

# **Submit New Journal**

The screenshot shows a computer screen displaying a web browser with the URL [ppjp.ulm.ac.id/journal/index.php/es/author/submission/11856](https://ppjp.ulm.ac.id/journal/index.php/es/author/submission/11856). The page is titled "EnviroScientiae" and is described as a "Jurnal Ilmiah Bidang Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan". The right side of the page displays the journal's contact information: "Print ISSN 1978 - 8096" and "Online ISSN 2302-3708". A navigation menu at the top includes links for HOME, ABOUT, USER HOME, SEARCH, CURRENT, ARCHIVES, and ANNOUNCEMENTS. Below the menu, a breadcrumb trail indicates the user is viewing the "Summary" page for submission #11856. The main content area shows the submission details, including the author's name (Aang Panji Permana), title (KAJIAN PELAPUKAN GRANIT DAERAH LEATO BERDASARKAN ANALISIS XRD DAN SEM), and submission date (October 23, 2021). The sidebar on the right contains sections for "USER" (logged in as aangpanji, with links to My Journals, My Profile, and Log Out) and "JOURNAL MENU" (Editorial Team, Reviewer, Peer Review Process, Publisher, Focus And Scope, Copyright, and Author Fees). The status bar at the bottom of the browser window shows the temperature as 76°F and the date/time as 11/7/2022 9:11 PM.

## [ES] Submission Acknowledgement

Eksternal

Kotak Masuk



**Basir Achmad** [psdal.unlam@gmail.com](mailto:psdal.unlam@gmail.com) lewat [server.ulm.ac.id](http://server.ulm.ac.id) Sab, 23 Okt  
2021 21.30

kepada saya

The following message is being delivered on behalf of EnviroScientiae.

---

hello Aang Panji Permana:

Thank you for submitting the manuscript, "KAJIAN PELAPUKAN GRANIT DAERAH LEATO BERDASARKAN ANALISIS XRD DAN SEM" to EnviroScientiae. With the online journal management system that we are using, you will be able to track its progress through the editorial process by logging in to the journal web site:

Manuscript URL:

<https://ppjp.ulm.ac.id/journal/index.php/es/author/submission/11856>

Username: aangpanji

If you have any questions, please contact me. Thank you for considering this journal as a venue for your work.

Basir Achmad  
EnviroScienteae

---

EnviroScienteae  
<http://ppjp.ulm.ac.id/journal/index.php/es>

## **KAJIAN PELAPUKAN GRANIT DAERAH LEATO BERDASARKAN ANALISIS XRD DAN SEM**

***Weathering Study of Leato Area Granite Based on XRD and SEM Analysis***

Ronal Hutagalung<sup>1)</sup>, Aang Panji Permana<sup>2)\*</sup>, Dewi Rahmawaty Isa<sup>3)</sup>  
<sup>1,2,3)</sup> Fakultas Matematika dan IPA, Universitas Negeri Gorontalo

\*Correspondence e-mail: aang@ung.ac.id

### **Abstract**

Weathering is a natural process due to the work of exogenous forces both physically and chemically which results in the breakdown of rocks and constituent minerals into loose materials. Weathering can cause compact and resistant granite to move easily, causing rock fall in the Leato area, Gorontalo City. For this reason, the purpose of this study was to examine the level of weathering of granite based on X-Ray Diffraction (XRD) and Scanning Electron Microscope Analysis (SEM) analysis. The research objectives will be achieved through two methods, namely field surveys and laboratory analysis in the form of XRD and SEM analysis. Based on the results and discussion that granite rocks have undergone weathering. Evidence of weathering is clearly shown in SEM photos, namely weathering occurs at the edges of granite rocks.

**Keywords :** *Granite, Leato, SEM, Weathering, XRD*

### **PENDAHULUAN**

Pelapukan merupakan proses alamiah akibat bekerjanya gaya-gaya eksogen baik secara fisik maupun kimiawi yang mengakibatkan pemecahan dan transformasi batuan serta mineral-mineral penyusun menjadi material lepas (*regolith*) di permukaan bumi (Hakim *et al*, 1986)

Pelapukan tanah dan mineral yang melalui kontak dengan atmosfer bumi,

biota dan air, terjadi pada tempat sama, tanpa melalui pergerakan atau belum mengalami transportasi. Dua klasifikasi penting yakni pelapukan fisik dan pelapukan kimia, masing-masing biasanya melibatkan komponen biologis. Proses kimia, fisika dan biologi merupakan proses pelapukan yang sulit dibedakan di lapangan, oleh karena ketiganya dapat bekerja bersama-sama pada suatu batuan (Boggs, 1995).

Penelitian pelapukan sangat penting terutama pada batuan yang kompak dan resisten seperti batuan granit. Karena fakta di daerah selatan Gorontalo ternyata sampai saat ini kasus dan kejadian *rock fall* dan longsor berulang kali terjadi. Padahal batuan granit dikenal kompak dan resisten. Penelitian terakhir mengenai longsor di daerah Gorontalo dilakukan oleh Lihawa *et al.*, 2021. Hasil penelitiannya menunjukkan beberapa tipe longsor beserta penyebabnya.

Daerah selatan Gorontalo tersusun beberapa formasi yakni Formasi Tinombo (Teot), Gunungapi Bilungala (Tmbv), Diorit Bone (Tmb), Gunungapi Pinogu (Tqpv) dan Batugamping Terumbu (Ql) (Apandi dan Bachri, 1997). Peneltian lebih detail di Lengan Utara Sulawesi banyak dilakukan yang menghasilkan satuan batuan hingga fasies batugamping (Permana dan Eraku, 2017; Permana, 2019; Permana *et al.*, 2019a; Permana *et al.*, 2020; Permana dan Eraku, 2020; Permana *et al.*, 2021a; 2021b).

Daerah penelitian merupakan busur gunung api yang terbentuk karena adanya tunjaman ganda (Simandjuntak, 1986). Lengan Utara Sulawesi juga mengalami proses tektonik pengangkatan mengacu batugamping Gorontalo di bagian utara dengan kecepatan sebesar 0,0699-0,0724 mm/tahun (Permana *et al.*, 2019b).

Berdasarkan latar belakang tersebut maka disusun tujuan utama penelitian ini yakni mengkaji tingkat pelapukan batuan granit daerah Leato berdasarkan analisis *X-Ray Diffraction* (XRD) dan *Scanning Electron Microscope* (SEM) .

## METODE PENELITIAN

Lokasi penelitian daerah Leato Kecamatan Dumbo Raya Kota Gorontalo yang merupakan perbukitan terjal di bagian selatan Lengan Utara Sulawesi. Posisi geografis berada pada koordinat (123°0'00" - 123°10'00" Bujur Timur dan 0°30'00" Lintang Utara) (Gambar 1).



Gambar 1. Lokasi penelitian Daerah Leato Kecamatan Dumbo Raya Kota Gorontalo

Sumber : Google Earth tahun 2021

Obyek penelitian adalah singkapan batuan beku yang berada di sepanjang jalan trans Sulawesi bagian selatan. Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini yakni kualitatif dan kuantitatif. Analisis kualitatif berupa survei lapangan berupa analisis petrologi dan pengambilan sampel. Pengambilan sampel untuk analisis *X-Ray Diffraction* (XRD) dan *Scanning Electron Microscope* (SEM) untuk analisis kuantitatif.

XRD adalah teknik yang digunakan untuk mengetahui sifat bahan sebagai kristal atau amorf. Analisis XRD Ini akan menentukan kuantifikasi bahan semen, karena analisis XRD dilakukan dengan sumber sinar-X radiasi Cu K $\alpha$  ( $\lambda = 1,5406$ ) (Moore dan Reynold, 1997; Vishwakarma dan Uthaman, 2020).

SEM adalah jenis mikroskop elektron yang mencitrakan permukaan sampel oleh pemindaian dengan pancaran tinggi elektron. Elektron yang berinteraksi dengan atom yang membentuk sampel menghasilkan sinyal yang berisi informasi tentang sampel dari permukaan topografi, komposisi dan sifat lainnya seperti daya konduksi listrik. SEM terdiri dari seberkas elektron yang memindai permukaan sampel yang akan dianalisis sebagai tanggapan, kembali memancarkan partikel tertentu. Partikel ini dianalisis oleh detektor yang berbeda yang memungkinkan untuk merekonstruksi gambar tiga dimensi dari

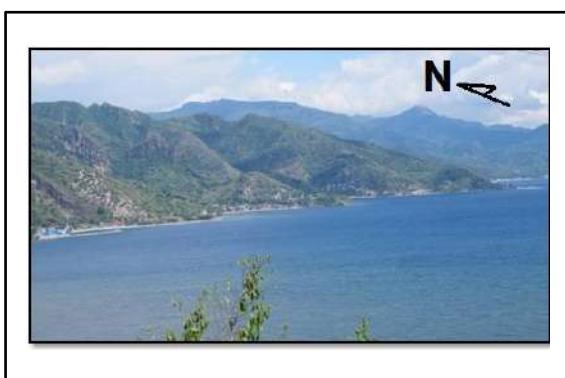
permukaan (Knoll, 1935; von Ardenne, 1937; Mc. Mullan, 2006).

Analisis XRD-SEM dilakukan untuk mengetahui susunan unsur pada batuan serta penampakan mikroskopisnya. Analisis data dilakukan dengan cara membandingkan data yang diperoleh dari hasil pengamatan di lapangan, dan analisis XRD-SEM.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil survei lapangan menunjukkan geomorfologi daerah penelitian berupa satuan morfologi tersayat tajam. Penentuan satuan morfologi berdasarkan klasifikasi Van Zuidam (1985). Klasifikasi ini mengacu pada pendekatan morfometri, satuan bentang alam ini memiliki kemiringan lereng rata - rata  $23,26^{\circ}$ - $24,03^{\circ}$ , dengan persentase sudut lereng sekitar 51,72–53,41%, dan beda tinggi sekitar 223-430 meter di atas permukaan laut.

Pendekatan morfografi juga dilakukan melalui pengamatan secara langsung di lapangan. Daerah penelitian merupakan perbukitan dengan lereng yang relatif terjal, bentuk puncak relatif tumpul dan lembah antara perbukitannya relatif membentuk penampang berbentuk huruf "v" (Gambar 2).

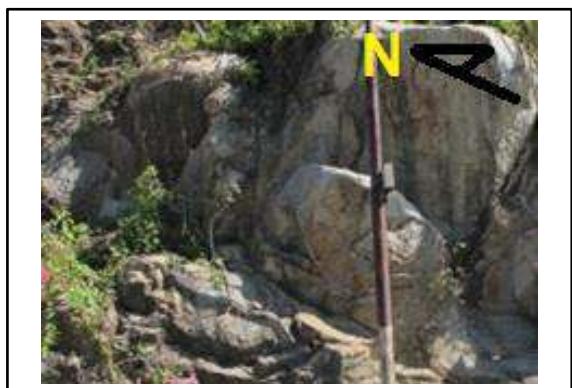


Gambar 2. Kenampakan morfologi perbukitan terjal difoto dari laut daerah Leato.

Sumber : Ronal Hutagalung tahun 2021

Litologi daerah penelitian terdiri atas satuan granit. Satuan granit ini termasuk

batuan intrusi tertua di daerah penelitian yang berumur Miosen Akhir (Apandi dan Bachri, 1997). Satuan granit ini merupakan bagian dari pada kontinen Sulawesi yang mengintrusi batuan alas batuan metamorf dan granulit. Hal ini ditunjukkan oleh kehadiran fragmen-fragmen granit dalam breksi vulkanik di daerah sekitar pelabuhan Gorontalo.

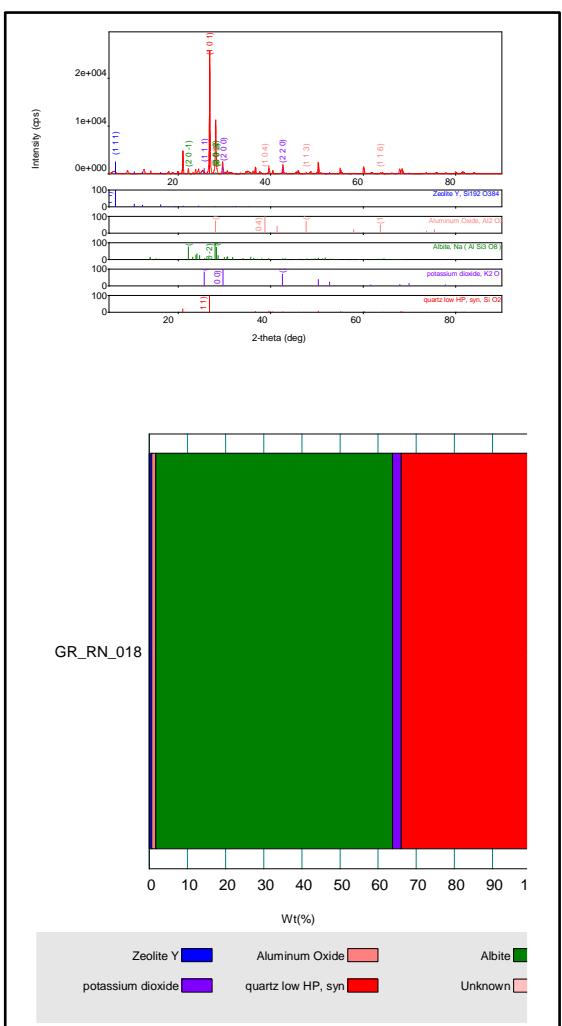


Gambar 3. Singkatan batuan beku granit di lokasi penelitian.

Sumber : Ronal Hutagalung tahun 2021

Secara fisik batuan granit di lokasi penelitian menunjukkan kenampakan lapangan berwarna terang, segar berwarna abu-abu keputihan, lapuk berwarna putih kecoklatan, tekstur faneroporfiritik, ortoklas sebagai mineral fenokris (Gambar 3).

Di lapangan selain pelapukan fisik (mekanis) juga ditemukan pelapukan kimiawi terhadap batuan granit. Hasil analisa laboratorium dengan menggunakan analisa kualitatif XRD dan SEM pada granit yang telah mengalami pelapukan. Analisis XRD adalah teknik analisa untuk mengetahui mineral apa saja yang terkandung dalam sebuah bahan, yang bekerja berdasarkan difraksi sinar X yang dihamburkan oleh sudut kristal material yang dianalisis.



Gambar 4. Diagram analisis kualitatif XRD dari komposisi mineral dalam batuan beku granit.

Sumber : Ronal Hutagalung tahun 2021

Untuk analisis XRD dapat dilihat pada grafik diagram pada (Gambar 4). Sedangkan untuk hasil analisis kualitatif XRD secara lengkap dapat dilihat pada (Tabel 1). Pada Tabel 1 menunjukkan komposisi mineral pada batuan granit berupa zeolit, albit, kuarsa, aluminium oksida, dan potassium dioksida..

Tabel 1. Hasil analisa kualitatif XRD pada granit yang telah mengalami pelapukan (nomor sampel GR/RN/18).

Phase Name	Formula	Content (%)
Zeolite Y	Si192 O384	0,71(3)

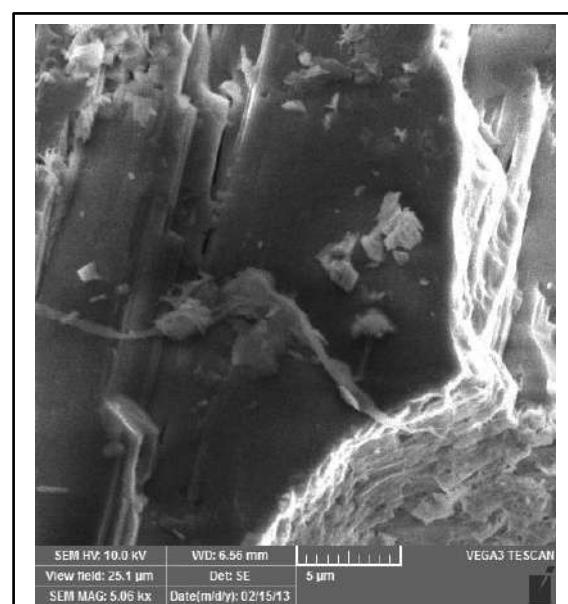
Aluminum Oxide	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,99(18)
Albite	Na ( Al Si <sub>3</sub> O <sub>8</sub> )	62(3)
potassium dioxide	K <sub>2</sub> O	2,29(10)
quartz low HP, syn	SiO <sub>2</sub>	33,9(3)

Sumber : Ronal Hutagalung tahun 2021

Analisis SEM dilakukan untuk mendukung analisis kualitatif XRD. Analisis SEM dilakukan untuk mengetahui kandungan apa saja yang terdapat dalam sebuah bahan dengan menggunakan perbesaran bayangan benda hingga 100.000 kali. Analisis SEM bisa mendukung bukti bahwa batuan beku granit telah mengalami pelapukan pada bagian pinggir atau tepi (Gambar 5).

Berdasarkan analisis kualitatif XRD dan SEM, batuan beku granit daerah Leato telah mengalami pelapukan. Kedua analisis laboratorium ini mendukung bukti di lapangan adanya pelapukan fisik dan kimia pada batuan granit.

Tingkat pelapukan pada batuan beku granit ini memungkinkan bahwa daerah Leato meskipun tersusun batuan granit yang kompak dan resisten namun tidak menutup kemungkinan terjadi *rock fall*. Hal ini dikarenakan batuan granit yang kompak jika mengalami pelapukan maka resisten batuannya juga terpengaruh.



Gambar 5. Analisis SEM pada batuan beku granit yang menunjukkan adanya bukti pelapukan.

Sumber : Ronal Hutagalung tahun 2021

## KESIMPULAN

Mengacu hasil dan pembahasan penelitian kajian pelapukan granit daerah Leato berdasarkan analisis *X-Ray Diffraction (XRD)* dan *Scanning Electron Microscope (SEM)* maka dapat ditarik beberapa kesimpulan penting, antara lain:

1. Hasil survei lapangan menunjukkan batuan beku granit berada pada morfologi perbukitan tersayat tajam.
2. Analisis kualitatif XRD menunjukkan bahwa komposisi mineral pada batuan beku granit terdiri dari zeolit, albit, kuarsa, aluminium oksida, dan potassium dioksida.
3. Analisis SEM mendukung analisis kualitatif XRD menunjukkan pada bagian pinggir atau tepi batuan granit telah mengalami pelapukan.
4. Tingkat pelapukan pada batuan beku granit ini memungkinkan bahwa daerah Leato meskipun tersusun batuan granit yang kompak dan resisten namun tidak menutup kemungkinan terjadi *rock fall*.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim., (2021), *Ikhtisar aplikasi Google Earth.*, 2021. Diakses tanggal 23 Oktober 2021.
- Apandi, T., & Bachri, S., (1997). *Geologi Lembar Kotamobagu*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Direktorat Jenderal Pertambangan Umum Depatemen Pertambangan dan Energi.
- Boggs, S.J.R., (1995). *Principles of Sedimentology and Stratigraphy*, University of Oregon, Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey.

Hakim, N., Nyakpa, M.Y., Lubis, A.M., Nugroho, S.G., Dih, M.A., Hong, & G.B., Bailey, H.H., (1986). Dasar-Dasar Ilmu Tanah. Universitas Lampung. 488 hal.

Knoll, M., (1935). Aufladepotentiel und Sekundäremission elektronenbestrahlter Körper. *Zeitschrift für technische Physik*. 16: 467–475.

Lihawa, F., Zainuri, A., Patuti, I. M., Permana, A. P., & Pradana, I. Y., (2021) The Analysis of Sliding Surface In Alo Watershed Gorontalo District, Indonesia. *News of The National Academy of Sciences of The Republic of Kazakhstan Series Of Geology And Technical Sciences*, Vol. 3(447), 53-58. <https://doi.org/10.32014/2021.2518-170X.62>

McMullan, D., (2006). Scanning electron microscopy 1928–1965. *Scanning*, Vol. 17 (3): 175–185. doi:10.1002/sca.4950170309.

Moore, D.M., & Reynold, R.C., (1997), *X-Ray Diffraction and the Identification and Analysis of Clay Mineral*, Oxford University Press, Oxford..

Permana, A. P., & Eraku, S. S., (2017). Analisis Stratigrafi Daerah Tanjung Kramat Kecamatan Hulonthalangi Kota Gorontalo. *Jurnal Geomine*, Vol.5 (1), 1-6. DOI: <https://doi.org/10.33536/jg.v5i1.90>.

Permana, A.P., (2019). Tipe, Lingkungan dan Sejarah Diagenesis Batugamping Buliide Gorontalo Berdasarkan Analisis Petrografi. *Jurnal Geomine*, Vol. 7 (2) : 79-86. <https://doi.org/10.33536/jg.v7i2.327>.

Permana, A.P., Pramumijoyo, S., & Akmaluddin., (2019a). Analysis of Microfacies and Depositional Environment of Limestone in Yosonegoro Area, Gorontalo Province, Indonesia. *Bulletin of the Iraq Natural History Museum*. Vol.15 (4) : 443-454. DOI: <https://doi.org/10.26842/binhm>.

- 7.2019.15.4.0443.
- Permana, A.P., Pramumijoyo, S., & Akmaluddin., (2019b). Uplift Rate of Gorontalo Limestone (Indonesia) Based on Biostratigraphy Analysis. *News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Series of Geology and Technical Sciences*. Vol.6 (438) : 6-11. DOI: <https://doi.org/10.32014/2019.2518-170X.150>.
- Permana, A.P., & Eraku, S.S., (2020). Kualitas Batugamping Gorontalo Sebagai Reservoir Air Tanah Berdasarkan Analisis Jenis Porositas. *EnviroScientiae*, Vol. 16 (1), 1-6. <http://dx.doi.org/10.20527/es.v16i1.8993>.
- Permana, A.P., Pramumijoyo, S., & Akmaluddin., (2020). Paleobathymetry Analysis of Limestone in Bongomeme Region Based on Content of Benthic Foraminifera Fossil, Gorontalo District, Indonesia. *Bulletin of the Iraq Natural History Museum*. Vol. 16. No. 1. 1-14. DOI : <https://doi.org/10.26842/binhm.7.2020.16.1.0001>.
- Permana, A.P., Pramumijoyo, S., & Eraku, S. (2021a). Microfacies and Depositional Environment of Tertiary Limestone, Gorontalo Province, Indonesia. *News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Series of Geology and Technical Sciences*, Vol. 2 (446), 15-21. <https://doi.org/10.32014/2021.2518-170X.29>.
- Permana, A. P., Kasim, M., & Mamonto, F.K., (2021b). Analisis Lingkungan Purba Batugamping Daerah Limboto Barat Kabupaten Gorontalo. *Jurnal GEOSAPTA*, Vol. 7(2), 97-102. <http://dx.doi.org/10.20527/jg.v7i2.10681>.
- Simandjuntak, T.O., (1986). *Sedimentology and Tectonic of the Collision Complex in the East Arm of Sulawesi, Indonesia*. PhD thesis, University of London, London, (unpubl.), 374 p.
- Van Zuidam, R.A., (1985). *Aerial Photo Interpretation in Terrain Analysis and Geomorphologic Mapping*. Smith Publisher, The Hague, ITC.
- Vishwakarma, V., & Uthaman, S., (2020). *Environmental impact of sustainable green concrete*, Editor(s): Mohd Shahir Liew, Phuong Nguyen-Tri, Tuan Anh Nguyen, Saeid Kakooei, In Micro and Nano Technologies, Smart Nanoconcretes and Cement-Based Materials, Elsevier, 241-255. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-817854-6.00009-X>.
- von Ardenne M., (1937). *Improvements in electron microscopes*. GB 511204, convention date (Germany) 18 February 1937.

# **Journal Revision Instructions**

## (tanpa subjek)

Eksternal

Kotak Masuk



**PSDAL Unlam <psdal.unlam@gmail.com>**

Sel, 4 Jan

12.33

kepada saya

Indonesia

Inggris

[Terjemahkan pesan](#)

[Nonaktifkan untuk: Indonesia](#)

=====

JURNAL ENVIROSCIENTEAE

ISSN 1978-8096 (print)

ISSN 2302-3708 (online)

Program Studi Magister Pengelolaan Sumberdaya Alam & Lingkungan

Program Pascasarjana Universitas Lambung Mangkurat

Kampus ULM Banjarbaru Gedung 1 Lantai II

Jalan Ahmad Yani Km 36 Banjarbaru Kode Pos 70714

» Tel / fax : (0511) 4777055 / (0511) 4777055

lama : <https://ppjp.ulm.ac.id/jurnal/index.php/es>

email : [psdal.unlam@gmail.com](mailto:psdal.unlam@gmail.com)

Selamat siang,

mohon untuk memperbaiki hasil uji plagiasi berikut dan ikuti format artikel berikut sesuai panduan. artikel akan diterbitkan pada vol 18 no 1 april 2022, telah di uji plagiasi.

Silahkan edit sesuai pada file word yang dikirimkan

beri nama file selanjutnya nama\_revisi 1

Pengembalian arikel sebelum tgl 10 januari 2022

Terimakasih

## JUDUL TULISAN (Bahasa Indonesia)

### Judul Tulisan (Bahasa Inggris)

Nama awal nama akhir<sup>1)</sup>, Nama awal nama akhir<sup>2)</sup> (Nama Penulis)

<sup>1)</sup> Alamat / instansi dan email

<sup>2)</sup> Alamat / instansi dan email

### Abstract

Artikel diketik pada **kertas A4** , diatur dengan **Page Setup** bagian **Pages: multiple pages** diatur pada **page mirror** dengan margin atas 3 cm, margin bawah 2 cm, margin dalam (**inside**) 3 cm, margin luar (**outside**) 2 cm. Pada **Page Setup** di tab **Layout** di bagian **Header** dan **Footer** diatur pada pengaturan **different odd and even** dan pengaturan **from edge** 1 cm. Tempat penulisan abstrak. **Abstrak** berisi informasi tentang latar belakang, tujuan, metode, hasil dan kesimpulan dari penelitian. **Diketik dalam 1 paragraf**, diketik dalam **Bahasa Inggris**. Paragraf diketik **1 spasi**, menggunakan huruf **Times New Roman** ukuran **12 pt**. Format penulisan paragraf diatur dengan *spacing 0 pt* baik *before* maupun *after*. Pada pengaturan **Indentation**, pada bagian **special** diatur **First line 0 cm**. Batas *indent* kiri dan kanan diatur 0 cm. *Alignment* paragraf diatur *justify* (rata kanan-kiri).

*Keywords : kata kunci cetak miring, minimal 3 kata kunci maksimal 5 kata kunci, disusun sesuai abjad dan ditulis dalam Bahasa Inggris*

## PENDAHULUAN

Teks utama. Pendahuluan berisi latar belakang penelitian yang mengarah pada permasalahan dan pemecahannya yang tersusun dalam hipotesis dan tujuan penelitian. Pengaturan penulisan paragraf, pada setiap awal paragraf pengaturan *Indentation*, pada bagian **special** diatur **First line 1 cm**, diketik 1 spasi, diatur dengan *spacing 0 pt* baik *before* maupun *after*. Batas *indent* kiri dan kanan diatur 0 cm. *Alignment*/paragraf diatur *justify* (rata kanan-kiri).

## METODE PENELITIAN

Teks utama. Jenis dan metode penelitian yang digunakan dalam penelitian dijelaskan secara terinci sehingga pembaca dapat memahami dan melaksanakan penelitian yang telah dilakukan dan dapat membandingkan hasil penelitian.

Pengaturan penulisan paragraf, pada setiap awal paragraf pengaturan *Indentation*, pada bagian **special** diatur **First line 1 cm**, diketik 1 spasi, diatur dengan *spacing 0 pt* baik *before* maupun *after*. Batas *indent* kiri dan kanan diatur 0 cm. *Alignment*/paragraf diatur *justify* (rata kanan-kiri).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Teks utama. Memuat data (dalam bentuk ringkas), analisis data dan interpretasi terhadap hasil. Pembahasan dilakukan dengan mengaitkan studi empiris atau teori untuk interpretasi. Pengaturan penulisan paragraf, pada setiap awal paragraf pengaturan *Indentation*, pada bagian **special** diatur **First line 1 cm**, diketik 1 spasi, diatur dengan *spacing 0 pt* baik *before* maupun *after*. Batas *indent* kiri dan kanan diatur 0 cm. *Alignment*/paragraf diatur *justify* (rata kanan-kiri).

## *Sub Bagian*

Teks utama. Sub Bagian. Pengaturan penulisan paragraf, pada setiap awal paragraf pengaturan *Indentation*, pada bagian *special* diatur *First line* 1 cm, diketik 1 spasi, diatur dengan *spacing* 0 pt baik *before* maupun *after*. Pada pengaturan *indentation* batas *indent* kiri diatur 0 cm dan *indent* kanan diatur 0 cm. *Alignment*/paragraf diatur *justify* (rata kanan-kiri).

Tabel 1. Judul tabel dan diletakkan 1 spasi di atas tabel dengan format rata kiri-kanan (*justify*)

---

---

---

Sumber : XYZ tahun 2013

Masukan gambar di sini, sebaiknya dalam bentuk gambar hitam putih

Gambar 2. Judul gambar diletakan dibagian bawah gambar dengan jarak 1 spasi. Judul sub gambar dimasukkan juga pada judul utama dengan label (a), (b), (c) dst. (a) Tambahkan sub judul gambar di sini, (b) Tambahkan sub judul gambar di sini, (c) Tambahkan sub judul gambar di sini. Diatur rata kiri-kanan (*justify*)

Keterangan: berisi keterangan yang diperlukan untuk menjelaskan isi/maksud gambar, diatur 1 spasi dari judul gambar, rata kiri-kanan.

Sumber : MNO tahun 2013

## *Sub Bagian*

### *Sub-sub Bagian*

Teks utama. Sub-sub Bagian. Pengaturan penulisan paragraf, pengaturan *Indentation*, pada bagian *special* diatur

(*none*), diketik 1 spasi, diatur dengan *spacing* 0 pt baik *before* maupun *after*. Pada pengaturan *indentation* batas *indent* kiri diatur 0 cm dan *indent* kanan diatur 0 cm. *Alignment*/paragraf diatur *justify* (rata kanan-kiri).

## **KESIMPULAN**

Teks utama. Memuat kesimpulan penelitian. Pengaturan penulisan paragraf, pada setiap awal paragraf pengaturan *Indentation*, pada bagian *special* diatur *First line* 1 cm, diketik 1 spasi, diatur dengan *spacing* 0 pt baik *before* maupun *after*. Batas *indent* kiri dan kanan diatur 0 cm. *Alignment*/paragraf diatur *justify* (rata kanan-kiri).

## **DAFTAR PUSTAKA**

Penulisan Daftar Pustaka/Referensi mengacu pada format APA (*American Psychological Association*).

Sumber yang terbit secara periodic

Daftar referensi yang diperoleh mencantumkan periode yang terdapat dalam jurnal, majalah, koran dan sejenisnya:

Kernis, M. H., Cornell, D. P., Sun, C., Berry, A., & Harlow, T. (1993). There's more to self esteem than whether it is high or low: The importance of stability of self esteem. *Journal of Personality and Social Psychology*, 65, 1190-1204.

**Ket:** - 65 → Volume  
- 1190-1204 → Halaman

Sumber yang terbit non periodik

Daftar referensi yang diperoleh mencantumkan judul dan subjudul yang terdapat dalam buku, laporan, brosur, buku manual, dan media audiovisual:

O'Neil, J. M., & Egan, J. (1992). Men's and woman's gender role journeys: Metaphor for healing, transition, and transformation. In B. R. Wainrib (Ed.), *Gender issues accros the life cycle* (pp. 107-123). New York: Springer.

Sumber referensi dari Buku:

Beck, C. A. J., & Sales, B. D. (2001). *Family mediation: Fact, myths, and future prospects*. Washington, DC: American Psychology Association.

Sumber referensi dari majalah dan koran:

Kandel, E. R., & Squire, L. R. (2000, November 10). Neuroscience: Breaking down scientific barriers to the study of brain and mind. *Science*, 290, 1113-1120.

Sumber dari ensiklopedia atau kamus:

Sadie, S. (Ed.). (1980). *The new Grove dictionary of music and musicians* (6th ed., Vols. 1-20). London: Macmillan.

Sumber dari Brosur:

Research and Training Centre on Independent Living. (1993). *Guidelines of reporting and writing about people with disabilities* (4th ed.) [brochure]. Lawrance, KS: Author.

Sumber dari media audiovisual:

Scorsese, M. (Prosedure), & Lonergan, K. (Writer/Director). (2001). *You can count on me* [Motion picture]. United States: Paramount Pictures.

Sumber dari rekaman suara:

Costa, P. T., Jr. (Speaker). (1988). *Personality, continuity, and changes*

of adult life (Cassette Recording No. 207-433-88A-B). Washington, DC: American Psychological Association.

Sumber dari internet:

Banks, I. (n.d.). *The NHS Direct healthcare guide*. Retrieved from <http://www.healthcareguide.nhsdirect.nhs.uk>

Alexander, J., & Tate, M. A. (2001). *Evaluating web resources*. Retrieved from Widener University, Wolfgram Memorial Library website: [http://www2.widener.edu/Wolfgram-MemorialLibrary/webevaluation/web\\_eval.htm](http://www2.widener.edu/Wolfgram-MemorialLibrary/webevaluation/web_eval.htm)

# 13

*by E 13*

---

**Submission date:** 04-Jan-2022 02:08PM (UTC+0900)

**Submission ID:** 1737312016

**File name:** al\_Hutagalung1,\_Aang\_Panji\_Permana2,\_Dewi\_Rahmawaty\_Isa3.docx (661.42K)

**Word count:** 1881

**Character count:** 12185

## KAJIAN PELAPUKAN GRANIT DAERAH LEATO BERDASARKAN ANALISIS XRD DAN SEM

*Weathering Study of Leato Area Granite Based on XRD and SEM Analysis*

Rona<sup>17</sup> utagalung<sup>1)</sup>, Aang Panji Permana<sup>2)\*</sup>, Dewi Rahmawaty Isa<sup>3)</sup>

<sup>1,2,3)</sup> Fakultas Matematika dan IPA, Universitas Negeri Gorontalo

\*Correspondence e-mail: aang@ung.ac.id

### Abstract

Weathering is a natural process due to the work of exogenous forces both physically and chemically which results in the breakdown of rocks and constituent minerals into loose materials. Weathering can cause impact and resistant granite to move easily, causing rock fall in the Leato area, Gorontalo City. For this reason, the purpose of this study was to examine the level of weathering of granite based on X-Ray Diffractio<sup>11</sup>(XRD) and Scanning Electron Microscope Analysis (SEM) analysis. The research objectives will be achieved through two methods, namely field surveys and laboratory analysis in the form of XRD and SEM analysis. Based on the results and discussion that granite rocks have undergone weathering. Evidence of weathering is clearly shown in SEM photos, namely weathering occurs at the edges of granite rocks.

*Keywords:* Granite, Leato, SEM, Weathering, XRD

### PENDAHULUAN

6

Pelapukan merupakan proses alamiah akibat bekerjanya gaya-gaya eksogen baik secara fisik maupun kimiawi yang mengakibatkan pemecahan dan transformasi batuan serta mineral-mineral penyusun menjadi material lepas (*regolith*) di permukaan bumi (Hakim *et al*, 1986)

Pelapukan tanah dan mineral yang melalui kontak dengan atmosfer bumi, biota dan air, terjadi pada tempat sama, tanpa melalui pergerakan atau belum mengalami transportasi. Dua klasifikasi penting yakni pelapukan fisik dan pelapukan kimia, masing-masing biasanya melibatkan komponen biologis. Proses kimia, fisika dan biologi merupakan proses pelapukan yang sulit dibedakan di lapangan, oleh karena ketiganya dapat bekerja bersama-sama pada suatu batuan (Boggs, 1995).

Penelitian pelapukan sangat penting terutama pada batuan yang kompak dan resisten seperti batuan granit. Karena fakta di daerah selatan Gorontalo ternyata sampai

saat ini kasus dan kejadian *rock fall* dan longsor berulang kali terjadi. Padahal batuan granit dikenal kompak dan resisten. Penelitian terakhir mengenai longsor di daerah Gorontalo dilakukan oleh Lihawa *et al*, 2021. Hasil penelitiannya menunjukkan beberapa tipe longsor beserta penyebabnya.

Daerah selatan Gorontalo tersusun beberapa formasi yakni Formasi Tinombo (Teot), Gunungapi Bilungala (Tmbv), Diorit Zone (Tmb), Gunungapi Pinugu (Tqpv) dan Batugamping Terumbu (QL) (Apandi dan Bachri, 1997). Penelitian lebih detail di Lengan Utara Sulawesi banyak dilakukan yang menghasilkan satuan batuan hingga 19 jenis batugamping (Permana dan Eraku, 2017; Permana, 2019; Permana *et al*, 2019a; Permana *et al*, 2020; Permana dan Eraku, 2020; Permana *et al*, 2021a; 2021b).

12  
Daerah penelitian merupakan busur gunung api yang terbentuk karena adanya tunjaman ganda (Simandjuntak, 1986). Lengan Utara Sulawesi juga mengalami proses tektonik pengangkatan mengacu batugamping Gorontalo di bagian utara

dengan kecepatan sebesar 0,0699-0,0724 mm/tahun (Permana *et al.*, 2019b).

Berdasarkan latar belakang tersebut maka disusun tujuan utama penelitian ini yakni mengkaji tingkat pelapuk<sup>10</sup> batuan granit daerah Leato berdasarkan analisis X-Ray Diffraction (XRD) dan Scanning Electron Microscope (SEM).

## METODE PENELITIAN

Lokasi penelitian daerah Leato Kecamatan Dumbo Raya Kota Gorontalo yang merupakan perbukitan terjal di bagian selatan Lengan<sup>2</sup> Utara Sulawesi. Posisi geografis berada pada koordinat (123°0'00" - 123°10'00" Bujur Timur dan 0°30'00" Lintang Utara) (Gambar 1).



<sup>1</sup>  
Gambar 1. Lokasi penelitian Daerah Leato Kecamatan Dumbo Raya Kota Gorontalo

Sumber : Google Earth tahun 2021

Obyek penelitian adalah singkapan batuan beku yang berada di sepanjang<sup>11</sup> lan trans Sulawesi bagian selatan. Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini yakni kualitatif dan kuantitatif. Analisis kualitatif berupa survei lapangan berupa analisis petrologi dan pengambilan sampel. Pengambilan sampel untuk analisis X-Ray Diffraction (XRD) dan Scanning Electron Microscope (SEM) untuk analisis kuantitatif.

XRD adalah teknik yang digunakan untuk mengetahui sifat bahan sebagai kristal atau amorf. Analisis XRD Ini akan menentukan kuantifikasi bahan semen,

karena analisis XRD dilakukan dengan sumber sinar-X radiasi Cu K $\alpha$  ( $\lambda = 1,5406$ ) (Moore dan Reynold, 1997; Vishwakarma dan Uthama<sup>12</sup>, 2020).

SEM adalah jenis mikroskop elektron yang mencitrakan permukaan sampel oleh pemindai dengan pancaran tinggi elektron. Elektron yang berinteraksi dengan atom yang membentuk sampel menghasilkan sinyal yang berisi informasi tentang sampel dari permukaan topografi, komposisi dan sifat lainnya seperti daya konduksi listrik. SEM terdiri dari seberkas elektron yang memindai permukaan sampel yang akan dianalisis sebagai tanggapan, kembali memancarkan partikel tertentu. Partikel ini dianalisis oleh detektor yang berbeda yang memungkinkan untuk merekonstruksi gambar tiga dimensi dari permukaan (Knoll, 1935; von Ardenne, 1937;<sup>13</sup> Mullan, 2006).

Analisis XRD-SEM dilakukan untuk mengetahui susunan unsur pada batuan serta penampakan mikroskopisnya. Analisis data dilakukan dengan cara membandingkan data yang diperoleh dari hasil pengamatan di lapangan, dan analisis XRD-SEM.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil survei lapangan menunjukkan geomorfologi daerah penelitian berupa satuan morfologi tersayat tajam. Penentuan satuan morfologi berdasarkan klasifikasi Van Zuidam (1985). Klasifikasi ini mengacu pada pendekatan morfometri, satuan bentang alam ini memiliki kemiringan lereng rata-rata 23,26°-24,03°, dengan persentase sudut lereng sekitar 51,72-53,41%, dan beda tinggi sekitar 223-430 meter di atas permukaan laut.

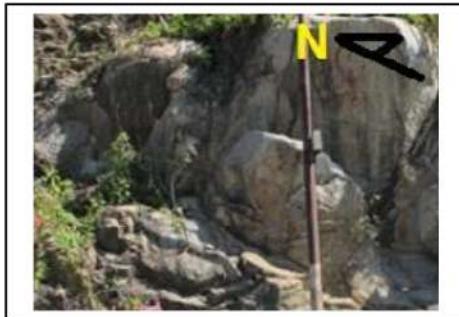
Pengamatan morfografi juga dilakukan melalui pengamatan secara langsung di lapangan. Daerah penelitian merupakan bukitan dengan lereng yang relatif terjal, bentuk puncak relatif tumpul dan lembah antara perbukitannya relatif membentuk penampang berbentuk huruf "v" (Gambar 2).



Gambar 2. Kenampakan morfologi perbukitan terjal difoto dari laut daerah Leato.

Sumber : Ronal Hutagalung tahun 2021

Litologi <sup>2</sup>erah penelitian terdiri atas satuan granit. Satuan granit ini termasuk batuan intrusi tertua di daerah penelitian yang berumur Miosen Akhir (Apandi dan Bachri, 1997). Satuan granit ini merupakan bagian dari pada kontinen Sulawesi yang mengintrusi batuan alas <sup>2</sup>atuan metamorf dan granulit. Hal ini ditunjukkan oleh kehadiran fragmen-fragmen granit dalam breksi vulkanik di daerah sekitar pelabuhan Gorontalo.



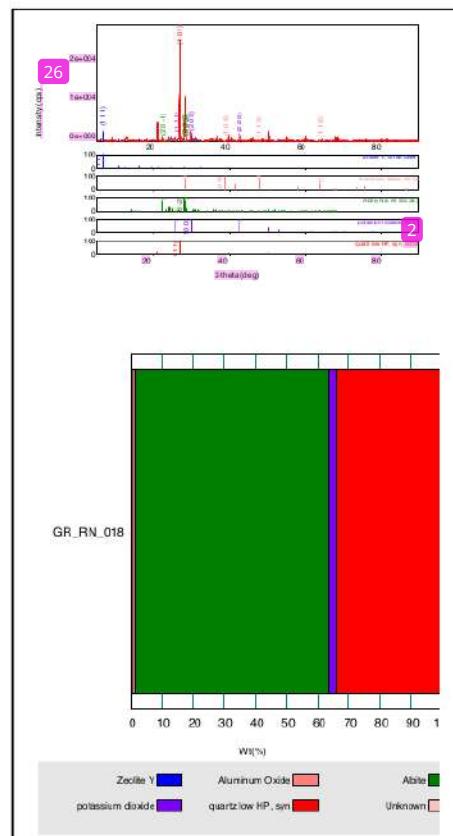
Gambar 3. Singkatan batuan beku granit di lokasi penelitian.

Sumber : Ronal Hutagalung tahun 2021

<sup>2</sup> Secara fisik batuan granit di lokasi penelitian menunjukkan kenampakan lapangan berwarna terang, segar berwarna abu-abu keputihan, lapuk berwarna putih

kecoklatan, tekstur faneroporfirik, ortoklas sebagai mineral fenokris (Gambar 3).

Di lapangan selain pelapukan fisik (mekanis) juga ditemukan pelapukan kimiawi terhadap batuan granit. Hasil analisa laboratori<sup>2</sup>m dengan menggunakan analisa kualitatif XRD dan SEM pada granit yang telah mengalami pelapukan. Analisis XRD adalah teknik analisa untuk mengetahui mineral apa saja yang <sup>22</sup>kandung dalam sebuah bahan, yang bekerja berdasarkan difraksi sinar X yang dihamburkan oleh sudut kristal material yang dianalisis.



Gambar 4. Diagram analisis kualitatif XRD dari komposisi mineral dalam batuan beku granit.

Sumber : Ronal Hutagalung tahun 2021

Untuk analisis XRD dapat dilihat pada grafik diagram pada (Gambar 4). Sedangkan untuk <sup>34</sup> analisis kualitatif XRD secara lengkap dapat dilihat pada (Tabel 1). Pada Tabel 1 menunjukkan komposisi mineral pada batuan granit berupa zeolit, albit, kuarsa, aluminium oksida, dan potassium dioksida..

**Tabel 1.** Hasil analisa kualitatif XRD pada granit yang telah mengalami pelapukan (nomor sampel GR/RN/18).

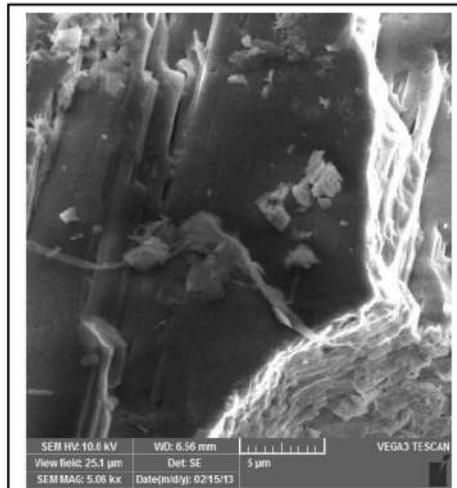
Phase Name	Formula	Content (%)
Zeolite Y	Si192 O384	0,71(3)
Aluminum Oxide	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,99(18)
Albite	Na ( Al Si <sub>3</sub> O <sub>8</sub> )	62(3)
potassium dioxide	K <sub>2</sub> O	2,29(10)
quartz low HP, syn	Si O <sub>2</sub>	33,9(3)

Sumber : Ronal Hutagalung tahun 2021

Analisis SEM dilakukan untuk mendukung analisis kualitatif XRD. Analisis SEM dilakukan untuk mengetahui kandungan apa saja yang terdapat dalam sebuah bahan dengan menggunakan perbesaran bayangan benda hingga 100.000 kali. Analisis SEM bisa mendukung bukti bahwa batuan beku granit telah mengalami pelapukan pada bagian pinggir atau tepi (Gambar 5).

Berdasarkan analisis kualitatif XRD dan SEM, batuan beku granit daerah Leato telah mengalami pelapukan. Kedua analisis laboratorium ini mendukung bukti di lapangan adanya pelapukan fisik dan kimia pada batuan granit.

Tingkat pelapukan pada batuan beku granit ini memungkinkan bahwa daerah Leato meskipun tersusun batuan granit yang kompak dan resisten namun tidak menutup kemungkinan terjadi *rock fall*. Hal ini dikarenakan batuan granit yang kompak jika mengalami pelapukan maka resisten batuannya juga terpengaruh.



**Gambar 5.** Analisis SEM pada batuan beku granit yang menunjukkan adanya bukti pelapukan.

Sumber : Ronal Hutagalung tahun 2021

## KESIMPULAN

Mengacu hasil dan pembahasan penelitian kajian pelapukan<sup>10</sup> granit daerah Leato berdasarkan analisis *X-Ray Diffraction* (XRD) dan *Scanning Electron Microscope* (SEM) maka dapat ditarik beberapa kesimpulan penting, antara lain:

1. Hasil survei lapangan menunjukkan batuan beku granit berada pada morfologi perbukitan tersayat tajam.
2. Analisis kualitatif XRD menunjukkan bahwa komposisi mineral pada batuan beku granit terdiri dari zeolit, albit, kuarsa, aluminium oksida, dan potassium dioksida.
3. Analisis SEM mendukung analisis kualitatif XRD menunjukkan pada bagian pinggir atau tepi batuan granit telah mengalami pelapukan.
4. Tingkat pelapukan pada batuan beku granit ini memungkinkan bahwa daerah Leato meskipun tersusun batuan granit yang kompak dan resisten namun tidak menutup kemungkinan terjadi *rock fall*.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim., (2021), *Ikhtisar aplikasi Google Earth.*, 2021. Diakses tanggal 23 Oktober 2021.
- Apandi, T., & Bachri, S., (1997). *Geologi Lembar Kotamobagu*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Direktorat Jenderal Pertambangan Umum Depatemen Pertambangan dan Energi.
- Boggs, S.J.R., (1995). *Principles of Sedimentology and Stratigraphy*, University of Oregon, Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey.
- Hakim, N., Nyakpa, M.Y., Lubis, A.M., Nugroho, S.G., Dihha, M.A., Hong, & G.B., Bailey, H.H., (1986). Dasar-Dasar Ilmu Tanah. Universitas Lampung. 488 hal.
- Knoll, M., (1935). Aufladepotential und Sekundäremission elektronenbestrahlter Körper. *Zeitschrift für technische Physik*. 16: 467-475.
- Lihawa, F., Zainuri, A., Patuti, I. M., Permana, A. P., & Pradana, I. Y., (2021) The Analysis of Sliding Surface In Alo Watershed Gorontalo District, Indonesia. *News of The National Academy of Sciences of The Republic of Kazakhstan Series Of Geology And Technical Sciences*, Vol. 3(447), 53-58. <https://doi.org/10.32014/2021.2518-170X.62>
- McMullan, D., (2006). Scanning electron microscopy 1928–1965. *Scanning*, Vol. 17 (3): 175–185. doi:10.1002/sca.4950170309.
- Moore, D.M., & Reynold, R.C., (1997). *X-Ray Diffraction and the Identification and Analysis of Clay Mineral*, Oxford University Press, Oxford..
- Permana, A. P., & Eraku, S. S., (2017). Analisis Stratigrafi Daerah Tanjung Kramat Kecamatan Hulonthalangi Kota Gorontalo. *Jurnal Geomine*. Vol.5 (1), 1-6.
- DOI: <https://doi.org/10.33536/jg.v5i1.90>.
- Permana, A.P., (2019). Tipe, Lingkungan dan Sejarah Diagenesis Batugamping Bulide Gorontalo Berdasarkan Analisis Petrografi. *Jurnal Geomine*, Vol. 7 (2) : 79-86. <https://doi.org/10.33536/jg.v7i2.327>.
- Permana, A.P., Pramumijoyo, S., & Akmaluddin., (2019a). Analysis of Microfacies and Depositional Environment of Limestone in Yosonegoro Area, Gorontalo Province, Indonesia. *Bulletin of the Iraq Natural History Museum*. Vol.15 (4) : 443-454. DOI: <https://doi.org/10.26842/binhm.7.2019.15.4.0443>.
- Permana, A.P., Pramumijoyo, S., & Akmaluddin., (2019b). Uplift Rate of Gorontalo Limestone (Indonesia) Based on Biostratigraphy Analysis. *News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Series of Geology and Technical Sciences*. Vol.6 (438) : 6-11. DOI: <https://doi.org/10.32014/2019.2518-170X.150>.
- Permana, A.P., & Eraku, S.S., (2020). Kualitas Batugamping Gorontalo Sebagai Reservoir Air Tanah Berdasarkan Analisis Jenis Porositas. *EnviroScientiae*, Vol. 16 (1), 1-6. <http://dx.doi.org/10.20527/es.v16i1.8993>.
- Permana, A.P., Pramumijoyo, S., & Akmaluddin., (2020). Paleobathymetry Analysis of Limestone in Bongomeme Region Based on Content of Benthic Foraminifera Fossil, Gorontalo District, Indonesia. *Bulletin of the Iraq Natural History Museum*. Vol. 16. No. 1. 1-14. DOI : <https://doi.org/10.26842/binhm.7.2020.16.1.0001>.
- Permana, A.P., Pramumijoyo, S., & Eraku, S. S. (2021a). Microfacies and Depositional Environment of Tertiary Limestone, Gorontalo Province, Indonesia. *News of the National*

*Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Series of Geology and Technical Sciences*, Vol. 2 (446), 15-21.

<https://doi.org/10.32014/2021.2518-170X.29>.

Permana, A. P., Kasim<sup>1</sup>, M., & Mamonto, F.K., (2021b). Analisis Lingkungan Purba Batugamping Daerah Limboto Barat Kabupaten Goro<sup>25</sup>lo. *Jurnal GEOSAPTA*, Vol. 7(2), 97-102. <http://dx.doi.org/10.20527/jg.v7i2.10681>.

<sup>13</sup> Simandjuntak, T.O., (1986). *Sedimentology and Tectonic of the Collision Complex in the East Arm of Sulawesi, Indonesia*. PhD thesis, University of London, London, (unpubl.), 374 p.

<sup>7</sup> Van Zuidam, R.A., (1985). *Aerial Photo Interpretation in Terrain Analysis and Geomorphologic Mapping*. Smith Publisher, The Hague, ITC.

Vishw<sup>9</sup>karma, V., & Uthaman, S., (2020). *Environmental impact of sustainable green concrete*, Editor(s): Mohd Shahir Liew, Phuong Nguyen-Tri, Tuan Anh Nguyen, Saeid Kakooei, In Micro and Nano Technologies, Smart Nanocretes and Ceme<sup>18</sup>Based Materials, Elsevier, 241-255. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-817854-6.00009-X>.

<sup>16</sup> von Ardenne M., (1937). *Improvements in electron microscopes*. GB 511204, convention date (Germany) 18 February 1937.

**51** %  
SIMILARITY INDEX

51 %  
INTERNET SOURCES

22 %  
PUBLICATIONS

22 %  
STUDENT PAPERS

---

PRIMARY SOURCES

---

- |   |   |             |
|---|---|-------------|
| 1 | <a href="http://ppjp.ulm.ac.id">ppjp.ulm.ac.id</a><br>Internet Source                                   | <b>13</b> % |
| 2 | <a href="http://mafiadoc.com">mafiadoc.com</a><br>Internet Source                                       | <b>7</b> %  |
| 3 | <a href="http://repository.ung.ac.id">repository.ung.ac.id</a><br>Internet Source                       | <b>4</b> %  |
| 4 | <a href="http://www.coursehero.com">www.coursehero.com</a><br>Internet Source                           | <b>3</b> %  |
| 5 | <a href="http://repository.unhas.ac.id">repository.unhas.ac.id</a><br>Internet Source                   | <b>3</b> %  |
| 6 | <a href="http://pt.scribd.com">pt.scribd.com</a><br>Internet Source                                     | <b>2</b> %  |
| 7 | <a href="http://lppm.umgo.ac.id">lppm.umgo.ac.id</a><br>Internet Source                                 | <b>2</b> %  |
| 8 | <a href="http://jurnalsolum.faperta.unand.ac.id">jurnalsolum.faperta.unand.ac.id</a><br>Internet Source | <b>2</b> %  |
| 9 | <a href="#">Submitted to University of Leeds</a><br>Student Paper                                       | <b>1</b> %  |
-

10	doku.pub Internet Source	1 %
11	jurnal.teknologiindustriumi.ac.id Internet Source	1 %
12	www.scribd.com Internet Source	1 %
13	jgsm.geologi.esdm.go.id Internet Source	1 %
14	core.ac.uk Internet Source	1 %
15	etd.repository.ugm.ac.id Internet Source	1 %
16	id.wikipedia.org Internet Source	1 %
17	journals.ums.ac.id Internet Source	1 %
18	ouci.dntb.gov.ua Internet Source	1 %
19	journal.umgo.ac.id Internet Source	1 %
20	jsums.medsab.ac.ir Internet Source	1 %
21	www.scientific.net Internet Source	1 %

22	fr.scribd.com Internet Source	1 %
23	dspace.vsb.cz Internet Source	1 %
24	id.123dok.com Internet Source	<1 %
25	argo.ucsd.edu Internet Source	<1 %
26	e-repository.unsyiah.ac.id Internet Source	<1 %
27	etheses.uin-malang.ac.id Internet Source	<1 %

---

Exclude quotes      Off

Exclude bibliography      Off

Exclude matches      Off

# **Revised Results/ Authors Response**

A

**Aang Panji Permana <aang@ung.ac.id>**

6 Jan 2022

16.36

kepada PSDAL

Selamat siang pimpinan editor jurnal Enviroscienteae, terima kasih atas informasi dan masukannya. Setelah memperhatikan hasil pengecekan plagiarisme maka kami telah berusaha melakukan revisi secara total untuk menurunkan tingkat kemiripan tulisan dalam jurnal ini. Atas perhatiannya disampaikan terima kasih.

Salam

# KAJIAN PELAPUKAN GRANIT DAERAH LEATO BERDASARKAN ANALISIS XRD DAN SEM

## *Weathering Study of Leato Area Granite Based on XRD and SEM Analysis*

Ronal Hutagalung<sup>1)</sup>, Aang Panji Permana<sup>2)\*</sup>, Dewi Rahmawaty Isa<sup>3)</sup>

<sup>1,2,3)</sup> Fakultas Matematika dan IPA, Universitas Negeri Gorontalo

\*Correspondence e-mail: aang@ung.ac.id

### Abstract

Weathering is a natural process due to the work of exogenous forces both physically and chemically which results in the breakdown of rocks and constituent minerals into loose materials. Weathering can cause compact and resistant granite to move easily, causing rock fall in the Leato area, Gorontalo City. This study aims to assess the level of weathering of granite based on X-Ray Diffraction (XRD) and Scanning Electron Microscope Analysis (SEM) analysis. The research objectives will be achieved using two methods consisting of field surveys and laboratory analysis in the form of XRD and SEM analysis. Based on the results and discussion that granite rocks have undergone weathering. Evidence of weathering is clearly shown in SEM photos, namely weathering occurs at the edges of granite rocks.

*Keywords:* *Granite, Leato, SEM, Weathering, XRD*

### PENDAHULUAN

Pengaruh gaya eksogen baik fisik maupun kimiawi yang terjadi secara alamiah menyebabkan hancurnya dan berubahnya batuan termasuk di dalamnya mineral penyusunnya sehingga menjadi material lepas di permukaan bumi disebut pelapukan (Hakim *et al*, 1986)

Proses pelapukan tanah dan batuan yang terjadi berhubungan langsung dengan atmosfer bumi, biota dan air terjadi pada tempat sama. Namun dalam proses pelapukan tidak terjadi pergerakan (transportasi). Ada tiga jenis pelapukan yakni pelapukan fisik, kimia dan biologis. Proses kimia, fisika dan biologi yang mempengaruhi sulit dipisahkan di lapangan karena ketiganya dapat berlangsung bersama-sama pada suatu batuan (Boggs, 1995).

Penelitian pelapukan sangat penting terutama pada batuan yang kompak dan resisten seperti batuan granit. Karena fakta di daerah selatan Gorontalo ternyata sampai saat ini kasus dan kejadian *rock*

*fall* dan longsor berulang kali terjadi. Padahal batuan granit dikenal kompak dan resisten. Penelitian terakhir mengenai longsor di daerah Gorontalo dilakukan oleh Lihawa *et al*, 2021. Hasil penelitiannya menunjukkan beberapa tipe longsor beserta penyebabnya.

Daerah selatan Gorontalo tersusun beberapa formasi yakni Formasi Tinombo (Teot), Gunungapi Bilungala (Tmbv), Diorit Bone (Tmb), Gunungapi Pinogu (Tqpv) dan Batugamping Koral/Terumbu (QI) (Apandi dan Bachri, 1997). Penelitian lebih detail di Lengan Utara Sulawesi banyak dilakukan yang menghasilkan satuan batuan hingga fases batugamping (Permana dan Eraku, 2017; Permana, 2019; Permana *et al*, 2019a; Permana *et al*, 2020; Permana dan Eraku, 2020; Permana *et al*, 2021a; 2021b).

Daerah penelitian dipengaruhi tunjaman ganda sehingga menjadi sebuah busur gunung api (Simandjuntak, 1986). Lengan Utara Sulawesi juga mengalami proses tektonik pengangkatan mengacu batugamping di utara Danau Limboto

yang telah mengalami *uplift*. *Rate of uplift* dari batugamping mencapai 0,0699-0,0724 mm/tahun (Permana *et al.*, 2019b).

Mengacu latar belakang tersebut maka penelitian ini mengangkat tujuan utama penelitian yaitu mengkaji tingkat pelapukan batuan granit daerah Leato berdasarkan analisis *X-Ray Diffraction* (XRD) dan *Scanning Electron Microscope* (SEM) .

## METODE PENELITIAN

Lokasi penelitian daerah Leato Kecamatan Dumbo Raya Kota Gorontalo yang merupakan perbukitan terjal di bagian selatan Lengan Utara Sulawesi. Posisi geografis berada pada koordinat ( $123^{\circ}0'0''$  -  $123^{\circ}10'0''$  Bujur Timur dan  $0^{\circ}30'0''$  Lintang Utara) (Gambar 1).



Gambar 1. Lokasi penelitian Daerah Leato Kecamatan Dumbo Raya Kota Gorontalo

Sumber : Google Earth tahun 2021

Obyek penelitian adalah singkapan batuan beku yang berada di sepanjang jalan trans Sulawesi bagian selatan. Jenis penelitiannya terdiri dari dua jenis yakni penelitian kualitatif dan kuantitatif. Analisis kualitatif berupa survei lapangan berupa analisis petrologi dan pengambilan sampel. Pengambilan sampel untuk analisis *X-Ray Diffraction* (XRD) dan *Scanning Electron Microscope* (SEM) untuk analisis kuantitatif.

XRD adalah teknik yang digunakan untuk mengetahui sifat bahan sebagai kristal atau amorf. Analisis XRD Ini akan menentukan kuantifikasi bahan semen, karena analisis XRD dilakukan dengan sumber sinar-X radiasi Cu K $\alpha$  ( $\lambda = 1,5406$ ) (Moore dan Reynold, 1997; Vishwakarma dan Uthaman, 2020).

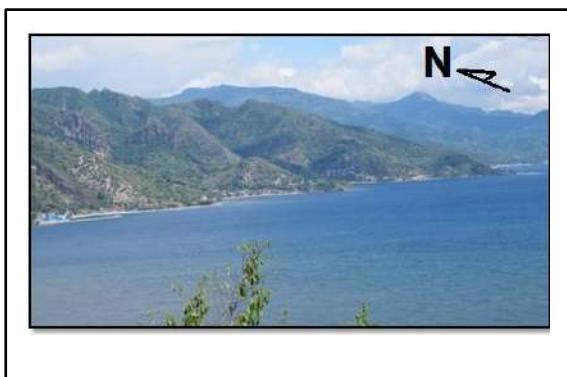
SEM merupakan mikroskop elektron yang menggambarkan permukaan sampel oleh pemindaian dari pancaran tinggi elektron. Mikroskop elektron ini digunakan untuk mempelajari topografi bahan dan memiliki resolusi 2 nm. Sebuah probe elektron memindai permukaan material dan elektron ini berinteraksi dengan material. Elektron sekunder dipancarkan dari permukaan spesimen dan direkam. Seberkas electron menyusun SEM yang memindai permukaan sampel untuk dianalisis sebagai respon, setelah itu kembali memancarkan partikel tertentu. Analisis partikel ini dilakukan detektor yang berbeda yang akan mampu untuk merekonstruksi gambar tiga dimensi dari permukaan (Knoll, 1935; von Ardenne, 1937; Mc. Mullan, 2006; Pednekar *et al*, 2017).

Susunan unsur pada batuan dan penampakan mikroskopisnya dapat diketahui melalui analisis ini. Karena analisis datanya melalui tahapan membandingkan data yang diperoleh dari hasil pengamatan di lapangan, dan analisis XRD-SEM.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil survei lapangan menunjukkan geomorfologi daerah penelitian berupa satuan morfologi tersayat tajam. Penentuan satuan morfologi berdasarkan klasifikasi Van Zuidam (1985). Klasifikasi ini mengacu pada pendekatan morfometri, satuan bentang alam ini memiliki kemiringan lereng rata - rata  $23,26^{\circ}$ - $24,03^{\circ}$ , dengan persentase sudut lereng sekitar 51,72–53,41%, dan beda tinggi sekitar 223-430 meter di atas permukaan laut.

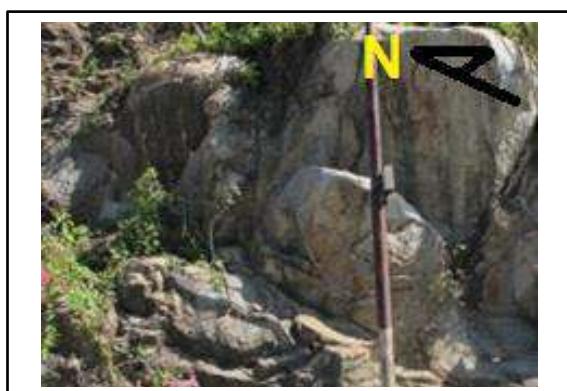
Pengamatan secara langsung di lapangan dilakukan sebagai bentuk pendekatan morfografi. Daerah penelitian merupakan perbukitan dengan lereng yang relatif terjal, untuk bentuk puncaknya tumpul dengan lembahnya cenderung membentuk penampang menyerupai huruf "v" (Gambar 2).



Gambar 2. Kenampakan morfologi perbukitan terjal difoto dari laut daerah Leato.

Sumber : Ronal Hutagalung tahun 2021

Litologi daerah penelitian terdiri atas satuan granit. Satuan batuan granit merupakan batuan tertua berupa intrusi di daerah penelitian yang berumur Miosen Atas (Apandi dan Bachri, 1997). Satuan batuan granit masuk ke dalam bagian dari kontinen Sulawesi yang mengintrusi batuan alas batuan granulit dan batuan metamorf. Buktinya di lapangan berupa fragmen-fragmen batuan granit yang terdapat di breksi vulkanik di daerah Gorontalo.

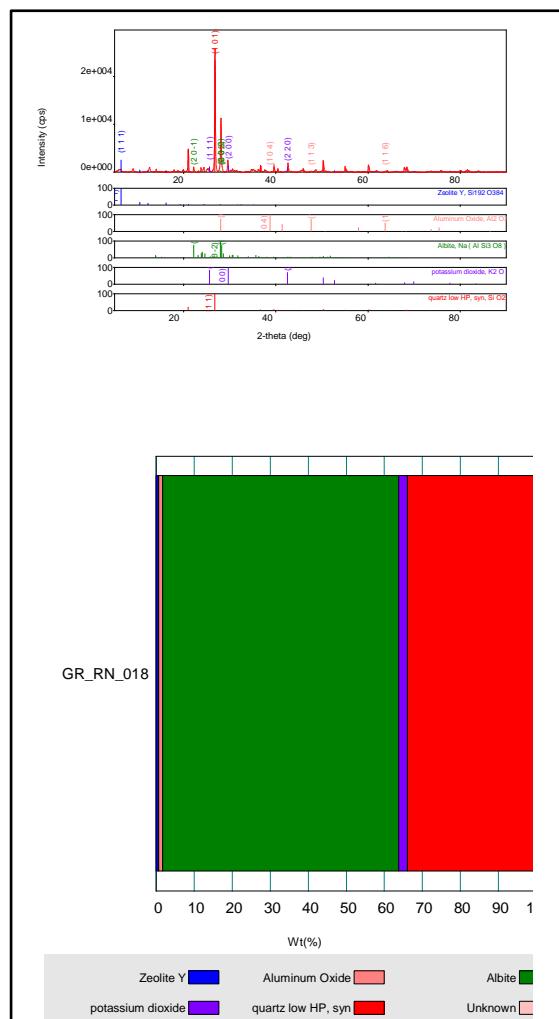


Gambar 3. Singkatan batuan beku granit di lokasi penelitian.

Sumber : Ronal Hutagalung tahun 2021

Secara fisik batuan granit di lokasi penelitian menunjukkan kenampakan lapangan berwarna terang, segar berwarna abu-abu keputihan, lapuk berwarna putih kecoklatan, tekstur faneroporfiritik, ortoklas sebagai mineral fenokris (Gambar 3).

Di lapangan selain pelapukan fisik (mekanis) juga ditemukan pelapukan kimiawi terhadap batuan granit. Hasil analisa laboratorium dengan menggunakan analisa kualitatif XRD dan SEM pada granit yang telah mengalami pelapukan. Analisis XRD digunakan untuk mengidentifikasi mineral yang menyusun batuan yang kaya akan lempung dan teralterasi hidrotermal yang terjadi di beberapa gunung berapi. Batuan tersebut diyakini memainkan peran penting dalam menghasilkan tanah longsor besar.



Gambar 4. Diagram analisis kualitatif XRD dari komposisi mineral dalam batuan beku granit.

Sumber : Ronal Hutagalung tahun 2021

Untuk analisis XRD dapat dilihat pada grafik diagram pada (Gambar 4). Sedangkan untuk hasil analisis kualitatif XRD secara lengkap dapat dilihat pada (Tabel 1). Pada Tabel 1 menunjukkan komposisi mineral pada batuan granit berupa zeolit, albit, kuarsa, aluminium oksida, dan potassium dioksida..

Tabel 1. Hasil analisa kualitatif XRD pada granit yang telah mengalami pelapukan (nomor sampel GR/RN/18).

Phase Name	Formula	Content (%)
<b>Zeolite Y</b>	Si192 O384	0,71(3)
<b>Aluminum Oxide</b>	Al2 O3	0,99(18)
<b>Albite</b>	Na ( Al Si3 O8 )	62(3)
<b>potassium dioxide</b>	K2 O	2,29(10)
<b>quartz low HP, syn</b>	Si O2	33,9(3)

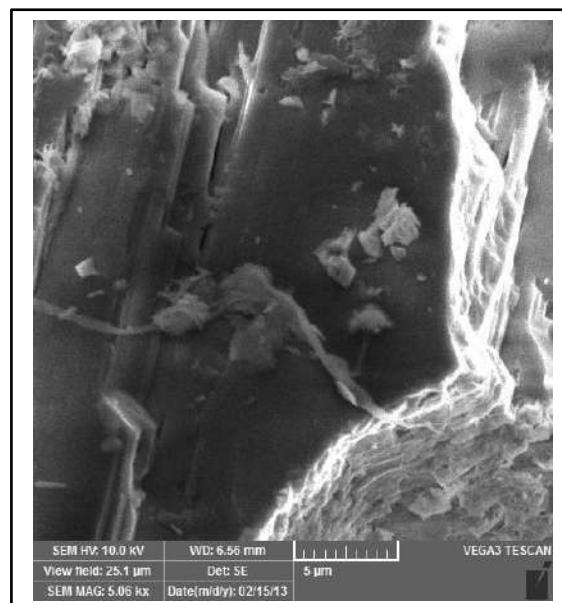
Sumber : Ronal Hutagalung tahun 2021

Analisis SEM dilakukan untuk mendukung analisis kualitatif XRD. Analisis SEM dilakukan untuk mengetahui kandungan apa saja yang terdapat dalam sebuah bahan dengan menggunakan perbesaran bayangan benda hingga 100.000 kali. Analisis SEM bisa mendukung bukti bahwa batuan beku granit telah mengalami pelapukan pada bagian pinggir atau tepi (Gambar 5).

Berdasarkan analisis kualitatif XRD dan SEM, batuan beku granit daerah Leato telah mengalami pelapukan. Kedua analisis laboratorium ini mendukung bukti di lapangan adanya pelapukan fisik dan kimia pada batuan granit.

Tingkat pelapukan pada batuan beku granit ini memungkinkan bahwa daerah

Leato meskipun tersusun batuan granit yang kompak dan resisten namun tidak menutup kemungkinan terjadi *rock fall*. Hal ini dikarenakan batuan granit yang kompak jika mengalami pelapukan maka resisten batuannya juga terpengaruh.



Gambar 5. Analisis SEM pada batuan beku granit yang menunjukkan adanya bukti pelapukan.

Sumber : Ronal Hutagalung tahun 2021

## KESIMPULAN

Mengacu hasil dan pembahasan penelitian kajian pelapukan granit daerah Leato berdasarkan analisis *X-Ray Diffraction* (XRD) dan *Scanning Electron Microscope* (SEM) maka dapat ditarik beberapa kesimpulan penting, antara lain:

1. Hasil survei lapangan menunjukkan batuan beku granit berada pada morfologi perbukitan tersayat tajam.
2. Analisis kualitatif XRD menunjukkan bahwa komposisi mineral pada batuan beku granit terdiri dari zeolit, albit, kuarsa, aluminium oksida, dan potassium dioksida.
3. Analisis SEM mendukung analisis kualitatif XRD menunjukkan pada

- bagian pinggir atau tepi batuan granit telah mengalami pelapukan.
4. Tingkat pelapukan pada batuan beku granit ini memungkinkan bahwa daerah Leato meskipun tersusun batuan granit yang kompak dan resisten namun tidak menutup kemungkinan terjadi *rock fall*.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim., (2021), *Ikhtisar aplikasi Google Earth.*, 2021. Diakses tanggal 23 Oktober 2021.
- Apandi, T., & Bachri, S., (1997). *Geologi Lembar Kotamobagu*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Direktorat Jenderal Pertambangan Umum Depatemen Pertambangan dan Energi.
- Boggs, S.J.R., (1995). *Principles of Sedimentology and Stratigraphy*, University of Oregon, Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey.
- Hakim, N., Nyakpa, M.Y., Lubis, A.M., Nugroho, S.G., Dih, M.A., Hong, & G.B., Bailey, H.H., (1986). Dasar-Dasar Ilmu Tanah. Universitas Lampung. 488 hal.
- Knoll, M., (1935). Aufladepotentiel und Sekundäremission elektronenbestrahlter Körper. *Zeitschrift für technische Physik*. 16: 467–475.
- Lihawa, F., Zainuri, A., Patuti, I. M., Permana, A. P., & Pradana, I. Y., (2021) The Analysis of Sliding Surface In Alo Watershed Gorontalo District, Indonesia. *News of The National Academy of Sciences of The Republic of Kazakhstan Series Of Geology And Technical Sciences*, Vol. 3(447), 53-58. <https://doi.org/10.32014/2021.2518-170X.62>
- McMullan, D., (2006). Scanning electron microscopy 1928–1965. *Scanning*, Vol. 17 (3): 175–185. doi:10.1002/sca.4950170309.
- Moore, D.M., & Reynold, R.C., (1997), *X-Ray Diffraction and the Identification and Analysis of Clay Mineral*, Oxford University Press, Oxford.
- Pednekar, P.P., Godiyal, S.C., Jadhav, K.R., and Kadam, V.J., (2017). *Mesoporous silica nanoparticles: a promising multifunctional drug delivery system*. Editor(s): Anton Ficai, Alexandru Mihai Grumezescu, In Micro and Nano Technologies, Nanostructures for Cancer Therapy, Elsevier, P ; 593-621,
- Permana, A. P., & Eraku, S. S., (2017). Analisis Stratigrafi Daerah Tanjung Kramat Kecamatan Hulonthalangi Kota Gorontalo. *Jurnal Geomine*, Vol.5 (1), 1-6. DOI: <https://doi.org/10.33536/jg.v5i1.90>.
- Permana, A.P., (2019). Tipe, Lingkungan dan Sejarah Diagenesis Batugamping Buliide Gorontalo Berdasarkan Analisis Petrografi. *Jurnal Geomine*, Vol. 7 (2) : 79-86. <https://doi.org/10.33536/jg.v7i2.327>.
- Permana, A.P., Pramumijoyo, S., & Akmaluddin., (2019a). Analysis of Microfacies and Depositional Environment of Limestone in Yosonegoro Area, Gorontalo Province, Indonesia. *Bulletin of the Iraq Natural History Museum*. Vol.15 (4) : 443-454. DOI: <https://doi.org/10.26842/binhm.7.2019.15.4.0443>.
- Permana, A.P., Pramumijoyo, S., & Akmaluddin., (2019b). Uplift Rate of Gorontalo Limestone (Indonesia) Based on Biostratigraphy Analysis. *News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Series of Geology and Technical Sciences*. Vol.6 (438) : 6-11. DOI: <https://doi.org/10.32014/2019.2518-170X.150>.
- Permana, A.P., & Eraku, S.S., (2020). Kualitas Batugamping Gorontalo Sebagai Reservoir Air Tanah

- Berdasarkan Analisis Jenis Porositas. *EnviroScienteae*, Vol. 16 (1), 1-6. <http://dx.doi.org/10.20527/es.v16i1.8993>.
- Permana, A.P., Pramumijoyo, S., & Akmaluddin., (2020). Paleobathymetry Analysis of Limestone in Bongomeme Region Based on Content of Benthic Foraminifera Fossil, Gorontalo District, Indonesia. *Bulletin of the Iraq Natural History Museum*. Vol. 16. No. 1. 1-14. DOI : <https://doi.org/10.26842/binhm.7.2020.16.1.0001>.
- Permana, A.P., Pramumijoyo, S., & Eraku, S. S. (2021a). Microfacies and Depositional Environment of Tertiary Limestone, Gorontalo Province, Indonesia. *News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Series of Geology and Technical Sciences*, Vol. 2 (446), 15-21. <https://doi.org/10.32014/2021.2518-170X.29>.
- Permana, A. P., Kasim, M., & Mamonto, F.K., (2021b). Analisis Lingkungan Purba Batugamping Daerah Limboto Barat Kabupaten Gorontalo. *Jurnal GEOSAPTA*, Vol. 7(2), 97-102. <http://dx.doi.org/10.20527/jg.v7i2.10681>.
- Simandjuntak, T.O., (1986). *Sedimentology and Tectonic of the Collision Complex in the East Arm of Sulawesi, Indonesia*. PhD thesis, University of London, London, (unpubl.), 374 p.
- Van Zuidam, R.A., (1985). *Aerial Photo Interpretation in Terrain Analysis and Geomorphologic Mapping*. Smith Publisher, The Hague, ITC.
- Vishwakarma, V., & Uthaman, S., (2020). *Environmental impact of sustainable green concrete*, Editor(s): Mohd Shahir Liew, Phuong Nguyen-Tri, Tuan Anh Nguyen, Saeid Kakooei, In Micro and Nano Technologies, Smart Nanoconcretes and Cement-Based Materials, Elsevier, 241-255. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-817854-6.00009-X>.
- von Ardenne M., (1937). *Improvements in electron microscopes*. GB 511204, convention date (Germany) 18 February 1937.

# Publish

PSDAL Unlam <psdal.unlam@gmail.com>

8 Jan 2022

10.24

kepada saya

Indonesia

Inggris

Terjemahkan pesan

Nonaktifkan untuk: Indonesia

=====

JURNAL ENVIROSCIENTEAE

ISSN 1978-8096 (print)

ISSN 2302-3708 (online)

Program Studi Magister Pengelolaan Sumberdaya Alam & Lingkungan

Program Pascasarjana Universitas Lambung Mangkurat

Kampus ULM Banjarbaru Gedung 1 Lantai II

Jalan Ahmad Yani Km 36 Banjarbaru Kode Pos 70714

» Tel / fax : (0511) 4777055 / (0511) 4777055

lama : <https://ppjp.ulm.ac.id/journal/index.php/es>

email : [psdal.unlam@gmail.com](mailto:psdal.unlam@gmail.com)

Assalamu'alaikum wr. wb.

Yth. Penulis Artikel Ilmiah  
EnviroScientae

Kami sampaikan bahwa artikel Bapak/Ibu yang di ajukan pada jurnal kami telah diterima  
**pada Jurnal EnviroScientae Edisi Vol. 18 No. 1, April 2022.**

Kami mohon Bapak/Ibu segera melakukan pembayaran melalui transfer ke **No. Rek. BNI 0124178347 a.n. Devvi Rachmatika.**

**Setiap artikel yang diterbitkan kami kenakan biaya**

**Biaya publikasi sebesar Rp. 300.000,- (tiga ratus ribu rupiah) per artikel. Bukti kirim/transfer dapat dikirim ke WA 081348438112 a.n. Devvi Rachmatika.**

Setelah melakukan pembayaran kami mohon Bapak/Ibu dapat segera mengisi Gform berikut :

**<https://forms.gle/EDfnS64UHpBETXAR8>**

Demikian yang dapat kami sampaikan, atas perhatian bpk/ibu/sdr(i) kami sampaikan terima kasih.

Admin Jurnal EnviroScientiae

---

A

Aang Panji Permana <aang@ung.ac.id>

8 Jan 2022

12.23

kepada PSDAL

Waalaikumsalam wr wb pimpinan editor jurnal EnviroScientiae, kami menginformasikan alhamdulillah sudah mentransfer biaya publikasi melalui nomor rekening BNI yang tertera a.n. Devvi Rachmatika. Bukti sudah kami kirimkan melalui WA bu Devvi Rachmatika dan mengisi lengkap data dalam google form yang tersedia. Bersama ini untuk memastikan maka kami mengirimkan kembali bukti transfer dan final manuscript. Atas perhatiannya disampaikan terima kasih.

Wassalam

Aang Panji Permana

---

**2 Lampiran • Dipindai dengan Gmail**



PSDAL Unlam <psdal.unlam@gmail.com>

8 Jan 2022

21.05

kepada saya

Indonesia  
Inggris

Terjemahkan pesan

Nonaktifkan untuk: Indonesia

=====  
JURNAL ENVIROSCIENTEAE  
ISSN 1978-8096 (print)  
ISSN 2302-3708 (online)

Program Studi Magister Pengelolaan Sumberdaya Alam & Lingkungan  
Program Pascasarjana Universitas Lambung Mangkurat  
Kampus ULM Banjarbaru Gedung 1 Lantai II  
Jalan Ahmad Yani Km 36 Banjarbaru Kode Pos 70714  
» Tel / fax : (0511) 4777055 / (0511) 4777055  
lama : <https://ppjp.ulm.ac.id/journal/index.php/es>  
email : [psdal.unlam@gmail.com](mailto:psdal.unlam@gmail.com)

LoA akab segera kami proses  
terimakasih

A

**Aang Panji Permana <aang@ung.ac.id>**

10 Jan 2022  
07.10

kepada PSDAL

Baik pak terima kasih infonya



**PSDAL Unlam <psdal.unlam@gmail.com>**

11 Jan 2022  
11.35

kepada saya

Indonesia  
Inggris

Terjemahkan pesan

Nonaktifkan untuk: Indonesia

LoA

=====  
JURNAL ENVIROSCIENTEAE  
ISSN 1978-8096 (print)  
ISSN 2302-3708 (online)

Program Studi Magister Pengelolaan Sumberdaya Alam & Lingkungan  
Program Pascasarjana Universitas Lambung Mangkurat  
Kampus ULM Banjarbaru Gedung 1 Lantai II  
Jalan Ahmad Yani Km 36 Banjarbaru Kode Pos 70714  
» Tel / fax : (0511) 4777055 / (0511) 4777055  
lama : <https://ppjp.ulm.ac.id/journal/index.php/es>  
email : [psdal.unlam@gmail.com](mailto:psdal.unlam@gmail.com)

---

## Satu lampiran • Dipindai dengan Gmail

A

BalasTeruskan

**TANDA TERIMA NASKAH ARTIKEL JURNAL**

Nomor : 004 /F-02/ ES-XVIII-I-2022

Telah diterima naskah artikel jurnal:

NAMA : Ronal Hutagalung1), Aang Panji Permana2)\*, Dewi Rahmawaty Isa3)

No. Telp./HP : 0

e-mail : [aang@ung.ac.id](mailto:aang@ung.ac.id)

NIM / NIP : -

Prodi-Fakultas / Instansi : Fakultas Matematika dan IPA, Universitas Negeri Gorontalo

Bahan Artikel : **Karya Ilmiah**

Judul Artikel : Kajian Pelapukan Granit Daerah Leato Berdasarkan Analisis XRD dan SEM

diterima untuk diterbitkan pada Edisi Jurnal *EnviroScientiae* :

Volume : 18  
Nomor : 1, April  
Tahun : 2022

Demikian tanda terima ini dibuat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Banjarbaru, 11 Januari 2022

a.n. Sekretariat Redaksi,



Syadzuli Rahman, S.Hut

## KAJIAN PELAPUKAN GRANIT DAERAH LEATO BERDASARKAN ANALISIS XRD DAN SEM

*Weathering Study of Leato Area Granite Based on XRD and SEM Analysis*

Ronal Hutagalung<sup>1)</sup>, Aang Panji Permana<sup>2)\*</sup>, Dewi Rahmawaty Isa<sup>3)</sup>

<sup>1,2,3)</sup> Fakultas Matematika dan IPA, Universitas Negeri Gorontalo

\*Correspondence e-mail: aang@ung.ac.id

### Abstract

Weathering is a natural process due to the work of exogenous forces both physically and chemically which results in the breakdown of rocks and constituent minerals into loose materials. Weathering can cause compact and resistant granite to move easily, causing rock fall in the Leato area, Gorontalo City. This study aims to assess the level of weathering of granite based on X-Ray Diffraction (XRD) and Scanning Electron Microscope Analysis (SEM) analysis. The research objectives will be achieved using two methods consisting of field surveys and laboratory analysis in the form of XRD and SEM analysis. Based on the results and discussion that granite rocks have undergone weathering. Evidence of weathering is clearly shown in SEM photos, namely weathering occurs at the edges of granite rocks.

*Keywords:* Granite, Leato, SEM, Weathering, XRD

### PENDAHULUAN

Pengaruh gaya eksogen baik fisik maupun kimiawi yang terjadi secara alamiah menyebabkan hancurnya dan berubahnya batuan termasuk di dalamnya mineral penyusunnya sehingga menjadi material lepas di permukaan bumi disebut pelapukan (Hakim *et al*, 1986)

Proses pelapukan tanah dan batuan yang terjadi berhubungan langsung dengan atmosfer bumi, biota dan air terjadi pada tempat sama. Namun dalam proses pelapukan tidak terjadi pergerakan (transportasi). Ada tiga jenis pelapukan yakni pelapukan fisik, kimia dan biologis. Proses kimia, fisika dan biologi yang mempengaruhi sulit dipisahkan di lapangan karena ketiganya dapat berlangsung bersama-sama pada suatu batuan (Boggs, 1995).

Penelitian pelapukan sangat penting terutama pada batuan yang kompak dan resisten seperti batuan granit. Karena fakta di daerah selatan Gorontalo ternyata sampai saat ini kasus dan kejadian *rock fall* dan

longsor berulang kali terjadi. Padahal batuan granit dikenal kompak dan resisten. Penelitian terakhir mengenai longsor di daerah Gorontalo dilakukan oleh Lihawa *et al*, 2021. Hasil penelitiannya menunjukkan beberapa tipe longsor beserta penyebabnya.

Daerah selatan Gorontalo tersusun beberapa formasi yakni Formasi Tinombo (Teot), Gunungapi Bilungala (Tmbv), Diorit Bone (Tmb), Gunungapi Pinugu (Tqpv) dan Batugamping Koral/Terumbu (Ql) (Apandi dan Bachri, 1997). Peneltian lebih detail di Lengan Utara Sulawesi banyak dilakukan yang menghasilkan satuan batuan hingga fasis batugamping (Permana dan Eraku, 2017; Permana, 2019; Permana *et al*, 2019a; Permana *et al*, 2020; Permana dan Eraku, 2020; Permana *et al*, 2021a; 2021b).

Daerah penelitian dipengaruhi tunjaman ganda sehingga menjadi sebuah busur gunung api (Simandjuntak, 1986). Lengan Utara Sulawesi juga mengalami proses tektonik pengangkatan mengacu batugamping di utara Danau Limboto yang telah mengalami *uplift*. *Rate of uplift* dari

batugamping mencapai 0,0699-0,0724 mm/tahun (Permana *et al.*, 2019b).

Mengacu latar belakang tersebut maka penelitian ini mengangkat tujuan utama penelitian yaitu mengkaji tingkat pelupukan batuan granit daerah Leato berdasarkan analisis *X-Ray Diffraction* (XRD) dan *Scanning Electron Microscope* (SEM).

## METODE PENELITIAN

Lokasi penelitian daerah Leato Kecamatan Dumbo Raya Kota Gorontalo yang merupakan perbukitan terjal di bagian selatan Lengan Utara Sulawesi. Posisi geografis berada pada koordinat  $(123^00'00'' - 123^010'00'' \text{ Bujur Timur} \text{ dan } 0^030'00'' \text{ Lintang Utara})$  (Gambar 1).



Gambar 1. Lokasi penelitian Daerah Leato Kecamatan Dumbo Raya Kota Gorontalo

Sumber : Google Earth tahun 2021

Obyek penelitian adalah singkapan batuan beku yang berada di sepanjang jalan trans Sulawesi bagian selatan. Jenis penelitiannya terdiri dari dua jenis yakni penelitian kualitatif dan kuantitatif. Analisis kualitatif berupa survei lapangan berupa analisis petrologi dan pengambilan sampel. Pengambilan sampel untuk analisis *X-Ray Diffraction* (XRD) dan *Scanning Electron Microscope* (SEM) untuk analisis kuantitatif.

XRD adalah teknik yang digunakan untuk mengetahui sifat bahan sebagai kristal atau amorf. Analisis XRD Ini akan

menentukan kuantifikasi bahan semen, karena analisis XRD dilakukan dengan sumber sinar-X radiasi Cu K $\alpha$  ( $\lambda = 1,5406$ ) (Moore dan Reynold, 1997; Vishwakarma dan Uthaman, 2020).

SEM merupakan mikroskop elektron yang mengambarkan permukaan sampel oleh pemindai dari pancaran tinggi elektron. Mikroskop elektron ini digunakan untuk mempelajari topografi bahan dan memiliki resolusi 2 nm. Sebuah probe elektron memindai permukaan material dan elektron ini berinteraksi dengan material. Elektron sekunder dipancarkan dari permukaan spesimen dan direkam. Seberkas electron menyusun SEM yang memindai permukaan sampel untuk dianalisis sebagai respon, setelah itu kembali memancarkan partikel tertentu. Analisis partikel ini dilakukan detektor yang berbeda yang akan mampu untuk merekonstruksi gambar tiga dimensi dari permukaan (Knoll, 1935; von Ardenne, 1937; Mc. Mullan, 2006; Pednekar *et al.*, 2017).

Susunan unsur pada batuan dan penampakan mikroskopisnya dapat diketahui melalui analisis ini. Karena analisis datanya melalui tahapan membandingkan data yang diperoleh dari hasil pengamatan di lapangan, dan analisis XRD-SEM.

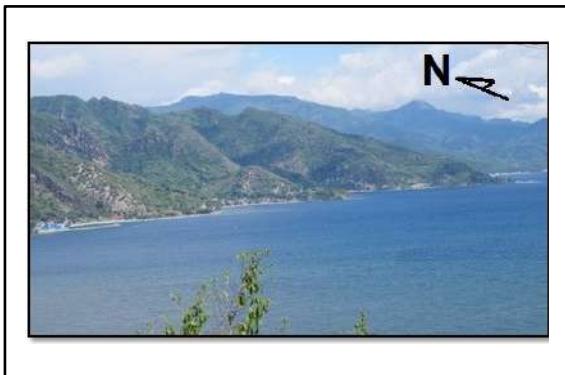
## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil survei lapangan menunjukkan geomorfologi daerah penelitian berupa satuan morfologi tersayat tajam. Penentuan satuan morfologi berdasarkan klasifikasi Van Zuidam (1985). Klasifikasi ini mengacu pada pendekatan morfometri, satuan bentang alam ini memiliki kemiringan lereng rata - rata  $23,26^\circ - 24,03^\circ$ , dengan persentase sudut lereng sekitar  $51,72 - 53,41\%$ , dan beda tinggi sekitar 223-430 meter di atas permukaan laut.

Pengamatan secara langsung di lapangan dilakukan sebagai bentuk pendekatan morfografi. Daerah penelitian merupakan perbukitan dengan lereng yang relatif terjal, untuk bentuk puncaknya

## Kajian Pelapukan Granit Daerah Leato Berdasarkan Analisis XRD dan SEM (Hutagalung. R, Aang .P.P dan Isa.D.R)

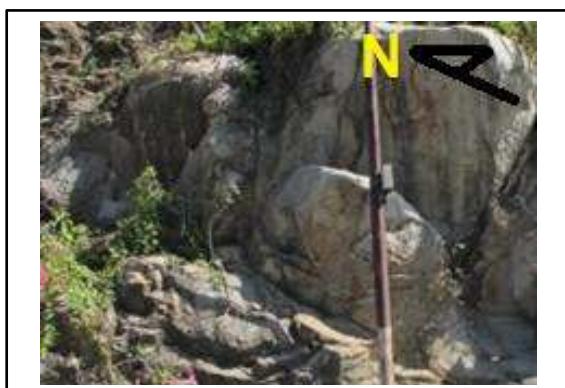
tumpul dengan lembahnya cenderung membentuk penampang menyerupai huruf "v" (Gambar 2).



Gambar 2. Kenampakan morfologi perbukitan terjal difoto dari laut daerah Leato.

Sumber : Ronal Hutagalung tahun 2021

Litologi daerah penelitian terdiri atas satuan granit. Satuan batuan granit merupakan batuan tertua berupa intrusi di daerah penelitian yang berumur Miosen Atas (Apandi dan Bachri, 1997). Satuan batuan granit masuk ke dalam bagian dari kontinen Sulawesi yang mengintrusi batuan alas batuan granulit dan batuan metamorf. Buktiya di lapangan berupa fragmen-fragmen batuan granit yang terdapat di breksi vulkanik di daerah Gorontalo.

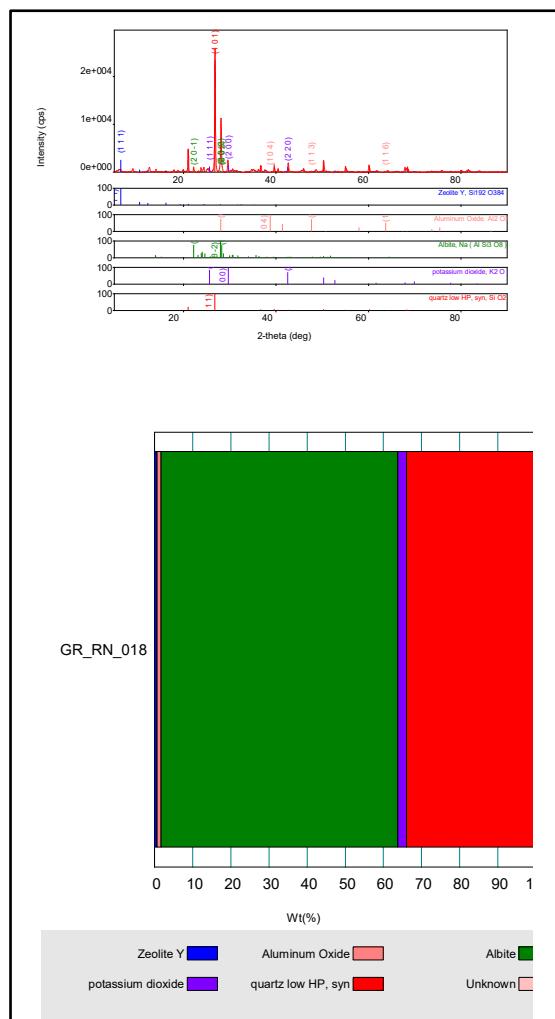


Gambar 3. Singkatan batuan beku granit di lokasi penelitian.

Sumber : Ronal Hutagalung tahun 2021

Secara fisik batuan granit di lokasi penelitian menunjukkan kenampakan lapangan berwarna terang, segar berwarna abu-abu keputihan, lapuk berwarna putih kecoklatan, tekstur faneroporfiristik, ortoklas sebagai mineral fenokris (Gambar 3).

Di lapangan selain pelapukan fisik (mekanis) juga ditemukan pelapukan kimiawi terhadap batuan granit. Hasil analisa laboratorium dengan menggunakan analisa kualitatif XRD dan SEM pada granit yang telah mengalami pelapukan. Analisis XRD digunakan untuk mengidentifikasi mineral yang menyusun batuan yang kaya akan lempung dan teralterasi hidrotermal yang terjadi di beberapa gunung berapi. Batuan tersebut diyakini memainkan peran penting dalam menghasilkan tanah longsor besar.



Gambar 4. Diagram analisis kualitatif XRD dari komposisi mineral dalam batuan beku granit.

Sumber : Ronal Hutagalung tahun 2021

Untuk analisis XRD dapat dilihat pada grafik diagram pada (Gambar 4). Sedangkan untuk hasil analisis kualitatif XRD secara lengkap dapat dilihat pada (Tabel 1). Pada Tabel 1 menunjukkan komposisi mineral pada batuan granit berupa zeolit, albit, kuarsa, aluminium oksida, dan potassium dioksida..

Tabel 1. Hasil analisa kualitatif XRD pada granit yang telah mengalami pelapukan (nomor sampel GR/RN/18).

<i>Phase Name</i>	<i>Formula</i>	<i>Content (%)</i>
<i>Zeolite Y</i>	Si192 O384	0,71(3)
<i>Aluminum Oxide</i>	Al2 O3	0,99(18)
<i>Albite</i>	Na ( Al Si3 O8 )	62(3)
<i>potassium dioxide</i>	K2 O	2,29(10)
<i>quartz low HP, syn</i>	Si O2	33,9(3)

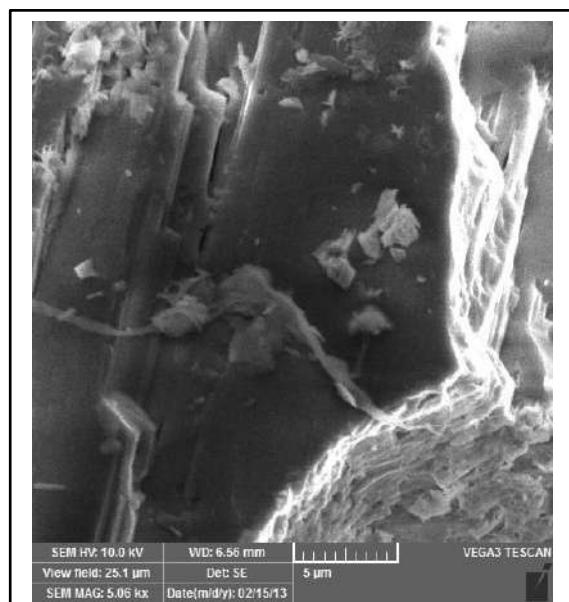
Sumber : Ronal Hutagalung tahun 2021

Analisis SEM dilakukan untuk mendukung analisis kualitatif XRD. Analisis SEM dilakukan untuk mengetahui kandungan apa saja yang terdapat dalam sebuah bahan dengan menggunakan perbesaran bayangan benda hingga 100.000 kali. Analisis SEM bisa mendukung bukti bahwa batuan beku granit telah mengalami pelapukan pada bagian pinggir atau tepi (Gambar 5).

Berdasarkan analisis kualitatif XRD dan SEM, batuan beku granit daerah Leato telah mengalami pelapukan. Kedua analisis laboratorium ini mendukung bukti di lapangan adanya pelapukan fisik dan kimia pada batuan granit.

Tingkat pelapukan pada batuan beku granit ini memungkinkan bahwa daerah Leato meskipun tersusun batuan granit yang kompak dan resisten namun tidak menutup kemungkinan terjadi *rock fall*. Hal ini dikarenakan batuan granit yang kompak jika

mengalami pelapukan maka resisten batuannya juga terpengaruh.



Gambar 5. Analisis SEM pada batuan beku granit yang menunjukkan adanya bukti pelapukan.

Sumber : Ronal Hutagalung tahun 2021

## KESIMPULAN

Mengacu hasil dan pembahasan penelitian kajian pelapukan granit daerah Leato berdasarkan analisis *X-Ray Diffraction* (XRD) dan *Scanning Electron Microscope* (SEM) maka dapat ditarik beberapa kesimpulan penting, antara lain:

1. Hasil survei lapangan menunjukkan batuan beku granit berada pada morfologi perbukitan tersayat tajam.
2. Analisis kualitatif XRD menunjukkan bahwa komposisi mineral pada batuan beku granit terdiri dari zeolit, albit, kuarsa, aluminium oksida, dan potassium dioksida.
3. Analisis SEM mendukung analisis kualitatif XRD menunjukkan pada bagian pinggir atau tepi batuan granit telah mengalami pelapukan.
4. Tingkat pelapukan pada batuan beku granit ini memungkinkan bahwa daerah Leato meskipun tersusun

# Kajian Pelapukan Granit Daerah Leato Berdasarkan Analisis XRD dan SEM (Hutagalung. R, Aang .P.P dan Isa.D.R)

batuan granit yang kompak dan resisten namun tidak menutup kemungkinan terjadi *rock fall*.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim., (2021), *Ikhtisar aplikasi Google Earth.*, 2021. Diakses tanggal 23 Oktober 2021.
- Apandi, T., & Bachri, S., (1997). *Geologi Lembar Kotamobagu*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Direktorat Jenderal Pertambangan Umum Depatemen Pertambangan dan Energi.
- Boggs, S.J.R., (1995). *Principles of Sedimentology and Stratigraphy*, University of Oregon, Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey.
- Hakim, N., Nyakpa, M.Y., Lubis, A.M., Nugroho, S.G., Dihha, M.A., Hong, & G.B., Bailey, H.H., (1986). Dasar-Dasar Ilmu Tanah. Universitas Lampung. 488 hal.
- Knoll, M., (1935). Aufladepotentiel und Sekundäremission elektronenbestrahlter Körper. *Zeitschrift für technische Physik*. 16: 467–475.
- Lihawa, F., Zainuri, A., Patuti, I. M., Permana, A. P., & Pradana, I. Y., (2021) The Analysis of Sliding Surface In Alo Watershed Gorontalo District, Indonesia. *News of The National Academy of Sciences of The Republic of Kazakhstan Series Of Geology And Technical Sciences*, Vol. 3(447), 53-58. <https://doi.org/10.32014/2021.2518-170X.62>
- McMullan, D., (2006). Scanning electron microscopy 1928–1965. *Scanning*, Vol. 17 (3): 175–185. doi:10.1002/sca.4950170309.
- Moore, D.M., & Reynold, R.C., (1997). *X-Ray Diffraction and the Identification and Analysis of Clay Mineral*, Oxford University Press, Oxford.
- Pednekar, P.P., Godiyal, S.C., Jadhav, K.R., and Kadam, V.J., (2017). *Mesoporous silica nanoparticles: a promising multifunctional drug delivery system*. Editor(s): Anton Ficai, Alexandru Mihai Grumezescu, In Micro and Nano Technologies, Nanostructures for Cancer Therapy, Elsevier, P ; 593-621,
- Permana, A. P., & Eraku, S. S., (2017). Analisis Stratigrafi Daerah Tanjung Kramat Kecamatan Hulonthalangi Kota Gorontalo. *Jurnal Geomine*, Vol.5 (1), 1-6. DOI: <https://doi.org/10.33536/jg.v5i1.90>.
- Permana, A.P., (2019). Tipe, Lingkungan dan Sejarah Diagenesis Batugamping Buliide Gorontalo Berdasarkan Analisis Petrografi. *Jurnal Geomine*, Vol. 7 (2) : 79-86. <https://doi.org/10.33536/jg.v7i2.327>.
- Permana, A.P., Pramumijoyo, S., & Akmaluddin., (2019a). Analysis of Microfacies and Depositional Environment of Limestone in Yosonegoro Area, Gorontalo Province, Indonesia. *Bulletin of the Iraq Natural History Museum*. Vol.15 (4) : 443-454. DOI: <https://doi.org/10.26842/binhm.7.2019.15.4.0443>.
- Permana, A.P., Pramumijoyo, S., & Akmaluddin., (2019b). Uplift Rate of Gorontalo Limestone (Indonesia) Based on Biostratigraphy Analysis. *News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Series of Geology and Technical Sciences*. Vol.6 (438) : 6-11. DOI: <https://doi.org/10.32014/2019.2518-170X.150>.
- Permana, A.P., & Eraku, S.S., (2020). Kualitas Batugamping Gorontalo Sebagai Reservoir Air Tanah Berdasarkan Analisis Jenis Porositas. *EnviroScientiae*, Vol. 16 (1), 1-6. <http://dx.doi.org/10.20527/es.v16i1.8993>.
- Permana, A.P., Pramumijoyo, S., & Akmaluddin., (2020). Paleobathymetry Analysis of Limestone in Bongomeme Region

- Based on Content of Benthic Foraminifera Fossil, Gorontalo District, Indonesia. *Bulletin of the Iraq Natural History Museum*. Vol. 16. No. 1. 1-14. DOI : <https://doi.org/10.26842/binhm.7.2020.16.1.0001>.
- Permana, A.P., Pramumijoyo, S., & Eraku, S. S. (2021a). Microfacies and Depositional Environment of Tertiary Limestone, Gorontalo Province, Indonesia. *News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Series of Geology and Technical Sciences*, Vol. 2 (446), 15-21.  
<https://doi.org/10.32014/2021.2518-170X.29>.
- Permana, A. P., Kasim, M., & Mamonto, F.K., (2021b). Analisis Lingkungan Purba Batugamping Daerah Limboto Barat Kabupaten Gorontalo. *Jurnal GEOSAPTA*, Vol. 7(2), 97-102.  
<http://dx.doi.org/10.20527/jg.v7i2.10681>.
- Simandjuntak, T.O., (1986). *Sedimentology and Tectonic of the Collision Complex in the East Arm of Sulawesi, Indonesia*. PhD thesis, University of London, London, (unpubl.), 374 p.
- Van Zuidam, R.A., (1985). *Aerial Photo Interpretation in Terrain Analysis and Geomorphologic Mapping*. Smith Publisher, The Hague, ITC.
- Vishwakarma, V., & Uthaman, S., (2020). *Environmental impact of sustainable green concrete*, Editor(s): Mohd Shahir Liew, Phuong Nguyen-Tri, Tuan Anh Nguyen, Saeid Kakooei, In Micro and Nano Technologies, Smart Nanoconcretes and Cement-Based Materials, Elsevier, 241-255.  
<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-817854-6.00009-X>.
- von Ardenne M., (1937). *Improvements in electron microscopes*. GB 511204, convention date (Germany) 18 February 1937.