

PENGEMBANGAN LINGKUNGAN KARS GUA URANG SEBAGAI LOKASI WISATA

Urang Cave Karst Environmental Development as Tourism Area

Srijono¹ dan Nisa Nadia²

¹Laboratorium Geologi Dinamik, Jur. T. Geologi
Fakultas Teknik UGM

²Sarjana Teknik Geologi bekerja di PT Aneka Tambang, Tbk.
Email: sriy_geougms@yahoo.com

ABSTRACT

This study aims to do zoning district Urang Cave as tourist sites. The research method is using contour maps as a base map of Urang Cave karst environment geomorphological mapping. Each development zone is analyzed its geophysical environmental element, then set scoring and value summation. For comprehensive environmental element analysis, chemical analysis of rocks, and water-soil chemistry. In reference to Minister of Energy Mineral Resource decrees No. 1456/K/20/MEM/2000, Urang Cave zoning defined into 3 (three) zone, as follow: the Protected Zone, Cultivation Zone 1, and Cultivation Zone 2. Protected Zone, consists of Urang Cave tunnel/hallway with a unique speleothem in it. This zone as a cave tracking site tourism, potential to produce karst water as a decent drinking water while maintaining hardness. Cultivation Zone 1 is spreading about 200 m in distance from outer appearance of spring around the cave hallway. In this zone mining of cave sediments may be done in the inactive form caves, without changing the state of the existing major exokarst morphology. Cultivation Zone 2, an outer zone, located farthest from the tunnel/hallway Urang Cave. Utilization of this zone as a limestone mining quarry, although only on a small scale.

Keywords: karst environment, Urang Cave, tourism

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan melakukan zonasi kawasan Gua Urang sebagai lokasi wisata. Metode penelitian menggunakan peta kontur sebagai peta dasar pemetaan geomorfologi lingkungan kars Gua Urang. Setiap zona pengembangan dianalisis unsur lingkungan geofisik, selanjutnya ditetapkan pengharkatan dan penjumlahan nilainya. Untuk kelengkapan analisis unsur lingkungan, dilakukan analisis kimia batuan, dan kimia air-tanah. Dengan mengacu KepMen ESDM No. 1456/2000, zonasi Gua Urang ditetapkan menjadi tiga, yaitu zona lindung, zona budidaya 1, dan zona budidaya 2. Zona lindung, terdiri dari lorong Gua Urang dengan di dalamnya terbentuk speleotem yang unik. Zona ini sebagai lokasi wisata penelusuran gua, potensial menghasilkan air kars yang layak sebagai air baku dengan tetap memperhatikan kesadiahannya. Zona budidaya 1, terhampar mulai jarak 200 m sebelah luar pemunculan mata-air di sekitar lorong gua. Pada zona ini boleh dilakukan penambangan sedimen gua pada bagian gua yang sudah tidak aktif terbentuk, dengan tanpa merubah keadaan morfologi eksokars mayor yang ada. Zona budidaya 2, merupakan zona terluar, berada paling jauh dari lorong Gua Urang. Pemanfaatan zona ini dapat sebagai kuari penambangan batugamping, meskipun hanya skala kecil.

Kata kunci: lingkungan kars, Gua Urang, wisata

PENDAHULUAN

Lingkungan Kars merupakan geosistem hasil pelarutan air alami terhadap batugamping. Proses tersebut dikenal sebagai karstifikasi, menghasilkan topografi yang khas baik di atas permukaan tanah maupun bawah tanah. Salah satu topografi kars bawah tanah adalah gua.

Gua terbentuk di lingkungan Kars Sukolilo wilayah Kabupaten Grobogan dan Pati, Provinsi Jawa Tengah. Pelamparan kars tersebut di bagian utara Kabupaten Grobogan. Secara geologi Kars Sukolilo termasuk mendala Perbukitan Rembang, terbentuk oleh batugamping Formasi Bulu. Salah satu pembentukan adalah Gua Urang. Gua ini merupakan gua horizontal, dan memiliki sistem sungai bawah tanah yang masih aktif. Luasan Gua Urang dan sekitar lebih kurang empat kilometer persegi, terletak 10 km di sebelah utara kota-kabupaten Purwodadi atau 9 km di sebelah selatan Pati (Gambar 1), tercakup dalam wilayah administrasi Kabupaten Grobogan di selatan, dan Kabupaten Pati di sebelah utara. Lokasi penelitian ini dapat dicapai dengan kendaraan bermotor selama empat jam dari Yogyakarta.

Usaha meningkatkan pendapatan asli daerah (PAD) antara lain melalui pengembangan wisata, baik secara jumlah lokasinya maupun keanekaragaman jenis wisata. Gua Urang melalui usaha pengembangannya dapat memenuhi harapan Pemerintah Daerah Kabupaten Grobogan sebagai lokasi wisata yang mampu memberi kontribusi meningkatkan PAD.

Geologi Regional

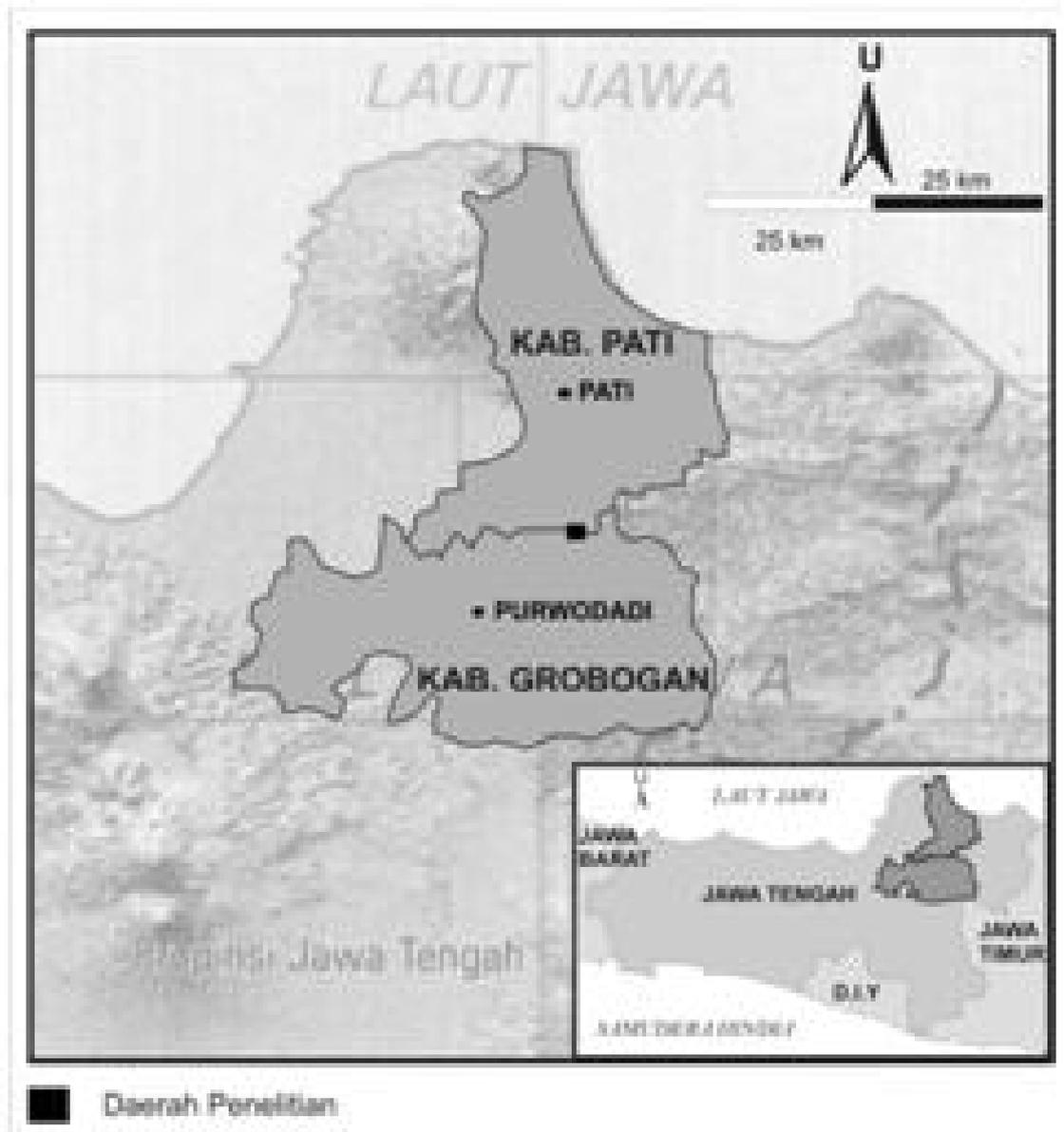
Pada fisiografi Pulau Jawa (Van Bemmelen, 1949), daerah penelitian Gua Urang termasuk bagian Zona Rembang. Zona ini merupa-

kan perbukitan memanjang berarah barat – timur sesuai dengan arah struktur geologi. Struktur geologi regional daerah ini dikenal sebagai antiklinorium Rembang. Tektonik pembentuk antiklinorium terjadi pada kala Pliosen-Pleistosen, berasosiasi dengan sistem sesar mendatar sinistral berarah timurlaut-baratdaya. Antiklinorium ini terbentuk oleh formasi batuan berumur Miosen Awal (Pringgoprawiro, 1983), sedangkan Gua Urang terbentuk oleh batugamping anggota Formasi Bulu, dengan ketebalan 248 m. Formasi Bulu tersusun oleh batugamping berlapis tipis, berbentuk pelat, ketebalan 10-33 cm, dan ke arah atas ketebalan berangsur menjadi 20-50 cm. Di bagian tengah ada temuan sisipan napal dengan tebal 1-5 m. Fosil penciri formasi ini terdiri dari foraminifera besar *Cycloclypeus annulatus*, *Cycloclypeus indopacificus*, *Lepidocyclina angulosa*, *Lepidocyclina sumatrensis*, *Lepidocyclina ssp.*, dan foraminifera planktonik yang menunjukkan umur Miosen Tengah (N13), diendapkan pada laut lingkungan neritik tengah.

Geosistem Kars

Karst merupakan istilah dalam bahasa Jerman yang diturunkan dari bahasa Slovenia (*kars*) yang berarti lahan gersang berbatu. Namun saat ini istilah kars telah diadopsi untuk istilah bentuk lahan hasil proses pelarutan.

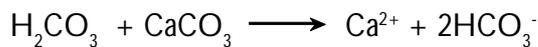
Karstifikasi merupakan serangkaian proses mulai dari terangkatnya batugamping ke permukaan bumi akibat proses endogen serta terjadinya proses pelarutan hingga akhirnya menghasilkan bentuk yang khas. Larutnya CO_2 dalam air membentuk Asam Karbonat (H_2CO_3). Larutan H_2CO_3 tidak stabil terurai menjadi H^+ dan HCO_3^- , Ion H^+ inilah yang selanjutnya menguraikan CaCO_3 menjadi Ca^{2+} dan HCO_3^{2-} . Secara



Sumber: data sekunder

Gambar 1. Peta Daerah Penelitian

ringkas proses pelarutan dirumuskan dengan reaksi sebagai berikut :



Asam karbonat kalsit larutan kalsium bikarbonat

Dalam pembentukan geosistem kars dipengaruhi oleh beberapa faktor fisik batugamping, faktor kimia, faktor biologis dan faktor iklim serta lingkungannya (Ritter, 1978). Faktor fisik yang berpengaruh dalam pembentukan Bentang Alam Kars yaitu, ketebalan batugamping, porositas dan permeabilitas batugamping serta intensitas struktur kekar (*joint*).

Faktor kimia yang dimaksud adalah kimiawi batuan dan media pelarutnya. Untuk membentuk geosistem kars disyaratkan kandungan kalsit minimal 60% dalam batuan. Aktivitas tumbuhan dan mikrobiologi berpeluang membentuk humus yang menutupi batugamping sehingga tercapai kondisi *anaerobic*, sehingga tekanan parsial CO₂ dari air permukaan akan meningkat berarti kemampuannya melarutkan batuan juga meningkat (Bloom, 1978). Lingkungan yang berpengaruh meliputi biotik (aktivitas biologi) dan abiotik (suhu, curah hujan, presipitasi dan evaporasi). Menurut Ritter (1978), kondisi lingkungan sekitar batugamping harus lebih rendah elevasinya sehingga sirkulasi air berjalan baik.

Morfologi hasil karstifikasi dapat berada di permukaan (eksokars) maupun di bawah permukaan (endokars). Bentuk endokars yang populer adalah gua yang dilengkapi dengan ornamen gua (*speleothem*), dan berpeluang berkembang sungai bawah tanah. Menurut Thornbury (1969), gua adalah suatu lubang alam yang kosong, bentuk sederhana - bercabang, berarah vertikal maupun horizontal, dapat memiliki satu tingkat atau lebih, baik ada maupun tidak terdapat suatu sungai di dalamnya.

Kehadiran gua pada lingkungan kars sebagai pertanda karstifikasi mencapai stadium dewasa. Proses pembentukan gua melibatkan air dan udara. Faktor-faktor yang mempengaruhi pembentukan gua adalah struktur geologi seperti sesar, kekar dan bidang perlapisan. Arah perkembangannya akan mengikuti pola struktur tersebut.

Speleothem adalah bentukan kristalin hasil dari proses pengendapan mineral (CaCO₃) yang berasal dari lingkungan gua sendiri (Moore, 1969 dalam Fairbridge, 1969). Kondisi geologi yang berpengaruh dalam pembentukan *speleothem* adalah perlapisan, rekahan akibat kekar (*joint*) dan sesar (*fault*). *Speleothem* dalam perkembangannya menghasilkan ornamen gua. Ornamen gua sebagian besar terbentuk melalui tetesan air (*dripstone*), aliran air (*flowstone*), dan hasil evaporasi.

Lingkungan kars merupakan hasil dinamika air yang dikendalikan oleh faktor geologi seperti jenis batuan, struktur geologi, komposisi mineral dan stratigrafi. Pembentukan kars memerlukan jaringan permeabilitas awal (*hydrogeological previousness*) terdiri dari porositas massa dasar, bidang perlapisan dan retakan yang berkembang akibat korosi, erosi mekanik, atau dilenyapkan oleh sementasi dan sedimentasi (Kusumayudha, 2004). Air hujan melarutkan batugamping, masuk kedalam celah atau rongga batuan dan menghasilkan sungai bawah tanah serta membentuk sebuah sistem perguaan, kemudian pada batas jenuhnya keluar menjadi mata air-mata air yang muncul di permukaan. Mataair inilah yang secara alamiah digunakan oleh masyarakat di kawasan kars sebagai salah satu sumber kehidupan mereka.

Pengembangan Lingkungan Kars

Lingkungan kars memiliki multi fungsi,

antara lain sebagai habitat dari aneka spesies flora dan fauna yang memiliki nilai endemik tinggi, hidrologi, wisata baik eksokars maupun endokars, dan fungsi penelitian (Mukna dan Hedy, 2009). Pengembangan industri wisata di suatu daerah sebagai salah satu usaha mendongkrak pendapatan asli daerah (PAD). Senyatanya, inventasi di bidang wisata tidak murah.

Permasalahan lingkungan kars terletak pada daya dukung yang rendah dan sukar diperbaiki jika sudah terlanjur rusak, menjadikan kawasan ini sangat peka terhadap perubahan lingkungan. Selain itu, keterbatasan data dan informasi terkait dengan lingkungan ini, berpengaruh pada kebijakan yang ditetapkan. Dalam kerangka kebijakan, landasan pengelolaan kawasan kars hanya melalui Keputusan Menteri Energi Sumber Daya Mineral Nomor 1456.K/20/MEM/2000 tentang Pedoman Pengelolaan Kawasan Kars (Anonymous, 2000). Dari keterbatasan perundang-undangan mengakibatkan pemerintah daerah menetapkan kebijakan pengelolaan kars berlaku khusus untuk daerahnya sendiri.

METODE PENELITIAN

Bahan utama penelitian adalah Gua Urang. Pada Lokasi peta rupabumi digital Indonesia, gua tersesebut tercakup dalam Lembar Tambakromo nomor 1509-111, berskala 1:25.000 (Anonymous, 1999).

Peralatan penelitian dikelompokkan menjadi peralatan pemetaan geomorfologi permukaan dan pemetaan gua, dan pengolahan data di laboratorium. Peralatan pemetaan geomorfologi meliputi kompas klinometer (kompas geologi), palu batuan sedimen, kaca pembesar, dan HCl 0,1 N. Kompas geologi merk Sokuisha untuk

keperluan pengukuran *slope* morfologi, *strike and dip* perlapisan batuan, maupun struktur geologi seperti *joint* dan *fault*. Palu batuan sedimen dimanfaatkan untuk sampling batuan. Kaca pembesar (*loupe*) untuk identifikasi mineral pembentuk batuan di lapangan. Larutan HCl 0,1 N untuk uji senyawa karbonat pada batuan di lapangan. Sampel batuan dari lapangan selanjutnya dipergunakan uji laboratorium petrografi, dan kimia batuan. Sampel air dipergunakan untuk uji kualitas air. Pengolahan data digunakan mikroskop polarisasi, alat uji kualitas air dan kimia batuan.

Pada tahapan pemetaan geomorfologi permukaan, maupun pemetaan gua dilakukan pengumpulan data di lapangan, dan pengambilan sampel. Metode pengambilan data gua mencakup memetakan lorong gua beserta ciri morfologi permukaan lainnya, mengamati batuan pembentuk, struktur geologi, ornamen gua, dan mengukur debit aliran di dasar gua. Metode pemetaan menggunakan sistem *forward method* mencakup sepanjang lorong gua.

Analisis data geomorfologi, dan petrografi dilakukan di Jurusan Teknik Geologi, Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada. Analisis geomorfologi menghasilkan peta geomorfologi. Penamaan satuan morfologi permukaan ditetapkan secara subyektif, dengan acuan UU mengenai tata ruang. Dari metode ini, ditetapkan zone kawasan lindung, dan budidaya. Hasil pemetaan geomorfologi dijadikan salah satu kriteria untuk menentukan pengembangan lingkungan kars Gua Urang untuk lokasi wisata. Analisis petrografi sayatan tipis untuk mengetahui jenis dan kekhasan batugamping. Kimia batuan diketahui dengan menghitung persentase kandungan senyawa oksida mayor. Analisisnya dilakukan di di laboratorium kimia Balai Penyelidikan dan Pengembangan Teknologi Kegunungpian

(BPPT – Keguunungpian), Yogyakarta. Analisis air tanah untuk keperluan mengetahui kualitasnya sebagai air-baku, dilakukan di laboratorium teknik lingkungan Sekolah Tinggi Teknik Lingkungan (STTL), Yogyakarta. Mengikuti metode yang dilakukan Badri, dkk., (1999), disertai dengan perubahan, dari lingkungan geologi ditetapkan tujuh komponen lingkungan, terdiri dari keberadaan mataair, kualitas air tanah, morfologi khas bentangalam kars, kedalaman air tanah, litologi batugamping, zone sesar, dan rawan banjir. Selanjutnya setiap komponen tersebut secara subyektif-kuantitatif ditetapkan kisaran, bobot, dan intensitas. Hasil perkalian antara angka bobot, dan intensitas, merupakan nilai dari zone pengembangan wilayah Gua Urang (Tabel 1).

Pengolahan data dan penggambaran peta gua menggunakan *software* Survex. Penambahan garis dinding lorong tiap stasiun menggunakan perhitungan yang dilakukan di MS-Excel 2003. Penggabungan dinding lorong tiap stasiun sehingga menjadi dinding lorong gua dilakukan di AutoCAD 2003 dan penggambaran detail lorong dan kelengkapan peta menggunakan Corel Draw 13. Pengeplotan mulut gua, lorong gua, dan mata air pada peta topografi menggunakan *software* Map Info 7 dan ArcView GIS 3.3.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Geomorfologi

Daerah Gua Urang dan sekitar, diamati secara geomorfologi permukaan (Gambar 2) merupakan perbukitan dengan sudut lereng berkisar 6° - 45° , pada elevasi 300 – 530 m di atas permukaan laut (dpl), dengan relief bukit-bukit 70 – 130 m.

Proses eksogenik yang bekerja di Gua Urang dan sekitar utamanya pelarutan atau

karstifikasi, diikuti pelapukan, erosi, dan transportasi & sedimentasi. Karstifikasi di daerah ini menghasilkan peta kontur yang dicirikan oleh kontur yang khas, merupakan ekspresi dari morfologi depresi, dan bukit-bukit kerucut sebagai hasil bentukan eksokars. Selain itu terbentuk endokars jenis gua dan sungai bawah tanah. Proses pelapukan menghasilkan tanah *in situ*. Akibat erosi, pada lereng bukit kerucut berkembang alur-alur (*gullies*), dan sungai musiman (*intermittent streams*). Erosi vertikal lebih intensif dibandingkan dengan erosi lateral, sehingga dihasilkan lembah sungai berbentuk huruf V. Media proses transportasi adalah anak-anak sungai, untuk kemudian diendapkan di dasar sungai utama yang berada di lembah.

Litologi penyusun satuan ini adalah batugamping jenis *packstone*, anggota Formasi Bulu. Dalam tatanan stratigrafi regional (Pringgoprawiro, 1983) Formasi Bulu tersusun oleh batugamping masif yang mengandung Koral, Alga, dengan selingan batupasir kuarsa karbonatan. Formasi ini terbentuk pada masa Meosen Tengah bagian atas – Meosen Akhir bagian bawah, berumur 25 juta tahun yang lalu. Bebatuan tersebut mengalami tektonik, sebagai penyebab pembentukan struktur geologi dengan manifestasi tampak retakan-retakan pada permukaan batugamping. Retakan itu awalmula terjadinya karstifikasi yang dalam perkembangan endokars menghasilkan sistem dengan sungai bawah tanahnya.

Pada sebelah selatan daerah Gua Urang, terbentuk sinklin dengan arah sumbu lipatan barat – timur, dengan indikasi pembentukan struktur patahan berarah timurlaut – baratdaya. Arah-arahan ini secara regional disebut sebagai struktur Pola Meratus (Pringgoprawiro, 1983).

Tataguna lahan sebagian besar luasan digunakan untuk pertanian, jenis: hutan jati,

Tabel 1. Penilaian Komponen Geologi Untuk Pengembangan Wilayah Kars

No	Komponen	Kisaran	Bobot	Intensitas	Nilai
1.	Keberadaan mataair	Ada	3	6	18
		Tidak	2		12
2.	Kualitas air tanah	Baik	3	5	15
		Buruk	2		10
3.	Morfologi khas bentangalam kars	Banyak	3	4	12
		Sedang	2		8
		Tidak ada	1		4
4.	Kedalaman air tanah	Dangkal	3	3	9
		Agak dalam	2		6
		Dalam	1		3
5.	Litologi batugamping	Tidak lapuk	3	2	6
		Sedang	2		4
		Lapuk	1		2
6.	Zona sesar	Jarak < 100 m	-	-	Tidak layak untuk pemukiman
7.	Rawan banjir	Periode ulang < 25 tahun	-	-	

Sumber: Badri, dkk., 1999, dengan perubahan



Sumber: hasil analisis

Gambar 2. Geomorfologi Permukaan

tegalan tanaman pangan, dan sawah tadah hujan. Selain itu, sebagian yang lain digunakan sebagai permukiman apalagi apabila topografi relatif lebih datar, dan didukung pemunculan sumber air dari sungai bawah tanah.

Pengembangan lingkungan kars Gua Urang dibagi menjadi tiga zona, yaitu Lindung, Budidaya 1, dan Budidaya 2 (Gambar 3, Tabel 1, Tabel 2).

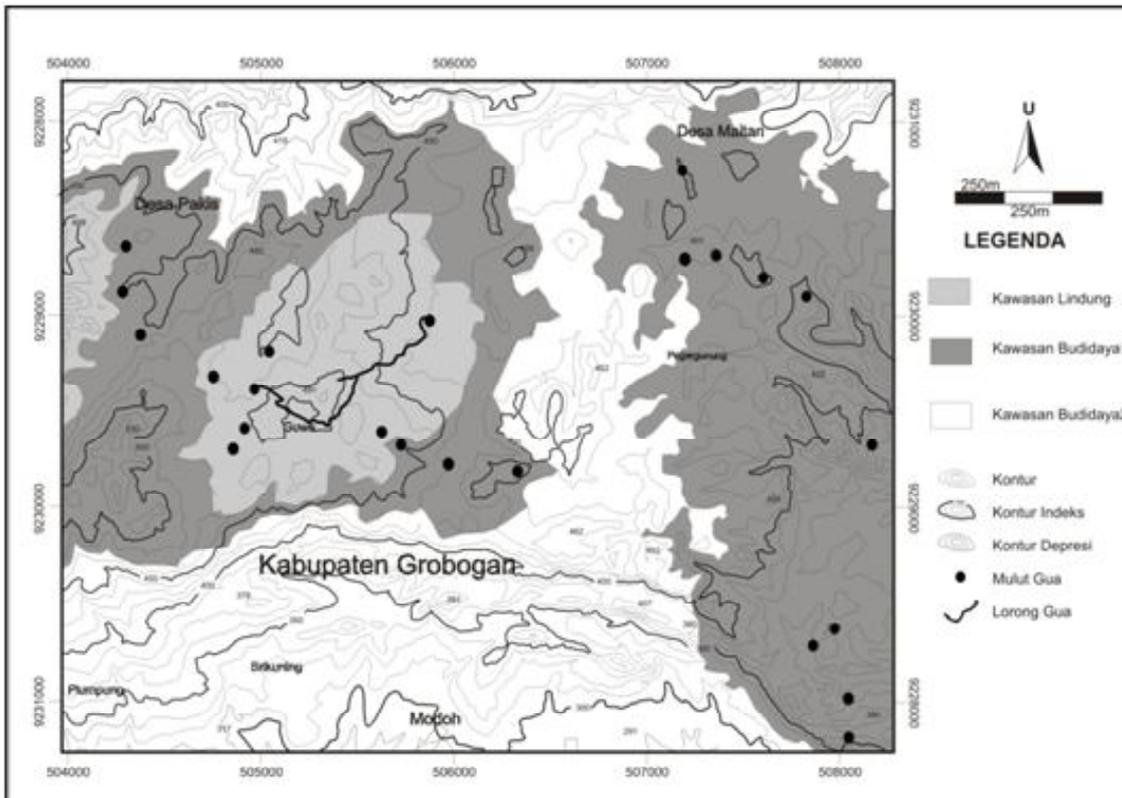
Zona Lindung

Zona Lindung merupakan zona inti dari lingkungan kars daerah penelitian. Secara geomorfologi merupakan eksokars, dan endokars. Pembentukan eksokars menghasilkan morfologi depresi, dan bukit-bukit kerucut. Endokars yang berkembang

adalah gua, yaitu Gua Urang. Ukuran panjang lorong gua 1,9 kilometer (yang terpetakan), tinggi lorong berkisar 1 - 20 m. Pembentukan gua masih aktif, hal ini ditandai dengan adanya sungai bawah tanah dan pertumbuhan ornamen. Pada dasar gua terbentuk sungai bawah tanah, dan pada atapnya tumbuh ornamen jenis *dripstone* yang masih berlangsung. Berdasarkan evaluasi unsur lingkungan geofisik, Zona Lindung memiliki nilai lebih dari 50.

Potensial sumberdaya alam Gua Urang terdiri dari batugamping, dan fosfat guano. Batugamping pembentuk gua merupakan *packstone* dengan komposisi mineral kalsit, fosil foraminifera planktonik dan material karbonat.

Tataguna lahan zona ini diperuntukkan sebagai permukiman, tegalan, dan kuari



Sumber: hasil analisis

Gambar 3. Peta Zonasi Pengembangan Wilayah

Tabel 2. Pemerian Zona Pengembangan Lingkungan Kars Gua Urang

Zona Pengembangan Lingkungan	Batuan	Sumberdaya Alam			Tataguna Lahan	Penambangan	Nilai Total
		Air	Bahan Galian	Gua			
Zona Lindung	Batugamping	sungai bawah tanah, mata air	-	Gua aktif	Permukiman Tegalan	Tidak dibolohkan	>50
Zona Budaya 1	Batugamping	Sungai kering	Fosfat gua	Gua tidak aktif	Permukiman Tegalan Tambang fosfat	Boleh, asal tidak merusak morfologi	32-50
Zona Budaya 2	Batugamping	Sungai kering	Batugamping	-	Permukiman Tegalan Tambang batugamping	Batugamping skala kecil dengan syarat	<32

Sumber: hasil analisis

pertambangan. Masyarakat sekitar gua sepakat melarang kegiatan penambangan batugamping, dengan tujuan menjaga sumberdaya air. Air gua urang memiliki kesadahan 253,50 mg/L CaCO_3 , kandungan Fe 0,02 mg/L, Mg 0,03 mg/L dan NO_3 0,29 mg/L. Kandungan bakteri Coliform masih dibawah ambang batas standar baku mutu air bersih

Rekomendasi pengembangan zona lindung diperuntukkan sebagai lokasi wisata, jenis wisata minat khusus, yaitu penelusuran lorong Gua Urang. Ornamen gua pada daerah mulut gua urang sangat sedikit ragamnya. Sebagian besar berupa stalaktit, hampir tidak terdapat ornamen pada lantai gua karena terdapat sungai bawah tanah. Semakin masuk ke dalam ornament semakin beragam, selain stalaktit juga terdapat *flowstone*.

Zona Budidaya 1

Zona Budidaya 1 secara spasial berada di sisi luar dari wilayah Zona Lindung. Secara geomorfologi merupakan eksokars, dan endokars. Pembentukan eksokars menghasilkan morfologi depresi, dan bukit-bukit kerucut. Frekuensi bukit kerucut satu sampai lima per 100 m. Endokars yang berkembang adalah gua, namun sudah tidak aktif, dicirikan tidak adanya tetes air-kars di ujung-ujung stalaktit, terbentuk ornamen jenis stalaktit dan stalagmit. Berdasarkan evaluasi unsur lingkungan geofisik, Zona Budidaya 1 memiliki nilai 32 – 50.

Potensial sumberdaya alam Zona Budidaya 1 terdiri dari batugamping, fosfat guano. Batugamping pembentuk lingkungan ini merupakan *packstone* dengan komposisi kalsit dan material karbonat.

Tataguna lahan zona ini diperuntukkan sebagai permukiman, tegalan, dan kuari penambangan fosfat guano.

Pada zona ini diperbolehkan kegiatan pertambangan, asalkan tidak merubah morfologi eksokars. Aktivitas penambangan fosfat sebagai model pertambangan yang dimaksud. Fosfat ini dimanfaatkan untuk campuran pupuk.

Zona Budidaya 2

Zona Budidaya 2 secara spasial berada paling luar, terjauh dari wilayah Zona Lindung. Secara geomorfologi merupakan eksokars. Pembentukan eksokars menghasilkan morfologi depresi, dan bukit-bukit kerucut. Frekuensi bukit kerucut berjumlah nol sampai 1 per 100 m. Berdasarkan evaluasi unsur lingkungan geofisik, Zona Budidaya 2 memiliki nilai kurang dari 32.

Potensial sumberdaya alam Zona Budidaya 2 terdiri dari batugamping. Batugamping pembentuk eksokars merupakan *packstone* dengan komposisi kalsit dan material karbonat.

Tataguna lahan zona ini diperuntukkan sebagai permukiman, perkebunan, dan kuari penambangan batugamping. Penambangan dirokemndasikan skala kecil, dengan syarat tertentu. Persyaratan yang dimaksud adalah kepastian kelayakan setelah dilakukan survei.

Pada zona ini diperbolehkan kegiatan pertambangan, asalkan tidak merubah morfologi eksokars. Aktivitas penambangan fosfat sebagai model pertambangan yang dimaksud. Fosfat ini dimanfaatkan untuk campuran pupuk.

KESIMPULAN DAN SARAN

Daerah Gua Urang dan sekitar, diamati secara geomorfologi permukaan (Gambar 2) merupakan perbukitan lingkungan kars, dengan sudut lereng maksimum 45° , elevasi

300 – 530 m dpl, dengan relief bukit maksimum 130 m. Karstifikasi di daerah ini menghasilkan eksokars mayor jenis bukit kerucut, dan depresi di antara bukit, serta endokars jenis gua yang di bawahnya berkembang sungai bawah tanah. Batuan pembentuk daerah Gua Urang adalah batugamping jenis packstone, dan struktur geologi pengontrol adalah lipatan amupun sesar-sesar yan berarah timurlaut – baratdaya.

Pengembangan lingkungan kars Gua Urang untuk wisata dibagi menjadi tiga zona, yaitu zona lindung, zona budidaya 1, dan zona budidaya 2. Zona Lindung merupakan zona inti lokasi wisata minat khusus penelusuran gua bagi wisatawan dan sebagai kawasan konservasi air. Zona Budidaya 1 sebagai zona penyangga, diperbolehkan penambangan fosfat guano secara terbatas, tanpa merusak morfologi lingkungan kars. Zona Budidaya 2, berfungsi sebagai zona penyangga pula, penambangan batugamping skala kecil diijinkan dengan syarat sebelumnya telah dilakukan survei kelayakan.

Gua Urang direkomendasikan untuk lokasi wisata, dengan mempertimbangkan keanekaragaman jenis wisata, dan memper-

banyak lokasi tujuan wisata, serta kepentingan pemerintah daerah Kabupaten Pati maupun Grobogan. Dua pemerintahan tersebut berkepentingan, dikarenakan Gua Urang termasuk dalam wilayah administrasinya.

Dari sudut pandang lingkungan kars, apabila lokasi wisata Gua Urang berhasil selain meningkatkan PAD, tercapai pula penyebaran informasi lingkungan kars secara umum. Luasan lingkungan kars di Pulau Jawa lebih kurang 5% dari seluruh permukaan daratan.

Kendala yang muncul terhadap rekomendasi di atas adalah infrastruktur jalan untuk sampai di Gua Urang. Utamanya jalan dari kota-kabupaten Pati masih belum mempesona mendukung pengembangan wisata ke Gua Urang. Dikarenakan wisata kars ini termasuk wisata minat khusus, utamanya bagi kawula muda, usaha pengembangannya masih terkendala sosialisasi kepada siswa sekolah-sekolah lanjutan, dan kelompok-kelompok pencinta alam. Alamiah lingkungan kars rentan mengalami degradasi ekosistem apabila padanya 'dimanfaatkan' berlebihan seperti sebagai lokasi wisata, hal ini merupakan kendala.

DAFTAR PUSTAKA

Anonimous, 1999, *Peta Rupabumi Digital Indonesia Lembar Tambakromo Nomor 1569-111*, Badan Koordinasi dan Pemetaan Nasional, Bogor, Indonesia.

Anonimous, 2000, *Keputusan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor 1456/K/20/MEM/2000, tentang Pedoman Pengelolaan Kawasan Kars*, Dept. ESDM, Jakarta.

Bloom, A. L., 1978, *Geomorphology : A systematic Analisis of Late Cenozoic Landforms*, Prentice Hall Englewood Cliffs, New Jersey.

Badri, I., Djarwoto, A., Sutarjan, W., dan Suhari, 1999, *Selection of Settlement Area Based*

- on Environmental Geological Aspects, *Proceedings of Indonesian Association of Geologists* - vol.IV, PP.33-39, The 28th Annual Convention, Jakarta.
- Moore, G.W., 1969, *Speleothem*, in: Fairbridge, R.W. (Ed), 1969, *The Encyclopedia of Geomorphology*, pp.1040-1041, Reinhold Book Cooperation, New York.
- Kusumayudha, S. B., 2004, *Mengenal Hidrogeologi Kars*, Pusat Studi Kars LPPM UPN "Veteran" Yogyakarta.
- Mukna, H.S., 2009, *Kebijakan Nasional Pengelolaan Kawasan Kars*, Kumpulan Makalah Workshop Nasional Kawasan Kars Indonesia.
- Pringgoprawiro, H., 1983, *Biostratigrafi dan Paleografi Cekungan Jawa Timur Utara Suatu pendekatan Baru*, Tesis untuk memperoleh gelar Doktor, ITB, Bandung.
- Ritter, D.F., 1978, *Process Geomorphology*, Wm. C. Brown Publisher, Iowa.
- Thornbury, W.D., 1969, *Principles of Geomorphology*, John Wiley & Sons, New York.
- Van Bemmelen, R.W., 1949, *The Geology of Indonesia*, Vol IA, Martinus Nijhoff, The Hague - Netherland.