

# Karakteristik Batuan Tuff Pada Daerah Mootilango Kabupaten Gorontalo Utara Provinsi Gorontalo

Muh. Hasym As'ari<sup>1</sup>, Ahmad Zainuri<sup>1</sup>, Muhammad Kasim<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Geologi, Jurusan Ilmu Dan Teknologi Kebumihan, Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Gorontalo

\*Email Koresponden: [muhkasim@ung.ac.id](mailto:muhkasim@ung.ac.id)

Diterima: 30-05-2025

Disetujui: 30-10-2025

Publish: 02-12-2025

**Abstrak** Wilayah studi terletak di Desa Mootilango Kecamatan Anggrek, Kabupaten Gorontalo Utara, Provinsi Gorontalo. Secara geografis, daerah penelitian terletak pada koordinat 0° 46' 0" - 0° 46' 45" LU dan 122° 48' 0" - 122° 48' 45" BT dengan luas sekitar 3,7 km<sup>2</sup>. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan karakteristik batuan tuff melalui analisis petrologi, petrografi dan geokimia di laboratorium. Hasil identifikasi petrologi menunjukkan bahwa jenis batuan adalah tuff kasar, tuff halus dan breksi piroklastik. Hasil analisis petrografi menunjukkan bahwa tuff di daerah ini termasuk ke dalam tuff Vitric menurut klasifikasi Schmid (1981). Hasil analisis geokimia menunjukkan bahwa tuff di daerah penelitian termasuk ke dalam kelompok batuan transisi jenis basal-andesit menurut klasifikasi Le Bas dkk. (1986). Dua pendekatan klasifikasi digunakan dalam analisis untuk menentukan seri magma dari batuan tersebut, yaitu menurut Irvine dan Baragar (1971), yang menunjukkan bahwa batuan tersebut termasuk ke dalam seri magma tholeiitic.

**Kata kunci:** Karakteristik; Batuan Tuff; Mootilango; Gorontalo

**Abstract** The study area is located in Mootilango Village Anggrek Sub-district, North Gorontalo Regency, Gorontalo Province. Geographically, the study area is located at coordinates 0° 46' 0" - 0° 46' 45" LU and 122° 48' 0" - 122° 48' 45" BT with an area of about 3.7 km<sup>2</sup>. The purpose of this study was to determine the characteristics of tuff rocks through petrological, petrographic and geochemical analysis in the laboratory. The results of petrological identification show that the rock types are coarse tuff, fine tuff and pyroclastic breccia. The results of petrographic analysis show that the tuff in this area belongs to Vitric tuff according to the classification of Schmid (1981). The results of geochemical analysis show that the tuff in the study area belongs to the basalt-andesite type transition rock group according to the classification of Le Bas et al. (1986). Two classification approaches were used in the analysis to determine the magma series of the rock, namely according to Irvine and Baragar (1971), which shows that the rock belongs to the tholeiitic magma series.

**Keywords:** Characteristic; Tuff Rock; Mootilango; Gorontalo

## 1. PENDAHULUAN

Wilayah Gorontalo termasuk dalam pulau Sulawesi yang merupakan bagian dari zona tektonik aktif yang dicirikan oleh sabuk vulkano – plutonik. Zona ini terbentuk melalui aktivitas subduksi lempeng dan menghasilkan berbagai litologi vulkanik berumur eosen hingga kuartar. Berdasarkan peta geologi lembar Tilamuta oleh (Bachri et al., 1994), wilayah penelitian terletak pada Formasi Batuan Gunungapi Bilungala (Tmbv), yang berumur Miosen awal hingga akhir, dan mencakup batuan berupa tuff dan breksi piroklastik.

Wilayah penelitian berlokasi di Desa Mootilango, Kecamatan Anggrek, Kabupaten Gorontalo Utara, Provinsi Gorontalo. Wilayah ini memiliki potensi geologi yang tinggi melalui litologi yang beragam, namun eksplorasi terhadap batuan tuff masih terbatas. Tuff merupakan batuan piroklastik hasil endapan letusan gunungapi yang dipicu oleh pendinginan dan pembekuan magma, namun sering kali menunjukkan sifat-sifat klastik (Yudiantoro et al., 2023).

Berdasarkan penelitian oleh (Pangulu et al., 2022) yang berlokasi di Kecamatan Bulawa, Kabupaten Bone Bolango, Provinsi Gorontalo, secara regional Formasi Bilungala menampilkan tuff dasitan yang agak kompak dengan ketebalan > 1.000 m, tersebar di arah timur – barat Gorontalo. Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk memahami kondisi geologi serta mengidentifikasi karakteristik batuan tuff yang terdapat di wilayah penelitian. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi

tambahan referensi geologi terkait karakteristik batuan piroklastik khususnya tuff di wilayah Gorontalo Utara.

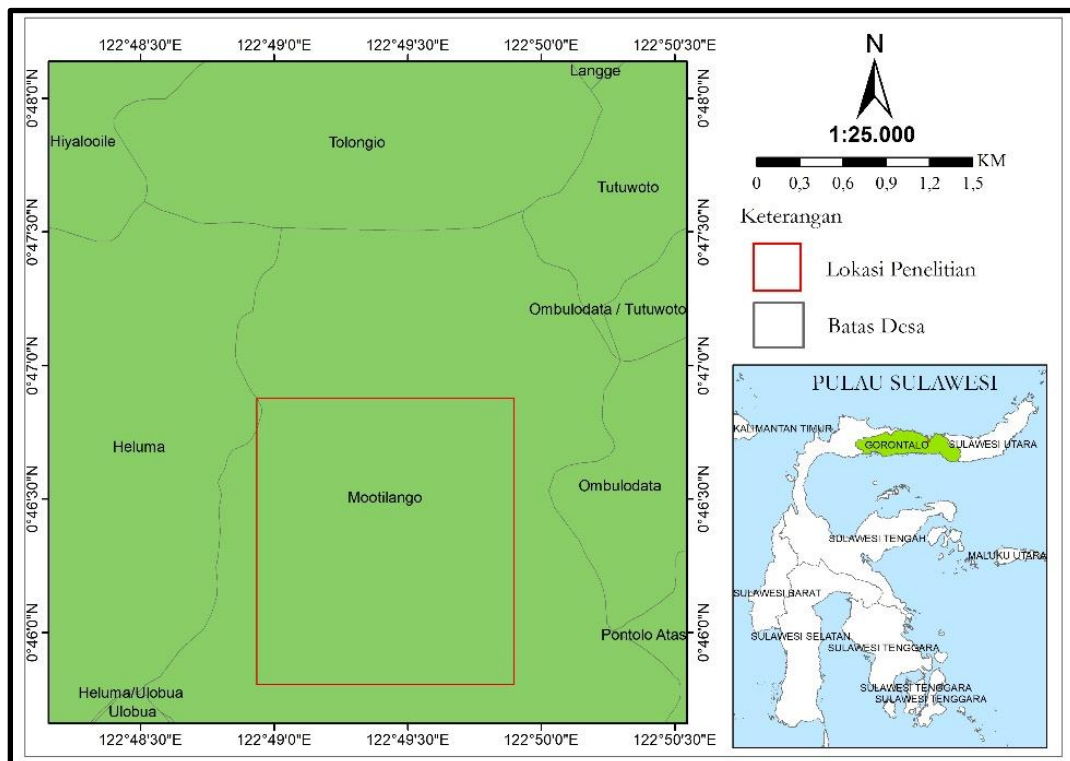
## 2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan melalui tiga tahapan utama, yaitu (1) tahap persiapan, yang pada tahap ini dilakukan studi literatur dan juga persiapan perangkat lapangan seperti peta topografi berskala 1: 10000, kompas geologi, palu geologi dan perangkat lapangan lainnya untuk keperluan pengambilan data lapangan. (2) tahap pengambilan data lapangan, tahapan ini dilakukan dengan memetakan daerah penelitian pada skala 1 : 10000 dengan 38 stasiun yang 4 di antaranya merupakan stasiun pengambilan sampel untuk analisis petrografi dan geokimia. Data yang diambil pada tahap ini berupa data litologi batuan, struktur batuan serta morfologi daerah penelitian.

Pengambilan sampel batuan pada tahap ini dilakukan secara sistematis dengan berfokus pada batuan tuff yang menjadi objek utama penelitian. Sampel batuan yang diambil diupayakan masih dalam kondisi segar, belum teralterasi dan belum mengalami pelapukan lanjut guna menjaga kualitas analisis laboratorium. (3) tahap analisis laboratorium, tahap ini terbagi atas dua yakni analisis petrografi dan analisis geokimia. Pada analisis petrografi dilakukan identifikasi komposisi mineral, tekstur serta struktur batuan pada empat sampel penelitian yang sudah dalam bentuk sayatan tipis di laboratorium petrografi menggunakan mikroskop polarisasi guna mengetahui jenis batumannya. Sedangkan pada analisis geokimia dilakukan metode X-Ray Fluorescence (XRF) untuk mengetahui unsur kimia batuan. Hasil analisis kemudian dilakukan untuk mengklasifikasikan batuan secara geokimia untuk diketahui sifat batuan, seri magmatik, serta proses magmatisme di lingkungan tektonik pembentukan batuan.

### 2.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian terletak di Desa Mootilango, Kecamatan Anggrek, Kabupaten Gorontalo Utara, Provinsi Gorontalo, yang terletak pada koordinat  $0^{\circ} 46' 0'' - 0^{\circ} 46' 45''$  LU dan  $122^{\circ} 48' 0'' - 122^{\circ} 48' 45''$  BT, dengan luas wilayah penelitian  $3,7 \text{ km}^2$ .



Gambar 1. Peta lokasi penelitian

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1. Karakteristik Batuan Tuff

##### 3.1.1 Karakteristik Berdasarkan Analisis Petrologi

Karakteristik batuan tuff daerah berdasarkan analisis petrologi dilakukan dengan mendeskripsikan batuan secara makroskopis menggunakan klasifikasi ukuran butir batuan piroklastik menurut (Schmid, 1981). Dari hasil analisis diperoleh bahwa karakteristik batuan daerah penelitian diantaranya:

##### A. Tuff Kasar

Berdasarkan pengamatan makroskopis batuan ini berwarna coklat kehitaman, sebagian lapuk dengan ukuran butir debu kasar 2 – 4 mm, bentuk butir sub rounded - rounded, pemilahan buruk, kemas terbuka, mengandung mineral glass vulkanik, dan mineral lainnya berupa piroksen 35%, plagioklas 15%, k-feldspar 30%, biotit 10%, hornblend 10%, dan terdapat fragmen pada batuan.



**Gambar 2.** Kenampakan singkapan dan handspecimen batuan tuff kasar

##### B. Tuff Halus

Berdasarkan pengamatan makroskopis batuan ini kuning kecoklatan dengan keadaan lapuk ukuran butir debu halus, bentuk butir sub rounded-rounded, pemilahan baik, kemas tertutup, mengandung pecahan glass dengan mineral lainnya berupa k-feldspar 65%, biotit 10%, plagioklas 15%, dan hornblend 1%, batuan ini tidak berfragmen.



**Gambar 3.** Kenampakan singkapan dan handspecimen batuan tuff halus

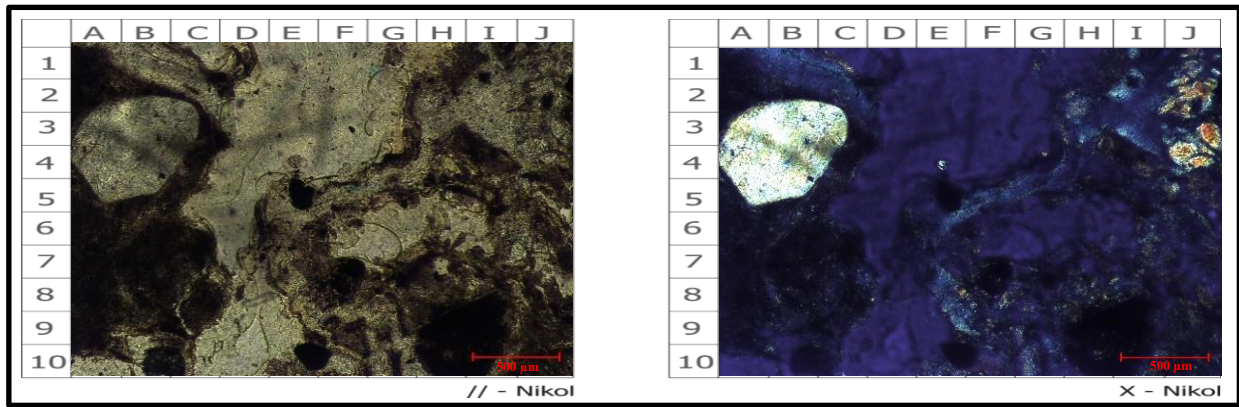
##### 3.1.2 Karakteristik Berdasarkan Analisis Petrografi

Karakteristik batuan tuff daerah penelitian berdasarkan analisis petrografi dilakukan dengan mendeskripsikan batuan secara mikroskopis menggunakan klasifikasi penamaan batuan tuff oleh (Schmid, 1981). Analisis petrografi dilakukan masing – masing 2 sampel pada tiap satuan. Dari hasil analisis diperoleh bahwa karakteristik batuan daerah penelitian diantaranya:

##### A. Petrografi Batuan Tuff Kasar

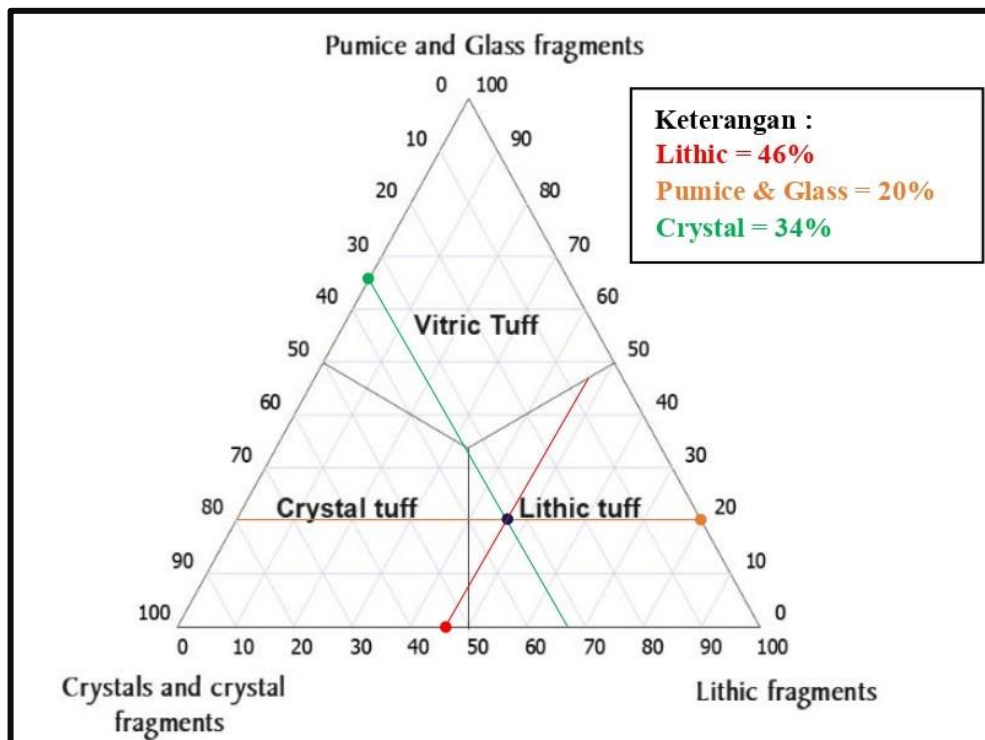
##### 1. Sampel H.A 02

Kenampakan batuan tuff di bawah mikroskop berwarna coklat (nikol sejajar) dan berwarna kehitaman (nikol silang), tekstur klastik, struktur tidak berlapis, komposisi mineral terdiri dari kuarsa, ortoklas, piroksin, plagioklas, dan opaq.



Gambar 4. Sayatan tipis batuan tuff sampel H.A 02

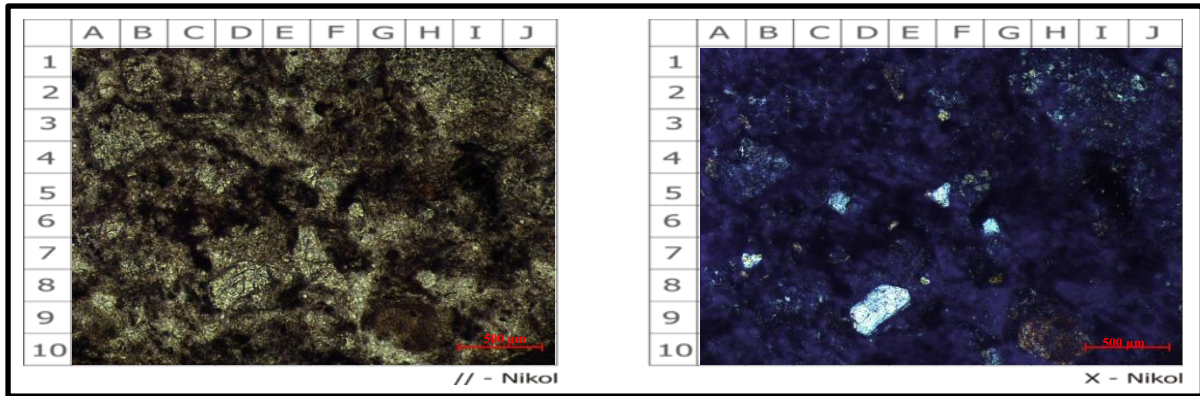
Berdasarkan deskripsi mikroskopis yang dilakukan pada sampel H.A 02 dengan hasil persentase mineral kuarsa (5%), k-feldspar (13%), piroksen (13%), dan plagioklas (3%), litik (43%), serta matriks yang tersusun gelas vulkanik (15%). Dan terdapat mineral sekunder berupa opa $\acute{q}$  (5%). Berdasarkan persentase mineral tersebut batuan ini dikelompokkan menjadi batuan piroklastik lithic tuff (Schmid, 1981).



Gambar 5. Ploting Batuan Tuff Kasar sampel H.A 02 (Schmid, 1981)

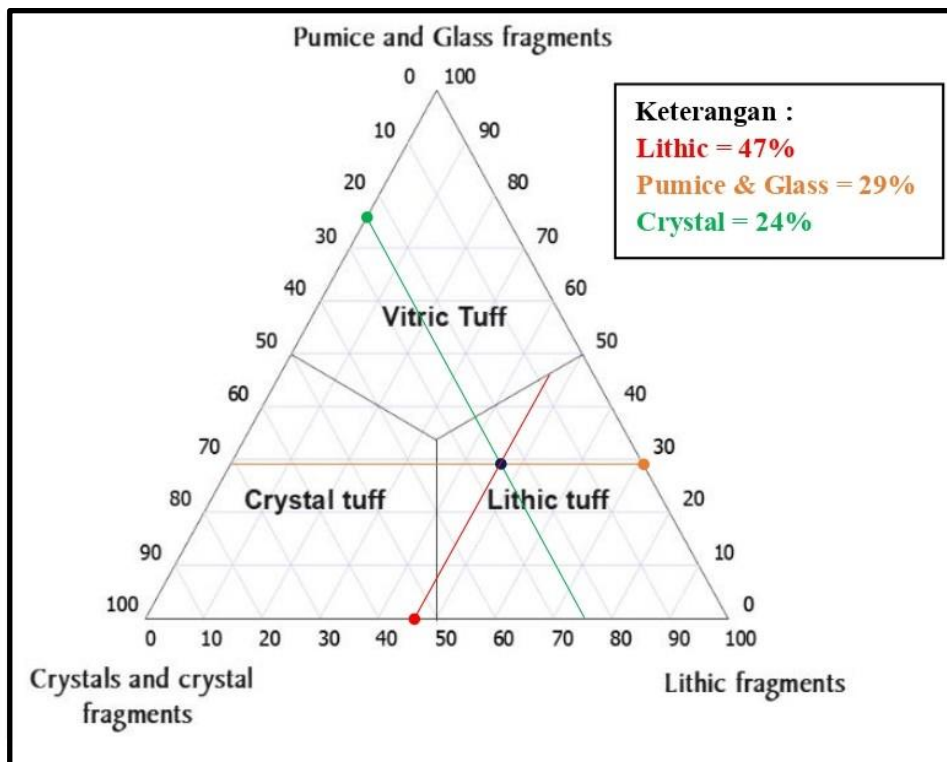
## 2. Sampel H.A 03

Kenampakan batuan tuff di bawah mikroskop berwarna coklat (nikol sejajar) dan berwarna kehitaman (nikol silang), tekstur klastik, struktur tidak berlapis, komposisi mineral terdiri dari kuarsa, ortoklas, piroksin, plagioklas, opa $\acute{q}$  dan terdapat fragmen litik.



**Gambar 6.** Sayatan tipis batuan tuff kasar sampel H.A 03

Berdasarkan deskripsi mikroskopis yang dilakukan pada sampel H.A 03 dengan hasil persentase mineral kuarsa (3%), k-feldspar (4%), piroksen (16%), litik (47%), dan plagioklas (1%), serta matriks yang tersusun atas lempung (17%), dan gelas vulkanik (4%), dan terdapat mineral sekunder berupa opa $\acute{q}$  (8%). Berdasarkan persentase mineral tersebut batuan ini dikelompokkan menjadi batuan piroklastik lithic tuff (Schmid, 1981).

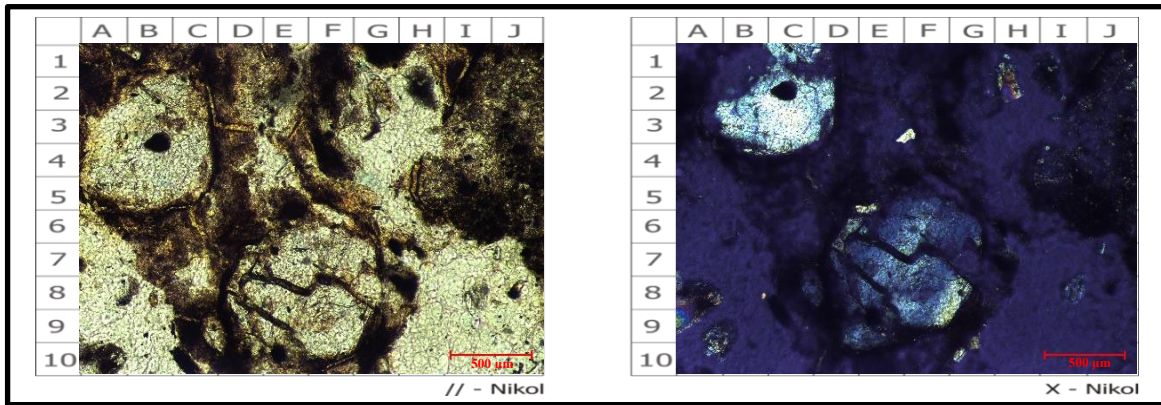


**Gambar 7.** Ploting batuan tuff kasar sampel H.A 03 (Schmid, 1981)

## B. Petrografi Batuan Tuff Halus

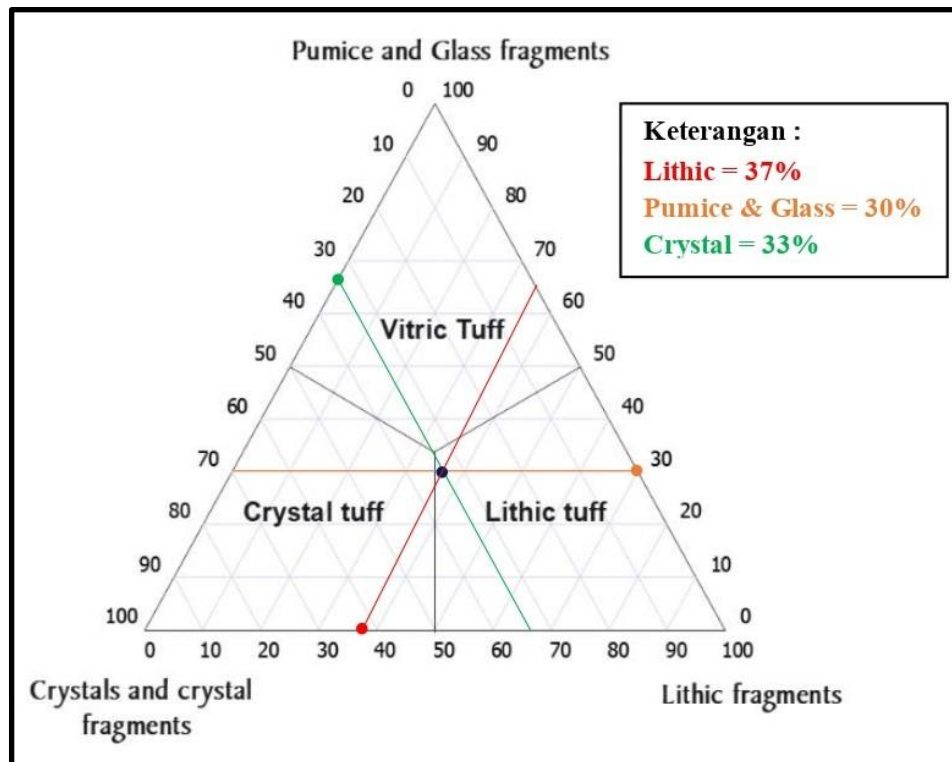
### 1. Sampel H.A 04

Kenampakan batuan tuff di bawah mikroskop berwarna coklat (nikol sejajar) dan berwarna kehitaman (nikol silang), tekstur klastik, struktur tidak berlapis, komposisi mineral terdiri dari kuarsa, ortoklas, piroksin, plagioklas, opa $\acute{q}$  dan terdapat fragmen litik.



**Gambar 8.** Sayatan tipis batuan tuff halus sampel H.A 04

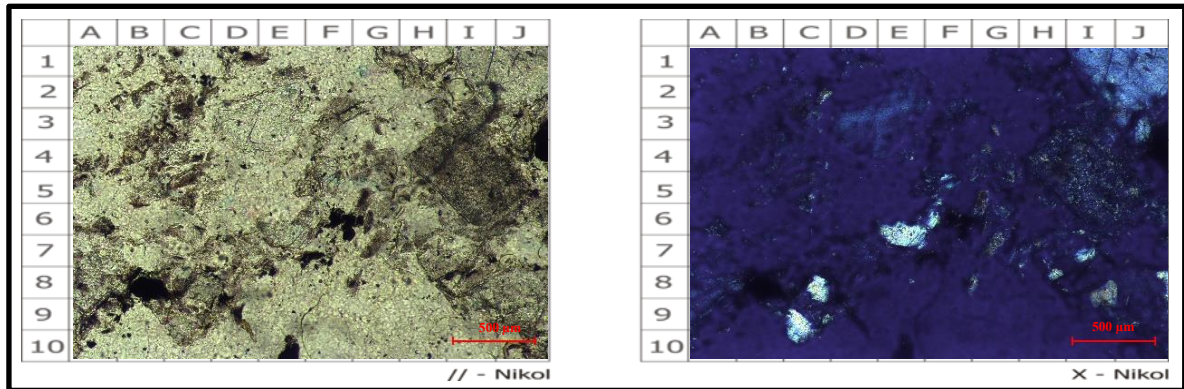
Berdasarkan deskripsi mikroskopis yang dilakukan pada sampel H.A 04 dengan hasil persentase mineral kuarsa (4%), k-feldspar (7%), piroksen (18%), litik (37%), dan plagioklas (4%), serta matriks yang tersusun atas lempung (15%), dan gelas vulkanik (14%), dan terdapat mineral sekunder berupa opaak (1%). Berdasarkan persentase mineral batuan ini dikelompokkan menjadi batuan piroklastik lithic tuff (Schmid, 1981).



**Gambar 9.** Ploting batuan tuff halus sampel H.A 04 (Schmid, 1981)

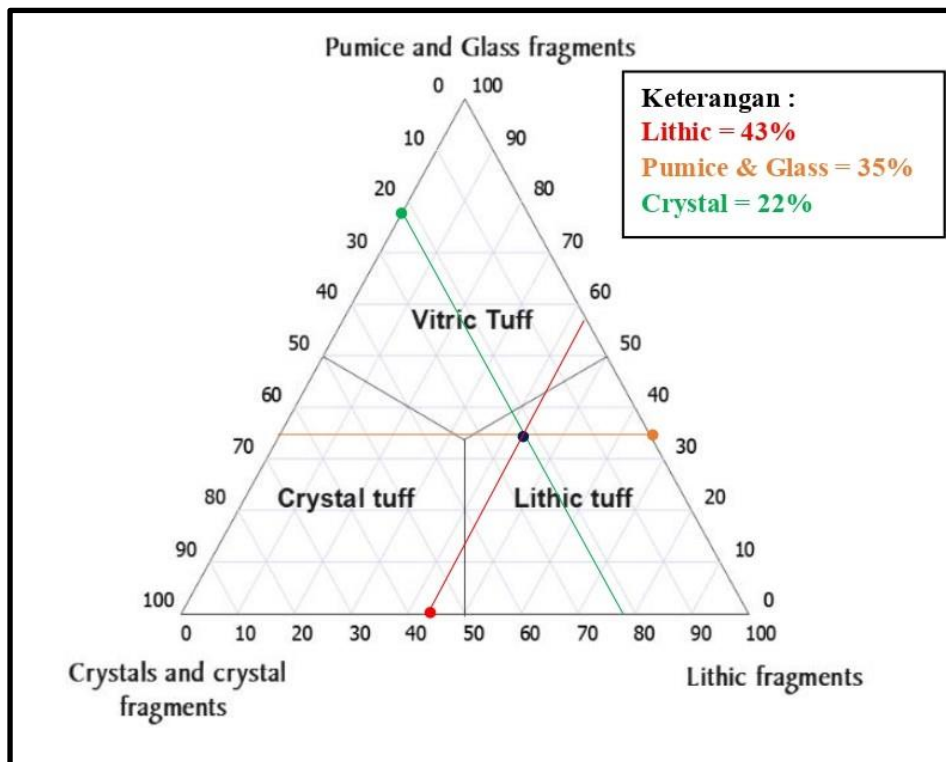
## 2. Sampel H.A 14

Kenampakan batuan tuff di bawah mikroskop berwarna coklat (nikol sejajar) dan berwarna kehitaman (nikol silang), tekstur klastik, struktur tidak berlapis, komposisi mineral terdiri dari kuarsa, ortoklas, piroksin, plagioklas, dan opaak.



**Gambar 10.** Sayatan tipis batuan tuff halus sampel H.A 14

Berdasarkan deskripsi mikroskopis yang dilakukan pada sampel H.A 14 dengan hasil persentase mineral kuarsa (4%), k-feldspar (11%), piroksen (7%), litik (43%), serta matriks yang tersusun atas lempung (25%), dan gelas vulkanik 8 (%). Dan terdapat mineral sekunder berupa opa<sub>q</sub> (2%). Berdasarkan persentase mineral tersebut batuan ini dikelompokkan menjadi batuan piroklastik lithic tuff (Schmid, 1981).



**Gambar 11.** Ploting batuan tuff halus sampel H.A 14 (Schmid, 1981)

### 3.1.3 Karakteristik Berdasarkan Analisis Geokimia

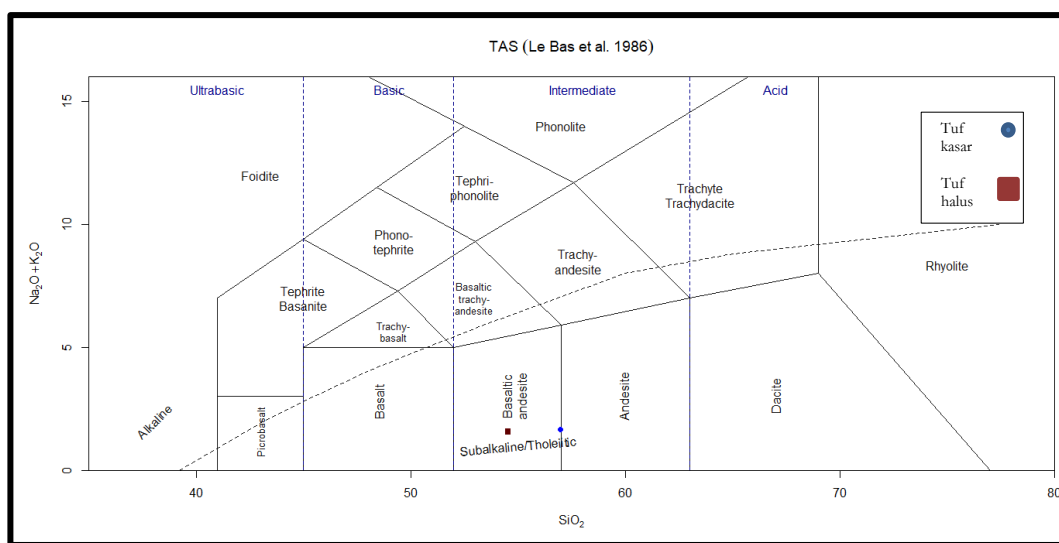
Analisis geokimia dalam penelitian ini dilakukan menggunakan metode XRF (X-Ray Fluorescence) dengan tujuan untuk menentukan kandungan unsur oksida yang terdapat dalam sampel batuan.

**Tabel 1.** Unsur kimia batuan tuff daerah penelitian

<u>Unsur</u>	H.A 03	H.A 14
SiO <sub>2</sub> (%)	56.84	54.41
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	19.20	25.39
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	11.50	10.28
MgO (%)	3.61	2.87
CaO (%)	5.74	4.58
Na <sub>2</sub> O (%)	0.47	0.00
K <sub>2</sub> O (%)	0.31	0.59
TiO <sub>2</sub> (%)	1.06	1.24
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)	0.58	0.32
MnO (%)	0.45	0.11
SO <sub>3</sub> (%)	0.12	0.19
Cl (%)	0.03	0.00
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	0.01	0.01
Co <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	0.01	0.01
NiO (%)	0.00	0.00
CuO (%)	0.00	0.00
ZnO (%)	0.01	0.01

A. Jenis Batuan Berdasarkan Kandungan Alkali Total dan Silika

Untuk mengidentifikasi jenis atau karakteristik batuan berdasarkan kandungan total alkali dan silika, penelitian ini menggunakan diagram Total Alkali-Silica (TAS), yaitu diagram biner yang dikembangkan oleh (BAS et al., 1986). Berdasarkan hasil analisis data, batuan piroklastik dari sampel tuff kasar dan tufa halus menunjukkan karakteristik yang serupa, yakni termasuk dalam jenis andesit-basaltik. Temuan ini mengindikasikan bahwa aktivitas vulkanik yang terjadi menghasilkan magma dengan komposisi yang sama, yang tercermin dari produk batuanya yang memiliki sifat andesit basaltik.



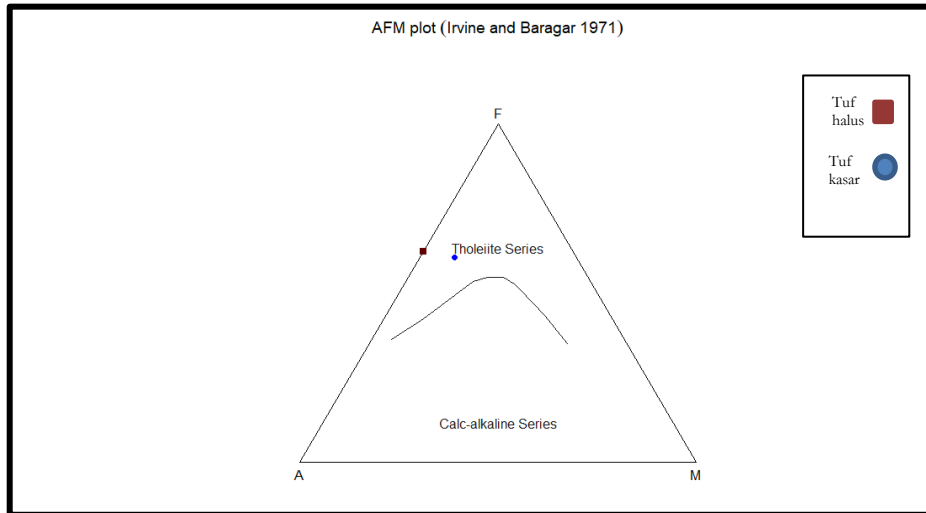
**Gambar 12.** Hasil analisis batuan piroklastik berdasarkan perbandingan antara alkali total (Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O) dan silika (SiO<sub>2</sub>) (BAS et al., 1986)

## B. Seri Magma Pembentukan Batuan

Untuk menentukan seri magma pembentuk formasi batuan berdasarkan kandungan total alkali dan silika, penelitian ini menggunakan diagram Irvine-Baragar (Irvine & Baragar, 1971) dan klasifikasi Pacerillo & Taylor (Peccerillo & Taylor, 1976)

### 1. Klasifikasi Irvine Baragar (1971)

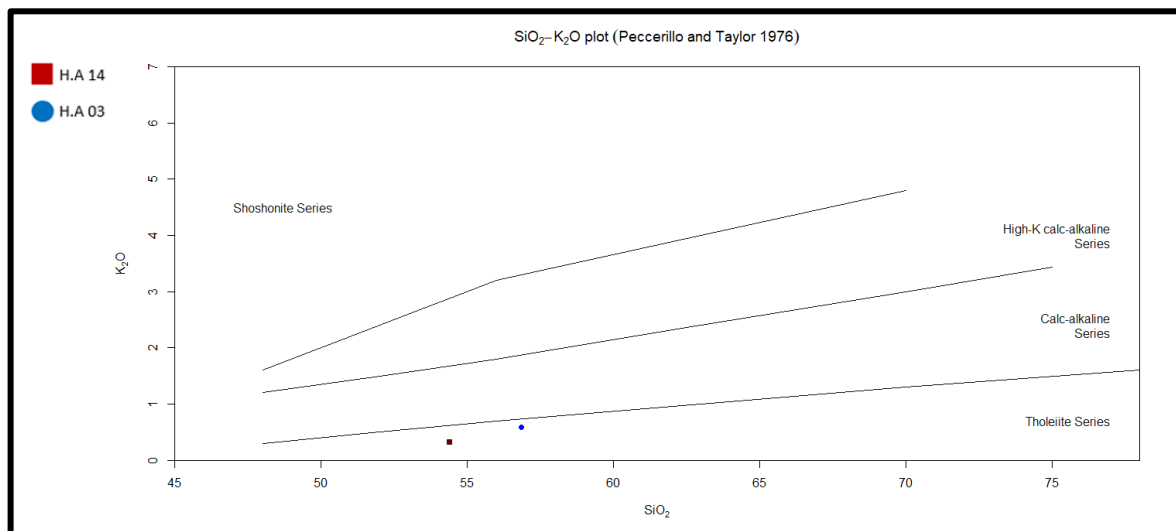
Hasil analisis untuk menentukan seri magma pembentuk batuan berdasarkan diagram segitiga Irvine Baragar pada sampel H.A 03 dan H.A 14 batuan piroklastik daerah Mootilango seri magma Tholeiite.



**Gambar 13.** Seri magma batuan piroklastik berdasarkan diagram AFM (Irvine & Baragar, 1971).

### 2. Klasifikasi Pacerillo dan Taylor (1976)

Hasil analisis untuk menentukan seri magma pembentuk batuan berdasarkan klasifikasi Pacerillo dan Taylor (1976) pada sampel H.A 03 dan H.A 14 batuan piroklastik daerah Mootilango mendapatkan hasil yang sama dengan klasifikasi Irvine Baragar yaitu seri magma Tholeiite



**Gambar 14.** Diagram afinitas magma batuan piroklastik (Peccerillo & Taylor, 1976)

## 4. KESIMPULAN

Dari hasil identifikasi petrologi batuan yang dijumpai merupakan batuan tuff kasar, tuff halus dan breksi piroklastik. Kemudian dari hasil identifikasi petrografi batuan. Batuan tuff daerah penelitian berdasarkan klasifikasi (Schmid, 1981) berjenis lithic tuff. Adapun hasil identifikasi dari analisis geokimia menunjukkan batuan tuff daerah penelitian termasuk batuan intermediet bersifat Basaltic andesite (BAS et al., 1986).

Kemudian analisis geokimia yang dilakukan untuk menentukan seri magma batuan menggunakan 2 klasifikasi yaitu; (Irvine & Baragar, 1971) dan (Peccerillo & Taylor, 1976) , hasil kedua klasifikasi didapati seri magma pada batuan adalah Tholeiite series. Dari hasil ini dapat diinterpretasikan bahwa produk batuan tuff pada daerah penelitian berasal dari periode letusan yang sama.

## 5. REFERENSI

- Afifansyah, M., & Rochmana, Y. Z. (2023). Studi Petrogenesis Batuan Tuff Menggunakan Analisis Petrografi Pada Formasi Kasai, Daerah Tungku Jaya, Kabupaten Ogan Komering Ulu, Provinsi Sumatera Selatan. *Jurnal Geomine*, 11(02), 111–120.
- Bachri, S. (2011). Neogene - Pleistocene Times in the Central Part of the North Arm of Sulawesi. *Jurnal Sumber Daya Geologi*, 21(3), 127–135.
- Bachri, S., Sukido, & Ratman, N. (1994). *Geologi Lembar Tilamuta, Sulawesi: Skala 1:250.000* (Issues 2216 \& 2217).
- Djaya, J. H. M., & Rachmadhan, H. D. (2024). Geologi dan Studi Fasies Gunungapi Awu , Daerah Bunglawang dan sekitarnya , Kecamatan Tahuna , Kabupaten Kepulauan Sangihe, Sulawesi Utara. *Journal Geological Processes, Risks and Integrated Spatial Modelling*, 02(01), 27–33.
- Fisher, R. V., & Schmincke, H.-U. (1984). Pyroclastic rocks and tectonic environment. In *Pyroclastic Rocks* (pp. 383–409). Springer Berlin Heidelberg.
- Harahap, B. H. (2010). Ciri Geokimia Batuan Vulkaniklastika di daerah Tanjung Balit, Sumatra Barat: Suatu Indikasi Kegiatan Magma pada Eosen. *Indonesian Journal on Geoscience*, 5(2), 75–91. <https://doi.org/10.17014/ijog.v5i2.94>
- Hilman, R. N. A., Zakaria, Z., Muslim, D., Rosana, M. F., & Patonah, A. (2020). Karakteristik Batuan di Daerah Cibule dan Sekitarnya, Kecamatan Cibeber, Kabupaten Cianjur Provinsi Jawa Barat. *Padjadjaran Geoscience Journal*, 4(5), 461–469.
- Irvine, T. N., & Baragar, W. R. A. (1971). A Guide to the Chemical Classification of the Common Volcanic Rocks. *Canadian Journal of Earth Sciences*, 8(5), 523–548. <https://doi.org/10.1139/e71-055>
- Le Bas, M. J., Le Maitre, R. W., Streckeisen, A., Zanettin, B., & on the Systematics of Igneous Rocks, I. S. (1986). A Chemical Classification of Volcanic Rocks Based on the Total Alkali-Silica Diagram. *Journal of Petrology*, 27(3), 745–750. <https://doi.org/10.1093/petrology/27.3.745>
- Pangulu, M. D., Kasim, M., & Hutagalung, R. (2022). Karakteristik Batuan Tuff Lapili Daerah Kecamatan Buawa Kabupaten Bone Bolango Provinsi Gorontalo. *JRST (Jurnal Riset Sains Dan Teknologi)*, 6(1), 53. <https://doi.org/10.30595/jrst.v6i1.11544>
- 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(1), 63–81. <https://doi.org/10.1007/BF00384745>
- Permanadewi, S., Maryanto, S., & Subandrio, J. (2017). Mineralogi dan Geokimia Tuf Berumur Tersier dan Kuartar di Daerah Cibadak, Sukabumi, Jawa Barat. *Jurnal Geologi Dan Sumberdaya Mineral*, 18(4), 211–224. <https://jgsm.geologi.esdm.go.id/index.php/JGSM/article/view/295>
- Rendiansyah, M., & Idarwati. (2024). Karakteristik TUF Formasi Ranau Daerah Paninjauan dan Sekitarnya, Oku Selatan, Sumatera Selatan. *Bulletin of Scientific Contribution: GEOLOGY*, 22(3), 265–272.
- Schmid, R. (1981). Descriptive Nomenclature and Classification of Pyroclastic Deposits and Fragments: Recommendations of IUGS Sub Commission on the Systematics of Igneous Rocks. *Geology*, 9, 41–43. [https://doi.org/10.1130/0091-7613\(1981\)9<41:DNACOP>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1130/0091-7613(1981)9<41:DNACOP>2.0.CO;2)
- Syah, M. A., Rosana, M. F., & Hardiyono, A. (2020). Karakteristik Petrologi Dan Geokimia Batuan Piroklastik Daerah Serawet Provinsi Sulawesi Utara. *Bulletin of Scientific Contribution: GEOLOGY*, 18(2), 139–150. <http://jurnal.unpad.ac.id/bsc>
- Yudiantoro, D. F., Subandrio, A., Irawan, A. B., Haty, I. P., Pambudi, S., Septyo, U. P., Afrilita, Yoni, D. R., Martasari, R. D., Aryanto, N. C., Abdurrachman, M., & Ulhaq, I. D. (2023). *Mendalami Batuan Piroklastik* (U. S. Pratomo (ed.); 1st ed.). Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat, UPN Veteran Yogyakarta.