

ANALISA GEOKIMIA ENDAPAN PIROKLASTIK DI SITUS LOYANG MENDALE & LOYANG UJUNG KARANG, ACEH TENGAH

Lismawaty¹⁾, Taufiqurrahman Setiawan²⁾ Ketut Wiradnyana²⁾

Teknik Geologi Institut Sains dan Teknologi TD. Pardede,
Jl. DR.TD. Pardede No. 8, Medan, Sumatera Utara

Balai Arkeologi Sumatera Utara, Jl. Seroja Raya Gg. Arkeologi No. 1, Tanjung Selamat,
Medan Tuntungan

Email: lismawarylismawaty@gmail.com, tokeeptheexplorer@gmail.com, ketut_wiradnyana@yahoo.com

Abstrak

Loyang (Gua) Mendale dan Loyang Ujung Karang merupakan situs arkeologi yang berada di Dataran Tinggi Gayo Aceh Tengah dan kedua situs tersebut teridentifikasi pernah menjadi tempat hunian dan tempat penguburan kebudayaan pra sejarah. Stratigrafi kedua siklus terdapat lapisan alamiah diatas lapisan budaya neolitik dan diatas lapisan budaya mesolitik, kedua lapisan alamiah tersebut dianggap sebagai pemutus berlangsungnya budaya/kehidupan di masa neolitik dan mesolitik. Hasil penelitian sebelumnya menunjukkan jenis endapan piroklastiknya berupa tuf yang terdiri dari tiga lapisan: lapisan tuf bawah berada diatas lapisan budaya neolitik, lapisan tuf tengah diatas lapisan budaya mesolitik dan lapisan tuf atas berada menerus diatas lapisan tuf tengah. Penelitian lanjutan ini dimaksudkan untuk mendetailkan hasil penelitian sebelumnya dengan analisa geokimia unsur utama batuan (*major element*) batuan melalui metode XRF (*X-Ray Fluorance*). Tujuan penelitian ini mengetahui siapa (batuan, komposisi) dari endapan alamiah, darimana asal dan bagaimana proses kehadiran lapisan alamiah di dalam kedua loyang atau proses alam apa yang berlangsung sehingga kedua loyang terindikasi dihuni, lalu ditinggalkan dan dihuni kembali. Analisa geokimia dilakukan pada empat sampel : 3 (tiga) sampel dari Loyang Mendale (lapisan bawah-tengah dan atas tuf) dan satu sampel dari Loyang Ujung Karang (lapisan tuf bawah) Analisa hasil geokimia endapan piroklastik menunjukkan lapisan tuf bawah Loyang Ujung Karang, lapisan bawah dan tengah loyang Mendale berasal dari magma bersifat dasitik, sedangkan lapisan tuf atas berasal dari magma yang bersifat andesitik. Mineral normatif hasil analisa CIPW (*Cross, Iddings, Pirson, and Washington*) terdiri dari mineral kuarsa, anortit, albit dan ortoklas (mineral felsik penyusun utama batuan). Perbedaan komposisi mineral dari magma dasitik dan andesitik ditunjukkan oleh perbedaan presentasi kehadirannya. Asal endapan piroklastik tuf dalam loyang Mendale dan Loyang Ujung Karang diduga berasal dari hasil erupsi/letusan Gunungapi Nama Salah. Hal tersebut didasarkan pada kesamaan jenis magmatik dan lokasi keberadaan Gunung Nama Salah yang berjarak dekat dan berada disisi barat kedua loyang.

Kata Kunci : Geokimia Batuan, Piroklastik, Arkeologi, Mendale, Ujung Karang.

PENDAHULUAN

Loyang (gua) Mendale dan Loyang Ujung Karang merupakan situs arkeologi di dataran Tinggi Gayo. lokasinya di tepi Danau Lautawar dan berdasarkan stratigrafinya terbukti telah menjadi tempat hunian dan penguburan kebudayaan pra sejarah (Setiawan, 2014 dan 2016). Stratigrafi situs arkeologi di Loyang Mendale secara berurutan dari tua kemuda (dari bawah ke atas) terdiri dari lapisan budaya mesolitik – lapisan budaya eolitik – lapisan alamiah – lapisan budaya Paleometalik – lapisan alamiah dan lapisan budaya sejarah/Present (Wiradnyana, 2014). Keberadaan kedua lapisan alamiah diantara lapisan budaya menjadi menarik, karena kedua lapisan alamiah tersebut dianggap sebagai pemutus kebudayaan neolitik dan pemutus kebudayaan paleometalik. Artinya kebudayaan masa neolitik dan paleometalik berakhir karena adanya suatu poses alam sehingga loyang ditinggalkan sebagai tempat hunian.

Penelitian Lismawaty (2018) terhadap lapisan alamiah bahwa lapisan alamiah yang berada diantara lapisan budaya tersebut adalah endapan piroklastik (endapan material hasil letusan gunung api) berupa tuf. Berdasarkan ukuran butir dan posisi kedudukan lapisannya, kedua lapisan piroklastik tuf yang berada di dua lapisan budaya tersebut terdiri dari tiga lapisan, dimana lapisan tuf bawah berada diatas lapisan budaya Neolitik, lapisan tuf tengah berada diatas lapisan budaya Paleometalik dan lapisan tuf atas berada secara menerus diatas lapisan tuf tengah. Lapisan tuf bawah dan tuf tengah tergolong lapisan tuf halus dengan ukuran dominan < 0,25 mm (namun lapisan tuf bawah lebih halus dibanding tuf tengah), sedangkan tuf atas tergolong tuf kasar atau dominan berukuran 0,25 – 2 mm atau secara umum ketiga lapisan relatif mengasar keatas atau menghalus ke bawah (Lismawaty 2019). Di Loyang Ujung Karang hanya terdapat satu lapisan endapan tuf dan karakter teksturnya

sama dengan lapisan tuf bawah Loyang Mendale, yaitu lapisan tuf halus.

Hasil analisa petrografi, yaitu berdasarkan komposisi material penyusun endapannya, diketahui lapisan tufnya jenis *crystal tuff*, yaitu endapan tuf yang didominasi kristal/mineral (Lismawaty, 2018 dan 2019) dan dari jenis mineralnya diduga endapan tuf berasal dari magma andesitik atau magma bersifat intermedier.

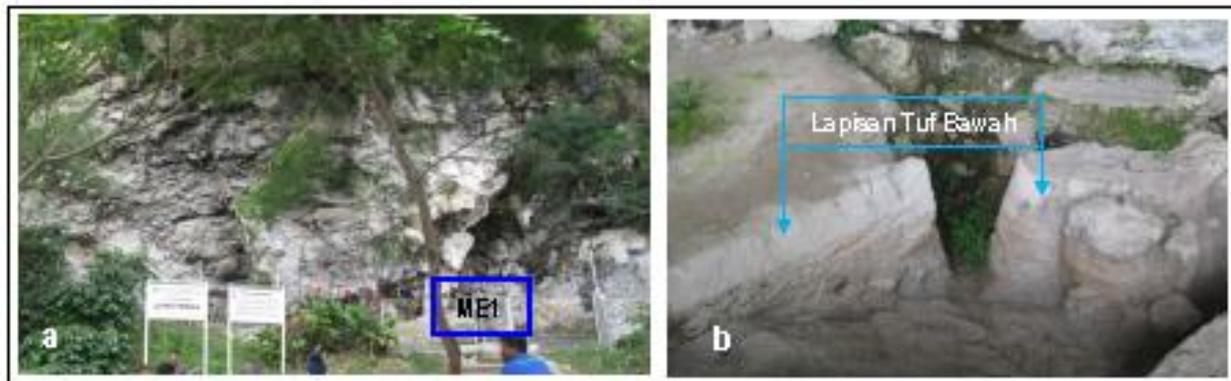
Penelitian endapan piroklastik secara petrografi yang telah dilakukan masih bersifat kualitatif sehingga diperlukan penelitian lebih detail yang bersifat kuantitatif, salah satunya dengan analisa geokimia endapan piroklastik atau endapan tuf. Dari penelitian analisa geokimia endapan piroklastik akan diperoleh jenis magma pembentuk endapan piroklastik yang lebih pasti dibanding berdasarkan analisa petrografi. Komposisi mineral normatif berdasarkan geokimia juga akan diketahui dari hasil penelitian ini. Selanjutnya dengan diketahui jenis magmanya, maka akan diketahui lebih pasti asal erupsi atau asal vulkanik pembentuk endapan piroklastik dan bagaimana terbentuk atau hadirnya endapan piroklastik di Loyang Mendale maupun di Loyang Ujung Karang.

METODE PENELITIAN

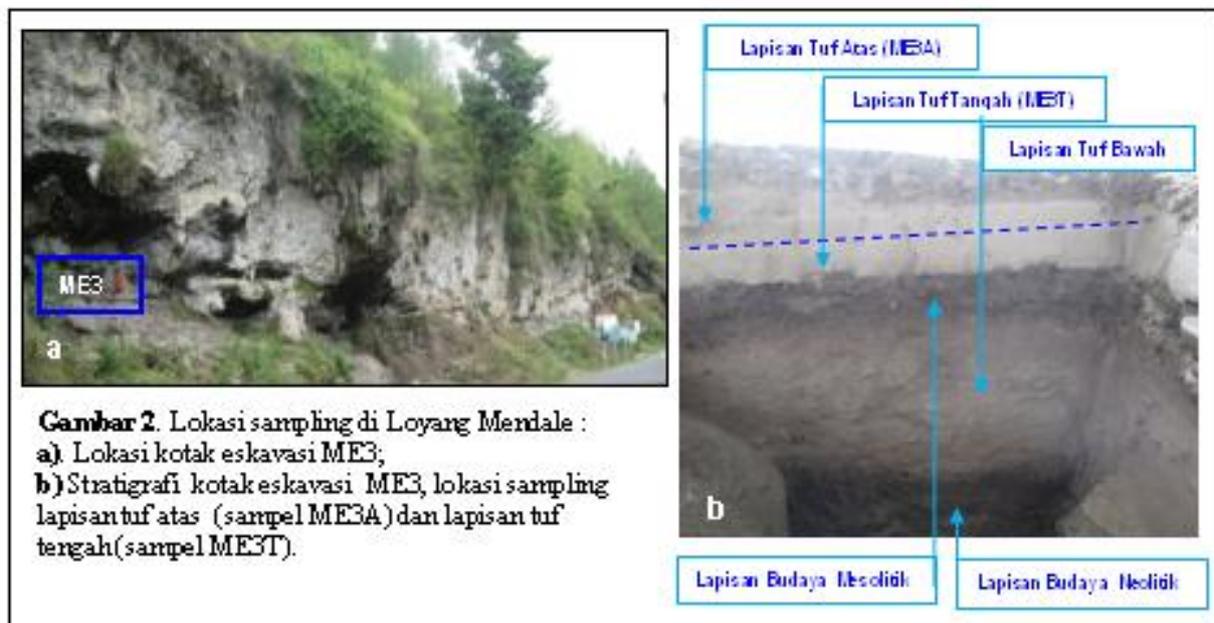
Sampel untuk analisa geokimia endapan piroklastik diambil dari dua kotak eskavasi Loyang Mendale dan dari satu kotak eskavasi Loyang Ujung Karang. Di Loyang Mendale diambil tiga sampel, yaitu sampel lapisan tuf bawah dari kotak eskavasi kode ME1B (Gambar 1) dan sampel lapisan tuf tengah dan lapisan tuf atas diambil dari kotak eskavasi kode ME3T dan ME3A (Gambar 2). Di Loyang Ujung Karang, sampel diambil dari lapisan tuf bawah dengan kode UK (Gambar 3). Lokasi sampling untuk geokimia ini sama dengan lokasi sampling untuk analisa granulometri dan analisa petrografi yang dilakukan Lismawaty pada tahun 2018 dan 2019.

Analisa geokimia endapan piroklasrik yang dilakukan berupa analisa unsur utama (*mayyor element*) menggunakan metode XRF (*X-Ray Fluorance*) dan analisa kimia dilakukan di PT. Intertek Utama Services. Hasil atau data analisa geokimia selanjutnya dianalisa dengan *software* ioGAS 7.10 untuk mendapatkan informasi nama dan jenis

magma pembentuk endapan piroklastik. Sedangkan untuk mengetahui komposisi mineral normatif dari hasil analisa kimia, maka data atau hasil analisa geokimia di proses menggunakan metode perhitungan *CIPW* (*Cross, Iddings, Pirson, and Washington*).



Gambar 1. Lokasi sampling di Loyang Mendale : a). Lokasi kotak eskavasi ME1; b) lapisan tuf bawah (sampel ME1B)



Gambar 2. Lokasi sampling di Loyang Mendale : a). Lokasi kotak eskavasi ME3; b) Stratigrafi kotak eskavasi ME3, lokasi sampling lapisan tuf atas (sampel ME3A) dan lapisan tuf tengah (sampel ME3T).



Gambar 3. Lokasi sampling di Loyang Ujung Karang : a) Lokasi kotak eskavasi, b) lapisan tuf bawah (sampel UK)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisa kimia mayor element dari keempat sampel endapan tuf ditampilkan pada tabel 1. Analisa geokimia batuan hendaknya dilakukan pada batuan kondisi segar dan bila batuan kondisi lapuk, maka hasil analisa geokimia nya harus diserasus persenkan sebelum di proses lanjut. Kondisi batuan lapuk atau kondisi segar akan diketahui dari nilai LOI (*Lost on Ignition*). Gill (2010) dalam Habib 2017 menyatakan batuan segar jika nilai toleransi maksimum LOI kurang dari 2.5%.

Tabel 1. Hasil analisa geokimia endapan piroklastik

Mayor Element (% wt)	Sampel			
	ME1B	ME3T	ME3A	UK
SiO ₂	62,62	62,36	60,23	63,41
CaO	4,90	5,29	6,07	4,65
K ₂ O	2,66	2,50	2,06	2,70
Fe ₂ O ₃	4,73	4,82	5,69	4,14
MnO	0,13	0,13	0,13	0,12
P ₂ O ₅	0,18	0,21	0,17	0,18
Al ₂ O ₃	16,48	16,69	17,67	16,20
Na ₂ O	3,21	3,22	3,51	3,23
Cr ₂ O ₃	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
MgO	1,74	1,75	1,88	1,74
TiO ₂	0,44	0,43	0,49	0,39
LOI	2,09	1,96	1,37	2,33
S	0,03	0,03	0,03	0,03

Keterangan:

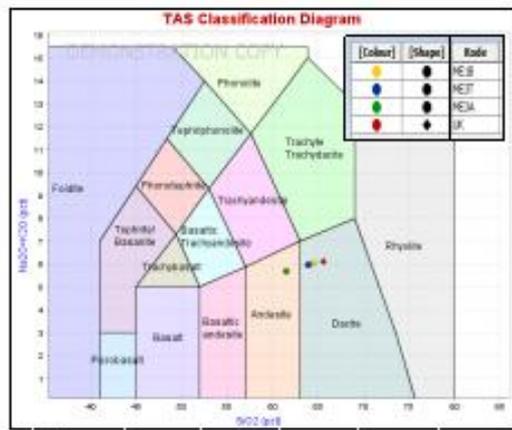
ME1B	: Sampel Mendale Lapisan Tuffawah
ME3T	: Sampel Mendale Lapisan Tuffengah
ME3A	: Sampel Mendale Lapisan Tuffatas
UK	: Sampel Ujung Karang Lapisan Tuffawah

Pada tabel 1 terlihat keempat sampel menunjukkan kondisi endapan piroklastik masih tergolong segar, ditunjukkan oleh nilai LOI (*Lost on Ignition*) bernilai < 2,5 % atau berada diantara 1,37 – 2,33 %, artinya keempat sampel batuan dapat langsung diproses untuk dianalisa lanjut sesuai kebutuhan.

Jenis dan Nama Magma Pembentuk Endapan Piroklastik

Berdasarkan kandungan SiO₂, jenis magma pembentuk endapan piroklastik di Loyang Mendale dan Ujung Karang dari jenis magma intermedier, dimana kandungan SiO₂ antara 60,23 – 63,41 % (Hugnes, 1962 dan Le Bas, 1989 dalam Rollinson 1993).

Berdasarkan komposisi kimianya, yaitu dari nilai silikat (SiO₂) dan total nilai alkali (Na₂O dan K₂O) atau yang dikenal dengan diagram TAS (Total Alkali Silika) oleh Le Bas et al, 1986 (dalam Rollinson 1993) diperoleh nama batuan dan/atau sifat kimiawi batuan endapan piroklastik nya.



Keterangan :	
ME1B	: Sampel Mendale Lapisan TufBawah
ME1T	: Sampel Mendale Lapisan TufTengah
ME3A	: Sampel Mendale Lapisan TufAtas
UK	: Sampel Ujung Karang Lapisan TufBawah

Gambar 4. Hasil plotting sampel endapan piroklastik Loyang Mendale dan Loyang Ujung Karang dalam diagram TAS (Le Bas et al, 1986)

Pada diagram TAS (Gambar 4) terlihat lapisan tuf bawah dan lapisan tuf tengah endapan piroklastik Mendale berupa dasit dan/atau bersifat dasitik, begitupun dengan lapisan tuf bawah Loyang Ujung Karang. Sedangkan lapisan tuf atas Loyang Mendale berupa andesit atau bersifat andesitik.

Berdasarkan hasil analisa geokimia, nama tuf endapan piroklastik pada lapisan tuf bawah dan lapisan tuf tengah Loyang Mendale dan lapisan tuf bawah Loyang Ujung Karang adalah *Dasitic Tuff* (Fisher, 1984), sedangkan nama lapisan tuf atas Loyang Mendale adalah *Andesitic Tuff* (Fisher, 1984). Hasil analisa petrografi lapisan atas tuf Loyang Mendale juga berupa *Andesitic Tuff* dari jenis *crystal tuff* (Lismawaty, 2018).

Dilihat dari kesamaan jenis magmanya, diinterpretasikan lapisan tuf bawah dan lapisan tuf tengah Loyang Mendale berasal dari sumber vulkanik/gunung api yang sama, namun berbeda waktu pembentukannya.

Begitupun lapisan tuf bawah Loyang Ujung Karang berasal dari vulkanik yang sama dengan lapisan tuf bawah Loyang Mendale. Sedangkan lapisan tuf atas Loyang Mendale

bisa jadi terbentuk dari sumber vulkanik yang sama, namun terjadi evolusi jenis magmanya.

Komposisi Mineral Pembentuk Endapan Piroklastik

Analisa komposisi mineral berdasarkan data geokimia unsur utama batuan ditentukan dengan perhitungan normatif menggunakan metode *Norm CIPW* (Cross, Iddings, Pirson, and Washington) dan dalam penelitian ini merujuk pada Hollocher (2004). Dalam perhitungan normatif bermacam-macam komposisi oksida batuan dikombinasikan dalam bentuk suatu susunan dan selanjutnya membentuk suatu seri-seri mineral normatif (Carmichael, dkk, 1974. dalam Warmada, dkk, 2009).

Dari hasil perhitungan CIPW, diperoleh komposisi mineral dari masing-masing lapisan tuf seperti ditampilkan pada tabel 2. Komposisi mineral yang hadir sangat tergantung dari jenis magmanya. Hal tersebut dapat terlihat dari hubungan antara diagram TAS gambar 4 dengan distribusi mineral yang hadir dari masing-masing lapisan tuf pada tabel 2, khususnya dilihat dari mineral felsik (kuarsa, anortit, albit dan ortoklas). Perbedaan jenis magma andesitik dan magma dasitik, secara mineral dapat dilihat dari presentasi kehadiran mineral kuarsa, anortit, mineral alkali (albit + ortoklas). Pada tabel 2 terlihat magma dasitik pada lapisan tuf bawah (kode sampel ME1 dan UK) dan lapisan tuf tengah (kode sampel ME3B dan ME3T) menghasilkan mineral kuarsa dan mineral alkali lebih banyak hadir dibanding magma andesitik dari lapisan tuf atas (kode sampel ME3A). Sebaliknya mineral anortit akan lebih banyak hadir di magma andesitik dibanding magma dasitik.

Tabel 2. Mineral Normatif Hasil Perhitungan CIPW Dari endapan piroklastik Loyang Mendale dan Ujung Karang.

Mineral	Komposisi Mineral Normatif (%)			
	ME3A	ME3T	ME1B	UK
Kuarsa	15,18	18,93	19,85	21,08
Anortit	26,73	23,61	23,14	22,15
Albit	30,29	28,77	27,92	28,26
Ortoklas	12,85	15,64	16,70	17,07
Apatit	0,42	0,51	0,42	0,42
Diopsid	2,49	23,61	0,67	0,51
Hipersten	8,19	7,60	7,99	7,63
Pirit		0,60	0,60	0,06
Limerit		0,84	0,85	0,76
Muskopit	2,52	2,15	2,12	1,86
Zirkon	0,01	0,01	0,01	0,01

Keterangan:

ME1B	: Sampel Mendale Lapisan TuffBawah
ME3T	: Sampel Mendale Lapisan TuffTengah
ME3A	: Sampel Mendale Lapisan TuffAtas
UK	: Sampel Ujung Karang Lapisan TuffBawah

Mineral mafik yang umum hadir di magma dasitik maupun andesitik adalah mineral ampibol (hornblende) dan biotit, namun pada tabel 2 kedua mineral tersebut tidak hadir. Sementara hasil analisa petrografi terhadap keempat sampel lapisan tuf mineral hornblende dan biotit hadir (Lismawaty, 2018 dan 2019). Ketidak hadiran mineral biotit dan hornblende dikarenakan mineral yang diperhitungkan dalam analisis ini adalah mineral-mineral *anhydrous*. Karenanya batuan yang mengandung gugus hidroksil atau hidra esensial seperti hornblende dan biotit maupun muskopit akan memperlihatkan penyimpangan, dimana dalam perhitungan normatif mineral-mineral tersebut akan diwakili oleh mineral hidrous sederhana. Sebagai contoh mineral muskopit dalam normatif akan diperhitungkan sebagai mineral ortoklas, korondum. Demikian juga mineral biotit dalam normatif akan diwakili oleh mineral leusit dan olivin. Pada batuan yang lebih asam, leusit dan olivin akan diganti oleh ortoklas dan hipersten (Hall,1987 dalam Warmada, dkk, 2009).

Asal Endapan Piroklastik di Situs

Pada peta geologi lembar Takengon (Cameron N.R, dkk, 1983), batuan hasil erupsi gunung api atau batuan piroklastik yang berada disekitar Loyang Mendale dan loyang Ujung Karang adalah batuan piroklastik dari pusat Gunung Geureudong (Qvg), berada disisi barat loyang dan menyebar berarah Utara Selatan (Gambar 5). Di areal erupsi Geuredong terdiri dari beberapa satuan erupsi, secara berurutan dari umur paling tua (Plio-Pleistosen) sampai keumur muda (Holosen) berupa erupsi Gunung Tuan (QTvtu), erupsi Gunung Enang Enang (Qvee), erupsi Gunung Pepanji (Qvp), erupsi Gunung Nama Salah (Qvns), erupsi Gunung Lanpahan (Qvl) dan yang paling muda erupsi Gunung Telong (Qvtg). Dari keenam satuan gunung api tersebut, hanya produl letusan Gunung Nama Salah dan Gunung Telong yang batuan piroklastiknya berasal dari magma andesitik dan dasitik (selebihnya dari magma andesitik). Pusat erupsi Gunung Nama Salah persis di sisi Barat dan lokasi nya sangat dekat dengan kedua loyang. Sedangkan pusat erupsi Gunung Telong berada bagian utara dan lokasi nya lebih jauh dari dua loyang.

Berdasarkan hasil analisa geokimia endapan piroklastik di kedua loyang dan dengan memperhatikan arah mulut/bukaan kedua gua atau loyang yang relatif berarah Barat Daya serta memperhatikan sebaran dan posisi pusat erupsi vulkanik di sekitar loyang, maka diinterpretasikan endapan piroklastik di kedua loyang berasal dari material erupsi Gunung Nama Salah.



Gambar 5. Lokasi Loyang Mendale dan Loyang Ujung Karang dalam Peta Geologi Lembar Takengon. Sebaran dan jenis magmatik satuan erupsi dari pusat erupsi Gunungapi Geurendong berada disisi barat kedua loyang, Sumber: Cameron N.R, at al (1983).

KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari analisa hasil geokimia endapan piroklastik di Loyang Mendale dan Loyang Ujung Karang adalah ::

1. Jenis magma pembentuk endapan piroklastik di kedua loyang berupa magma intermedier dari jenis dasitik untuk lapisan tuf bawah dan lapisan tuf tengah dan jenis andesitik untuk lapisan tuf atas.

2. Mineral utama pembentuk batuan yang hadir dikedua loyang berupa mineral kuarsa, plagioklas dari jenis anortit dan albit), mineral kalium felspar jenis ortoklas. Sedangkan mineral mafik penyusun batuan yang hadir berupa diopsit dan hipersten. Perbedaan komposisi mineral dari magma andesitik dan dasitik dibedakan dari presentasi kehadirannya.
3. Berdasarkan kesamaan komposisi kimia antara endapan piroklastik di kedua loyang dengan komposisi batuan hasil erupsi di sekitar kedua loyang, endapan piroklastik di kedua loyang berasal material erupsi Gunung Nama Salah yang berada dekat dan berada di sisi barat kedua loyang. .

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian Geokimia endapan piroklastik di Loyang Mendale dan Loyang ujung Karang terselenggara atas permintaan pihak Badan Arkeologi Sumatera Utara kepada penulis (tenaga ahli geologi) untuk terlibat dalam penelitian *Austronesia di Indonesia bagian Barat (Kajian Budaya Austronesia Prasejarah di Wilayah Budaya Gayo)*. Untuk itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih pada pihak Balar, terkhusus pada Bapak Dr, Ketut Wiradnyana, M.Si dan Bapak Taufiqurrahman Setiawan, S.Ark., M.Ark. Terima kasih juga pada saudari Windi (Asisten geologist) yang telah membantu dalam memproses data-data geokimia dengan software.

DAFTAR PUSTAKA

- Cameron, N.R., Bennett, J.D., Bridge, M.C.G., Clarke., Djunaidi, A., Ghazali, S.A., Harahap, H., Jeffery, D.H., Keats, W., Ngabito, H., Rocks, N.M.S., Thompson, S.J. 1983. *Peta Geologi Lembar Takengon, Sumatera*. Bandung. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.

- Fisher, R.V., Schincke, H.U, 1984.*Pyroclastic Rocks*, Berlin Heidelberg New York Tokyo, Springer-Verlag.
- Hollocher,K (2004), *Norm CIPW(Cross, Iddings, Pirssons and Washington)*, Geology departement, union college.
- Lismawaty.,Wiradnyana, Ketut., Taufiqurrahman, Setiawan, 2019., *Erupsi Gunung Nama Ssalah: Proses Geologi Pemutus Siklus Budaya di Dataran Tinggi Gayo - Aceh Tengah*, Seminar Nasional Ke-12, Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Lismawaty, 2018, *Penelitian Geologi di Situs Loyang Mandale dan sekitarnya, Kecamatan Aceh Tengah Propinsi Aceh*. Laporan Penelitian Ke Balai Arkeologi Sumatera Utara. (tidak diterbitkan)
- Ramdhiani, Mendy Aisha, dkk. (2018). *Analisa Unsur Utama dan Unsur Jejak dalam Identifikasi Petrogenesis pada Batuan Beku Gunung Galunggung, Jawa Barat*. Proceeding, Seminar Nasional Kebumihan ke-11.
- Setiawan, Taufiqurrahman. 2014. *Analisis Stratigrafi Kronologi Hunian Situs Loyang Ujung Karang, Aceh Tengah*. Berkala Arkeologi (34) 1: 37-54
- _____. 2016.*Model Penguburan di Loyang Mendale Dan Loyang Ujung Karang, Aceh Tengah, Provinsi Aceh*.Tesis pada Program Pascasarjana S2-Arkeologi Fakultas Ilmu Budaya Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.(tidak diterbitkan).
- Rolinson, Hug. R. (1993), *Using Geochemical Data: Evaluation, Presentation, Interpretation*. Edinburgh. Pearson Education Limited.
- Wiradnyana, Ketut, 2014. *Austronesia di Indonesia bagian Barat (Kajian Budaya Austronesia Prasejarah di Wilayah Budaya Gayo)*. Laporan Penelitian Arkeologi (tidak diterbitkan).
- Wilson, M., 1989, *Igneous Petrogenesis : A Global Tectonic Approach*, Dordrecht, Ssprinter.
- Hollocher,K (2004), *Norm CIPW(Cross, Iddings, Pirssons and Washington)*, Geology departement, union college.