

Ekologi Gua Wisata

**Dampak Aktivitas Wisata terhadap Lingkungan
dan Kehidupan Biota Gua serta Upaya Konservasinya**

Ekologi Gua Wisata

**Dampak Aktivitas Wisata terhadap Lingkungan
dan Kehidupan Biota Gua serta Upaya Konservasinya**

Isma Dwi Kurniawan
Cahyo Rahmadi



GRAHA ILMU

EKOLOGI GUA WISATA; Dampak Aktivitas Wisata terhadap Lingkungan dan Kehidupan Biota Gua serta Upaya Konservasinya

oleh Isma Dwi Kurniawan, Cahyo Rahmadi

Hak Cipta © 2019 pada penulis

Edisi Pertama; Cetakan Pertama ~ 2019



GRAHA ILMU

Ruko Jambusari 7A Yogyakarta 55283

Telp: 0274-889398; 0274-882262; Fax: 0274-889057;

Hak Cipta dilindungi undang-undang. Dilarang memperbanyak atau memindahkan sebagian atau seluruh isi buku ini dalam bentuk apa pun, secara elektronis maupun mekanis, termasuk memfotokopi, merekam, atau dengan teknik perekaman lainnya, tanpa izin tertulis dari penerbit.

ISBN: 978-623-228-269-8

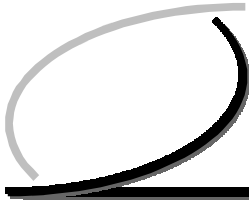
Buku ini tersedia sumber elektronisnya

DATA BUKU:

Format: 17 x 24 cm; Jml. Hal.: xxvi + 136; Kertas Isi: HVS 70 gram; Tinta Isi: BW; Kertas Cover: Ivori 260 gram; Tinta Cover: Colour; Finishing: Perfect Binding: Laminasi Doff.

“Mempelajari biota gua adalah salah satu cara terbaik bagi manusia untuk mengagumi kebesaran-Nya.”

“Sebaik-baiknya manusia adalah mereka yang bermanfaat bagi sesama dan mereka yang istiqomah dalam menjaga kelestarian alam tempat mereka hidup”



SAMBUTAN

Prof. Dr. Yayuk Rahayuningsih Suhardjono
Ibu Biospeleologi Indonesia

Gua adalah satu kata yang pada umumnya dikenal sebagai lorong yang gelap, dihuni oleh binatang buas seperti ular besar dan harimau, serta menyeramkan karena banyak hantu atau makhluk halus di dalamnya. Di samping itu, gua juga dikenal sebagai tempat orang-orang pencari wangsit atau ilmu-ilmu di luar nalar dengan melakukan tapa brata. Pemahaman yang salah ini telah berjalan lama dan menjadikan gua terhindar dari jangkauan penelitian ilmiah, terutama di Indonesia. Penelitian yang dilakukan pada umumnya terkait dengan bidang arkeologi, terutama tentang peninggalan-peninggalan sisa-sisa kehidupan zaman dahulu.

Ilmu pengetahuan tentang gua dikenal sebagai *speleologi*. Cakupan *speleologi* hanyalah terkait pada fisik dari gua, misalnya jenis dan umur batuan, bentuk dan ukuran lorong, ada/tidaknya sumber air di dalamnya, dan bagaimana keadaan airnya. Dengan demikian, penjelajahan gua selalu difokuskan pada hal-hal fisik tersebut. Di Indonesia, sejak tahun 2002 mulailah gereget gairah untuk mempelajari gua dari bidang lainnya yaitu hidupan di dalamnya. Langkah pionir ini dilakukan oleh para peneliti biologi Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI). Ilmu yang mempelajari tentang hidupan di dalam gua disebut dengan *biospeleologi*. Sejak itulah tahapan-tahapan misteri hidupan di dalam gua mulai terkuak dan mencengangkan dunia. Ternyata Indonesia memiliki kekayaan yang tiada

taranya dan hanya ada di negeri ini, bahkan beberapa gua di Indonesia memiliki keanekaragaman hayati tertinggi di Asia Tenggara.

Buku berjudul *Ekologi Gua Wisata* ini sangat menarik untuk dibaca terutama bagi para petualang-petualang muda yang menggemari penjelajahan gua. Pada umumnya, para wisatawan berkunjung ke dalam gua hanya tertarik oleh isu ornamen-ornamennya tanpa bekal pengetahuan tentang kondisi lingkungan dan hidupan yang ada di dalamnya. Tidak heran bila para pengelola gua untuk wisata pada umumnya juga hanya memfokuskan perhatian kepada ornamen-ornamen gua. Bahkan lebih parah lagi, ornamen-ornamen buatan seringkali ditambahkan dengan maksud untuk mempercantik pemandangan di dalam gua, tanpa mengetahui dampak yang akan ditimbulkannya.

Membaca buku ini akan membuat pola dan nuansa berpikir kita berubah, karena muatan akan lingkungan hidup di dalam gua terpapar jelas dan menarik. Kesadaran bahwa ternyata gua memiliki ekosistem yang khas dan unik yang tidak dapat dijumpai di luar akan diperoleh di dalamnya. Keindahan ornamen akan menjadi pelengkap kala benar-benar dipahami kekhasan ekosistem gua dengan keunikan hidupan di dalamnya. Penjelajahan yang dilakukan ketika berwisata di dalam gua akan menjadi lebih dapat dinikmati dan dihayati karena lebih mengenal kondisi dan situasi yang ditemui.

Buku ini merupakan buku pertama di Indonesia yang memberi informasi dengan mengaitkan antara ilmu biologi dan kegiatan wisata di dalam gua. Tentu masih banyak hal-hal yang harus diperbaiki, namun pengetahuan di dalam buku ini cukup sarat dengan informasi yang perlu dipahami, baik bagi para pengelola gua maupun para calon wisatawan. Di luar negeri seperti di Perancis, hidupan di dalam gua-gua wisata meskipun binatangnya berukuran mini, masih tetap dapat dilihat dan diperhatikan oleh para pengunjungnya. Para wisatawan hanya memandangi hidupan yang ada di dalam gua tanpa menyentuh sedikitpun baik habitat (batu, cekungan, kolam) maupun binatangnya. Hal tersebut dapat terjadi karena para wisatawan telah berbekal pengetahuan tentang isi gua dan bagaimana

harus menyikapinya seperti yang dituliskan di dalam buku ini. Hal yang sama diharapkan dapat terjadi di Indonesia.

Buku ini sangat bermanfaat bagi banyak pihak, baik praktisi, pengelola, para wisatawan, maupun para pengambil kebijakan dalam pengaturan dan pengelolaan lokasi wisata. Bagi para pengambil kebijakan dan pengelola gua wisata, buku ini dapat menjadi salah satu bahan acuan agar dapat lebih cermat dan berhati-hati dalam mengelola kawasannya. Dengan demikian, keindahan alam yang ada tidak cepat rusak termakan dampak kunjungan. Sedangkan bagi para calon wisatawan, buku ini dapat membantu untuk lebih mempersiapkan diri sebelum mengunjungi gua, apa yang boleh dan dilarang dilakukan ketika ada di dalam gua. Dengan demikian, kelestarian kondisi gua dapat terjamin lebih lama. Pasca kunjungan akan terlihat kesan yang lebih mendalam karena wisatawan memahami betul isi gua tidak hanya berdecak kagum akan keindahan ornamennya, akan tetapi juga keunikan penghuninya.

Buku ini ditulis oleh dua orang yang memang pakar dalam bidangnya, yaitu ekowisata dan keanekaragaman hayati gua. Oleh karena itu, tidak heran kalau isinya sarat dengan informasi yang terkait perihal wisata dan gua. Selamat atas terbitnya buku berjudul *Ekologi Gua Wisata*, semoga apa yang ada di dalamnya banyak memberi manfaat. Diharapkan para penulisnya dapat lebih berkarya dengan banyak tulisan dan terbitan selanjutnya tentang pariwisata dan gua. Yang perlu dipahami oleh masyarakat adalah bahwa setiap gua memiliki keunikan tersendiri, dan tentunya membutuhkan cara pengelolaan yang spesifik sesuai karakter dari gua tersebut.

Selamat berkarya!



UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur *Alhamdulillah* penulis haturkan kepada Allah SWT Tuhan semesta alam atas segala kemudahan yang diberikan sehingga penulisan buku ini dapat diselesaikan dengan baik. Buku berjudul "*Ekologi Gua Wisata; Dampak Aktivitas Wisata terhadap Lingkungan dan Kehidupan Biota Gua serta Upaya Konservasinya*" merupakan kumpulan hasil penelitian penulis berkerjasama dengan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih setulusnya kepada seluruh pihak yang telah berkontribusi baik pada tahap penelitian maupun penulisan buku.

Secara khusus, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Yayuk Rahayuningsih Suhardjono yang telah dengan sabar mereviu naskah dan memberikan banyak masukan untuk buku ini.
2. Lembaga Pengelola Dana Pendidikan (LPDP) atas bantuan dana risetnya.
3. Rekan-rekan di Museum Zoologicum Bogoriense LIPI atas dukungan dan bantuannya selama tahap penelitian.
4. Rekan-rekan Dosen Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Gunung Djati Bandung atas masukan dan motivasinya.
5. Rekan-rekan di *Indonesian Speleological Society*, *Biology Studien Gruppen*, *Caves Society*, Kelompok Studi Karst Fakultas Geografi UGM, Pengelola

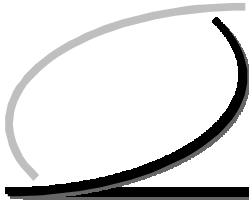
Gua Kalisuci dan kelompok penggiat speleologi lainnya yang telah turut membantu khususnya selama penelitian lapangan.

6. Tim Anak Mamak; Ridwan Nasrullah, Tiara E. Ardi, Muhammad Iqbal Willyanto, dan Andy Setiabudi atas kolaborasi riset dan karyanya.
7. Para sahabat terbaik Rezzy Eko Caraka, Rachmad Adi Riyanto, Aan Andri Yano, dan Dian Setyawati, serta Anggota Golongan Muda Guriang Akbar, Rahmat Taufiq M.A, dan Rizal Maulana Hasby atas semua perhatian, dukungan dan motivasi yang diberikan.
8. Keluarga yang senantiasa kebersamai dan memberikan sokongan semangat selama penulisan buku ini.
9. Semua pihak yang telah ikut membantu penulisan buku ini yang tidak dapat kami sebutkan satu per satu.

Semoga Allah SWT membalas semua kebaikan yang telah Saudara/i berikan. Akhirnya, semoga buku berjudul "*Ekologi Gua Wisata; Dampak Aktivitas Wisata terhadap Lingkungan dan Kehidupan Biota Gua serta Upaya Konservasinya*" ini dapat memberi manfaat yang luas bagi bangsa dan negara. Amin

Salam Konservasi!

Isma Dwi Kurniawan & Cahyo Rahmadi



KATA PENGANTAR

Gua di banyak kalangan masyarakat Indonesia lebih dikenal sebagai tempat yang berbahaya dan menakutkan. Tempat ini seringkali dikaitkan dengan hal-hal berbau mistis dan irasional. Beberapa gua bahkan dikeramatkan dan dianggap sebagai tempat yang suci oleh sebagian masyarakat. Pandangan yang demikian membuat tidak banyak masyarakat tertarik dan berani untuk mengunjungi gua.

Di balik pandangan yang demikian, sejatinya gua telah lama menjadi bagian dari kehidupan masyarakat Indonesia. Melongok ke zaman prasejarah, manusia purba kala itu banyak mempergunakan gua sebagai tempat tinggal dan berlindung. Hal ini terungkap dari banyaknya penemuan benda-benda peninggalan prasejarah di dalam gua. Pada era kolonial, gua sering menjadi tempat bersembunyi dan menyelamatkan diri dari penjajah. Gua juga telah lama digunakan masyarakat Indonesia untuk menggelar upacara adat dan religi serta melakukan ritual-ritual seperti bertapa. Selain itu, masyarakat di beberapa daerah terutama di kawasan karst sering memanfaatkan air yang terdapat di dalam gua untuk keperluan hidup mereka.

Seiring perkembangan zaman, pemanfaatan gua oleh masyarakat saat ini kian beragam. Gua mulai dilirik nilai ekonominya dan dijadikan ladang komersial yang dapat mendatangkan rupiah. Beberapa gua dijadikan lokasi pertambangan karena mengandung unsur yang bernilai

ekonomi tinggi seperti fosfat yang dijadikan bahan baku pembuatan pupuk. Masyarakat di beberapa daerah juga berlomba-lomba datang ke gua untuk “memanen” sarang burung walet. Tingginya permintaan akan fosfat dan sarang burung walet membuat masyarakat gencar melakukan eksplorasi untuk menemukan gua-gua baru penghasil fosfat dan sarang burung walet. Hal ini berujung pada over eksploitasi yang berakibat pada kerusakan gua beserta ekosistem di dalamnya.

Mempertimbangkan dampak negatif pemanfaatan gua yang bersifat ekstraktif tersebut, maka masyarakat dan para aktivis pemerhati gua mulai mencari alternatif pemanfaatan gua yang lebih berkelanjutan (*sustainable*). Salah satu alternatif tersebut adalah dengan mengembangkan gua menjadi objek wisata. Gua memiliki potensi keindahan bentukan bawah tanah yang tidak dapat dijumpai di tempat lain. Keindahan tersebut ternyata mampu menjadi magnet bagi wisatawan. Perlahan, gua wisata mulai menjadi pilihan untuk berlibur dan membawa kemajuan ekonomi bagi masyarakat sekitar dan daerah tempat gua tersebut berada. Gua wisata di beberapa daerah bahkan menjadi primadona dan ikon wisata seperti di Kabupaten Pacitan, Jawa Timur dan Kabupaten Gunungkidul, DIY.

Kesuksesan gua wisata menjadi pemantik bagi masyarakat di berbagai daerah di Indonesia untuk ikut serta mengembangkan gua-gua yang ada di sekitar mereka menjadi objek wisata. Banyak masyarakat menjadikan pengelolaan gua-gua wisata yang sudah ada sebelumnya menjadi model untuk ditiru. Padahal, dampak negatif dari pengembangan objek wisata terhadap keberlangsungan ekosistem gua di Indonesia belum banyak dievaluasi dan dipetakan.

Gua merupakan salah satu ekosistem paling rentan yang ada di dunia. Di dalamnya, hidup berbagai macam biota yang memiliki fungsi ekologi penting dan bernilai ilmiah tinggi. Biota tersebut telah beradaptasi dalam skala ruang dan waktu sehingga mampu hidup di lingkungan gelap gulita dan kondisi ekstrim lainnya. Perubahan kondisi lingkungan akibat pengelolaan gua wisata yang tidak bijaksana dapat menjadi ancaman serius bagi keberlangsungan hidup biota-biota tersebut. Padahal, kelangsungan hidup biota di dalam gua berpengaruh terhadap

kelangsungan hidup makhluk lainnya yang berada di luar gua. Sebagai contoh, beberapa tumbuhan buah-buahan menggantungkan penyerbukan bunganya kepada kelelawar penghuni gua. Bilamana gua terusik, maka kelelawar pergi dan penyerbukan pohon buah-buahan di sekitar gua tersebut akan terganggu. Apabila hal ini terjadi, produksi buah akan terganggu sehingga ekonomi masyarakat yang memanfaatkan buah-buah tersebut juga akan berubah.

Buku ini mencoba membahas tentang hasil-hasil riset terkait dampak negatif aktivitas wisata terhadap keberlangsungan ekosistem gua khususnya di Indonesia. Pembahasan disajikan secara runtut dimulai dengan memberi pembaca pengenalan mengenai gua dan lingkungannya (Bab 1), ekosistem gua (Bab 2), gambaran gua wisata di Indonesia (Bab 3), isu-isu dalam pengelolaan gua wisata di Indonesia (Bab 4), kondisi lingkungan di gua wisata (Bab 5), kehidupan biota di gua wisata (Bab 6), dan pada bagian akhir (Bab 7) diulas mengenai ancaman, tantangan dan rekomendasi untuk konservasi gua wisata.

Tiada gading yang tak retak, sekuat apapun pahlawan pasti memiliki kelemahan, begitu pun dengan buku ini. Meskipun penulis sadar bahwa masih terdapat banyak kekurangan dalam berbagai aspek, akan tetapi buku ini diharapkan dapat memberi sumbangsuhnya kepada bangsa dan negara. Melalui buku ini, penulis ingin mengajak kepada seluruh masyarakat agar lebih arif dan bijaksana dalam memanfaatkan salah satu bagian dari sumber daya alam Indonesia yang sangat menakjubkan, yaitu gua-gua karst. Semoga buku ini dapat memberi gambaran dan wawasan kepada seluruh pembaca mengenai ekosistem gua serta potensi dan dampak aktivitas wisata terhadap keberlangsungan ekosistem gua. Selain itu, buku ini diharapkan dapat menjadi salah satu rujukan dalam pengelolaan gua wisata untuk terwujudnya pengelolaan gua wisata yang lebih baik. Saran yang bersifat membangun dari pembaca selalu kami tunggu dan akan kami terima dengan tangan terbuka. Terima kasih.

Bandung, 11 Juni 2019

Penulis



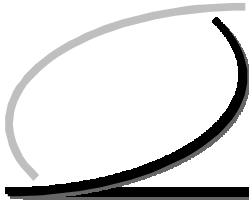
DAFTAR ISI

SAMBUTAN	vii
UCAPAN TERIMA KASIH	xi
KATA PENGANTAR	xiii
DAFTAR ISI	xvii
DAFTAR GAMBAR	xxi
DAFTAR TABEL	xxv
BAB 1 PENGENALAN GUA DAN LINGKUNGANNYA	1
1.1 Definisi Gua	1
1.2 Proses Pembentukan Gua	2
1.3 Pembagian Lingkungan Gua	4
1.4 Penggolongan Gua	7
BAB 2 EKOSISTEM GUA	11
2.1 Pendahuluan	11
2.2 Biota Gua	12
2.3 Adaptasi Fauna Gua	15
2.4 Penggolongan Fauna Gua	22
2.5 Habitat dan Sumber Energi	25
2.6 Sistem Trofik dan Jejaring Makanan	27
2.7 Fungsi Ekosistem Gua	30
2.8 Bahaya Ekosistem Gua bagi Manusia	34
2.9 Ancaman Kerusakan Ekosistem Gua	36

BAB 3	GUA WISATA DI INDONESIA	43
3.1	Definisi Gua Wisata	43
3.2	Daya Tarik Gua	43
3.3	Pengelola Gua Wisata di Indonesia	46
3.4	Bentuk Gua Wisata di Indonesia	47
3.5	Sebaran Gua Wisata di Indonesia	49
3.6	Potensi Ekonomi Gua Wisata	52
BAB 4	ISU DALAM PENGELOLAAN GUA WISATA DI INDONESIA	55
4.1	Pemasangan Infrastruktur	55
4.2	Lemahnya Aturan Batasan Jumlah Pengunjung	61
4.3	Perusakan Ornamen Gua	63
4.4	Penggunaan Zat Kimia untuk Menghilangkan Biota	65
BAB 5	KONDISI LINGKUNGAN DI GUA WISATA	67
5.1	Perubahan Iklim Mikro	67
5.2	Perubahan Kondisi Tanah	69
5.3	Perubahan Warna Ornamen	71
5.4	Debu Menutupi Ornamen	72
5.5	Vandalisme, Rusaknya Ornamen dan Sampah	73
BAB 6	KEHIDUPAN BIOTA DI GUA WISATA	77
6.1	Penurunan Populasi Biota Khas Gua	77
6.2	Lampenflora	81
6.3	Perubahan Preferensi Habitat	84
6.4	Introduksi Agen Biologi Asing	86
6.5	Spesies Troglobit di Beberapa Gua Wisata di Indonesia	88
BAB 7	KONSERVASI EKOSISTEM GUA WISATA	99
7.1	Kenapa Ekosistem Gua Harus Dilindungi?	99
7.2	Ancaman	101
7.3	Tantangan	103
7.4	Rekomendasi	104
7.5	Peran Organisasi/Kelompok Penggiat Speleologi di Indonesia	117

<i>Daftar Isi</i>	<i>xix</i>
7.6 Contoh Pengelolaan Gua Wisata Berkelanjutan di Indonesia	121
7.7 Penerapan Konsep Edu-Ekowisata	125
DAFTAR PUSTAKA	129
TENTANG PENULIS	135

-oo0oo-

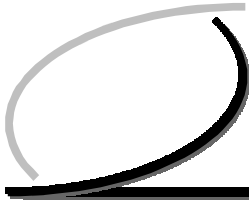


DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Skema Proses Pembentukan Kawasan Karst (Karstifikasi)	3
Gambar 1.2	Pembagian Lingkungan Gua	5
Gambar 1.3	Pembagian Zonasi Gua dengan Lorong Zona Gelap Panjang	6
Gambar 1.4	Arah Lorong Gua Vertikal	8
Gambar 2.1	Contoh Biota Gua. a) Tumbuhan yang Mengalami Etiolasi di Zona Gelap, b) Koloni Kapang yang Hidup di Substrat Guano, c) Jamur yang Hidup di Substrat Kayu Lapuk, dan d) Kelelawar Pemakan Serangga	14
Gambar 2.2	Adaptasi Morfologi terhadap Lingkungan Gua. a) <i>Sulaplex ensifera</i> , Kepiting Gua dari Pulau Muna, Sulawesi Tenggara b) Kaki Seribu (Diplopoda) dari Karst Sangkulirang-Mangkalihat, Kalimantan Timur, dan c) <i>Diancistrus typhlops</i> , Ikan Gua dari Pulau Muna, Sulawesi Tenggara	17
Gambar 2.3	Preferensi Habitat Fauna Gua. Dimodifikasi dari Stefano Mammola (2018)	24
Gambar 2.4	Contoh Jejaring Makanan dalam Ekosistem Gua	29
Gambar 2.5	Daerah Jelajah Kelelawar di Kawasan Karst Gombong Selatan	33
Gambar 3.1	Potret Keindahan Gua	45

Gambar 3.2	Gambar Cadas di Gua-gua Karst Sangkulirang-Mangkalihat	46
Gambar 4.1	Lampu-lampu yang Dipasang di dalam Gua Wisata	56
Gambar 4.2	Eksplorasi Gua Menggunakan Penerangan Lampu Petromak	57
Gambar 4.3	Infrastruktur Berbahan Dasar Semen di dalam Gua Wisata	58
Gambar 4.4	Blower di dalam Gua Wisata	59
Gambar 4.5	Pintu Gerbang di Mulut Gua Putri Kencono, Kabupaten Wonogiri	60 60
Gambar 4.6	Dinamika Jumlah Pengunjung Gua Gong	61
Gambar 4.7	Antrian Wisatawan Memasuki Gua Wisata a) Gua Gong b) Gua Pindul	63
Gambar 4.8	Ornamen Gua yang Rusak karena Aktivitas Wisata	64
Gambar 4.9	Kapur Barus yang Disebar di Lantai Gua Suatu Gua Wisata	66
Gambar 5.1	Dinamika Perubahan Suhu di Gua Semedi	68
Gambar 5.2	Perubahan Warna Ornamen. a) Debu Menyelimuti Permukaan Ornamen dan b) Bercak Hitam Akibat Akumulasi Sentuhan Tangan Wisatawan Menyelimuti Permukaan Ornamen	71
Gambar 5.3	Vandalisme, Ornamen Rusak dan Sampah a) Vandalisme, b) Ornamen Gua yang Rusak Akibat Dipotong, c) Sampah Botol Minuman Pengunjung yang Dibuang di dalam Gua, dan d) Bekas Alat Kontrasepsi di Lorong Gua	73
Gambar 6.1	Perbandingan Populasi 3 Spesies Fauna Gua Antara Kelompok Gua Alami dan Gua Wisata. a) <i>Rhaphidophora</i> sp., b). <i>Amblypygi</i> , dan c) <i>Trachyjulus</i> sp.	78
Gambar 6.3	<i>Stenasellus javanicus</i>	89
Gambar 6.4	<i>Karstarma balicum</i>	90
Gambar 6.5	<i>Karstarma jacobsoni</i>	92
Gambar 6.6	<i>Amauropelma matakecil</i>	93

Gambar 6.7	<i>Macrobrachium poeti</i>	95
Gambar 6.8	<i>Chaerilus cavernicola</i>	96
Gambar 6.8	Isopoda (Famili: <i>Oniscidae</i>)	97
Gambar 7.1	Desain Gerbang di Mulut Gua yang Ramah Biota	116
Gambar 7.2	Aktivitas Wisata di Gua Kalisuci	122
Gambar 7.3	Studi Lapangan Ekosistem Gua Jlamprong	126



DAFTAR TABEL

Tabel 1.1	Perbedaan Karakter Ketiga Bagian Zona Gelap, Dimodifikasi dari (Howarth & Moldovan, 2018a)	7
Tabel 2.1	Karakter Adaptasi Umum pada fauna Gua Beserta Beberapa Contoh Kelompok Fauna yang Mengalaminya	15
Tabel 3.1	Beberapa Gua Wisata di Indonesia	50
Tabel 6.1	Peningkatan Densitas Mikroba Setelah Kunjungan Wisatawan	87
Tabel 6.2	Spesies Fauna Troglobit/Stigobit di Gua-gua Wisata Indonesia	88
Tabel 7.1	Daftar Beberapa Organisasi/Kelompok Speleologi di Indonesia	119

