

## **PERAN TELAGA DALAM PEMENUHAN KEBUTUHAN AIR KAWASAN KARST GUNUNGSEWU PASCA PEMBANGUNAN JARINGAN AIR BERSIH**

Oleh:

**Ahmad Cahyadi**

Departemen Geografi Lingkungan Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada Yogyakarta  
Kelompok Studi Karst Fakultas Geografi universitas Gadjah Mada

[ahmadcahyadi@geo.ugm.ac.id](mailto:ahmadcahyadi@geo.ugm.ac.id)

### **Abstrak**

Kawasan karst adalah kawasan yang terbentuk oleh proses pelarutan batuan karbonat sehingga menyebabkan kondisi kering di permukaan dan kaya air di bawah permukaan. Hal tersebut menyebabkan sumber air permukaan yang langka seperti telaga dan mataair menjadi sangat penting. Namun demikian, saat ini kawasan karst yang terdapat di Kabupaten Gunungkidul hampir semua telah terjangkau jaringan pipa air bersih. Hal ini tentunya akan menyebabkan ketergantungan terhadap telaga dan mataair menjadi berkurang. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui peranan telaga dalam pemenuhan kebutuhan air bersih di kawasan karst Kecamatan Semanu Kabupaten Gunungkidul pasca pembangunan jaringan pipa air bersih. Metode yang dilakukan adalah dengan melakukan wawancara mendalam (*In-depth interviews*) pada 30 blok permukiman yang terletak di kecamatan Semanu. Hasil penelitian menunjukkan bahwa saat ini telaga tidak lagi berfungsi untuk sumber pemenuhan air minum. Namun demikian telaga masih digunakan untuk mencuci, memandikan ternak, sumber air minum untuk ternak, serta tempat budidaya ikan yang dikelola oleh masyarakat secara bersama-sama.

Kata kunci: karst, telaga, kebutuhan air

### **Abstract**

Karst region is a region which is formed by the dissolution of carbonate rocks, causing dry conditions in surface and abundant subsurface water. This causes a rare source of surface water such as logva and springs in which they are very important. However, almost all of karst regions in Gunungkidul Regency have affordable water supply network recently. This will naturally reduce the dependence on the lake and the springs. The objective of this study is to determine the role of logva in the fulfilment of water needs in Gunungsewu karst area, Semanu sub District, Gunungkidul Regency in the post-development of water supply network. The research methods include conducting in-depth interviews in 30 residential blocks located in the Semanu sub District. The results show that the current logva is no longer working for the fulfillment of drinking water sources. However, the logva is still used for washing, bathing the cattle, serving as the source of drinking water for livestock, as well as for farming fish which are jointly managed by the community.

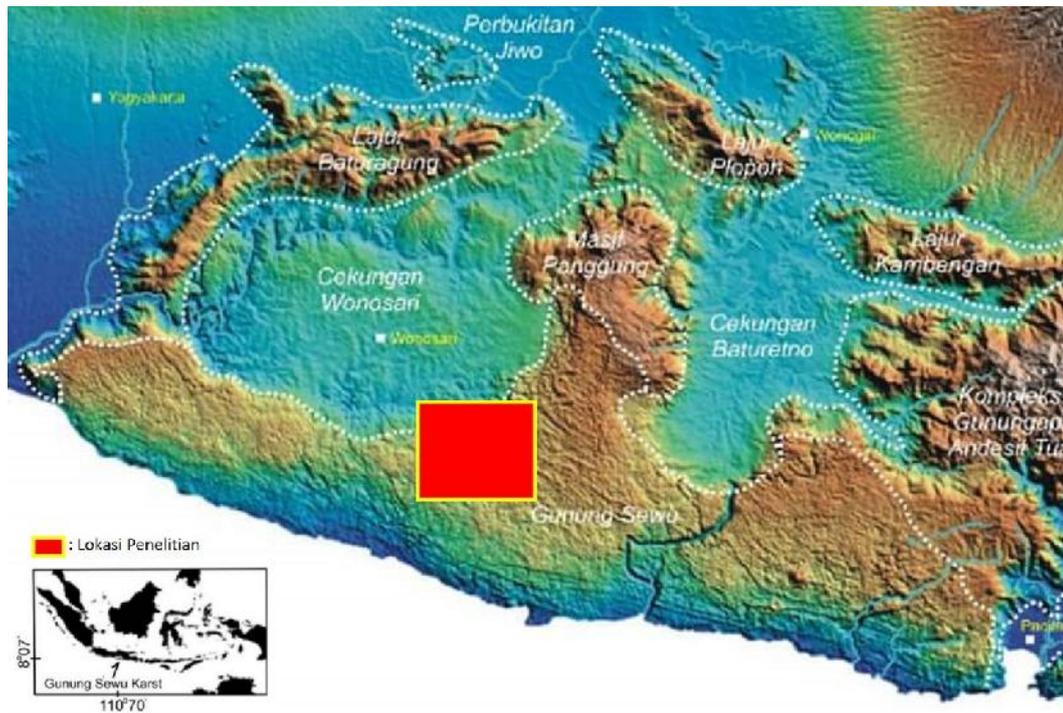
Keywords: karst, logva, water needs

## PENDAHULUAN

Milanovic (2004) menyebutkan bahwa karst adalah bentuklahan yang dominan terbentuk oleh pekarutan batuan gamping, dolomit, marmer, gipsum, dan batuan garam. Kawasan ini diperkirakan menutup kurang lebih 25% dari permukaan bumi (Milanovic, 2004) dan 20% dari wilayah Negara Kesatuan Republik Indonesia (Balasz, 1968). Proses pelarutan yang terjadi menyebabkan air permukaan dengan cepat meresap menuju sistem air bawah tanah akibat keberadaan diaklas-diaklas (retakan-retakan) serta lubang-lubang yang berukuran kecil/*diffuse*, sedang/*fissure* atau berukuran besar/*conduit* (White, 1988). Hal ini menyebabkan kondisi di permukaan tanah terkesan gersang berbatu serta banyak air di bawah permukaan (Cahyadi, 2010). Langkanya air permukaan menyebabkan sumber air dipermukaan berupa danau doline/telaga (logva) serta mata air di kawasan karst menjadi sangat penting untuk memenuhi kebutuhan air penduduk (Santosa, 2007).

Kawasan karst Gunungsewu adalah salah satu kawasan karst di Indonesia yang terkenal karena telah ditetapkan sebagai *world natural heritage* pada Tahun 2006. Kawasan ini memiliki karakteristik khusus berupa bukit karst yang menyerupai bentuk separuh batok kelapa/ kegelkarst (Tjia, 2013), sehingga penemuan bukit dengan bentuk tersebut di manapun kemudian akan disebut karst tipe Gunungsewu. Kawasan karst Gunungsewu tersusun atas batuan gamping berumur Neogen (Miosen Tengah sampai dengan Pleiosen Atas) (Haryono dan Day, 2005). Secara spasial, wilayah utara kawasan karst ini tersusun atas batuan gamping berlapis yang relatif lunak dan pada bagian selatan didominasi oleh batu gamping terumbu yang relatif lebih keras (Surono dkk., 1992; Rahadjo dkk., 1995). Sebagian kawasan ini masuk ke dalam wilayah administrasi Kabupaten Gunungkidul, yang meliputi Kecamatan Ponjong, Wonosari, Rongkop, Girisubo, Tepus, Tanjungsari, Semanu, Panggang, Paliyan, Playen dan Purwosari.

Haryono dkk (2009) menyebutkan bahwa sebelum tahun 1990-an 90% dari kebutuhan air di kawasan karst Kabupaten Gunungkidul dipenuhi dari telaga karst. Meskipun demikian, saat ini hampir semua permukiman di kawasan karst di Kabupaten Gunungkidul telah dijangkau oleh jaringan pipa PDAM yang memanfaatkan sumber air dari sungai bawah tanah (Suryono, 2006). Kondisi ini tentunya akan menyebabkan perubahan tingkat ketergantungan masyarakat terhadap sumber air yang lain seperti telaga dan mata air di kawasan karst. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui peran telaga di Kawasan Karst Gunungsewu dalam pemenuhan kebutuhan air pasca pembangunan jaringan air bersih oleh pemerintah. Namun demikian karena keterbatasan waktu dan biaya, maka penelitian ini hanya mengambil studi kasus di kawasan karst yang terletak di Kecamatan Semanu Kabupaten Gunungkidul (Gambar 1). Hal ini karena tiga dari lima sumber air yang digunakan untuk sumber air PDAM terletak di Kecamatan Semanu, sehingga kemungkinan dengan jarak yang dekat ini seluruh wilayah dari kecamatan ini telah terakses jaringan pipa PDAM.



Gambar 1. Lokasi Penelitian di Kawasan Karst Gunungsewu

## METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan wawancara mendalam (*in-depth interviews*) pada setiap blok permukiman yang didasarkan pada peta penggunaan lahan yang diekstrak dari peta Rupa Bumi Indonesia (RBI) skala 1: 25.000 terbitan Badan Koordinasi Survei dan Pemetaan Nasional (BAKOSURTANAL). Hal ini didasari kenyataan bahwa pola permukiman yang terdapat di kawasan karst adalah mengelompok (Marfai, 2011). Jumlah blok permukiman yang terdapat di wilayah kajian adalah 30, sehingga jumlah responden yang digunakan dalam penelitian ini berjumlah 30 orang. Selain itu, kegiatan ini akan melakukan perbaharuan data pemanfaatan telaga yang pada tahun 2007 telah dilakukan penelitian serupa oleh Badan Perencanaan Pembangunan Daerah (Bappeda) Kabupaten Gunungkidul.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Sumber air bersih yang didistribusikan oleh PDAM Kabupaten Gunungkidul bersumber dari lima sumber utama. Kelima sumber air yang digunakan adalah Bribin 1, Bribin 2 (Sindon), Seropan, Baron dan Ngobaran. Keseleruhan sumber air yang digunakan berasal dari aliran sungai bawah tanah. Hasil wawancara mendalam di lokasi penelitian menunjukkan bahwa lokasi penelitian termasuk dalam jaringan air bersih yang berasal dari Bribin 1 dan 2 serta Seropan. Hal yang sama dikemukakan pula oleh Suryono (2006) seperti ditampilkan pada Tabel 1. Terbatasnya jumlah aliran air yang mampu didistribusikan menyebabkan aliran air dari PDAM dilakukan secara bergilir, di mana wilayah yang sama akan teraliri dua hari dalam seminggu. Kondisi ini menyebabkan masyarakat sebanyak

mungkin mengalirkan air dari PDAM pada saat air PDAM mengalir sampai tampungan air berupa penampungan air hujan (PAH) penuh.

Tabel 1. Sistem Pelayanan Air Bersih PDAM Gunungkidul

Sistem	Daerah Pelayanan	Jumlah Sambungan Hidran Umum	Jumlah Sambungan Saluran Rumah Tangga	Jumlah Dusun dan Desa Yang Terlayani
Bribin 1 dan 2	Kecamatan Semanu, Tepus, Rongkop, dan Girisubo	510	7.387	134 dusun; 21 desa
Seropan	Kecamatan Semanu, Ponjong, Karangmojo, dan Wonosari	115	7.292	134 dusun; 21 desa
Baron	Kecamatan Tanjungsari	57	874	32 dusun; 4 desa
Ngobaran	Kecamatan Saptosari, Purwosari dan Panggang	180	6.811	152 dusun; 40 desa

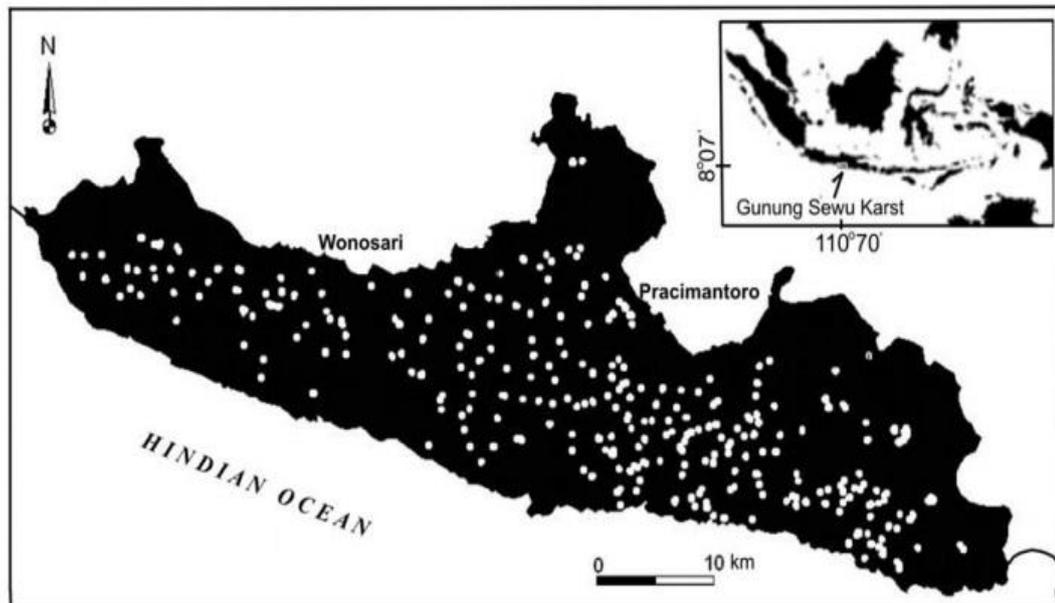
Sumber: Suryono (2006)

Secara keseluruhan, jumlah telaga karst di Kabupaten Gunungkidul adalah sejumlah 281 (Bappeda Kabupaten Gunungkidul, 2007). Secara spasial, telaga terdapat di 10 dari 18 kecamatan di Kabupaten Gunungkidul. Hal ini karena kawasan karst di Kabupaten Gunungkidul hanya terdapat di bagian selatan. Bagian tengah kabupaten gunungkidul berupa Cekungan Wonosari yang relatif landai dan pada bagian utara didominasi oleh batuan gunungapi purba yang mengalami proses structural membentuk Pegunungan Baturagung. Detail jumlah telaga di masing-masing kecamatan di Kabupaten Gunungkidul ditunjukkan oleh Tabel 2, sedangkan sebaran secara spasial ditunjukkan oleh Gambar 2.

Tabel 2. Jumlah dan Volume Telaga di Kabupaten Gunungkidul

No.	Kecamatan	Jumlah Telaga	Volume Telaga (m <sup>3</sup> /th)	
			Kemarau	Penghujan
1.	Paliyan	10	0 – 192.000	8.400 – 288.000
2.	Saptosari	21	0 – 900.000	1.875 – 1.125.000
3.	Purwosari	31	0 – 4.500	40 – 12.000
4.	Panggang	22	0 – 3.000	7,2 – 15.000
5.	Tepus	32	0 – 4.500	375 – 72.000
6.	Tanjungsari	27	0 – 10.000	48 – 32.400
7.	Semanu	42	0 – 168.750	675 – 210.000
8.	Ponjong	21	0 – 600.000	1.000 – 1.200.000
9.	Rongkop	48	0 – 16.800	600 – 33.600
10.	Girisubo	27	0 – 13.500	675 – 40.000

Sumber: Bappeda Kabupaten Gunungkidul (2007)



Gambar 2. Sebaran Telaga di Kabupaten Gunungkidul (Haryono dkk., 2009)

Jumlah telaga di Kecamatan Semanu cukup banyak, tercatat ada 42 telaga yang tersebar di semua desa yang terdapat di Kecamatan Semanu. Hasil pengamatan dan wawancara menunjukkan bahwa hampir semua telaga mengalami kondisi kering ketika musim kemarau. Hanya terdapat 5 telaga yang tidak mengalami kekeringan pada saat musim kemarau yaitu Telaga Bogosari di Desa Candirejo, Telaga Jonge, Telaga Ledok dan Telaga Lebu di Desa Pacarejo, Telaga Mijahan di Desa Semanu.

Hasil wawancara mendalam menunjukkan bahwa pada masa lalu ketika jaringan air bersih belum ada, masyarakat menggunakan telaga untuk memenuhi kebutuhan air minum, memasak, mencuci, memandikan ternak serta untuk sumber air bagi ternak. Hal ini dilaporkan juga oleh Worosuprojo (1997) dan Santosa (2007) yang menyebutkan bahwa telaga memiliki peranan yang sangat penting dalam pemenuhan kebutuhan air di kawasan karst Kabupaten Gunungkidul, khususnya pada saat musim kemarau. Kondisi ini disebabkan karena kebutuhan air pada musim dipenuhi dari air hujan, di mana pada musim kemarau curah hujan yang jatuh sangat sedikit atau bahkan tidak ada. Pemanenan air hujan umumnya dilakukan dengan mengalirkan air hujan yang jatuh pada atap rumah ke tempat penampungan air hujan (PAH).

Hasil analisis menunjukkan saat ini telaga di Kecamatan Semanu tidak ada lagi yang digunakan sebagai sumber air minum (Tabel 3), padahal kajian Bappeda Kabupaten Gunungkidul tahun 2007 menyatakan masih terdapat 6 telaga yang digunakan untuk sumber air minum. Meskipun demikian, masyarakat di kawasan karst Kecamatan Semanu menganggap keberadaan telaga masih menjadi bagian penting dalam pemenuhan kebutuhan air. Hal ini karena saat ini telaga masih digunakan untuk mencuci, memandikan ternak, sumber air minum untuk ternak, serta tempat budidaya ikan yang dikelola oleh

masyarakat secara bersama-sama (Gambar 3). Selain itu, persepsi tentang telaga sebagai bagian penting dalam pemenuhan kebutuhan air di kawasan karst dapat dilihat dari perilaku masyarakat dalam menjaga kondisi telaga seperti adanya larangan menebang pohon di sekitar telaga dan penghijauan wilayah di sekitar telaga. Namun demikian, kondisi beberapa telaga yang telah mati dan tidak lagi tergenang air (hanya tergenang dalam waktu sangat singkat setelah hujan atau bahkan menjadi tegalan) akibat pendangkalan menyebabkan masyarakat menjadikannya tanah kas dusun yang di sewakan untuk kegiatan pertanian. Setiap awal tahun tanam, dilakukan lelang bagi masyarakat yang berminat untuk mengolah tanah bekas telaga. Pemenang lelang dapat mengolah lahan bekas telaga selama satu tahun. Kondisi ini terjadi misalnya di telaga Ploso, Dusun Ploso, Desa Dadapayu.

Tabel 3. Pemanfaatan Telaga di Kecamatan Semanu

No	Nama Telaga	Dusun/Dukuh	Desa	Volume Rerata (m <sup>3</sup> )	Pemanfaatan Air
1	Mijahan	Mijahan	Semanu	4.500	Mandi, mencuci, ternak, perikanan
2	Pragak	Pragak	Semanu	12.000	Mandi, mencuci, ternak, perikanan, pertanian
3	Pragak	Pragak	Semanu	225	pertanian
4	Tambak	Tambakrejo	Semanu	78.750	Mandi, mencuci, ternak, pertanian
5	Clorot	Clorot	Semanu	0	Tidak ada
6	Jemblong	Pucangsari	Candirejo	0	Tidak ada
7	Ceblok	Pucangsari	Candirejo	3.000	Mandi, mencuci, ternak
8	Nangsri	Nangsri Lor	Candirejo	18.000	Mandi, mencuci, ternak, perikanan
9	Kedukan	Plebengan	Candirejo	2.730	Mandi, mencuci, ternak, perikanan
10	Bowongan	Panggul	Candirejo	900	Mandi, mencuci, ternak, perikanan
11	Bogosari	Gunung Kulir	Candirejo	13.000	Mandi, mencuci, ternak, perikanan
12	Lemahmendak	Kropak	Candirejo	1.800	Mandi, mencuci, ternak, perikanan, pertanian
13	Srilulut 1	Serpeng	Pacarejo	168.750	Mandi, mencuci, ternak, perikanan
14	Srilulut 2	Serpeng	Pacarejo	60.000	Mandi, mencuci, ternak, perikanan
15	Pacing	Pacing	Pacarejo	3.750	Mandi, mencuci, ternak, perikanan
16	Dengok	Dengok	Pacarejo	22.500	Mandi, mencuci, ternak, perikanan

17	Mendak	Dengokngampu	Pacarejo	800	Mandi, mencuci, ternak, perikanan
18	Ginaru	Dengok	Pacarejo	0	Tidak ada
19	Sureng	Jasem	Pacarejo	12.500	Mandi, mencuci, ternak, perikanan
20	Ledok	Kuwon	Pacarejo	19.800	Mandi, mencuci, ternak, perikanan
21	Lebuh	Kuwon	Pacarejo	480	Mandi, mencuci, ternak, perikanan, pertanian
22	Tanjung	Kwangen	Pacarejo	15.750	Mandi, mencuci, ternak, perikanan, Pertanian
23	Jonge	Jonge	Pacarejo	36.000	Mandi, mencuci, ternak, perikanan, perikanan
24	Jetis	Jetis	Pacarejo	9.600	Mandi, mencuci, ternak, perikanan, pertanian
25	Gandu	Piyuyon	Pacarejo	7.425	Mandi, mencuci, ternak, perikanan
26	Krecek	Banyumanik	Pacarejo	200	Mandi, mencuci, ternak, perikanan
27	Jambe	Dayakan	Dadapayu	0	Ternak
28	Tirisan	Kerdon	Dadapayu	187.5	Mandi, cuci, ternak, perikanan
29	Sempon	Sempon	Dadapayu	588	Mandi, mencuci, ternak, perikanan
30	Badut	Dedel	Dadapayu	200	Mandi, mencuci, ternak, perikanan
31	Petit	Dedel	Dadapayu	0	Ternak, perikanan
32	Belik	Pomahan	Dadapayu	5.200	Ternak, perikanan
33	Widoro	Karang Tengah	Dadapayu	1.575	Mandi, mencuci, ternak, perikanan
34	Sentul	Ploso	Dadapayu	0	Tidak ada
35	Ngepung	Nongkosingit	Dadapayu	0	Tidak ada
36	Wuluh	Nongkosingit	Dadapayu	0	Tidak ada
37	Bolang	Pacar	Dadapayu	960	Mandi, mencuci
38	Sangu Pati	Jragum	Ngeposari	0	Tidak ada
39	Gesing	Jragum	Ngeposari	0	Tidak ada
40	Pego	Jragum	Ngeposari	0	Tidak ada
41	Peden	Wediutah	Ngeposari	13.125	Ternak
42	Tlempek	Sumuluh Lor	Ngeposari	0	Tidak ada

Sumber: Perbaruan Data Bappeda (2007) dan Analisis Data Hasil Penelitian



Gambar 3. Pemanfaatan Telaga Nangsri untuk Memandikan ternak, Mencuci dan Mandi

Hasil wawancara mendalam mengungkap fakta bahwa banyak telaga di kawasan karst Kecamatan Semanu telah mengalami kerusakan. Kerusakan terjadi akibat pendangkalan dan terbukanya sistem saluran bawah tanah akibat pengerukan saat dilakukan pembangunan talut. Telaga Pego yang terletak di Dusun Gemulung, Desa Ngeposari misalnya, mengalami pendangkalan yang hebat sejak dilakukannya penebangan kayu secara ilegal dan pengolahan tegalan pada perbukitan di sekitarnya. Kondisi ini mulai terjadi pada Tahun 1980-an. Selain itu, beberapa responden mengungkapkan bahwa banyak telaga yang menjadi kering pada saat musim kemarau sejak dilakukan pembangunan talut oleh pemerintah (beberapa menyebutkan dilakukan melalui program ABRI masuk desa) yang banyak terjadi pada Tahun 1980-an sampai awal 1990-an. Kondisi ini misalnya terjadi di Telaga Bulu, Dusun Bulu serta Telaga Plebengan di Dusun Plebengan, Desa Candirejo (Gambar 4). Hal ini terjadi akibat proses pembangunan yang dilakukan dengan pengerukan tanah di dalam telaga telah membuka saluran atau lubang yang menghubungkan dengan sistem sungai bawah tanah. Lubang tersebut awalnya tertutup oleh sedimen lempung yang tidak tembus air (*impermeable*), namun karena pengerukan makan lubang atau lorong tersebut terbuka di bagian bawah atau samaping telaga. Kondisi tersebut menyebabkan kapasitas telaga berkurang serta resapan ke dalam sistem sungai bawah tanah menjadi lebih banyak sehingga pada musim kemarau telaga menjadi kering.



Gambar 4. Telaga Plebengan Lor yang Selalu Kering saat Musim Kemarau Pasca di Talud

Haryono dkk. (2009) menyebutkan bahwa umumnya telaga di kawasan karst Gunungsewu memiliki 3 masalah lingkungan utama, yaitu berkurangnya kapasitas simpanan air, kehilangan air yang cepat dan semakin menurunnya kualitas air. Kondisi tersebut semuanya terjadi di telaga-telaga di Kecamatan Semanu. Berkurangnya kapasitas tampungan disebabkan karena berkurangnya volume telaga yang disebabkan oleh sedimentasi material yang berasal dari daerah tangkapan air telaga. Kehilangan air telaga yang begitu cepat dipengaruhi oleh (1) semakin sedikitnya imbuhan akibat semakin tipisnya tanah pada daerah tangkapan air telaga sehingga air langsung masuk ke zona epikarst, (2) berkurangnya vegetasi di sekitar telaga yang menyebabkan penguapan menjadi sangat tinggi karena suhu meningkat dan kecepatan angin di atas telaga semakin tinggi, (3) pengerukan bagian bawah telaga yang menyebabkan kebocoran menuju ke sistem sungai bawah tanah. Permasalahan penurunan kualitas air pada telaga disebabkan oleh penggunaan bahan kimia dalam aktivitas mandi dan mencuci, serta pencemaran yang berasal dari kegiatan pertanian di daerah tangkapan air dari telaga.

## **SIMPULAN**

Hasil penelitian menunjukkan bahwa telaga di kawasan karst Kecamatan Semanu Kabupaten Gunungkidul saat ini sudah tidak lagi digunakan sebagai sumber air minum. Namun demikian telaga masih digunakan untuk mencuci, memandikan ternak, menyirami tanaman, budidaya ikan air tawar dan sumber air bagi minum ternak. Hal ini berarti bahwa pasca pembangunan jaringan air bersih oleh PDAM telaga masih memberikan kontribusi yang besar bagi pemenuhan kebutuhan air di kawasan karst Kecamatan Semanu Kabupaten Gunungkidul, meskipun perannya sudah tidak sebesar masa lalu.

## SARAN

Pengelolaan telaga hendaknya tetap terus dilakukan dan diupayakan karena telaga di kawasan karst masih berperan besar dalam pemenuhan kebutuhan air penduduk. Namun demikian diperlukan suatu kajian tentang pengelolaan telaga yang berkelanjutan. Keluhan masyarakat terkait dengan kerusakan sejumlah telaga pasca pengelolaan secara teknik konvensional hendaknya memberikan suatu pembelajaran bagi pengelolaan telaga di masa mendatang. Selain itu, Pengelolaan wilayah tangkapan air dengan menetapkan sebagai kawasan berfungsi lindung dengan pembuatan mikro-zonasi tertentu patut diusahakan agar keberadaan telaga yang masih potensial dapat dijaga keberadaannya.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih penulis sampaikan kepada Dr. Suyono, M.S., Hendy Fatchurohman, S.Si., dan Muhammad Azis Ramdhani, S.Si. atas diskusi menarik, saran, dan masukan selama penyusunan paper ini. Penulis juga menyampaikan terima kasih kepada pemerintah kecamatan dan desa di Kecamatan Semanu yang telah mengizinkan dan membantu pelaksanaan penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Balasz. 1968. Karst Region in Indonesia. *Karszt-Es Barkangkutatas-Volume V*. Budapest.
- Bappeda Kabupaten Gunungkidul. 2007. Penyusunan Neraca Air Kabupaten Gunungkidul, Daerah Istimewa Yogyakarta. *Laporan Penelitian*. Wonosari: Bappeda Kabupaten Gunungkidul.
- Cahyadi, A. 2010. Pengelolaan Kawasan Karst dan Peranannya dalam Siklus Karbon di Indonesia. *Prosiding Seminar Nasional Perubahan Iklim di Indonesia*. Yogyakarta: Sekolah Pasca Sarjana UGM Yogyakarta.
- Haryono E. dan Day, M. 2004. Landform Differentiation within The Gunung Kidul Kegelkarst, Java Indonesia. *Journal of Cave and Karst Studies* 66 (2): 62-68.
- Haryono, E.; Adji, T.N. dan Widyastuti, M. 2009. Environmental Problems Of *Telaga* (Doline Pond) in Gununsewu Karst, Java Indonesia. dalam White, W.B. 2009. *Proceeding 15th International Congress of Speleology, Volume II*. Texas: UIS.
- Marfai, M.A. *Pengantar Pemodelan Geografi*. Yogyakarta: Badan Penerbit Fakultas Geografi (BPFGE) Universitas Gadjah Mada.
- Milanovic, P.T. 2004. *Water Resources Engineering in Karst*. Boca Raton, Florida: CRC Press.
- Rahadjo, W.; Rumidi, S. dan Rosidi, H.M.D.. 1995. *Peta Geologi Lembar Yogyakarta, Jawa*. Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Badan Geologi.
- Santosa, L.W. 2007. Kerusakan Telaga Dolin dan Faktor-Faktornya di Wilayah Perbukitan Karst Kabupaten Gunungkidul. *Jurnal Kebencanaan Indonesia*, 1(3): 176-193.
- Surono; Toha, B. dan Sudarno J. (1992) *Peta Geologi Lembar Surakarta-Girintontro, Jawa*. Bandung Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Badan Geologi.
- Suryono, T. 2006. Pengelolaan Sumber Air Bawah Tanah Sungai Bribin. *Gunung Sewu Indonesian Cave and Karst Journal*, 2(1): 37-52.

- Tjia, H.D. 2013. Morphostructural Development of Gunungsewu Karst, Jawa Island. *Indonesian Journal of Geology*, 8(2): 75-88.
- White, W.B. 1988. *Geomorphology and Hydrology of Karst Terrains*. New York: Oxford University Press.
- Worosuprojo, Suratnan. 1997. Kajian Ekosistem Karst di Kabupaten Gunung Kidul Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. *Laporan Penelitian*. Yogyakarta: Fakultas Geografi UGM Yogyakarta dan Biro Bina Lingkungan Hidup Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta.