

**PERBEDAAN KARAKTERISTIK EKOSISTEM KARST KECAMATAN
PONJONG, GUNUNGKIDUL DENGAN EKOSISTEM KARST
PRACIMONTORO, WONOGIRI**

**Zidan Hafizh Nur Muqshid Prihatanto^{1*}, Tiara Zahran Rabbani¹, Andhina Putri
Heriyanti¹, Trida Ridho Fariz¹**

Program Studi Ilmu Lingkungan, Jurusan IPA Terpadu, Universitas Negeri Semarang

*Email korespondensi : zidanhfzh225@gmail.com

ABSTRAK

Artikel ini mendeskripsikan mengenai perbedaan karakteristik ekosistem karst Kecamatan Ponjong, Gunungkidul dengan ekosistem karst Pracimantoro, Wonogiri. Penulisan artikel ini dilakukan melalui metode studi literatur dari beberapa artikel yang sudah ada. Artikel ini disajikan secara deskriptif mengenai keadaan kedua ekosistem karst tersebut. Hasil temuan dari artikel ini menunjukkan : (1) Secara morfologi Karst Ponjong bertipe bukit dan menara. (2) Berdasarkan variasi morfologinya Karst Ponjong terbagi menjadi dua kelas dan empat zona. Kelas I mencakup zona utara dengan nilai lanskap A dan zona timur dengan nilai lanskap B. Kelas II mencakup zona tengah dengan nilai lanskap A dan zona selatan dengan nilai lanskap B. (3) Karst Pracimontoro di Wonogiri memiliki keberagaman gua yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan karst lainnya, selain itu struktur lapisan tanah dan panaroma karst di Wonogiri memiliki ciri yang khas, namun kawasan karst di Wonogiri sering kali mengalami permasalahan kekeringan akibat ketersediaan air yang sedikit.

Kata kunci: Karst; Karakteristik; Pracimontoro dan Gunungkidul

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara yang mempunyai tingkat keanekaragaman tumbuhan cukup tinggi. Luas hutan Indonesia pada tahun 2009 mencapai 88,17 juta hektar atau sekitar 46,33% dari luas daratan Indonesia. Pada tahun 2000-2009 1,51 juta ha/tahun kawasan hutan di Indonesia mengalami deforestasi, termasuk salah satunya yaitu hutan ekosistem karst. Kerusakan kawasan karst disebabkan oleh aktivitas pertambangan, ekstensifikasi pertanian, dan juga penebangan hutan untuk pengalihfungsian lahan. Pertambangan menempati urutan pertama sebagai penyebab kerusakan karst. Kegiatan pertambangan di kawasan karst secara berlebihan dapat mengurangi daya tampung dari batu gamping terhadap air hujan (Endarto, dkk, 2016).

Karst merupakan Kawasan dengan kondisi hidrologi yang khas. Hal ini dikarenakan kawasan karst tersusun atas batuan yang mudah mengalami pelarutan dan memiliki kemampuan porositas sekunder yang sangat baik. Secara umum, pada kawasan karst terdapat cekungan dengan berbagai bentuk dan ukuran yang bermacam-macam, tersusun dari perbukitan kapur, dan memiliki endapan lumpur berwarna merah, serta terdapat sungai yang tidak memiliki limpasan permukaan. Keunikan yang terdapat pada komposisi fisik kawasan karst menyebabkan setiap biota yang menghuninya juga memiliki ciri dan keunikan tersendiri.

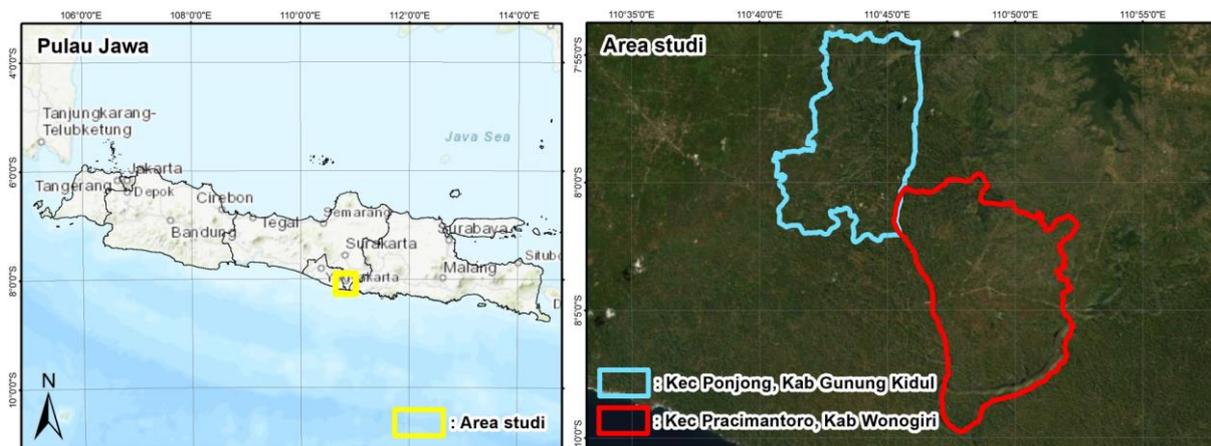
Menurut Mar'I, dkk (2018), bukit karst memiliki fungsi ekologis terutama untuk menyimpan dan mengatur sistem hidrologis daerah tersebut. Oleh karena itu, sungai bawah tanah dan sebagian besar mata air di Kawasan karst bersifat pepenial (berair sepanjang musim). Namun, keberadaan kawasan karst pada saat ini berada dalam ancaman serius, lantaran karst sangat rentan terhadap perubahan lingkungan yang ada di sekitarnya. Kerusakan lingkungan yang terjadi di sekitar kawasan karst dapat mempengaruhi perairan yang ada di dalam gua karena sungai atau resapan air di dalam dinding maupun langit langit karst merupakan sumber air pada kawasan karst

Sejak zaman dahulu, masyarakat di Pulau Jawa memanfaatkan kawasan karst untuk memenuhi kebutuhan hidup mereka seperti untuk kegiatan bertani dan bercocok tanam, tempat tinggal, perkebunan, penambangan batu gamping, sumber air bersih dan juga untuk destinasi pariwisata. Seperti yang dilakukan oleh masyarakat yang ada pada sekitar kawasan karst Gunungkidul yang memanfaatkan kawasan karst untuk dijadikan bangunan atau rumah tradisional joglo dengan atap limasan. Selain sebagai lahan tempat tinggal, kawasan karst Gunungkidul juga dimanfaatkan untuk pertanian, dan membuat ladang terasering yang ujungnya ditutupi batu-batuan karst. Di sektor pariwisata, masyarakat Gunungkidul memperoleh penghasilan dari hasil penjualan souvenir atau jasa obyek wisata alam di wilayah Gunungkidul. Struktur lapisan tanah kawasan karst Gunungkidul sangat tipis dan miskin unsur hara, sedangkan struktur kawasan karst di Pracimantoro lebih dominan tersusun oleh pelarutan batuan dan endapan batu gamping yang lebih cenderung berbentuk gua (Dewandanu, 2021).

Artikel yang mendeskripsikan karakteristik kawasan karst yang ada di Indonesia sangat diperlukan karena saat ini keberadaan kawasan karst sangat rentan mengalami kerusakan akibat eksploitasi dan penggurunan batuan secara berlebihan untuk dapat memenuhi permintaan batu kapur di seluruh dunia yang semakin meningkat (Jiang dkk, 2018) serta kepekaan kawasan karst terhadap kekeringan akibat perubahan iklim (Wong dkk, 2016).

METODE PENELITIAN

Artikel ini mendeskripsikan karakteristik umum pada wilayah karst. Area studi dalam artikel ini adalah wilayah karst di Kecamatan Ponjong, Kabupaten Gunung Kidul dan Kecamatan Pracimantoro, Kabupaten Wonogiri (Gambar 1). Metode yang digunakan adalah studi literatur dengan menyajikan data secara deskriptif.



Gambar 1. Area studi

HASIL DAN PEMBAHASAN

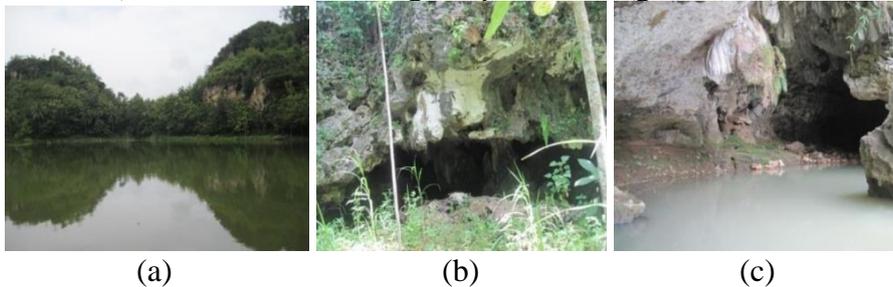
Karakteristik Kawasan Karst Kecamatan Ponjong, Gunungkidul

Kabupaten Gunungkidul terletak di kabupaten Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY) dengan Ibu Kota Wonosari. Pertanian di Gunungkidul sebagian besar merupakan pertanian lahan kering yang menggunakan air hujan dengan kurang lebih 90 persen bergantung pada curah hujan. Lahan di Gunungkidul memiliki irigasi yang relatif sempit. Salah satu bentang alam yang terdapat di Gunungkidul merupakan kawasan karst dengan sistem drainase dan tenaga khusus karena kelarutan batumannya lebih tinggi dibandingkan batuan lainnya. Proses pelarutan mineral di kawasan karst akan membentuk lubang berupa corong atau biasa disebut dengan dolina dan uvala. (Subakti, 2017). Menurut Suri dan Edy (2021) dolina berasal dari kata Slovene yang berarti bentang lahan berbentuk mangkuk, kerucut dan silinder yang mengalami penurunan dengan kedalaman lebih dari ratusan meter bahkan sampai kilometer sedangkan uvala adalah gabungan dari beberapa *sinkhole* penurunan permukaan yang lebih kompleks dan memiliki ukuran yang lebih besar dari dolina. Bentuk lahan negatif uvala merupakan kombinasi atau campuran dari beberapa dolina yang berkembang pada karst. Luas wilayah karst yang ada di Kecamatan Ponjong, Gunungkidul berkisar pada 8.226 Ha dengan jumlah penduduk ± 45.000 .

Potensi air permukaan di kawasan karst Gunungkidul diatur oleh struktur geologi seperti retakan di kelas, kondisi kekerasan batuan dan morfologi batuan. Sebagian besar air hujan yang jatuh pada kawasan karst akan berubah menjadi limpasan permukaan dan sebagian lagi akan diserap masuk ke dalam tanah. Limpasan permukaan yang terbentuk akan berkumpul dan mengalir menuju suatu sistem sungai bawah tanah yang kemudian membentuk daerah aliran sungai. Kawasan karst Gunungkidul memiliki potensi sumber daya yang besar. Topografi karst Gunungkidul disusun oleh batu kapur sebagai komponen utamanya yang dapat berpotensi untuk dikembangkan menjadi kawasan pertambangan. Suhu udara di kawasan karst Kabupaten Gunungkidul berkisar antara 24,4 derajat celsius sampai 27,5 derajat celsius. Curah hujan rata-rata di kawasan karst Gunungkidul berada pada rentang antara 1.625 mm/tahun sampai dengan 2.125 mm/tahun.

Salah satu ekosistem karst yang terbentang di Kabupaten Gunungkidul berada di Kecamatan Ponjong dengan luas wilayah karst yaitu 8.226 ha. Berdasarkan data BPS dalam angka, jumlah penduduk Kecamatan Ponjong pada tahun 2019 yaitu sebanyak 56.735. jenis batuan yang menyusun Karst Ponjong diantaranya yaitu batu gamping terumbu, batu gamping kristalin, batu gamping koral terumbu, dan batu gamping lempungan. Secara morfologinya karst Ponjong memiliki karakteristik yang sama dengan karst lain yang terdapat di daerah tropis dengan tingkat solusional yang intensif yaitu ditandai dengan bentuk karst berupa kubah dan

menara. Sistem hidrologi karst Ponjong dikenal dengan sebutan Sub-Sistem Ponjong. Berdasarkan variasi morfologinya, Karst Ponjong dibedakan menjadi dua kelas yaitu kelas I dan kelas II selanjutnya dibagi menjadi empat zona yaitu zona utara, zona timur, zona tengah, dan zona selatan. Pada zona utara, kenampakan morfologi eksokarst nya berupa dolin dengan tipe mangkuk (gambar 2a), lembah yang bertipe lembah kering, lembah saku, dan lembah allogenic (gambar 2b), serta muncul air dengan tipe *conduit* (gambar 2c).



Gambar 2. Berbagai kenampakan fisik karst pada zona utara Karst Ponjong.
Sumber : Nuraini dan Pramono, 2013

Karakteristik fisik yang terdapat pada zona tengah Karst Ponjong tidak terlalu beragam, hal ini diakibatkan karena pengaruh dari pola kehidupan masyarakat yang cenderung sudah modern, sehingga di kawasan ini hanya terdapat sebagian kecil bukit karst dengan bentuk yang mendominasi yaitu lahan polje. Pada zona ini terdapat kelas kawasan II dengan lanskap A. kenampakan eksokarst didominasi oleh polje (gambar 3a) sedangkan kenampakan endokarst didominasi oleh pemunculan air (gambar 3b).



Gambar 3. Berbagai kenampakan fisik karst pada zona tengah Karst Ponjong.
Sumber : Nuraini dan Pramono, 2013

Pada zona selatan tampilan fisik dan non fisik yang terdapat di kawasan karst Ponjong juga tidak beragam, namun zona ini memiliki beberapa perbedaan dengan wilayah lain. Tipe bukit karst di zona selatan berbentuk menara (gambar 4) dengan eksokarst yang dominan yaitu telaga dengan tipe mangkuk dan corong, dan lahan kering yang sering dimanfaatkan masyarakat sekitar sebagai pertanian lahan kering. Gua dengan tipe *pit cave* merupakan kenampakan endokarst yang terdapat pada zona ini.



Gambar 4. Bukit karst tipe menara
Sumber : Nuraini dan Pramono, 2013

Dan yang terakhir zona timur yang berupa bukit karst bertipekan kubah. Zona ini tidak memiliki endokarst dan eksokarst yang beragam dan hanya didominasi oleh telaga yang berbentuk mangkuk dan gua yang bertipe *phreatic*. Pada zona ini kehidupan masyarakatnya masih tradisional dan memiliki adat istiadat yang masih kental.



Gambar 5. Kenampakan fisik karst pada zona timur Karst Ponjong
Sumber : Nuraini dan Pramono, 2013

Karakteristik Kawasan Karst Kecamatan Pracimontoro, Wonogiri

Kecamatan di Kabupaten Wonogiri, Provinsi Jawa Tengah yang terletak pada bentuk lahan solusional dengan batuan gamping yang merupakan bagian tengah dari wilayah karst Gunungsewu, yang membentang dari Kabupaten Gunungkidul di sebelah barat sampai Kabupaten Pacitan di sebelah timur (Haryono dkk., 2017). Berdasarkan data BPS dalam angka, jumlah penduduk Kecamatan Pracimantoro pada tahun 2020 yaitu sebanyak 65.414. Kondisi morfologi wilayah yang berbukit-bukit menjadi salah satu sebab keterbelakangan daerah ini dibandingkan dengan beberapa kecamatan lain yang ada di Kabupaten Wonogiri. Oleh karena itu, aksesibilitas kawasan ini sangat rendah. Selain itu, lokasi yang jauh dari jalur utama penghubung antar kota juga menjadi sebab keterisolasian daerah ini. Karakteristik karst kawasan ini membuat kecamatan ini sulit memenuhi kebutuhan airnya, terutama pada musim kemarau. Hal ini karena penduduk di kawasan karst hanya dapat memanfaatkan sumber air permukaan pada telaga-telaga yang terbatas jumlahnya serta pada beberapa mataair yang keluar di beberapa tempat (Cahyadi, 2013a; Cahyadi, 2016). Air tanah sulit didapatkan di daerah ini karena air tanah berada pada sistem-sistem sungai bawah tanah yang sulit untuk dijangkau dan membutuhkan teknologi serta biaya yang relatif mahal (Cahyadi dkk., 2013; Cahyadi, 2014a). Tanah yang terbentuk di daerah ini adalah tanah mediteran atau lebih dikenal dengan sebutan Terra Rossa. Tanah ini berkembang dari batugamping (Haryono dkk., 2017). Sebenarnya tanah ini merupakan tanah yang telah berkembang karena telah membentuk solum tanah dengan horison A, B dan C. Namun karena morfologi yang ada pada daerah ini berbukit-bukit, maka tanah ini terhanyutkan oleh limpasan permukaan, sehingga terakumulasi pada lembah-lembah antar bukit karst. Tanah ini memiliki warna merah hingga merah kekuningan, tekstur lempung, struktur granuler sampai gumpal, konsistensi teguh dan sangat lekat saat basah, permeabilitas lambat dan tergolong dalam tanah yang memiliki kesuburan rendah sampai sedang (Sunarto dkk., 1997). Hal inilah yang menjadikan pertanian di daerah ini sulit berkembang, selain karena permasalahan ketersediaan air dalam jumlah sedikit (Cahyadi, 2014b). Pada dasarnya kabupaten Wonogiri bagian selatan memiliki bentuk lahan karst yang berpotensi untuk menyimpan air tanah, namun pada kenyataannya bagian ini selalu mengalami kekeringan. Kekeringan merupakan masalah tahunan yang terjadi di Kabupaten Wonogiri, khususnya pada bagian selatan. Kekeringan ini terjadi mulai akhir bulan Mei pada tahun 2012 di Kecamatan Giritontro, Paranggupito dan Pracimantoro (Harian Jogja, Juni 2012). Curah hujan yang menurun pasti akan berdampak pada jumlah pasokan air di Wonogiri bagian selatan, persediaan air semakin berkurang. Selain itu, dampak dari perubahan iklim juga sangat terasa bagi daerah Wonogiri bagian selatan, sehingga sangat dibutuhkan penelitian neraca air secara meteorologi sebagai dasar untuk menentukan indeks kekritisian air di Kabupaten Wonogiri.

Hasil Analisis Perbedaan

Berdasarkan deskripsi diatas karst di Kecamatan Ponjong memiliki perbedaan dengan karst Pracimontoro baik dari segi tipe karst, tekstur dan lapisan tanah, serta morfologinya. Kawasan karst Ponjong merupakan kawasan karst berkembang, sehingga apabila pengelolaan kawasan karst tidak tepat dapat menyebabkan kerusakan. Tipe bukit karst di Kecamatan Ponjong terdiri dari dua tipe yaitu kubah dan menara. Bukit karst dengan tipe menara tidak sepenuhnya murni berbentuk menara, melainkan masih dalam peralihan dari tipe kubah ke menara. Proses peralihan ini ditandai dengan adanya lereng yang terjal pada bukit karst yang disebabkan akibat dari proses solusional secara intensif, dan juga pada umumnya ketinggian bukit karst menara akan lebih tinggi jika disbanding dengan bukit karst tipe kubah. Pemanfaatan bukit karst di Kecamatan Ponjong lebih dominan untuk hutan produksi dan pertambangan, namun seiring berjalannya waktu pengetahuan masyarakat akan pentingnya kawasan karst bagi ekosistem semakin bertambah sehingga masyarakat di Kecamatan Ponjong menanam bukit karst dengan tanaman akasia dan jati dan juga beberapa tanaman pertanian lainnya seperti kacang tanah dan ketela pohon sebagai bentuk kesadaran mereka untuk menjaga kelestarian kawasan karst.

Sedangkan lahan topografi karst Pracimontoro di Wonogiri merupakan bukit karang. Selain itu, Karst di Pracimantoro juga sebagian wilayahnya masih berisi pepohonan dan semak dengan luas kawasan $\pm 20.000 \text{ m}^2$.



Gambar 6. Museum Karst Pracimantoro, Wonogiri
Sumber : (sejarahlengkap.com)

Seperti yang terlihat pada gambar 6, kawasan karst di Kecamatan Pracimantoro ini juga lebih dikonservasikan dengan didukung adanya Museum Karst yang dibangun pada 30 Juni 2009, museum ini dibangun bertujuan untuk menjaga keberadaan karst yang ada di Indonesia.



Gambar 7. Kenampakan Stalakmit dan Stalaktit
Sumber : (www.nativeindonesia.com)

Ciri khas dari kawasan karst yang ada di Wonogiri yaitu memiliki banyak gua-gua berstalaktit dan berstalakmit yang pantas untuk dijadikan sebagai museum kawasan karst dunia. (gambar 7). Disamping itu, karst ini juga menyimpan kisah perjalanan kehidupan manusia mulai dari zaman prasejarah hingga zaman kerajaan yang pada saat ini cerita tersebut dijadikan sebagai sumber sejarah bagi manusia khususnya masyarakat sekitar kawasan karst. Kawasan karst yang ada di Kecamatan Pracimantoro dinilai menjadi kawasan karst terbaik jika dibandingkan dengan kawasan karst lain karena telah memiliki keberagaman gua yang tinggi serta struktur tekstur tanah, dan panorama alam yang unik.

KESIMPULAN

Dalam perbandingan mengenai struktur secara keseluruhan yang ada pada karst di daerah Pracimantoro dan Ponjong, kedua kawasan tersebut memiliki karakteristik dan peruntukan yang berbeda sesuai dengan fungsinya. Kawasan Karst Ponjong terbagi menjadi beberapa zona yaitu zona timur, zona utara, zona tengah dan zona selatan. Setiap zona memiliki karakteristik dan keunikan masing-masing. Karst Pracimantoro memiliki ciri khas yang lebih alami dan menjadi salah satu daya tarik untuk banyak peneliti yang ingin mendalami karakteristik kawasan karst. Kawasan Karst Pracimantoro juga memiliki karakteristik tersendiri dimana kawasan karst tersebut sudah lebih tersentuh masyarakat dalam bagian pencegahan dan perawatan.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, Siti Nur Azizah Fitriani. 2019. Sejarah Museum Karst Wonogiri dan Karakteristiknya. Diakses melalui web <https://sejarahlengkap.com/bangunan/sejarah-museum-karst-wonogiri> pada tanggal 6 Juni 2022 pukul 14.32 WIB.
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Gunungkidul. 2020. Kecamatan Ponjong Dalam Angka 2020. Kabupaten Gunungkidul : Badan Pusat Statistik
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Wonogiri. 2020. Kecamatan Pracimantoro Dalam Angka 2020. Kabupaten Wonogiri : Badan Pusat Statistik
- Bay. 2018. 7 Kecamatan di Wonogiri Kekeringan, Diprediksi Sampai Oktober. Diakses melalui web : <https://news.detik.com/berita-jawa-tengah/d-4168932/7-kecamatan-di-wonogiri-kekeringan-diprediksi-sampai-oktober> pada tanggal 28 Mei 2022 pukul 18.36 WIB.
- Cahyadi, A., Yananto, A., & Hidayat, F. N. (2017). Tipologi Pesisir Kawasan Karst Kabupaten Wonogiri
- Cahyadi, A. 2013a. Telaga-telaga Kawasan Karst yang (Di)Mati(kan). Buletin Karst Gunungsewu, 1(1),1-3.
- Cahyadi, A. 2013b. Kerawanan Tsunami di Wilayah Kepesisiran Kawasan Karst Gunungsewu. Buletin Karst Gunungsewu, 2(1), 1-5
- Cahyadi, A.; Pratiwi. E.S.; Fatchurohman, H. 2013. Metode-metode Identifikasi Karakteristik Daerah Tangkapan Air Sungai Bawah Tanah dan Mata Air Kawasan Karst: Suatu Tinjauan
- Cahyadi, A. 2013a. Telaga-telaga Kawasan Karst yang (Di)Mati(kan). Buletin Karst Gunungsewu, 1(1),1-3.
- Cahyadi, A. 2013b. Kerawanan Tsunami di Wilayah Kepesisiran Kawasan Karst Gunungsewu. Buletin Karst Gunungsewu, 2(1), 1-5
- Cahyadi, A.; Pratiwi. E.S.; Fatchurohman, H. 2013. Metode-metode Identifikasi Karakteristik Daerah Tangkapan Air Sungai Bawah Tanah dan Mata Air Kawasan Karst: Suatu Tinjauan. dalam Marfai, M.A. dan Widyastuti, M. 2013. Pengelolaan Lingkungan Zamrud Khatulistiwa. Yogyakarta: Pital

- Cahyadi, A. 2014a. Keunikan Hidrologi Kawasan Karst: Suatu Tinjauan. dalam Cahyadi, A.; Prabawa, B.A.; Tivianton, T.A.; Nugraha, H. (eds). 2014. Ekologi Lingkungan Kawasan Karst Indonesia: Menjaga Asa Kelestarian Kawasan Karst Indonesia Edisi 2. Yogyakarta: Deepublish
- Cahyadi, A. 2014b. Sumberdaya Lahan Kawasan Karst Gunungsewu. dalam Cahyadi, A.; Prabawa, B.A.; Tivianton, T.A.; Nugraha, H. (eds). 2014. Ekologi Lingkungan Kawasan Karst Indonesia: Menjaga Asa Kelestarian Kawasan Karst Indonesia Edisi 2. Yogyakarta: Deepublish
- Dewandanu, A. (2021). Studi Keberadaan Signed Obyek Wisata (Studi Kasus Museum Karst Indonesia). Prosiding (SIAR) Seminar Ilmiah Arsitektur 2021
- Endarto, R., Gunawan, T., & Haryono, E. (2016). Kajian Kerusakan Lingkungan Karst sebagai Dasar Pelestarian Sumberdaya Air (Kasus di DAS Bribin Hulu Kabupaten Gunung Kidul Daerah Istimewa Yogyakarta). *Majalah Geografi Indonesia*, 29(1), 51-59
- Haryono, E.; Barianto, D.H.; Cahyadi, A. 2017. Hidrogeologi Kawasan Karst Gunungsewu: Panduan Lapangan Fieldtrip PAAI 2017. Yogyakarta: Perhimpunan Ahli Airtanah Indonesia
- Jiang, Z., Lian, Y. & Qin, X. 2018. Rocky Desertification in Southwest China: Impacts, Causes, and Restoration Earth Science Reviews Rocky. *Earth Sci. Rev.* Vol 132: 1–12
- Laksmitasari, W. (2016). Museum Karst Di Kawasan Pegunungan Karst Pantai Indrayanti Penerapan Landscape yang Mengurangi Kerusakan Pada Pegunungan Karst
- Marfai, M.A. dan Widyastuti, M. 2013. Pengelolaan Lingkungan Zamrud Khatulistiwa. Yogyakarta: Pintal
- Mar'i, H., Izmiarti, I., & Nofrita, N. (2018). Komunitas Makrozoobentos di Sungai Gua Pintu Ngalau pada Kawasan Karst di Sumatera Barat. *Jurnal Biologi UNAND*, 5(1), 41-49
- Ma'arif, Samsul. 2019. 5 Tempat Wisata di Wonogiri, Wisata Pantai, Hingga Wisata Kekinian. Diakses melalui web : <https://www.nativeindonesia.com/tempat-wisata-wonogiri/> pada tanggal 6 Juni 2022 pukul 14.32 WIB.
- Nuraini, F., & Pramono, H. (2013). Kajian Karakteristik Dan Potensi Kawasan Karst Untuk Pengembangan Ekowisata Di Kecamatan Ponjong Kabupaten Gunungkidul. *Geo Media: Majalah Ilmiah dan Informasi Kegeografian*, 11(1)
- Surbakti, S. (2017). Aspek Hukum Perlindungan Kawasan Karst Di Gunung Kidul Yogyakarta. ., 1-12
- Suri, M., & Edy, S. (2021). *Identifikasi Dolina Karst Melalui Analisis Dem Daerah Ayah Dan Sekitarnya, Kabupaten Kebumen, Provinsi Jawa Tengah* (Doctoral Dissertation, Sriwijaya University)
- Wong, T.-C., Luo, T., Zhang, H., Li, S. & Chu, W. 2016. The Socio-Economic Transformation of Rocky Karst Areas: Case Study of Qianxinan Prefecture, Guizhou Province, China. *Malaysian J. Chinese Stud.* Vol 5: 49–65