

## THE USE OF UNDERGROUND RIVER WATER ON CREATIVE AGRICULTURE IN DRY LAND KARST REGION

Priyono<sup>1</sup>, Choirul Amin<sup>2</sup>, and Arif Jauhari<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup>Lecturer of Geography Faculty UMS, <sup>3</sup>Activist of KMPA Giri Bahama UMS

<sup>1</sup>[pri222@ums.ac.id](mailto:pri222@ums.ac.id), <sup>2</sup>[ca122@ums.ac.id](mailto:ca122@ums.ac.id), <sup>3</sup>[kbg.btx@gmail.com](mailto:kbg.btx@gmail.com)

### Abstract

*Dryness is a phenomenon that is often found in karst areas in various parts of the world. Karst areas have very limited surface water resource availability. Surface water is only found in ponds where there are not many. Like most areas of karst, Pucung village Eromoko District of Wonogiri that located in Gunung Sewu karst region, have difficulty to get clean water for daily use. However, although dry on the surface, Pucung village has potential resources of underground water in the form of an underground river in Goa Suruh Corridor. This paper describes the use of these underground river water to develop creative agriculture in dry land on karst region in Pucung village. The lifting of underground river water from Goa Suruh corridor has successfully completed the issue of drought and simultaneously generate expenditure savings to buy clean water up to 1,500 %. Water use were developed not only for domestic use (drinking, bathing, washing) but also for productive activities that can increase family income by growing vegetables in polybag and catfish farming in tarp pool. Vegetable farming using polybags is suitable on dry land in the Pucung village because it is very efficient in the use of water. Meanwhile, catfish livestock in the tarp pool in addition to more practical, easy to apply in a limited area and the production cost is cheaper than permanent pool. Agricultural yields with polybag media and catfish tarp pool can meet the needs of vegetables and fish (protein) that gives residents expenditure savings. In addition, the harvest is also sold to earn more income.*

**Keywords:** *underground river water, creative agriculture, dry land, karst region*

### 1. PENDAHULUAN

Kegersangan merupakan fenomena di daerah karst di berbagai belahan dunia. Kawasan karst memiliki ketersediaan sumberdaya air permukaan sangat terbatas. Kondisi permukaan daerah karst pada umumnya kering dan kritis. Tanah kapur dan batuan karst membuat air langsung meresap ke dalam tanah. Air permukaan hanya dijumpai pada daerah telaga yang jumlahnya relatif sangat sedikit.

Salah satu desa yang terletak di kawasan karst adalah Desa Pucung Kecamatan Eromoko Kabupaten Wonogiri yang berada di kawasan karst Gunung Sewu. Karst di Desa Pucung merupakan karst hulu (*upstream head*) Gunung Sewu karena letaknya di pinggir utara bila diasumsikan per lapisannya miring ke selatan. Seperti umumnya daerah karst, permasalahan utama adalah kekeringan pada musim kemarau. Demikian pula dengan masyarakat Desa Pucung pada musim kemarau

mengalami kesulitan memperoleh air untuk keperluan sehari-hari. Terdapat 7 Dusun yang pada saat musim kemarau yang selalu kekurangan air bersih untuk keperluan sehari-hari meliputi dusun Turi, Jalakan, Kangkung, Gundi, Mijil, Brengkut dan Pule. Ke 7 dusun ini terdiri dari 444 Kepala keluarga atau 2354 jiwa.

Usaha masyarakat untuk mencukupi kebutuhan air minum sudah dilakukan. Namun upaya yang dilakukan masih seadanya dan sangat tergantung pada kondisi alam. Membuat bak penampung air hujan atau membuat lobang dan cekungandi sekitar telaga adalah salah satu usaha yang telah dilakukan. Bak penampung air hujan terutama untuk persiapan menjelang musim kemarau. Sedangkan membuat lobang atau cekungan di sekitar telaga dilakukan setelah telaga mulai surut (pertengahan musim kemarau) dengan harapan air dari lobang atau cekungan tadi telah terfilter oleh tanah. Pada puncak musim kemarau, warga terpaksa membeli dengan harga yang mahal untuk

memenuhi kebutuhan air bersih.

Kondisi daerah karst memang kering di permukaan namun di bawah permukaan menyimpan cadangan air. Hal ini disebabkan karst merupakan daerah yang dapat menangkap atau menjebak air hujan. Air hujan yang jatuh mengisi depresi-depresi (morfologi negatif) dan selanjutnya memasuki rongga-rongga, gua-gua atau luweng. Kondisi ini menyebabkan air hujan cepat mengalami pengatusan. Besarnya porositas sekunder (rongga-rongga lain akibat pelarutan, tunjaman akar vegetasi atau celah akibat patahan) daerah karst mempercepat pengatusan. Hal ini menyebabkan konsentrasi air lebih banyak di bawah permukaan yang membentuk sistem-sistem aliran yang selanjutnya berkembang menjadi sungai bawah tanah.

Kawasan karst Gunung Sewu juga dicirikan oleh banyak terdapat goa, cekungan tertutup, dan drainase bawah tanah. Pada tahun 2000 Keluarga Mahasiswa Pecinta Alam (KMPA) Giri Bahama Fakultas Geografi UMS mengadakan *caving* pada goa-goa di Desa Pucung. Penelusuran goa ini menemukan sebuah sungai bawah tanah di koridor Goa Suruh yang merupakan satu-satunya goa di antara 5 goa yang ditelusuri yang memiliki aliran sungai bawah tanah.

Medan untuk masuk ke sungai bawah tanah tidaklah mudah. Sekitar 30 meter dari mulut goa, penyusur bertemu dengan lubang pertama yang hanya cukup dimasuki oleh 3 orang. Kemudian penyusur harus melalui lubang vertikal sepanjang 17 meter. Selanjutnya landai, namun tak jauh kemudian ada lubang lagi yang tinggi vertikalnya sekitar 11 meter, setelah itu barulah sampai di sungai bawah tanah.

Penemuan sungai bawah tanah tersebut memantik ide bagaimana memanfaatkan air sungai bawah tanah tersebut untuk memenuhi kebutuhan air penduduk Desa Pucung. Sebab seperti umumnya kawasan karst, permasalahan utama penduduk desa Pucung adalah kesulitan air bersih terutama pada puncak musim kemarau.

Terdapat 7 dusun di Desa Pucung bagian utara yang ditinggali lebih dari 2.000 jiwa yang selalu mengalami kekurangan air

bersih untuk keperluan sehari-hari. Bahkan pada puncak musim kemarau mereka harus membeli air dengan harga tinggi dari penjual air yang datang menggunakan truk tangki air. Hal ini terjadi karena kawasan karst pada umumnya memiliki sumberdaya air permukaan yang sangat sedikit. Air permukaan hanya dijumpai pada telaga yang jumlahnya relatif sangat sedikit. Akumulasi air di daerah karst terdapat pada bagian bawah permukaan berupa sungai bawah tanah yang berada pada koridor goa-goa yang banyak terdapat di kawasan karst.

Civitas akademika Fakultas Geografi UMS (dosen dan mahasiswa) melihat potensi sungai bawah tanah di Goa Suruh dapat menjadi solusi atas kesulitan air bersih di daerah tersebut. Kemudian dilakukan berbagai kegiatan untuk persiapan pengangkatan air sungai bawah tanah Goa Suruh. Selanjutnya dirancang proyek pemanfaatan air sungai bawah tanah tersebut untuk pemenuhan kebutuhan air bersih bagi masyarakat Desa Pucung bagian utara yang setiap musim kemarau selalu mengalamai kekeringan. Program ini dibagi menjadi 3 tahap kegiatan yaitu: (1) eksplorasi goa an sungai bawah tanah, (2) pra-pengangkatan, (3) pengangkatan, dan (4) pasca-pengangkatan air.

Makalah ini mendiskripsikan tahap ke-4 dari program ini, yaitu pemanfaatan air sungai bawah tanah yang telah berhasil diangkat dari dalam koridor Goa Suruh untuk pengembangan pertanian kreatif di lahan gersang.

## 2. METODE

Metode yang digunakan adalah metode penelitian survey, eksplorasi goa, interpretasi foto udara dan analisa data sekunder. Metode yang digunakan pada tiap tahapan proses pengangkatan sumberdaya air bawah tanah adalah:

### 1. Tahap eksplorasi goa dan sungai bawah tanah

Metode yang digunakan pada tahap ini adalah metode survey, yaitu dengan menelusuri goa-goa yang terdapat di Desa Pucung. Tujuan survey ini adalah untuk menginventarisasi sumber mata air dan sungai bawah tanah. Hasil dari survey ini menemukan sungai bawah tanah di koridor Goa Suruh yang memiliki potensi

untuk digunakan sebagai sumber air bagi masyarakat.

## 2. Tahap pra pengangkatan

Pada tahap ini digunakan metode survey untuk mengetahui pola konsumsi air penduduk Desa Pucung. Selain itu juga dilakukan kerja lapangan berupa pengukuran debit air sungai bawah tanah tersebut.

## 3. Tahap pengangkatan air sungai bawah tanah

Setelah diketahui pola konsumsi air penduduk dan debit air sungai bawah tanah tersebut maka kemudian dilakukan gotong royong pengangkatan air agar air dapat dimanfaatkan oleh masyarakat. Gotong royong pengangkatan air sungai bawah tanah dimulai dengan pembuatan jalan setapak menuju mulut goa, pembangunan bendungan air sungai bawah tanah, pemasangan pompa *submersible* (pompa rendam), instalasi pipa, instalasi listrik, dan pembuatan reservoir (bak penampung).

## 4. Tahap pasca pengangkatan air sungai bawah tanah

Tahap selanjutnya adalah mengelola air sungai bawah tanah yang telah terangkat ke permukaan dapat terdistribusi dengan baik dan dimanfaatkan secara optimal. Tahap ini meliputi kegiatan pembentukan organisasi pengelola, pelatihan dan penyuluhan, penyempurnaan jaringan primer dan reservoir. Pada tahap ini dilakukan pemberdayaan masyarakat setempat agar mampu *manage* distribusi air secara adil dan berkelanjutan serta mampu memanfaatkannya untuk meningkatkan kesejahteraan.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### Deskripsi Daerah Penelitian

Desa Pucung terletak pada Kecamatan Eromoko, Kabupaten Wonogiri, Provinsi Jawa Tengah dengan jumlah penduduk sebesar 4.139 jiwa yang meliputi 15 dusun dengan luas wilayah sebesar 1.732,1 ha, sehingga kepadatan penduduknya adalah 2,5 jiwa/ha.

Terdapat 7 dusun di Desa Pucung yang selalu kekurangan air bersih pada musim kemarau meliputi Dusun Turi, Kangkung,

Brengkut, Pule, Gundi, Jalakan dan Mijil yang memiliki jumlah penduduk sebesar 1.940 jiwa, sedangkan kebutuhan air di dusun lainnya terpenuhi oleh mata air dan sumur yang tidak pernah kering walaupun musim kemarau. Peta administrasi Desa Pucung dapat dilihat pada lampiran 1.

Mata pencaharian utama penduduk Desa Pucung adalah petani, sedangkan sebagian penduduk lainnya mempunyai mata pencaharian sebagai pegawai baik pemerintahan ataupun swasta, guru, tukang bangunan (tukang batu atau tukang kayu), dan karyawan. Pendapatan rata-rata tiap KK adalah sebesar Rp 600.000/bulan. Sebagian besar dari mereka masih menggantungkan kayu yang ada disekitar pekarangannya untuk energi memasak, dan sebagian kecil menggunakan gas terutama masyarakat kelas ekonomi keatas.

Penduduk Desa Pucung yang tinggal di perbukitan karst konikal dihadapkan pada kondisi alam yang sulit untuk mendapatkan air. Pemenuhan kebutuhan air sehari-hari dilakukan dengan mengambil di dalam goa, mata air, pusat-pusat dolina, polje atau bentukan-bentukan karst lainnya. Penduduk Desa Pucung sebagai bagian kawasan karst di Kabupaten Wonogiri, pada umumnya membangun tandon-tandon air yang berfungsi untuk menampung air pada musim penghujan. Fungsi tandon-tandon air pada musim kemarau sebagai penampung air yang dibelidari daerah lain menggunakan mobil tangki air. Menurut hasil wawancara dengan beberapa penduduk Desa Pucung umumnya satu keluarga atau rumah membeli sekitar 4 sampai 6 tangki setiap musim kemarau. Kebutuhan ini bervariasi menyesuaikan dengan jumlah anggota keluarga dan status sosial masing-masing kepala keluarga.

Salah satu jalan keluar yang memungkinkan untuk mengatasi permasalahan kekurangan air di Desa Pucung adalah memanfaatkan potensi sungai bawah tanah. Oleh karena itu, pencarian keberadaan sungai bawah tanah di Desa Pucung yang notabene merupakan daerah karst perlu dilakukan agar

potensi sumberdaya air tersebut dapat dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan air bersih masyarakat.

### Pengangkatan Air Sungai Bawah Tanah

Salah satu cara paling mudah untuk menemukan sungai bawah tanah adalah dengan melakukan penelusuran goa. Keluarga Mahasiswa Pecinta Alam (KMPA) Giri Bahama Fakultas Geografi UMS setiap tahun rutin mengadakan *caving* atau susur goa. *Caving* yang dilakukan KMPA Giri Bahama tersebut dikembangkan ke arah survei speleologi. Speleologi menurut Ko (1985) adalah ilmu mengenai gua dan lingkungannya. Lingkungan tersebut berupa batugamping, batu pasir, aliran lava yang membeku, batu garam, batu gips, gletser, es, dan sebagainya. Lingkungan gua-gua karstik merupakan tandon alami raksasa yang dapat menjebak, menghimpun dan melestarikan air hujan yang jatuh di dalamnya (Dibyoaputro, 1996). Speleologi juga meliputi tata cara penelusuran termasuk pembuatan lintasan, pemetaan gua dan lain sebagainya.



**Gambar 1.** Sungai bawah tanah pada koridor Goa Suruh. (Sumber: Dok. Peneliti, 2000).

Hasil penelusuran goa di Desa Pucung yang dimotori oleh Keluarga Mahasiswa Pecinta Alam (KMPA) Giri Bahama Fakultas Geografi UMS menemukan sungai bawah tanah dengan koridor Goa Suruh. Ini merupakan satu-satunya goa yang ada airnya berupa sungai bawah tanah. Goa Suruh merupakan jenis goa vertical pada posisi pusat depresi. Stalagtit dan stalagmite dalam goa Suruh termasuk usia lanjut yang ditandai dengan bentuk stalagtit yang sempurna.

Jarak antara mulut Goa Suruh sampai

ke sungai di bawah tanah cukup jauh yaitu sekitar 300 meter. Medan untuk masuk sampai ke sungai bawah tanah pun tidak mudah. Sekitar 30 meter dari mulut goa, penyusur bertemu dengan lubang pertama yang hanya cukup dimasuki oleh 3 orang. Kemudian penyusur harus melalui lubang vertikal yang panjangnya 17 meter. Selanjutnya landai, namun tak jauh kemudian ada lubang lagi yang tinggi vertikalnya sekitar 11 meter, setelah itu barulah sampai di sungai bawah tanah.



**Gambar 2.** Pengambilan sampel air sungai bawah tanah. (Sumber: Dok. Peneliti, 2012)

Pengukuran Arif Jauhari (2002) menunjukkan bahwa sungai bawah tanah Goa Suruh mempunyai debit minimal 2 liter/detik dengan aliran konstan sepanjang tahun, sehingga pada puncak musim kemarau sekalipun sungai ini tetap memiliki ketersediaan air. Sedangkan kualitas air masih tinggi kesadahanannya namun layak dikonsumsi. Selanjutnya dilakukan kajian untuk mengetahui kebutuhan air penduduk dan debit air sungai bawah tanah tersebut.

Dwiningsih(2002)mengukur kebutuhan konsumsi air masyarakatDesa Pucungpadamusimkemarausebesar24,48 liter/orang/hari dimana untuk minum 5,3%, masak 4,5%, mencuci39,8%,mandi42,7%dankebutuhanlainnya7,7% .Sedangkankonsumsi pada musimpenghujansebesar36,1liter/orang/hariuntukminum4,1%, masak3,5%, mencuci38,8%,mandi41,4%dankebutuhanlainnya12,1% . Berdasarkan perhitungan produksi dan konsumsi air tersebut maka air goa Suruh lebih dari mencukupi untuk memenuhi kebutuhan air bersih bagi 2000

penduduk. Produksi air goa per hari 172.000 liter dengan konsumsi per hari 50.000 liter, hal ini berarti masih terdapat saldo/kelebihan kapasitas air sebanyak 122.000 liter per hari.

Hasil pengukuran lab mengenai kualitas air Goa Suruh (Lampiran 1) dari segi fisik, kimia dan biologi masih di bawah ambang batas standar baku mutu air minum, dengan catatan kadar CaCo<sub>3</sub> sebesar 332,33 mg/liter termasuk kategori agak tinggi sehingga peneliti merekomendasikan agar sebelum digunakan untuk air minum maka air goa suruh terlebih dahulu diendapkan dan dimasak.

Setelah yakin bahwa air sungai bawah tanah Goa Suruh layak dijadikan sumber air untuk konsumsi maka tim peneliti sejak tahun 2002 melakukan berbagai kegiatan sebagai persiapan pengangkatan air. Kegiatan tersebut antara lain sosialisasi, penyuluhan, dan pendampingan pada masyarakat Desa Pucung.

Tahun 2007-2010 melakukan penyuluhan tentang kondisi daerah karst baik ke perangkat desa maupun ke masyarakat melalui media pemutaran slide dan film. Proses sosialisasi untuk meyakinkan keberadaan sungai bawah tanah kepada warga melalui berbagai media foto dan video. Bahkan Ashari, Kepala Desa Pucung, turut ikut masuk goa dan membuktikan sendiri keberadaan sungai tersebut.

Tahun 2008 mengadakan pelatihan penelusuran dan penggunaan peralatan vertikal kepada beberapa perangkat desa dan masyarakat yang berminat. Tahun 2009 mengadakan pengabdian dengan pembuatan Peta Desa Pucung. Tahun 2010-2012 melakukan penggalangan dana dengan mencari donatur untuk pelaksanaan program.

Warga pun akhirnya tergerak untuk bergotong royong mewujudkan rencana pengambilan air dari sungai bawah tanah di Gua Suruh, antara lain:

- Pembuatan jalan setapak untuk mempermudah akses menuju Goa
- Pembuatan pengaman dan titian untuk keselamatan saat berada di dalam Goa
- Pembuatan bendungan semi permanen menggunakan batu dan tanah liat dengan volume 8 m<sup>3</sup> sebagai simulasi pembendung

Usaha pengangkatan air ini menelan

biaya sebesar Rp 600 juta dengan kontribusi Geografi UMS sebesar 35%, DDII Jateng sebesar 25%, Pemda Wonogiri sebesar 20%, dan Swadaya Masyarakat Pucung sebesar 20%. Pengangkatan air berhasil dilaksanakan pertama kali pada bulan Januari 2013 dan distribusi air dimulai pada bulan Maret 2013.

Kegiatan ini selain dapat memenuhi kebutuhan air juga memberi keuntungan ekonomis yang sangat tinggi kepada masyarakat. Pada tahun 2012 harga air bersih tiap tangki berkisar Rp 200.000 dengan kapasitas 4 m<sup>3</sup> sehingga tiap 1 m<sup>3</sup> harga air bersih adalah Rp 50.000. Keberhasilan pengangkatan air sungai bawah tanah ini mampu menekan harga air tiap 1 m<sup>3</sup> menjadi Rp 3.000. Dengan demikian, kesuksesan pengangkatan air sungai bawah tanah ini secara ekonomi memberikan mampu penghematan pengeluaran penduduk yang sangat signifikan yaitu sebesar 1.500 % (semula Rp 50.000/m<sup>3</sup> menjadi Rp 3.000/m<sup>3</sup>). Selain itu, efek samping pengangkatan air sungai bawah tanah ini ternyata mampu mendorong tumbuhnya kegiatan ekonomi produktif dan kreatif di Desa Pucung.

### **Pertanian Kreatif di Lahan Gersang**

Program pengangkatan air ini berhasil menyediakan air bagi penduduk Desa Pucung sehingga mereka tidak perlu khawatir lagi terhadap kekeringan. Program ini juga berhasil mengurangi pembelian air dari truk tangki air sehingga harapannya uang yang selama ini mereka keluarkan untuk membeli air dapat mereka sisihkan untuk meningkatkan taraf hidupnya. Oleh karena itu, pengangkatan air ini selain dapat menyelesaikan masalah kekeringan juga dapat mendorong tumbuhnya kegiatan produktif yang dapat menambah penghasilan penduduk.

Agar air hasil pengangkatan lebih berdayaguna, masyarakat Pucung kini berhasil memperluas pemanfaatan air, tidak hanya untuk keperluan domestik (minum, mandi, mencuci) tetapi juga untuk kegiatan yang dapat meningkatkan penghasilan keluarga dengan melakukan pertanian polybag dan peternakan lele kolam terpal. Pertanian sayur-mayur menggunakan media polybag ini paling sesuai

dibudidayakan di lahan gersang Desa Pucung karena dapat menghemat penggunaan air yang ketersediaannya memang sangat terbatas di daerah tersebut. Air yang diangkat dari sungai bawah tanah Goa Suruh dapat dimanfaatkan secara efektif dan efisien dengan media polybag ini.

Sementara itu, peternakan lele dengan kolam terpal selain lebih praktis, mudah diaplikasikan di lahan terbatas serta biaya pembuatan yang relatif lebih murah dibanding kolam tembok, budidaya lele di kolam terpal juga memiliki keunggulan dibanding budidaya ikan di kolam tanah. Bagi penduduk yang tinggal di daerah karst yang notabene tanahnya mampu menahan air (porous), kolam terpal merupakan pilihan yang tepat untuk budidaya ikan. Budidaya ikan pada kolam tanah akan menemui kendala karena air akan terus berkurang karena langsung meresap ke tanah. Kolam terpal inilah merupakan solusi yang tepat untuk usaha budidaya ikan di daerah gersang karena mampu menggunakan air secara efektif dan efisien pula.

Hasil panen dari pertanian media polybag dan budidaya lele kolam terpal ini dapat mencukupi kebutuhan sayur mayur dan ikan (protein) penduduk sehingga mampu memberi penghematan pengeluaran penduduk. Surplus hasil panen juga dapat dijual untuk mendapatkan tambahan penghasilan bagi penduduk. Hal ini menunjukkan bahwa pengangkatan air sungai bawah tanah yang dilakukan Fakultas Geografi UMS telah benar-benar memberikan berkah bagi warga Desa Pucung karena selain membebaskan warga desa dari bencana kekeringan juga mampu secara pelan tapi pasti meningkatkan kesejahteraan penduduk desa tersebut.

#### 4. PENUTUP

##### Kesimpulan

1. Pengangkatan air sungai bawah tanah ini berhasil memberi penghematan pengeluaran penduduk hingga 1.500%, menyelesaikan masalah kekeringan, dan sekaligus mendorong tumbuhnya kegiatan produktif di Desa Pucung.
2. Pertanian media polybag dan peternakan kolam terpal merupakan metode yang cocok

untuk lahan kering yang memiliki keterbatasan sumber daya air.

##### Rekomendasi

1. Masyarakat Pucung harus bisa mengelola sumberdaya air secara mandiri, tidak tergantung kepada Fakultas Geografi UMS, baik dari aspek *maintenance* peralatan, pendistribusian air secara merata, dan juga aspek finansialnya.
2. Masyarakat Pucung harus melakukan reboisasi pada lahan sekitar dengan menanam pohon yang sesuai dengan karakteristik lahan di sana agar debit air sungai bawah tanah Goa Suruh terjaga sepanjang tahun .

##### DAFTAR PUSTAKA

- Asdak, Chay, 1995. Hidrologi Pengolahan Daerah Aliran Sungai. Yogyakarta :Gajah Mada University Press
- Damayanti, Retno dan Untung S.R. 1996. Pengolahan Lingkungan Daerah Karst, Makalah Simposium Nasional II lingkungan Karst. Jakarta: HIKESPI.
- Dibiyosaputro, S., 1996. Perbukitan Batugamping Karst sebagai Pengendali Mutu Lingkungan, Makalah Simposium Nas. II Lingkungan Karst. Jakarta: HIKESPI-LIPI-DEP.HUT-MENEGLH.
- Dwiningsih, dkk. 2002. Sistem Penyediaan Dan Pola Konsumsi Air Di Kawasan Karst Desa Pucung Kecamatan Eromoko Kabupaten Wonogiri. Laporan Penelitian. Fakultas Geografi UMS, Surakarta.
- Giri Bahama. 2011. Caving, Materi Jungle Track XVIII. Surakarta: KMPA Giri Bahama.
- Jauhari, Arif. 2002. Pendugaan Sistem Sungai Bawah Tanah Melalui Pendekatan Interpretasi Morfologi Dan Survei Speleologi Di Kawasan Karst Desa Pucung Kecamatan Eromoko Kabupaten Wonogiri.

- Skripsi. Fakultas Geografi UMS, Surakarta.
- Ko, Roby K.T., 1985. Speleologi dan Karstologi, Perkembangannya di luar negeri dan kemungkinan pengembangannya di Indonesia, Makalah. Bandung: Puslitbang Geologi.
- Pariipurno, E. T. dan Prasetyo, W. G., 1996. Taman Nasional Gunungsewu, Sebuah Usulan Untuk Konservasi Karst Dan Air, Makalah Simposium Nasional II Lingkungan Karst. Jakarta: HIKESPI – LIPPI DEP. HUT – MENEG LH.
- Priyono. 2014. “Angkat Air Sungai Bawah Tanah Atasi kekeringan”. Kolom UMS Bicara, Harian Radar Solo edisi 5 November 2014.
- Priyono. 2014. “Mengelola Sumberdaya Air dengan Kearifan Lokal”. Kolom UMS Bicara, Harian Radar Solo edisi 26 November 2014.
- Sudarmadji dkk. (Ed). 2012. Ekologi Lingkungan Kawasan Karst Indonesia: Menjaga Kelestarian Kawasan Karst Indonesia. Yogyakarta: Deepublish.
- Sutikno, 1996. Geomorfologi Karst Dan Pemanfaatannya Dalam Pengelolaan Kawasan Batugamping Karst, Makalah Simposium Nasional II Lingkungan Karst. Jakarta: HIKESPI-LIPI-Dep.Hut-Meneg LH.

**Lampiran 1. Hasil Pemeriksaan Kualitas Air**



**PEMERINTAH KABUPATEN WONOGIRI**  
**DINAS KESEHATAN**  
**UPT LABORATORIUM**  
 Jln. Ahmad Yani No. 44 Telp.(0273)-321043 WONOGIRI 57613

Hal 1 dari 8 hal

**HASIL PEMERIKSAAN KUALITAS AIR BADAN AIR**  
 Nomor : 443.521/228.1/2/2012

Disampaikan dengan hormat hasil pemeriksaan laboratorium sebagai berikut :

No.Kode Laboratorium : 360/LAB/2012  
 Jenis sampel : Air Badan Air  
 Lokasi sampel : Titik 1 Sungai Bawah Tanah Gua Suruh, Kangkung, Pucung, Eromoko  
 Petugas pengambil sampel : Abdul Rohman ( Customer )  
 Tanggal pengambilan sampel : 24 September 2012, jam 00.30 WIB  
 Tanggal Penerimaan sampel : 24 September 2012, jam 09.30 WIB  
 Parameter pemeriksaan : Pemeriksaan MPN Coliform, Fisika dan Kimia Terbatas  
 Hasil pemeriksaan :

No	Parameter Yang Diperiksa	Hasil Pemeriksaan	Kadar Maksimal Yang Diperbolehkan	Satuan	Keterangan
<b>A. BAKTERIOLOGIS</b>					
1	Total Coliform	460	1000	Per 100 ml sampel	
<b>B. FISIKA</b>					
1	Bau	Tidak Berbau	Tidak Berbau	-	
2	Jumlah Zat Padat Terlarut (TDS)	235	1000	mg/l	
3	Kekeruhan	0,98	25	Skala NTU	
4	Rasa	Tidak Berasa	Tidak Berasa	-	
5	Suhu	30,5°C	Suhu udara ± 3 °C	°C	
6	Warna	Tidak Berwarna	-	-	
<b>C. KIMIA</b>					
1	Besi (Fe)	0,00	0,3	mg/l	
2	Mangan (Mn)	0,00	1,0	mg/l	
3	Nitrat sebagai N	0,00	10	mg/l	
4	Nitrit sebagai N	0,00	0,06	mg/l	
5	Chlorida	6,38	600	mg/l	
6	pH	7,2	6,5 – 9,0	-	
7	Zat Organik (KMnO <sub>4</sub> )	3,79	10	mg/l	Merupakan batas min dan max, khusus air hujan 5,5
8	Kesadahan (CaCO <sub>3</sub> )	310,44	500	mg/l	

Keterangan :  
 \*) Rujukan Baku Mutu : Air Badab Air Kelas I PPRI No 82 tahun 2001  
 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air  
 \*\*) Hasil ini hanya berlaku untuk contoh yang diuji

Demikian hasil pemeriksaan kami untuk dapat digunakan seperlunya.

Wonogiri, 5 Oktober 2012  
 Kepala UPT Laboratorium  
 DKK Wonogiri  
 LABORATORIUM  
 LASMARI, SKM, MM  
 NIP. 197.10224 199103 2 005