107        |
| <i>Isotomiela</i>    | 3      | -      | -      | -      | 3          |
| <i>Bromacanthus</i>  | 1      | -      | -      | -      | 1          |
| <i>Caridina</i>      | -      | 3      | 13     | -      | 16         |
| <b>Total</b>         | 62     | 44     | 62     | 9      | <b>177</b> |

Keterangan:

Zona 1 = Zona Terang

Zona 3 = Zona Gelap

Zona 2 = Zona Remang-remang

Zona 4 = Zona Gelap Total

Pada Tabel 2. memperlihatkan kelimpahan individu dan jumlah jenis Arthropoda yang didapat di Gua Ngguwu. Berdasarkan data hasil sampling yang dilakukan sebanyak tiga kali pengulangan, total jumlah individu yang didapat sebanyak 177 individu yang berasal dari empat kelas yang berbeda, yaitu kelas Insecta, Collembola, Arachnida dan Malacostraca. Hasil ini membuktikan bahwa semakin masuk kedalam gua, baik jumlah maupun jenis Arthropoda yang ditemukan akan semakin sedikit bila dibandingkan dengan zona yang lebih dekat dengan lingkungan luar.

### Identifikasi Jenis Arthropoda

Hasil identifikasi Arthropoda yang ditemukan di Gua Ngguwu dapat dilihat pada Gambar 2 sampai Gambar 8. Jenis Arthropoda pertama yang di temukan adalah dari kelas Arachnida, yaitu *Charon* dari suku Charontidae yang memiliki ciri-ciri berupa warna tubuh yang hitam gelap dengan warna coklat pada

tiap sendi. Memiliki ukuran badan 5-7 cm dan di temukan pada celah-celah batu di dinding gua.



Gambar 2. *Charon* (Dokumentasi pribadi)

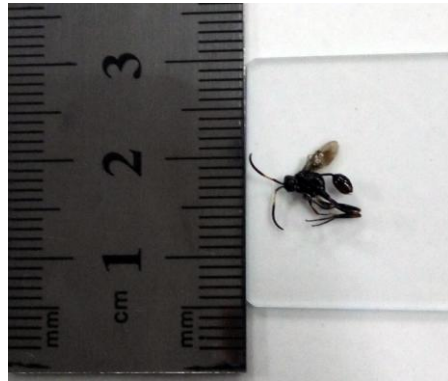
Selain itu *Charon* juga memiliki ukuran badan 5-7 cm dan di temukan pada celah-celah batu di dinding gua. Paling sering ditemukan pada zona terang. Bagian tubuh *Charon* dibedakan menjadi sefalotorak dan abdomen. Bagian sefalotoorak dilengkapi dengan sepasang selisera, sepasang capit dan empat pasang tungkai. Sepasang tungkai paling depan berbentuk seperti antenna berukuran kecil dan panjang, yang berfungsi sebagai organ perasa.



Gambar 3. *Rhabdophora* (dokumentasi pribadi)

*Rhabdophora* ini memiliki ukuran panjang badan 4-6 cm dan memiliki ukuran tubuh lebih besar bila dibandingkan *Gryllus assimilis* (jangkrik biasa), berbentuk gilig, dengan warna tubuh coklat tua. Memiliki bagian dorsal abdomen

yang melengkung dan sayap yang tidak berkembang sempurna, sedangkan mata hanya berupa kumpulan oseli kecil berwarna hitam. Memiliki antena yang tipis seperti benang halus yang panjangnya hingga tujuh kali panjang tubuhnya, selain itu juga memiliki sepasang tungkai belakang yang kuat dan panjang.



Gambar 4. *Evania* (Dokumentasi pribadi)

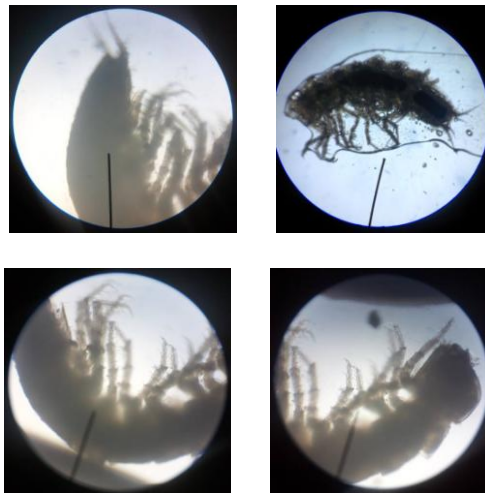
*Evania* masuk dalam bangsa Hymenoptera. Memiliki ciri-ciri berupa tubuh berwarna gelap dengan ukuran 5-8 mm, abdomen membentuk bangunan menguncup pada bagian ujung. Thoraks terdiri dari 4 ruas, memiliki 2 pasang sayap dimana sayap depan lebih besar dibandingkan sayap belakang. Anggota sub ordo Aprocita ini diperoleh dengan metode *Ligh trap* dan merupakan kelompok troglösen karna lebih banyak melangsungkan hidupnya di lingkungan luar gua.



Gambar 5. *Chimarra* (Dokumentasi pribadi)



*Chimarra* masuk dalam Famili Philopotamidae yang merupakan kelompok Tricoptera atau dalam bahasa Indonesia disebut dengan Lalat Haji. *Chimarra* ditemukan pada semua zona di dalam gua Nggwo dan paling banyak di zona terang. *Chimarra* ini memiliki ciri berupa seluruh tubuh berwarna gelap dengan ukuran 3-7 mm, dan merupakan kelom hewah troglofil. *Chimarra* menurut Suhardjono dan Ubaidilah (2012) memiliki antena yang lebih pendek dibandingkan sayap, sangat terpisah pada titik lipatan. Habitatnya berupa aliran sungai berarus deras.



Gambar 6. *Isotomiela* perbesaran 10x10 (Dokumentasi pribadi)

Kelompok Collembola yang ditemukan pada sampel tanah yang diidentifikasi adalah *Isotomiela*, memiliki panjang tubuh sekitar 0,5-1,5 mm, tidak memiliki pigmen, tanpa mata dan organ pasca antena. Bentuk tubuh panjang, mengarah posterior dan memiliki seta pada tubuhnya. Merupakan kelompok hewan troglofil. Menurut Suhardjono dkk (2012) Famili Isotomidae memiliki bentuk gilik, warna dan ukuran tubuh yang bervariasi, dari berwarna putih, biru tua, hingga abu-abu. Pada bagian kepala memiliki organ pasca antena dengan jumlah mata bervariasi dari 0-8 oselus. Suku ini paling sering ditemukan

pada serasah dan di dalam tanah.



Gambar 7. *Bromacanthus* perbesaran 10x10 (Dokumentasi pribadi)

Kelompok Collembola yang juga ditemukan pada *light trap* adalah *Bromacanthus* dari Famili Paronellidae. Memiliki ukuran tubuh 1-2 mm, warna kecoklatan dengan antena yang pendek dan tak berseta. Menurut Suhardjono dkk., (2012) *Bromacanthus* merupakan Collembola yang berukuran cukup besar, panjang tubuh bias mencapai 3 mm, dengan warna tubuh kecoklatan dan bercak-bercak biru. Memiliki oselus 8+8. Antena biasanya tidak terlalu panjang dan tanpa seta jambul lebat. Tabung ventral bersisik, sisi ventral furkula bersisik; vesikel dens tidak ada, tapi ada spina dens; mukro pendek lebar dengan 2 gigi, sering menyatu dengan dens. Merupakan kelompok hewan troglafil



Gambar 8. *Caridina* (Dokumentasi pribadi)

Arthropoda air yang diidentifikasi merupakan anggota ordo Decapoda yaitu *Caridina*. Sampel yang ditemukan memiliki ukuran rostum yang sangat pendek hanya 1.5 mm dan tidak berduri. Tidak memiliki pigmen dengan panjang karapas 5 mm dan merupakan kelompok hewan troglafil. Menurut Suhardjono dan Ubaidilah (2012) kaki jalan pertama pada suku Atyidae ujung capitnya berbulu panjang yang berfungsi untuk menjaring plankton dari badan air dan menyapu detritus dari tanaman air serta dasar perairan.

### Indeks Keanekaragaman Arthropoda

Untuk mengetahui tingkat keanekaragaman Arthropoda di dalam Gua Nggwo menggunakan Indeks Keanekaragaman Shannon-Weinner. Selain itu juga dihitung tingkat kerapatan dan frekuensi relatif dari tiap jenis Arthropoda yang ditemukan. Hasil analisis bisa dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Tingkat Kerapatan Relatif dan Frekuensi Kehadiran Masing-masing Arthropoda di Gua Nggwo

| Arthropoda          | Kerapatan Relatif | Frekuensi Kehadiran |
|---------------------|-------------------|---------------------|
| <i>Charon</i>       | 6.21 %            | 58.33 %             |
| <i>Rhaphidopora</i> | 21.47 %           | 91.67 %             |
| <i>Evania</i>       | 0.56 %            | 8.33 %              |
| <i>Chimarra</i>     | 60.45 %           | 100 %               |
| <i>Isotomiela</i>   | 169 %             | 16.67 %             |
| <i>Bromacanthus</i> | 0.56 %            | 8.33 %              |
| Tabel 3. Lanjutan   |                   |                     |
| <i>Caridina</i>     | 9.04 %            | 41.67 %             |
| <b>Jumlah</b>       | <b>100 %</b>      | <b>100 %</b>        |

Pada Tabel 3. menunjukkan hasil analisis kepadatan relatif yang paling tinggi dimiliki oleh jenis *Chimarra* dengan tingkat kepadatannya mencapai 60.45 %. Sedangkan yang paling rendah dimiliki oleh jenis *Evania* dan *Bromacanthus* dengan tingkat kepadatan hanya 0.56 %. Untuk tingkat frekuensi kehadiran, jenis



Tabel 5. Hasil Pengukuran Parameter Lingkungan Gua Ngguwu pada tiap Zona.

| No. | Parameter         | Satuan | Zona  |      |      |      |
|-----|-------------------|--------|-------|------|------|------|
|     |                   |        | 1     | 2    | 3    | 4    |
| 1   | Intensitas cahaya | lux    | 108.3 | 0    | 0    | 0    |
| 2   | Suhu udara        | °C     | 29.9  | 29.4 | 27.7 | 29   |
| 3   | Suhu tanah        | °C     | 25    | 29.4 | 24   | 24.3 |
| 4   | Suhu air          | °C     | -     | 24.4 | 24.3 | 24.5 |
| 5   | Kelembaban udara  | %      | 73.3  | 85.3 | 68.3 | 69   |
| 6   | Kelembaban tanah  | %      | 1.8   | 7    | >8   | >8   |
| 7   | pH tanah          | Unit   | 6     | 5.7  | 5.5  | 6.2  |
| 8   | pH air            | Unit   | -     | 7    | 7    | 7    |

Keterangan:

Zona 1 = Zona Terang

Zona 3 = Zona Gelap

Zona 2 = Zona Remang-remang

Zona 4 = Zona Gelap Total

Menurut Suhardjono dkk, (2012) kelembaban dan suhu secara tidak langsung berpengaruh penting dalam keberadaan Collembola. Perubahan kelembaban akan sangat berkaitan dengan perubahan suhu di lingkungan tanah dan sekitarnya. Kelembaban tanah memegang peran yang sangat penting terhadap penyebaran Collembola. Keberadaan Collembola di dalam tanah juga menjadi indikator hayati adanya kandungan air di dalam tanah (Takeda, 1978).

Selain beberapa faktor fisika di atas, ketersediaan makanan juga menjadi faktor penentu keberadaan Arthropoda di dalam gua. Menurut Whriten dkk., (2000) semua penghuni gua bergantung pada bahan makanan dan bahan yang dibawa masuk ke dalam gua. Beberapa hewan menghisap cairan yang ada di dalam akar tumbuhan yang melekat di langit-langit gua. Beberapa hewan lainnya memakan kayu dan bahan-bahan lain yang terbawa aliran sungai di dalam gua atau bahan organik yang terdapat dalam air yang mengalir dari permukaan tanah ke dalam gua. Menurut Ko (2000) cara lain masuknya sumber makanan ialah akibat ulah binatang yang keluar masuk gua seperti kelelawar, burung, seriti, burung walet, yang membuang kotoran didalam gua yang dinamakan guano.

Guano tersebut akan menghidupi kecoa, kumbang, jangkrik, dan binatang yang tidak bertulang belakang yang lainnya. Binatang-binatang ini pada akhirnya akan menjadi sumber pakan bagi binatang-binatang yang lebih besar.

### Simpulan

Sebanyak 7 jenis Arthropoda gua yang ditemukan pada Gua Ngguwu, yaitu *Charon* (11) dari kelas Arachnida, *Rhaphidophora* (38), *Evania* (1) dan *Chimarra* (107) dari kelas Insecta, *Isotomiella* (3) dan *Bromacanthus* (1) dari kelas Collembola dan *Caridina* (16) dari kelas Malacrostaca. Sedangkan Indeks Keanekaragaman Arthropoda pada tiap zona berturut-turut adalah zona terang 1.0496, zona remang-remang 0.8695, zona gelap 1.1653, zona gelap total 0.6365.

### DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2014. *Ekosistem Karst*. <http://ppejawa.com/ekoregion/ekosistem-karst/>. Yogyakarta. 5 November 2014.
- Arif, K. 1995. *Statistik I*. Karunika. Jakarta.
- Boror, D. J., Triplehorn, C. A., dan Jhonson, N, F. 1992. *Pengenalan Pelajaran Serangga* edisi ke-6. Terjemahan S. Partosoedjono, M. Sc. Universitas Gajah Mada Press. Yogyakarta.
- Culver, D. C., L. Deharveng, A. Bedos, J. J. Lewis, M. Madden, J. R. Redden, B. Sket, P. Trontelj, and D. White 2006. The mid-latitude biodiversity ridge in terrestrial cave fauna. *Ecography*. 29: 120-128.
- Deans, A. R., Matthew J. Y., and Krishna D. [Tue Jun 28 08:14:08 -0500 2016]. *Evanioidea Online* - catalog of information about evanoid wasps (Hymenoptera). [<http://evanioidea.info>]
- Dindal, D. L. 1990. *Soil Biology Guide*. A Wiley-Interscience Publication. America.
- Fachrul, M. F. 2008. *Metode Sampling Bioekologi*. Bumi Aksara. Jakarta.
- Hadi, U. K. 2010. *Pengenalan Arthropoda Dan Biologi Serangga*. Bagian Parasitologi dan Entomologi Kesehatan Fakultas Kedokteran Hewan IPB.
- Hadi, H. M., Tarwotjo, U., dan Rahadian, R. 2009. *Biologi Insecta ENTOMOLOGI*. Graha Ilmu. Yogyakarta.
- Howarth, F.G. 1980. The Zoogeography of Specialized Cave Animals: A Bioclimatic Models. *Evolution* 34(2): 394-406.

- Ko, R. K. T. 2000. *Keanekaragaman Hayati Kawasan Karst*. Perhimpunan Eksokarstologi Indonesia.
- Madyana, A. P. 2008. Partisipasi Komunitas Warga Dalam Upaya Konservasi Kawasan Hutan Karst Di Gunungkidul. *Indonesian Scientific Karst Forum*. Page 7.
- Nurhadi dan Widiana, R. 2009. Komposisi Arthropoda Permukaan Tanah Di Kawasan Penambangan Batubara Di Kecamatan Talawi Sawahlunto. *Jurnal Sains dan 1(2)*: 1-11.
- Odum, E. P. 1971. *Fundamentals of Ecology*. Third Edition. Philadelphia: W. B. Saunders Co.
- Palawa. 2012. *Penelitian TO (Try Out) Caving Palawa Tahun 2012 Kecamatan Purwosari Gunungkidul*. Palawa Universitas Atmajaya Yogyakarta.
- Rahmadi, C., Suhardjono, Y. R., dan Subagja, J. 2002. Komunitas Collembola Guano Kelelawar di Gua Lawa Nusakambangan, Jawa Tengah. *Biologi 2 (14)*: 861-875
- Rahmadi, C. 2004. Koleksi dan Pengenalan Biota Gua: Arthropoda Gua. Disampaikan dalam “*Seminar Sehari: Biospeleologi dan Perannya dalam Konservasi Karst*”. Matalabiogama, Fakultas Biologi UGM, Yogyakarta. 25 September 2004.
- Rahmadi, C. 2007. Ekosistem Karst dan Gua: Gudangnya Keanekaragaman Hayati yang Unik. Disampaikan dalam: *Pelatihan Kader Lingkungan. KAPEDAL Gunung Kidul, Wonosari*. 21 November 2007.
- Setyaningsih, M. 2011. Keanekaragaman Fauna Gua Karst Di Pangandaran Jawa Barat. *Prosiding Penelitian Bidang Ilmu Eksakta*: 35-44.
- Suhardjono, Y. R., Deharveng, L., dan Bedos, A. 2012. *COLLEMBOLA (ekor pegas)*. Veganedia. Bogor.
- Suhardjono, Y. R., dan Ubaidillah, R. 2012. *Fauna karst dan Gua Maros, Sulawesi Selatan*. LIPI press. Jakarta.
- Suin, N.M. 1991. Perbandingan Komunitas Hewan Permukaan Tanah Antara Ladang dan Hutan di Bukit Pinang-Pinang Padang. Laporan Penelitian Universitas Andalas, Padang.
- Suin dan Nurdin, M. 1997. *Ekologi Hewan Tanah*. Bumi Aksara. Jakarta.
- Sutherland, W. J. 1996. *Ecologics Sensus Techniques*. Cambridge University Press. Lambridge.
- Takeda, H. 1981. *Effect of Shifting Cultivation on The Soil Meso-Fauna with Special References to Collembolan Population in North-East Thailand*. Memoir of College of Agriculture Kyoto University. 18: 44-60.
- Weygoldt, P. 2000. *Whip Spiders (Chelicerata: Amblypygi) Their Biology, Morphology and Systematics*. Appollo Books, 163pp.
- Whriten, T., S. J. Damanik, J., Anwar, & Hisyam, 2000, *The Ecology Of Indonesia Series Volume I : The Ecology Of Sumatra*, Periplus Edition (HK) Ltd., Singapore, xxxi + 478 hlm.