

URGENSI PENGELOLAAN SANITASI DALAM UPAYA KONSERVASI SUMBERDAYA AIR DI KAWASAN KARST GUNUNGSEWU KABUPATEN GUNUNGKIDUL

Ahmad Cahyadi ¹⁾, Efrinda Ari Ayuningtyas²⁾ dan Bayu Argadyanto Prabawa²⁾

^{1),2),3)}Mahasiswa Magister Perencanaan Pengelolaan Pesisir dan Daerah Aliran Sungai (MPPDAS), Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada Yogyakarta

^{1),2),3)}Karst Student Forum (KSF) Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada Yogyakarta

Email: ¹⁾ahya.edelweiss@gmail.com

ABSTRACT

Karst area in Gunungkidul Regency has a unique hydrological conditions. Groundwater system in this region is dominated by dissolution cracks which caused drier conditions at the surface. The condition also causes the groundwater in this area have groundwater vulnerability to pollution is high. Some of the results of previous studies is that some sources of water from groundwater in karst areas in Gunung Escherecia coli bacteria contaminated. These bacteria are thought to originate from the sanitary conditions are not good. This paper discusses the sanitary conditions in Gunungkidul karst area, sanitation systems are in harmony with conservation of groundwater in karst areas, as well as to discuss the efforts that must be done so that the sanitary conditions in Gunungkidul karst area be in harmony with the conservation of groundwater in the region. Sanitary conditions in Gunungkidul karst area is currently in poor condition so it could potentially cause contamination of groundwater in the region. Sanitary waste can be managed with the use of septic tank system modifications such as tripikon-s which will produce output that is environmentally friendly. As well as the system of sanitation in Gunungkidul karst area is more suited made with system communal, is built on the karst alluvial plains with adding a channels filters which can be utilized as a media crop.

Keywords: Karst, Groundwater Vulnerability, Groundwater Conservation, Sanitation

ABSTRAK

Kawasan Karst Gunungkidul memiliki kondisi hidrologi yang unik. Sistem airtanah di kawasan ini di dominasi oleh celah-celah hasil pelarutan yang menyebabkan kondisi kering di permukaan. Kondisi tersebut juga menyebabkan airtanah di kawasan ini memiliki kerentanan airtanah terhadap pencemar yang tinggi. Beberapa hasil penelitian terdahulu menyebutkan bahwa beberapa sumber air yang berasal dari airtanah di Kawasan Karst Gunungkidul telah tercemar bakteri *Escherecia coli*. Bakteri ini diperkirakan berasal dari kondisi sanitasi yang tidak baik. Makalah ini membahas kondisi sanitasi di Kawasan Karst Gunungkidul, sistem sanitasi yang selaras dengan upaya konservasi airtanah di kawasan karst, serta untuk membahas upaya yang harus dilakukan agar kondisi sanitasi di Kawasan Karst Gunungkidul dapat selaras dengan upaya konservasi airtanah di kawasan tersebut. Kondisi sanitasi di Kawasan Karst Gunungkidul saat ini masih dalam kondisi kurang baik sehingga sangat berpotensi menyebabkan terjadinya pencemaran airtanah di kawasan tersebut. Limbah sanitasi dapat dikelola dengan menggunakan sistem *septic tank* modifikasi seperti tripikon-s yang akan menghasilkan keluaran yang ramah lingkungan. Selain itu, sistem sanitasi di Kawasan Karst Gunungkidul lebih cocok dibuat dengan sistem komunal, dibangun pada dataran aluvial karst dengan menambahkan saluran penyaring yang dapat dimanfaatkan sebagai media tanaman.

Kata Kunci: Karst, Kerentanan Airtanah, Konservasi Airtanah, Sanitasi

PENDAHULUAN

Karst adalah sebuah istilah dalam Bahasa Jerman yang diturunkan dari Bahasa Slovenia yang berarti lahan gersang berbatu (Adji dkk, 1999). Istilah tersebut sebenarnya menggambarkan kondisi yang sering ditemui di banyak daerah yang berbatuan karbonat atau batuan lain yang memiliki sifat mudah larut. Definisi yang lebih spesifik diungkapkan oleh Ford dan Williams (1992) yang mendefinisikan karst sebagai medan dengan karakteristik hidrologi dan bentuklahan yang diakibatkan oleh kombinasi batuan yang mudah larut dan mempunyai porositas sekunder yang berkembang dengan baik.

Karst di wilayah Gunungkidul pertama kali diperkenalkan oleh Danes (1910) dan Lehmann (1936) dan lebih dikenal di dunia dengan nama karst Gunungsewu. Karst ini dicirikan oleh perkembangan kubah karst (*kegelkarst*), salah satu bentuklahan positif yang lebih dikenal dengan kubah *sinusoidal*. Gunungsewu juga dapat dikategorikan sebagai karst terbuka (*bare/nackter karst*) berupa *conical hills* yang tidak dijumpai di kawasan karst lainnya di seluruh dunia. Selain itu, kawasan karst Gunungsewu juga merupakan salah satu kawasan karst yang sangat unik di Indonesia. Hal ini dibuktikan dengan adanya penghargaan dari *Asia-Pacific Forum on Karst Ecosystem and World Heritage* sebagai *World Natural Heritage*. Salah satu sistem yang memerlukan pengelolaan dari kawasan unik ini adalah airtanahnya.

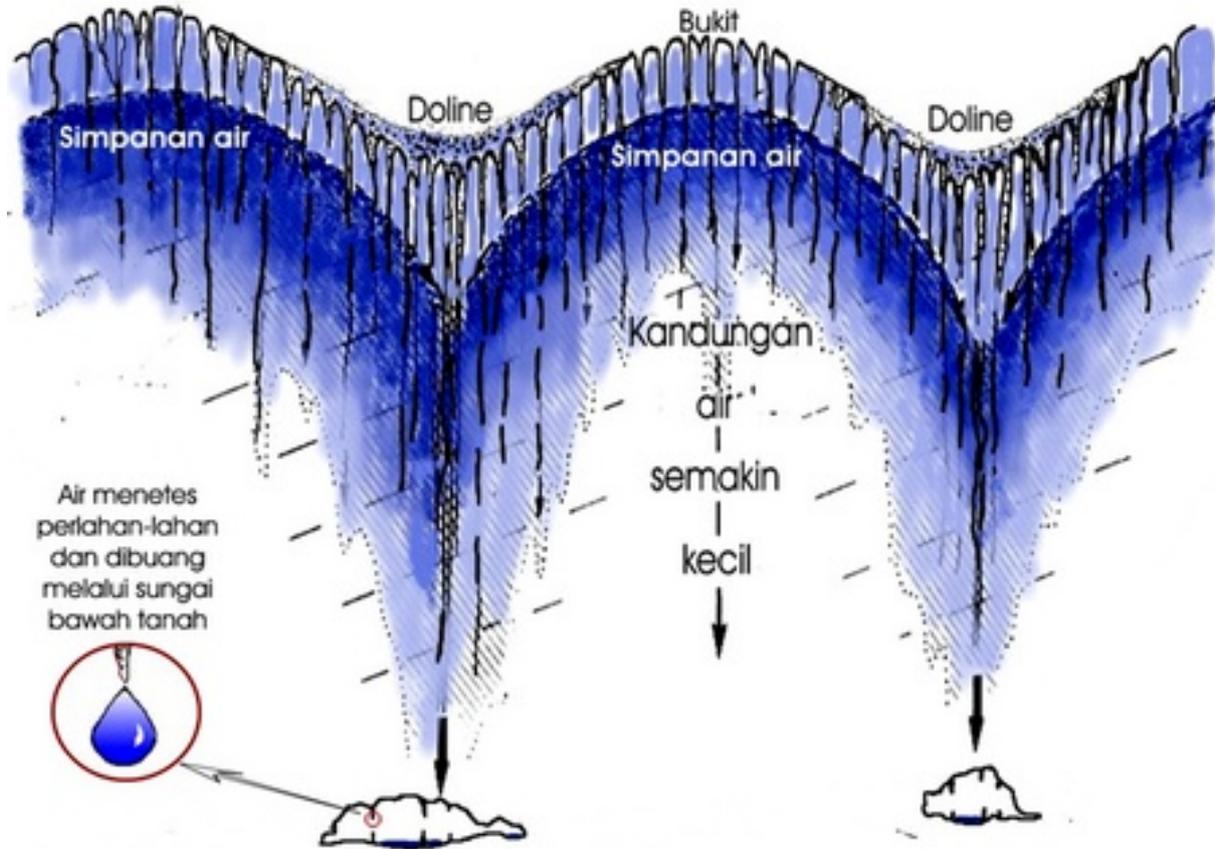
Airtanah adalah air yang terletak pada wilayah jenuh di bawah permukaan tanah (Asdak, 2007). Sumberdaya airtanah merupakan sistem hidrologi utama yang sangat potensial di kawasan karst Gunungsewu. Sistem hidrologi kawasan karst yang unik sangat dipengaruhi oleh porositas sekunder (aliran airtanah melalui celah-celah pelarutan) yang menyebabkan air masuk ke dalam sistem aliran bawah tanah dan menyebabkan kondisi kering di permukaan tanah. Sungai permukaan di kawasan karst sangat minim, tetapi sistem sungai bawah permukaan berkembang dengan baik yang dikenal dengan sungai bawah tanah. Namun demikian, akuifer karst memiliki kerentanan terhadap pencemaran yang cukup tinggi. Hal tersebut disebabkan karena

lapisan tanah di kawasan karst yang tipis, konsentrasi aliran yang terdapat di daerah epikarst, dan resapan air yang melalui ponor, sehingga kontaminan mudah mencapai airtanah (Widyastuti, 2010). Oleh karena itu, maka diperlukan adanya upaya perlindungan airtanah di kawasan karst dari ancaman pencemaran.

SUMBERDAYA AIR DI KAWASAN KARST GUNUNGSEWU KABUPATEN GUNUNGKIDUL DAN PERANANNYA BAGI PENYEDIAAN AIR BERSIH

Air merupakan komponen penting di alam, tetapi keberadaannya yang tidak terdistribusi merata secara ruang dan waktu sering kali menimbulkan permasalahan bagi kehidupan manusia (Cahyadi dkk, 2011). Salah satu bentang alam yang memiliki nilai hidrologi cukup besar dan penting sebagai penyedia sumberdaya air adalah kawasan karst. Karst merupakan wilayah dengan hidrologi unik dan terbentuk dari kombinasi antara tingginya pelarutan batuan dengan porositas yang berkembang baik. Kondisi tersebut menyebabkan air yang jatuh di permukaan akan mengalir melalui celah-celah dan lorong bawah tanah dan terkumpul dalam akuifer karst atau sungai bawah tanah (Cahyadi, 2010). Beberapa sungai bawah tanah kemudian muncul kembali di permukaan pada topografi yang lebih rendah sebagai mata air. Salah satu keunggulan dari mata air karst adalah waktu tunda yang panjang antara hujan hingga keluar ke mataair sehingga beberapa mata air karst akan memiliki debit yang besar saat musim kemarau. Hal ini yang menyebabkan kawasan karst sering dijuluki sebagai “tanki air tawar raksasa” yang dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan hidup manusia (Haryono, 2001).

Kawasan Karst Gunungsewu di Kabupaten Gunungkidul hanya terletak di bagian selatan dan timur Kabupaten Gunungkidul, namun airtanah dari kawasan karst ini telah digunakan untuk memenuhi kebutuhan air bersih di hampir seluruh wilayah Kabupaten Gunungkidul. Suryono (2006) menyebutkan bahwa sistem pemenuhan kebutuhan air di kawasan karst Gunung-



Gambar 1. Zona epikarst sebagai reservoir kawasan karst (Haryono, 2004)

kidul dan sekitarnya dibagi menjadi empat, yakni: (1) Sistem Airtanah Bribin yang memenuhi kebutuhan air bersih di Kecamatan Rongkop, Kecamatan Girisubo, Kecamatan Tepus, dan Kecamatan Semanu; (2) Sistem Airtanah Seropan yang memenuhi kebutuhan air bersih di Kecamatan Ponjong, Kecamatan Wonosari, Kecamatan Karangmojo, Kecamatan Semin, dan Kecamatan Semanu; (3) Sistem air tanah Ngobaran yang memenuhi kebutuhan air bersih di Kecamatan Saptosari, Kecamatan Paliyan, Kecamatan Panggang dan Kecamatan Purwosari; dan (4) Sistem airtanah Baron yang melayani kebutuhan air bersih Kecamatan Tanjungsari.

Berdasarkan hasil inventarisasi yang dilakukan oleh MacDonalds and Partners (1984), sungai bawah tanah yang saat ini digunakan sebagai sumber baku air minum memang memiliki debit yang besar. Debit pada masing-masing sungai bawah tanah tersebut yaitu Bribin dengan debit 1500 lt/dt, Seropan 400 lt/dt, Baron 8000 lt/dt, dan Ngobaran 150 lt/dt. Selain itu, MacDonalds

and Partners (1984) mengemukakan terdapat belasan sistem sungai bawah tanah dengan debit dibawah 100 lt/dt, serta ratusan mata air dengan debit yang bervariasi. Hal ini menunjukkan bahwa sistem sungai bawah tanah dan keluarannya berupa mata air mempunyai reservoir air yang mengimbuhnya dalam jumlah simpanan yang besar.

Haryono (2001) menyebutkan bahwa bukit-bukit karst berperan sebagai reservoir utama air di kawasan karst, dan tidak ada zona untuk menyimpan aliran *conduit* karena geraknya sangat cepat dan segera mengalir ke laut (Haryono, 2001). Zona permukaan bukit karst ini disebut zona epikarst yaitu zona dimana air terkonsentrasi dari hasil infiltrasi air hujan. Zone epikarst memiliki permeabilitas dan porositas akibat pelebaran celah dari hasil pelarutan dibandingkan lapisan lainnya (Klimchouk, 1997), sehingga menjadi zone penyimpanan yang bagus karena berkontribusi di dalam mengimbuh aliran utama di sungai bawah tanah pada saat musim kemarau.

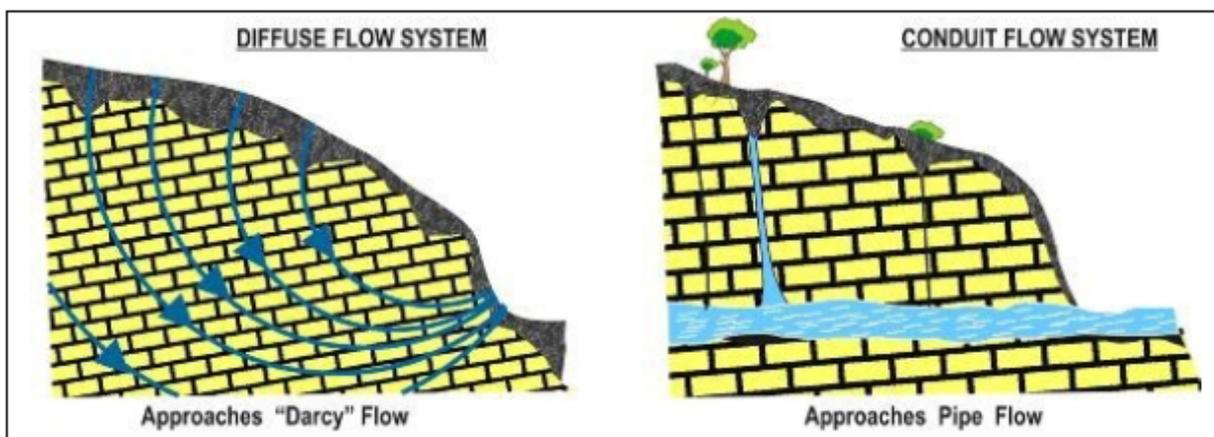
KERENTANAN AIRTANAH DI

KAWASAN KARST GUNUNG SEWU KABUPATEN GUNUNGGKIDUL

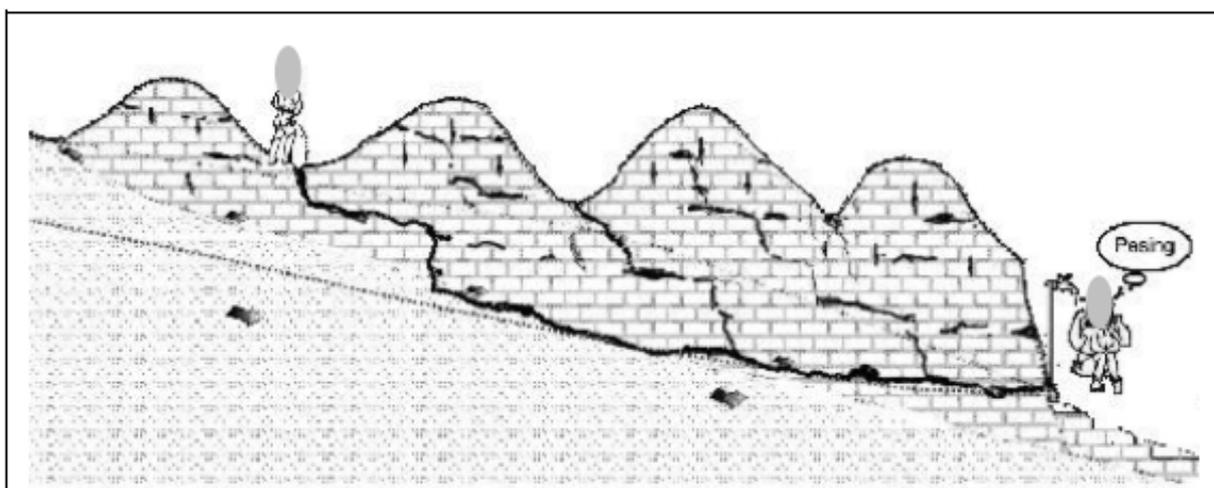
Kerentanan yang dimaksud dalam penulisan ini adalah mengenai penurunan kualitas airtanah akibat masuknya bahan pencemar atau kontaminan. Hal ini sesuai dengan definisi yang dikemukakan oleh Margat (1960) dalam Vrba dan Zaporozec (1994) yang mengemukakan bahwa kerentanan airtanah adalah tingkat kemudahan atau kesulitan airtanah untuk terkontaminasi sebagai fungsi dari kondisi hidrogeologi suatu daerah yang di dalamnya menunjukkan perlindungan yang diberikan oleh lingkungan pada lokasi berbeda-beda. Pengertian yang sama dikemukakan oleh Harter dan Walker (2001) yang menyebutkan bahwa kerentanan airtanah adalah ukuran tingkat kemudahan dan kesulitan suatu

polutan untuk mencemari airtanah di suatu wilayah.

Secara umum komponen aliran karst dibedakan menjadi 2 tipe aliran yaitu aliran *conduit* and aliran *diffuse* (Domenico and Schwartz, 1990). Aliran *diffuse* perlahan-lahan mengisi sungai bawah tanah melalui retakan-retakan yang berukuran 10^{-3} - 10 mm sebagai aliran infiltrasi (Bonacci, 1990 dalam Adji 2010). Aliran tipe ini biasanya menetes atau merembes pada ornamen gua. Sedangkan aliran *conduit* bergerak dengan cepat dari permukaan menuju sungai bawah tanah melalui lorong-lorong yang lebih besar yaitu berukuran 10^2 - 10^4 mm. Akibatnya, apabila terdapat masukan aliran yang besar melalui saluran ini, maka muka air di sungai bawah tanah akan cepat naik dan banyak pencemar dapat ikut masuk ke dalam sistem sungai bawah tanah.



Gambar 2. Aliran *diffuse* dan *conduit* di karst (Domenico and Schwartz, 1990)



Gambar 3. Perjalanan pencemar dari permukaan menuju sungai bawah tanah melalui celah conduit di kawasan karst (Haryono, 2004)

Berdasarkan kondisi tersebut, dapat digambarkan bahwa airtanah di kawasan karst Gunungsewu yang memiliki peranan yang sangat besar bagi pemenuhan kebutuhan air, ternyata juga memiliki airtanah yang sangat rentan terhadap pencemaran. Kerentanan ini berkaitan erat dengan komponen batuan karst yang berupa saluran conduit dengan porositas sekunder yang besar, serta kemungkinan aktivitas manusia yang dapat mencemari airtanah seperti pembuangan limbah domestik di permukaan tanah yang berpengaruh besar terhadap pencemaran airtanah.

PENGELOLAAN SANITASI DI KAWASAN KARST & DAMPAKNYA TERHADAP SUMBERDAYA AIR TANAH

Sanitasi merupakan kebutuhan setiap orang. Sanitasi yang dimaksud dalam penulisan karya tulis ini hanya mencakup pembuangan air limbah yang berasal dari kegiatan mandi, cuci, dan kakus (MCK). Limbah merupakan salah satu faktor yang berpotensi menyebabkan terjadinya pencemaran airtanah di kawasan karst. Pendugaan ini didasarkan pada hasil penelitian yang dilakukan oleh Kusumayudha (2005) yang menyebutkan 8 sampel air yang diambil dari 8 lokasi aliran bawah tanah karst di Gunungkidul telah tercemar oleh bakteri *Escherichia coli*, yang diperkirakan berasal dari sanitasi yang tidak dikelola dengan baik. Hal serupa juga dikemukakan oleh Haryono (2001) yang menyebutkan 5 dari 11 mataair di Kecamatan Ponjong telah mengalami pencemaran oleh bakteri *Escherichia coli*, serta Sudarmadji dkk (2005) yang menyebutkan bahwa kandungan bakteri *Escherichia coli* di enam sistem sungai bawah tanah pada musim penghujan telah melampaui batas baku mutu air minum. Oleh karena airtanah Kawasan Karst Gunungkidul begitu penting untuk memenuhi kebutuhan air bersih di Kabupaten tersebut, maka usaha untuk menjaga kelestariannya

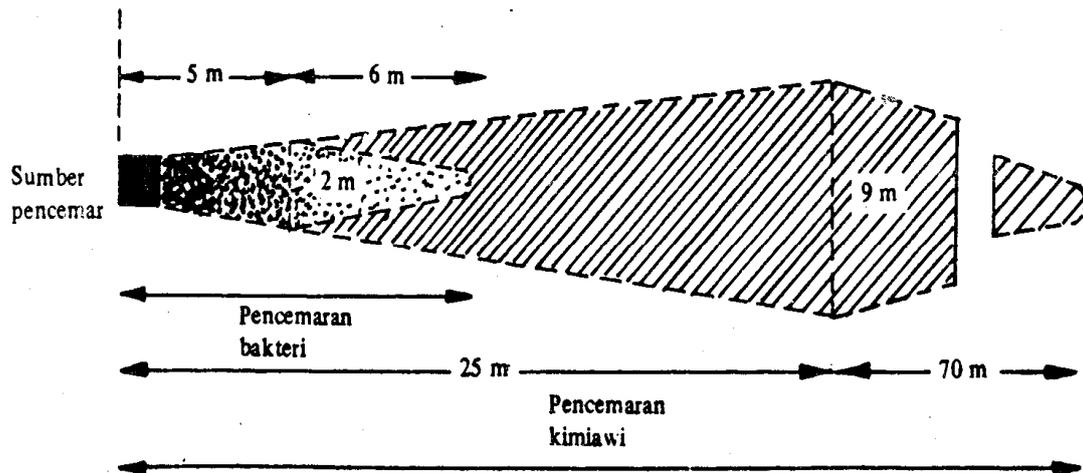
ya baik secara kuantitas dan kualitas harus terus dilakukan.

Nayono dkk. (2011) menyebutkan bahwa 68 % masyarakat di Kawasan Karst Kecamatan Semanu Kabupaten Gunungkidul menggunakan toilet leher angsa, 30%. Sebagian besar toilet tersebut dilengkapi dengan suatu konstruksi sederhana yang mereka sebut sebagai *septic tank*. Namun demikian, konstruksi dari *septic tank* yang dibuat ternyata masih memungkinkan menyebabkan pencemaran airtanah. Hal ini karena pada lapisan bawah *septic tank* tidak terdapat lapisan semen sehingga air dari *septic tank* dapat langsung meresap ke dalam sistem airtanah.

Bappeda Gunungkidul (2010) menyebutkan bahwa kondisi pengolahan *grey water* (air limbah dari kegiatan mencuci dan mandi) di Kawasan Karst Gunungkidul hanya dibuang di permukaan (86%) dan hanya 14% yang mendaur ulang atau menggunakan kembali air limbahnya. Nayono dkk. (2011) menambahkan bahwa kegiatan menggunakan kembali *grey water* meliputi; (1) 53% menggunakan kembali air limbahnya untuk menyiram tanaman, (2) 38% untuk peternakan dan perikanan dan (3) 9% sisanya untuk memandikan ternak. Pembuangan air limbah ke permukaan tanah menyebabkan bau yang tidak sedap dan kondisi tanah yang berlumpur. Kondisi semacam ini juga dapat menyebabkan pencemaran airtanah mengingat kemampuan kawasan karst meresapkan air sangatlah tinggi.

REKOMENDASI PENGELOLAAN SANITASI

Permasalahan sanitasi di kawasan karst yang paling mengancam sumberdaya airtanah kawasan karst adalah kualitas air buangan yang memiliki kualitas yang buruk. Hal tersebut karena kondisi sistem airtanah kawasan karst yang hanya sedikit atau bahkan tanpa penyaring (*filter*) berupa tanah akan menyebabkan air dari buangan sanitasi ini masuk langsung atau tidak tersaring dengan baik (Adji, 2006). Oleh karena itu,



Gambar 3. Perbedaan karakteristik pencemaran bakteri dan pencemaran kimia. Pencemaran bakteri dapat mencapai 11 meter pada media tanah, sedangkan pencemaran kimia dapat mencapai 95 meter pada media tanah (Sugiharto, 2008)

hasil buangan sanitasi yang dalam penulisan ini meliputi aktivitas mandi, cuci dan kakus (MCK) haruslah dimasukkan ke dalam sebuah sistem yang mampu mengolahnya menjadi air atau zat cair yang tidak menimbulkan pencemaran bagi airtanah.

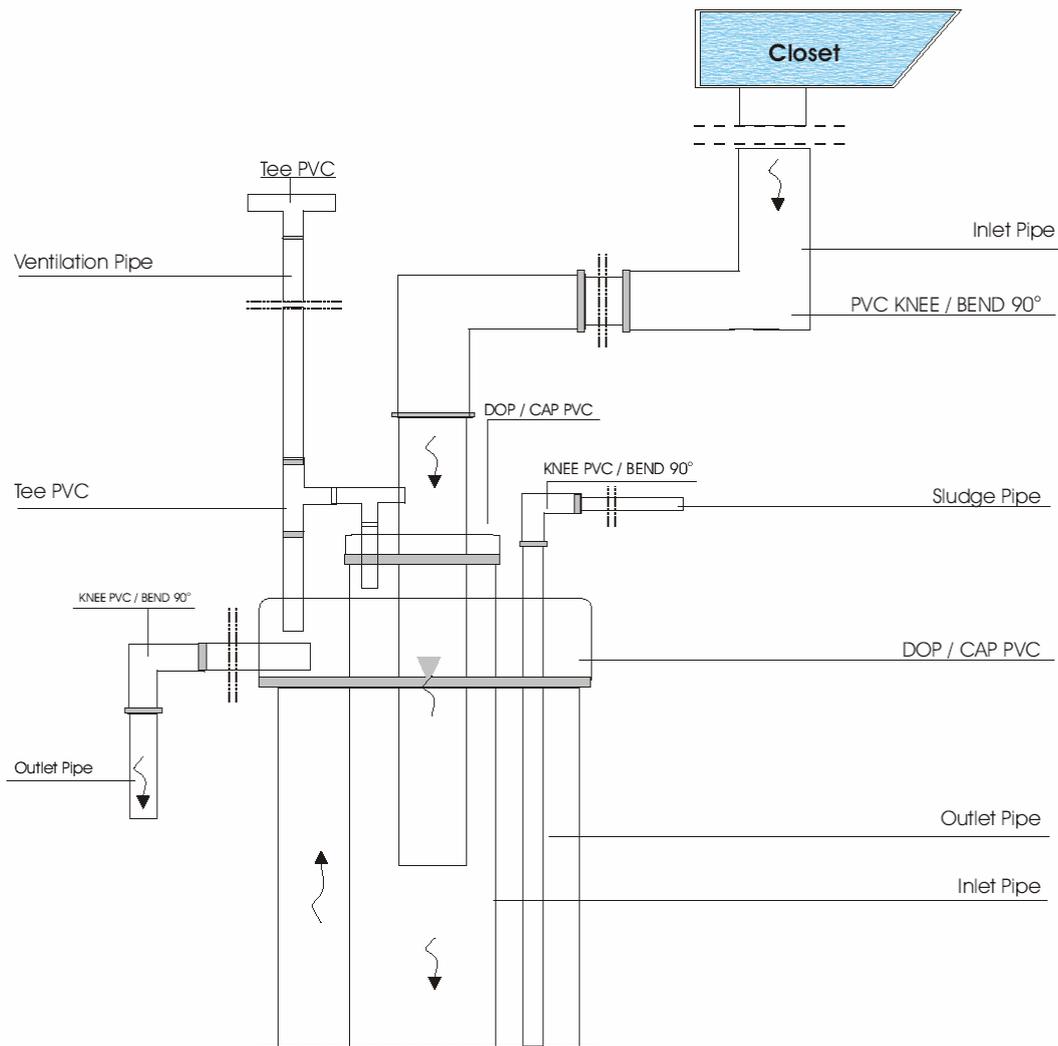
Limbah yang dikeluarkan dari kegiatan mandi, cuci dan kakus dibedakan menjadi dua, yaitu limbah buangan hasil fisiologi manusia (urin dan tinja) dan air dari kegiatan mandi dan mencuci yang sering disebut sebagai *grey water*. Pengelolaan dua jenis limbah ini harus dipisahkan karena keduanya memiliki sifat yang berbeda. Limbah berupa urin dan tinja didominasi pencemar berupa bakteri, sedangkan *grey water* didominasi limbah kimia dari detergen dan sabun. Sugiharto (2008) menyebutkan bahwa limbah yang berupa tinja dan urin dapat dikelola dengan menggunakan *septic tank* standar ataupun dengan *septic tank* modifikasi, sedangkan limbah *grey water* harus dikelola dengan *septic tank* modifikasi. Meskipun demikian, penggunaan *septic tank* modifikasi lebih disarankan karena keluaran dari *septic tank* modifikasi bersifat tidak berbahaya, sedangkan keluaran *septic tank* standar masih memerlukan penyaringan melalui media tanah.

Syarat penting yang harus diperhatikan dalam pembuatan *septic tank* modifikasi adalah dinding terbuat dari bahan yang kedap air sehingga tidak terjadi kebocoran air limbah yang belum selesai terproses. Selain itu, uku-

ran menjadi sangat penting agar *septic tank* dapat digunakan dalam waktu yang cukup lama minimal 5 tahun (Sugiharto, 2008). Ukuran yang digunakan disesuaikan dengan jumlah orang yang menggunakannya.

Salah satu jenis *septic tank* modifikasi yang baik untuk digunakan adalah jenis Tripikon-s. Tripikon-s bekerja hampir sama seperti *septic tank* biasa. Perbedaannya terletak pada arah aliran air limbah dalam pipa pemrosesan. Dalam *septic tank* biasa, air mengalir horizontal sedangkan dalam Tripikon-S, air mengalir vertikal. Air limbah masuk ke dalam Tripikon-S melalui pipa kecil (*inlet*) dihubungkan dengan toilet dan dilanjutkan dengan pipa sedang. Waktu tunda air dalam Tripikon-S adalah 3 hari.

Proses pengolahan limbah dalam tripikon-s terjadi dua kali di dalam tabung sedang. Proses pertama adalah proses kimiawi. Pada proses ini, kotoran manusia yang bercampur dengan air akan melalui proses reduksi. 60-70 % kotoran akan tertinggal pada bagian dasar. Bagian yang tidak mengandung kotoran sebagian besar akan mengapung sehingga membentuk lapisan buih. Lapisan ini berfungsi untuk memperbaiki kondisi anaerobik dalam dasar pipa sehingga bakteri anaerobik yang berfungsi dalam proses dekomposisi dapat berkembang cepat.



Gambar. 4 *Septic tank* model tripikon-s

Proses yang kedua yaitu proses biologis yang berupa dekomposisi lumpur oleh bakteri anaerobik. Kotoran akan terbagi menjadi bagian-bagian yang kecil dan keluar sebagai resapan yang tidak tercemar dan ramah lingkungan.

Selain terjadi pada proses dekomposisi, proses reduksi bakteri patogen seperti *Escherichia coli* juga terjadi di bagian pipa sedang. Bakteri *Escherichia coli* merupakan bakteri yang memerlukan oksigen untuk tetap bertahan hidup. Oksigen dalam Tripikon-S akan menjadi lebih mudah didapat pada bagian atas permukaan lapisan air. Berdasarkan hal tersebut, maka bakteri *Escherichia coli* cenderung berada pada bagian paling atas dari lapisan air untuk mendapatkan oksigen. Selain bakteri *Escherichia coli*, terdapat bakteri aerobik

lain yang hidup dalam pipa Tripikon-S. Bakteri-bakteri ini juga memiliki kecenderungan untuk berada pada bagian atas dari permukaan air. Dikarenakan ketersediaan oksigen dalam air yang terbatas, terdapat proses kanibalisme antar bakteri untuk mendapatkan oksigen yang cukup, sehingga proses ini dapat mengurangi jumlah bakteri *Escherichia coli*. Air limbah yang telah melalui proses dekomposisi akan keluar melalui

Pengelolaan sanitasi dengan menggunakan *septic tank* yang dibahas sebelumnya haruslah disesuaikan dengan kondisi di kawasan karst Gunungkidul. Beberapa hal yang harus diperhatikan dalam penerapan sistem sanitasi di kawasan karst Gunungkidul adalah kondisi ekonomi, kondisi morfologi atau topografi dan kondisi sosial masyarakat. Hal-hal tersebut penting dilakukan untuk

menjamin kemungkinan suatu rencana dapat diterapkan dan keberlanjutannya dapat dipertahankan tanpa mengurangi manfaat yang diharapkan bagi tujuan utama kegiatan tersebut yakni konservasi airtanah.

Hasil penelitian Mawarni (2010) menyebutkan bahwa 90,95% penduduk di kawasan karst Gunungkidul bagian tengah memiliki pekerjaan sebagai petani, 5,07% sebagai buruh dan sisanya bekerja sebagai pegawai negeri sipil dan pedagang. Penelitian lain yang dilakukan oleh Mawarni (2010) juga menyebutkan bahwa pekerjaan paling dominan di kawasan karst Gunungkidul bagian barat adalah petani, yakni mencapai 96,16%. Hasil penelitian lain yang dilakukan Cahyadi (2010) menyebutkan bahwa persentase petani di kawasan karst Gunungkidul bagian timur mencapai 79,59%. Pendapatan petani di kawasan karst Gunungkidul sangatlah minim karena tanah di kawasan ini tidak begitu subur dan hanya mengandalkan air hujan, sehingga pada musim kemarau banyak diantara mereka yang merantau ke kota (Worosuprojo, 1997).

Kondisi ekonomi seperti di atas tentunya akan menyulitkan pelaksanaan pembuatan *septic tank* yang ramah lingkungan pada tingkat rumah tangga, karena biaya yang diperlukan cukup banyak. Oleh karena itu, maka pembuatan *septic tank* komunal akan lebih mudah dilakukan. Hal ini karena pembuatannya dilakukan bersama-sama oleh masyarakat sehingga biaya yang ditanggung untuk setiap rumah tangga akan semakin kecil.

Analisis pola spasial yang dilakukan terhadap permukiman di kawasan karst Gunungkidul dengan menggunakan Citra Quickbird hasil pemotretan tahun 2010 dengan resolusi spasial 0,6 meter menunjukkan bahwa pola permukiman di Kawasan Karst Gunungkidul adalah mengelompok. Hal ini tentunya akan memudahkan dalam pembuatan *septic tank* secara komunal, karena jaringan pipa yang dibutuhkan akan lebih pendek dibandingkan dengan pola permukiman yang acak.

Kondisi morfologi yang berupa perbukitan karst menyebabkan tidak di semua tempat dapat dijadikan lokasi *septic tank* komunal. Lokasi yang paling tepat untuk penempatan *septic tank* komunal adalah pada

dataran aluvial karst, baik yang berupa *cockpit* (lembah antar perbukitan karst), *doline* ataupun *polje*. Letaknya yang berada di tempat yang paling rendah dibandingkan dengan tempat di sekitarnya akan menyebabkan aliran limbah dari sanitasi menuju *septic tank* secara gravitatif.

Dataran alluvial karst biasanya memiliki tanah yang relatif lebih tebal dibandingkan wilayah di sekitarnya, namun karena merupakan tanah hasil pengendapan yang dominan lempung, maka tanah pada wilayah ini memiliki permeabilitas (kemampuan tanah untuk mengalirkan air) yang rendah. Hal ini akan menyebabkan *septic tank* akan cepat penuh karena aliran keluaran tidak dapat mengalir. Oleh karenanya diperlukan suatu modifikasi terhadap bentuk dari sistem sanitasi ini.

Salah satu metode yang dapat dilakukan untuk mengatasi permasalahan di atas adalah pembuatan saluran penyaring dengan bahan lain yang memiliki permeabilitas yang tinggi seperti pasir dan koral, yang dikombinasikan dengan pipa-pipa penyebar air ke seluruh dataran aluvial karst. Teknik ini dapat dipadukan dengan menjadikan bagian atas saluran penyaring sebagai media tanam bagi sayuran atau tanaman kacang-kacangan sehingga dapat menambah pendapatan petani termasuk pada musim kemarau. Namun demikian, metode terakhir ini hanya dapat dilakukan untuk saluran penyaring dari air seni dan tinja, sedangkan yang berasal dari *grey water* tidak dapat digunakan sebelum proses berakhir.

Permasalahan sosial yang dihadapi dalam konservasi airtanah kawasan karst diantaranya adalah rendahnya pengetahuan masyarakat terkait dengan kerentanan airtanah kawasan karst yang tinggi. Hal ini haruslah diselesaikan dengan upaya-upaya sosialisasi baik berupa sosialisasi di dalam ruangan ataupun kunjungan lapangan misalnya penelusuran gua, instalasi sumber air Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) serta melakukan diskusi-diskusi tentang kesehatan lingkungan. Metode lain yang dapat dilakukan adalah pengenalan lingkungan karst kepada anak-anak melalui pelajaran ataupun kegiatan lain di luar jam sekolah. Hal ini penting untuk menjaga keberlanjutan program konservasi airtanah di kawasan karst

dimasa mendatang.

SIMPULAN

Penanganan persoalan sanitasi di kawasan karst Gunungkidul mendesak untuk dilakukan. Hal ini karena sumberdaya airtanah di Gunungkidul sangat penting dan bukti adanya pencemaran pada beberapa sumber air yang digunakan telah teridentifikasi. Penanganan ini harus melibatkan semua pihak sehingga dapat tercapai dengan lebih mudah dan berkelanjutan, serta memperhatikan karakteristik kawasan karst yang unik.

DAFTAR PUSTAKA

- Asdak, C. 2007. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Adji, T. N. 2006. Peranan Geomorfologi dalam Kajian Kerentanan Air Bawah Tanah Karst. *Gunung Sewu, Indonesia Cave and Karst Journal*, 2(1). 68-79
- Adji, T. N., 2010. Variasi Spasial-Temporal Hidrogeokimia dan Sifat Aliran untuk Karakterisasi Sistem Karst Dinamis di Sungai Bawah Tanah Bribin Kabupaten Gunungkidul, D.I. Yogyakarta. *Disertasi*. Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada.
- Cahyadi, Ahmad. 2010. Pengelolaan Kawasan Karst dan Peranannya dalam Siklus Karbon di Indonesia. *Makalah dalam Seminar Nasional Perubahan Iklim di Indonesia*. Sekolah Pasca Sarjana UGM Yogyakarta, 13 Oktober 2010.
- Cahyadi, A., Lestariningsih, S.P., Zein, A.G., dan Rahmat, P.N. 2010. Tekanan Penduduk Terhadap Lahan di Kawasan Karst Gunungkidul (Studi Kasus Desa Songbanyu dan Desa Jerukwudel). *Laporan Penelitian*. Yogyakarta: Karst Student Forum (KSF) Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada.
- Cahyadi, Ahmad; Priadmodjo, Anggit dan Yananto, Ardila. 2011. Criticizing The Conventional Paradigm of Urban Drainage. *Proceeding The 3rd International Graduated Student Conference on Indonesia*. Yogyakarta, 8-9 November 2011. Hal: 547-553.
- Domenico, P.A. and Schwartz, F.W. 1990. *Physical and Chemical Hydrogeology*. 2nd Ed. John Wiley & Sons.
- Danes, J.V., 1910. Die Karstphanomene in Goenoeng Sewoe auf Java, *Tjdschrift van het kon. Ned. Aardrijksk. Gen.* Tweede Serie, deel XXVII, 247-260.
- Ford, D. Dan Williams, P. 1992. *Karst Geomorphology and Hydrology*. London: Chapman and Hall
- Harter, T. Dan Walker, L.G. 2001. *Assesing Vulnerability of Groundwater*. California: California Department of Health Service.
- Haryono, E., 2001. Nilai Hidrologis Bukit Karst. *Makalah pada seminar Nasional, Eko-Hidrolik. 28-29 Maret 2001*. Jurusan Teknik Sipil, UGM
- Haryono, Eko. 2004. *Hidup Bersahabat dengan Kawasan Karst*. Yogyakarta: Forum Karst Goenoeng Sewoe.
- Klimchouk, A., 1997. The nature and principal characteristics of epikarst. In: P.-Y. Jeanin (Editor), *12th International Congress of Speleology, La Chaux-de-Fonds*, pp. 306.
- Kusumayudha, S.B. 2005. Hidrogeologi Karst dan Geometri Fraktal di Daerah Gunungkidul. Yogyakarta: Adi Cita.
- Lehmann, H., 1936. *Morfologische Studien auf Java*, Gohr, Abh, 3, Stuttgart.
- MacDonalds and Partners. 1984. *Greater Yogyakarta – Groundwater Resources Study*. Vol 3C: Cave Survey. Yogyakarta, Directorate General of Water Resources Development Project (P2AT).
- Mawarni, A. 2010. *Kiat Hidup Masyarakat di Lahan Kering (Kasus Desa Giri Panggung Tepus Gunungkidul)*. Yogyakarta: Pusat Studi Pedesaan dan Kawasan Universitas Gadjah Mada.
- Nayono, S., Lehn, H., Kopfmuller, J. dan Londong, J. 2011. Options for Decentralized Waste Water Teratment in Rural Karst Area in Gunungkidul: Social Acceptance. *Makalah dalam Asian Trans-Disciplinary Karst Conference 2011 Tanggal 7-10 Januari 2011*. Yogyakarta: Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada.
- Sudarmadji, Haryono, E., Widayastuti, M., 2005.

- Pengembangan Metode Konservasi Air Bawah Tanah di Kawasan Karst Sistem Bribin-Baron, Kab. Gunungkidul, *Laporan Penelitian Hibah bersaing XIII/1*
- Sugiharto. 2008. *Dasar-Dasar Pengelolaan Air Limbah*. Jakarta: Universitas Indonesia Press.
- Vrba j., Zaporosec A., 1994. *Guidebook on Mapping Groundwater Vulnerability. Vol.16 International Association of Hydrogeologist*. Hannover : Verlag Heinz Heise.
- Widyastuti, M. 2010. Karakterisasi Daerah Tangkapan Ponor Karst Gunungsewu sebagai Variabel Penentu Kerentanan Airtanah terhadap Pencemaran (Studi Kasus di DAS Bribin). *Laporan Akhir Kegiatan Penelitian Hibah Disertasi Doktor*. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- Worosuprojo, S. 1997. Kajian Ekosistem Karst di Kabupaten Gunungkidul Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. *Laporan Penelitian*. Biro Bina Lingkungan Hidup Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta dan Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada.