

Globethics Repository

The logo for Globethics, featuring the word "Globethics" in white sans-serif font on a blue rectangular background.

Kajian Kerusakan Lingkungan Berbasis Indeksketergangguan Karst di Kawasan Karst Karangbolong Kab. Kebumen

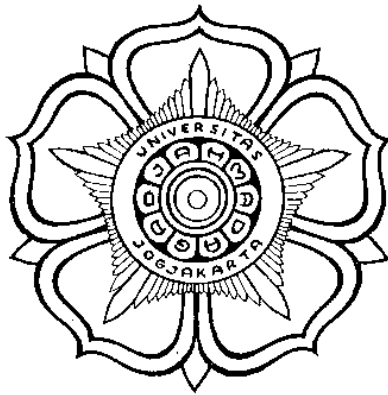
This page was generated automatically upon download from the Globethics Repository.
More information on Globethics see <https://www.globethics.net>. Data and content policy
of Globethics Repository see <https://repository.globethics.net/pages/policy>.

Item Type	Preprint
Authors	Laksono, Gangsar Edi
Rights	All rights reserved
Download date	2026-07-17 08:11:37
Link to Item	http://hdl.handle.net/20.500.12424/170082

**KAJIAN KERUSAKAN LINGKUNGAN
BERBASIS INDEKSKETERGANGGUAN KARST
DI KAWASAN KARST KARANGBOLONG KAB. KEBUMEN**

Naskah Publikasi

Program Studi Ilmu Lingkungan
Program Magister Pengelolaan Lingkungan



diajukan oleh
Gangsar Edi Laksono
NIM: 16/407888/PMU/09079

kepada
SEKOLAH PASCASARJANA
UNIVERSITAS GADJAH MADA
YOGYAKARTA
2019

LEMBAR PENGESAHAN

NASKAH PUBLIKASI

**KAJIAN KERUSAKAN LINGKUNGAN
BERBASIS INDEKS KETERGANGGUAN KARST
DI KAWASAN KARST KARANGBOLONG KABUPATEN KEBUMEN**

Yang diajukan oleh:

Gangsar Edi Laksono
16/407888/PMU/09079

Telah disetujui oleh:

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping.

Dr. Eko Haryono , M.Si.
pada tanggal

Dr. R. Suharyadi, M.Sc
pada tanggal

**STUDY OF ENVIRONMENTAL DAMAGE
BASED ON KARST DISTURBANCE INDEX
IN KARANGBOLONG KARST AREA KEBUMEN REGENCY**

ABSTRACT

Gangsar Edi Laksono¹, Eko Haryono², R. Suharyadi²

This research was conducted in the Karangbolong Karst Area, Kebumen Regency, Central Java Province. Human activities in the karst area can potentially threaten the sustainability of the karst area if it is not managed seriously. Environmental damage can interfere and even reduce the diversity of the value of benefits in the karst area, then we need to study so produce a karst environment management strategy as a form of karst protection. The purpose of this study is (1) to examine the types of human activities that cause damage to the karst environment; (2) to estimate the level of environmental damage in the Karangbolong Karst Area based on the environmental karst disturbance index; (3) to determine management strategies and policies for the protection of the Karangbolong Karst Area.

The research method used is a field survey and literature study, sampling was done by purposive random sampling based on a closed basin map. Indicators of damage to the karst environment used include mining activities, buildings on the karst surface, vegetation density, cave damage, spring conditions and protection rules. The results of the assessment of the level of damage indicate that the level of damage is still relatively very low (60.13 percent) and low (27.07 percent) and has not shown any indication of high or very high environmental damage. The highest category of damage is still at a moderate level and only spread to eight rural areas with a total area of 722.6 Ha or 12.8 percent. Although mining and the existence of buildings above karst settlements are the highest factors, the percentage or extent of these two factors is still low and has not affected the overall level of karst damage.

The management strategy is based on aspects of important appearance protection in the karst area and zonation of the level of damage and protection so it results priority management areas. Management and protection priority areas consist of three classes with strategic directions which they are described in the environmental management matrix.

Keywords: Karst, Environmental Damage, Disturbance Index

- 1. A student of Master of Environmental Management, Postgraduate Program Gadjah Mada University, Universitas Gadjah Mada.*
- 2. A lecturer of Geography Faculty, Gadjah Mada University.*

**KAJIAN KERUSAKAN LINGKUNGAN
BERBASIS INDEKS KETERGANGGUAN KARST
DI KAWASAN KARST KARANGBOLONG KABUPATEN KEBUMEN**

INTISARI

Gangsar Edi Laksono¹, Eko Haryono², R. Suharyadi²

Penelitian ini dilaksanakan di Kawasan Karst Karangbolong Kabupaten Kebumen Provinsi Jawa Tengah. Aktivitas manusia pada kawasan karst dapat berpotensi mengancam kelestarian kawasan karst jika tidak dikelola serius. Kerusakan lingkungan dapat mengganggu bahkan mengurangi keberagaman nilai manfaat pada kawasan karst sehingga perlu dilakukan kajian agar menghasilkan strategi pengelolaan lingkungan karst sebagai bentuk upaya perlindungan karst. Tujuan penelitian ini yaitu (1) mengkaji jenis aktivitas manusia yang menyebabkan kerusakan lingkungan karst; (2) mengestimasi besarnya tingkat kerusakan lingkungan di Kawasan Karst Karangbolong berbasis Indeks Ketergangguan Karst lingkungan; (3) menentukan strategi dan kebijakan pengelolaan untuk perlindungan Kawasan Karst Karangbolong.

Metode penelitian yang digunakan adalah survei lapangan dan studi pustaka, pengambilan sampel dilakukan secara *purposive random sampling* berdasarkan peta cekungan tertutup. Indikator kerusakan lingkungan karst yang digunakan antara lain luasan kegiatan penambangan, bangunan di atas permukaan karst, kerapatan vegetasi, kerusakan gua, kondisi mataair dan aturan lindung. Hasil penilaian tingkat kerusakan menunjukkan bahwa tingkat kerusakan masih tergolong sangat rendah (60.13 persen) dan rendah (27.07 persen) serta belum menunjukkan indikasi adanya kerusakan lingkungan yang tinggi atau sangat tinggi. Kategori kerusakan tertinggi masih pada tingkatan sedang dan hanya tersebar pada delapan wilayah desa dengan total luasan 722.6 Ha atau 12.8 persen. Walaupun kegiatan penambangan dan keberadaan bangunan di atas permukaan karst menjadi faktor tertinggi tetapi persentase atau luasan dari kedua faktor tersebut masih belum berpengaruh pada tingkat kerusakan karst secara keseluruhan.

Strategi pengelolaan didasarkan pada aspek perlindungan kenampakan penting di kawasan karst dan zonasi tingkat kerusakan dan perlindungan sehingga dihasilkan wilayah prioritas pengelolaan. Wilayah prioritas pengelolaan dan perlindungan terdiri dari tiga kelas dengan arahan strategi yang diuraikan pada matriks pengelolaan lingkungan.

Kata kunci: karst, kerusakan lingkungan, indeks ketergangguan.

1. Mahasiswa Magister Pengelolaan Lingkungan, Program Pascasarjana, Universitas Gadjah Mada.
2. Dosen Fakultas Geografi, Universitas Gadjah Mada.

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Karst merupakan istilah yang sering digunakan untuk menggambarkan sebuah bentangalam dengan karakter khusus, yang terdiri dari gua-gua dan sistem drainase bawah permukaan yang luas dan berkembang pada batuan mudah larut, seperti batugamping, marmer, dolomit, garam, dan gypsum (Ford dan Williams, 2007; Ford dkk, 1988). Sumberdaya gua dan karst merupakan sumberdaya tidak dapat diperbarui (Gunn dkk, 2000). Secara khusus, setiap tindakan atau aktivitas yang dilakukan di wilayah permukaan karst berpotensi menimbulkan dampak dan perubahan yang cepat dan berbahaya di lingkungan bawah permukaannya. Adanya berbagai aktivitas manusia yang berpotensi merusak kawasan karst tentu juga berdampak pada terganggunya nilai-nilai atau manfaat dari kawasan karst itu sendiri. Jika nilai kebermanfaatan terganggu, berkurang bahkan hilang maka akan berdampak buruk bagi manusia dan lingkungan kehidupan sekitarnya. Beberapa aktivitas manusia yang dapat mengganggu keberlanjutan lingkungan karst menurut Williams (1993 dalam van Beynen, 2011) antara lain: deforestasi, aktivitas pertanian, pertambangan dan penggalian, urbanisasi dan industri, kegiatan wisata, aktivitas militer dan eksploitasi sumberdaya air.

Di Indonesia, persebaran kawasan karst mencapai 145.000 Km² dengan presentase kawasan karst yang dilindungi sebesar 15 persen atau 22.000 Km² (Day dan Urich, 2000). Salah satu Kawasan Karst di Indonesia yang termasuk dalam kawasan lindung adalah Karst Karangbolong di Kabupaten Kebumen Provinsi Jawa Tengah. Berdasarkan Keputusan Menteri Energi dan Sumberdaya Mineral (ESDM) Nomor 3043.K/40/MEM/2014 dijelaskan bahwa penetapan Kawasan Bentang Alam Karst (KBAK) Gombang Selatan atau Karangbolong sebagai kawasan lindung geologi yang mencakup tiga kecamatan, yaitu Ayah, Buayan dan Rowokele serta memiliki luas wilayah karst sebesar 40.89 Km². Dalam penetapan KBAK tersebut juga disebutkan bahwa kawasan karst ini memiliki komponen geologi yang unik serta berfungsi sebagai pengatur alami tata air dan menyimpan nilai ilmiah sehingga perlu untuk dilestarikan dan dilindungi keberadaannya dalam rangka mencegah kerusakan guna menunjang pembangunan

berkelanjutan dan pengembangan ilmu pengetahuan. Ditetapkannya Kawasan Karst Karangbolong sebagai kawasan lindung geologi tidak sepenuhnya menjamin kawasan tersebut terjaga dan terhindar dari ancaman atau potensi kerusakan. Adanya peningkatan jumlah penduduk dan aktivitas manusia di kawasan tersebut dapat berpotensi mengancam kelestarian kawasan karst jika tidak dikelola serius serta kawasan lindung yang ada saat ini juga tidak mencakup keseluruhan kawasan karst.

Van Beynen dan Townsend pada tahun 2005 memperkenalkan sebuah metode yang diberi nama “*Karst Disturbance Index*” (*KDI*) atau Indeks Ketergangguan Karst. Metode atau indeks tersebut menyajikan sebuah standar perangkat bagi ilmuwan karst untuk mengukur, membandingkan dan membedakan tingkat ketergangguan atau kerusakan pada wilayah karst (van Beynen dan Townsend, 2005). Perangkat ini akan membantu dalam inventarisasi dan perlindungan pada sebuah wilayah karst dengan menilai tingkat ketergangguan dan mengidentifikasi sistem wilayah karst yang membutuhkan perlindungan lebih atau kajian lebih (van Beynen dan Townsend, 2005). *KDI* menawarkan pendekatan holistik dan komprehensif dengan aspek kajian yang cukup dengan 31 indikator yang diukur dan dikelompokkan dalam lima kategori atau variabel secara keseluruhan. Kategori atau variabel yang dikaji yaitu geomorfologi (bentuklahan permukaan, tanah, bawah permukaan); hidrologi (kualitas dan kuantitas); atmosfer gua; biota (vegetasi dan biota bawah permukaan); dan budaya. Kelima variabel tersebut telah memenuhi aspek fisik, biotik dan sosial-budaya kawasan karst.

Berdasarkan pertimbangan kondisi wilayah dan pengaruh aktivitas manusia di Kawasan Karst Karangbolong, maka peneliti akan melakukan penelitian dengan judul “Kajian Kerusakan Lingkungan Berbasis Indeks Ketergangguan Karst di Kawasan Karst Karangbolong Kabupaten Kebumen”.

B. Tujuan Penelitian

Berdasarkan perumusan masalah dan batasan obyek maupun lingkup kajian penelitian yang didukung oleh konsep teori yang ada, maka tujuan penelitian ini adalah:

- 1) Mengkaji jenis aktivitas manusia yang menyebabkan kerusakan lingkungan
- 2) Mengestimasi besarnya tingkat kerusakan lingkungan di Kawasan Karst Karangbolong berbasis Indeks Ketergangguan Karst lingkungan di Kawasan Karst Karangbolong; dan
- 3) Menentukan strategi dan kebijakan pengelolaan untuk perlindungan Kawasan Karst Karangbolong.

II. KERANGKA PENELITIAN

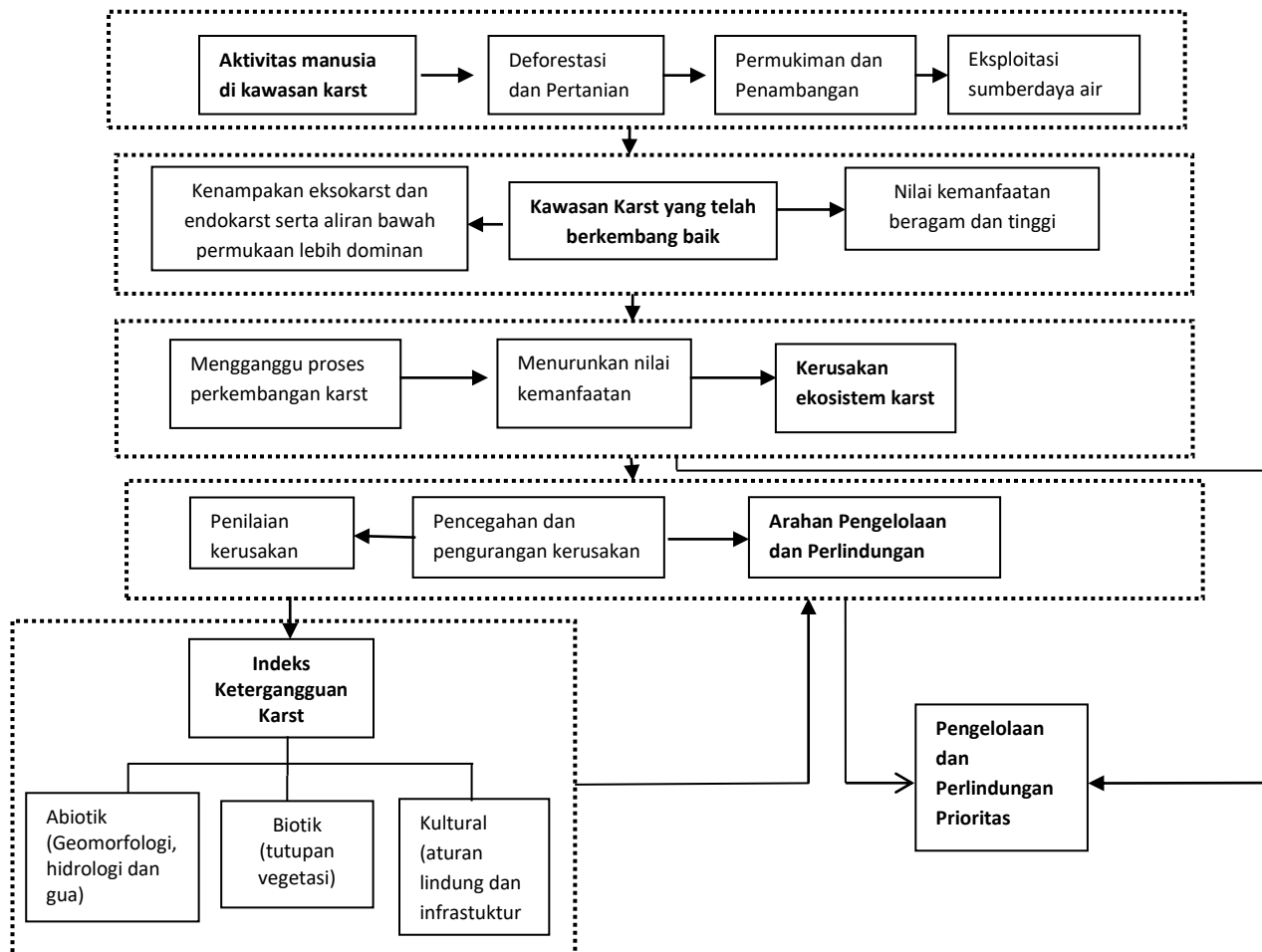
Pada era saat ini, dengan meningkatnya jumlah populasi dan kebutuhan manusia, khususnya yang mendiami kawasan karst dan sekitarnya berdampak pada meningkatnya aktivitas masyarakat di kawasan karst. Adanya aktivitas manusia pada kawasan karst memberikan pengaruh dan tidak jarang mengganggu bahkan merusak kawasan tersebut. Dengan karakteristik yang khas dan kompleksitasnya, aktivitas manusia dapat menimbulkan dampak dan perubahan yang cepat serta berbahaya di lingkungan karst, baik permukaan atau bawah permukaan. Beberapa aktivitas manusia, baik di kawasan karst dan sekitarnya (non-karst) yang dapat mengganggu keberlanjutan lingkungan karst antara lain: deforestasi, aktivitas pertanian, pertambangan dan galian, urbanisasi dan industri, kegiatan wisata, dan eksploitasi sumberdaya air.

Dampak dari aktivitas tersebut berakibat pada menurunnya atau rusaknya beberapa komponen dan/atau nilai dari kawasan karst itu sendiri, antara lain hilangnya biota atau penurunan ekologi, degradasi tanah dan erosi, sedimentasi pada gua, penurunan kualitas air, rusaknya bentuklahan, runtuh tanah, mengeringnya mata air, intrusi air laut dan penggenangan (inundation). Secara umum, pada akhirnya dampak tersebut menimbulkan kerusakan pada ekosistem karst. Kerusakan ekosistem karst dapat mengganggu proses perkembangan karst dan menurunkan nilai kemanfaatan kawasan karst yang beragam dan tinggi. Hal

ini tentu akan berdampak buruk, tidak hanya bagi manusia, tetapi juga lingkungan dan kehidupan di dalamnya.

Strategi pengelolaan kawasan karst perlu mendapat perhatian lebih agar dapat mengurangi tingkat kerusakan kawasan karst dan tidak mengganggu perkembangan serta nilai kemanfaatan karst. Ada dua tahap atau langkah dalam pengelolaan dan perlindungan kawasan, di antaranya inventarisasi atau penilaian kerusakan dan arahan pengelolaan serta perlindungan. Penilaian kerusakan kawasan karst merupakan sebuah kebutuhan guna memberikan dasar atau masukan dalam penyusunan arahan pengelolaan dan perlindungan. Kawasan karst yang memiliki karakter yang berbeda membutuhkan metode penilaian yang berbeda pula dengan kawasan lain. Salah satu metode dalam mengukur tingkat kerusakan karst adalah Indeks Ketergangguan Karst atau *Karst Disturbance Index* yang disusun oleh van Beynen dan Towsend (2005). Metode ini menawarkan pendekatan holistik dan komprehensif untuk mengukur kerusakan lingkungan di kawasan karst karena memiliki variabel serta indikator yang beragam, mulai dari aspek abiotik (bentuklahan permukaan dan bawah permukaan, tanah, air), biotik (vegetasi dan biota bawah permukaan) dan aspek kultural (artifak manusia, pengelolaan kawasan dan infrastruktur). Metode ini dapat menjadi pilihan alternatif yang cukup mumpuni dalam menilai tingkat kerusakan karst.

Hasil penilaian kerusakan lingkungan karst menjadi bahan dasar dan masukan dalam menyusun arahan pengelolaan dan perlindungan kawasan karst. Arahan pengelolaan dan perlindungan memiliki tujuan akhir dengan menetapkan kawasan karst sebagai kawasan lindung dengan pengelolaan yang mengutamakan aspek konservasi dan berkelanjutan. Penyusunan tata ruang kawasan (lindung, penyangga dan budidaya) juga menjadi bagian penting dalam arahan pengelolaan untuk meningkatkan kesejahteraan bagi masyarakat penghuni kawasan karst dan sekitarnya tanpa mengganggu nilai dan fungsi kawasan karst. Gambar 2.1. menyajikan secara sederhana kerangka teoritis dari penelitian ini.



Gambar 2.1. Kerangka Teoritis Penelitian

III. METODE PENELITIAN

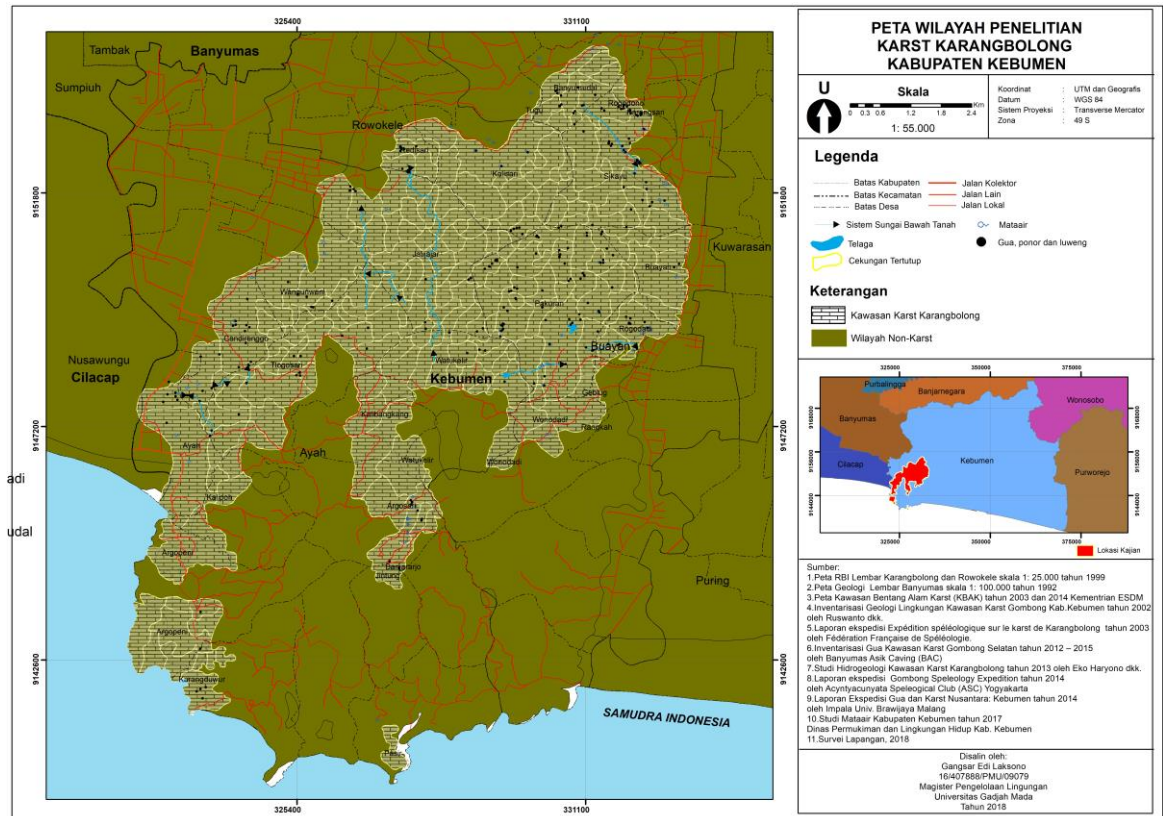
Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode survei lapangan serta studi literatur. Penentuan lokasi sampel didasarkan pada satuan pemetaan daerah aliran sungai bawah tanah (DAS Bawah Tanah) dan daerah tangkapan sungai bawah tanah serta mataair (cekungan tertutup). Data yang dikumpulkan dalam penelitian ini merupakan data-data yang diperlukan dalam menganalisis komponen-komponen lingkungan karst dan kerusakan yang terjadi berdasarkan Indeks Ketergangguan Karst dari Van Beynen dan Townsend tahun 2005.

Modifikasi, penyesuaian data dan variabel juga dilakukan karena tidak semua variabel dapat diterapkan pada lokasi penelitian. Jenis data, variabel maupun indikator yang diambil mewakili tiga komponen lingkungan yakni komponen abiotik, biotik dan kultural. Data tersebut terdiri atas data primer maupun sekunder dan diuraikan pada Tabel 3.1 serta peta wilayah penelitian tersaji pada Gambar 3.1.

Tabel 0.1 Variabel dan Indikator Penelitian

Variabel	Atribut	Indikator	Sumber Data
Abiotik (Geomorfologi dan hidrologi)	Bentuklahan permukaan	Penambangan	Citra penginderaan jauh, analisis SIG dan observasi
	Bentuk lahan bawah permukaan	Jumlah gua yang rusak	Data sekunder dan observasi
	Hidrologi	Kondisi mataair	Data sekunder Observasi, Wawancara
Biota	Vegetasi	Kerapatan vegetasi	Citra penginderaan jauh, analisis SIG dan observasi
Sosial-budaya	Infrastruktur Bangunan	Bangunan di atas permukaan karst	Citra Penginderaan Jauh, Analisis SIG dan observasi
	Peraturan perlindungan	Aturan perlindungan kawasan	Data sekunder, Analisis SIG, observasi

Sumber: van Beynen dan Townsend (2005); North (2007); De Waele (2009); Endarto (2015) dengan modifikasi.



Gambar 3.1. Wilayah Penelitian Karst Karangbolong
(Sumber: Hasil Analisis Data, 2019)

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilaksanakan di Karst Karangbolong yang terletak di Kabupaten Kebumen. Karst Karangbolong memiliki luasan 56.48 Km² dan terdiri dari 27 desa serta tiga kecamatan.

A. Penyebab Kerusakan Lingkungan Karst

Pemanfaatan sumberdaya karst juga merupakan wujud aktivitas manusia di kawasan karst untuk menunjang kehidupan manusia. Pemanfaatan sumberdaya karst terutama di Kawasan Karst Karangbolong berpotensi mengganggu keberlanjutan ekosistem atau bahkan kerusakan lingkungan di kawasan karst itu sendiri. Potensi kerusakan kawasan karst di wilayah perbukitan Karangbolong disebabkan oleh aktivitas manusia dapat dilihat dari beberapa pendekatan, diantaranya melakukan wawancara mendalam dengan beberapa pihak, pengolahan citra satelit dan observasi lapangan.

Hasil pengamatan di lapangan, perolehan wawancara dan interpretasi citra mengenai penyebab kerusakan lingkungan karst terangkum pada Tabel 4.1 berikut ini.

Tabel 0.1. Tabel Perkembangan dan Jenis Aktivitas Manusia di Karst Karangbolong

Periode	Penyebab atau Jenis Aktivitas Manusia	Dampak Kerusakan	Keterangan
Masa Penjajahan Belanda atau sebelum 1945	Penambangan Fosfat di gua-gua Karst Karangbolong	- Perubahan morfologi lorong gua, terutama pendalaman lantai gua - Kerusakan ornamen gua, baik patah atau hilang - <i>Vandalisme</i> - Mengganggu habitat kelelawar dan hewan di dalamnya - Rusak dan hilangnya sedimen gua	Sudah berhenti
Tahun 1950-1960	Penambangan batugamping	- Perubahan morfologi permukaan, terutama bukit karst. - Berkurangnya luasan tutupan vegetasi dan resapan air - Kerusakan infrastruktur jalan raya dan meningkatnya angka penyakit Infeksi Salurab Pernapasan (ISPA) - Berpotensi merusak sistem sungai bawah tanah atau mata air di dekatnya. - Mengganggu habitat kelelawar dan hewan di dalamnya	Masih berlangsung
Tahun 1975	Pembukaan wisata gua (Gua Jatijajar, Inten, Dempo, Barat)	- Modifikasi bangunan di dalam dan di luar gua - Pengerasan lantai gua untuk jalur dan jembatan - <i>Vandalisme</i> - Keberadaan sampah - Pemotongan ornamen - Perubahan iklim mikro di dalam gua - Terganggunya biota gua	Sudah berhenti
Tahun 1980-2000an	Penebangan hutan	- Meningkatkan laju erosi dan sedimentasi - Berkurangnya debit mata air atau telaga - Mengganggu keseimbangan ekosistem beberapa jenis spesies antara lain: kelelawar, kera dan burung, - Meningkatnya laju erosi dan sedimentasi pada ponor dan luweng	Masih berlangsung
	Pengambilan ornamen	- Terganggunya proses pertumbuhan ornamen - Hilangnya nilai keindahan atau atraksi wisata gua	Sudah berhenti
	Pengambilan air di tiga mata air oleh PDAM Kebumen dan masyarakat	- Berkurangnya debit mataair untuk air bersih dan irigasi - Menurunnya muka airtanah	Masih berlangsung

Sumber: Hasil Analisis, 2018

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa ada dua jenis kegiatan atau aktivitas manusia di kawasan karst Karangbolong yang paling berpotensi merusak atau membahayakan keberlanjutan lingkungan, yaitu penambangan batugamping dan penambangan fosfat. Hal tersebut dapat dilihat dari segi jenis dampak, tingkat penting dampak, sebaran dampak serta keberlangsungan kegiatan. Kegiatan penambangan hutan tidak terlalu menimbulkan dampak yang signifikan karena intensitas kegiatan masih dalam batas yang normal dan upaya pemulihan juga terus dilakukan. Selanjutnya, kegiatan pariwisata juga dilihat dari jenis dan sebaran dampak hanya ada di beberapa lokasi bekas kegiatan penambangan fosfat. Aktivitas lain seperti pemanfaatan sumberdaya air di berbagai mataair dan gua juga belum menunjukkan penurunan debit atau penurunan muka airtanah yang signifikan dan kondisi mataair saat ini masih tetap bisa dimanfaatkan.

B. Tingkat Kerusakan Total

Penilaian tingkat kerusakan secara menyeluruh menggunakan pendekatan *Scoring* berjenjang (pembobotan) dari indikator atau parameter yang telah ditentukan. Tahap selanjutnya adalah melakukan *overlay* atau tumpang susun dari setiap peta indikator untuk kemudian dihitung secara keseluruhan nilai total dari setiap unit pemetaan (cekungan tertutup). Hasil nilai total indikator pada setiap cekungan dibagi dengan nilai total tertinggi untuk memperoleh nilai kerusakan setiap cekungan tertutup. Dari hasil nilai kerusakan selanjutnya diklasifikasikan menjadi lima kelas mengacu pada Indeks Ketergangguan Karst dimana perolehan skor total dibagi skor total tertinggi. Skor hasil pembagian jika mendekati angka 1 maka tingkat kerusakan semakin tinggi, sebaliknya jika hasilnya mendekati angka 0 maka kerusakan semakin rendah. Rumus sederhana berikut menguraikan tahapan dalam perolehan hasil nilai kerusakan.

$$\text{Nilai kerusakan} = \frac{\sum \text{Nilai total setiap cekungan}}{\sum \text{Nilai Total Tertinggi}}$$

$$\text{Nilai kerusakan} = \frac{\sum \text{Nilai total setiap cekungan}}{24}$$

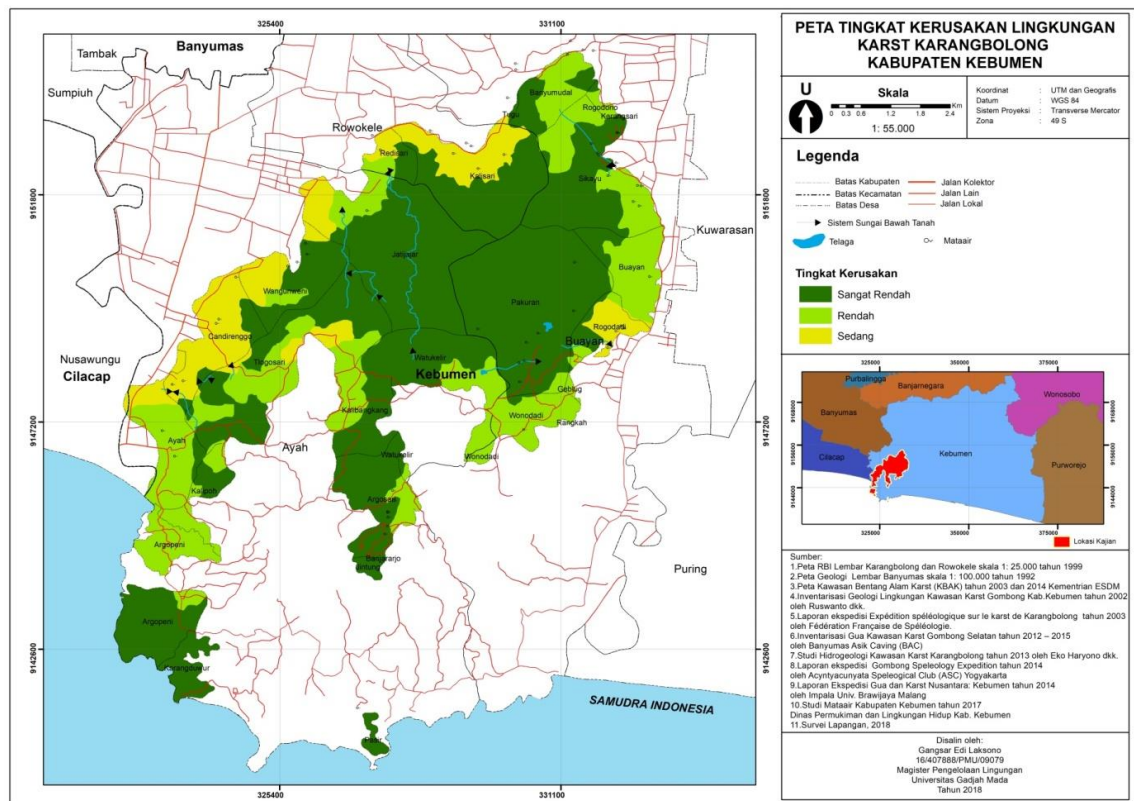
Hasil penelitian menunjukkan tingkat kerusakan karst pada kategori sangat rendah tersebar di keseluruhan desa (27 desa) di Kawasan Karst Karangbolong, kerusakan rendah tersebar di 20 desa dan kerusakan sedang tersebar di 8 desa. Untuk tingkat kerusakan sedang sebagian besar tersebar pada daerah pinggir dan daerah pusat – pusat kegiatan manusia di Kawasan Karst Karangbolong. **Tabel 4.2.** berikut menyajikan jenis dan luasan tingkat kerusakan pada masing-masing desa.

Tabel 0.2. Tingkat Kerusakan Lingkungan di Karst Karangbolong

Kecamatan	Desa	Kelas Kerusakan (Ha)				
		Sangat Rendah	Rendah	Sedang	Tinggi	Sangat Tinggi
Buayan	Banyumudal	69.29	93.89			
	Buayan	37.13	155.74			
	Pakuran	712.27	16.12			
	Rogodadi	30.16	12.57	67.12		
	Sikayu	275.11	184.66			
	Karangsari	1.01				
	Rogodono	3.04	14.75			
	Tugu	3.60	2.86			
	Wanadadi	143.55				
	Geblug	1.17	11.17			
Rowokele	Redisari	30.30	19.21	28.35		
	Kalisari	280.62	0.25	158.51		
Ayah	Argopeni	195.93	127.04			
	Argosari	185.60	39.63			
	Ayah	14.19	176.23	47.24		
	Banjarharjo	0.24				
	Candirenggo	40.20	0.09	218.82		
	Jatijajar	552.23	72.41	61.19		
	Jintung	18.72				
	Kalibangkang	113.86	68.19			
	Kalipoh	36.61	63.29			
	Karangduwur	82.91				
	Pasir	23.51				
	Tlagasari	310.19	203.79	56.31		
	Mangunweni	137.28	22.49	79.05		
	Watukelir	241.76	105.42			
Jumlah		3396.85	1529.34	722.6	0.00	0.00

Sumber: Hasil analisis, 2019

Dari hasil penelitian terbukti bahwa Desa Pakuran (Kecamatan Buayan) merupakan desa dengan total luasan tertinggi pada tingkat kerusakan sangat rendah yakni 712.27 Ha. Selain faktor aturan lindung, faktor lain adalah minimnya kegiatan penambangan dan luasan permukiman yang ada di desa tersebut. Pada kategori kerusakan sedang, Desa Candirenggo dan Kalisari merupakan desa dengan luasan tertinggi pada tingkat kerusakan sedang, yakni 218.82 Ha dan 158.51 Ha sedangkan Desa Rogodadi merupakan desa yang memiliki luasan pada tingkat kerusakan sedang lebih besar daripada kerusakan sangat rendah. Faktor yang berpengaruh pada tingkat kerusakan sedang adalah luasan kegiatan penambangan, bangunan di atas permukiman, kerusakan gua dan rendahnya wilayah yang masuk kawasan lindung. Peta tingkat kerusakan lingkungan tersaji pada Gambar 4.1 berikut.



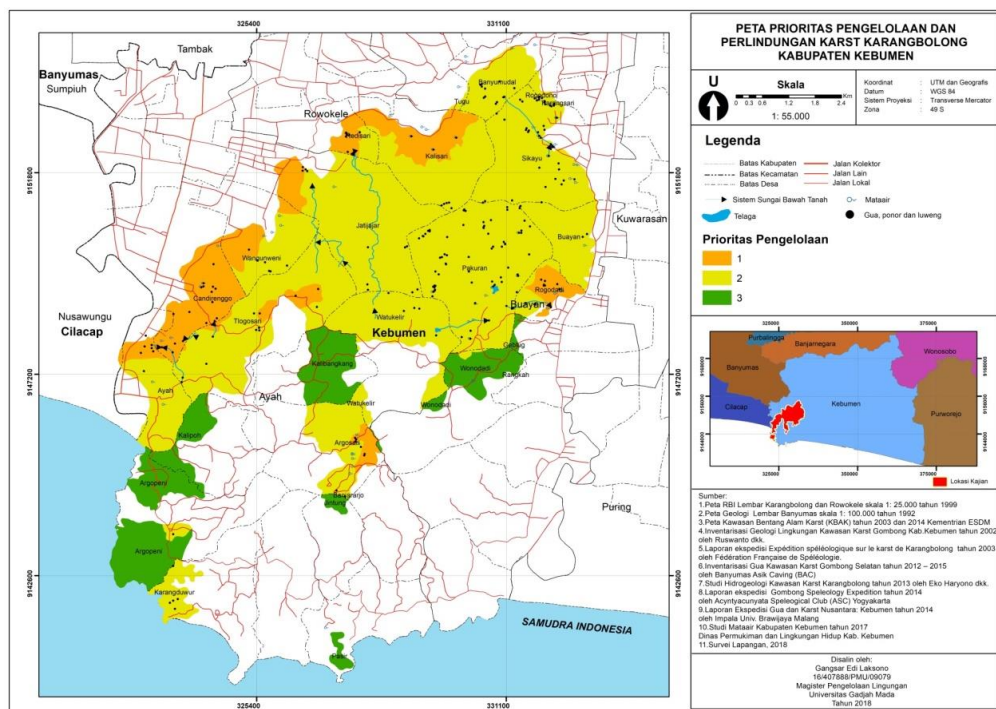
Gambar 4.1. Peta Tingkat Kerusakan Lingkungan Karst Karangbolong (Sumber: Hasil Analisis, 2019)

Hasil penelitian secara umum dapat disimpulkan bahwa tingkat kerusakan lingkungan Kawasan Karst Karangbolong masih tergolong sangat rendah dan belum menunjukkan indikasi adanya kerusakan lingkungan yang tinggi atau sangat tinggi. Hal tersebut dipengaruhi oleh faktor masih tingginya kerapatan vegetasi

dan kondisi mataair sebagian besar stabil. Kategori kerusakan tertinggi masih pada tingkatan sedang dan hanya tersebar pada delapan wilayah desa terutama pada daerah pinggir kawasan karst yang menjadi pusat kegiatan manusia. Faktor yang berpengaruh pada tingkat kerusakan sedang adalah luasan penambangan, bangunan di atas permukiman karst, kerusakan gua dan rendahnya wilayah yang masuk kawasan lindung. Walaupun kegiatan penambangan dan keberadaan bangunan di atas permukiman karst menjadi faktor tertinggi tetapi persentase atau luasan dari kedua faktor tersebut masih belum rendah dan belum berpengaruh pada tingkat kerusakan karst.

C. Strategi Pengelolaan dan Perlindungan Lingkungan

Strategi pengelolaan Karst Karangbolong diwujudkan dalam bentuk peta prioritas pengelolaan yang tersusun atas hasil penggabungan antara data sebaran kenampakan penting karst (ponor, luweng, gua, mataair dan telaga) dengan peta zonasi tingkat kerusakan karst. Penyusun peta prioritas pengelolaan tersebut mengacu pada konsep yang dikembangkan oleh Angulo dkk., (2013). Peta prioritas pengelolaan tersaji pada Gambar 4.2. berikut ini.



Gambar 4.2. Peta Prioritas Pengelolaan dan Perlindungan Karst Karangbolong (Sumber: Hasil Analisis, 2019)

Dari peta yang tersaji, wilayah prioritas satu mencakup sembilan desa diantaranya Desa Rogodadi, Tlogosari, Kalisari, Redisari, Jatijajar, Mangunweni, Candirenggo, Argosari dan Ayah. Wilayah prioritas satu merupakan wilayah ini yang perlu mendapat penanganan serius dan menjadi prioritas utama dalam pengelolaan lingkungan dibanding wilayah prioritas lainnya. Mengingat jenis, sebaran dan dampak kerusakannya berada pada tingkat tertinggi dan di dalamnya terdapat kenampakan penting karst yang bernilai. Strategi pengelolaan pada wilayah ini bervariasi dan kompleks serta membutuhkan kerja sama dari berbagai pihak.

Wilayah prioritas dua mencakup sebagian besar Karst Karangbolong yang terdiri dari 18 wilayah administrasi desa. Walaupun dilihat dari tingkat kerusakan dan jenis kerusakan yang lebih rendah dibanding prioritas satu, wilayah ini juga perlu mendapat pengelolaan yang serius karena memiliki banyak kenampakan penting di daerah karst dan berperan sebagai daerah tangkapan serta penyangga dari sistem sungai bawah tanah di Karst Karangbolong. Oleh sebab itu, strategi pengelolaan di wilayah ini bertujuan untuk melindungi keberlanjutan sistem sungai bawah tanah, kenampakan penting dan keseimbangan ekosistem di kawasan karst. Kegiatan inventarisasi dan penelitian juga perlu dilakukan pada wilayah ini. Wilayah prioritas tiga terdiri dari tujuh desa dengan tingkat kerusakan sangat rendah dan rendah serta kenampakan karst yang minim. Secara umum, wilayah ini dapat digunakan untuk zona budidaya terbatas, penelitian maupun sebagai zona penyangga dari kawasan di sekitarnya.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Kesimpulan pada kajian ini adalah sebagai berikut.

1. Aktivitas manusia penyebab kerusakan di Kawasan Karst Karangbolong antara lain: penambangan batugamping dan andesit, penambangan fosfat pada gua, pencurian ornamen gua, penebangan hutan dan pemanfaatan sumberdaya air. Dilihat dari jenis dan sebaran dampak yang ditimbulkan, aktivitas penambangan batugamping dan andesit serta penambangan fosfat pada gua merupakan aktivitas yang paling menyebabkan kerusakan pada kawasan karst Karangbolong.
2. Secara keseluruhan dari hasil penilaian tingkat kerusakan lingkungan Karst Karangbolong menunjukkan bahwa tingkat kerusakan masih tergolong sangat rendah (60,13 persen) dan rendah (27,07 persen) serta belum menunjukkan indikasi adanya kerusakan lingkungan yang tinggi atau sangat tinggi. Kategori kerusakan tertinggi masih pada tingkatan sedang dan hanya tersebar pada delapan wilayah desa dengan total luasan 722.6 Ha atau 12.8 persen. Walaupun kegiatan penambangan dan keberadaan bangunan di atas permukiman karst menjadi faktor tertinggi tetapi persentase atau luasan dari kedua faktor tersebut masih berpengaruh pada tingkat kerusakan karst secara keseluruhan.
3. Strategi pengelolaan didasarkan pada aspek perlindungan kenampakan penting di kawasan karst dan zonasi tingkat kerusakan. Wilayah prioritas pengelolaan terdiri dari tiga kelas dengan arahan strategi yang diuraikan pada matriks pengelolaan lingkungan. Wilayah prioritas I merupakan wilayah yang perlu mendapat prioritas pengelolaan dan perlindungan utama daripada wilayah lainnya karena mencakup wilayah tingkat kerusakan sedang dan memiliki kenampakan karst yang beragam.

B. Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan kegiatan di lapangan maka peneliti mengajukan beberapa saran dan masukan, antara lain sebagai berikut.

1. Bagi Pemerintah

- a) Pemerintah harus memiliki sikap tegas terhadap penambangan rakyat yang tidak berizin di Desa Kalisari, Redisari, Jatijajar, Mangunweni dan Rogodadi. Baik dengan pendekatan aspek aturan, hukum, sosial ekonomi, dan lingkungan.
- b) Aturan lindung Kawasan Bentang Alam Karst (KBAK) perlu dikaji ulang beserta aturan Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW). Kawasan KBAK Gombang Selatan atau Karangbolong sebaiknya diperluas mencakup keseluruhan formasi batugamping karena banyak sekali wilayah dengan kenampakan penting dan tingkat perkembangan karst lanjut tidak dimasukkan ke dalam KBAK.
- c) Perlu dilakukan kajian mengenai sistem sungai bawah tanah di Desa Rogodadi, Pakuran, Buayan dan Sikayu agar sistem yang saat ini dapat dipetakan secara jelas. Kerja sama dengan Perguruan Tinggi dan Kelompok Pemerhati Karst dan Gua diperlukan untuk melakukan kajian ini.
- d) PDAM Kebumen sebaiknya ikut berperan aktif dalam upaya pengelolaan dan perlindungan karst karena airbersih yang diambil berasal dari mataair karst atau sistem sungai bawah tanah. Selain itu, dalam pengambilan airbersih juga perlu memperhatikan kondisi lingkungan masyarakat di sekitarnya.
- e) Perlu evaluasi dan perencanaan selanjutnya dengan berbagai pihak mengenai kegiatan wisata, terutama wisata gua mengingat dampak lingkungan saat ini sudah mulai mengganggu kelestarian gua dan habitat di dalamnya.
- f) Penetapan Geopark Karangbolong sebaiknya perlu mengkaji aspek lain, tidak hanya aspek geologi semata. Aspek biota (biologi), hidrologi, pendidikan untuk mengenal kawasan karst, serta aspek sosial budaya juga perlu mendapat perhatian.

1) Bagi Masyarakat

- a) Meningkatkan kesadaran akan kebersihan lingkungan di sekitar gua, cekungan, mataair serta ponor.
- b) Pembangunan permukiman seminimal mungkin jauh dari lokasi gua berair, cekungan yang terisi air saat penghujan, ponor, luweng atau mataair.
- c) Peran pemerintah desa dan masyarakat diperlukan dalam penyusunan aturan lindung di tingkat lokal beserta pelaksanaannya.
- d) Kegiatan penangkapan dan penembakan satwa, baik burung, kera, atau lainnya sebaiknya diminimalkan untuk menjaga ekosistem di kawasan karst.
- e) Pengawasan terhadap kegiatan yang merusak dari masyarakat di luar karst juga membutuhkan peran aktif masyarakat di kawasan karst.

DAFTAR PUSTAKA

- Angulo, Barbara., Morales, Tomas., Uriarte, A. Jesus., Antigüedad, Inaki. 2013. Implementing A Comprehensive Approach For Evaluating Significance and Disturbance in Protected Karst Areas to Guide Management Strategies. *Journal of Environmental Management* vol. 130 (2013) 386 - 396.
- Day, M. dan Urich, P. 2000. An Assessment of Protected Karst Landscapes in Southeast Asia. *Cave and Karst Science* Vol 27 No. 2, 61-70.
- De Waele, J. 2009. Evaluating Disturbance on Mediterranean Karst Areas: The Example of Sardinia (Italy). *Environ Geol* 58:239–255.
- Doerfliger, N., Jeannin, Y.P., dan Zwahlen, F. 1999. Water Vulnerability Assessment in Karst Environments: A New Method of Defining Protection Areas Using A Multi-Attribute Approach and GIS tools (EPIK Method). *Environmental Geology* 39 (2) December 1999 Springer-Verlag.
- Endarto, Raras. 2014. Kajian Kerusakan Lingkungan Karst sebagai Dasar Pelestarian Ekosistem Karst (Kasus DAS Bribin Kabupaten Gunungkidul D.I.Y). *Tesis*. Yogyakarta: Sekolah Pasca Sarjana UGM.
- Ford, D.C., Palmer, N.A., White, B.W. 1988. Landform Development: Karst. *The Geology of North America* Vol O-2. *Hidrogeology*, The Geological Society of America.
- Ford, D.C. dan Williams, P.W. 2007. *Karst Hydrogeology and Geomorphology*. West Sussex: John Willey and Sons.
- North L.A. 2007. Application and refinement of the karst disturbance index in west-central, Florida. *Thesis*. Tampa: University of South Florida.
- Peraturan Menteri ESDM Nomor 17 tahun 2012 tentang Penetapan Bentang Alam Karst.
- van Beynen, P.E. 2011. *Karst Management*. London: Springer Science and Business Media.
- van Beynen P dan Townsend, K.. 2005. A disturbance index for karst environments. *Environ Manage* 36(1):101–116