

Karakteristik dan Potensi Mata Air Panas Untuk Pengeringan Biji Kopi Di Candi Gedong Songo, Desa Candi, Kecamatan Bandungan, Kabupaten Semarang, Provinsi Jawa Tengah

Ichsan Azrian¹⁾, Ayu Utami^{2a)}, Johan Danu Prasetya³⁾
^{1,2,3)}Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknologi Mineral,
Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta
JL. Padjajaran, Condongcatur, Depok, Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta 55283
^{a)}Corresponding author: ayu.utami@upnyk.ac.id

ABSTRAK

Daerah penelitian memiliki manifestasi panas bumi berupa mata air panas dengan sebagian besar penduduknya melakukan usaha pertanian, termasuk petani kopi. Biji kopi untuk dapat dikonsumsi memerlukan proses pengeringan. Pengeringan menggunakan mata air panas tidak akan menghasilkan emisi dan tidak mengkhawatirkan cuaca. Daerah penelitian memiliki curah hujan yang tinggi. Penelitian dilakukan di Candi Gedong Songo, Desa Candi, Kecamatan Bandungan, Kabupaten Semarang, Provinsi Jawa Tengah. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik dan potensi mata air untuk pengeringan biji kopi di Desa Candi. Metode yang digunakan dalam penelitian yaitu survei lapangan, uji laboratorium dan analisis kimia. Hasil penelitian menunjukkan suhu permukaan mata air panas 63 °C, pH 2.7 dan debit mata air 0.325 l/s. Daerah penelitian memiliki curah hujan yang tinggi. Tipe mata air panas berdasarkan analisis kimia yaitu air sulfat (SO₄). Mata air panas berada pada zona immature water. Perkiraan suhu reservoir menggunakan metode geothermometer yaitu 354 °C masuk ke dalam entalpi tinggi. Mata air panas di daerah penelitian memiliki potensi yang baik untuk dimanfaatkan sebagai pengeringan biji kopi.

Kata Kunci: *Geothermometer, Manifestasi, Mata Air Panas, Pengeringan, Potensi, Biji kopi, Pengeringan*

ABSTRACT

The research area has geothermal manifestations in the form of hot springs with most of the population doing agriculture, including coffee farmers. Coffee beans to be consumed require a drying process. Drying using hot springs will produce no emissions and there is no worry about the weather. The research area has high rainfall. The research was conducted at Gedong Songo Temple, Candi Village, Bandungan District, Semarang Regency, Central Java Province. The purpose of this study was to determine the characteristics and potential of springs for drying coffee beans in Candi Village. The methods used in the research are field surveys, laboratory tests and chemical analysis. The results showed that the surface temperature of the hot spring was 63 °C, pH 2.7 and the spring discharge was 0.325 l/s. The research area has high rainfall. The type of hot spring based on chemical analysis is sulfate water (SO₄). The hot springs are in the immature water zone. Estimated reservoir temperature using the geothermometer method is 354 °C into high enthalpy. The hot springs in the study area have good potential to be used for drying coffee beans.

Keywords: *Geothermometer, Manifestation, Hot Springs, Drying, Potency, Coffee Beans, Drying*

PENDAHULUAN

Panas bumi merupakan sumber energi terbarukan yang ramah lingkungan dan bersih. Energi panas bumi dapat dimanfaatkan secara langsung maupun tidak langsung. Manifestasi panas bumi dapat dimanfaatkan secara langsung (*Direct Use*) antara lain tempat pemandian air panas, alat pengeringan pertanian, kolam renang, dan pemanas ruangan. Pemanfaatan tidak langsung yaitu pengembangan pembangkit listrik tenaga panas bumi. (Wahyudi, 2006). Sistem panas bumi di Indonesia umumnya adalah sistem hidrotermal yang tercipta karena adanya perpindahan panas dari sumber panas ke tempat di sekelilingnya secara konveksi dan konduksi. Perpindahan panas secara konveksi terjadi karena adanya kontak antara sumber panas dengan air sedangkan secara konduksi terjadi melalui adanya batuan (Widyanita, 2018).

Kemunculan manifestasi panas bumi menunjukkan adanya potensi energi panas bumi pada suatu daerah. Manifestasi panas bumi dapat berupa geysir, tanah panas, fumarol, mata air panas, sinter

silika dan uap panas (Saptadji, 2009). Kontak antara air permukaan dengan panas di dalam bumi kemudian menjadi fluida panas yang ada di reservoir. Reservoir adalah batuan dengan permeabilitas tinggi sehingga dapat menjadi tempat berkumpulnya air. Air panas tidak keluar menuju permukaan karena terhalang batuan penutup (cap rock) yang kedap air atau tidak dapat meloloskan air (impermeable). Air panas kemudian dapat keluar dari permukaan karena terdapat struktur geologi dapat berupa patahan yang memotong reservoir (Hermawan dkk, 2012).

Kabupaten Semarang merupakan salah satu daerah potensi panas bumi karena termasuk dalam daerah sistem panas bumi Gedong Songo. Salah satu manifestasi yang ada di Kabupaten Semarang yaitu mata air panas dan fumarol yang berada di Desa Candi, Kecamatan Bandungan. Parameter utama untuk mengembangkan prospek energi panas bumi yang ekonomis diantaranya suhu air reservoir, volume reservoir dan permeabilitas batuan reservoir. Semakin tinggi suhu air pada reservoir maka semakin besar potensi energi dan entalpinya, namun jika permeabilitas pada batuan rendah, maka potensi panas bumi akan sulit dikembangkan (Aribowo, 2011).

Mata air panas terbentuk melalui beberapa tingkatan dimulai dari rembesan hingga menghasilkan uap dan air panas yang dapat dimanfaatkan secara tidak langsung dan langsung (Djainal, 2016). Mata air panas permukaan menunjukkan adanya sumber air panas di bawah permukaan bumi. Sumber panas tersebut terkumpul dalam reservoir panas bumi. Mengetahui potensi energi panas bumi dapat dilakukan dengan menghitung perkiraan temperatur reservoir panas bumi menggunakan persamaan geotermometer (Arrahman, 2015). Suhu mata air panas berbeda dengan suhu air di reservoir, karena ketika air keluar suhu air menyesuaikan dengan suhu permukaan sehingga suhu air menurun (Ibradi, 2019).

Energi panas bumi dapat digunakan secara tidak langsung dan secara langsung. Salah satu pemanfaatan langsung energi panas bumi adalah pengeringan produk pertanian salah satu contohnya berupa pengeringan komoditas padi (Udhma, 2021). Pengeringan produk pertanian juga dapat dimanfaatkan sebagai pengeringan biji kopi. Sebelum memanfaatkan energi panas bumi sebagai pengeringan biji kopi perlu diketahui karakteristik dan potensi mata air panas tersebut. Harapannya hasil penelitian ini akan menjadi pertimbangan untuk memanfaatkan mata air panas sebagai pengeringan biji kopi. Kopi tersebut merupakan salah satu komoditas penting di dalam perdagangan dunia yang melibatkan beberapa negara produsen dan banyak negara konsumen. Tanaman ini mempunyai peranan penting dalam industri perkebunan di Indonesia. Perkembangan sarana pascapanen yang cocok untuk kondisi petani agar mereka mampu menghasilkan biji kopi dengan mutu seperti yang dipersyaratkan oleh Standar Nasional Indonesia. Biji kopi harus dikeringkan hingga mencapai basis kering sebesar 12,5% (Peraturan Menteri Pertanian No. 52/PERMENTAN/OT.140/9/2012). Biji kopi hasil panen umumnya memiliki kadar air 60-65% basis basah. Kopi setelah panen harus segera dilakukan pengeringan dan hindari menyimpan buah kopi di dalam karung plastik atau sak selama lebih dari 12 jam karena akan menyebabkan pra-fermentasi sehingga aroma dan citarasa biji kopi menjadi kurang baik dan berbau tengik (stink) (Permentan No.52 Tahun 2012). Sebagian besar masyarakat melakukan proses pengeringan dengan metode penjemuran langsung dibawah sinar matahari. Metode tersebut sangat bergantung terhadap cuaca, Metode ini sederhana, namun memerlukan tempat yang cukup dan bergantung pada cuaca sehingga hal tersebut kurang efektif dalam proses produksi kopi, sedangkan daerah penelitian merupakan kabupaten dengan curah hujan yang agak tinggi. Sehingga mengetahui karakteristik dan potensi mataair panas untuk pengeringan biji kopi akan sangat berguna.

METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu survei dan pemetaan, uji laboratorium serta analisis kimia. Survei lapangan untuk mengetahui pemanfaatan yang tepat terhadap mata air panas. Pengukuran pH, suhu permukaan dan debit dilakukan secara langsung di lapangan. Uji laboratorium dilakukan di Balai Besar Teknik Kesehatan Lingkungan dan Pengendalian Penyakit Yogyakarta. Analisis kimia dilakukan sesuai hasil laboratorium guna mengetahui tipe mata air panas menggunakan diagram segitiga Cl-HCO₃-SO₄ (Giggenbach, 1988), mengetahui kesetimbangan mataair panas menggunakan diagram segitiga Na-K-Mg (Giggenbach, 1988) dan perkiraan suhu reservoir menggunakan geotermometer Na/K (Fournier, 1979). Sampel yang diambil yaitu sampel mata air panas yang dimasukkan ke dalam botol HDPE menggunakan kertas saring kimia.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil survei lapangan menunjukkan pH mata air panas yaitu 2,7, suhu permukaan 63 °C dan debit mata air 0,325 l/s. Kualitas mata air panas secara fisik tidak berasa, berwarna kekuningan dan sedikit berbau belerang. Suhu udara rata-rata di daerah penelitian yaitu 27 °C. Daerah penelitian memiliki iklim C (iklim agak basah), hujan tahunan daerah penelitian sebesar 2084,09 mm/th sehingga rata-rata curah curah hujan bulanan yaitu 286,73 mm/bulan yang termasuk kategori curah hujan tinggi (BPS Kabupaten Semarang, 2020). Berdasarkan pengamatan lapangan masyarakat masih mengkonsumsi air dari mata air tersebut. Terdapat kandungan kimia besi (Fe) di lokasi penelitian, kadar Fe memiliki baku mutu untuk konvensional dan air minum ≤ 5 mg/L akibat mengkonsumsi air tersebut sehingga berdampak pada kesehatan masyarakat yang dicirikan gigi cenderung berwarna kuning terang (Suharwanto, 2019). Bentuk lahan di lokasi penelitian berupa bentuk lahan lereng tengah kaki gunung dengan penggunaan lahan kebun kopi dan ladang. Banyaknya penggunaan lahan sebagai kebun kopi menjadikan sebagian besar masyarakat bekerja sebagai petani kopi. Hal tersebut menjadikan pemanfaatan mata air panas sebagai pengeringan biji kopi akan membantu para petani dalam proses pengeringan biji kopi tanpa mengkhawatirkan cuaca. Hasil uji laboratorium terdapat pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Hasil Uji Laboratorium

No.	Parameter	Satuan	Hasil Uji
1	pH	-	2,7
2	Silika (SiO ₂)	mg/L	26,738
3	Kalsium (Ca)	mg/L	58,61
4	Magnesium (Mg)	mg/L	36,57
5	Sodium (Na)	mg/L	44
6	Potassium (K)	mg/L	15
7	Litium (Li)	mg/L	<0,0066
8	Bikarbonat (HCO ₃)	mg/L	2,6
9	Sulfat (SO ₄)	mg/L	517
10	Klorida (Cl)	mg/L	1,5
11	Boron (B)	mg/L	0,1280
12	Hidrogen Sulfida (H ₂ S)	mg/L	<0,0046
13	Besi (Fe)	mg/L	56,712
14	TDS	mg/L	939
15	Daya Hantar Listrik (DHL)	µmhos/cm	1.873

Sumber: Hasil Pengujian Laboratorium BBTCLPP

Analisis kimia menggunakan diagram segitiga Cl-HCO₃-SO₄ membutuhkan persentase data kimia unsur Cl, HCO₃ dan SO₄, kemudian persentase data unsur diplot ke dalam diagram segitiga Cl-HCO₃-SO₄. Hasil uji laboratorium menunjukkan unsur Cl = 1,5 mg/L, HCO₃ = 2,6 mg/L dan SO₄ = 517 mg/L.

Berikut merupakan perhitungan persentase senyawa Cl, HCO₃ dan SO₄:

$$\begin{aligned} \sum \text{kadar} &= \text{Cl} + \text{HCO}_3 + \text{SO}_4 \\ &= 1,5 + 2,6 + 517 \end{aligned}$$

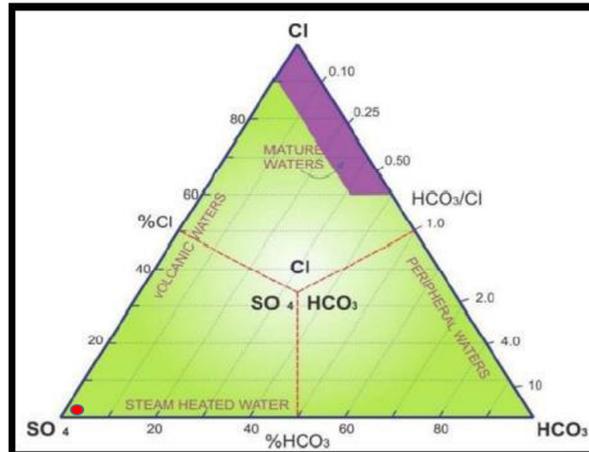
$$= 521,1 \text{ mg/L}$$

$$\% \text{ Senyawa} = \frac{\text{senyawa}}{\Sigma \text{kadar}} \times 100 \%$$

$$\% \text{ Cl} = \frac{1,5}{521,1} \times 100 \% = 0,287 \%$$

$$\% \text{ HCO}_3 = \frac{2,6}{521,1} \times 100 \% = 0,499 \%$$

$$\% \text{ SO}_4 = \frac{517}{521,1} \times 100 \% = 99,214 \%$$



Gambar 1. Diagram Segitiga Cl-HCO₃-SO₄

Sumber: Giggenbach (1988)

Unsur yang paling dominan pada mata air yaitu sulfat (SO₄). Berdasarkan diagram segitiga Cl-HCO₃-SO₄ tipe mata air panas di daerah penelitian yaitu air sulfat. Tipe ini adalah produk dari proses kondensasi gas panas bumi pada air permukaan (Nicholson, 1993). Air bikarbonat terbentuk dengan adanya pengenceran oleh air tanah selama terjadi aliran lateral. Air bikarbonat memiliki pH yang relatif asam (Wowa, 2017). Tipe air panas bumi daerah penelitian adalah *steam heated water*. Mata air panas bertipe sulfat biasanya berasal dari reservoir dangkal, memiliki pH rendah, kandungan klorida rendah, dan konsentrasi sulfat tinggi. Manifestasi permukaan biasanya berwarna keruh akibat pelarutan batuan samping. *Steam heated water* merupakan indikasi dari zona upflow dimana tempat keluarnya air panas bumi mengalami pergerakan vertikal dari bawah permukaan.

Mengetahui kesetimbangan mataair panas menggunakan diagram segitiga Na-K-Mg dimana persentase Na/1000, K/100 dan $\sqrt{\text{Mg}}$ diplot ke dalam diagram segitiga. Hasil uji laboratorium menunjukkan unsur Na = 44 mg/L, K = 15 mg/L dan Mg = 36,57 mg/L.

Berikut merupakan perhitungan persentase senyawa:

$$\Sigma \text{ kadar} = \frac{\text{Na}}{1000} + \frac{\text{K}}{1000} + \sqrt{\text{Mg}}$$

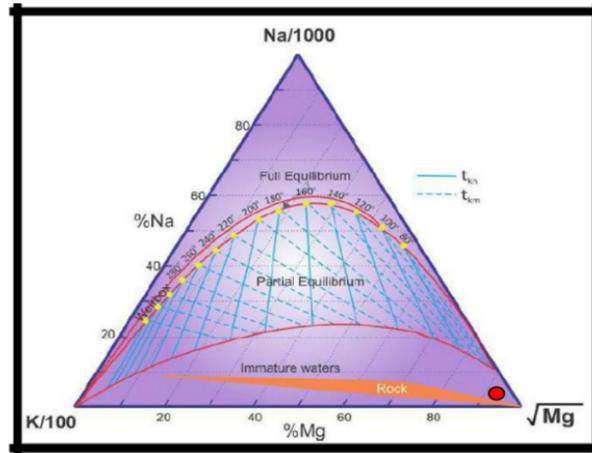
$$= \frac{44}{1000} + \frac{15}{1000} + \sqrt{36,57}$$

$$= 0,44 + 0,15 + 6,047$$

$$= 6,241 \text{ mg/L}$$

$$\% \text{ senyawa} = \frac{\text{senyawa}}{\Sigma \text{kadar}} \times 100 \%$$

$$\begin{aligned} \% \frac{Na}{1000} &= \frac{0,044}{6,241} \times 100 \% &= 0,705 \% \\ \% \frac{K}{1000} &= \frac{0,15}{6,241} \times 100 \% &= 2,403 \% \\ \% \sqrt{Mg} &= \frac{6,047}{6,241} \times 100 \% &= 96,891 \% \end{aligned}$$



Gambar 2. Diagram segitiga Na-K-Mg
 Sumber: Giggenbach (1988)

Berdasarkan diagram segitiga Na-K-Mg, mata air panas berada pada zona immature water dimana pada zona tersebut air panas bumi telah mengalami pencampuran dengan fluida lain yang dapat berasal dari zona air meteorik, dan menunjukkan bahwa manifestasi permukaan panas bumi tersebut dapat dimanfaatkan secara langsung keperluan non-listrik maupun secara tidak langsung untuk keperluan pembangkit listrik.

Menghitung temperatur reservoir dari perbandingan Na-K dapat digunakan dengan rentang suhu 180-350°C (Ellis, 1979; Nicholson 1993) dan tidak dapat digunakan pada suhu rendah (dibawah 120 °C). Perkiraan suhu reservoir menggunakan geothermometer Na/K, dimana hasil uji laboratorium pada Na = 44 mg/L dan K = 15 mg/L, untuk mengetahui perkiraan suhu reservoir menggunakan rumus.

Berikut merupakan rumus dan hasil perhitungannya:

$$\begin{aligned} T \text{ } ^\circ\text{C} &= \frac{1.390}{[\log\log (Na / K) + 1,750]} - 273 \\ &= \frac{1.390}{[\log\log (44 / 15) + 1,750]} - 273 \\ &= \frac{1.390}{[\log\log (2,933) + 1,750]} - 273 \\ &= \frac{1.390}{[0,467 + 1,750]} - 273 \\ &= \frac{1.390}{[2,217]} - 273 \\ &= 626,973 - 273 \\ &= 353,973 \approx 354 \text{ } ^\circ\text{C} \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan perkiraan suhu reservoir yaitu 354 °C yang menunjukkan mata air panas di daerah penelitian merupakan manifestasi panas bumi dengan entalpi tinggi (>225 °C) dapat dimanfaatkan secara langsung dan pembangkit listrik sistem biner dan *flash* (Wahyudi, 2006). Adanya wacana mengenai pembangunan pembangkit listrik panas bumi dari tahun 2014, akan tetapi kawasan tersebut termasuk ke dalam cagar budaya yang dilindungi sesuai dengan Peraturan Daerah Kabupaten Semarang No.6 Tahun 2011 Tentang Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Kabupaten

Semarang Tahun 2011-2031, Hal tersebut juga mendapatkan penolakan keras dari masyarakat sekitar karena masih menjunjung tinggi nilai kebudayaan dan kawasan tersebut dianggap sangat suci oleh masyarakat sekitar. sehingga pemanfaatan untuk pembangkit listrik tenaga panas bumi (PLTP) tidak disarankan.

Berdasarkan hasil survei lapangan dan analisis kimia mataair panas di daerah penelitian memiliki potensi yang baik untuk dimanfaatkan secara langsung sebagai pengeringan biji kopi. Pemanfaatan mata air panas sebagai pengeringan biji kopi dapat membantu petani mengeringkan biji kopi tanpa memperhatikan cuaca. Harapan selanjutnya dapat meningkatkan perekonomian masyarakat sekitar.

KESIMPULAN

Suhu permukaan mata air panas 63°C dengan debit mata air 0,325 l/s. Karakteristik mata air panas di daerah penelitian berdasarkan diagram segitiga Cl-HCO₃-SO₄ termasuk dalam tipe fluida sulfat yang diindikasikan sebagai zona outflow. Mataair panas berada pada zona immature water yang dipengaruhi air meteorik secara dominan. Perkiraan suhu reservoir menggunakan geotermometer Na/K sebesar 354°C. Mataair panas di daerah penelitian berpotensi baik dimanfaatkan sebagai pengeringan biji kopi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada Jurusan Teknik Lingkungan UPN “Veteran” Yogyakarta yang telah memberikan arahan dalam penyelesaian penulisan ini. Serta seluruh pihak yang telah mendukung terselesaikannya penulisan ini. Penulis sadar bahwa masih banyak kekurangan dalam penulisan maupun muatan, maka penulis sangat terbuka atas saran dan kritikan. Semoga penelitian ini dapat bermanfaat untuk penulis dan pembaca.

DAFTAR PUSTAKA

- Aribowo, Y. (2011). Prediksi Temperatur Reservoir Panas bumi dengan Menggunakan Metoda Geotermometer Kimia Fluida. *Jurnal Teknik*. 32(3). 234-238.
- Arrahman, R., Ardian P. (2015). Perkiraan Suhu Reservoir Panas Bumi dari Sumber Mata Air Panas di Nagari Panti, Kabupaten Pasaman Menggunakan Persamaan Geotermometer sebagai Dasar Penentuan Potensi Panas Bumi. *Jurnal Fisika Unand*. 4(4). 391-396.
- BPS Kabupaten Semarang. (2020). Kecamatan Bandungan dalam Angka.
- Djainal, H. (2016). Karakteristik Mata Air Panas Daerah Panas Bumi Desa Akesahu Gamsungi Kecamatan Jailolo Timur Kabupaten Halmahera Barat Propinsi Maluku Utara. *Jurnal Dintek*. 9(2). 1-5.
- Ellis, A.J., Mahon. W.A.J. (1977). *Chemistry and Geothermal Systems*. Academic Press, 392pp: New York.
- Giggenbach, W.F. (1988). *Geothermal Solute Equilibria Derivation of Na-K-Mg-Ca Geoindicators*. *Geochim. Cosmochim*. 52. 2749-2765.
- Hermawan, H., Sri W., Eddy M. (2012). Sistem Panas Bumi Daerah Candi Umbul-Telomoyo Berdasarkan Kajian Geologi dan Geokimia. *Buletin Sumber Daya Geologi*. 7(1). 1-6.
- Ibradi A.D, E. Sutriyono, S. N. Jati. (2019). Kajian Geokimia Mata Air Panas sebagai Manifestasi Geotermal Daerah Kamojang, Kabupaten Garut, Provinsi Jawa Barat. *Seminar Nasional AVoER XI 2019*.
- Nicholson, K. (1993). *Geothermal Fluids: Chemistry & Exploration Technique*. Springer - Verlag, Berlin.
- Peraturan Menteri Pertanian Republik Indonesia No.52 Tahun 2012. Tentang Pedoman Penanganan Pasca Panen Kopi.
- Saptadji, Ir. N.M. Ph.D. (2009). *Karakterisasi Reservoir Panas Bumi*. Bandung: Training “Advanced Geothermal Reservoir Engineering”.
- Suharwanto. (2019). Warisan Air Panas Kaliulo sebagai Campuran dalam Memasak bagi Penduduk Kecamatan Pringapus Kabupaten Semarang Jawa Tengah. *Jurnal Ilmiah Lingkungan Kebumihan (JILK)*, 2(1), 46.

- Udhma, K. N., Irawan, A. B., & Santoso, D. H. (2021). Karakteristik dan Potensi Mataair Panas untuk Pengeringan Komoditas Padi di Desa Tegalsari, Kecamatan Garung, Kabupaten Wonosobo, Provinsi Jawa Tengah. *Prosiding Satu Bumi*, 289–294.
- Umar, E.P., Habibie A., Jamal R.H., Sitti M., Jamaluddin, Muhammad A.M. (2020). Pengaruh Struktur Geologi Terhadap Kemunculan Mata Air Panas Daerah Sulili Pinrang Sulawesi Selatan. Makassar. *Jurnal Geoelebes*. 4(1). 41 – 45.
- Wahyudi, W. (2006). Kajian Potensi Panas Bumi Dan Rekomendasi Pemanfaatannya Pada Daerah Prospek Gunungapi Ungaran Jawa Tengah. *Jurnal Bimipa*, 16(1), 41–48.
- Widyanita, W. (2018). Potensi Penggunaan Energi Panas Bumi Berentalpi Rendah di Indonesia. *Seminar Nasional Teknologi*.
- Wowa, F., Danies A.W. (2017). Studi Geokimia untuk Pendugaan Suhu Reservoir Panas Bumi Berdasarkan Analisis Solute Geothermometer di Desa Pablengan, Kecamatan Matesih, Kabupaten Karanganyar, Provinsi Jawa Tengah. *Proceeding, Seminar Nasional Kebumian Ke-10 Peran Penelitian Ilmu Kebumian dalam Pembangunan Infrastruktur di Indonesia*.