

Bunga Rampai

Merangkai Negeri:
Sebuah Kontribusi Pemikiran dan
Solusi untuk *Indonesia*



Dr. H. Sutirna, S.Pd., M.Pd. | Dicky Rachmawan | Sri Kadarsih
T. Listyani R.A. | Rahmad Hakim | Muhammad Guntur
Moh. Mahrus Hasan, S.Ag., M.Pd.I. | Muhammad Reza, S.sos, M.A.
Nikolaus Rendi P. Hadi, M.Hum. | Haris Faozan | Derry Nodyanto

Bunga Rampai

Merangkai Negeri: Sebuah Kontribusi Pemikiran dan Solusi untuk Indonesia

Dr. H. Sutirna, S.Pd., M.Pd.

Dicky Rachmawan

Sri Kadarsih

T. Listyani R.A.

Rahmad Hakim

Muhammad Guntur

Moh. Mahrus Hasan, S.Ag., M.Pd.I.

Muhammad Reza, S.sos, M.A.

Nikolaus Rendi P. Hadi, M.Hum.

Haris Faozan

Derry Nodyanto

**BUNGA RAMPAI
MERANGKAI NEGERI: SEBUAH KONTRIBUSI
PEMIKIRAN DAN SOLUSI UNTUK INDONESIA**

Sutirna... [et.al]

Desain Cover :
Rulie Gunadi

Tata Letak :
Haris Ari Susanto

Ukuran :
vi, 95 hlm, Uk: 17.5x25 cm

ISBN :
978-623-02-2614-4

Cetakan Pertama :
Maret 2021

Hak Cipta 2021, Pada Penulis

Isi diluar tanggung jawab percetakan

Copyright © 2021 by Deepublish Publisher
All Right Reserved

Hak cipta dilindungi undang-undang
Dilarang keras menerjemahkan, memfotokopi, atau
memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini
tanpa izin tertulis dari Penerbit.

PENERBIT DEEPUBLISH
(Grup Penerbitan CV BUDI UTAMA)
Anggota IKAPI (076/DIY/2012)

Jl.Rajawali, G. Elang 6, No 3, Drono, Sardonoharjo, Ngaglik, Sleman
Jl.Kaliurang Km.9,3 – Yogyakarta 55581
Telp/Faks: (0274) 4533427
Website: www.deepublish.co.id
www.penerbitdeepublish.com
E-mail: cs@deepublish.co.id

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI	vi
Transfer Budaya Bangsa Indonesia Sejak Usia Dini.....	1
Dr. H. Sutirna, S.Pd., M.Pd.	
Merajut Masa Depan Desa Di Indonesia: Era Membangun Manusia dan Mengukur Dampak Berdasarkan Data	8
Dicky Rachmawan	
Refleksi Pelayanan Konsumen Budaya Rakyat Pelaku Usaha Dinasti, Krisis Moralitas Berdampak Keuangan Bangsa	18
Muhammad Guntur	
Membangun dan Mengembangkan Pojok Baca Di Tengah Desa	26
Sri Kadarsih	
Menjaga Mata Air: Upaya Perlindungan Air Tanah Berkelanjutan	33
T. Listyani R.A.	
Mengakhiri Pandemi Dengan Spirit Filantropi	46
Rahmad Hakim	
Inspirasi Dan Motivasi Literasi Melalui Resensi: Mengenalkan Program <i>Saya Sibuk</i> (Satu Karya Resensi Buku)	53
Moh. Mahrus Hasan, S.Ag., M.Pd.I	
Mewujudkan Cita-Cita Pancasila dengan Merawat Persatuan.....	66
Muhammad Reza, S.sos, M.A	
Langkah Bahasa Indonesia Dalam Menghadapi Revolusi Industri 4.0: Sebuah Kontribusi Pemikiran dan Solusi untuk Indonesia	72
Nikolaqs Rendi P. Hadi, M.Hum.	
Mengembangkan Corporate University Instansi Pemerintah: <i>Re- Engineering</i> Strategi Peningkatan <i>Competitive Advantage</i> Era Disrupsi	78
Haris Faozan	
Masyarakat Belajar Kunci Pembangunan Pendidikan	91
Derry Nodyanto	

MENJAGA MATA AIR: UPAYA PERLINDUNGAN AIR TANAH BERKELANJUTAN

T. Listyani R.A.

Teknik Geologi, Institut Teknologi Nasional Yogyakarta
lis@itny.ac.id

Abstrak

Mata air merupakan sumber daya air yang sangat potensial dan memegang peranan penting sebagai sumber air tanah. Dengan semakin banyaknya kebutuhan air tanah, maka Mata air harus dijaga kelestariannya. Menjaga kelestarian Mata air berarti harus dapat mempertahankan kuantitas maupun kualitasnya agar selalu baik. Untuk itu, beberapa langkah yang harus dipahami adalah identifikasi Mata air guna mengetahui karakteristiknya. Kondisi geologi daerah sekitar Mata air juga perlu dipahami, supaya dapat ditentukan zonasi perlindungan Mata air tersebut. Pada zona perlindungan Mata air diharapkan tidak ada aktivitas antropogenik yang mengganggu kestabilan kuantitas maupun kualitas air tanah yang muncul pada Mata air.

Kata kunci: geologi, hidrogeologi, Mata air, zona perlindungan.

I. Pendahuluan

Sumber daya air merupakan substansi yang vital bagi kehidupan manusia. Sebagai sumber daya yang strategis, air sering menjadi bahan perebutan kekuasaan melalui berbagai pekerjaan maupun kepentingan. Baik pemerintah maupun swasta, dari berbagai departemen maupun *stakeholder* berusaha untuk mencari peluang mendapatkan kesempatan meneliti hingga memanfaatkan air.

Air yang dimanfaatkan bagi kehidupan sehari-hari, tak cukup hanya diperoleh dari air permukaan. Apalagi, dengan makin banyaknya penduduk di dunia ini, kebutuhan akan sumber daya air lebih cenderung dipenuhi oleh air tanah. Dibanding air permukaan, air tanah dirasa lebih baik kualitasnya karena lebih kecil pencemaran

yang terjadi di dalamnya. Oleh karena itu, pemanfaatan air tanah semakin meningkat di berbagai sendi kehidupan.

Salah satu sumber air tanah yang sering menjadi perhatian adalah Mata air. Mata air merupakan fenomena pemunculan air tanah di permukaan sebagai arus dari aliran air (Todd, 1980). Oleh karena posisinya ada di permukaan, seringkali orang menganggap sumber daya air ini sebagai air permukaan. Namun demikian, dari sudut pandang hidrogeologi, Mata air digolongkan sebagai air tanah, dan kemunculannya dikaitkan dengan karakteristik air tanah yang terkontrol oleh karakteristik geologi setempat.

Upaya perlindungan Mata air merupakan bagian dari konservasi sumber daya air yang dilaksanakan pada Mata air (Republik Indonesia, 2019). Pasal 28 dari UU Nomor 17 tahun 2019 Tentang Sumber Daya Air berbunyi "Pendayagunaan Sumber Daya Air ditujukan untuk memanfaatkan Sumber Daya Air secara berkelanjutan dengan prioritas utama untuk pemenuhan air bagi kebutuhan pokok sehari-hari masyarakat". Adapun pendayagunaan pada air permukaan menurut undang-undang tersebut salah satunya dilakukan pada Mata air.

Sebagai bagian dari siklus hidrologi, Mata air perlu diidentifikasi karakteristiknya, baik secara deskriptif maupun genetik. Pengetahuan tentang genetik air pada Mata air akan membawa kita pada perlindungan Mata air yang tepat sasaran dan menjaga keberlangsungan sumber daya air tanah yang berkelanjutan. Tulisan ini merupakan gagasan tentang perlindungan Mata air, dengan contoh kasus pada bentang alam vulkanik dan kars.

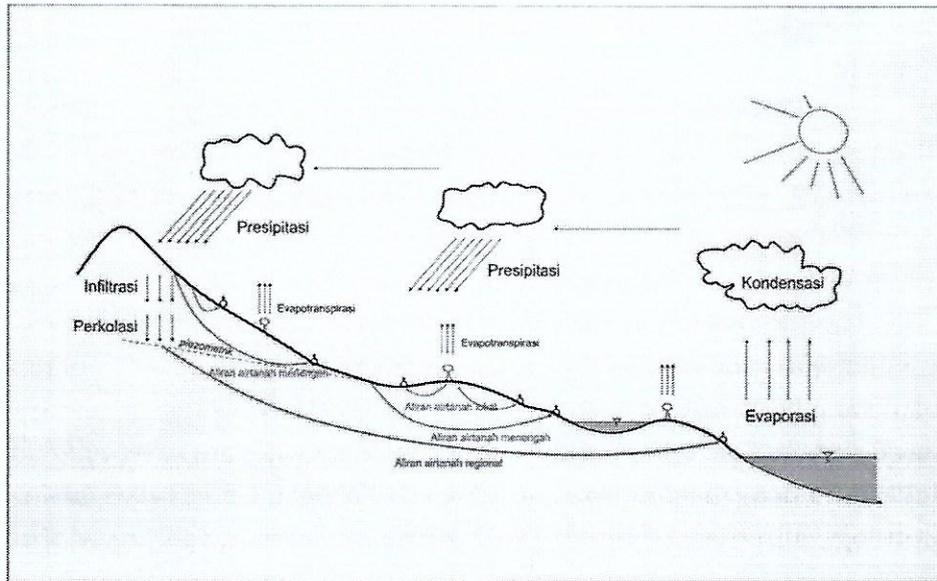
II. Mata air Sebagai Bagian Dari Siklus Hidrologi

Air di alam beredar dalam suatu siklus hidrologi. Adanya hukum kekekalan massa meyakinkan kita bahwa sesungguhnya massa air tak berubah, namun yang berubah adalah wujudnya. Wujud air dapat berubah menjadi cair sebagai air; padatan sebagai es; maupun gas sebagai uap air. Dalam suatu siklus hidrologi, air dapat hadir sebagai hujan/presipitasi, air permukaan (sungai, danau, laut) maupun air

tanah yang tersimpan dalam akifer atau muncul secara alami sebagai Mata air.

Karena air tanah merupakan sumber air pada Mata air, maka pola aliran air tanah akan berpengaruh terhadap pemunculan Mata air. Toth (1963) menyatakan bahwa pada sebagian besar jaring-jaring aliran di banyak daerah, aliran air tanah dapat dibedakan menjadi sistem aliran lokal, menengah dan regional. Di daerah dimana relief lokal dapat diabaikan, maka hanya sistem regional yang berkembang. Sebaliknya, apabila relief lokal sangat berperan, maka hanya aliran lokal yang berkembang.

Peredaran air dalam siklus hidrologi dapat berlangsung singkat (lokal), menengah, atau lama (regional). Sebagai bagian dari siklus hidrologi, aliran air tanah di bawah permukaan juga dapat terjadi dalam kurun waktu yang singkat hingga lama, tergantung kondisi geologi yang mempengaruhinya. Bahkan ada air yang pada suatu saat keluar dari siklus dan terjebak dalam formasi geologi menjadi air fosil atau yang kita kenal sebagai air konat. Proses pengaliran air tanah di bawah permukaan tersebut akan berpengaruh pada kondisi Mata air, sehingga kita mengenal air tanah yang muncul sebagai Mata air lokal, menengah ataupun regional (Gambar 1). Air tanah yang bersifat lokal biasanya berumur muda, sedangkan air tanah yang mengalir pada lintasan jauh pada umumnya berumur lebih tua. Mata air sebagai sumber daya air dapat dihasilkan oleh air tanah yang mengalir secara lokal, menengah hingga regional, atau percampuran dari berbagai macam aliran.



Gambar 1. Interpretasi pemunculan Mata air dalam siklus hidrologi.

III. Perlunya Identifikasi Mata air

Untuk dapat melakukan upaya perlindungan Mata air, kita perlu memahami karakteristik Mata air. Karakteristik Mata air ini dapat dilihat dari berbagai penyebab atau pengontrol terjadinya Mata air. Identifikasi Mata air dapat dilakukan melalui penyelidikan hidrogeologi secara langsung di lapangan. Survei ini dimaksudkan untuk memperoleh beberapa data geologi Mata air serta kondisi airnya. Hal-hal di sekitar Mata air yang perlu kita identifikasi meliputi:

- Daerah resapan (*recharge*) dan keluaran (*discharge*) di sekitar Mata air.
- Morfologi pada lokasi pemunculan Mata air.
- Batuan akifer (material pembawa air).
- Struktur geologi daerah sekitar Mata air.
- Muka air tanah.
- Tipe porositas akifer (antar butir, retakan/rekahan, kekar, saluran/lubang sekunder).
- Permeabilitas akifer serta lapisan di bawahnya.

- h. Suhu air (sejuk, normal, panas).
- i. Debit mata air dan sifat pengaliran Mata air (menahun, musiman, periodik).
- j. Kualitas air (fisik, kimia, biologi).

Survei hidrogeologi terhadap Mata air perlu dilakukan tak hanya dalam satu periode, melainkan butuh pemantauan (*monitoring*) atau survei ulang secara periodik. Pemantauan ini perlu dilakukan untuk memperoleh data:

- a. Fluktuasi debit Mata air.
- b. Pergeseran titik Mata air.
- c. Kemungkinan hilang/timbulnya Mata air.
- d. Perubahan kualitas air.

Perubahan yang terjadi pada Mata air bisa diakibatkan oleh iklim/cuaca, tektonik/gempa yang dapat menghasilkan struktur geologi (kekar, patahan) baru.

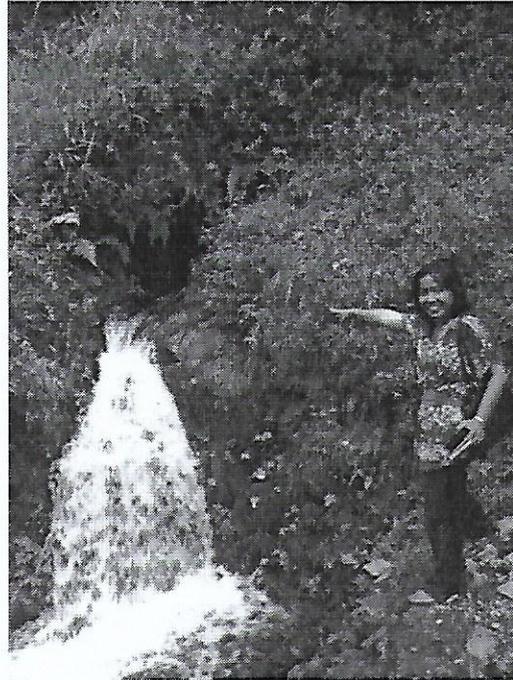
IV. Kontrol Geologi Mata air

Secara alami, pemunculan Mata air dikontrol oleh geologi suatu daerah, meliputi geomorfologi, batuan/stratigrafi, struktur geologi. Selain itu, aktivitas manusia juga dapat menyebabkan pemunculan Mata air akibat adanya pemotongan muka air tanah oleh topografi permukaan.

4.1. Kontrol Morfologi

Kajian morfologi suatu daerah dapat dilihat dari aspek morfometri dan morfogenesis. Secara morfometri, Mata air biasanya muncul akibat terpotongnya muka air tanah oleh permukaan tanah yang kita kenal sebagai Mata air depresi (Todd, 1980). Listyani et al (2019) mengatakan adanya hubungan topografi dengan pemunculan Mata air. Relief yang terjal pada suatu tebing dapat menyebabkan terpotongnya muka air tanah sehingga muncul Mata air seperti yang terlihat pada Umbul Lanang di tebing barat hulu K. Kuning daerah Kaliurang (Gambar 2). Umbul Lanang ini pernah mati dalam beberapa tahun dan kembali mengeluarkan air di tahun 2010 (Listyani, 2011).

Menurut Balitbangtek HHBK (2020), Mata air seperti ini memiliki karakteristik mengalirkan air tanah ke permukaan secara horizontal. Pada umumnya Mata air ini berasal dari akifer dangkal, tidak tertekan dengan sistem aliran bersifat lokal. Kualitas air sangat dipengaruhi oleh perubahan musim, berfluktuasi sesuai musim / air hujan. Kualitas air pada Mata air jenis ini termasuk sedang, dimana aktivitas manusia di atasnya akan sangat berpengaruh.



Gambar 2. Umbul Lanang di tepi K. Kuning, Kaliurang yang muncul akibat terpotongnya muka air tanah oleh tebing sungai.

Dari aspek morfogenesis, jenis bentang alam akan menentukan karakteristik pola aliran air tanah. Sebagai contoh, bentang alam vulkanik memiliki karakteristik pengaliran air tanah yang berbeda dari bentang alam kars. Pada bentang alam vulkanik, kehadiran Mata air di tekuk lereng (Kementrian ESDM, 2018) dapat menjadi batas antara zona imbuhan dan keluaran. Beberapa titik Mata air pada umumnya terletak pada elevasi yang relatif sama, sehingga deretan titik Mata air tersebut dapat ditarik sebagai garis pembatas antara

daerah resapan dan daerah luahan air tanah. Di lain pihak, bentang alam kars memiliki karakteristik berbeda. Kehadiran Mata air pada bentang alam kars lebih ditentukan oleh kondisi lubang-lubang pelarutan yang ada dalam batugamping.

4.2. Sifat Fisik Batuan dan Struktur Geologi

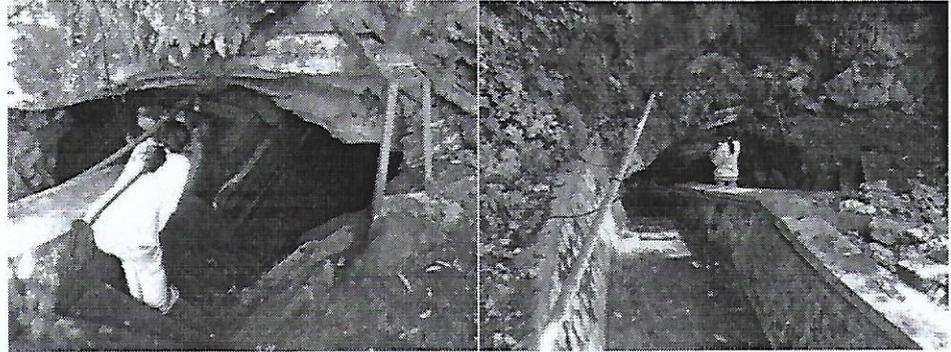
Sifat fisik batuan yang mengontrol terjadinya Mata air meliputi porositas dan permeabilitas. Pada kawasan bentang alam gunungapi Kuartar, kehadiran Mata air pada umumnya dikontrol oleh porositas antar butir. Permeabilitas yang cukup tinggi dari endapan vulkanik muda akan menghasilkan Mata air berdebit besar (Listyani, 2011), seperti tampak pada Umbul Wadon di hulu K. Kuning. Mata air seperti ini biasanya mengeluarkan air ke permukaan secara vertikal ke arah atas (Balitbang HHBK, 2020). Mata air ini pada umumnya berasal dari akuifer tertekan yang dalam, dengan sistem aliran regional, dimana kondisi geologi sangat berperan. Mata air ini relatif stabil, dimana perubahan musim maupun aktivitas manusia tidak mempengaruhi debit Mata air secara signifikan. Kualitas air pada Mata air jenis ini umumnya mempunyai baik.



Gambar 3. Umbul Wadon di hulu K. Kuning, berdebit besar, didukung oleh akifer breksi lahar yang berpermeabilitas tinggi.

Di lain pihak, akifer batugamping pada kawasan bentang alam kars memiliki pola aliran air tanah dan pemunculan Mata air yang dikontrol oleh porositas rekahan serta lubang pelarutan. Tektonik

yang cukup intensif menghasilkan banyak struktur geologi (kekar maupun sesar) yang selanjutnya dapat menjadi zona lemah yang berkembang menjadi saluran/konduit yang memicu terjadinya porositas sekunder. Gambar 4 merupakan contoh Mata air di Gua Pego di Dusun Trasih, Ngoro-oro, Giriasih, Purwosari, Gunungkidul yang dikontrol oleh porositas rekahan dan lubang saluran.



Gambar 4. Gua Pego di Ngoro-oro, Gunungkidul sebagai contoh pemunculan Mata air yang dikontrol oleh lubang saluran (porositas sekunder).

V. Perlindungan Mata air

Mata air sebagai sumber daya alam yang sangat dibutuhkan bagi kehidupan sehari-hari perlu kita jaga agar keberadaannya dapat lestari. Perlindungan mata air dilakukan antara lain melalui upaya pengaturan daerah sempadan mata air. Daerah sempadan air adalah kawasan tertentu di sekeliling Mata air yang dibatasi oleh garis sempadan mata air (Pembkab Tulungagung, 2012). Sempadan Mata air adalah garis maya batas luar perlindungan mata air, yang ditentukan untuk mengamankan dan mempertahankan fungsi mata air serta prasarana sumber daya air.

Permen ESDM Nomor 31 tahun 2018 menyebutkan bahwa Zona Perlindungan Air Tanah adalah daerah yang karena fungsinya terhadap air tanah sangat penting sehingga dilindungi, yang dilakukan dengan mendelineasi zona perlindungan air tanah. Delineasi ini meliputi dua hal, yaitu deliniasi daerah imbuhan air tanah dan penentuan zona perlindungan Mata air. Oleh karenanya,

untuk melindungi Mata air kita harus mengetahui wilayah yang menjadi zona perlindungannya. Zona perlindungan mata air dilakukan dengan cara menggaris-batasi (mendelineiasi) dengan radius 200 meter dari lokasi pemunculan mata air.

Zona perlindungan pada Mata air juga ditentukan oleh zona resapan air tanah yang memberikan suplai air. Penentuan daerah resapan atau daerah tangkapan air (DTA) pada mata air yang dikontrol oleh akifer bebas dapat memanfaatkan pendekatan batas-batas morfologi (Balitbangtek HHBK, 2020). Adapun penentuan DTA mata air ini ditentukan oleh batas-batas geologi dan dapat didekati dengan metode *tracer test*.

Zona perlindungan Mata air dapat dibagi menjadi tiga (Balitbang HHBK, 2020), yaitu zona I (zona perlindungan titik Mata air), zona II (zona perlindungan), dan zona III (zona perlindungan DTA mata air).

- a. Zona I bertujuan melindungi air yang keluar di titik Mata air dari semua zat pencemar, pada umumnya adalah radius 10-20 m dari titik mata air. Upaya perlindungan pada zona ini biasanya adalah pembuatan bak penampung air sebelum didistribusikan.
- b. Zona II bertujuan melindungi Mata air dari zat pencemar yang dapat menyebabkan degradasi kualitas air yang berupa bakteri patogen. Batas zona ini ditentukan berdasarkan jarak tempuh bakteri coli ke titik Mata air selama kurang lebih 60 hari, yaitu jarak 200-300 m dari mata air ke arah hulu.
- c. Zona III merupakan DTA Mata air dimana air hujan terinfiltrasi dan memasuki sistem air tanah dan dapat muncul di titik Mata air. Zona ini bertujuan melindungi Mata air dari zat pencemar yang tidak dapat mengalami degradasi dalam waktu singkat, dan ditentukan berdasarkan luas tangkapan air Mata air.

Mata air yang mempunyai sistem aliran lokal dapat menggunakan pendekatan batas morfologi. Mata air dengan sistem aliran regional dapat menggunakan pendekatan geologi atau *tracer test*. Perbedaan karakteristik Mata air menjadi pertimbangan dalam zonasi perlindungan Mata air seperti dicontohkan pada Tabel 1. Perbedaan tersebut berkaitan dengan kondisi geologi daerah setempat serta wilayah zona resapan yang mempengaruhi Mata air.

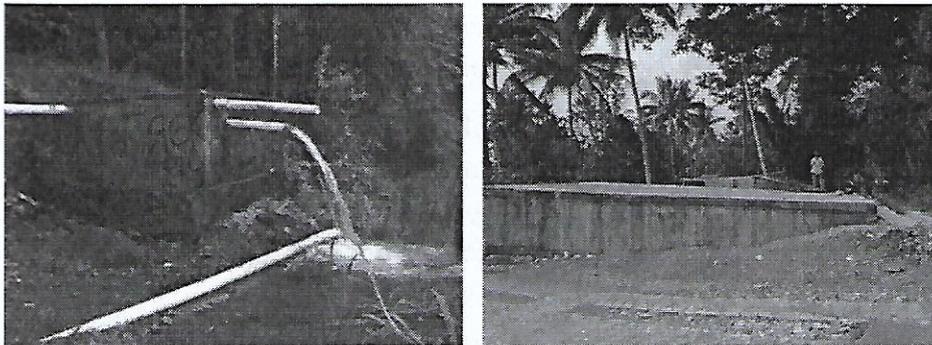
Tabel 1. Beberapa aspek yang perlu dipertimbangkan dalam kegiatan perlindungan Mata air.

Bentang Alam	Mata air			Zona Perlindungan
	Lokal	Menengah	Regional	
Vulkanik	<ul style="list-style-type: none"> - Dominan dikontrol morfologi - Berkembang pada akifer bebas - Zona resapan setempat 	<ul style="list-style-type: none"> Campuran antara lokal dan regional 	<ul style="list-style-type: none"> - Dikontrol oleh geologi (batuan/struktur) - Berkembang pada akifer tertekan - Zona resapan luas ke arah hulu 	<ul style="list-style-type: none"> Zona I - III meluas ke arah hulu Mata air. Zona III pada Mata air regional melibatkan seluruh luasan zona resapan
Kars	<ul style="list-style-type: none"> - Dikontrol oleh porositas saluran - Dapat berkembang pada akifer bebas maupun tertekan - Zona resapan lokal 	<ul style="list-style-type: none"> - Dikontrol oleh porositas saluran - Dapat berkembang pada akifer bebas maupun tertekan - Zona resapan menengah 	<ul style="list-style-type: none"> - Dikontrol oleh porositas saluran - Dapat berkembang pada akifer bebas maupun tertekan - Zona resapan regional 	<ul style="list-style-type: none"> Zona I - II meluas secara radial (ke segala arah). Zona III pada Mata air regional melibatkan seluruh zona resapan air tanah

Perlindungan Mata Air (PMA) adalah salah satu upaya dalam sistem penyediaan air minum untuk menjaga sumber air baku untuk air minum agar tidak mengalami perubahan baik terhadap kuantitas maupun terhadap kualitas air dari mata air (Kementerian PU, 2014). Perlindungan terhadap Mata air dapat dilakukan dengan membuat bangunan penangkap air (Gambar 5). Bangunan PMA (Penangkap Mata Air) adalah bangunan untuk menangkap dan melindungi mata air terhadap pencemaran dan dapat juga dilengkapi dengan bak penampung. Bangunan penangkap air berfungsi mengumpulkan air dari mata air serta melindungi air dari pencemaran.

Sempadan Mata air telah diatur dalam Permen ESDM 31 tahun 2018. Dalam radius 200 m dari titik Mata air perlindungan terhadap Mata air diupayakan dengan melarang kegiatan pengeboran dan

penggalian. Selain itu, kegiatan pengolahan lahan (sawah/ kebun) yang menggunakan pestisida yang berlebihan juga perlu dihindari karena berpotensi mencemari Mata air, khususnya di Zona II (Balitbangtek HHBK, 2020). Zona perlindungan sejauh 200 m juga dimaksudkan untuk menjaga daya dukung dan fungsi daerah imbuhan air (Pemprov Jateng, 2018). Pelarangan pengeboran, penggalian atau penambangan batuan pada areal radius 200 m dari lokasi pemunculan mata air tersebut ditegaskan untuk mengamankan aliran air tanah pada sistem akifer yang mengendalikan pemunculan mata air.



Gambar 5. Bangunan penangkap air dari Umbul Wadon di hulu K. Kuning, Sleman (kiri) dan reservoir Jambu Dusun Dringo, Girijati, Purwosari, Gunungkidul (kanan).

VI. Kesimpulan

Identifikasi Mata air perlu dilakukan untuk menjaga kesinambungan sumber daya air tanah dan kelangsungan Mata air. Sebagai sumber daya air yang penting, karakteristik geologi Mata air perlu diketahui sehingga dapat dilakukan upaya perlindungan yang tepat. Kondisi bentang alam dan batuan serta struktur geologi akan menentukan karakteristik Mata air beserta kuantitas/kualitas airnya. Menjaga Mata air agar tetap lestari merupakan bagian dari upaya perlindungan air tanah yang penting. Zona perlindungan Mata air perlu ditentukan dengan mempertimbangkan pola aliran air tanah yang menghasilkan Mata air, baik secara lokal, menengah ataupun regional.

Reference

- Balai Penelitian dan Pengembangan Teknologi Hasil Hutan Bukan Kayu, 2020, *Perlindungan Mata Air Menyongsong Tata Normal Baru (New Normal): Sebuah Tinjauan Praktis*, Balai Penelitian Dan Pengembangan Teknologi, <http://balitbangtek-hhbk.org>.
- Kementerian Pekerjaan Umum, 2014, *Perlindungan Mata Air*, Modul Sosialisasi dan Diseminasi Standar Pedoman dan Manual, Cetakan 1, Pusat Penelitian dan Pengembangan Permukiman, Balitbang Kementerian Pekerjaan Umum, Bandung.
- Kementrian ESDM, 2018, *Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia Nomor 31 tahun 2018 Tentang Pedoman Penetapan Zona Konservasi Air Tanah*.
- Listyani R.A., T., 2011, Hidrogeologi Kimiawi Mata air di Lereng Selatan Gunung Merapi, dalam *Membangun Sinergi Perguruan Tinggi Swasta Kopertis Wilayah V Yogyakarta dengan Masyarakat melalui Penelitian Dosen*, Prosiding Seminar Nasional Hasil Penelitian Dosen Kopertis Wilayah V Yogyakarta, Kementerian Pendidikan Nasional, Kantor Kopertis Wilayah V Yogyakarta, ISBN No. 978-602-9367-03-4.
- Listyani R.A., T., Sulaksana, N., Alam, B.Y.C.S.S.S., Sudradjat, A., 2019, Topographic Control on Groundwater Flow in Central of Hard Water Area, West Progo Hills, Indonesia, *International Journal of GEOMATE*, Vol.17, Issue 60, pp.83-89, *Geotec., Const. Mat. & Env.*, DOI: <https://doi.org/10.21660/2019.60.8104>, ISSN: 2186-2982 (Print), 2186-2990 (Online), Japan, Aug, 2019.
- Pemerintah Daerah Provinsi Jawa Tengah, 2018, *Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah Nomor 3 Tahun 2018 tentang Pengelolaan Air Tanah*.
- Pemerintah Kabupaten Tulungagung, 2012, *Peraturan Daerah Kabupaten Tulungagung Nomor 10 tahun 2012 Tentang Perlindungan Mata Air*.

Republik Indonesia, 2019, *Undang-undang Republik Indonesia Nomor 17 tahun 2019 Tentang Sumber Daya Air*.

Todd, D.K., 1980, *Groundwater Hydrology*, 2nd Ed. New York : John Willey & Sons Inc.

Toth, J., 1963, A Theoretical Analysis of Groundwater Flow in Small Drainage Basins, *Journal of Geophysical Research*, Vol. 68, No. 16, Research Council of Alberta, Edmonton, Alberta.



deepublish | publisher



Penerbit Deepublish (CV BUDI UTAMA)
Jl. Rajawali, Gang Elang 6 No.3, Drono, Sardonoharjo, Ngaglik, Sleman
Jl. Kaliurang Km 9,3 Yogyakarta 55581
Telp/Fax : (0274) 4533427
Anggota IKAPI (076/DIY/2012)
✉ cs@deepublish.co.id @penerbitbuku_deepublish
🌐 Penerbit Deepublish 🌐 www.penerbitbukudeepublish.com

Kategori : Bunga Rampai

ISBN 978-623-02-2614-4



9 786230 226144