

Hidrogeomorfologi dan Potensi Mata Air Lereng Barat Daya Gunung Merbabu

Arif Ashari¹ dan Edi Widodo²

¹Jurusan Pendidikan Geografi Fakultas Ilmu Sosial Universitas Negeri Yogyakarta

²Program Studi Pendidikan Geografi Program Magister Universitas Negeri Yogyakarta

Korespondent E-mail: arif.ashari@uny.ac.id

Diterima: 2018-05-17 /Refisi:2019-02-14 Disetujui:2019-03-27
©2019 Fakultas Geografi UGM dan Ikatan Geograf Indonesia (IGI)

Abstrak Karakteristik bentanglahan pada suatu wilayah merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi distribusi spasial mata air. Penelitian ini dilaksanakan pada lereng barat daya Gunung Merbabu dengan tujuan: (1) menganalisis persebaran mata air berdasarkan satuan bentuklahan, (2) menganalisis jenis mata air serta kualitas dan kuantitas air. Untuk mencapai tujuan tersebut digunakan metode survei dengan pengambilan sampel secara sistematis. Analisis data dilakukan secara deskriptif dengan memperhatikan aspek spasial didukung analisis SIG dengan analisis tetangga terdekat (nearest neighbour analysis) dan pencocokan. Hasil penelitian: (1) terdapat pola persebaran mata air di Lereng Barat daya Gunung Merbabu pada perbatasan lereng gunungapi dengan kaki gunungapi dan kaki gunungapi dengan dataran kaki gunungapi. Kedudukan mata air berada pada ketinggian 1000-1500 mdpal yang menunjukkan sistem sabuk mata air vulkanik. Pola persebaran mata air yang relatif tidak teratur menunjukkan mulai bekerjanya proses denudasi pada morfologi kerucut vulkan Merbabu. (2) berdasarkan pengamatan pada 30 sampel mata air, diketahui jenis mata air umumnya berupa mata air deprasi, debit bervariasi antara 0,057 liter/detik hingga 2 liter/detik. Kualitas air yang meliputi Parameter suhu air, pH, daya hantar listrik DHL, dan oksigen terlarut DO relatif seragam.

Kata kunci: hidrogeomorfologi, mata air, Gunung Merbabu

Abstract Characteristics of landscape in a region is one of the factors affecting spatial distribution of springs. This research was conducted on the southwestern flank of Merbabu Volcano with the aim: (1) analyze the distribution of springs based on the unit of landform. (2) analyze the type of springs as well as the quality and quantity of water. To achieve this objective, survey method with systematic sampling is used. Data analysis was done descriptively by considering spatial aspect supported by GIS analysis with nearest neighbour analysis and matching. The results: (1) there is a spreading pattern in the southwestern flank of Merbabu Volcano on the border of the volcanic slope with volcanic foot and the volcanic foot with volcanic foot plain. The position of the spring is at an altitude of 1000-1500 masl mdpal which shows the system of the volcanic spring belt. The relatively irregular spreading pattern of spreading indicates the beginning of the process of denudation in the morphology of Merbabu volcanic cone. (2) based on observations on 30 samples of springs, it is known that the type of springs is generally a fissure spring gap spring, the discharge varies between 0.057 liter/sec to 2 liter/sec. Water quality Parameter that includes water temperature, pH, electrical conductivity DHL, and dissolved oxygen DO is relatively uniform.

Keywords: hydrogeomorphology, spring, Merbabu volcano

PENDAHULUAN

Keberadaan sumberdaya air di permukaan bumi sebagai sumberdaya alam utama pendukung kehidupan sangat penting untuk diidentifikasi dan diinformasikan. Airtanah ditinjau dari aspek kualitas maupun kuantitasnya merupakan salah satu sumber yang potensial untuk dimanfaatkan dalam memenuhi kebutuhan akan sumberdaya air. Dengan kuantitas mencapai 96% air tawar di permukaan bumi (tidak termasuk es di kutub), airtanah merupakan sumber air minum utama. Selain jumlahnya yang cukup banyak, airtanah juga memiliki kualitas yang lebih baik daripada air permukaan atau air hujan (Purnama, 2010). Distribusi airtanah di permukaan bumi bervariasi, salah satunya dipengaruhi oleh kondisi geomorfologis sebagai faktor yang ikut menentukan karakteristik akuifer. Antar berbagai bentuklahan dapat memiliki kuantitas dan kualitas air yang berbeda.

Bentuklahan vulkanik termasuk wilayah yang memiliki potensi sumberdaya air tinggi Santosa, (2006); Sutikno et al., (2007) Hal ini dipengaruhi oleh karakteristik material penyusunnya yang terbentuk dari pengendapan material lepas berukuran halus hingga kasar (piroklastik) serta batuan padu. Morfologi kerucut vulkan juga mendorong terbentuknya hujan orografis sehingga wilayah ini memiliki curah hujan yang banyak. Tingginya potensi sumberdaya air pada bentuklahan vulkanik biasanya dicirikan oleh munculnya sabuk mata air di sepanjang tekuk lereng (break of slope) yang berada pada satuan bentuklahan lereng dan kaki vulkan (Santosa, 2006). Bagi masyarakat yang bertempat tinggal pada wilayah vulkan keberadaan mata air sangat penting karena mempermudah dalam perolehan sumberdaya air. Dengan demikian informasi mengenai distribusi mata air beserta karakteristiknya sangat dibutuhkan.

Lereng barat daya Gunung Merbabu merupakan wilayah yang banyak ditempati oleh masyarakat. Secara administratif wilayah ini terletak di Kecamatan Sawangan Kabupaten Magelang, yaitu meliputi Desa Kapuhan, Ketep, Wonolelo, Wulunggunung, dan Banyuroto. Wilayah tersebut menurut data BPS Kabupaten Magelang (2016) ditempati oleh 19.031 penduduk. Jumlah penduduk yang banyak memerlukan penyediaan sumberdaya air. Kebutuhan sumberdaya air semakin meningkat karena beberapa desa di wilayah tersebut juga merupakan daerah tujuan wisata bagian dari jalur wisata Solo-Selo-Borobudur yang terus mengalami perkembangan. Disisi lain wilayah ini juga menghadapi ancaman bencana erupsi gunungapi dan longsor (Nurhadi et al., 2015), sehingga ketersediaan sumberdaya air dengan kuantitas dan kualitas tinggi sangat dibutuhkan dalam mendukung pengurangan risiko bencana. Berkaitan dengan kondisi ini sangat diperlukan analisis mengenai persebaran mata air dan karakteristiknya.

Dari segi hidrogeomorfologis, kajian mengenai distribusi mata air bermanfaat dalam mengungkap bagaimana karakteristik bentuklahan vulkanik Merbabu serta proses geomorfologis yang berlangsung, berpengaruh terhadap potensi sumberdaya air. Kondisi geomorfologis diketahui merupakan faktor yang berpengaruh terhadap ketersediaan sumber mata air di suatu wilayah selain curah hujan, permeabilitas, litologi, penggunaan lahan, dan struktur geologi (Santosa, 2006). Gunung Merbabu merupakan vulkan tipe B yang tidak aktif cukup lama, sehingga telah mulai ada proses eksogen yang mempengaruhi perkembangan bentuklahan dan karakteristik sumberdaya airnya.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian survei-deskriptif dengan pendekatan geografi yang tercermin

dari penekanan tema-tema geografi dalam analisis data, khususnya lokasi, tempat, dan region. Jenis survei yang digunakan adalah survei normatif. Pengukuran dan pengamatan lapangan dilakukan di seluruh wilayah lereng barat daya Gunung Merbabu, dengan pengambilan sampel secara sistematis. Pengumpulan data dilakukan dengan cara observasi, dokumentasi, dan studi pustaka. Hubungan antara variabel yang diamati, teknik pengumpulan data, dan instrumen atau sumber data ditunjukkan oleh Tabel 1.

Analisis data yang digunakan untuk menjawab permasalahan adalah analisis deskriptif dengan memperhatikan aspek spasial bentuklahan serta klasifikasi mata air. Untuk menjawab permasalahan pertama digunakan analisis deskriptif dengan penekanan pada korelasi spasial antara persebaran mata air dengan persebaran keruangan satuan bentuklahan. Analisis deskriptif juga dilakukan dengan mengacu pada keterangan dari (Simoen, 2001); (Santoso, 2006); (Sutikno et al., 2007) yang menjelaskan bahwa pada bentanglahan vulkanik persebaran mata air mengikuti pola sabuk mata air yang terdapat pada tekuk lereng mengelilingi kerucut vulkan. Untuk memperjelas pola persebaran mata air digunakan analisis Sistem Informasi Geografis (SIG) SIG dengan nearest neighbour analysis. Selain itu analisis deskriptif juga didukung dengan penekanan mengenai proses geomorfologi yang berlangsung untuk memberikan tambahan informasi kaitannya dengan pola persebaran mata air yang dijumpai di lapangan. Selanjutnya untuk menjawab permasalahan kedua, analisis deskriptif didukung dengan metode pencocokan (matching), yaitu hasil pengamatan kondisi mata air, debit mata air, dan kualitas air pada mata air dicocokkan dengan kriteria klasifikasi tipe dan debit mata air (Purnama, 2010) dan (Sudarmadji, 2013), serta kriteria baku mutu air minum berdasarkan ketentuan dalam

Tabel 1. Jenis Data dan Teknik Pengumpulan Data

Jenis Data	Teknik Pengumpulan Data	Instrumen / Sumber data
Bentuklahan	- Observasi	- Lembar Observasi, kamera
	- Interpretasi Citra	- Citra yang tersedia pada google earth
	- Studi pustaka	- Muhsinatun Siasah Masruri dan Arif Ashari (2015)
Kemiringan lereng	Observasi	- Klinometer, Yallon
	Dokumentasi	- Peta RBI, DEM SRTM
Jenis batuan penyusun	Observasi	- Lembar Observasi, kamera
	Dokumentasi	- Peta Geologi Lembar Magelang dan Lembar Yogyakarta
Debit mata air	- Observasi	- Instrumen pengukuran debit mata air dengan metode volumetrik, GPS, dan kamera
Kualitas air mata air	- Observasi	- Multiparameter meter Hanna

Peraturan Menteri Kesehatan (Permenkes) Nomor 492 Tahun 2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum

HASIL DAN PEMBAHASAN
Daerah Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Lereng Barat daya Gunung Merbabu yang terletak pada 429418 MT hingga 438152 MT serta 9168992 MU hingga 9176301 MU pada koordinat Universal Transverse Mercator (UTM) Zona 49 S. Daerah penelitian secara administratif terletak di wilayah Kecamatan Sawangan yang meliputi Desa Kapuhan, Ketep, Wonolelo, Wulunggunung, dan Banyuroto. Luas daerah penelitian keseluruhan adalah 2.433 ha, dan secara fisik seluruhnya berbatasan dengan satuan bentuklahan lainnya di Gunung Merbabu yaitu lereng barat, lereng timur, dan kaki gunungapi. Daerah penelitian ditunjukkan oleh Gambar 1.

Van Bemmelen (1949) dan Van Padang (1983) menjelaskan bahwa Gunung Merbabu merupakan vulkan tipe B sehingga tergolong vulkan yang tidak aktif pada saat ini. Aktivitas Gunung Merbabu sebagai vulkan tipe B berbeda dengan Gunung Merapi yang berada di sebelah selatannya sebagai vulkan tipe A yang masih mengalami erupsi dengan peristiwa terakhir terjadi pada tahun 2010. Sebagai vulkan yang tidak aktif, proses eksogen mulai banyak berpengaruh terhadap perkembangan bentuklahan. Gunung Merbabu merupakan vulkan strato yang memiliki satuan bentuklahan kerucut gunungapi, lereng gunungapi, kaki gunungapi, dan dataran kaki gunungapi (Masruri dan Ashari, 2015).

Wilayah Lereng Barat daya Gunung Merbabu pada Peta Geologi Lembar Magelang-Semarang tahun 1995 diinformasikan tersusun oleh material Batuan Gunungapi Merbabu (Qme) yang bersusunan

olivin dan andesit augit. Adapun penggunaan lahan di wilayah ini berdasarkan Peta Rupabumi Indonesia Lembar Kaliurang dan Ngablak berupa tegalan, kebun campuran, semak belukar, dan hutan. Lahan tegalan umumnya dimanfaatkan untuk budidaya tanaman semusim terutama palawija dan sayuran (Masruri dan Ashari, 2015). Beberapa jenis tanaman keras juga ditanam secara terbatas dan umumnya difungsikan sebagai pembatas lahan.

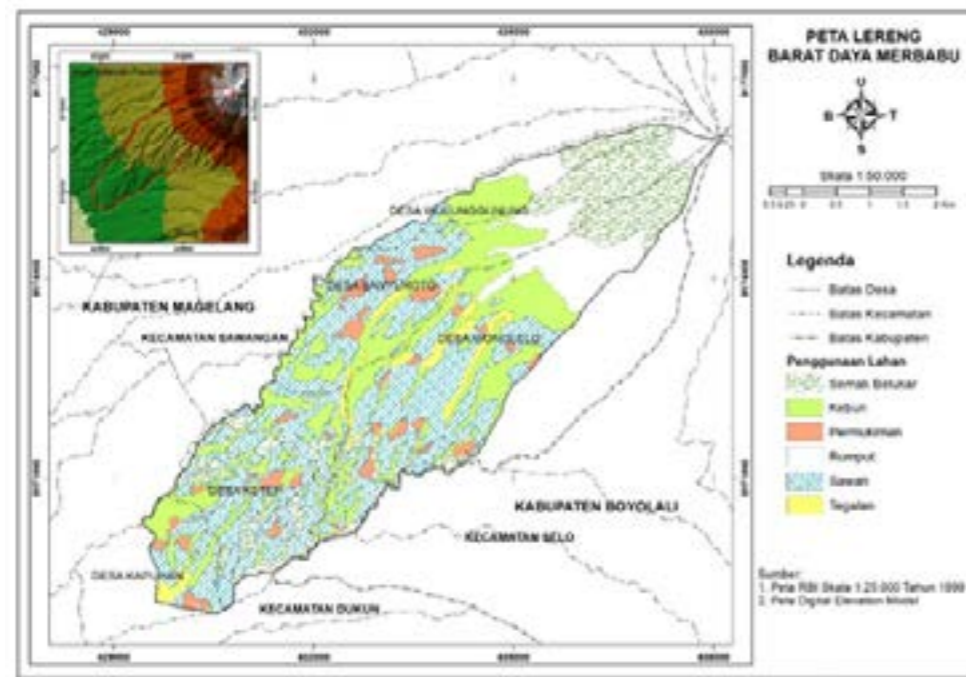
Distribusi Spasial Mata air pada Lereng Barat daya Gunung Merbabu

Mata air merupakan sumber air utama yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan masyarakat yang bertempat tinggal di wilayah Lereng Barat daya Gunung Merbabu. Di daerah penelitian, terdapat banyak mata air yang tersebar di berbagai titik. Berdasarkan pengamatan yang dilakukan pada 30 sampel mata air, diketahui bahwa secara umum persebaran mata air berpola mengelompok (Gambar 2). Hasil analisis SIG dengan metode Average Nearest Neighbour yang dilakukan dengan menggunakan ArcGIS 10.3 memperoleh nilai z-score kurang dari -2,58 pada signifikansi "p" 0,01. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa pola persebaran mata air bersifat mengelompok. Kurniati et al., (2016) menjelaskan bahwa Nilai tetangga terdekat diperoleh dari perbandingan nilai rerata observasi dengan nilai rerata ekspektasi, sedangkan yang menjadi indikator dalam penentuan jenis pola adalah nilai z-score. Terdapat tiga jenis pola persebaran, yakni mengelompok, seragam, dan acak. Pola persebaran mengelompok (clustered) ditunjukkan dengan nilai z-score yang negatif (-), pola persebaran seragam (dispered) ditunjukkan dengan nilai z-score yang semakin besar dan positif (+),

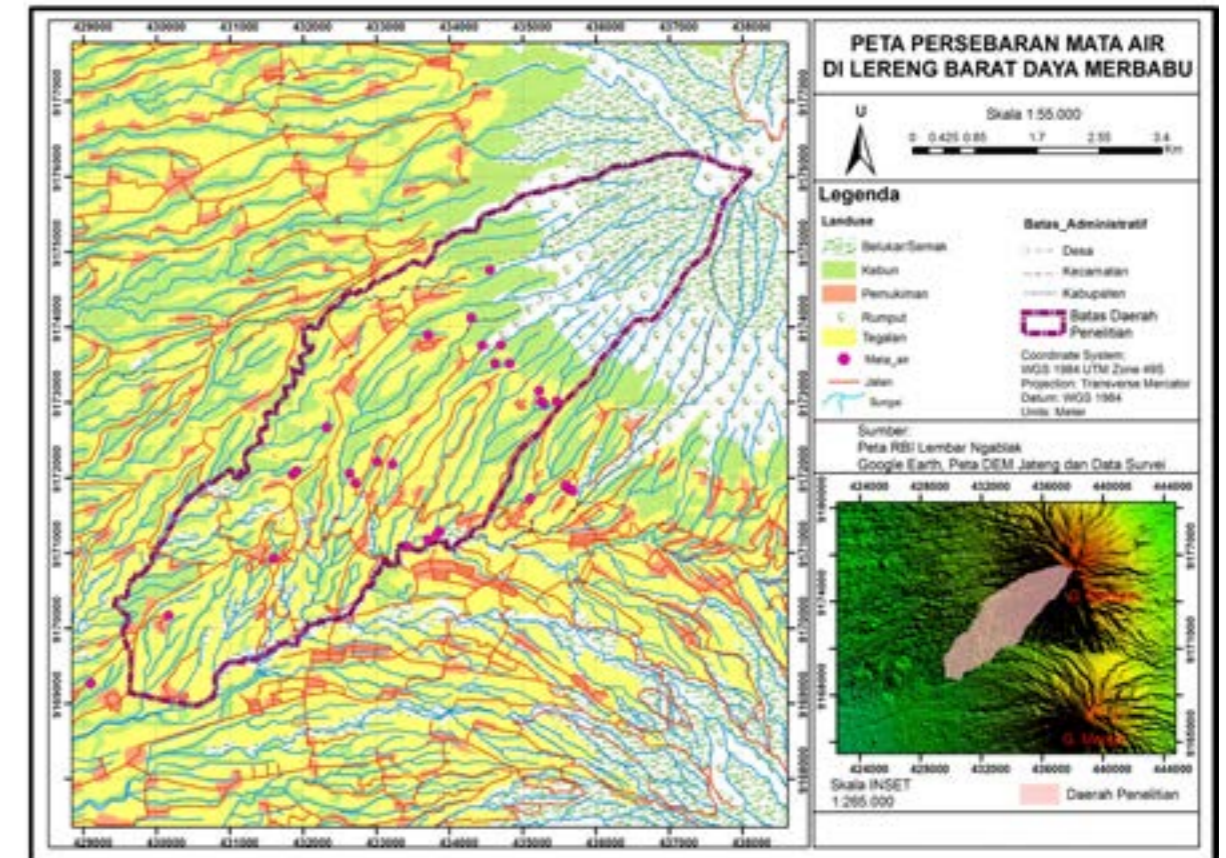
sedangkan pola persebaran acak (random) ditunjukkan dengan nilai z-score 0 atau mendekati 0 (Aurita dan Purwantara, 2017). Grafik hasil analisis tetangga terdekat dari ArcGIS 10.3 ditunjukkan oleh Gambar 3.

Persebaran mata air di Lereng Barat daya Gunung Merbabu secara mengelompok membentuk pola jalur mata air yang mengelilingi morfologi kerucut vulkan, atau dikenal sebagai sabuk

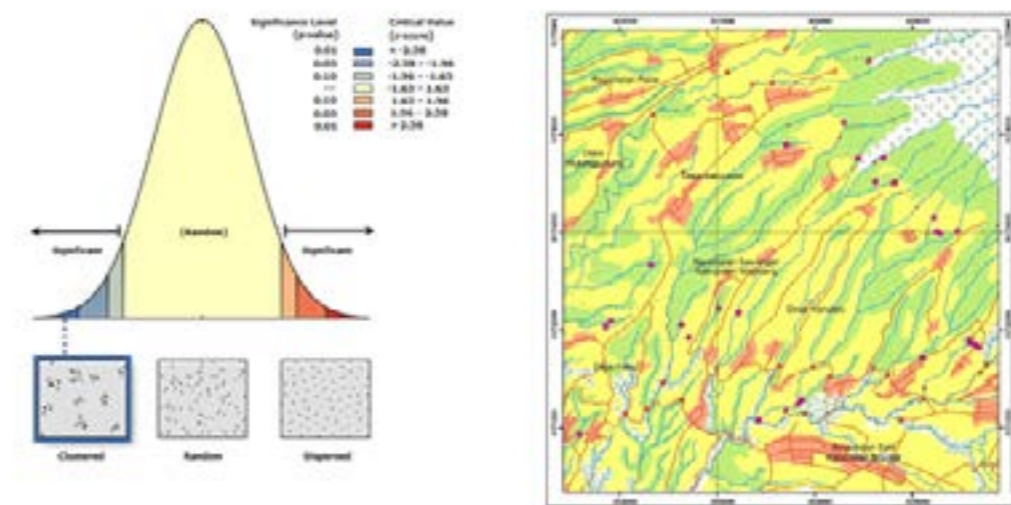
mata air. Pola sabuk mata air merupakan pemunculan mata air yang khas pada bentuklahan vulkanik tipe strato. Pola ini umum dijumpai pada vulkan strato di Indonesia khususnya di Pulau Jawa (Santosa, 2006). Terbentuknya pola sabuk mata air ini tidak terlepas dari karakteristik geomorfologis vulkan strato yang berupa kerucut sempurna dan dibatasi oleh beberapa tekuk lereng. Verstappen (2013) menjelaskan stratovulkano



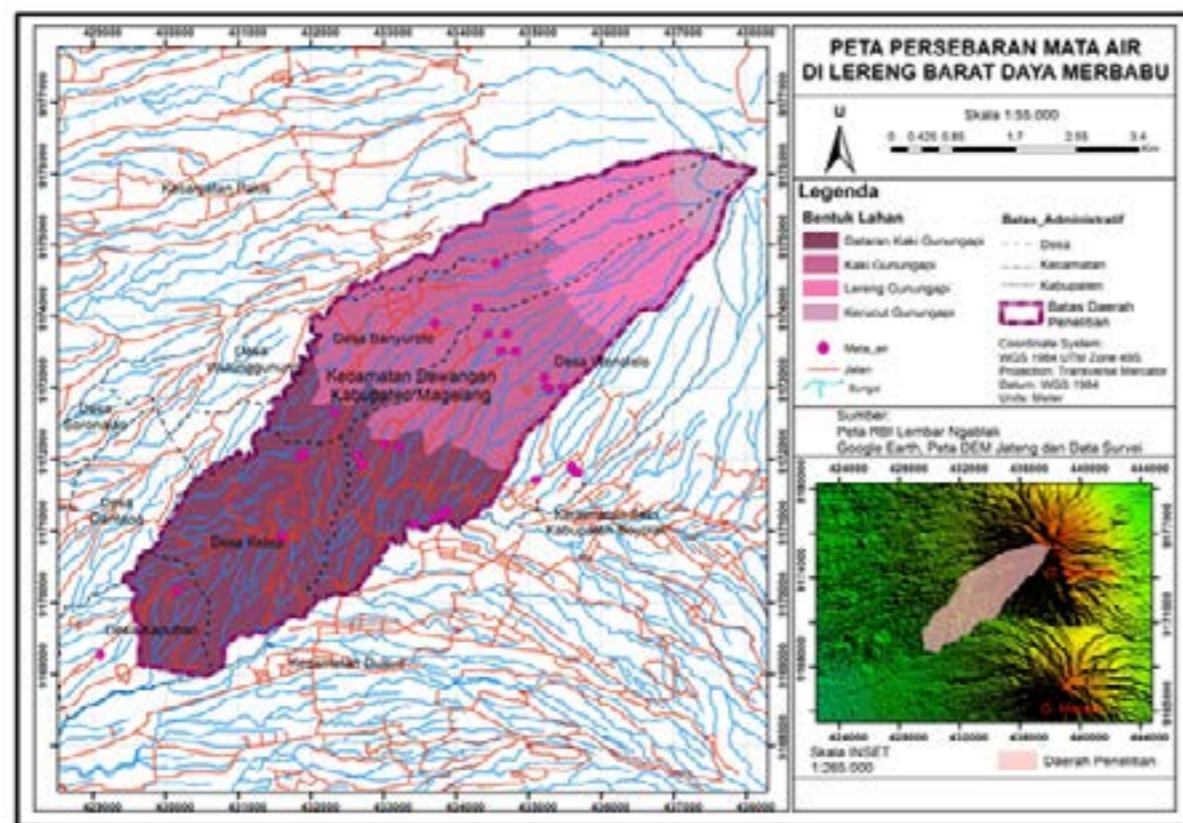
Gambar 1. Peta lereng barat daya Gunung Merbabu (Ashari dan Nuraini, 2014)



Gambar 2. Peta Persebaran Mata air pada Lereng Barat daya Gunung Merbabu (Sumber: Hasil pengolahan, 2018)



Gambar 3. Grafik hasil Analisis Tetangga Terdekat dan Persebaran Mata air (simbol titik) di sebagian Daerah Penelitian (Sumber: Hasil pengolahan, 2018)



Gambar 4. Peta Persebaran Mata air terhadap bentuklahan pada Lereng Barat daya Gunung Merbabu (Sumber: Hasil pengolahan, 2018)

terbagi menjadi bagian atas, bagian tengah, dan bagian bawah. Masing-masing bagian tersebut terbentuk oleh material yang berbeda dan dibatasi oleh tekuk lereng. Sementara itu Simoen (2001) membagi morfologi pada vulkan strato menjadi kerucut vulkan, lereng vulkan, kaki vulkan, dataran kaki vulkan, dan dataran fluviovulkan. Masing-masing segmen tersebut ditandai oleh takik lereng. Oleh karena keberadaan takik lereng ini maka terjadi pemunculan mata air yang membentuk pola sabuk mata air mengelilingi kerucut vulkan di sepanjang takik lereng. Santosa (2006) menjelaskan, munculnya sabuk mata air terutama terjadi pada sepanjang tekuk lereng (break of slope) pada lereng dan kaki vulkan. Sabuk mata air (spring belt) umumnya dijumpai pada gunungapi muda pada ketinggian-ketinggian tertentu berkaitan dengan sifat orohidrologi serta perubahan lereng akibat perubahan lereng.

Terdapat dua sabuk mata air pada Lereng Barat daya Gunung Merbabu, yaitu pada satuan bentuklahan lereng gunungapi dan peralihan antara bentuklahan lereng gunungapi dengan kaki gunungapi. Pada bentuklahan lereng gunungapi sabuk mata air terdapat pada peralihan antara lereng atas dengan lereng bawah. Pemunculan sabuk mata air pada lereng bawah dan kaki gunungapi seperti dijumpai di Gunung Merbabu dijelaskan oleh Santosa (2006) berkaitan dengan faktor geomorfologi dan geohidrologi yaitu permeabilitas, luas daerah imbuhan, dan besarnya imbuhan. Morfologi kerucut gunungapi berperan sebagai daerah imbuhan sebagai

daerah imbuhan bagi pemunculan mata air pada lereng dan kaki gunungapi. Kedudukan sabuk mata air terhadap bentuklahan ditunjukkan oleh Gambar 4.

Pola sabuk mata air pada bentuklahan lereng gunungapi lebih teratur daripada pola sabuk mata air yang terdapat pada peralihan antara lereng gunungapi dengan kaki gunungapi. Santosa (2006) menjelaskan kondisi ini disebabkan oleh telah bekerjanya proses eksogen dalam mendestruksi kerucut vulkan. Pada vulkan strato muda, pola sabuk mata air melingkari kerucut vulkan secara teratur. Namun demikian apabila bentuklahan telah mengalami erosi yang intensif maka mata air akan muncul di daerah atasnya, sebaliknya apabila terjadi gerakan massa, maka mata air akan muncul di daerah bawahnya. Proses erosi dan gerakan massa pada lereng barat daya Gunung Merbabu lebih intensif pada bentuklahan kaki gunungapi daripada lereng gunungapi. Hal ini ditunjukkan oleh perkembangan lembah yang mengalami pelebaran dan pendalaman lebih intensif pada kaki gunungapi dibandingkan lereng gunungapi. Faktor inilah yang menyebabkan persebaran mata air pada peralihan lereng dengan kaki gunungapi menjadi lebih tidak teratur dibandingkan pada lereng gunungapi. Kondisi serupa ditunjukkan oleh Santosa (2006) di sebagian lereng barat Gunung Lawu yang merupakan vulkan tua. Sementara itu menjumpai persebaran mata air yang relatif teratur Lereng Timur Gunung Sindoro oleh karena pengaruh erosi dan gerakan massa yang belum

intensif dalam mendendusi bentuklahan. Demikian pula persebaran yang ditunjukkan oleh Simoen (2001) di lereng timur Gunung Merapi. Berdasarkan ketinggian tempatnya, pemunculan mata air dijumpai di ketinggian 1.000 hingga 1.200 mdpal pada wilayah perbatasan antara satuan bentuklahan kaki gunungapi dengan lereng gunungapi, serta ketinggian 1.400 hingga 1.600 mdpal pada satuan bentuklahan lereng gunungapi.

Selain faktor curah hujan, jenis material batuan, dan kondisi geohidrologi, faktor geomorfologi sangat berpengaruh terhadap pemunculan dan persebaran mata air. Pada bentuklahan vulkanik perubahan morfologi yang ditandai oleh tekuk lereng atau pemotongan topografi menyebabkan pemunculan airtanah dari akuifer. Perlapisan batuan yang berbeda jenis juga berpengaruh terhadap terbentuknya jalur-jalur mata air. Mataair depresi merupakan mataair yang terbentuk karena permukaan lahan memotong muka air tanah pada batuan yang porus (Bryan, 1919; Todd & Mays, 2005) sedangkan menurut (Purnama, 2010) menyatakan bahwa mata air depresi disebabkan oleh terpotongnya muka air tanah akibat perubahan lereng yang tajam. Sementara itu berbeda dengan pendapat (Santosa, 2006) yang menjelaskan bahwa, pada daerah vulkanik munculnya mata air lebih disebabkan oleh tenaga dari dalam bumi sebagai mata air non gravitasi. Dari pendapat beberapa ahli tersebut dapat disimpulkan bahwa pada bentuklahan vulkanik tipe mata airnya bisa beragam karena, tergantung oleh tenaga yang menyebabkan terjadinya pemunculan air tanah yaitu tenaga gravitasi maupun non-gravitasi. Secara umum pada bentuklahan vulkanik munculnya mata air lebih disebabkan oleh tenaga dari dalam bumi sebagai mata air non gravitasi (Santosa, 2006). Bentuklahan vulkan strato juga memungkinkan terbentuknya berbagai tipe akuifer yang dapat berpengaruh terhadap kualitas mata air khususnya temperatur, Total Dissolve Solid (TDS), Electric Conductivity (EC), serta konsentrasi bahan terlarut. (Irawan et al., 2009) mencontohkan pada vulkan strato Ciremai dengan tiga tipe akuifer yang menghasilkan tiga klaster mata air berdasarkan kualitasnya.

Kondisi geomorfologis pada zona mata air Lereng Barat daya Gunungapi Merbabu dicirikan oleh variasi relief berombak-bergelombang hingga berbukit serta kemiringan lereng miring hingga sangat terjal. Kemiringan lereng sangat terjal terdapat pada igir dan lembah yang terbentuk dari hasil proses pendalaman dan pelebaran lembah. Vulkanisme Gunung Merbabu yang tidak aktif pada saat ini memungkinkan proses eksogen berlangsung lebih intensif. Pengaruh iklim yang kuat dengan temperatur dan curah hujan tinggi menghasilkan material lapukan yang tebal diikuti oleh proses erosi dan gerakan massa terutama berupa longoran (slide) dan nendatan (slump). Hasil proses tersebut nampak pada satuan bentuklahan lereng dan kaki gunungapi berupa torehan-torehan pendalaman lembah (Masruri dan Ashari, 2015).

Longsor merupakan gejala yang umum pada lereng selatan Gunungapi Merbabu dan menjadi ancaman bencana di wilayah ini. Hal ini cukup berbeda apabila dibandingkan dengan lereng utara Gunungapi Merapi yang terletak berdekatan dan bersama-sama mengelilingi lembah antar gunungapi (Nurhadi et al., 2015). Proses erosi dan gerakan massa inilah yang disebut oleh (Santosa, 2006) menyebabkan pola sabuk mata air yang tidak teratur. Karena proses eksogen tersebut lebih kuat pada bentuklahan kaki gunungapi, maka pola sabuk mata air yang terdapat pada peralihan lereng gunungapi dengan kaki gunungapi Merbabu cenderung lebih tidak teratur dibandingkan dengan sabuk mata air yang terdapat pada lereng gunungapi.

Jenis Mata air, Debit, dan Kualitas Air Mata air Lereng Barat daya Merbabu

(Purnama, 2010) dan (Sudarmadji, 2013) menjelaskan bahwa mata air sangat banyak ragamnya sehingga dapat diklasifikasikan ke dalam berbagai kategori. Mata air dapat diklasifikasikan berdasarkan debit, cara pemunculannya, periode pengalirannya, temperatur, serta material pembawa airnya. Berdasarkan klasifikasi debit dari Meinzer, umumnya mata air di Lereng Barat daya Gunung Merbabu termasuk dalam kelas VI (debit 0,1-1 liter/detik). Berdasarkan cara pemunculannya merupakan tipe depresi karena tenaga gravitasi. Beberapa mata air yang teretak pada kaki gunungapi tergolong mata air yang disebabkan oleh tenaga gravitasi yaitu mata air kontak dan mata air depresi pada lembah. Ditinjau dari sifat pengalirannya, umumnya mata air mengalir sepanjang tahun walaupun tidak seluruhnya memiliki debit tetap antara musim kemarau dengan penghujan. Data hasil pengukuran sampel mata air dirangkum pada Tabel 2.

Berdasarkan data yang disajikan pada Tabel 2 dapat diketahui beberapa indikator kualitas air pada mata air Lereng Barat daya Gunung Merbabu yaitu suhu air, pH air, daya hantar listrik, dan dissolved oxygen (DO). (Davie, 2008) menjelaskan bahwa suhu air merupakan variabel yang penting untuk diketahui, terutama dalam interdependensinya dengan kandungan oksigen terlarut. Pada aliran sungai, keterkaitan antara suhu air dan oksigen terlarut semakin nampak. pH air sangat penting untuk mendukung kehidupan, khususnya fauna air. Daya hantar listrik perlu diketahui untuk menunjukkan konsentrasi larutan air. Sungai, sebagaimana dicontohkan oleh (Davie, 2008), memiliki konduktivitas antara 10 hingga 1.000 mikrosiemens per sentimeter ($\mu\text{S}/\text{cm}$). Oksigen terlarut juga sangat vital bagi fauna air. Oksigen terlarut semakin berkurang jika terjadi peningkatan suhu air. Asdak (2014) juga menjelaskan bahwa hubungan antara suhu air dengan oksigen biasanya berkorelasi negatif.

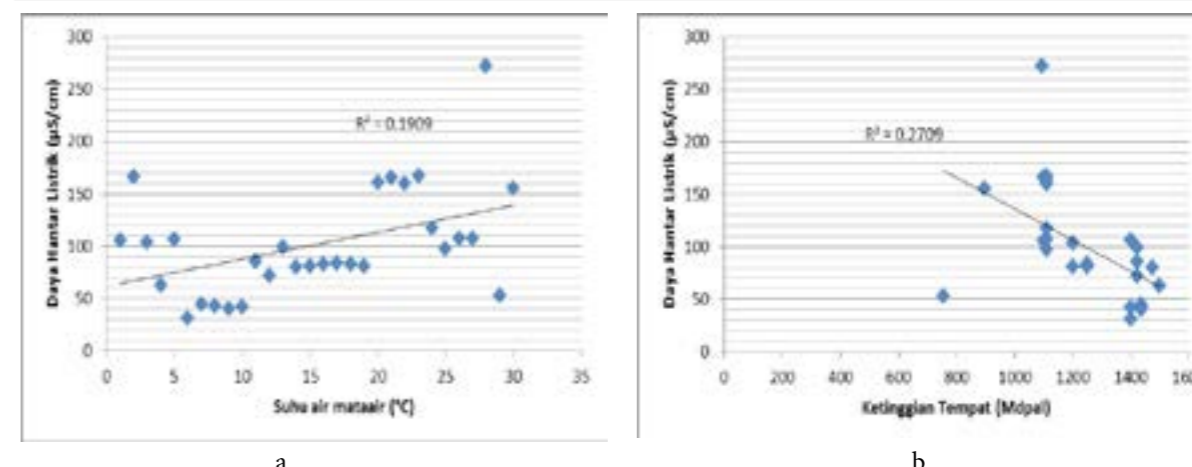
Hasil pengukuran menunjukkan suhu air berkisar antara 19 derajat C hingga 23 derajat C. Suhu air pada mata air lebih rendah dari suhu udara pada saat dilakukan pengukuran dengan selisih maksimal 30 C.

Tabel 2. Hasil Pengukuran pada Sampel Mata air Lereng Barat daya Gunung Merbabu

Nama Mata air	Lokasi (MU dan MT, zona 49 S UTM)	Ketinggian tempat	Debit (l/dt)	Kualitas Air			
				Suhu Air (0C)	pH Air	DHL ($\mu\text{S}/\text{cm}$)**	DO (ppm)
Dadapan 1	431859, 9172035	1100	0,65	19,46	7,81	105	1,58
Dadapan 2	431911, 9172086	1100	0,64	21,43	8,17	166	1,66
Banyuroto	432320, 9172659	1200	0,25	19,48	7,80	104	1,60
Sobleman	434555, 9174762	1500	1,33	20,05	8,34	63	1,51
Suwanting 1	433710, 9173894	1400	0,33	19,50	7,81	106	0,37
Suwanting 2	434291, 9174117	1400	0,66	19,65	8,43	31	0,77
Candran 1	434445, 9173743	1437	1,11	16,24	7,68	45	1,52
Candran 2	434704, 9173759	1437	0,11	16,20	7,70	43	1,50
Candran 3	434631, 9173500	1437	0,20	16,27	7,65	40	0,76
Batur	434823, 9173511	1400	0,38	17,53	7,96	42	0,78
Ngagrang 1	435223, 9173151	1422	0,25	17,84	8,06	85	2,30
Ngagrang 2	435252, 9173008	1422	0,52	19,28	8,02	72	2,37
Ngagrang 3	435290, 9172982	1422	0,45	19,43	8,29	99	2,39
Malang	435465, 9173012	1474	0,32	18,24	8,13	80	2,43
Gratan 1	435651, 9171842	1250	0,25	17,92	8,02	81	0,77
Gratan 2	435595, 9171867	1250	0,03	17,88	8,00	83	0,79
Gratan 3	435687, 9171820	1250	0,03	17,75	8,02	84	0,82
Gratan 4	435587, 9171898	1250	0,06	17,96	8,08	83	0,80
Wirosuko	435103, 9171717	1200	0,75	20,93	7,98	81	2,30
Plutungan 1	433871, 9171282	1110	0,14	19,96	8,75	161	0,34
Plutungan 2	433829, 9171244	1110	2,00	19,93	8,78	165	0,37
Plutungan 3	433705, 9171174	1110	260,00 2.980,00	19,87	8,65	160	0,32
Plutungan 4	433428, 9171081	1110	2.980,00 2,98	19,80	8,74	167	0,30
Wonodadi 1	433015, 9172211	1110	0,18	20,96	7,86	117	0,39
Wonodadi 2	433220, 9172177	1110	0,45	20,67	7,89	97	0,43
Wonodadi 3	432711, 9171927	1110	0,29	21,07	8,21	107	0,38
Wonodadi 4	432629, 9172055	1110	1,00	20,67	7,89	107	0,37
Ketep	431597, 9171416	1095	0,32	21,99	8,34	272	0,10
Bawangan	429100, 9169265	755	0,25	23,91	7,44	53	0,38
Ngulakan	430164, 9170164	896	1,00	23,76	7,98	155	0,44

Sumber: Data Lapangan (2015, 2017, 2018). Keterangan: (**) nilai DHL disesuaikan dengan temperatur normal 250C dengan persamaan $EC_{250C} = EC_t \pm (\Delta t \times 0,02 \times EC_t)$

Hal ini menunjukkan bahwa berdasarkan suhunya, mata air di daerah penelitian yang digunakan sebagai sampel merupakan mata air normal (non thermal atau ordinary temperature springs) yaitu mata air yang suhu airnya hampir sama dengan suhu udara di sekitarnya (Purnama, 2010). Aspek suhu air ini memungkinkan untuk pemanfaatan mata air sebagai air minum mengacu kepada Peraturan Pemerintah Republik Indonesia (PPRI) Nomor 492 Tahun 2010 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air dan Peraturan Menteri Kesehatan (Permenkes) Nomor 492 Tahun 2010 tentang



Gambar 5. Grafik faktor yang mempengaruhi daya hantar listrik (DHL) mataair di daerah penelitian. (a) hubungan antara suhu air mataair dengan DHL, (b) hubungan antara ketinggian tempat lokasi mataair dengan DHL

Persyaratan Kualitas Air Minum. tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air dan Peraturan Menteri Kesehatan (Permenkes) Nomor 492 Tahun 2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum. PPRI No. 82 Tahun 2001 dan Peraturan Menteri Kesehatan (Permenkes) Nomor 492 Tahun 2010. Nilai pH air yang keluar dari mata air di daerah penelitian berkisar antara 7 hingga 8. Kondisi ini terjadi ketika ion-ion karbon dominan (Asdak, 2014). Apabila akan digunakan sebagai air minum, mengacu kepada PPRI No. 82 Tahun 2001 standar pH air kelas I yang digunakan untuk air minum adalah 6 hingga 9. Seluruh mata air sampel di daerah penelitian berdasarkan pengukuran memiliki nilai pH yang berada pada rentang tersebut. Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 492 Tahun 2010 kadar pH yang diperbolehkan untuk air minum lebih detail yaitu 6,5 hingga 8,5. Dengan kriteria ini beberapa mata air memiliki nilai pH yang kurang baik yaitu di Plutungan.

Pada variabel daya hantar listrik, diperoleh nilai yang bervariasi antara 31 hingga 252 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Nilai yang semakin tinggi menunjukkan ion yang terlarut semakin tinggi. Suyono et al., 2009 menjelaskan, karena gerakan ion dalam air terpengaruh oleh suhu maka jika suhu air semakin tinggi kemampuan menghantarkan listrik semakin meningkat. Mengacu kepada Hem (1970) dan Suyono et al., 2009 kembali menjelaskan bahwa setiap kenaikan temperatur 1 derajat C terdapat kenaikan daya hantar listrik sebesar 2%. Hasil analisis suhu dengan daya hantar listrik dari 30 sampel mata air di daerah penelitian menunjukkan terjadi peningkatan daya hantar listrik apabila suhu meningkat dengan pengaruh sebesar 0,19 (Gambar 5a). Ketinggian tempat mataair juga merupakan faktor yang berpengaruh terhadap nilai daya hantar listrik. Berdasarkan analisis 30 sampel mataair diketahui terjadi peningkatan nilai daya hantar listrik pada lokasi mataair yang ketinggian tempatnya lebih rendah dengan pengaruh sebesar 0,27 (Gambar 5b). Gunung Merbabu merupakan vulkan strato yang banyak terjadi hujan pada lereng

atas sehingga lereng atas berfungsi sebagai daerah resapan air. Posisi mataair yang ketinggian tempatnya semakin rendah memungkinkan airtanah kontak dengan batuan dalam waktu yang lebih lama sehingga menyimpan hasil pelarutan yang lebih banyak. Kondisi ini berpengaruh terhadap peningkatan nilai daya hantar listrik pada mataair yang ketinggian tempatnya lebih rendah. Setiawan (2016) dalam penelitian mengenai hasil pelarutan pada mataair di daerah karst juga menunjukkan bahwa lamanya tingkat interaksi air dengan batuan yang disebabkan oleh aliran air lambat ditambah jauhnya daerah imbuhan air tanah menyebabkan daya hantar listrik semakin tinggi. Dengan demikian terdapat beberapa kemungkinan faktor yang mempengaruhi variasi nilai daya hantar listrik mataair di daerah penelitian, dalam hal ini adalah suhu dan ketinggian tempat lokasi mataair.

Nilai oksigen terlarut pada mata air relatif kecil, yaitu seluruhnya dibawah 2,43 ppm. Hal ini disebabkan karena mata air yang keluar dari airtanah belum banyak mengikat oksigen. Davie (2008) menjelaskan bahwa oksigen terlarut juga berkaitan dengan suhu. Semakin tinggi suhu maka jumlah oksigen terlarut semakin sedikit. Sebagai contoh pada suhu 10 derajat C oksigen terlarut maksimal 12 mg/l, ketika suhu meningkat menjadi 20 derajat C oksigen terlarut maksimal berkurang menjadi 10 mg/l. Hasil pengukuran menunjukkan terjadi pengurangan jumlah oksigen terlarut setiap penurunan suhu air pada mata air dengan pengaruh sebesar 0,31. Faktor lain yang turut mempengaruhi variasi oksigen terlarut pada mata air juga belum dikaji dalam penelitian ini. Mahler dan Bourgeois (2013) menjelaskan bahwa selain suhu air debit mata air juga berpengaruh terhadap variasi oksigen terlarut. Sebagai contoh oksigen terlarut terendah dijumpai pada saat debit kecil dan suhu tinggi. namun demikian nampaknya faktor suhu lebih dominan karena walaupun debit bertambah namun pada suhu yang lebih tinggi ternyata oksigen terlarut tetap rendah. Secara umum kadar

oksigen terlarut ditentukan oleh kombinasi antara suhu air, debit air, termasuk faktor lain yang ikut mempengaruhi pada jangka pendek seperti badai.

Kualitas air yang dikaji dalam penelitian ini masih sangat terbatas pada suhu air, pH air, daya hantar listrik, dan oksigen terlarut dengan tujuan sekedar memberikan gambaran umum variasi kualitas air pada berbagai mata air di lereng barat daya Gunung Merbabu. Variasi tersebut terutama berkaitan dengan mata air berdasarkan bentuk lahan dan ketinggian tempat. Mengingat bahwa mata air merupakan sumber air utama untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari masyarakat yang bertempat tinggal di wilayah tersebut, maka kajian mengenai kualitas air secara rinci dengan berbagai parameter masih perlu dilakukan, baik dengan tujuan untuk memetakan persebaran kelas air dari berbagai mata air maupun tujuan spesifik mengidentifikasi kualitas air untuk air minum masyarakat.

KESIMPULAN

Lereng barat daya Gunung Merbabu sebagai bagian dari morfologi vulkan strato memiliki banyak pemunculan mata air yang membentuk pola sabuk mata air. Terdapat dua sabuk mata air yaitu pada satuan bentuklahan lereng gunungapi dan peralihan antara lereng gunungapi dengan kaki gunungapi. Pada satuan bentuklahan lereng gunungapi, sabuk mata air juga berada pada peralihan antara lereng atas dengan lereng bawah. Pemunculan sabuk mata air depresi ini berkaitan erat dengan morfologi vulkan strato yaitu segmen satuan bentuklahannya dibatasi oleh tekuk lereng. Hasil analisis juga menunjukkan pola persebaran mata air yang bersifat mengelompok, yaitu membentuk sabuk mata air depresi tersebut. Morfologi vulkan strato yang tidak aktif dan banyak mengalami denudasi oleh tenaga eksogen menyebabkan persebaran mata air tidak membentuk pola yang teratur. Kondisi ini juga dijumpai pada lereng barat daya Gunung Merbabu. Beberapa mata air cenderung lebih maju atau mundur dari pola sabuk mata air yang terbentuk karena pengaruh proses denudasi tersebut. Walaupun memiliki debit yang bervariasi, kebanyakan mata air di lereng barat daya Gunung Merbabu bersifat perennial dan kualitas airnya dalam beberapa parameter cukup baik untuk dimanfaatkan dalam mencukupi kebutuhan masyarakat.

DAFTAR PUSTAKA

- Asdak, C. (2014). Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Ashari, A. (2014). Distribusi Spasial Mata air Kaitannya dengan Keberadaan Situs Arkeologi di Kaki Lereng Timur Gunungapi Sindoro antara Parakan dan Ngadirejo Kabupaten Temanggung. Prosiding Mega Seminar Nasional Geografi Untukmu Negeri. Fakultas Ilmu Sosial Universitas Negeri Yogyakarta 2014.
- BPS Kabupaten Magelang. (2016). Kecamatan Sawangan dalam Angka 2015. Magelang: BPS.
- Bryan, K. (1919). Classification of springs. USGS Staff,

- Published Research, Vol. 493, Hlm. 522-561.
- Davie, T. (2008). Fundamentals of Hydrology, Second Edition. London: Routledge
- Irawan, D.E., Puradimaja, D.J., Notosiswoyo, S., & Soemintadiredja, P. (2009). Hydrogeochemistry of Volcanic Hydrogeology Based on Cluster Analysis of Mount Ciremai, West Java, Indonesia. *Journal of Hydrology* 376 (1-2): 221-234.
- Kurniati, E., Vikriyah, N., & Ardana, N. (2016). Nice Tutorial SIG Lanjut: Sistem Informasi Geografis Tingkat Lanjut. Billion Technology: Yogyakarta.
- Mahler, B.J. & Bourgeois, R. (2013). Dissolved Oxygen Fluctuation in Karst Spring Flow and Implication for Endemic Species: Barton Springs, Edwards Aquifer, Texas, USA. *Journal of Hydrology* 303 (2013): 291-298.
- Masruri, M.S. & Ashari, A. (2015). Penyusunan Informasi Geomorfologis dengan Metode Survei Geomorfologikal Analitikal untuk Mendukung Pengelolaan Kebencanaan dan Lingkungan di Lereng Barat daya Gunungapi Merbabu. Prosiding Seminar Nasional emantapan Profesionalisme Pendidik Geografi di Era MEA. Fakultas Ilmu Sosial Universitas Negeri Malang 2015.
- Nurhadi., Ashari, A., & Suparmini. (2015). Kajian Bahaya erupsi dan Longsor pada Lembah Antar Gunungapi Merapi-Merbabu Jawa Tengah. *Jurnal Penelitian Saintek* 20 (1): 74-88.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun (2001). Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air. LNRI Tahun (2001) No. 153, TLNRI No. 4161.
- Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492 Tahun (2010) Tentang Persyaratan Kualitas Air Minum
- Purnama, S. (2010). Hidrologi Air Tanah. Yogyakarta: Kanisius
- Santosa, L.W. (2006). Kajian Hidrogeomorfologi Mata air di Sebagian Lereng Barat Gunungapi Lawu. *Forum Geografi* 20 (1): 68-85.
- Setiawan, T. (2016). Sistem Akuifer Kars Waekabubak, Sumba Barat, Berdasarkan Analisis Densitas Kelurusan Morfologi dan Variasi Spasial Hidrogeokimia. *Jurnal Lingkungan dan Bencana Geologi*, Vol. 7, No. 2, Hlm. 89-102.
- Simoen, S. (2001). Sistem Akuifer di Lereng Gunungapi Merapi Bagian Timur dan Tenggara, Studi Kasus di Kompleks Mata air Sungsang Boyolali Jawa Tengah. *Majalah Geografi Indonesia* 15 (1): 1-16.
- Santosa, (2006); Sutikno et al., (2007). Kerajaan Merapi, Sumberdaya Alam dan Daya Dukungnya. Yogyakarta: BPFU UGM.
- Suyono., Darmakusuma, D., Adji, T.N., Hadi, M.P., & Sudarmadji. (2009). Hidrologi Dasar, Bahan Ajar. Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada.
- Todd, D. K., & Mays, L. W. (2005). Groundwater Hydrology (3rd ed.). Danvers: John Wiley & Sons..