

STRUKTUR GEOLOGI DAN LITOLOGI SEBAGAI KONTROL MUNCULNYA MATAAIR PANAS GUCI DAN BATURADEN, JAWA TENGAH

Geological Structure and Lithology as The Control of Guci and Baturaden Hotspring Appearances, Central Java

Sri Indarto, Haryadi Permana, Eddy Z. Gaffar, Hendra Bakti, Andrie Al Kautsar, Heri Nurohman, Sudarsono, Yayat Sudradjat, Iwan Setiawan, Ahmad F. Ismayanto dan Anita Yuliyanti

Pusat Penelitian Geoteknologi LIPI

ABSTRAK Mata air panas Kalipedes dan Guci di lereng baratlaut Gunung Slamet, Jawa Tengah muncul pada kontak antara batuan breksi gunungapi dengan aliran lava. Mataair panas tersebut terletak pada suatu kelurusan struktur atau sesar berarah barat-timur untuk mataair panas Kalipedes dan kelurusan berarah baratlaut-tenggara untuk mataair panas Guci. Mataair panas Baturaden yang terletak di kaki tenggara G. Slamet muncul pada kontak antara breksi polimik dengan lava pada suatu lembah sungai yang berarah relatif baratlaut-tenggara. Batuan breksi umumnya memiliki tingkat kelulusan fluida yang tinggi sedangkan aliran lava relatif kedap fluida. Batuan gunungapi di daerah penelitian disusun oleh basal olivin, andesit basaltik, andesit piroksin dengan kandungan kalium cukup tinggi atau berafinitas sebagai basal atau andesit kalk alkalin. Kehadiran struktur utama pengontrol pemunculan mataair panas dibuktikan dengan penelitian gas radon yang menunjukkan nilai

radon yang cukup tinggi sampai tinggi >40 dpm/L dan kelulusan fluida yang tinggi yang ditafsirkan sebagai zona lemah akibat kegiatan struktur geologi di kawasan Kalipedes dan Guci, sedangkan di daerah Baturaden nilai gas radon relatif rendah sehingga diperkirakan kontrol utama pemunculan mataair panas adalah perbedaan kesarangan batuan. Kehadiran struktur geologi atau sesar-sesar tersebut dapat dibuktikan melalui penelitian magnetotelurik.

Kata kunci: mataair panas, struktur geologi, lava, breksi, basal, andesit basaltik, andesit, kalk alkalin

ABSTRACT

The Guci and Kalipedes hot springs, in northwestern slope of Mount Slamet, Central Java appears on the contact between volcanic breccia rocks with lava flows. The hot springs is located on a structure lineament or fault, west-east trending for Kalipedes hot springs and Northwest-Southeast lineament direction for Guci hot springs. The Baturaden hot springs located at the southeast slope of Mt. Slamet appear on the contact between polimicbreccia with lava in a relatively northwest-southeast trending river valley. Breccia rocks generally have higher permeability compare to relatively impermeable lava flows. Volcanic rocks in the study area composed by olivine basalt, basaltic andesites, pyroxen andesite with fairly high potassium content or as calc alkaline basalt or andesiteaffinity. The presence of the main structure controlling the appearance of hot springs evidenced by radonstudies that show a

Naskah masuk : 13 Juni 2016
Naskah direvisi : 08 Februari 2017
Naskah diterima : 23 Mei 2017

Sri Indarto
Pusat Penelitian Geoteknologi LIPI
Kompleks LIPI Gd. 70, Jl Sangkuriang Bandung 40135
Email : indartogeotek@gmail.com

high radon value to > 40 bpm/L showed high permeability that is interpreted as a weak zone due to the of the geological structure or fault activities in Kalipedes and Guci areas while in the Baturaden, the radon content is relatively low so that estimated the main control of the hot spring is permeability differences. The presence of the geological structure or the faults could be proven through magnetotelluric research.

Keywords: hot springs, geological structure, lava, brecci, basalt, basaltic andesite, andesit,; calc alkaline

PENDAHULUAN

Indonesia dilalui jalur gunungapi atau dikenal sebagai *Ring of Fire* yang melalui Pulau Sumatera, P. Jawa, Kepulauan Nusa Tenggara, P. Sulawesi dan Kepulauan Maluku. Jalur gunungapi ini sebagian besar berpotensi energi panasbumi yang besar (Widarto et al., 2003; Pratomo, 2006). Sumber panasbumi dapat terbentuk karena tiga faktor, yaitu adanya sumber panas (*heat source*), air permukaan (*meteoric water*) dan batuan waduk (*reservoir*). Air panas atau uap panas yang ringan akan bergerak naik muncul ke permukaan bumi melalui jalur sesar atau kekar yang merupakan zona lulus air berupa mataair panas, fumarola maupun sulfatara (Shigeno, 1993). Tempat atau batuan dimana uap atau airpanas muncul ke permukaan umumnya mengalami alterasi (ubahan). Batuan ubahan tersebut di dalam panasbumi merupakan salah satu manifestasi dan kadang – kadang dapat berfungsi sebagai batuan penudung (*cap rocks*). Lapangan panasbumi dapat terjadi terutama di lingkungan busur vulkanik atau magmatik yang di bawahnya terdapat ruang-ruang magma yang berperan sebagai sumber panas (Herman, 2009). Pada umumnya, lapangan tersebut terbentuk pada batas lempeng konvergen dengan komposisi magma yang berkisar dari basal sampai gabro hingga riolit sampai granit, namun yang dominan dijumpai adalah diorit sampai andesit (Herman, 2009). Potensi panasbumi di Pulau Jawa sampai Kepulauan Nusa Tenggara dipengaruhi oleh tumbukan antara Lempeng Indo-Australia di sebelah selatan dengan lempeng Eurasia di sebelah utara dengan sudut penunjaman yang besar sehingga menghasilkan batuan vulkanik lebih bersifat basa dan encer (Rock et al., 1982,

dalam Suhartono, 2012). Dijelaskan pula batuan reservoir panasbumi di Pulau Jawa umumnya berupa batuan vulkanik (Rock et al., 1982, dalam Suhartono, 2012).

Makalah ini akan membahas tentang faktor yang mengontrol pemunculan mataair panas ke permukaan di kaki G. Slamet yaitu di daerah Guci dan Baturaden, Jawa Tengah.

LOKASI PENELITIAN

Lapangan panasbumi Kompleks Gunung Slamet terletak di Provinsi Jawa Tengah, secara administrasi berada di dalam 5 wilayah kabupaten/kota, yaitu Kota Madya Purwokerto, Kabupaten Banyumas, Tegal, Bumiayu dan Pemalang. Secara geografis Kompleks Gunung Slamet terletak pada koordinat 109° 00' – 109° 30' BT dan 7° 00' – 7° 30' LS, dan terletak diantara Kompleks Pegunungan Dieng, Jawa Tengah dan Gunung Ciremai, Jawa Barat. Mataair panas yang dijumpai di Kompleks Gunung Slamet terletak di desa Guci dan Kalipedes di sebelah barat laut puncak Gunung Slamet dan Baturaden berada di lereng sebelah tenggara (Gambar 1).

Gunung Slamet termasuk deretan gunungapi Kuarter (Soeria-Atmadja et al., 1994), memiliki tipe *strato volcano* disusun oleh endapan piroklastik dan lava yang umumnya berkomporsi andesit, serta masih aktif dicirikan oleh kemunculan kegiatan solfatara dan sejumlah mata air panas pada elevasi sekitar 1.200 m (Hochstein et al., 2008). Gunung ini merupakan produk penunjaman Lempeng Indo-Australia dengan Lempeng Eurasia bagian tenggara (Hamilton, 1979). Aktivitas gunungapi di P. Jawa dimulai pada kala Akhir Miosen dan menerus sampai Kuarter atau Resen (Soeria-Atmadja & Noeradi, 2005). Secara umum, batuan hasil gunungapi Neogen atau Kuarter ini disusun oleh batuan piroklastik, breksi, lahar, lava dan tuf (Sukarna, 2002, dalam Simandjuntak, 2002). Menurut Djuri et al. (1996), batuan hasil G. Slamet terdiri atas batuan Gunungapi Slamet tak terurai (Qvs) berumur Kuarter berupa breksi gunungapi, lava dan tuf, lava andesit, basal berongga (Qvls). Batuan vulkanik tersebut (Gambar 1) dapat dibedakan menjadi dua macam, yaitu batuan vulkanik tua yang penyebarannya di bagian barat dan utara, batuan vulkanik muda sebagian besar

terdapat di sebelah timur dan selatan, serta sebagian kecil di sisi utara. Batuan – batuan gunungapi tersebut merupakan batuan alas dimana mataair Guci dan Baturaden muncul ke permukaan bumi diantara lapisan aliran lava dan lapisan breksi laharik. Kemunculan mataair panas ini terkait erat dengan kegiatan vulkanik G. Slamet. G. Slamet merupakan suatu kompleks gunungapi yang memiliki lebih dari satu kawah tua, diantaranya G. Mingkrik dan Guci. Sedangkan kawah G. Slamet merupakan kawah baru (Andrie, et al., 2014; Permana *et al.*, 2014). Gunungapi Slamet mempunyai 35 kerucut sinder yang muncul di lereng timur, sebagian muncul pada batuan sedimen Tersier di sepanjang sistem sesar yang berarah barat-laut-tenggara dan pada rekahan radial (Sutawidjaja *et al.*, 2009).

METODE

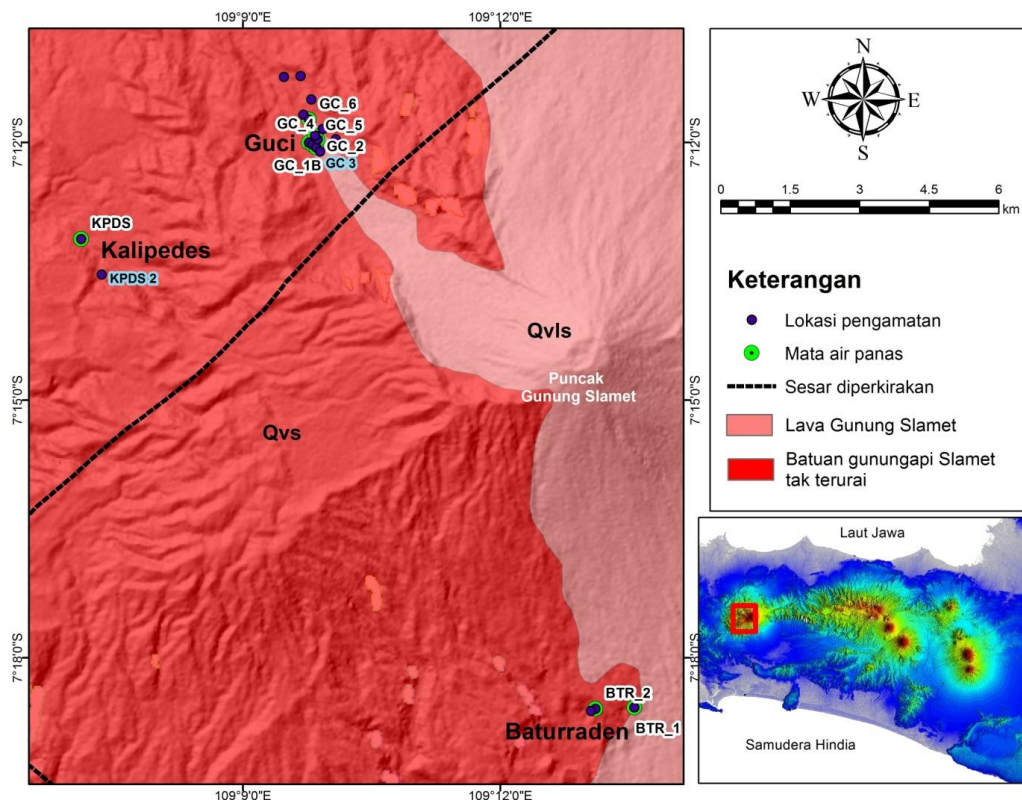
Tahap awal penelitian ini adalah mempelajari data sekunder hasil penelitian terdahulu yang telah dihimpun, serta hasil analisis morfostruktur dan morfostratigrafi (Peta Topografi Lembar Rempoah dan Lembar Bumijawa, skala 1:25.000,

1998). Tahap berikutnya adalah melakukan penelitian lapangan untuk pengambilan data primer berupa pengamatan geologi, struktur geologi seperti kekar dan bukti sesar, manifestasi panasbumi. Pengamatan dan deskripsi variasi batuan (litologi) dimaksudkan untuk mengetahui jenis batuan dan perkiraan jenis batuan. Dalam penelitian ini telah dilakukan pengambilan sampel batuan di lapangan baik yang segar maupun yang telah teralterasi untuk dianalisis petrografi di Laboratorium Fisika Mineral, Pusat Penelitian Geoteknologi LIPI.

Sejumlah sampel batuan segar dipilih untuk dilakukan analisis geokimia di Actlabs, Canada, untuk mengukur kandungan unsur utama (*Major Elements*). Tujuannya adalah untuk mengetahui nama batuan dan tipe magmanya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut diuraikan hasil penelitian meliputi analisis morfostruktur, penelitian geologi meliputi jenis batuan dan geokimia batuan,



Gambar 1. Peta lokasi pengamatan geologi, mataair panas serta pengambilan sampel di daerah Guci dan Baturaden, berdasarkan Peta Geologi Lembar Purwokerto dan Tegal Jawa Tengah (Djuri *et al.*, 1996).

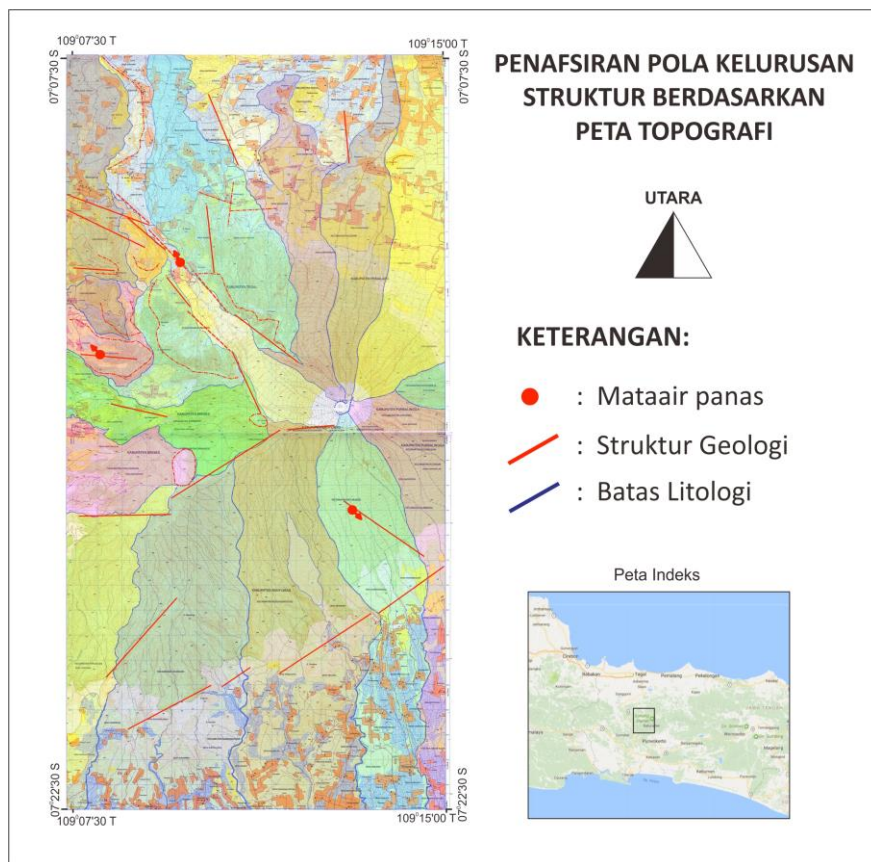
dan struktur geologi. Penelitian difokuskan dalam menjawab faktor geologi yang mengontrol pemunculan mataair panas di kawasan Kalipedes, Guci dan Baturaden, Jawa Tengah. Verifikasi struktur dan geologi bawah permukaan memanfaatkan data sekunder seperti pengukuran gas radon (Nurohman *et al.*, 2014) dan pengukuran magnetotelurik (Gaffar *et al.*, 2014).

Morfostruktur Gunung Slamet dan Pengamatan Lapangan

Hasil analisis peta topografi menunjukkan bahwa Kompleks Gunung Slamet dikontrol oleh kelurusan struktur berarah utama baratlaut-tenggara, baratdaya-timurlaut, sedikit berarah utara-selatan dan barat-timur (Gambar 2). Kelurusan struktur berarah baratlaut-tenggara dan barat-timur diperkirakan berperan dalam mengontrol aktivitas Gunung Slamet tua atau Kompleks Gunung Mingkrik, sedangkan aktivitas vulkanik muda dikontrol oleh kelurusan berarah baratdaya-timurlaut (Permana *et al.*, 2014). Mataair panas Guci muncul ke permukaan

dalam kawasan yang dikontrol oleh kelurusan utama berarah baratlaut – tenggara (Zona 1) sedangkan mataair panas Baturaden muncul di Zone 4 yang dicirikan oleh kelurusan berarah utama utara-selatan dengan sedikit berarah Barat - Timur serta Baratlaut – Tenggara (Permana *et al.*, 2014). Daerah Guci yang terletak di sebelah baratlaut dari tubuh G. Slamet telah mengalami deformasi volkano-tekonik yang membentuk suatu depresi (graben) (Pratomo *et al.*, 2012), dan berdasarkan data geologi ditempati oleh endapan G. Slamet Muda (Bronto *et al.*, 2010, vide Pratomo & Hendrasto, 2012; Djuri *et al.*, 1996).

Hasil penafsiran struktur geologi tidak seluruhnya mudah dapat dibuktikan di lapangan yang didominasi hasil gunungapi kuartar. Beberapa aspek struktur geologi seperti kelurusan atau keseragaman pembelokan sungai, munculnya mataair panas, kekar-kekar, air terjun, zona hancuran, atau *offset* (jarak pergerakan) perlapisan batuan dicoba dibuktikan.



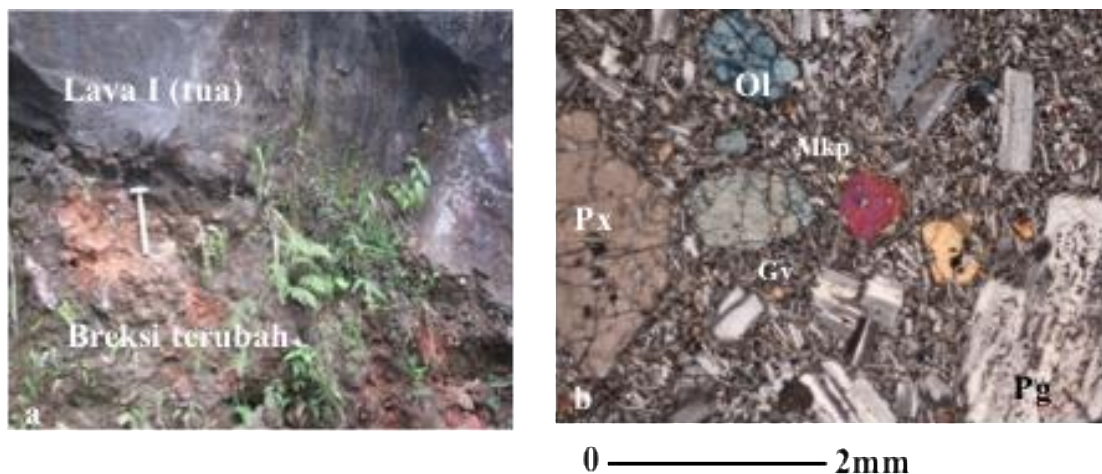
Gambar 2. Penafsiran pola kelurusan struktur berdasarkan peta topografi (Bakosurtanal, 1998), dan mataair panas di kawasan G. Slamet (dimodifikasi dari Permana *et al.*, 2014).



Gambar 3. Bukti- bukti sesar di kawasan mataair panas Guci, Kabupaten Tegal



Gambar 4. Bukti kehadiran unsur struktur geologi di kawasan mataair panas Baturaden 1 dan Baturaden 2.



Gambar 5. (a. Kiri) singkapan selang-seling breksi laharik (I) dan lava (I) di Kali Awu, Guci. (b. Kanan) sayatan tipis (nikol bersilang) lava basal olivin sebagai fragmen dalam breksi laharik.

Bukti-bukti struktur geologi di lapangan (Gambar 3) yang ditemukan di sekitar Guci adalah kekar-kekar pada batuan lava di dasar Kali Awu (a), kelurusan sungai dan tebing air terjun di Kali Gung (b), munculnya mata air panas diantara batuan lava dan breksi laharik di tebing Kali Awu (c), longsor batuan breksi laharik terubah kuat ditunjukkan oleh terbentuknya mineral silika dan argilik pada matriks, dan fragmennya relatif agak segar berupa andesit dan basal (d), breksi laharik tersebut kadang-kadang termineralisasi mengandung pirit dan kalkopirit tersingkap di Kali Putih, Sudikampir (e).

Di kawasan mataair panas Baturaden 1 dan Baturaden 2, bukti-bukti kehadiran struktur

geologi yang ditemukan di lapangan (Gambar 4) antara lain tebing air terjun pada batuan breksi vulkanik (a) berdekatan dengan mata air panas yang telah dibuat kolam, air berwarna kuning kecoklatan mengandung belerang dan unsur besi serta endapan travertin (b), kenampakan ini terjadi di Baturaden 1. Di Baturaden 2 didapatkan mata air panas (pancuran tujuh) pada batuan breksi polimik, warna air kuning kecoklatan diduga mengandung belerang, besi dan travertin (c). Ke arah tenggara dari pancuran tujuh kira – kira berjarak 50 meter dijumpai air terjun pada batuan lava andesit (d).

Litologi dan Kimia Batuan

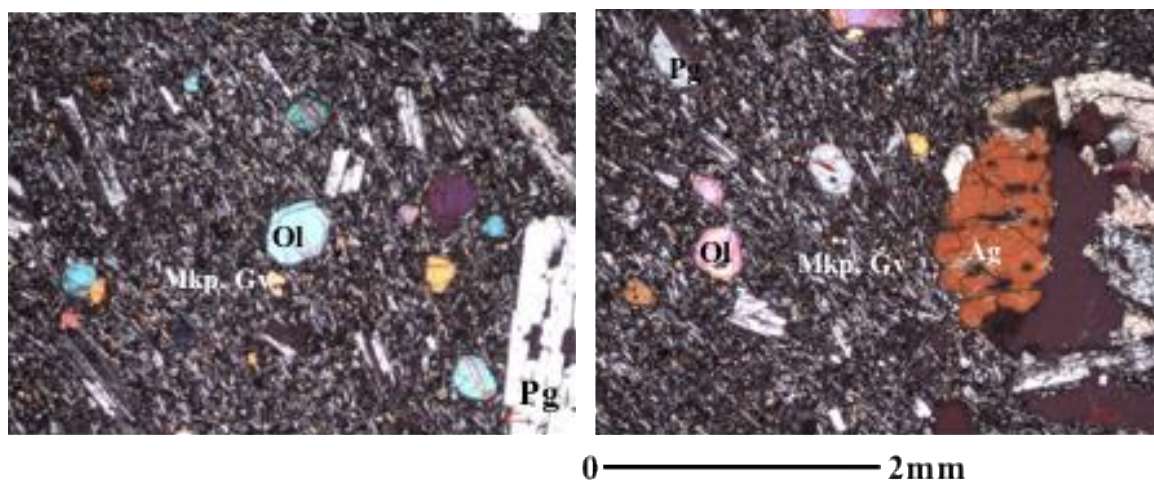
Jenis litologi di kawasan Gunung Slamet di daerah Kalipedes, Guci dan Baturaden disusun oleh perselingan aliran lava dengan breksi laharik dan kadang-kadang ditemukan lapisan tipis sisipan tufa serta batuan breksi laharik berubah kuat. Berdasarkan pengamatan singkapan batuan di lapangan, lava daerah Guci dapat dibedakan menjadi dua macam: singkapan batuan teramati di tebing Kali Awu berupa breksi laharik tua, di atasnya ditutupi lava yang diinterpretasikan sebagai lava tua (I) (Gambar 5a), dan pada dasar sungainya ditemukan endapan lava muda (II), kondisinya masih segar, menunjukkan struktur aliran serta mengalami pengkekanan diduga terjadi saat proses pembekuan.

Batuan breksi dapat dibedakan menjadi dua macam, yaitu breksi laharik I berumur relatif tua matriksnya mengalami oksidasi dan alterasi yang lemah sedangkan fragmennya sebagian besar masih relatif segar terdiri dari andesit, andesit basaltik dan basal serta tidak mengandung mineral sulfida. Breksi laharik II relatif muda yang dicirikan oleh alterasi hidrotermal kuat tersingkap di Kali Putih, Dukuh Tengah, dan Sudikampir, matriksnya teralterasi menjadi mineral argilik (montmorilonit, haloisit) dan silika amorf serta fragmennya sebagian besar mengalami alterasi yang diduga batuan asalnya dari andesit, andesit basaltik, dan basal.

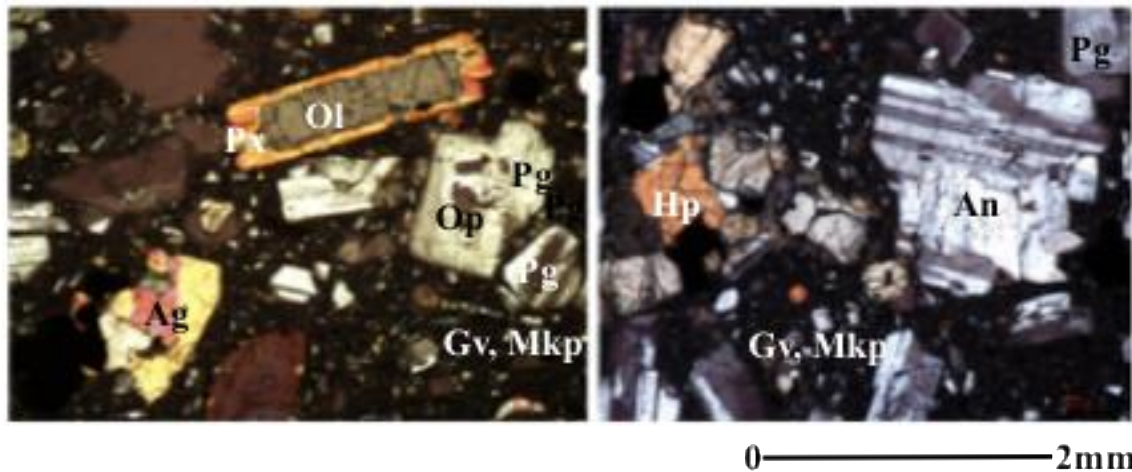
Sisipan tufa ditemukan di dalam satuan breksi laharik I, yang tersingkap di tebing Kali Gung dekat dengan lokasi mataair panas Kali Gung bagian muara, dan di daerah Sudikampir. Tufa tersebut berlapis dengan tebal sekitar 1–1,5 m mengalami alterasi ditandai oleh munculnya argilik berwarna kuning keputihan.

Hasil analisis petrografi (Gambar 5b) fragmen batuan di dalam breksi tua (I) dengan sampel berkode GC-3A (Kali Awu, Desa Guci) menunjukkan tekstur porfiritik terdiri dari fenokris dan masadasar. Fenokrisnya berukuran (0,2-2) mm berupa plagioklas/Pg (70%) jenis labradorit, olivin/Ol (10%) dan piroksen/Px (3%). Masadasarnya disusun oleh mikrolit plagioklas (Mkp) dan gelas vulkanik (Gv)(15%), serta mineral opak (2%) sebagai inklusi pada fenokris. Batuan dari fragmen breksi ini dapat dinamakan basal olivin.

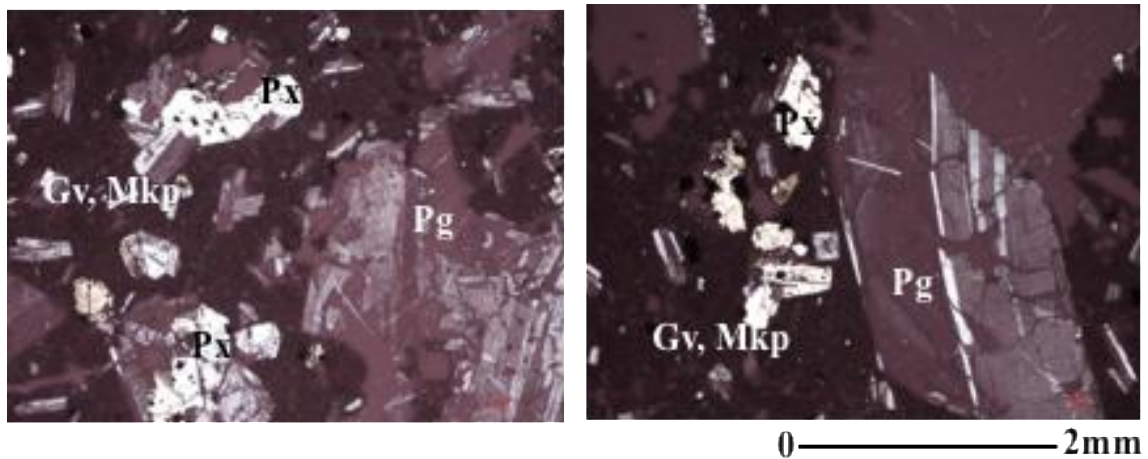
Analisis petrografi lava tua (GC-3B) menunjukkan batuan jenis basal olivin (Gambar 6), dicirikan struktur aliran, vesikular, bertekstur porfiritik dengan fenokris berukuran (0,2-2) mm. Komposisi mineral fenokris antara lain plagioklas/Pg(63%) dari jenis labradorit, olivin/Ol(8%) dan augit/Ag(5%) dan mineral opak/Op 2%. Masadasar disusun oleh mikrolit plagioklas (Mkp) dan gelas vulkanik(Gv) sekitar 22%. Dalam deskripsi petrografi sampel batuan ini menggunakan panduan yang dibuat Williams et al., 1954, dan Ehler dan Blatt, 1982.



Gambar 6. Fotomikrografi Nikol bersilang sayatan GC-3 B, batuan lava basal olivin yang dijumpai di Kali Awu, Guci.



Gambar 7. Fotomikrografi nikol bersilang sayatan tipis lava Andesit basaltik di Desa Guci (GC-1A)



Gambar 8. Fotomikrografi nikol sejajar lava andesit piroksen (BTR-1B) dari Baturaden 1.

Di atas aliran lava tua tersebut diendapkan breksi laharik terubah kuat, disusun fragmen batuan vulkanik (andesitik, basaltik teralterasi), sedangkan matriksnya berupa mineral argilik dan silika yang merupakan hasil ubahan hidrotermal (devitrifikasi) terhadap gelas vulkanik. Batuan terubah mengandung mineral sulfida (pirit, kalkopirit) yang tersingkap di sekitar Kali Awu dan Kali Putih di Desa Sudikampir (Gambar 3d dan 3e).

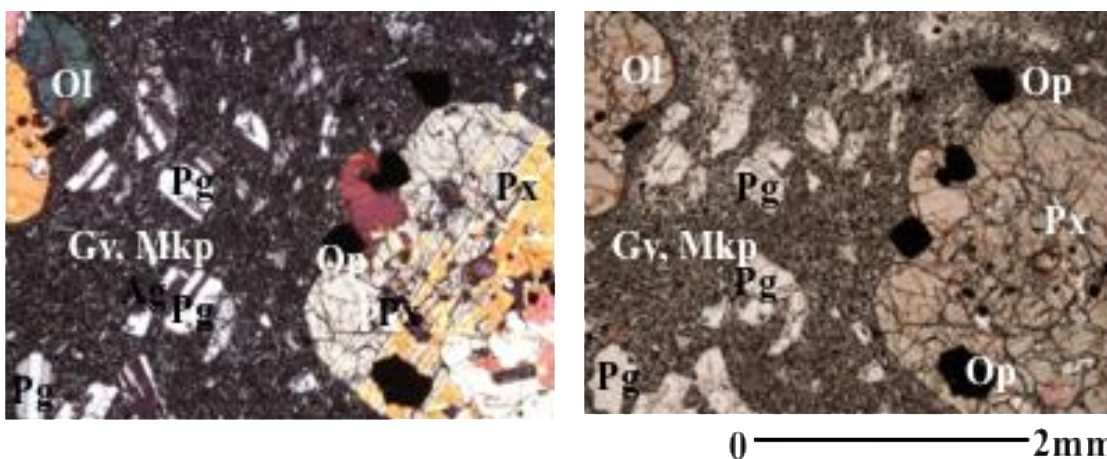
Di atas breksi laharik teralterasi kuat ditutupi aliran lava paling muda (GC-1A) berwarna abu-abu, dicirikan oleh struktur aliran dan lobang-lobang bekas gas (Gambar 3a). Analisis petrografi (Gambar 7) menunjukkan tekstur porfiritik dan sebagian besar vitrofirik, dimana fenokris tertanam di dalam masadasar gelas

vulkanik dan mineral-mineral berbentuk mikrolit. Ukuran fenokris (0,2 - 2) mm berupa plagioklas/Pg (35%) dari jenis andesin/An, beberapa menunjukkan zoning dan sebagian berkembaran albit. Mineral lainnya adalah piroksen/px dari jenis augit/Ag (8%), hipersten/Hp (4%) dan olivin/Ol (3%) hadir sebagai fenokris. Masadasar batuan dominan disusun oleh gelas vulkanik/Gv (48%) bersama dengan mikrolit plagioklas/Mkp, piroksen dan olivin yang berukuran sangat halus. Dalam sayatan ini teramati adanya mineral olivin yang dilingkupi oleh pertumbuhan piroksen. Mineral tambahan adalah butiran halus mineral opak/Op (2%) yang hadir sebagai inklusi di dalam plagioklas atau piroksen. Berdasarkan komposisi mineralnya, batuan ini dapat dinamakan andesit basaltik.

Mataair panas Guci teramati muncul di permukaan pada kontak antara aliran lava tua (andesit basaltik) di bagian bawah dengan lapisan di atasnya berupa breksi laharik teralterasi lemah yang berfragmen andesit yang relatif lebih sarang, seperti dijumpai di dasar tebing sungai Gung dan Kali Awu. Kali Awu ini membentuk lembah berarah barat laut-tenggara diduga sebagai suatu kelurusan sesar dan mengontrol kegiatan G. Slamet Muda (Permana *et al.*, 2014). Di daerah Baturaden, di Sungai Baturaden 1 terletak pada suatu kelurusan lembah berarah U310°T (barat laut-tenggara) dimana tersingkap perselingan antara lava dengan breksi vulkanik berwarna abu-abu gelap berfragmen andesit – basaltik. Batuan lava tersebut berwarna abu-abu gelap, masif, tekstur halus, kadang-kadang berstruktur vesikular. Hasil analisis petrografi dari sampel lava daerah Baturaden 1 (BTR-1B) menunjukkan batuan andesit piroksen bertekstur porfiritik mendekati tekstur vitrofirik (Gambar 8) dengan komposisi mineral penyusun antara lain gelas vulkanik/Gv berwarna kehitaman dan mikrolit plagioklas/Mkp (60%) sebagai masadasar, fenokris dengan ukuran (0,2-3) mm terdiri dari plagioklas/Pg (35%) sebagian jenis andesin, dan piroksen/Px jenis augit (3%), serta mineral opak/Op (2%) hadir sebagai inklusi dalam plagioklas dan piroksen. Secara umum, fenokris dalam lava ini telah terjadi retakan.

Mataair panas Pancuran 3 di Baturaden 1 muncul pada kontak antara batuan lava masif yang kedap air dengan batuan breksi vulkanik di atasnya dan di sekitarnya terdapat endapan travertin berwarna kuning keputihan.

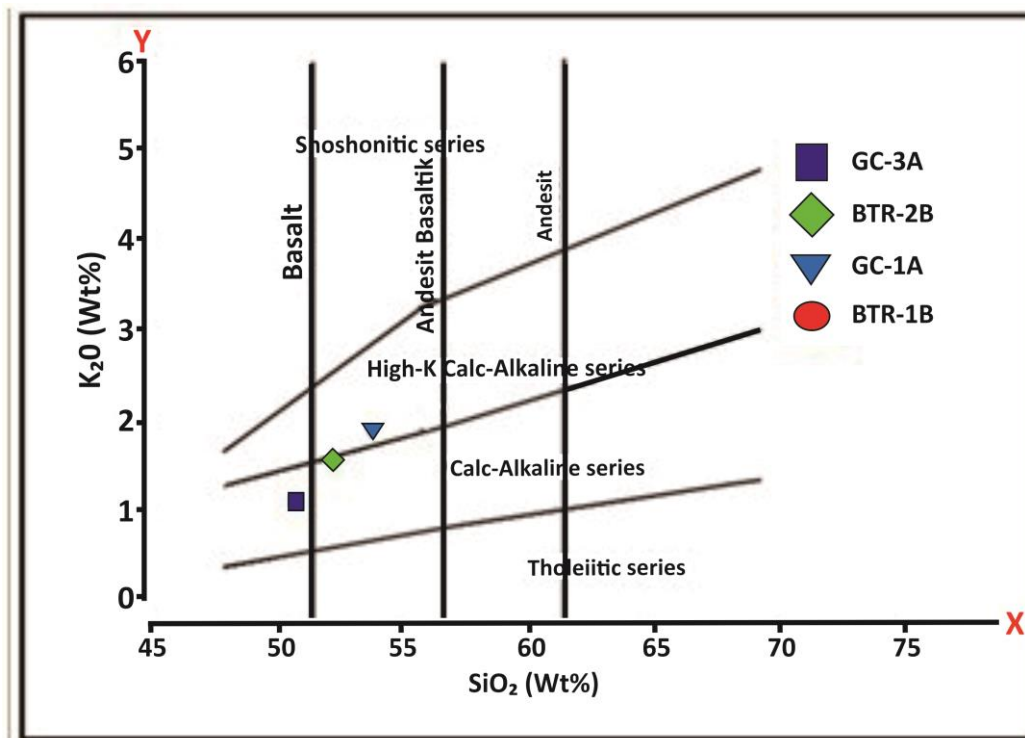
Di lokasi Baturaden 2 dijumpai mataair panas Pancuran 7 yang keluar pada kontak antara breksi polimik dengan lava yang ada di bawahnya (Gambar 4c, dan 4 d). Breksi polimik ini fragmennya terdiri dari tufa, basal, batuan malihan, batupasir, dan matriksnya telah mengalami oksidasi dan alterasi menjadi argilik dan silika. Lava tersebut tersingkap pada bagian dasar air terjun yang aliran sungainya berarah U130°T. Sungai ini merupakan cabang sungai yang arah alirannya hampir Utara-Selatan yaitu sekitar U20°T. Analisis petrografi batuan lava andesit-basaltik (BTR-2B), dicirikan oleh tekstur porfiritik, dengan ukuran fenokris (0,2 – 2) mm terdiri atas plagioklas/Pg (32%) dari jenis labradorit dan andesin, piroksen/Px jenis augit (8%), olivin (6%). Masa dasar batuan disusun oleh gelas vulkanik (Gv) berwarna kehitaman dan mikrolit plagioklas/Mkp (52%) dan mineral tambahan berupa mineral opak (2%) hadir sebagai inklusi pada piroksen dan plagioklas (Gambar 9).



Gambar 9. Fotomikrografi nikol bersilang (kiri) dan nikol sejajar (kanan) lava Andesit basaltik (BTR-2B) dari Baturaden 2.

Tabel 1. Kandungan unsur-unsur utama dalam bentuk oksida batuan lava dan fragmen breksi laharik dari daerah Guci dan Baturaden, Jawa Tengah.

Kode Sampel	SiO ₂ (%)	Al ₂ O ₃ (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	MnO (%)	MgO (%)	CaO (%)	Na ₂ O (%)	K ₂ O (%)	TiO ₂ (%)	P ₂ O ₅ (%)	Total (%)
BTR-1B	60,58	17,60	6,47	0,12	1,98	6,03	3,87	2,44	0,74	0,17	99,99
BTR-2B	53,22	18,29	10,10	0,17	3,44	8,42	3,39	1,47	1,20	0,28	100,00
GC-1A	56,15	18,09	9,03	0,17	3,52	7,29	2,80	1,87	0,87	0,21	100,00
GC-3A	50,34	17,46	10,82	0,17	5,78	9,87	3,07	1,01	1,24	0,25	100,00



Gambar 12 (kanan). Karakteristik seri magmatik batuan vulkanik daerah Guci dan Baturaden menggunakan diagram SiO₂ versus K₂O (Peccerillo dan Taylor, 1976, dimodifikasi oleh Andrie et al., 2014).

1A) dan fragmen breksi laharik yang berupa basal olivin (GC-3A) dari daerah Guci, sedangkan contoh berkode BTR-1B dan BTR-2B merupakan lava dari Baturaden 1 dan 2 (Tabel 1). Unsur - unsur oksida digunakan untuk mengetahui klasifikasi batuan serta melengkapi hasil analisis petrografi dengan menggunakan diagram hubungan antara kandungan (K₂O +Na₂O) dan SiO₂ (Cox et al., 1979) seperti dapat dilihat dalam Gambar 11. Berdasarkan diagram tersebut,

batuan GC-1A merupakan andesit basaltik, GC-3A basal, BTR-1B andesit dan BTR-2B adalah andesit basaltik. Untuk menentukan seri atau karakteristik magma batuan vulkanik yang diteliti digunakan diagram hubungan antara kandungan K₂O versus SiO₂ (Peccerillo dan Taylor, 1976). Berdasarkan diagram tersebut, batuan lava andesit basaltik (GC-1A) menunjukkan seri Kalk alkalin dengan kandungan K relatif tinggi

dibanding dengan fragmen basal (GC-3A) (Kalk alkalin).

Contoh lava lainnya menunjukkan kecenderungan sama yaitu lava andesit basaltik (BTR-2B) memiliki karakteristik Kalk alkalin sedangkan lava andesit (BTR-1B) memiliki karakteristik magma Kalk alkalin yang relatif tinggi kandungan kaliumnya (K) (Tabel 1 dan Gambar 12).

Analisa radon dan MT

Bukti-bukti di lapangan tentang struktur geologi pada batuan vulkanik Kuartar tidak mudah didapatkan. Pola umum penafsiran kelurusan dari penafsiran data DEM atau peta topografi hanya ditunjang oleh pengkekar batuan, kelurusan sungai dan tebing air terjun.

Mataair panas Guci atau Kalipedes terletak pada suatu kelurusan berarah baratlaut-tenggara (Permana *et al.*, 2014).

Kehadiran struktur geologi ini dibuktikan berdasarkan pengukuran unsur gas radon pada lapisan tanah permukaan dan air panas di beberapa titik lokasi. Kandungan radon (Rn) yang diukur di daerah Guci dan Kalipedes nilainya tinggi-cukup tinggi, menunjukkan permeabilitas tinggi - cukup tinggi, yaitu >40 dpm/L (Nurohman *et al.*, 2014). Daerah dengan permeabilitas tinggi-cukup tinggi kemungkinan dikontrol oleh kehadiran struktur geologi seperti sesar atau terkekar kuat. Sebaliknya di kawasan dengan kandungan radonnya rendah diinterpretasikan merupakan kawasan permeabilitasnya rendah (<4 dpm/L) diperkirakan dikontrol kehadiran batuan dengan permeabilitas rendah seperti lava masif atau batuan ubahan di daerah Sudikampir. Di daerah Baturaden, hasil pengukuran gas radon menunjukkan nilai lebih rendah daripada Guci dan Kalipedes, kemungkinan daerah tersebut dipengaruhi oleh jenis batuan yang ada di bawahnya seperti aliran lava masif atau batuan ubahan.

Kehadiran struktur geologi seperti sesar di kawasan Guci dan Kalipedes juga didukung oleh hasil pengukuran MT di kawasan mataair panas Guci dengan lintasan berarah Baratdaya-Timurlaut (A-B) dari Kalipedes, Guci sampai Jurangmangu, yang memotong struktur kelurusan utama yang berarah Baratlaut-Tenggara

(Permana *et al.*, 2014; Gaffar *et al.*, 2014). Penampang tahanan jenis hasil pengukuran Magnetotelurik tersebut menunjukkan adanya struktur sesar yang melalui kawasan Guci dan Kalipedes dan diperkirakan telah mengontrol pemunculan mataair panas di kedua daerah tersebut. Di kawasan Baturaden, kemungkinan besar mataair panas dikontrol oleh kelurusan struktur yang membentuk lembah sungai yang berarah U130°T.

Dipandang dari aspek batuan, mataair panas di Kalipedes atau di Guci muncul ke permukaan pada bidang atau kelurusan bidang sesar dan pada bidang kontak antara lapisan lava yang kurang sarang (kedap/*impermeable*), yang di atasnya ditutupi breksi gunungapi yang lebih sarang. Breksi gunungapi dan aliran lava yang lebih tua disusun oleh fragmen basal olivin sedangkan breksi dan lava yang lebih muda disusun oleh andesit mengandung piroksen dan olivin atau andesit basaltik. Pemunculan mataair panas di Baturaden muncul pada kondisi yang sama yaitu pada bidang kontak antara breksi polimik dan aliran lava andesit basaltik atau andesit. Batuan gunungapi Kuartar G. Slamet memiliki kandungan K₂O cukup tinggi (Kalk alkali) dibandingkan dengan Gunung Sundoro dan Gunung Ciremai ketiganya mempunyai jarak dengan palung relatif sama (312 – 317) km (Pasha *et al.*, 2015), namun G. Slamet mempunyai kandungan K₂O paling tinggi (2,4061%) dibandingkan dengan G. Sundoro (2,0501%) dan G. Ciremai (1,729%), sehingga ditafsirkan magma muda G. Slamet telah mengalami pencampuran atau asimilasi kemungkinan dengan batuan-batuan sedimen di sekitarnya.

KESIMPULAN

Mataair panas di Guci-Kalipedes muncul ke permukaan pada kontak antara breksi gunungapi dengan lava di bawahnya sedangkan di Baturaden, mataair panas muncul pada batas antara breksi volkanik dengan lava, dan breksi polimik dengan lava di bawahnya. Mataair panas baik di Guci dan Baturaden terletak pada kelurusan struktur berarah baratlaut-tenggara sedangkan mataair panas Kalipedes dikontrol kelurusan sesar berarah hampir barat-timur. Batuan gunungapi daerah Guci berupa basal olivin, andesit basaltik yang berseri Kalk alkalin

mengandung kalium cukup tinggi, sedangkan batuan gunungapi Baturaden juga terdiri dari andesit basaltik dan andesit berseri Kalk alkalin mempunyai kandungan kalium cukup tinggi hingga tinggi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Pada kesempatan ini kami mengucapkan banyak terima kasih kepada Kepala Pusat Penelitian Geoteknologi LIPI yang telah memberikan kesempatan untuk melakukan penelitian manifestasi panasbumi di sekitar Guci dan Baturaden, Jawa Tengah, yang didanai oleh Proyek DIPA-TA 2014. Terima kasih disampaikan kepada pemerintah setempat yang telah mengizinkan melakukan penelitian di daerahnya. Kami ucapkan terima kasih kepada redaksi jurnal Riset Geologi dan Pertambangan Pusat Penelitian Geoteknologi LIPI yang telah memberikan kesempatan untuk menerbitkan tulisan ini. Tidak lupa terima kasih yang sebanyak-banyaknya disampaikan kepada rekan-rekan teknisi yang telah membantu pengambilan data di lapangan, proses analisis sampel di laboratorium dan membantu pembuatan laporan.

PUSTAKA

- Andrie, A.K., Indarto, S., Permana, H., Gaffar, E.Z., Sudarsono, 2014. Batuan Vulkanik Kaitannya dengan Terjadinya Manifestasi Panas Bumi di Permukaan Daerah Guci, Tegal, Jawa Tengah, Prosiding Pemaparan Hasil Penelitian Pusat Penelitian Geoteknologi LIPI.
- Bakosurtanal, 1998. Peta Topografi Lembar Rempoah dan Lembar Bumijawa, skala 1:25.000.
- Cox, K.G., Bell, J.D. & Pankhurst, R. J., 1979. The interpretation of igneous rocks. London; Allen and Unwin, 450 pp.
- Djuri, M., Samodra, H., Amien, T.C. & Gafoer, S., 1996. Peta Geologi Lembar Purwokerto dan Tegal, Jawa Tengah, Sekala 1 : 100.000, Puslitbang Geologi.
- Ehler, E.G., Blatt, H., 1982. Petrology Igneous, Sedimentary and Metamorphic, W.H. Freeman and Company, San Francisco.
- Gaffar, E.Z., Sudrajat, Y., Indarto, S., Sunardi, Sutarman, Nyanyang, 2014. Penelitian struktur dan batuan bawah permukaan dengan metode Magnetotelurik Daerah Guci, Jawa Tengah, Laporan Penelitian Pusat Penelitian Geoteknologi LIPI.
- Hamilton, W., 1979. Tectonics of The Indonesian Region, U.S.G.S. Professional Paper, 1078, 345 pp.
- Herman, D. Z., 2009. Tinjauan Kemungkinan Sebaran Unsur-unsur Tanah Jarang (REE) di Lingkungan Panas Bumi, Jurnal Geologi Indonesia, 4 (1), 1 – 8.
- Hochstein, M.P., Sudarman, S., 2008. History of geothermal exploration in Indonesia from 1970 to 2000. Geothermics, 37, 220–266. doi 10.1016/j.geothermics. 2008.01.001.
- Nurohman, H., Bakti, H., Indarto, S., 2014. Konsentrasi Radon di Sekitar Manifestasi Panasbumi Gunung Slamet, Jawa Tengah, Prosiding Pemaparan Hasil Penelitian Pusat Penelitian Geoteknologi LIPI.
- Pasha, D.A., Nur'aini, A., Abdurrochman, M., Aziz, M., 2015. Karakterisasi Batuan Intrusi Sekitar Gunung Api Slamet Berdasarkan Analisis Petrografi, Unsur Utama, Dan Unsur Jejak Daerah Baturaden Dan Sekitarnya, Kabupaten Banyumas, Provinsi Jawa Tengah, Prosiding Seminar Nasional Kebumihan ke 8, Academia Industry Linkage, 15 – 16 Oktober 2015, Graha Sabha Pramana.
- Peccerillo, A., dan Taylor, S.R., 1976. Geochemistry of Eocene calc-alkaline volcanic rocks From the Kastamonu area, northern Turkey. Contribution on Mineralogy and Petrology, 58, 63–81.
- Permana, H., Sudarsono, Indarto, S., 2014. Studi Morfostratigrafi Dan Morfostruktur : Studi Kasus Prospek Lapangan Panasbumi Guci, Tegal, Jawa Tengah, Prosiding Pemaparan Hasil Penelitian Pusat Penelitian Geoteknologi LIPI.
- Pratomo, I., 2006. Klasifikasi gunungapi aktif Indonesia, studi kasus dari beberapa letusan gunung api dalam sejarah, Jurnal Geologi Indonesia, Desember 2006, 1(4), 209–227.

- Pratomo, I., Hendrasto, M., 2012. Karakteristik Erupsi Gunung Slamet, Jawa Tengah, Ekologi Gunung Slamet, LIPI Press, Jakarta, 1-13.
- Pratomo, I., 2012. Keanekaragaman Geologi Kompleks Vulkanik G. Slamet Jawa Tengah, LIPI Press, Jakarta.
- Shigeno, Hiroshi, 1993. Geochemical Exploration, International Group Training Course on Geothermal Energy (Advanced), Kyushu University.
- Soeria-Atmadja, R., Maury, R.C., Bellon, H., Pringgoprawiro, H., Polve, M., and Priadi, B., 1994. Tertiary magmatic belts in Java, *Journal of South-east Asian Earth Sciences*, 9, 13–27.
- Soeria-Atmadja, R., dan Noeradi, D., 2005. Distribution of Early Tertiary volcanic rocks in South Sumatra and West Java. *The Island Arc*, 14, 679–686.
- Suhartono, N., 2012. Pola Sistim Panas dan Geothermal Dalam Estimasi Cadangan Daerah Kamojang, *Jurnal Ilmiah MTG*, 5(2), 1–14.
- Sutawidjaja, I. S., Sukhyar, R., 2009. Cindercones of Mount Slamet, Central Java, Indonesia, *Jurnal Geologi Indonesia*, Maret, 4(1), 57–75.
- Widarto, D.S., Indarto, S., Gaffar, E. Z., 2003. Hasil Awal Geotermometri Kimia Air Panas Lapangan Panasbumi Gedongsongo di Lereng Selatan Gunung Ungaran, Jawa Tengah, *Buletin Geologi, ITB, Bandung*.
- Williams, H., Turner, F.J., Gilibert, C.M., 1954. *Petrography: An Introduction to the Study of Rocks in Thin Section*, W.H. Freeman and Company, San Francisco.