

Perbandingan Karakteristik Batuan Beku Erupsi Gunung Gamalama dan Gunung Talang

Alexandros Andreas*, Ardian Putra

Laboratorium Fisika Bumi, Jurusan Fisika,
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Andalas
Kampus Unand Limau Manis, Padang, 25163, Indonesia
*stonec233@yahoo.co.id

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian tentang karakteristik batuan erupsi Gunung Gamalama dan Gunung Talang yang meliputi struktur dan komposisi kedua batuan vulkanik tersebut. Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah XRD (*X-Ray Diffractometer*) dan XRF (*X-Ray Fluorescence*). Hasil uji XRD menunjukkan batuan Gunung Gamalama didominasi oleh albit dan berlinite sedangkan batuan Gunung Talang didominasi oleh kristobalit dan alunit. Hasil uji XRF menunjukkan bahwa batuan Gunung Gamalama mengandung 58,485% silika dan dikelompokkan sebagai batuan beku andesit dan diorit. Batuan Gunung Talang mengandung 75,438% silika dan dikelompokkan sebagai batuan beku riolit. Berdasarkan kandungan SiO_2 dan K_2O batuan Gunung Gamalama dikelompokkan sebagai andesit basal (K-sedang) dengan kedalaman magma pembentuk batumannya sekitar 106 km dan batuan Gunung Talang dikelompokkan sebagai riolit (K-rendah) dengan kedalaman magma pembentuk batumannya sekitar 54 km. Batuan Gunung Gamalama memiliki sifat magnetik yang lebih kuat dari batuan Gunung Talang karena mengandung hematit (Fe_2O_3) sebesar 5,546% dan besi (Fe) sebesar 9,952%. Perbedaan warna (cerat) batuan Gunung Gamalama dan Gunung Talang dipengaruhi oleh kandungan magnesium (Mg) dan besi (Fe). Tingginya kandungan magnesium (Mg) dan besi (Fe) menunjukkan batuan Gunung Gamalama tersusun oleh mineral yang bersifat lebih basa dari batuan Gunung Talang. Secara umum, batuan Gunung Gamalama bertipe andesit basaltik, sedangkan batuan Gunung Talang bertipe riolitik. Kata kunci: Gunung Gamalama, Gunung Talang, silika, kedalaman magma

ABSTRACT

The rock characteristic of Mount Gamalama and Mount Talang had been identified using XRD (X-Ray Diffractometer) and XRF (X-Ray Fluorescence) aiming to see the differences in characteristics of the two volcanic rocks. The XRD test result shows that Mount Gamalama rock is dominated by albit and berlinite while Mount Talang rock is fulfilled by cristobalite and alunite. The XRF test result shows that Mount Gamalama rock contains 58.485% of silica and it is classified as andesite and diorite igneous rocks while Mount Talang rock contains 75.438% of silica and it is classified as riolite igneous rock. Based on SiO_2 and K_2O content, Mount Gamalama rock is classified as basalt andesite (K-medium) with a rock-forming depth of about 106 km and Mount Talang rock is classified as riolite (low K) with a rock-forming depth of about 54 km. Mount Gamalama rock has magnetic properties that are stronger than Mount Talang rock because they contain hematite (Fe_2O_3) of 5.546% and iron (Fe) of 9.952%. The difference in color (streak) of Mount Gamalama and Mount Talang rock is affected by the content of magnesium (Mg) and iron (Fe). The high content of magnesium (Mg) and iron (Fe) show that the rock from Mount Gamalama are composed of minerals which are more alkaline than the rock of Mount Talang. Generally, Mount Gamalama rock is andesite basaltic type, while Mount Talang rock is riolitic type.

Keywords: Mount Gamalama, Mount Talang, silica, the depths of magma

I. PENDAHULUAN

Indonesia dikenal sebagai negara yang mempunyai gunung api aktif terbanyak di dunia, yaitu lebih dari 30% dari gunung api yang aktif dunia ada di Indonesia. Kawasan gunung api yang pada umumnya berpenduduk padat karena kesuburan dan keindahan panoramanya. Letak Indonesia yang berada di kawasan Cincin Api Pasifik menyebabkan Indonesia memiliki banyak gunung api yang aktif dan potensi gempa bumi yang cukup tinggi. Cincin Api Pasifik adalah sebuah kawasan aktif dari segi tektonik dan vulkanik. Gunung api aktif Indonesia dibagi menjadi empat busur gunung api, yaitu Busur Gunung Api Sunda, Busur Gunung Api Banda, Busur Gunung Api Halmahera dan Busur Gunung Api Sulawesi Utara-Kepulauan Sangihe (Sutikno, 2002).

Aktivitas erupsi suatu gunung api yang tercatat dalam sejarah memiliki perbedaan yang terlihat dari komposisi magma dan komposisi gas pada magmanya. Studi terhadap perbedaan dari setiap sejarah erupsi gunung api bermanfaat dalam pembelajaran erupsi yang sedang dan yang akan terjadi. Batuan yang terbentuk dari hasil erupsi suatu gunung api dapat dijadikan sebagai salah satu referensi dalam mempelajari karakteristik dari erupsi gunung api. Studi mengenai batuan beku hasil erupsi dari gunung api pada saat ini mengalami perkembangan sangat pesat berkat penemuan baru mengenai ketepatan analisis kimia dengan menggunakan instrumen yang mengalami penyempurnaan secara terus-menerus. Selain itu studi dari batuan beku dapat dipakai untuk mempelajari suatu cekungan dan evolusi tatanan tektonik. Dengan berkembangnya teori tektonik lempeng maka dapat diketahui kondisi dari masing-masing lingkungan tektonik lempeng yang dicirikan oleh magmatisme (Hutabarat, 2007).

Gunung Gamalama merupakan salah satu gunung api yang terletak di busur Pulau Halmahera sebelah timur laut Maluku dengan sejarah letusan yang tercatat dimulai tahun 1538 sampai tahun 2003. Gunung Gamalama terbentuk pada daerah tektonik kompleks yang dibangun oleh interaksi antara lempeng Filipina di utara, lempeng Pasifik di timur, lempeng Eurasia di barat dan lempeng Indo-Australia di selatan. Lava dari Gunung Gamalam pada umumnya bersifat basaltis andesit (Mawardi dkk., 1991). Hasil erupsi dari Gunung Gamalama pada tahun 1907 yang berlokasi di lereng sebelah timur menghasilkan lelehan lava yang kemudian dikenal sebagai batu angus.

Sumatera Barat memiliki beberapa gunung api yang memiliki karakteristik yang berbeda dengan Gunung Gamalama, salah satunya adalah Gunung Talang. Gunung Talang disebut juga dengan Gunung Soelasih yang memiliki bentuk strato (berlapis) dan dibangun oleh perulangan batuan lava dan batuan piroklastika. Gunung Talang merupakan suatu kompleks gunung api yang terdiri dari kerucut Gunung Batino dan kerucut Gunung Jantan yang tumbuh di zona bagian tengah Sesar Semangko yang aktif (Munandar, 1995). Sejarah letusan dari Gunung Talang memiliki periode yang relatif panjang, dengan interval terpendek 2 tahun dan terpanjang 40 tahun dan letusannya yang bersifat magmatis.

Di Indonesia telah dilakukan penelitian mengenai batuan hasil erupsi dari beberapa gunung api yang aktif. Dirk (2008) telah melakukan penelitian geokimia dari Gunung Api Tampomas menyimpulkan bahwa batuan dari gunung tersebut tergolong ke dalam seri kalium rendah (*low-K series*), kalk-alkali dan kalk-alkali kalium tinggi (*high-K*) kelompok basal, andesit basal dan andesit dengan kandungan $\text{SiO}_2 = 48,59\% - 60,49\%$ dan K_2O dari $0,31\% - 1,67\%$. Jahidin (2010) telah melakukan penelitian di Daerah Istimewa Yogyakarta dengan 12 sampel dari situs batuan beku, yaitu Watu Adeg, Gunung Suru, Purwoharjo, Gunung Skopiah, Gunung Ijo, Parangtritis, Kali Widoro, Kali Songgo, Kali Buko, Gunung Pawon, Parangtritis B dan Tegal Rejo. Berdasarkan penelitian tersebut diketahui batuan penyusunnya terdiri dari batuan andesit, andesit kuarsa, trakit andesit, basal theoletik, dan trakiandesit basaltik. Manullang dkk. (2015) telah melakukan penelitian batuan lava Gunung Barujari dan Gunung Rombongan. Dari penelitian tersebut diketahui batuan penyusun dari dua gunung tersebut merupakan batuan beku porfiri basal dan porfiri andesit. Untuk kandungan, struktur kristal dan morfologi partikel batuan Gunung Gamalama (batu angus) telah pernah diuji dengan menggunakan XRD, SEM dan XRF (Baqiya dkk., 2017). Berdasarkan data XRD diketahui bahwa batu angus mengandung 20% fasa magnetik dan didominasi oleh fasa silika. Pada XRF menunjukkan bahwa batu angus mengandung beberapa unsur, yaitu Fe, Si, Ca, Al, K, Ti. Dari semua unsur yang terkandung di dalamnya, besi (Fe) merupakan unsur yang memiliki persentase yang paling tinggi yaitu 35%. Hasil uji sampel menggunakan SEM menunjukkan bentuk permukaan partikel batu angus berbentuk pipih.

Adanya perbedaan dari batuan hasil erupsi gunung-gunung api aktif di Indonesia memeperlihatkan bahwa gunung api di Indonesia memiliki karakteristik yang berbeda. Untuk melihat perbedaan tersebut maka pada penelitian ini dilakukan karakterisasi terhadap batuan hasil erupsi Gunung Gamalama (batu angus) dan batuan hasil erupsi Gunung Talang. Pada penelitian ini akan dilakukan identifikasi kandungan mineral, komposisi kimia penyusun batuan, struktur kristal, ukuran kristal, jenis magma pembentuk batuan, daerah terbentuknya batuan serta pengelompokan dari kedua jenis batuan tersebut.

Pada dasarnya batuan beku disusun oleh enam kelompok mineral seperti olivin, piroksin, ampibol, mika, feldspar dan kuarsa. Pada batuan beku unsur penyusunnya antara lain Si, Al, Ca, Na, K, Fe, Mg dan O₂. Flint (1997) menyatakan bahwa komposisi magma hasil analisis kimia menunjukkan kisaran 45% sampai 75% SiO₂. Untuk lava yang komposisi SiO₂-nya rendah dari 30% dan tinggi dari 80% sangat sedikit ditemui, namun variasi tersebut dapat terbentuk bila magma terasimilasi oleh fragmen batuan sedimen dan batuan malihan atau ketika diferensiasi magma, sehingga menyebabkan komposisi magma berubah. Batuan dengan kandungan SiO₂ sekitar 50% membentuk batuan basal dan gabro. Batuan dengan kandungan SiO₂ sekitar 60% membentuk batuan beku andesit dan diorit. Batuan dengan kandungan SiO₂ sekitar 70% membentuk batuan riolit dan granit. Peccerillo dan Taylor (1976) mengelompokkan magma berdasarkan kandungan SiO₂ dan komposisi antara SiO₂ dengan K₂O. Pengelompokan ini menunjukkan adanya afinitas magma K rendah (*low-K series*) atau sering disebut tholeiite, K menengah rendah (*calc-alkaline series*), K menengah tinggi (*high-K calc alkaline series*) dan K tinggi (*shoshonite series*). Peccerillo dan Taylor (1976) juga mengelompokkan jenis magma berdasarkan kandungan SiO₂-nya, yaitu magma yang mengandung SiO₂ > 63% dikategorikan magma yang bersifat asam, magma dengan kandungan SiO₂-nya pada interval 53%-63% tergolong magma menengah (*intermediet*) dan magma yang kandungan SiO₂ < 53% tergolong magma basa. Dengan menggunakan data geokimia dari batuan gunung api kedalaman dari tempat magma asal tempat batuan terbentuk dapat diperkirakan dengan menggunakan persamaan Hutchison (1983) dengan menggunakan data persentase SiO₂ dan K₂O. Untuk kedalaman magma (*h*) ditentukan dengan persamaan berikut:

$$h = [320 - (3,65 \times \text{SiO}_2 \%)] + (25,52 \times \text{K}_2\text{O} \%) \quad (1)$$

Untuk ukuran kristal (*D*) ditentukan dengan menggunakan persamaan Scherrer:

$$D = \frac{0,9\lambda}{B \cos \theta} \quad (2)$$

dengan λ adalah panjang gelombang sinar-X, *B* adalah setengah dari nilai *Full Width at Half Maximum* (FWHM) dari puncak difraksi dengan nilai intensitas tertinggi, θ adalah nilai setengah sudut 2θ dari puncak difraksi tertinggi.

II. METODE

2.1 Preparasi Sampel

Proses persiapan sampel adalah sebagai berikut:

1. Bongkahan dari batuan Gunung Gamalama dan batu Gunung Talang dihancurkan menggunakan martil menjadi bagian yang lebih kecil.
2. Serpihan batuan tersebut kemudian dihaluskan dengan menggunakan alu dan lumpang menjadi serbuk yang lebih halus.
3. Serbuk disaring dengan menggunakan ayakan 100 mesh agar diperoleh ukuran butir yang lebih kecil kemudian dicuci dengan aquades.
4. Setelah dicuci, serbuk kemudian dikeringkan dan ditimbang masing-masing 100 gram untuk pengujian dengan XRD dan XRF.

2.2 Karakterisasi dengan XRD (*X-Ray Diffractometer*) dan XRF (*X-Ray Fluorescence*)

Pada proses karakterisasi sampel dengan menggunakan XRD Panalytical tipe Expert Pro ditentukan fasa mineral, struktur kristal dan ukuran kristal dari batuan Gunung Gamalama dan Gunung Talang. Data keluaran dari XRD berupa grafik puncak-puncak difraksi. Grafik tersebut merupakan grafik antara sudut difraksi dengan intensitas sinar-X yang didifraksikan. Kemudian data puncak-puncak difraksi tersebut dibandingkan dengan *International Centre of Diffraction Data* (ICDD). Untuk ukuran kristal dihitung menggunakan Persamaan 2.

Untuk data XRF dilakukan analisis tentang karakteristik dari batuan erupsi gunung api berupa komposisi kimia penyusun batuan, karakteristik dari magma pembentukan batuan, jenis batuan erupsi yang terbentuk dan perbedaan batuan hasil erupsi dari Gunung Gamalama dengan Gunung Talang. Untuk karakterisasi magma serta pengelompokan batuan ditentukan

berdasarkan penggolongan yang dilakukan oleh Flint (1977) dan penggolongan afinitas magma oleh Peccerillo dan Taylor (1976). Kedalaman magma asal dari pembentukan batuan dicari dengan menggunakan Persamaan 1 sesuai dengan konsentrasi SiO_2 dan K_2O .

III. HASIL DAN DISKUSI

3.1 Struktur Batuan

Hasil uji menggunakan XRD untuk sampel batuan Gunung Gamalama dan Gunung Talang dapat dilihat pada Tabel 1. Dari tabel terlihat mineral-mineral penyusun batuan gunung api. Batuan Gunung Gamalama tersusun oleh mineral albit berstruktur triklinik dan mineral berlintit dengan struktur ortorombik. Terbentuknya mineral albit ($\text{Na}(\text{AlSi}_3\text{O}_8)$) dan berlintit (AlPO_4) pada sampel menunjukkan bahwa komposisi dari batuan Gunung Gamalama kaya akan alumina (Al_2O_3), natrium (Na) dan silika (SiO_2). Hal ini juga menunjukkan bahwa daerah terbentuknya batu angus memiliki mineral penyusun batuan yang bersifat intermediet (Travis, 1955). Untuk sampel batuan Gunung Talang mineral penyusunnya adalah mineral kristobalit berstruktur tetragonal dan mineral alunit berstruktur rombohedral. Adanya mineral kristobalit dan mineral alunit dalam batuan Gunung Talang menunjukkan bahwa batuan Gunung Talang tersusun oleh mineral yang bersifat asam (Travis, 1955).

Ukuran kristal dari sampel batuan Gunung Talang dan batu angus berturut-turut adalah 106,65 nm dan 160,3 nm. Dari ukuran kedua kristal ini diketahui bahwa kedua batuan dikelompokkan ke dalam batuan bertekstur afanitik, yaitu batuan dengan mineral-mineral penyusunnya berukuran kecil.

Tabel 1 Struktur batuan

Parameter	G.Gamalama	G.Talang
Nama mineral	Albit dan berlintit	Kristobalit dan alunit
Struktur mineral	Triklinik dan ortorombik	Tetragonal dan rombohedral
Ukuran kristal	160,3 nm	106,65 nm

3.2 Komposisi Penyusun Batuan

Untuk pengujian dengan menggunakan XRF diketahui komposisi kimia dari batuan. Komposisi kimia yang mendominasi dari kedua sampel batuan dapat dilihat pada Tabel 2 dan Tabel 3. Dari tabel untuk komposisi batu angus diketahui konsentrasi silikanya sebesar 58,485% sehingga batu angus digolongkan ke dalam batuan beku andesit dan diorit. Untuk batuan Gunung Talang tergolong ke dalam riolit dan granit dengan kandungan silika 75,348%.

Tabel 2 Konsentrasi unsur dan senyawa batuan Gunung Gamalama

Unsur	Konsentrasi	Senyawa	Konsentrasi
Si	49,233%	SiO_2	58,485%
Ca	15,733%	Al_2O_3	23,810%
Al	17,023%	CaO	9,744%
Fe	9,952%	Fe_2O_3	5,546%
K	2,547%	MgO	2,736%
Mg	2,410%	K_2O	1,4160%

Tabel 3 Konsentrasi unsur dan senyawa batuan Gunung Talang

Unsur	Konsentrasi	Senyawa	Konsentrasi
Si	72,681%	SiO_2	75,348%
S	10,938%	Al_2O_3	11,359%
Al	9,772%	SO_3	9,963%
K	2,302%	K_2O	9,560%
Fe	1,131%	Fe_2O_3	5,260%

Peccerillo dan Taylor (1976) mengelompokan magma berdasarkan komposisi silika penyusun batumannya. Berdasarkan pengelompokan tersebut maka batu angus ($\text{SiO}_2 = 58,485\%$) terbentuk dari magma dengan komposisi andesit yang konsentrasi silikanya antara 57%-63%. Jenis dari komposisi magma andesit ini kaya akan unsur Al, Ca, Fe dan Mg sehingga memiliki nilai viskositas magma relatif menengah dengan suhu pembentukan kristal pertama berada pada suhu 800°C - 1000°C (Chernicoff dan Venkatakrisnan, 1995). Untuk sampel dari batuan Gunung Talang ($\text{SiO}_2 = 75,438\%$) berada pada kisaran di atas 69% terbentuk dari magma berkomposisi riolitik yang bersifat asam. Jenis komposisi dari magma riolitik rendah akan unsur Fe, Mg dan Ca. Untuk nilai viskositas dari jenis magma riolitik ini tinggi serta kandungan gas yang terlarut dari magma cukup besar.

Berdasarkan perbandingan konsentrasi K_2O terhadap SiO_2 maka sampel batu angus merupakan batuan andesit basal yang berafinitas kalk-alkali kalium sedang (*medium-K*), sedangkan sampel batuan Gunung Talang merupakan golongan riolit yang dengan kandungan teolit kalium rendah (*low-K*). Sampel batu angus dengan nilai afinitas magma kalk-alkali kalium sedang (*medium-K*) menunjukkan bahwa Gunung Gamalama terbentuk pada jalur subduksi sama halnya dengan Gunung Talang.

Cerat (*streak*) dari kedua sampel batuan tersebut sangatlah berbeda. Sampel dari batuan Gunung Talang memiliki cerat (*streak*) yang lebih terang dari pada sampel batu angus. Hal ini dikarenakan magma pembentuk batuan dari sampel batu Gunung Talang lebih bersifat asam dari pada magma pembentuk sampel batu angus. Sampel batu angus berwarna gelap disebabkan karena batu angus mengandung unsur besi (Fe) dan magnesium (Mg) yang tinggi dengan nilai berturut-turut 9,952% dan 2,41%, sedangkan batuan Gunung Talang hanya mengandung 1,131% besi (Fe) dan magnesium (Mg) sebesar 0,578%.

Berdasarkan kandungan hematit (Fe_2O_3) dan besi (Fe) dari kedua sampel tersebut dapat diketahui bahwa batu angus memiliki sifat magnetik yang lebih besar dari pada batuan Gunung Talang. Konsentrasi hematit (Fe_2O_3) dari batu angus dan batuan Gunung Talang berturut-turut adalah 5,546% dan 0,526%. Untuk Konsentrasi besi (Fe) pada sampel batu angus dan batuan Gunung Talang berturut-turut adalah 9,952% dan 1,131%.

Perhitungan kedalaman zona penunjaman asal pembentukan magma dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan Hutchison (1983) berdasarkan data kandungan SiO_2 dan K_2O . Untuk estimasi kedalaman dari magma pembentukan dari masing-masing sampel batuan dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4 Estimasi kedalaman magma asal pembentuk batuan

Sampel	Konsentrasi SiO_2	Konsentrasi K_2O	Kedalaman
Batu Angus	58,485%	1,4160%	106 km
Batuan G. Talang	75,348%	9,560%	54 km

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan pengujian sampel menggunakan XRD dan XRF maka dapat disimpulkan bahwa batuan Gunung Gamalama dan Gunung Talang memiliki karakteristik yang berbeda. Batuan Gunung Gamalama memiliki tipe andesit basaltik sedangkan batuan Gunung Talang bertipe riolitik. Batuan Gunung Gamalama memiliki afinitas magma *medium-K* sedangkan batuan Gunung Talang berafinitas magma *Low-K*, artinya mineral penyusun batuan Gunung Gamalama lebih bersifat basa dari pada mineral penyusun batuan Gunung Talang. Estimasi kedalaman magma pembentukan batuan Gunung Gamalama dan Gunung Talang adalah 106 km dan 54 km.

DAFTAR PUSTAKA

- Baqiya, M.A., Limatahu, I., Nasrun, M. and Darminto, Structural and Morphological studies of Lava Rock from Mount Gamalama Ternate for Possible Functional Materials Applications, *Jurnal Fisika dan Aplikasinya*, **13**, 27-29, 2017.
- Chernicoff, S., and Venkatakrisnan, R., *Geology and Introduction to Physical Geology*, Worth Publisher, New York, 1995.

- Dirk, M.H.J., Petrologi – Geokimia batuan Gunung Api Tampomas dan Sekitarnya, *Jurnal Geologi Indonesia*, **3**, 23-35, 2008.
- Flint, *Chemical Variability and Petrogenesis of Lava*. Columbia University, New York, 1977.
- Hutabarat, J., Studi Geokimia Batuan Vulkanik Primer Kompleks Gunung Singa-Gunung Hulu Lisung Bogor-Jawa Barat, *Bulletin of Scientific Contribution*, **5**, 141-151, 2007.
- Hutchison, C.S., *Economic Deposits and Their Tectonic Setting*, Macmillan, London, 1983.
- Jahidin, Klasifikasi Normatif Batuan Beku dari Daerah Istimewa Yogyakarta dengan Menggunakan Software K-Wave Magma, *Jurnal Aplikasi Fisika*, **6**, 111-115, 2010.
- Manullang, S., Rachmat, H., dan Rosana, M.F., Petrogenesis Batuan Lava Gunung Barujari dan Gunung Rombongan, Komplek Gunung Rinjani, *Prosiding Seminar Nasional Kebumihan Ke-8*, Bandung, 499-506, 2015.
- Munandar, *Pemetaan Geologi Gunungapi Talang dan Sekitarnya*, Direktorat Vulkanologi, Bandung, 1995.
- Peccerillo, A., and Taylor, S.R., Geochemistry of Eocene Calc-Alkaline Volcanic Rocks From The Kostomonu Area Northern Turkey, *Contrib.Min, Petrol*, 63-81, 1976.
- Sutikno, B., *Vulkanologi*. Jurusan Teknik Geologi Sekolah Tinggi Teknologi Nasional Yogyakarta, Yogyakarta, 2002.
- Travis, R.B., *Classification of Rock*, Colorado School of Mines, fourth edition, **50**, 98, 1955.