



## KARAKTERISTIK GEOKIMIA ABU VULKANIK GUNUNG KRAKATAU

Airin Shaula Ariani<sup>1\*</sup>, Agus Didit Haryanto<sup>1</sup>, Johanes Hutabarat<sup>1</sup>, Yudhicara<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Fakultas Teknik Geologi Universitas Padjadjaran, Bandung

<sup>2</sup>Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi

\*Korespondensi: [airinshaula97@gmail.com](mailto:airinshaula97@gmail.com)

### ABSTRAK

Indonesia dikenal sebagai negara yang mempunyai sekitar 30% dari total keseluruhan gunung api aktif yang ada di dunia. Salah satu gunung api aktif di Indonesia adalah Gunung Api Krakatau. Gunung Api Krakatau merupakan gunung yang memiliki sejarah letusan terbesar di dunia. Gunung Api Krakatau memiliki sifat asam sehingga menghasilkan letusan yang eksplosif. Salah satu produk dari erupsi Gunung Api Krakatau adalah abu vulkanik. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik geokimia Gunung Api Krakatau dengan menganalisis komposisi kimia yang terkandung di dalam sampel abu vulkanik yang diambil di Desa Kertajaya dan Desa Kalisiring. Komposisi kimia abu vulkanik berupa unsur utama yang didapatkan dengan menggunakan analisis SEM-EDS. Berdasarkan hasil analisis, kandungan SiO<sub>2</sub> pada sampel yang diteliti memiliki persentase antara 57 – 66% sehingga dapat dikatakan bahwa tipe magma Gunung Api Krakatau adalah menengah. Selain itu, magma Gunung Api Krakatau juga bersifat hydrous, lebih teroksidasi, fraksinasi magma cukup kuat. Kandungan TiO<sub>2</sub> yang kurang dari 2% mencirikan karakter batuan yang berasal dari aktivitas magmatisme pada zona penunjaman.

**Kata Kunci:** Gunung Api Krakatau; Geokimia; SEM-EDS; Magma.

### ABSTRACT

*Indonesia is known as a country that has about 30% of total active volcanoes in the world. One of the volcano in Indonesia is Mount Krakatau. Mount Krakatau has acidic properties resulting in explosive eruptions. One of the products of Krakatau eruption is volcanic ash. This study aims to determine geochemistry characteristics of Mount Krakatau by analyzing the chemical composition contained in the volcanic ash sample taken in Kertajaya Village and Kalisiring Village. The chemical composition of volcanic ash is the major element obtained by using SEM-EDS analysis. Based on the analysis, SiO<sub>2</sub> content in the sample studied has a percentage between 57 – 66% so it can be said that the type of magma of Mount Krakatau is intermediate. In addition, the magma of Mount Krakatau is also hydrous, more oxidized, and magma fractionation is strong enough. TiO<sub>2</sub> content of less than 2% characterized rocks derived from the activity of magmatism in the subduction zone.*

**Keywords:** Mount Krakatau; Geochemistry; SEM-EDS; Magma.

### 1. PENDAHULUAN

Gunung Api Krakatau merupakan gunung yang memiliki swejarah letusan terbesar di dunia. Secara geografis terletak di 6° 06' 05.8" LS dan 105° 25' 22.3" LS. Gunung Api Krakatau berada di Selat Sunda, antara pulau Jawa dan Pulau Sumatra, dimana secara administratif gunung ini berada dalam

wilayah Kabupaten Lampung. Letusan Gunung Api Krakatau pada tahun 1883 merupakan salah satu letusan gunung api terbesar dalam sejarah. Abu vulkanik hasil erupsi Gunung Api Krakatau dapat dijadikan obyek penelitian vulkanologi. Kandungan kimia yang terkandung di dalam abu vulkanik dapat merepresentasikan karakteristik magma. Untuk mengetahui karakteristik magma

tersebut, maka pada penelitian ini telah dilakukan penentuan komposisi kimia abu vulkanik yang meliputi unsur utama (*major element*) yang merupakan unsur dengan kadar tinggi.



**Gambar 1.** Peta Lokasi Penelitian

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

Gunung api secara umum adalah istilah yang dapat didefinisikan sebagai suatu sistem saluran fluida panas (batuan dalam wujud cair atau lava) yang memanjang dari kedalaman sekitar 10 Km di bawah permukaan bumi sampai ke permukaan bumi, termasuk endapan hasil akumulasi material yang dikeluarkan pada saat meletus. Apabila gunung api meletus, magma yang terkandung di dalam kamar magma di bawah gunung api keluar sebagai lahar atau lava. Selain magma, gunung api juga akan melontarkan material padat seperti batuan dan abu vulkanik.

Abu vulkanik, sering disebut juga pasir vulkanik atau jatuhnya piroklastik adalah bahan material vulkanik jatuhnya yang disemburkan ke udara saat terjadi suatu letusan, terdiri dari batuan berukuran besar sampai berukuran halus. Setelah material tersebut jatuh ke permukaan tanah biasanya akan terlitifikasi menjadi batuan ataupun lumpur. Abu vulkanik

sebenarnya terdiri atas material keras dengan kekerasan sekitar 5 skala mohs.

Karakteristik fisik dan kimia dari abu vulkanik dipengaruhi oleh tipe letusan gunung api. Jenis mineral yang hadir dalam abu vulkanik tergantung pada kimia magma. Dengan mempertimbangkan bahwa unsur yang paling berlimpah ditemukan dalam magma adalah silika ( $\text{SiO}_2$ ) dan Oksigen. Berbagai jenis magma yang dihasilkan selama letusan gunung api yang paling sering dijelaskan dengan parameter kandungan silikanya. Letusan basal energi rendah menghasilkan abu berwarna gelap khas yang mengandung ~45-55% silika yang umumnya kaya akan zat besi (Fe) dan magnesium (Mg). Letusan riolit paling eksplosif menghasilkan abu felsik yang tinggi silika dengan persentase >69%, sedangkan jenis lain abu dengan komposisi menengah (misalnya andesit atau dasit) memiliki kandungan silika antara 55-69%.

Kandungan abu vulkanik terdiri dari unsur utama (*major element*) dan unsur jejak (*trace element*). Unsur utama (*major element*) merupakan unsur yang dominan pada umumnya lebih dari 1%, berada pada kandungan abu vulkanik dapat dijadikan untuk menganalisis batuan. Unsur utama tersebut diantaranya adalah Si, Ti, Al, Fe, Ca, Na, K, dan P. Kehadiran konsentrasinya dikeluarkan sebagai *weight percent* (wt%) dari Oksida. Unsur jejak (*trace element*) didefinisikan sebagai unsur yang kehadirannya kurang dari 0,1% dan konsentrasinya dinyatakan bagian dari jutaan (ppm) dari element.

## 3. METODE

Lokasi pengambilan sampel abu vulkanik diambil di Desa Kertayaja dan Desa Kalisiring, Kecamatan Sumur, Kabupaten Pandeglang, Provinsi Jawa Barat. Komposisi kimia yang berupa unsur utama (*major element*) diteliti untuk mengetahui karakteristik geokimia Gunung Api Krakatau dengan menggunakan analisis SEM-EDS

(*Scanning Electron Microscope with Energy Dispersive Spectroscopy*).

#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

##### 4.1 Isi Hasil dan Pembahasan

Dalam analisis kimia abu vulkanik di asumsikan bahwa abu vulkanik tersebut mempunyai komposisi kimia yang sama dengan magma.

Hasil analisis SEM-EDS dapat memberikan informasi mengenai komposisi kimia sampel abu vulkanik tersebut. Secara umum abu vulkanik Desa Kertajaya dan Desa Kalisiring mengandung oksida beberapa unsur logam seperti Si, Al, Mg, Fe, Ca, K, Na dan Ti. Komposisi oksida logam khususnya Si, Al, dan Ca yang terkandung dalam material memberikan potensi kepada material tersebut untuk dimanfaatkan sebagai bahan dasar semen, keramik, atau produk lain yang berbahan dasar semen. Diketahui

##### 4.1.1 Komposisi Kimia Abu Vulkanik Desa Kertajaya

Dari hasil karakterisasi dalam perbesaran 500x (Tabel 1), diketahui bahwa unsur pembentuk dari sampel abu vulkanik yang diambil di Desa Kertajaya memiliki komposisi paling tinggi adalah SiO<sub>2</sub> sebesar 57.16 wt% dan Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> sebesar 22.97 wt%. Selain senyawa kimia tersebut terdapat pula senyawa FeO sebesar 13.3 wt%, dan beberapa senyawa kimia lain dalam jumlah tidak lebih dari 3 wt% yakni MgO dengan persentase 3.79%, K<sub>2</sub>O 1.54%, CaO 1.21%, dan TiO<sub>2</sub> 1.55%.

**Tabel 1.** Kandungan unsur kimia abu vulkanik Desa Kertajaya perbesaran 500x

Abu Vulkanik Desa Kertajaya Perbesaran 500x		
Oksida	Atom C (at%)	Comp. C (wt%)
SiO <sub>2</sub>	64.49	57.16
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	15.27	22.97

FeO	13.55	13.30
MgO	3.79	2.26
TiO <sub>2</sub>	1.31	1.55
K <sub>2</sub> O	1.11	1.54
CaO	1.47	1.21

Dari hasil karakterisasi dalam perbesaran 1500x (Tabel 2), diketahui bahwa unsur pembentuk dari sampel abu vulkanik yang diambil di Desa Kertajaya memiliki komposisi paling tinggi adalah SiO<sub>2</sub> sebesar 61.13 wt% dan diikuti oleh komponen Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> sebesar 21.79 wt%. Selain senyawa kimia tersebut terdapat pula senyawa FeO sebesar 12.14 wt%, dan beberapa senyawa kimia lain dalam jumlah tidak lebih dari 2 wt% yakni K<sub>2</sub>O dengan persentase 1.72%, CaO 1.25%, dan TiO<sub>2</sub> 1.96%.

**Tabel 2.** Kandungan unsur kimia abu vulkanik Desa Kertajaya perbesaran 1500x

Abu Vulkanik Desa Kertajaya Perbesaran 500x		
Oksida	Atom C (at%)	Comp. C (wt%)
SiO <sub>2</sub>	69.44	61.13
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	14.59	22.97
FeO	11.54	13.30
TiO <sub>2</sub>	1.67	1.96
K <sub>2</sub> O	1.24	1.72
CaO	1.53	1.25

##### 4.1.2 Komposisi Kimia Abu Vulkanik Desa Kalisiring

Dari hasil karakterisasi abu vulkanik Desa Kalisiring dalam perbesaran 500x (Tabel 3), diketahui bahwa unsur pembentuk dari sampel abu vulkanik yang diambil di Desa Kalisiring memiliki komposisi paling tinggi adalah SiO<sub>2</sub> sebesar 66.93 wt% dan diikuti oleh Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> sebesar 18.66 wt%. Selain senyawa kimia tersebut terdapat pula senyawa FeO sebesar 9.63 wt%, dan beberapa senyawa kimia lain dalam jumlah tidak lebih dari 4 wt% yakni MgO

dengan persentase 1.57% dan CaO 3.21%.

**Tabel 3.** Kandungan unsur kimia abu vulkanik Desa Kalisiring perbesaran 500x

Abu Vulkanik Desa Kalisiring Perbesaran 500x		
Oksida	Atom C (at%)	Comp. C (wt%)
SiO <sub>2</sub>	72.94	66.93
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	11.98	18.66
FeO	8.78	9.63
MgO	2.55	1.57
CaO	3.74	3.21

Dari hasil karakterisasi dalam perbesaran 1500x (Tabel 4), diketahui bahwa unsur pembentuk dari sampel abu vulkanik yang diambil di Desa Kalisiring memiliki komposisi paling tinggi adalah SiO<sub>2</sub> sebesar 66.24 wt% dan Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> sebesar 17.45 wt%. Selain senyawa kimia tersebut terdapat pula senyawa FeO sebesar 7.63 wt%, dan beberapa senyawa kimia lain dalam jumlah tidak lebih dari 4 wt% yakni Na<sub>2</sub>O 2.49%, K<sub>2</sub>O 3.27%, dan CaO 2.92%.

**Tabel 4.** Kandungan unsur kimia abu vulkanik Desa Kalisiring perbesaran 1500x

Abu Vulkanik Desa Kalisiring Perbesaran 1500x		
Oksida	Atom C (at%)	Comp. C (wt%)
SiO <sub>2</sub>	73.17	66.24
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	11.36	17.45
FeO	7.05	7.63
Na <sub>2</sub> O	2.66	2.49
K <sub>2</sub> O	2.30	3.27
CaO	3.46	2.92

## 4.2 Isi hasil dan pembahasan

### SiO<sub>2</sub>

Magma merupakan batu-batuan cair yang terletak di dalam kamar magma di bawah permukaan bumi. Magma di bumi merupakan larutan silika bersuhu tinggi yang kompleks dan merupakan asal semua batuan beku. Sifat magma yang mobile atau mudah mengalirnya magma berkaitan dengan kekentalan magma yang artinya magma yang mempunyai viskositas tinggi tidak mudah mengalir dan relatif cepat membeku, sedangkan magma yang mempunyai viskositas rendah akan mudah mengalir dan relatif lambat membeku. Viskositas lava tergantung pada komposisi (terutama SiO<sub>2</sub> dan kandungan gas yang terlarut di dalamnya) dan tergantung pada temperatur. Magma berkomposisi basal (kurang dari 50% SiO<sub>2</sub>) bersifat cepat mengalir/mudah mengalir, sedangkan magma yang mempunyai komposisi riolit (mengandung lebih dari 70% SiO<sub>2</sub>) bersifat sangat pekat (viskositas tinggi) sehingga mengalirnya sangat lambat dan pergerakannya sukar dideteksi. Sifat kekentalan yang tinggi tersebut membuat gelembung gas sulit untuk keluar. Hal yang terakhir ini berkaitan dengan letusan kuat yang menghasilkan abu gunung api.

Magma diklasifikasikan berdasarkan kelimpahan komponen kimia terutama kandungan silikat (SiO<sub>2</sub>). Komponen silikat mencapai < 35 – 80 wt%, komponen penyusun sebagai berikut:

**Tabel 5.** Tipe magma berdasarkan kandungan SiO<sub>2</sub>

SiO <sub>2</sub>	Tipe Magma
< 45 %	Ultrabasa
45 – 52%	Basa
– 66%	Intermediate
> 66%	Asam

Berdasarkan tabel tersebut, kandungan  $\text{SiO}_2$  pada kedua sampel berkisar antara 57 – 66% sehingga dapat disimpulkan bahwa magma pada Gunung Api Krakatau memiliki tipe magma *intermediate*/menengah.

### $\text{Al}_2\text{O}_3$

Terlihat bahwa kandungan  $\text{Al}_2\text{O}_3$  pada kedua sampel memiliki persentase yang tinggi.  $\text{Al}_2\text{O}_3$  merupakan unsur kimia utama pembentuk mineral seperti feldspar, mika dan lempung (ilit). Tingginya kandungan  $\text{Al}_2\text{O}_3$  menunjukkan bahwa ciri kimia mineral utama pembentuk batuan seperti mineral-mineral tersebut masih tetap bertahan walaupun mineral-mineral tersebut telah berubah dan lapuk.

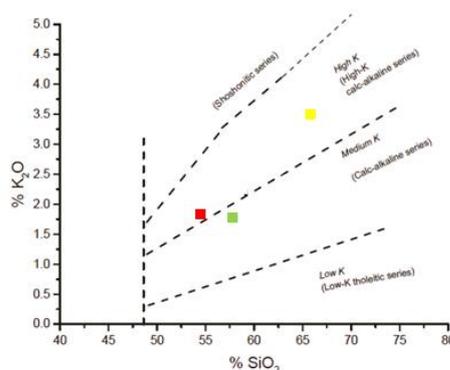
### $\text{CaO}$

Kandungan  $\text{CaO}$  pada sampel abu vulkanik Desa Kertajaya dan Desa Kalisiring mempunyai persentase yang tidak tinggi, yaitu sekitar 1.21% - 3.21%. Hal ini memberikan gambaran umum bahwa pengaruh proses fraksinasi dalam magma Gunung Api Krakatau cukup kuat.

### $\text{K}_2\text{O}$

Kandungan  $\text{K}_2\text{O}$  dalam sampel abu vulkanik Desa Kertajaya dan Desa Kalisiring relatif tinggi lebih dari 1% menunjukkan bahwa adanya pengaruh proses asimilasi atau anateksis dengan material kerak kontinental atas. Dapat dilihat bahwa kedudukan abu vulkanik Gunung Api Krakatau memiliki tingkat *High K* pada *calc-alkaline series* dengan menggunakan diagram  $\text{K}_2\text{O}$ - $\text{SiO}_2$  (Peccerillo & Taylor; 1976). Hal tersebut dapat dihubungkan dengan tatanan tektonik yang berupa batas lempeng konvergen, yaitu berupa *island arcs* dan *active continental margins* (Wilson, 1989). Sedangkan kedudukan Gunung Api Gamalama memiliki tingkat *Medium K* pada *calc-alkaline series*. Hal tersebut dapat dihubungkan dengan tatanan tektonik yang berupa batas lempeng

konvergen, yaitu berupa *island arcs* dan *active continental margins* (Wilson, 1989).



**Grafik 1.** Kedudukan abu vulkanik Gunung Api Krakatau Desa Kertajaya (merah), Desa Kalisiring (kuning) dan Gunung Api Gamalama (hijau) dalam diagram  $\text{K}_2\text{O}$ - $\text{SiO}_2$  (Peccerillo & Taylor; 1976).

### $\text{MgO}$

Kandungan  $\text{MgO}$  yang rendah pada kedua sampel abu vulkanik yaitu dengan persentase < 3%, sesuai dengan sifat magma Gunung Api Krakatau yang asam dan juga pengaruh ubahan dan pelapukan yang terjadi.

### $\text{Na}_2\text{O}$

Unsur  $\text{Na}_2\text{O}$  hanya berada pada sampel abu vulkanik Desa Kalisiring. Kandungan  $\text{Na}_2\text{O}$  pada sampel tersebut termasuk rendah yaitu < 3%. Hal ini berkaitan dengan tingkat ubahan dan pelapukan yang terjadi di sekitar Gunung Api Krakatau.

### $\text{TiO}_2$

Nilai  $\text{TiO}_2$  pada sampel yang diteliti memiliki persentase berkisar antara 1,55 – 1,96 wt% yang berarti nilai  $\text{TiO}_2$  < 2 %, sehingga dapat dihubungkan dengan zona subduksi. Karena kandungan  $\text{TiO}_2$  yang rendah (< 2%) mencirikan karakter batuan yang berasal dari aktivitas magmatisme pada zona penunjaman (Wilson, 1989).

## FeO

Kandungan FeO pada sampel abu vulkanik Desa Kertajaya dan Desa Kalisiring menempati unsur tertinggi ketiga dengan persentase sekitar 7.63% - 13.30%. Hal ini menunjukkan bahwa magma lebih *hydrous* dan lebih teroksidasi daripada magma dari *tectonic setting* lainnya. Keadaan oksidasi selama fraksinasi tekanan rendah diyakini memainkan peran mendasar dalam membatasi apakah magma fraksinasi berada pada tren tholeiitic pengayaan Fe atau tren kalk-alkalin tidak ada pengayaan Fe (Wilson, 1989).

## 5. KESIMPULAN

Abu vulkanik yang dilepaskan oleh Gunung Api Krakatau mengandung unsur utama berupa seperti Si, Al, Mg, Fe, Ca, K, Na dan Ti. Hasil analisis setiap unsur menggambarkan bahwa Gunung Api Krakatau memiliki tipe magma *intermediate*, bersifat *hydrous*, dan lebih teroksidasi. Kimia mineral utama pembentuk batuan seperti feldspar tetap bertahan walaupun telah berubah dan lapuk. Proses fraksinasi dalam magma Gunung Api Krakatau cukup kuat. Tataan tektonik berupa batas lempeng konvergen, yaitu berupa *island arcs* dan *active continental margins*. Kandungan TiO<sub>2</sub> yang rendah (< 2%) mencirikan karakter batuan yang berasal dari aktivitas magmatisme pada zona penunjaman.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih disampaikan kepada Bapak kepala PVMBG yang telah memberikan izin untuk menggunakan data yang dapat dipublikasikan.

## DAFTAR PUSTAKA

Effendi, A.C., Bronto, S., Sukhyar, R. 1986. *Peta Geologi Gunung Api Anak Krakatau, Provinsi Lampung Skala 1: 25.000.*

Bandung: Kementrian Energi dan Sumber Daya Mineral

Harahap, B. 2010. *Ciri Geokimia Batuan Vulkaniklastika di daerah Tanjung Balit.* Jurnal Geologi Indonesia, Vol. 5 No. 2, 75-91.

Hutabarat, J. 2006. *Interpretasi Geokimia Unsur Utama dan Jejak Kompleks Vulkanik Gunung Pongkor Kabupaten Bogor, Jawa Barat.* Bulletin of Scientific Contribution, Volume 4, Nomor 1, 29-40.

Kadasetia, E. 2010. *Geokimia Unsur-Unsur Utama Batuan Gunungapi Papandayan.* Bulletin Vulkanologi dan Bencana Geologi, Volume 5 Nomor 2, 24-29.

Kutchko, B. G. 2006. *Fly Ash Characterization by SEM-EDS.* FUEL.

Rollinson, H. 1993. *Using Geotchemical Data: Evaluation, presentation, interpretation.* Longman Group UK Limited.

Wahyuni, Endang Tri. 2012. *Penentuan Komposisi Kimia Abu Vulkanik dari Erupsi Gunung Merapi.* J. Manusia dan Lingkungan, Vol. 19, No. 2, 150-159.

Wilson, M. 2007. *Igneous Petrogenesis: A Global Tectonic Approach.* Chapman & Hall.

Sumber dari internet:

([https://id.wikipedia.org/wiki/Abu\\_vulkanik/](https://id.wikipedia.org/wiki/Abu_vulkanik/)), 30 November 2017, diakses tgl 22 April 2016)

Sumber dari internet:

(<https://bisakimia.com/2014/02/21/semua-tentang-abu-vulkanik/>), 21 Februari 2014, diakses tgl 27 April 2018)