DOI: https://doi.org/10.31849/dinamisia.v7i1.12407

Dissemination of the Existence of the Cave as a Geotourism and Science Study Center

Sosialisasi Keberadaan Gua Sebagai Geowisata dan Pusat Kajian Ilmu Pengetahuan

Siti Zulaikah[1]*, Hari Wisodo[2], Yoyok Adisetyo Laksono[3], Cahyo Aji Hapsoro[4], Hamdi Rifai[5], Ferdinal[6], Dini Fitriani[7], Anis Nurullaili[8], Muhammad Fathur Rouf Hasan[9,10]

[1,2,3,4]Departement Fisika, FMIPA, Universitas Negeri Malang, Malang, Indonesia
[5]Departemen Fisika, FMIPA, Universitas Negeri Padang, Padang, Indonesia
[6]Departemen Sastra dan Budaya, FIB, Universitas Andalas, Padang, Indonesia
[7]Departemen Geofisika, FMIPA, Universitas Padjadjaran, Bandung, Indonesia
[8]Devisi Kesejahteraan, Kecamatan Watulimo, Kabupaten Trenggalek, Indonesia
[9]Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Jakarta, Depok, Indonesia
[10]Departemen Fisika, FMIPA, Universitas Brawijaya, Malang, Indonesia
e-mail: siti.zulaikah.fmipa@um.ac.id[1], hari.wisodo.fmipa@um.ac.id[2], yoyok.adisetio.fmipa@um.ac.id[3], cahyo.ajihapsoro.fmipa@um.ac.id[4], hamdi@fmipa.unp.ac.id[5], ferdinal@hum.unand.ac.id[6], dini@geophys.unpad.ac.id[7], anisnurullaily1@gmail.com[8], rouf@sipil.pnj.ac.id[9,10]

Abstract

The existence of caves is generally only used as an ordinary tourist spot or has not even been developed into a tourist attraction. In this study, the existence of the cave was developed not only used as an ordinary tourist spot but also be used as an educational tour and a Center for the Study of Science. This activity aims to socialize the develop of the function of Lowo Cave, Watulimo, Trenggalek as a Center for the Study of Science. The method used was socialization in collaboration with local government partners, Watulimo Sub District, Trenggalek Regency, which was attended by 30 participants. The evaluation process is carried out using a questionnaire instrument and Focus Group Discussion. Activities in this community service include: making posters, perfectus books, and videos containing the results of previous research, such as the role of caves in recording climate and environmental changes in the past, as a recorder of changes in the direction of the earth's magnetic field, and records of earthquake events in the past. The results of the questionnaire show that an average of 90% percent of respondents strongly agree because they get new knowledge, so they need to get advanced training as professional tour guides. The results of this community service can be used as a role model for the development of cave tourism in Indonesia.

Keywords*: Center for Science Studies, Lowo Cave, Tourism Education*

Abstrak

Keberadaan gua umumnya hanya dimanfaatkan sebagai tempat wisata biasa atau bahkan belum dikembangkan menjadi obyek wisata. Dalam kajian ini, keberadaan gua tidak hanya dikembangkan sebagai tempat wisata biasa, namun dimanfaatkan sebagai wisata edukasi dan Pusat Kajian Ilmu Pengetahuan. Kegiatan ini bertujuan untuk sosialisasi pengembangan fungsi Gua Lowo, Watulimo, Trenggalek sebagai Pusat Kajian Ilmu Pengetahuan. Metode yang digunakan yaitu sosialisasi yang bekerjasama dengan mitra Pemda Kecamatan Watulimo, Trenggalek yang diikuti oleh 30 peserta. Proses evaluasi dilakukan dengan instrumen kuisioner dan Focus Group Discussion. Kegiatan dalam pengabdian masyarakat ini meliputi: pembuatan poster, buku perfectus, serta video yang berisi hasil penelitian sebelumnya, seperti peran gua dalam merekam perubahan iklim dan lingkungan dimasa lampau, perubahan arah medan magnet bumi, serta kejadian gempa dimasa lampau. Hasil kuesioner menunjukkan rata-rata 90% persen responden menyatakan sangat setuju karena mendapatkan pengetahuan baru, sehingga perlu mendapatkan pelatihan lanjutan untuk pemandu wisata profesional. Hasil pengabdian masyarakat ini dapat digunakan sebagai role model bagi pengembangan wisata gua di Indonesia.

Kata kunci*: Gua Lowo, Pusat Kajian Ilmu Pengetahuan, Wisata Edukasi*

DOI: https://doi.org/10.31849/dinamisia.v7i1.12407

1. PENDAHULUAN

Sebagai negara dengan pantai terpanjang di dunia, Indonesia adalah salah satu negara yang kaya akan potensi Gua. Gua umumnya terbentuk di daerah karst, yang merupakan salah satu manifestasi karst di jalur pantai. Akibat adanya hujan asam, karst terbentuk rongga yang lama kelamaan menjadi gua (Demény dkk., 2016; Dreybrodt, 1988; Frisia, 1996). Berdasarkan proses terjadinya, gua dapat menjadi salah satu objek wisata potensial di Indonesia yang dapat dikembangkan menjadi obyek wisata edukasi dan sekaligus menjadi pusat kajian ilmu pengetahuan yang berbasis Geologi, Geofisika dan Klimatologi.

Kebaradaan Goa sebagai obyek wisata masih disajikan wisata biasa yang belum memiliki daya tarik lebih hingga dapat menarik turis manca negara (Alana & Putro, 2020). Padahal jika dikaji lebih mendalam dan dilengkapi dengan sajian *background* ilmu pengetahuan yang memadahi, keberadaan gua dapat menjadi Laboratrium dunia dan sudah barang tentu akan menarik minat wisatawan yang tidak hanya bertujuan wisata, namun juga akan memjadi tujuan belajar ilmu pengetahuan khususnya sebagai pusat studi Geologi, Geofisika, dan Klimatologi. Hal ini tentu akan meningkatan pendapatan pengelola wisata. Tim pelaksana pengabdian akan berkonsentrasi mengemas wisata eduksai goa lowo tersebut.

Sebagai obyek wisata biasa, selama ini daya tarik gua lowo hanya terletak pada penampilan batuan gua yang unik seperti *stalagtite*, *stalagmite* dan *flowstone* dengan dengan bentuk yang random dan mempercantik penampilan gua. Berangkat dari kondisi tersebut, Gua Lowo memiliki potensi lain untuk dikembangkan sebagai sarana edukasi geowisata, namun belum dimanfaatkan secara optimal sebagai pusat kajian ilmu pengetahuan.

Gambar 1. Dokumentasi kegiatan *assesment* lapangan Riset Kolaborasi Indonesia 2022 oleh 4 PTN (UM, UNP, UNAND, UNPAD) di Goa Lowo (Ferdinal, 2022)

Jika dikaji lebih jauh, gua sesungguhnya menyimpan ilmu yang sangat luar biasa, seperti perekam perubahan iklim (Baker dkk., 2019; Jacobson dkk., 2021; Liu dkk., 2020; Zulaikah, 2007; Zulaikah & Bijaksana, 2005), perekam perubahan lingkungan (Brook dkk., 1990; Comay dkk., 2021; Lee dkk., 2012; Mammola dkk., 2019; Surić dkk., 2020), perekam kejadian gempa (Baroň dkk., 2022; Delaby, 2001; Grasemann dkk., 2022; Pace dkk., 2020; Szczygieł dkk., 2021), perekam perubahan arah dan intensitas medan magnetik bumi (Jaqueto dkk., 2022; Latham & Ford, 1993;

DOI: https://doi.org/10.31849/dinamisia.v7i1.12407

Lean dkk., 1995; Sasowsky, 2019; Zulaikah & Bijaksana, 2004). Adapun penelitian tentang Goa Lowo masih dilakukan sampai saat ini, melalui Riset Kolaborasi Indonesia yang dilakukan oleh tim penulis bekerja sama dengan pemerintah daerah seperti ditunjukkan Gambar 1.

Solusi yang ditawarkan dalam pengabdian masyarakat ini yaitu pengembangan obyek wisata biasa menjadi industri wisata bebrasis *Sains Techno Park* berdasarkan penelitian yang sebelumnya telah dilakukan. Dalam pengabdian ini akan dibuat poster-poster edukatif yang berisi tentang potensi Goa dan ilmu yang tersimpan di dalamnya serta materi edukasi yang akan disampaikan pada masyarakat sebagai training dan pemandu yang dapat menjelaskan kepada wisatawan. Disamping itu akan dibuat Video edukatif yang akan dipublikasi umum melalui You Tube sehingga bisa diakses oleh masyarakat umum.

Tujuan dari kegiatan ini yaitu sosialisasi penyampaian materi yang dikembangkan untuk mempeluas fungsi gua dari wisata biasa menjadi wisata edukasi dan pusat kajian ilmu pengetahuan. Materi yang dikembangkan berdasarkan kajian ilmiah yang dikupas dari berbagai jurnal ilmiah dan pengukuran yang dilakukan tim penulis sebelumnya yang dapat membuka cakrawala pembaca dan masyarakat akan simpanan ilmu pengetahuan di dalam gua (Zulaikah, 2021). Sajian ini diharapkan dapat memberi manfaat meningkatan kesadaran masyarakat yang tinggi akan adanya warisan geologi Gua yang sangat penting diupayakan untuk dilestarikan dan tidak dirusak keberadaannya untuk kepentingan apapun.

2. METODE

Bahan dan Pengabdian masyarakat ini dilaksanakan di area Gua Lowo, Kecamatan Watulimo, Kabupaten Trenggalek, dengan lokasi geografis 8° 12' 23.9574" LS dan 111° 43' 40.9974" BT sebagaimana ditunjukkan oleh Gambar 2. Pemanfaatan gua sebagai obyek wisata edukasi dan pusat kajian Ilmu pengetahuan harus mengupas sebanyak mungkin fungsi dan manfaat gua bagi perkembangan ilmu pengetahuan alam, khususnya dalam bahasan ini yang berbasis pada bidang ilmu Geologi, Geofisika, dan Klimatologi.

Gambar 2. Peta Geografis Guo Lowo Trenggalek

Kegiatan dilakukan melalui sosialisasi materi yang disampaikan oleh pakar di bidang geologi, geofisika dan klimatologi. Adapun mitra dalam kegiatan ini yaitu Pemerintah Kecamatan

DOI: https://doi.org/10.31849/dinamisia.v7i1.12407

Watulimo, sedangkan peserta sosialisasi berjumlah 30 orang yang terdiri dari mitra dan masyarakat umum. Keberadaan mitra akan mengoptimalkan pelaksanaan kegiatan, karena tim pengabdian membutuhkan beberapa peran yang hanya bisa dilakukan mitra. Adapun tahapan pelaksanaan kegiatan pengabdian adalah sebagai berikut:

Pra Kegiatan

Kegiatan dimulai dengan pengumpulan hasil penelitian dan kajian literatur ilmu pengetahuan yang tersimpan di dalam gua. Hasil tersebut dikembangman menjadi sebuah poster tentang rekaman ilmu pengetahuan yang ada dalam gua, video tentang proses terjadinya gua dan proses rekaman ilmu pengetahuan, serta buku dengan judul Gua dan Ilmu yang Tersimpan di Dalamnya. Poster akan dipajang pada tempat tempat khusus yang dapat menarik perhatian pengunjung/wisatawan, video dapat diputar pada ruangan khusus dan Buku dapat dimanfaatkan sebagai Perfectus. Setelah ketiga bahan tersebut tercapai, selanjutnya dilakukan sosialisasi dan kerjasama dengan pemangku kepentingan dan masyarakat sekitar.

Pelaksanaan Kegiatan

Kegiatan pengabdian dilakukan dengan metode sosialisasi. Materi sosialisasi disampaikan oleh pakar di bidang geologi, geofisika, dan klimatologi. Untuk mengoptimalkan proses sosialisasi, tim pengabdian menyiapkan instrumen pendukung berupa poster dan buku, kegiatan serupa juga pernah dilakukan oleh Martina et al., Tahun 2021. Setelah sesi paparan materi, kegiatan dilanjutkan dengan sesi tanya jawab dala forum Focus Group Discussion (FGD), sesi ini bertujuan untuk bertukar gagasan terkait optimalisasi keberadaan gua lowo sebagai objek wisata dan pusat kajian ilmu pengetahuan, kemudian dilanjutkan dengan assesment lapangan.

Evaluasi

Proses evaluasi dilakukan sebagai bentuk kontrol pelaksanaan kegiatan, hal ini dilakukan untuk mengetahui tingkat keberhasilan pelaksanaan kegiatan (Amalia et al., 2021b). Instrumen yang digunakan untuk melaksanakan evaluasi adalah kuisioner yang berikan kepada peserta kegiatan setelah kegiatan selesai dilaksanakan (Amalia et al., 2021a). Hasil evaluasi kemudian menjadi masukan tersendiri bagi tim pelaksana pengabdian pada tahun berikutnya.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pra Kegiatan

Sebagaimana telah dilakukan langkah yang dijelaskan pada metode, berikut dapat dilihat poster serta buku yang telah dihasilkan. Buku dan poster berisikan tentang kajian Gua sebagai Pusat Studi Ilmu Pengetahuan. Studi tersebut berisi tentang berbagai penelitian yang sebelumnya telah dilakukan pada endapan gua berupa stalagmit, stalactite dan flowstone.

Hasil penelitian tersebut berupa rekaman variasi arah medan magnetik bumi dan variasi perubahan iklim basah kering selama 3000 tahun (Zulaikah, 2007). dijadikan Rekaman tersebut dapat acuan ketika kita menghadapi perubahan iklim atau cuaca ekstrim saat ini atau dimasa mendatang. Ketersediaan data yang terekam dalam endapan gua dapat membuka wawasan pada kita semua akan penting dan berharganya warisan Geologi yang harus kita pertahankan dan kita pelihara sebagai situs Geologi agar dikemudian hari semakin banyak yang dapat disibak oleh Ilmuwan lain, sehingga kita mendapatkan banyak pengetahuan maupun mempertahankan situs Geologi sebagai sarana penelitian.

Beberapa upaya telah dilakukan guna mengembangkan materi pengembangan dan perluasan fungsi dari gua menjadi obyek wisata biasa menjadi wisata edukasi dan pusat kajian ilmu pengetahuan. Beberapa langkah yang telah dilaksanakan meliputi: pengembangan materi yang telah disajikan dalam Poster (Gambar 3) dan buku dengan judul “Gua dan Ilmu yang tersimpan di dalamnya” (Gambar 4).

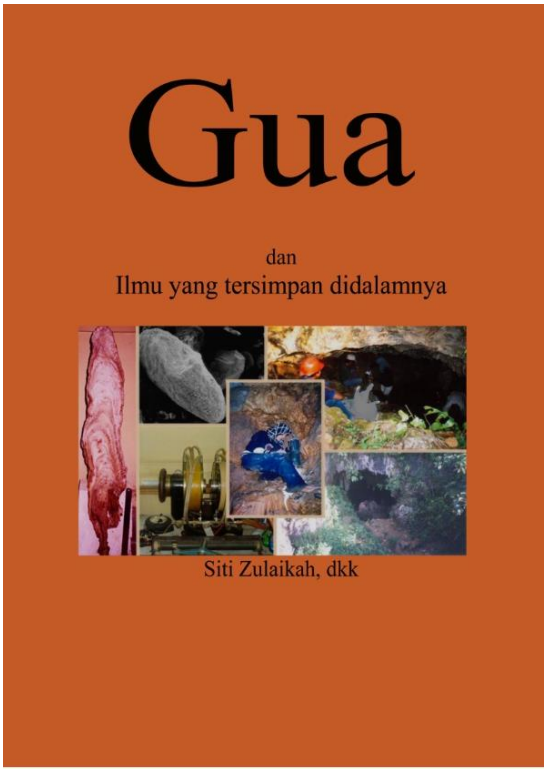
DOI: https://doi.org/10.31849/dinamisia.v7i1.12407

Gambar 3. Poster tentang kajian Gua sebagai perekam Ilmu Pengetahuan

DOI: https://doi.org/10.31849/dinamisia.v7i1.12407

Pelaksanaan Kegiatan

Kegiatan pengabdian dilaksanakan pada tanggal 5-6 September 2022. Kegiatan sosialisasi bertempat di Aula Kecamatan Watulimo Kabupaten Trenggalek. Pemaparan materi disampaikan oleh pakar di bidang Geologi, Geofisika, dan Klimatologi yaitu Dr. Siti Zulaikah yang merupakan dosen geofisika di Jurusan Fisika Universitas Negeri Malang. Berdasarkan gambar 5, terlihat peserta cukup antusias dalam menerima materi yang disampaikan



Gambar 4. Buku yang berhasil diterb1itkan dan memuat tentang Ilmu yang dapat kita pelajari yang da dalam batuan-batuan gua terkait dengan proses proses Geologi, Geofisika, dan Klimatologi.

(a) (b)

Gambar 5. Dokumentasi kegiatan sosialisasi

Kegiatan dilanjutkan dengan assesment lapangan, yaitu kunjungan Gua Limo (Gambar 6), kegiatan ini bertujuan untuk memperoleh pengetahuan secara langsung di lapangan. Selama pelaksanaan assesment, tim pengabdian memberikan pejelasan terkait materi yang disampaikan, seperti endapan gua berupa stalagmit, stalactite dan flowstone. Kegiatan ini terasa lebih menarik karena peserta kegiatan menerima materi sekaligus mengetahui isi materi yang disampaikan.

DOI: https://doi.org/10.31849/dinamisia.v7i1.12407

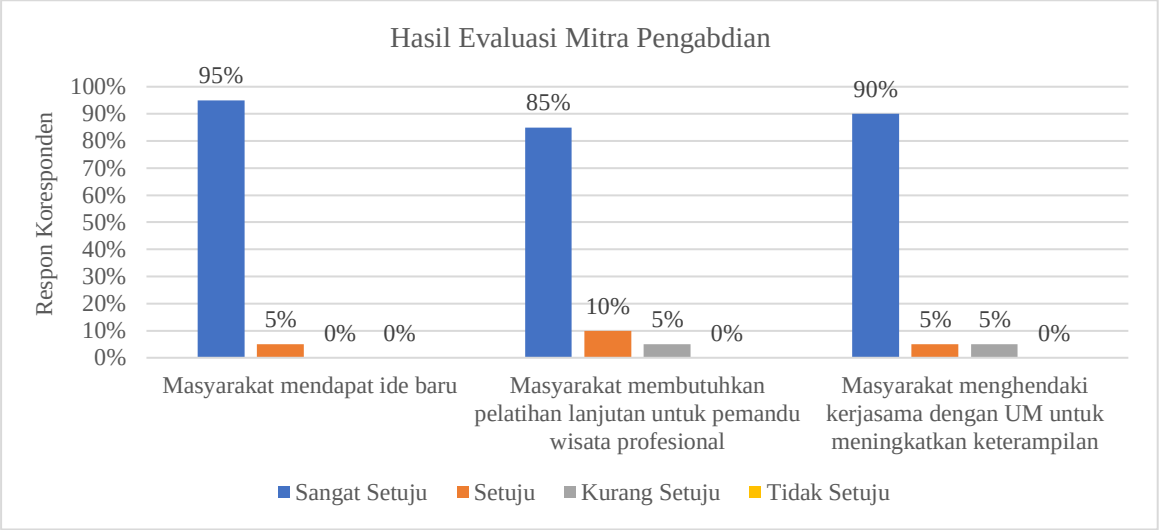
Gambar 6. *Assesment* lapangan di Gua Lowo Watulimo Trenggalek.

Gua Lowo sendiri merupakan salah satu Gua yang masih perawan dengan penataan yang masih sangat sederhana. Pengabdian masyarakat ini diharapkan dapat menjadi langkah awal dakam pengembangan obyek wisata menjadi industri wisata berbasis Sains Techno Park (STP) yang akan menumbuhkan minat wisatawan dan akhirnya dapat menambah income generate pemerintah daerah kabupaten Trenggalek. Kegiatan pengabdian masyarakat ini juga secara positif akan dapat meningkatkan kesadaran masyarakat untuk menjaga kekayaaan alam yang merupakan warisan Geologi. Lebih jauh desain industri wisata berbasis Sains Techno Park sebagai pusat studi geologi, geofisika, dan klimatologi ini juga akan menginisiasi desain Geopark di tahun tahun berikutnya. Disamping income generate bagi pemerintah, pengembangan obyek wisata menjadi industri wisata berbasis Sains Techno Park akan memberikan dampak tambahan income bagi masyarakat setempat dengan menjadi pemandu wisata dengan kompetensi yang memadahi.

Evaluasi

Setelah dilakukan sosialisasi dan kerjasama kepada masyarakat sekitar Trenggalek, baik masyarakat awam, sekolah, maupun para pemangku kepetingan, rata-rata 90% audience menyatakan sangat setuju serta memberikan masukan positif terkait pengembangan potensi gua lowo. Deskripsi distribusi dukungan elemen masyarakan dapat dilihat pada Gambar 7. Masyarakat merasa kegiatan sosialisasi ini memunculkan ide kreatif baru dalam pengelolaan tempat wisata Gua Lowo seperti ide pembuatan souvenir, oleh-oleh khas, dan sarana wisata penunjang lainnya seperti yang dilakukan di Gua Bokimoruru (Asura et al., 2021). Selanjutnya, masyarakat membutuhkan pelatihan khusus mengenai pemandu wisata Gua Lowo yang memahami kajian geofisika, geologi, dan klimatologi Gua. Dengan adanya pemandu wisata ini akan meningkatkan daya tarik wisata yang tidak hanya menjadi sarana wisata alam biasa namun dapat menjadi sarana edukasi. Hal ini diharapkan akan meningkatkan jumlah pengunjung baik dari lokal maupun mancangara yang akan menambah income generating daerah. Untuk itu, masyarakat mendukung apabila dilaksanakan kerjsama dengan UM untuk meningkatkan keterampilan baik sebagai pemandu wisata atau pengolahan souvenir dan oleh oleh khas Gua Lowo. Pola pengembangan selanjutkan dapat menjadi masukan kepada pengembang dan bentuk kerjasama yang akan dilakukan.

DOI: https://doi.org/10.31849/dinamisia.v7i1.12407



Gambar 7. Hasil kuisioner pelaksanaan pengabdian masyarakat.

4. KESIMPULAN

Model dan produk pengembangan pemanfaatan Gua menjadi obyek dan Pusat Kajian Ilmu Pengetahuan telah berhasil dirancang dan dibuat. Produk yang dikerjakan berupa poster, video dan buku sebagai perfectus gua disertakan untuk mengoptimalkan pelaksanaan kegiatan. Berdasarkan hasil kuisioner yang diberikan kepada peserta kegiatan, ata-rata 90% audience menyatakan sangat setuju serta memberikan masukan positif terkait pengembangan Gua Lowo Watulimo sebagai Pusat Kajian Ilmu Pengetahuan. Deskripsi distribusi dukungan elemen masyarakan dapat dilihat pada Gambar 7. Masyarakat merasa kegiatan sosialisasi ini memunculkan ide kreatif baru dalam pengelolaan tempat wisata Gua Lowo seperti ide pembuatan souvenir, oleh-oleh khas, dan sarana wisata penunjang lainnya. Selain itu peserta kegiatan juga berharap adanya kegiatan lanjutan berupa Training bagi para pemandu wisata profesional.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kegiatan ini mendapat support dana dari Program Pengabdian Masyarakat Dana Internal UM dengan No Kontrak 19.5.223/UN32.20.1/PM/2022 dimana Penulis Pertama (SZ) sebagai ketua kegiatan.

DAFTAR PUSTAKA

Alana, P. R., & Putro, T. A. (2020). Pengaruh fasilitas dan kualitas pelayanan terhadap kepuasan wisatawan pada Goa Lowo Kecamatan Watulimo Kabupaten Trenggalek. *Jurnal Penelitian Manajemen Terapan (PENATARAN)*, *5*(2), 180–194.

Amalia, A., Hasan, M. F. R., Rosyidah, A., & Yatmadi, D. (2021a). Pendampingan Perbaikan Fasilitas Musholla Al-Amin Untuk Meningkatkan Kenyamanan Beribadah. *JMM (Jurnal Masyarakat Mandiri)*, *5*(6), 3104–3113.

Amalia, A., Hasan, M. F. R., Yanuarini, E., Setiawan, Y., & Saputra, J. (2021b). Perception Analysis Of PNJ Civil Engineering Students Toward Main Course Using Importance Performance Analysis Method. *Pedagogia: Jurnal Pendidikan*, *10*(1), 61–78.

Asura, H., Surya, B., & Aksa, S. K. (2021). Optimalisasi pengembangan geowisata Gua Bokimoruru sebagai Taman Bumi Studi Desa Sagea Kecamatan Weda Utara Kabupaten Halmahera Tengah. *Journal of Urban Planning Studies*, *2*(1), 025–033.

Baker, A., Hartmann, A., Duan, W., Hankin, S., Comas-Bru, L., Cuthbert, M. O., Treble, P. C., Banner, J., Genty, D., & Baldini, L. M. (2019). Global analysis reveals climatic controls on the oxygen isotope composition of cave drip water. *Nature Communications*, *10*(1), 1–7.

Baroň, I., Plan, L., Grasemann, B., Melichar, R., Mitrović-Woodell, I., Rowberry, M., & Scholz, D. (2022). Three large prehistoric earthquakes in the Eastern Alps evidenced by cave rupture and speleothem damage. *Geomorphology*, *408*, 108242.

Brook, G. A., Burney, D. A., & Cowart, J. B. (1990). Desert paleoenvironmental data from cave speleothems with examples from the Chihuahuan, Somali-Chalbi, and Kalahari deserts. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, *76*(3–4), 311–329.

Comay, O., Weissbrod, L., & Dayan, T. (2021). Predictive modelling in paleoenvironmental reconstruction: The micromammals of Manot Cave, Israel. *Journal of Human Evolution*, *160*, 102652.

Delaby, S. (2001). Paleoseismic investigations in Belgium caves. *Cahier Du Centre Européen de Geodynamique et de Sismologie*, *18*, 45–48.

Demény, A., Németh, P., Czuppon, G., Leél-Őssy, S., Szabó, M., Judik, K., Németh, T., & Stieber, J. (2016). Formation of amorphous calcium carbonate in caves and its implications for speleothem research. *Scientific Reports*, *6*(1), 39602. https://doi.org/10.1038/srep39602

Dreybrodt, W. (1988). *Processes in Karst systems: Physics, chemistry, and geology*. Springer-Verlag.

Ferdinal. (2022). *Gua Lowo di Trenggalek, Mutiara dalam Gelap*. Media Kompas Cyber. http://beritadisdik.com/news/pesona/gua-lowo-di-trenggalek--mutiara-dalam-gelap diakses pada 3 Oktober 2022.

Frisia, S. (1996). Petrographic evidences of diagenesis in speleothems: Some examples. *Speleochronos*, *7*, 21–30.

Grasemann, B., Plan, L., Baroň, I., & Scholz, D. (2022). Co-seismic deformation of the 2017 Mw 6.6 Bodrum–Kos earthquake in speleothems of Korakia Cave (Pserimos, Dodecanese, Greece). *Geomorphology*, *402*, 108137.

Jacobson, M. J., Flohr, P., Gascoigne, A., Leng, M. J., Sadekov, A., Cheng, H., Edwards, R. L., Tüysüz, O., & Fleitmann, D. (2021). Heterogenous late Holocene climate in the Eastern Mediterranean—The Kocain Cave record from SW Turkey. *Geophysical Research Letters*, *48*(20), e2021GL094733.

Jaqueto, P., Trindade, R. I., Terra-Nova, F., Feinberg, J. M., Novello, V. F., Stríkis, N. M., Schroedl, P., Azevedo, V., Strauss, B. E., & Cruz, F. W. (2022). Stalagmite paleomagnetic record of a quiet mid-to-late Holocene field activity in central South America. *Nature Communications*, *13*(1), 1–10.

Latham, A. G., & Ford, D. C. (1993). The paleomagnetism and rock magnetism of cave and karst deposits. *SPEM (Society for Sedimentary Geology) Special Publication*, *49*, 149–155.

Lean, C. B., Latham, A. G., & Shaw, J. (1995). Palaeosecular variation from a Vancouver Island stalagmite and comparison with contemporary North American records. *Journal of Geomagnetism and Geoelectricity*, *47*(1), 71–87.

Lee, N. M., Meisinger, D. B., Aubrecht, R., Kovacik, L., Saiz-Jimenez, C., Baskar, S., Baskar, R., Liebl, W., Porter, M. L., & Engel, A. S. (2012). Caves and karst environments. *Life at Extremes: Environments, Organisms and Strategies for Survival*, 320–344.

Liu, X., Liu, J., Chen, S., Chen, J., Zhang, X., Yan, J., & Chen, F. (2020). New insights on Chinese cave δ18O records and their paleoclimatic significance. *Earth-Science Reviews*, *207*, 103216. https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2020.103216

Mammola, S., Piano, E., Cardoso, P., Vernon, P., Domínguez-Villar, D., Culver, D. C., Pipan, T., & Isaia, M. (2019). Climate change going deep: The effects of global climatic alterations on cave ecosystems. *The Anthropocene Review*, *6*(1–2), 98–116.

Martina, N., Hasan, M. F. R., & Wulandari, L. S. (2021). Upaya Peningkatan Nilai Ekonomis Produk Umkm Melalui Sosialisasi Diversifikasi Produk. *Jmm (Jurnal Masyarakat Mandiri)*, *5*(5), 2273–2282.

DOI: https://doi.org/10.31849/dinamisia.v7i1.12407

Pace, B., Valentini, A., Ferranti, L., Vasta, M., Vassallo, M., Montagna, P., Colella, A., & Pons-Branchu, E. (2020). A large paleoearthquake in the Central Apennines, Italy, recorded by the collapse of a cave speleothem. *Tectonics*, *39*(10), e2020TC006289.

Sasowsky, I. D. (2019). Magnetism of cave sediments. In *Encyclopedia of Caves* (Third edition, pp. 658–664). Academic Press.

Surić, M., Czuppon, G., Lončarić, R., Bočić, N., Lončar, N., Bajo, P., & Drysdale, R. N. (2020). Stable isotope hydrology of cave groundwater and its relevance for speleothem-based paleoenvironmental reconstruction in Croatia. *Water*, *12*(9), 2386.

Szczygieł, J., Sobczyk, A., Hercman, H., Mendecki, M. J., & Gąsiorowski, M. (2021). Damaged speleothems and collapsed karst chambers indicate paleoseismicity of the NE Bohemian Massif (Niedźwiedzia Cave, Poland). *Tectonics*, *40*(3), e2020TC006459.

Zulaikah, S. (2007). Magnetoclimatology and its prospect in Indonesia. *Proceeding PRE-Magnetism the 1st Meeting*. Proceeding PRE-Magnetism, Bandung.

Zulaikah, S. (2021). *Kemagnetan Batuan dan Aplikasinya*. Universal Education.

Zulaikah, S., & Bijaksana, S. (2004). Magnetic acquisition and paleosecular variation observed in stalagmite from East Java, Indonesia. *Joint The First Meeting of Asia Oceania Geoscience Society (AOGS)*. Joint The First Meeting of Asia Oceania Geoscience Society (AOGS), Singapore.

Zulaikah, S., & Bijaksana, S. (2005). Magnetic properties of stalagmite as proxy indicators of climate change. *International Conference IGCP 2nd Meeting*. International Conference IGCP 2nd Meeting, Banten.