

Geokimia (XRF) Batuan Andesit Desa Biluhu Barat, Kecamatan Biluhu, Kabupaten Gorontalo

Rinto Saputra Hamid*¹, Yuyu Indriati Arifin¹, Noviar Akase¹

¹ Program Studi Teknik Geologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Negeri Gorontalo

*e-mail: rintoamid415@gmail.com

Abstract

This study aims to analyze the geochemical characteristics of andesite rocks within the Tinombo Formation located in Biluhu Barat Village, Biluhu District, Gorontalo Regency. Data collection was conducted through geological mapping and geochemical analysis using X-Ray Fluorescence (XRF) to determine the magma series, magma type, and tectonic setting of the rock origin. The results show that the study area consists of porphyritic andesite and granodiorite units. Geochemical data indicate that the andesite rocks belong to the calc-alkaline magma series, with rock types identified as andesite and basaltic andesite. Geochemical diagrams reveal that the rocks originated from an Island Arc Calc-Alkaline Basalt tectonic setting. The calculated magma source depth ranges from 156 to 164 km, indicating magmatic processes occurring within a subduction zone. This study contributes to a better understanding of the tectonic framework and magmatic evolution in the Gorontalo region.

Keywords: Andesite; Geochemistry; XRF; Magma Series; Tectonic Setting

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis karakteristik geokimia batuan andesit pada Formasi Tinombo di Desa Biluhu Barat, Kecamatan Biluhu, Kabupaten Gorontalo. Pengambilan data dilakukan melalui pemetaan geologi dan analisis geokimia menggunakan metode X-Ray Fluorescence (XRF) untuk menentukan seri magma, jenis magma, dan tatanan tektonik asal batuan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa satuan batuan daerah penelitian tersusun atas porfiri andesit dan granodiorit. Data geokimia mengindikasikan bahwa batuan andesit memiliki seri magma calc-alkaline dengan tipe batuan andesit dan basaltik andesit. Analisis diagram geokimia menunjukkan bahwa batuan berasal dari tatanan tektonik Island Arc Calc-Alkaline Basalt. Perhitungan kedalaman asal magma berada pada kisaran 156–164 km, yang mengindikasikan proses magmatisme pada zona subduksi. Penelitian ini memberikan kontribusi terhadap pemahaman tatanan tektonik dan evolusi magmatik di wilayah Gorontalo.

Kata kunci: Andesit; Geokimia; XRF; Seri Magma; Tatanan Tektonik

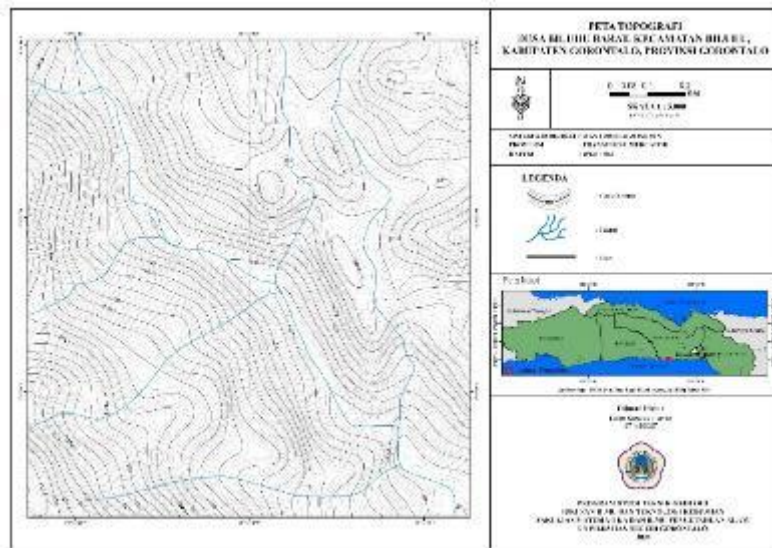
1. PENDAHULUAN

Pulau Sulawesi terletak pada zona pertemuan di antara tiga pergerakan lempeng besar yakni lempeng Indo-Australia, lempeng Pasifik, dan lempeng Eurasia, dan diapit oleh lempeng yang lebih kecil yang terletak di sebelah Utara yakni Lempeng Filipina (Hall dan Wilson, 2000; Spakman dan Hall, 2010; Satyana dkk, 2011; Pholbud dkk, 2012; Sompotan, 2012; Rudyawan dkk, 2014). Kedudukan Lengan Utara Sulawesi dikontrol oleh adanya aktivitas berupa tunjaman Lempeng Laut Sulawesi di bagian Utara semenanjung Minahasa dan Lempeng Pasifik dibagian Timur. Dengan adanya kontrol tunjaman pada lempeng tersebut, menyebabkan wilayah ini terletak pada busur magmatisme yang kompleks, dengan komposisi magma dominan *tholeiitic* akibat aktivitas busur vulkanik berumur Tersier (Taylor & van Leeuwen 1980; Elburg dkk 2003; van Leeuwen & Muhardjo 2005 dalam Cottam dkk, 2011).

Wilayah Gorontalo mempunyai sebaran batuan vulkanik yang luas dengan berbagai jenis dan umur yang bervariasi. Hal tersebut didukung dengan letak wilayah yang berada pada bagian Tengah Kawasan jalur Vulkanik – plutonik Sulawesi Utara yang dikuasai oleh batuan gunungapi Eosen – plutonik dan batuan terobosan (Sompotan, 2012).

Lokasi Penelitian berada di Desa Biluhu Barat, Kecamatan Biluhu, Kabupaten Gorontalo, Provinsi Gorontalo. Berdasarkan Geologi regional (Bachri, dkk 1994), Daerah penelitian berada pada formasi Tinombo (Teot). Jika ditinjau dari peta geologi 1 : 25.000 . Daerah penelitian tersusun atas batuan beku vulkanik yakni Andesit. Penelitian pada formasi Tinombo (Teot) di Desa Biluhu Barat,

Kecamatan Biluhu, Kabupaten Gorontalo dilakukan untuk mengetahui Geokimia batuan Andesit, sehingga dapat memberikan kontribusi signifikan terhadap pemahaman tatanan tektonik dan magmatisme lokal yang belum diteliti.



Gambar 1. Peta Lokasi Daerah Penelitian

2. METODE

Metode penelitian kali ini berupa pemetaan geologi dan analisis geokimia (XRF). Pemetaan geologi dilakukan untuk pengamatan dan pengambilan data geologi di lapangan. Analisis geokimia X-ray fluorescence (XRF) dilakukan untuk mengetahui kandungan kimia pada sampel batuan yang telah dipilih.

Pengumpulan data lapangan meliputi data litologi, dan pengambilan sampel untuk dilakukan analisis geokimia. Data litologi digunakan untuk mengetahui stratigrafi daerah penelitian. Pengambilan sampel untuk analisis geokimia dilakukan untuk mengetahui jenis magma batuan, seri magma, asal magma, dan tatanan tektonik daerah penelitian.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Stratigrafi Daerah Penelitian

Stratigrafi daerah penelitian mengacu pada Sandi Stratigrafi Indonesia (1996) dengan penamaan litofasies tidak resmi, yaitu dengan penentuan satuan batuan berdasarkan ciri – ciri litologi dengan mengamati jenis batuan, kombinasi, keseragaman, serta gejala lainnya. Berdasarkan hal tersebut jika diurutkan dari tua ke muda, satuan batuan pada daerah penelitian meliputi ; satuan porfiritik andesit, dan granodiorit.

3.1.1 Satuan Porfiri Andesit

Satuan andesit ini menempati 4,26 km² dari total luas daerah penelitian yang tersebar menyeluruh pada daerah penelitian. Secara umum kondisi singkapan segar dan masif, serta adapun yang terkekarkan sedang. Berdasarkan (Gambar 2), satuan ini memiliki ciri – ciri berwarna abu-abu, masif, bertekstur porfiritik, bentuk kristal euhedral – subhedral, derajat krisralisasi hipokristalin, dan hubungan kristal inequigranular. Komposisi mineral yang menyusun litologi ini yaitu plagioklas, horonblen, biotit, kuarsa, serta sedikit gelas vulkanik (Fenton, 1940).



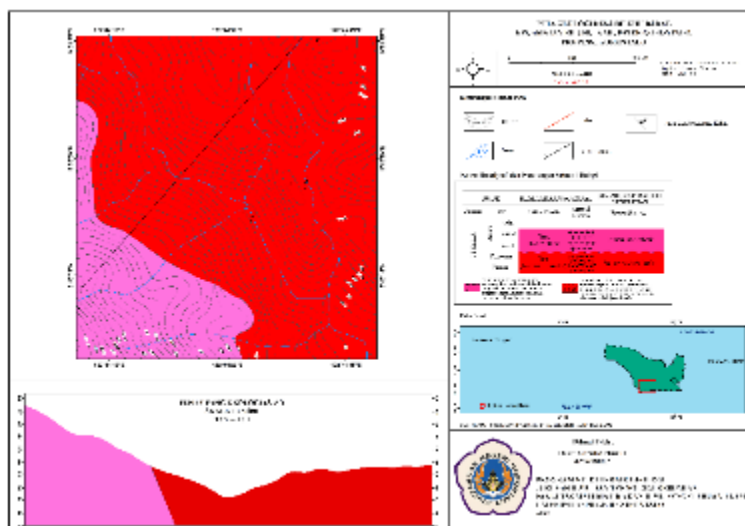
Gambar 2. Satuan Porfiri Andesit

3.1.2 Satuan Granodiorit

Satuan Granodiorit ini menempati 1,64 km² dari total luas daerah penelitian yang tersebar dari Barat daya hingga Barat pada Daerah Penelitian. Berdasarkan (Gambar 3), secara umum kondisi singkapan segar dan masif. Satuan batuan granodiorit memiliki ciri berwarna abu – abu, warna segar abu – abu, warna lapuk kecoklatan, tekstur batuan hipokristalin, faneritik, equigranular, struktur batuan masif, dan komposisi mineral terdiri dari plagioklas, hornblend, dan orthoklas, dan kuarsa (Fenton, 1940).



Gambar 3. Satuan Granodiorit



Gambar 4. Satuan Granodiorit

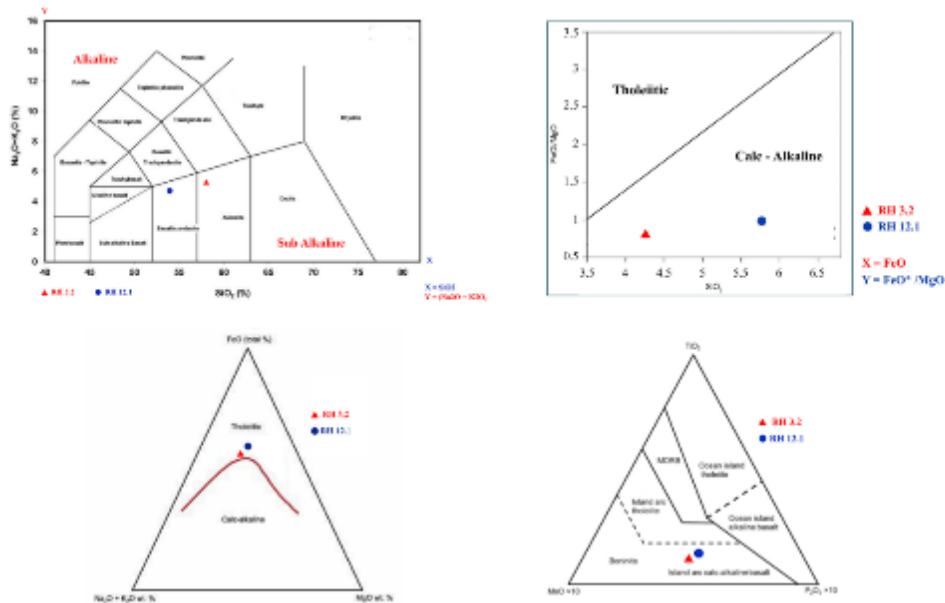
3.2 Analisis Geokimia

Analisis geokimia pada 2 sampel batuan Porfiri Andesit. Kedua sampel ini diambil untuk mewakili tiap lintasan yang ada pada daerah penelitian. Data geokimia menggunakan XRF (X-Ray Florescence) yang dihasilkan berupa data major element dalam bentuk persen berat (wt%) yang telah dinormalisasikan.

Tabel 1. Hasil Analisis Major Element XRF

No.	Sampel	Parameter (wt %)									
		SiO ₂ (%)	Al ₂ O ₃ (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	MgO (%)	CaO (%)	Na ₂ O (%)	K ₂ O (%)	TiO ₂ (%)	P ₂ O ₅ (%)	MnO (%)
1.	RH 3.2	57.95	13.79	9.56	6.26	5.76	3.40	1.88	0.53	0.15	0.16
2.	RH 12.1	53.81	17.90	12.68	6.51	6.79	3.20	1.59	0.95	0.10	0.17

Karakteristik magma series/afinitas magma dapat menggambarkan tatanan tektonik magma asal terbentuknya batuan beku (Wilson, 2007). Beberapa diagram magma series yang dibuat oleh para ahli, diantaranya diagram Na₂O dan K₂O dengan SiO₂ (Le Bas dkk, 1986), diagram FeO* dengan FeO*/MgO (Miyashiro dan Shido, 1975), diagram SiO₂ dengan K₂O (Peccerillo dan Taylor, 1976), serta diagram ternary Na₂O+K₂O, FeO*, dan MgO (Irvine dan Baragar, 1971), Diagram asal magma MnOx10, P₂O₅x10, TiO₂ (Mullen, 1983). Keempat diagram tersebut akan menentukan tipe magma series batuan andesit daerah penelitian.



Gambar 5. a. Diagram (Na₂O+K₂O) vs SiO₂ (Le Bas dkk, 1986) b. Diagram FeO* vs FeO*/MgO (Miyashiro dan Shido, 1975) c. Diagram AFM (Irvine dan Baragar, 1971) d. Diagram segitiga TiO₂, MnOx₁₀, P₂O₅x₁₀ (Mullen, 1983)

Berdasarkan (Gambar 5.a.) Diagram Na₂O dan K₂O dengan SiO₂ (Le Bas dkk, 1986) kedua sampel merupakan batuan yang berbeda yakni Andesite dan basaltik andesit dengan menunjukkan tipe magma *series subalkaline*. Magma *series subalkaline* dibagi menjadi 2 yakni *tholeiitic* dan *calc-alkaline* (Kennedy, 1993 dalam Sheth dkk, 2002). Sedangkan (Gambar 5.b.) diagram ini menunjukkan kedua sampel yakni Andesit Porfiri yang memiliki magma series berupa *Calc – Alkaline*. Yang merupakan magma series intermediet antara low-K series (rendah potasium) dan high-K series (tinggi potasium) (Wilson, 2007). Sementara (Gambar 5.c.) menurut diagram AFM (Irvine dan Baragar, 1971) kedua sampel memiliki tipe magma berupa *tholeiitic*, hal ini menunjukkan bahwa kedua sampel mengandung magma *series tholeiitic* yang kaya akan kandungan Fe. Serta Pada (Gambar 5.d.) diagram ini menunjukkan lebih detail terkait asal magma, hasil plotting dari diagram ternary dari (Mullen, 1983), kedua sampel yang merupakan basaltik andesit termasuk pada tatanan tektonik *Island Arc Tholeiitic*.

3.3 Kondisi Teknonik

Dari analisis magma series diketahui bahwa sampel menunjukkan batuan daerah penelitian berupa Andesit (Lee bass dkk, 1986), dengan tipe magma series berupa *series Calc - alkaline* (Miyashiro dan Shido, 1975). Menurut (Wilson, 2007), tipe magma *series calc-alkaline* berkaitan dengan zona subduksi atau zona orogen. yang menunjukkan tatanan tektonik pada *Island Arc Cals – Alkaline Basalt*.

Untuk mengetahui kedalaman asal magma, dapat menggunakan perhitungan kandungan SiO₂ dan K₂O berdasarkan (Hutchinson, 1970 dalam Hartono, 2000). Perhitungan yang dilakukan untuk menentukan kedalaman asal magma, dengan rumus :

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

Berdasarkan perhitungan menggunakan rumus tersebut dapat diketahui bahwa kedalaman asal magma dari batuan pada daerah penelitian adalah kedalaman 156 – 164 km di bawah permukaan bumi pada zona benioff. Diperkirakan batuan terbentuk pada kala Miosen Tengah sampai Miosen Akhir, dimana terjadi subduksi antara dua lempeng samudera, yaitu lempeng Laut Sulawesi dan lempeng Mikro Kontinen Sula sekitar 15 sampai 10 juta tahun yang lalu.

4. KESIMPULAN

Stratigrafi daerah penelitian jika disusun dari tua ke muda terdiri dari satuan porfiri andesit kemudian satuan granodiorit. Berdasarkan analisis geokimia, diketahui bahwa tipe magma series batuan

andesit daerah penelitian adalah *Calc - alkaline* dengan jenis batuan yang diperoleh dari data geokimia Andesite dan basaltik andesit. Asal magma batuan andesit daerah penelitian berasal dari *Island Arc Cals - Alkaline Basalt*, dengan tatanan tektonik daerah penelitian terjadi pada zona subduksi.

DAFTAR PUSTAKA

- Bachri, S dkk. 1994. Peta Geologi Lembar Tilamuta (Skala 1:250.000). Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Bachri, S. 2006. Stratigrafi Lajur Vulkanik-Plutonik Daerah Gorontalo, Sulawesi. *Jurnal Sumber Daya Geologi*. 16 (2): 94-106
- Bachri, S. 2011. *Structural Pattern and Stress System Evolution during Neogene - Pleistocene Times in the Central Part of the North Arm of Sulawesi*. *Jurnal Sumber Daya Geologi*. 21 (3): 127-135.
- Cottam, M.A., Hall, R., Forster, M.A., dan Boudagher-Fadel, M.K. 2011. *Basement Character and Basin Formation in Gorontalo Bay, Sulawesi, Indonesia: New Observation from The Togian Island. The SE Asian Gateway: History and Tectonics of The Australia-Asia Collision*. 355 (1): 177-202.
- Fenton, C. L. 1940. *The Rock Book*. Doubleday Company. Garden City, New York
- Gill, R. 2010. *Igneous Rocks and Processes: a Practical Guide*. Wiley-Blackwell, John Willey & Sons, Ltd, Publication
- Hall, R. dan Wilson, M.E. J. 2000. *Neogene Sutures in Eastern Indonesia. Journal of Asian Earth Sciences*. 18 (6): 781-800.
- Hartono, U., dan Sulistyawan R. I. H. 2011. An Overview of Arc Magma Petrogenesis. *JSDG*. 21(4)
- Irvine, T., dan Baragar W. R. A. 1971. A Guide to the Chemical Classification of the Common Volcanic Rocks. *Canadian Journal of Earth Sciences*. 8: 523-548.
- Kennedy, A. K., Lofgren, G. E., & Wasserburg, G. J. (1993). *An experimental study of trace-element partitioning between olivine, ortho-pyroxene and melt in chondrules — equilibrium values and kinetic effects. Earth and Planetary Science Letters*, 115(1-4), 177-195.
- Le Bas, M.J., Maltre, R., Streckeisen, A., Zannetin, B. 1985. A Chemical Classification of Volcanic-Rocks Based on Total Alkali Silica Diagram. *Journal of Petrology*. 27 (3): 745-750.
- Miyashiro, A., dan Shido, F. 1975. Tholeiitic and Calc-Alkaline Series in Relation to the Behaviors of Titanium, Vanadium, Chromium, and Nickel. *American Journal of Science*. 275: 265-277.
- Mullen, E.D. (1983) MnO/TiO₂/P₂O₅: A Minor Element Discriminant for Basaltic Rocks of Oceanic Environments and Its Implications for Petrogenesis.
- Peccerillo, A. & Taylor, S. R. 1976. Geochemistry of Eocene Calc-Alkaline Volcanic Rocks From the Kastamonu Area, Northern Turkey. *Contributions to Mineralogy and Petrology* 58, 63-81.
- Pholbud, P., Hall, R., Advokat, E., Burgess, P., dan Rudyawan, A. 2012. A New Interpretation of Gorontalo Bay, Sulawesi. *Proceedings, Indonesian Petroleum Association 36th Annual Convention & Exhibition*. May 2012.
- Rudyawan, A., Hall, R., White, L.T. 2014. *Neogene Extension of the Central North Arm of Sulawesi, Indonesia*. American Geophysical Union. Fall Meeting 15-16 December 2014, San Francisco, United States of America.
- Sompotan, A.F., 2012, *Struktur Geologi Sulawesi*, Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Wilson, B.M. 2007. *Igneous Petrogenesis: A Global Tectonic Approach*. Springer Science & Business Media.
- Yuwono, Y. S. 2015. *Pengantar Petrogenesis*. Bandung : ITB Press.