



**PETROGENESA LAVA ANDESITIK DAERAH CIBURIAL DAN
SEKITARNYA, KECAMATAN CIMENYAN, KABUPATEN
BANDUNG, JAWA BARAT**

Renny Tri Fadillah¹, Ildrem Syafri¹, Kurnia Arfiansyah¹

¹ Fakultas Teknik Geologi, Universitas Padjadjaran

ABSTRAK

Cekungan Bandung dikelilingi oleh jajaran gunungapi, di antaranya di sebelah utara terdiri atas Kompleks Gunungapi Sunda atau *Sunda Volcanic Complex*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sifat fisik dan kimia sehingga dapat diketahui petrogenesa lava dari Komplek Gunungapi Sunda/Tangkuban Parahu. Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu analisis petrologi dan analisis petrografi pada 10 sampel batuan, serta analisis geokimia menggunakan metode XRF pada 3 sampel batuan terpilih. Berdasarkan analisis tersebut didapatkan data bahwa batuan merupakan lava andesit berstruktur masif, vesikuler, autobreksia, dan kekar kolom. Selain itu seri magma yang membentuk lava pada daerah penelitian adalah seri *calc-alkaline*. Diketahui juga bahwa lava pada daerah penelitian terbentuk pada tatanan tektonik busur kepulauan tepatnya *island arc calc-alkaline* dan berinteraksi dengan kerak benua serta kedalaman magma asal berkisar $\pm 184-203$ km pada Zona Benioff.

Kata Kunci: petrologi, petrografi, geokimia, petrogenesa, Komplek Gunungapi Sunda/Tangkuban Parahu

ABSTRACT

Bandung basin is surrounded by volcanoes, amongst them located in the north of the basin is Sunda Volcanic Complex. The purpose of this research is to identify the physical and chemical characteristics so the lava petrogenesis from Sunda/Tangkuban Parahu Volcanic Complex can be known. The methods used in this research are petrology and petrographic analysis on 10 rock samples, also geochemical analysis using XRF method on 3 selected samples. Based on the analysis, data shows that the rock is from andesite lava with massive, vesicular, autobreccia, and columnar joint structure. Futhermore, the magma series that form the lava on study area is calc-alkaline series. It is also known that lava on study area was formed at island arc calc-alkaline tectonic settings and interacted with continental crust also the original magma depth ranges from $\pm 184-203$ km at Benioff Zone.

Keywords: *petrology, petrographic, geochemical, petrogenesis, Sunda/Tangkuban Parahu Volcanic Complex*

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara kepulauan yang termasuk kedalam "Ring of Fire". Tektonik pulau Jawa disebabkan oleh adanya konvergensi Lempeng Hindia-Australia dan Eurasia. Hal ini menyebabkan kemunculan deretan gunungapi (Hall, R., 2008). Kemunculan deretan gunungapi tersebut menyebabkan karakteristik magmatisme yang cukup beragam dapat dilihat dari produk berupa asosiasi batuan dan karakteristik geokimia batuan gunungapi.

Sehubungan dengan hal tersebut daerah penelitian yang berada di Cekungan Bandung dikelilingi oleh jajaran kerucut gunungapi berumur Kuartar, diantaranya di sebelah utara terdiri atas kompleks Gunung Burangrang-Sunda-Tangkuban Parahu yang bisa disebut Komplek Gunungapi Sunda (*Sunda Volcanic Complex*). Salah satu produk hasil gunungapi yang berada di daerah penelitian adalah lava yang mengeras menjadi batuan. Dengan mempelajari batuan beku hasil lava yang mengeras tersebut, asal magma, jenis magma, dan genesa pembentukan magma dapat diungkapkan melalui analisis petrologi, analisis petrografi, dan analisis geokimia.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Geologi Regional

Daerah penelitian terletak pada koordinat $107^{\circ} 35' 7.54''$ BT sampai dengan $107^{\circ} 39' 36.86''$ BT dan $6^{\circ} 51' 11.45''$ LS sampai dengan $6^{\circ} 53' 37.59''$ LS yang termasuk ke dalam Zona

Bandung menurut van Bemmelen (1949). Skema stratigrafi daerah penelitian dapat dilihat pada kolom stratigrafi Peta Geologi Gunungapi Tangkuban Parahu/Komplek Gunungapi Sunda oleh Soetoyo dan Hadisantono (1992) (Gambar 1).

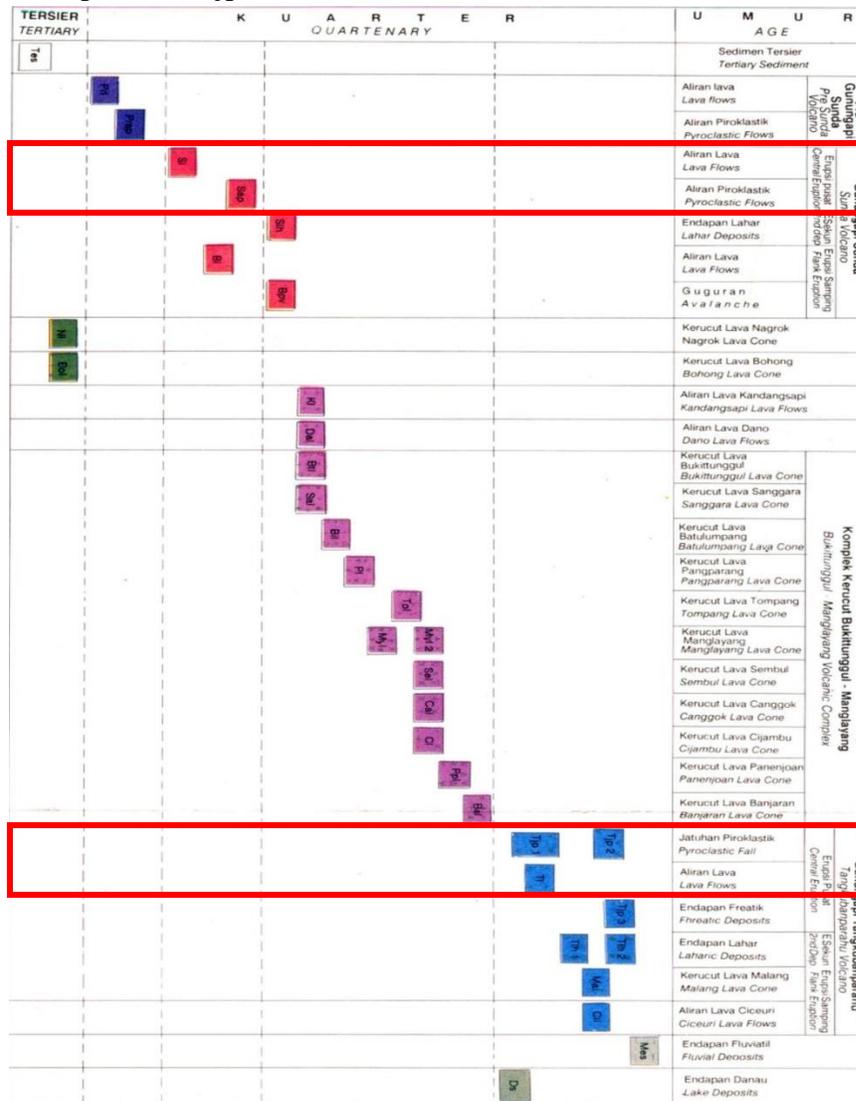
Secara stratigrafi urutan lapisan batuan dari tua ke muda pada daerah penelitian adalah sebagai berikut:

1. Lava Sunda (S1), terdiri dari lava andesit abu-abu gelap, porfiritik dengan fenokris plagioklas, piroksen dan sedikit mineral bijih dalam masa dasar gelas dan mineral halus. Umumnya berstruktur masif sampai blocky pada bagian permukaan, kadang-kadang ditemukan kekar tiang, sebagian besar telah lapuk.
2. Aliran Piroklastik Sunda (Sap), terdiri dari juvenile berupa skoria dan batuapung $\pm 20\%$ dari jumlah volume, sisanya 80% adalah material tua atau fragmen litik dari batuan samping. Batuan penyusun terdiri dari skoria vesikuler, batuapung, sedikit obsidian. Komposisinya berkisar antara andesit basaltis sampai andesit ($53 - 63\% \text{ SiO}_2$). Fragmen litik berkomposisi basalt dan andesit diameter 5 cm ditemukan pada jarak 30 km dari sumber.
3. Lava Tangkubanparahu (T1 1), terdiri dari lava basalt dengan fenokris plagioklas dan sedikit olivin dalam massa dasar mineral-mineral halus. Berstruktur blocky pada bagian atas sedangkan pada

bagian bawah berstruktur masif dan berlembar. Lava ini adalah hasil erupsi kawah pusat Tangkubanparahu. Lava ini berselang-seling dengan jatuhan piroklastik (Tjp 1).

dari dominan batuapung berdiameter 1 – 5 cm, skoria dan fragmen litik basalt dan andesit, kadang-kadang ditemukan bom-bom vulkanik.

4. Endapan Piroklastik 1 Tangkubanparahu (Tjp 1), terdiri



Gambar 1. Kolom stratigrafi daerah penelitian (kotak merah) dari Peta Geologi Gunungapi Tangkuban Parahu/Komplek Gunungapi Sunda oleh Soetoyo dan Hadisantono (1992)

Petrogenesa

Petrogenesa adalah suatu ilmu yang mempelajari proses pembentukan suatu batuan tertentu, dari asal-usul atau sumber, proses-proses yang menyebabkan batuan terbentuk dan daerah pembekuannya dapat diketahui. Studi petrogenesa batuan beku meliputi karakteristik sumber magma, kondisi partial melting, dan proses perubahan yang terjadi saat pergerakan magma dan dalam kondisi pemenuhan dapur magma, yang dilakukan berdasarkan observasi yang meliputi pemetaan, petrografi, dan geokimia serta radiogenik pada sampel (Wilson, 1989).

3. METODE PENELITIAN

Total didapatkan 10 sampel batuan beku yang diambil dari daerah penelitian. Metode yang dilakukan pada penelitian ini yaitu dimulai dari tahap persiapan, dilanjutkan dengan tahap pengambilan data dengan observasi langsung ke lapangan dan pengambilan sampel batuan, lalu selanjutnya dilakukan analisis petrologi dan analisis petrografi pada keseluruhan sampel batuan dan analisis geokimia pada 3 sampel terpilih dengan metode XRF (*X-Ray Fluorescent*) untuk mengetahui kandungan kimia batuan. Selanjutnya dari hasil analisis tersebut, dapat diidentifikasi jenis batuan, seri magma, asal magma, dan kedalaman magma asal dari daerah penelitian.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Petrologi

Secara umum kenampakan batuan pada daerah penelitian memiliki warna yang hampir sama, yaitu abu-abu kehitaman hingga hitam keabuan namun ditemukan juga batuan berwarna abu-abu muda. Warna pada batuan dapat memberikan kita informasi mengenai komposisi mineral yang terkandung pada batuan tersebut. Dalam hal ini, istilah indeks warna, yang mengacu pada persentase total batuan yang ditempati oleh mineral mafik, menjadi berguna. Menurut penjelasan tersebut, dilihat dari warnanya, batuan termasuk ke dalam batuan yang memiliki indeks warna melanokratik, dikarenakan warna batuan yang didominasi berwarna gelap.

Tekstur batuan pada daerah penelitian hampir seragam. Batuan memiliki tekstur porfiritik-afanitik. Hal ini menandakan perbedaan laju pendinginan magma. Kristal berukuran besar (fenokris) terbentuk karena proses pendinginan lambat (*slow cooling*) pada lingkungan bertemperatur tinggi di bawah permukaan bumi. Sedangkan kristal berukuran kecil (massa dasar) terbentuk karena proses pendinginan cepat (*rapid cooling*) pada lingkungan bertemperatur lebih rendah di atas atau dekat dengan permukaan.

Secara makroskopis batuan pada daerah penelitian memiliki struktur masif dan vesikuler. Struktur vesikuler memberikan kenampakan berlubang-lubang pada batuan yang diakibatkan dari pelepasan gas selama magma membeku. Ketika magma akhirnya

mencapai permukaan sebagai lava dan mendingin, batuan mengeras di sekitar gelembung gas dan menjebaknya di dalam, mengawetkannya sebagai lubang berisi gas yang disebut vesikel (Armstrong, 2008).

Pada skala singkapan, batuan pada daerah penelitian memiliki struktur autobreksia dan kekar kolom. Pembentukan autobreksia atau autobreksiasi terjadi ketika lava yang tebal dan hampir padat pecah menjadi balok-balok dan balok-balok ini kemudian digabungkan kembali ke aliran lava dan dicampur dengan magma cair yang tersisa. Kekar kolom terbentuk karena tekanan saat lava membeku (Spry, 1962). Saat lava mendingin dan berkontraksi, permukaan lava akan membentuk rekahan yang terus berkembang bergerak ke bagian dalam lava dari permukaan yang mendingin (Ryan and Sammis, 1978).

Analisis Petrografi

Secara umum, batuan pada daerah penelitian memiliki warna sayatan putih keabuan dan abu-abu kecoklatan dengan tekstur porfiritik-afanitik, trakitik, intergranular, intersertal, ofitik, subofitik, dan glomeroporfiritik (Gambar 2). Derajat kristalisasinya hipokristalin, keseragaman ukuran butir inequigranular, dengan bentuk mineral hipidiomorf-panidiomorf. Kandungan fenokris dan mikrofenokrisnya berkisar dari 25-40% terdiri dari mineral plagioklas dan piroksen. Massa dasar terdiri dari mikrolit plagioklas, mikrolit piroksen, dan gelas. Mineral sekunder juga hadir

hadir terdiri atas klorit, karbonat, mineral lempung, dan amfibol hasil ubahan dari piroksen. Mineral opak juga hadir sebagai mineral primer dan mineral sekunder.

Penamaan batuan dilakukan menggunakan klasifikasi Streckeisen (1976) dan didapatkan nama batu Basalt. Penentuan nama batuan dibantu dengan penentuan jenis plagioklas menggunakan metode *Michel-levy*. Jenis plagioklas yang ditemukan pada sampel batuan beragam, dari andesine, labradorite, dan bitownit. Menurut Kerr (1959) komposisi An50 menandakan batas antara jenis batuan beku silisik (atau asam) dan kalsik (atau basa). Komposisi plagioklas An50 menunjukkan plagioklas berjenis andesine, untuk itu sampel batuan yang memiliki jenis plagioklas berupa andesine menandakan bahwa batuan tersebut termasuk ke dalam batuan beku andesit. Ditemukan 2 buah sampel batuan berjenis andesit. Sedangkan untuk 8 sampel batuan lainnya memiliki jenis plagioklas labradorite dan bitownit menandakan bahwa batuan tersebut termasuk ke dalam batuan beku basalt.

Paragenesa mineral dapat dianalisis dari posisi mineral pada deret rekasi bowen dan inklusi mineral. Mineral opak primer terbentuk lebih dulu dikarenakan kehadirannya sebagai inklusi di dalam mineral primer seperti plagioklas dan piroksen ditemukan di seluruh sampel batuan. Selanjutnya mineral plagioklas terbentuk lebih dahulu daripada piroksen dikarenakan adanya kehadiran tekstur ofitik dan

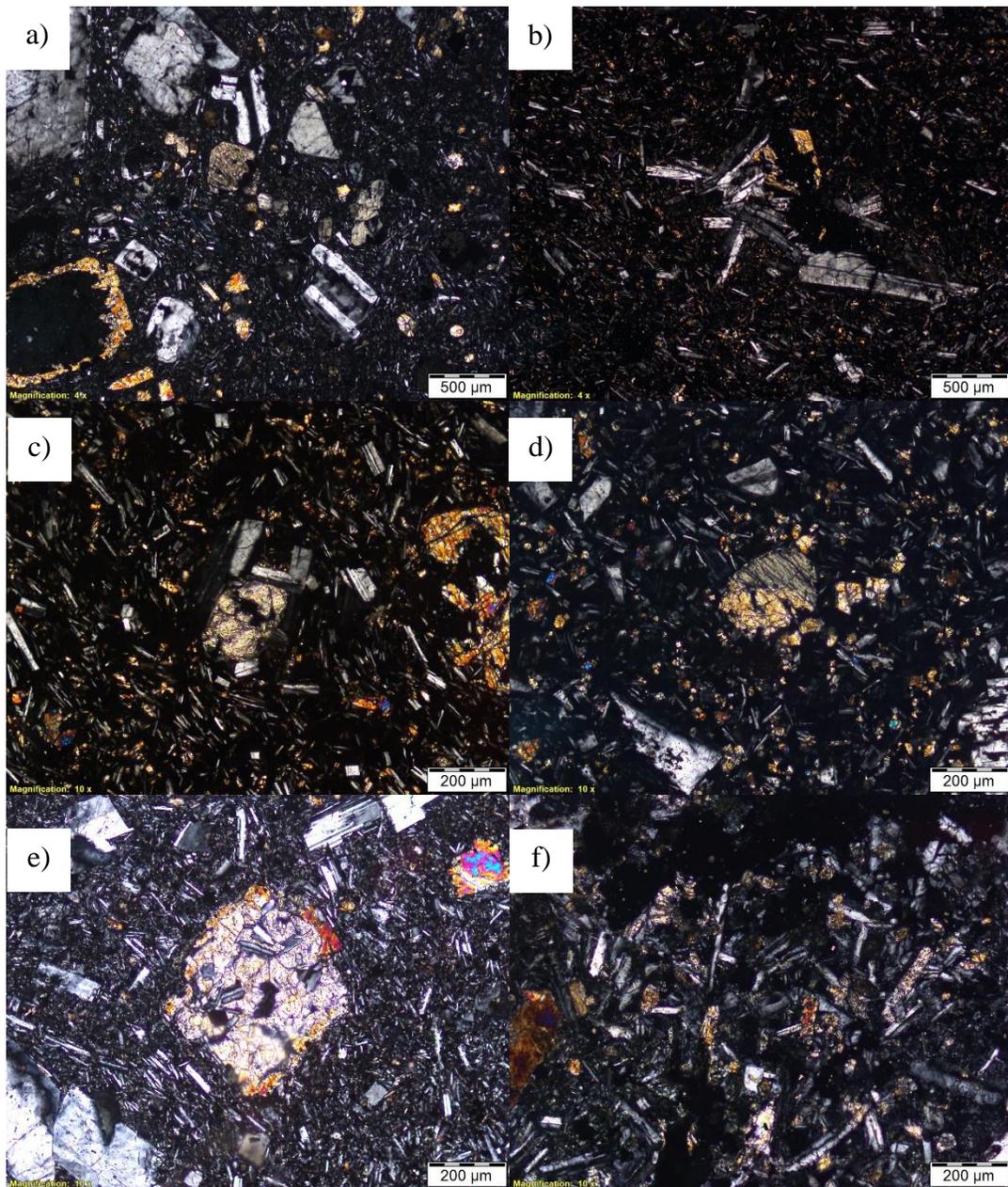
subofitik pada beberapa sampel batuan. Terlihat bahwa mineral plagioklas dikelilingi dengan mineral piroksen menandakan mineral plagioklas telah terbentuk lebih dahulu lalu mineral piroksen terbentuk dan mengelilingi mineral plagioklas. Setelah seluruh mineral primer terbentuk, mineral sekunder mulai terbentuk. Mineral opak juga hadir sebagai mineral sekunder dikarenakan terlihat mengganti (*replacement*) mineral primer lainnya seperti plagioklas dan mengubah piroksen. Mineral amfibol sekunder muncul karena adanya proses uraltisasi dimana lelehan silika atau *silica melt* telah terpadatkan seluruhnya namun karena adanya uap sisa air magma yang terkonsentrasi lalu merembes pada mineral primer (mineral piroksen) dan mengubah mineral piroksen yang terbentuk pada suhu tinggi menjadi mineral amfibol yang terbentuk pada suhu yang relatif lebih rendah. Mineral sekunder karbonat dan mineral lempung hadir sebagai ubahan dari mineral piroksen dan mineral klorit hadir sebagai ubahan dari mineral piroksen. Mineral-mineral sekunder tersebut hadir akibat proses oksidasi dan pelapukan serta alterasi.

Analisis Geokimia

Metode XRF (*X-Ray Fluorescent*) dilakukan di laboratorium Pusat Survei Geologi terhadap 3 sampel batuan terpilih pada daerah penelitian. Analisis ini menghasilkan persen unsur kimia oksida utama seperti SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃, CaO, MgO, Na₂O, K₂O, TiO₂, P₂O₅, dan MnO seperti yang tertera pada Tabel 1. Berdasarkan nilai-nilai oksida hasil uji XRF tersebut, dapat ditentukan nama batuan, jenis seri magma, lingkungan pembentukan magma, dan kedalaman magma asal pembentuk batuan batuan dengan memasukan presentase oksida ke dalam diagram diskriminan.

Tabel 1. Kandungan unsur oksida utama pada daerah penelitian berdasarkan uji XRF.

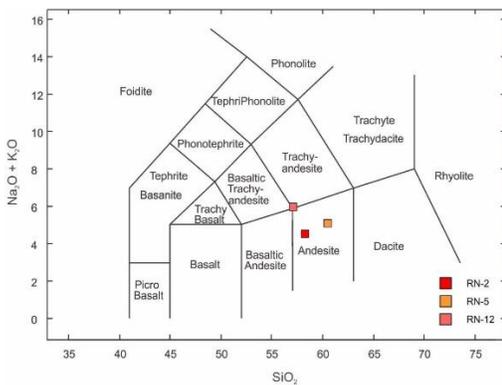
| Kandungan Oksida Utama (%) | Sampel Batuan | | |
|--------------------------------|---------------|--------|--------|
| | RN-2 | RN-5 | RN-12 |
| SiO ₂ | 58.26 | 60.48 | 56.97 |
| Al ₂ O ₃ | 18.4 | 18.62 | 16.08 |
| Fe ₂ O ₃ | 7.95 | 6.82 | 11.38 |
| CaO | 5.61 | 5.7 | 5.58 |
| MgO | 1.9 | 0.697 | 1.259 |
| Na ₂ O | 3.022 | 3.54 | 3.56 |
| K ₂ O | 1.52 | 1.589 | 2.361 |
| TiO ₂ | 0.5298 | 0.4876 | 1.0216 |
| P ₂ O ₅ | 0.2205 | 0.1128 | 0.2949 |
| MnO | 0.1447 | 0.1293 | 0.1727 |
| LOI | 2.01 | 1.46 | 0.78 |



Gambar 2. Tekstur mikroskopis batuan. a) Tekstur porfiritik dan terdapat tekstur trakitik pada massa dasar plagioklas; b) Tekstur glomeroporfiritik pada mineral plagioklas dan piroksen; c) Tekstur intergranular; d) Tekstur intersertal; e) Tekstur ofitik; dan f) Tekstur subofitik.

Jenis Batuan

Penentuan jenis batuan menggunakan klasifikasi oleh Le Bass (1985) yang membagi jenis batuan beku menggunakan diagram Total Alkali Silika (TAS) yaitu jumlah $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ (alkali total) dan SiO_2 (silika) yang kemudian diplot ke dalam diagram biner. Berdasarkan hasil plotting (Gambar 3) diketahui bahwa sampel batuan pada daerah penelitian termasuk jenis batuan andesit dan satu sampel berada di antara andesit dan *trachy-andesite*.

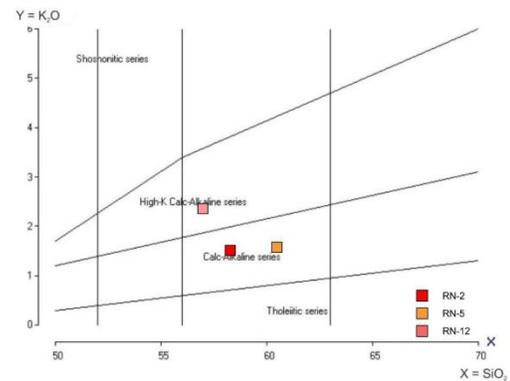


Gambar 3. Jenis batuan daerah penelitian berdasarkan diagram Le Bass (1985)

Seri Magma

Penentuan seri magma dilakukan dengan menggunakan diagram biner oleh Peccerillo & Taylor (1976) yang mengelompokkan kandungan kalium (K_2O) dan silika (SiO_2) menjadi empat golongan, yaitu golongan *tholeiite*, *calc-alkaline*, *high K calc-alkaline*, dan *shoshonite*. Berdasarkan hasil plotting ke diagram biner Peccerillo & Taylor (1976) diketahui bahwa seri magma sampel batuan termasuk ke dalam seri

calc-alkaline dan *high-K calc-alkaline* (Gambar 4).



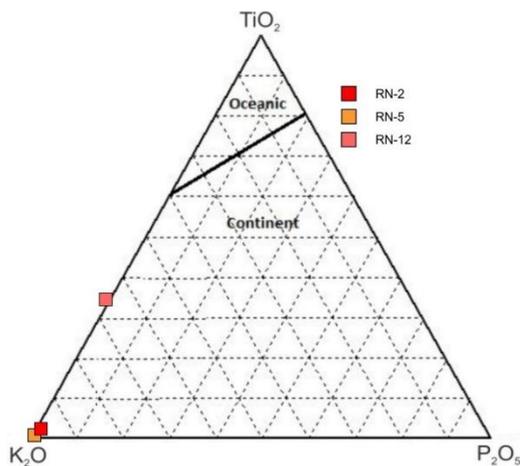
Gambar 4. Seri magma daerah penelitian menggunakan diagram biner oleh Peccerillo & Taylor (1976)

Asal Magma

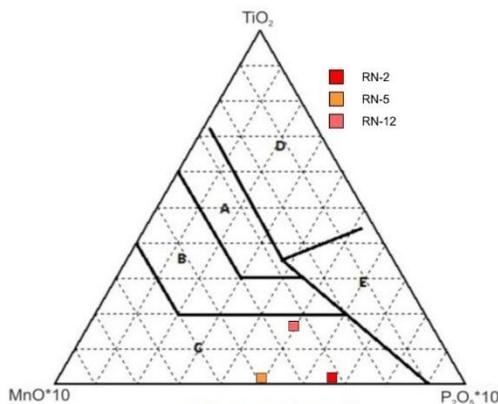
Pearce (1977) menentukan asal magma dengan menggunakan perbandingan nilai presentase senyawa K_2O , TiO_2 , dan P_2O_5 ke dalam sebuah diagram segitiga. Berdasarkan hasil plotting ke dalam diagram segitiga tersebut (Gambar 5) diketahui bahwa sampel batuan berinteraksi dengan kerak benua.

Selain mengetahui asal magma berinteraksi dengan kerak benua, tatanan tektonik dimana magma yang membentuk batuan juga dapat diketahui menggunakan diagram segitiga oleh Mullen (1983). Penentuan asal magma ini berdasarkan persentase TiO_2 , 10XMnO , dan $10\text{XP}_2\text{O}_5$ yang kemudian diplot ke dalam diagram segitiga. Berdasarkan hasil plotting ke dalam diagram segitiga oleh Mullen (1983) diketahui bahwa asal magma yang membentuk batuan pada daerah

penelitian berasal dari *Island-Arc Alkaline Basalt* (Gambar 6).



Gambar 5. Asal magma daerah penelitian berdasarkan diagram segitiga oleh Pearce (1977)



- a. Mid Oceanic Ridge Basalt
- b. Island Arc Thoeilite
- c. Island Arc Calc-Alkaline Basalt
- d. Oceanic Island Thoeilite
- e. Oceanic Island Alkaline Basalt

Gambar 6. Tatanan tektonik asal magma daerah penelitian berdasarkan diagram segitiga oleh Mullen (1983)

Kedalaman Magma Asal

Hutchinson (1977) menyusun rumus untuk mengetahui kedalaman magma berdasarkan kandungan SiO_2 dan K_2O . Untuk menentukan kedalaman magma asal dari daerah penelitian, digunakan rumus sebagai berikut:

$$h = [320 - (3.65 \times \% \text{SiO}_2)] + (25.52 \times \% \text{K}_2\text{O})$$

Berdasarkan perhitungan menggunakan rumus tersebut diketahui kedalaman magma asal diperkirakan terbentuk pada kedalaman berkisar ± 184 -203 km pada Zona Benioff.

Pembahasan

Menurut analisis petrografi jenis batuan pada daerah penelitian didominasi oleh batuan basalt dan sedikit andesit. Hal ini bertentangan dengan hasil analisis geokimia dimana menunjukkan bahwa komposisi SiO_2 sebesar 56.97-60.48% dan setelah dimasukkan ke dalam diagram Le Bass (1985) batuan termasuk ke dalam jenis andesit dan *trachy-andesit*. Hasil yang berbeda ini diduga karena metode Michel Levy dilakukan pada fenokris plagioklas bertekstur albit. Dominansi jenis plagioklas yang bertekstur albit adalah Labradorit yang membuat hampir keseluruhan batuan berjenis basalt namun hal ini tidak menutup kemungkinan bahwa mineral plagioklas yang lain bersifat lebih asam (Andesine) yang membuat batuan pada daerah penelitian berjenis andesit. Untuk itu, disimpulkan bahwa jenis batuan pada daerah penelitian berjenis

andesit mengikuti hasil analisis geokimia yang lebih teliti.

Pada diagram Peccerillo & Taylor (1976) seri magma menunjukkan seri magma *calc-alkaline* dan *high-k calc-alkaline* dikarenakan pada diagram unsur K₂O berperan penting pada pengklasifikasian seri magma. Nilai K₂O pada sampel batuan yang cukup tinggi (>1 wt%) menandakan adanya proses asimilasi dengan material kerak atas. Menurut Watson dalam Wilson (1989), unsur alkali seperti K dapat hadir pada magma sebagai unsur kontaminasi selektif selama magma berinteraksi dengan batuan dinding.

Melihat komposisi TiO₂ <1.3 wt% (0.49-1.03 wt%) hal ini menandakan bahwa batuan terbentuk pada zona subduksi (Gill, 1981). Nilai TiO₂ yang rendah juga menandakan bahwa magma berinteraksi dengan kerak benua. Hal ini dapat menjelaskan adanya interaksi dengan kerak benua dari hasil diagram Pearce (1977). Sebagai tambahan, menurut Setijadji et al. (2006), segmen barat (yaitu, Sumatera, Jawa Barat, dan mungkin Jawa Tengah) didasari oleh basement kontinental dari Dataran Sunda atau *Sundaland*.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan analisis petrologi, petrografi, dan analisis geokimia didapatkan batuan penyusun pada daerah penelitian berjenis andesit dengan tekstur porfiritik. Karakteristik magma diketahui melalui analisis geokimia yaitu seri magma termasuk ke dalam seri *calc-alkaline* dan *high-K*

calc-alkaline. Magma asal batuan daerah penelitian diketahui berasal dari tatanan tektonik island arc *calc-alkaline* basalt pada kedalaman berkisar ±184-203 km pada Zona Benioff serta diketahui berinteraksi dengan kerak benua.

DAFTAR PUSTAKA

- Gill, R. 2011. *Igneous rocks and processes: a practical guide*. John Wiley & Sons.
- Hall, R. O. B. E. R. T., Gower, D. J., Johnson, K. G., Richardson, J. E., Rosen, B. R., Rüber, L., & Williams, S. T. 2012. Sundaland and Wallacea: geology, plate tectonics and palaeogeography. Biotic evolution and environmental change in Southeast Asia, 32, 78.
- Hall, R. O. B. E. R. T., Gower, D. J., Johnson, K. G., Richardson, J. E., Rosen, B. R., Rüber, L., & Williams, S. T. 2012. *Sundaland and Wallacea: geology, plate tectonics and palaeogeography*. Biotic evolution and environmental change in Southeast Asia, 32, 78.
- Irvine, T. N. and Baragar, W. R. A., 1971. *A Guide to the Chemical Classification of the Common Volcanic Rocks*. Canadian Journal of Earth Sciences, Volume 8, pp. 523-546.
- Kerr, P. F. 1959. *Optical Mineralogy*. 3th ed. Mc Graw-Hill Book Company.

- Le Bas, M. J.; Le Maitre, R. W.; Streckeisen, A.; Zanettin, B. 1986. *A chemical classification of volcanic rocks based on the total alkali-silica diagram*. *Journal of Petrology*, Volume 27, pp. 745-750.
- Setijadji, L. D., Kajino, S., Imai, A., & Watanabe, K. 2006. *Cenozoic island arc magmatism in Java Island (Sunda Arc, Indonesia): Clues on relationships between geodynamics of volcanic centers and ore mineralization*. *Resource Geology*, 56(3), 267-292.
- Soetoyo dan Hadisantono. 1992. *Peta Geologi Gunungapi Tangkuban Parahu/Komplek Gunungapi Sunda*. Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi.
- Van Bemmelen, R. W. (1949). *General Geology of Indonesia and adjacent archipelagoes*. The geology of Indonesia.
- Wilson, M. 1989. *Igneous Petrogenesis a global tectonic approach*. Springer Science & Business Media