

ANALISIS KARAKTERISTIK ALTERASI PADA BATUAN ANDESIT ANGGOTA INSU FORMASI GARBA, DAERAH LUBAR, OGAN KOMERING ULU SELATAN, SUMATERA SELATAN

Muhammad Aldriansyah Abellino¹, Robby Nugraha¹, Afriyza Ade Alya Sandy¹, Adinda Ayu Souqiyah¹, Nurlita Andini¹, Athaya Nailah¹, Ananda Putri Maharani¹, Benedikto Ansel Praditama¹, Khoirunnisa Alfawaini¹, Khafiza Novriani¹, Idarwati^{1*}, M Alfath Salvano S¹

¹Teknik Geologi, Universitas Sriwijaya, Palembang

*Corresponding author e-mail: idarwati@ft.unsri.ac.id

ABSTRAK: Kompleks Garba merupakan bagian dari *basement* di Cekungan Sumatera Selatan yang tersusun atas batuan pra-Tersier hasil koalisi antara *Woyla Arc* dan *West Sumatera Block* yang menutup Samudra *Meso-Tethys* pada kala Mesozoikum. Aktivitas tektonik ini memicu munculnya intrusi granit Formasi Garba yang menghasilkan fluida hidrotermal dan menyebabkan terjadinya alterasi pada batuan beku di sekitarnya. Penelitian ini difokuskan pada satuan andesit Anggota Insu Formasi Garba yang tersingkap di daerah Lubar, Kabupaten Ogan Komering Ulu Selatan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik mineral alterasi dan menentukan tipe alterasi yang berkembang pada batuan andesit tersebut. Metode yang digunakan meliputi observasi lapangan dan analisis petrografi terhadap sayatan tipis batuan berdasarkan variasi warna dan tekstur fisik. Hasil analisis petrografi menunjukkan adanya perubahan mineral primer menjadi mineral sekunder berupa klorit, kalsit, epidot, dan serisit yang terbentuk pada suhu relatif rendah. Berdasarkan kehadiran mineral-mineral tersebut, zona alterasi yang berkembang termasuk dalam fasies propilitik dengan intensitas alterasi rendah hingga sedang. Hasil ini menunjukkan bahwa batuan andesit Formasi Garba telah mengalami pengaruh fluida hidrotermal dari intrusi granit di sekitarnya yang menyebabkan terbentuknya alterasi tipe propilitik.

Kata Kunci: Alterasi, Andesit, Insu Formasi Garba, Petrografi, Propilitik.

ABSTRACT: The Garba Complex is part of the basement in the South Sumatra Basin, composed of pre-Tertiary rocks resulting from the coalition between the Woyla Arc and the West Sumatra Block, which covered the Meso-Tethys Ocean during the Mesozoic era. This tectonic activity triggered the emergence of the Garba Formation granite intrusion, which produced hydrothermal fluids and caused alteration in the surrounding igneous rocks. This study focuses on the andesite unit of the Garba Formation Member exposed in the Lubar area, South Ogan Komering Ulu Regency. The purpose of this study is to determine the characteristics of alteration minerals and the type of alteration that developed in the andesite rocks. The methods used include field observations and petrographic analysis of thin sections of rock based on variations in color and physical texture. The results of the petrographic analysis show a change in primary minerals to secondary minerals in the form of chlorite, calcite, epidote, and sericite, which were formed at relatively low temperatures. Based on the presence of these minerals, the alteration zone that developed belongs to the propylitic facies with low to moderate alteration intensity. These results indicate that the andesite rocks of the Garba Formation have been influenced by hydrothermal fluids from the surrounding granite intrusions, causing the formation of propylitic-type alteration.

Keywords: Alteration, Andesite, Insu Formation Garba, Petrography, Propylitic

1 Pendahuluan

Pulau Sumatera merupakan bagian dari busur Sunda yang memiliki sejarah tektonik kompleks akibat aktivitas konvergensi antara Lempeng Indo-Australia dan Eurasia sejak Kala Mesozoikum. Pada periode tersebut terjadi penutupan Samudra *Meso-Tethys* yang diakibatkan oleh

kolisi antara *Woyla Arc* dengan *West Sumatera Block*, membentuk jalur tumbukan (*collision zone*) yang menghasilkan satuan batuan pra-Tersier di bagian barat Cekungan Sumatera Selatan [1]. Proses penggabungan fragmen benua diperkirakan telah berlangsung sejak periode Trias. Pada masa tersebut, terjadi aktivitas subduksi di bagian barat Lempeng Pasifik terhadap margin

Asia Timur. Peristiwa ini menandai awal dari aktivitas subduksi yang berlanjut hingga periode Kapur Akhir, yang berperan penting dalam pembentukan landasan geologi Pulau Sumatra. Salah satu manifestasi dari landasan tersebut adalah Bukit Garba di Sumatra Selatan, yang saat ini tersingkap di permukaan sebagai bagian dari batuan dasar pulau tersebut [2]. Salah satu hasil dari proses tektonik tersebut adalah terbentuknya Kompleks Garba, yang secara regional merupakan bagian dari basement pra-Tersier dan tersingkap luas di wilayah Pegunungan Garba, Kabupaten Ogan Komering Ulu Selatan [3]. Pada fase pasca-konvergensi antara busur vulkanik *Woyla* dan *Sundaland* di Pulau Sumatra, terjadi kembali proses subduksi yang memicu terbentuknya *Situlanglang Ridge* serta Kompleks Insu *Mélange*. Selanjutnya, subduksi *Blok Woyla* ke bawah *West Sumatera Block* yang berlangsung selama periode Kapur menghasilkan aktivitas magmatisme yang membentuk Granit Garba [4][5].

Secara fisiografi, daerah penelitian termasuk dalam Pegunungan Garba yang merupakan zona *inlier basement* di bagian barat Cekungan Sumatera Selatan. Daerah ini memperlihatkan topografi bergelombang hingga berbukit dengan kenampakan batuan beku dan metamorf yang tersingkap baik. Pola struktur geologi utama berarah barat-laut–tenggara (NW–SE) dan utara–selatan (N–S), yang berperan sebagai jalur rembesan fluida magmatik dan kontrol terhadap distribusi alterasi hidrotermal [6].

Kompleks Garba merupakan bagian sisa dari busur vulkanik berumur Jura–Kapur yang berasosiasi dengan pembentukan *Terrane Woyla* di atas Lempeng *Keno-Tethys*. Keberadaan granit alkali felspar pada batuan dasar (*basement*) Garba mengindikasikan bahwa kawasan ini pernah mengalami peristiwa kolisi antara *Terrane Woyla* dan Segmen *West Sumatera* pada Awal Kapur. Proses kolisi tersebut diperkirakan menyebabkan penebalan kerak yang kemudian memicu aktivitas magmatisme di wilayah tersebut. [7]

Kompleks Garba memiliki susunan litologi yang beragam dan memperlihatkan sejarah geologi yang panjang akibat pengaruh tektonik, magmatik, dan metamorfik. Berdasarkan hasil penelitian terdahulu, Kompleks Garba terdiri atas beberapa satuan batuan yang disetarakan dengan Formasi Tarap dan Formasi Garba [8,][13]. Formasi Tarap didominasi oleh batuan metamorf seperti filit, kuarsit, dan sekis, sedangkan Formasi Garba tersusun atas batuan beku menengah hingga asam seperti andesit, breksi polimik, dan granit [9]. Hubungan antar satuan bersifat litodemik dengan batas yang dikontrol oleh struktur geologi berupa sesar dan intrusi granit.

Berdasarkan hasil penentuan umur mutlak metode K–Ar, granit Formasi Garba berumur $91,3 \pm 1,9$ juta tahun dan terbentuk pada Kala Kapur Awal [10]. Data tersebut menunjukkan bahwa aktivitas magmatik di daerah ini terjadi setelah fase kolisi *Woyla Arc* dengan tepian benua Sumatra.

Aktivitas intrusi granit di Formasi Garba berperan penting dalam pembentukan sistem hidrotermal di sekitar zona intrusi. Intrusi magma menghasilkan fluida panas yang kemudian mengalir melalui rekahan batuan dan menyebabkan terjadinya alterasi hidrotermal pada batuan beku di sekitarnya [11]. Fluida hidrotermal membawa ion-ion logam dan komponen volatil dari tubuh magma, yang bereaksi dengan mineral primer batuan inang dan menghasilkan mineral sekunder seperti klorit, epidot, kalsit, dan serisit. Proses ini tidak hanya mengubah mineralogi batuan, tetapi juga dapat mempengaruhi sifat fisik dan mekanik batuan, serta berperan dalam pembentukan mineralisasi logam pada sistem magmatik tertentu [12]. Singkapan batuan andesit di daerah Lubar, Kabupaten Ogan Komering Ulu Selatan, menunjukkan kenampakan perubahan warna dan tekstur yang mencirikan adanya proses alterasi akibat pengaruh fluida hidrotermal dari intrusi granit Formasi Garba.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis karakteristik alterasi pada batuan andesit Anggota Insu Formasi Garba di daerah Lubar, Kabupaten Ogan Komering Ulu Selatan, Provinsi Sumatera Selatan. Analisis dilakukan melalui pengamatan petrografi untuk mengidentifikasi mineral hasil alterasi, menentukan tipe alterasi, serta menafsirkan kondisi pembentukannya berdasarkan komposisi mineral dan tekstur batuan.

2 Metodologi Penelitian

Metodologi penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahap utama secara sistematis. Pertama, tahap lapangan mencakup observasi dan pemetaan lapangan untuk mengidentifikasi sebaran dan karakteristik batuan andesit anggota Insu Formasi Garba di daerah penelitian. Selanjutnya, sampel batuan diambil untuk analisis lebih lanjut di laboratorium. Persiapan sampel meliputi pembuatan sayatan tipis untuk memudahkan identifikasi mineral secara mikroskopis.

Pada tahap lapangan, dilakukan pemetaan dan pengamatan geologi di tujuh lokasi pengamatan (LP1–LP7). Selanjutnya, tahap laboratorium dilakukan melalui analisis petrografi menggunakan mikroskop polarisasi untuk mengidentifikasi mineral primer dan mineral

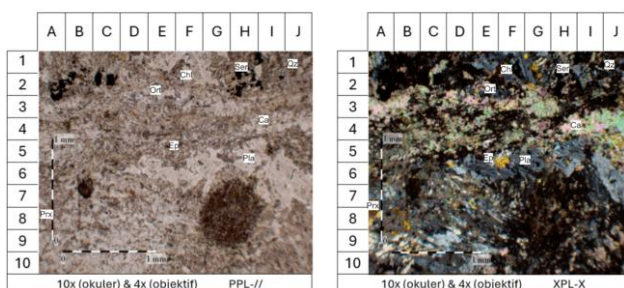
sekunder hasil alterasi (**Tabel 1**). Data dari analisis petrografi digunakan untuk menentukan tipe dan zona alterasi yang berkembang.

3 Hasil dan Pembahasan

Tabel 1. Komposisi Mineral Sekunder Pada batuan

Lokasi Pengamatan	Komposisi Mineral	Jenis Alterasi
LP 1	Serisit , Epidot, kalsit Klorit	Propilitik
LP 2	Serisit, Epidot dan Klorit	Propilitik
LP 3	Serisit, Epidot, Klorit dan Kalsit	Propilitik
LP 4	Serisit,kalsit dan Epidot	Propilitik
LP 5	Serisit dan Kalsit	Propilitik
LP 6	Serisit dan Kalsit	Propilitik
LP 7	Serisit, Epidot, Klorit dan Kalsit	Propilitik

3.1 Lokasi Penelitian 1



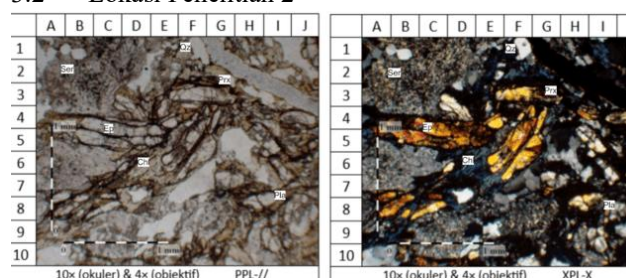
Tabel 2. Komposisi mineral alterasi propilitik

Mineral Primer	Persentase	Mineral Sekunder	Persentase
Kuarsa	4%	Serisit	2%
Piroksen	6%	Epidot	12%
Plagioklas An	23%	Klorit	6%
Ortoklas	3%	Kalsit	37%
Total Mineral Primer			36%

Total Mineral Sekunder 57%

Pada lokasi penelitian 1 didapatkan mineral primer yaitu kuarsa dengan persentase 4%, piroksen dengan persentase 6%, plagioklas an 23%, dan orthoklas 3%. Selain itu didapatkan mineral sekunder yaitu serisit dengan presentase 2%, epidot dengan persentase 12%, klorit dengan presentase 6% dan kalsit dengan persentase 37%. Hasil observasi lapangan pada lokasi penelitian 1 didapatkan total mineral primer yaitu 36% dan mineral sekunder 57% (**Tabel 2**). Dari hasil analisis petrografi tersebut memiliki jenis alterasi yaitu propilitik.

3.2 Lokasi Penelitian 2

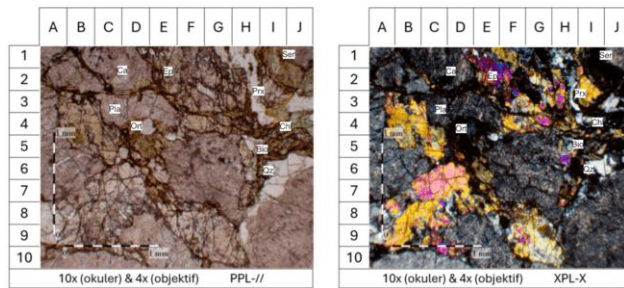


Tabel 3. Komposisi mineral alterasi propilitik

Mineral Primer	Persentase	Mineral Sekunder	Persentase
Kuarsa	5,25%	Serisit	16,75%
Piroksen	8%	Epidot	26%
Plagioklas	15%	Klorit	17%
Total Mineral Primer			28,25%
Total Mineral Sekunder			59,75%

Pada lokasi penelitian 2 didapatkan mineral primer yaitu kuarsa dengan persentase 5,25%, piroksen dengan presentase 8%, plagioklas 15%. Selain itu didapatkan mineral sekunder yaitu serisit dengan persentase 16,75%, epidot dengan persentase 26%, klorit dengan persentase 6%. Hasil observasi lapangan pada lokasi penelitian 2 didapatkan total mineral primer yaitu 28,25% dan mineral sekunder 59,75% (**Tabel 3**). Dari hasil analisis petrografi tersebut memiliki jenis alterasi yaitu propilitik.

3.3 Lokasi Penelitian 3

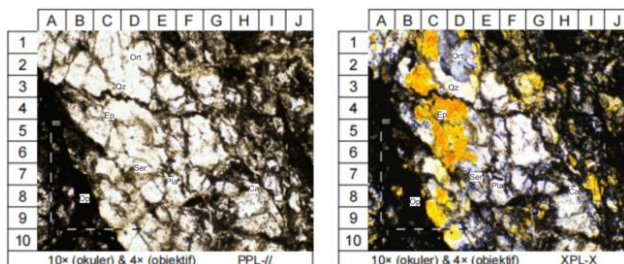


Tabel 4. Komposisi mineral alterasi propilitik

Mineral Primer	Persentase	Mineral Sekunder	Persentase
Kuarsa	4%	Serisit	2%
Piroksen	2%	Epidot	22%
Plagioklas An	36%	Klorit	4%
Ortoklas	10%	Kalsit	6%
Biotit	8%		
Total Mineral Primer			60%
Total Mineral Sekunder			34%

Pada lokasi penelitian 3 didapatkan mineral primer yaitu kuarsa dengan presentase 4%, piroksen dengan presentase 2%, plagioklas an 36%, orthoklas 10%, dan biotit dengan presentase 8%. Selain itu didapatkan mineral sekunder yaitu serisit dengan presentase 2%, epidot dengan presentase 22%, klorit dengan presentase 4% dan kalsit dengan presentase 6%. Hasil observasi lapangan pada lokasi penelitian 3 didapatkan total mineral primer yaitu 60% dan mineral sekunder 34% (**Tabel 4**). Dari hasil analisis petrografi tersebut memiliki jenis alterasi yaitu propilitik.

3.4 Lokasi Penelitian 4

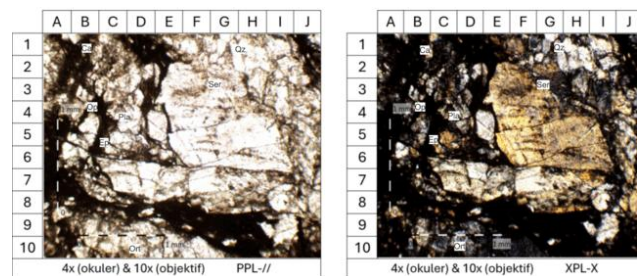


Tabel 5. Komposisi mineral alterasi propilitik

Mineral Primer	Persentase	Mineral Sekunder	Persentase
Kuarsa	4%	Serisit	4%
Opaque	4%	Epidot	10%
Plagioklas An	52%	Kalsit	4%
Orthoklas	4%		
Total Mineral Primer			64%
Total Mineral Sekunder			18%

Pada lokasi penelitian 4 didapatkan mineral primer yaitu kuarsa dengan presentase 4%, opaque dengan presentase 4%, plagioklas an 52%, dan orthoklas 4%. Selain itu didapatkan mineral sekunder yaitu serisit dengan presentase 4%, epidot dengan presentase 10%, kalsit dengan presentase 4%. Hasil observasi lapangan pada lokasi penelitian 4 didapatkan total mineral primer yaitu 64% dan mineral sekunder 18% (**Tabel 5**). Dari hasil analisis petrografi tersebut memiliki jenis alterasi yaitu propilitik.

3.5 Lokasi Penelitian 5



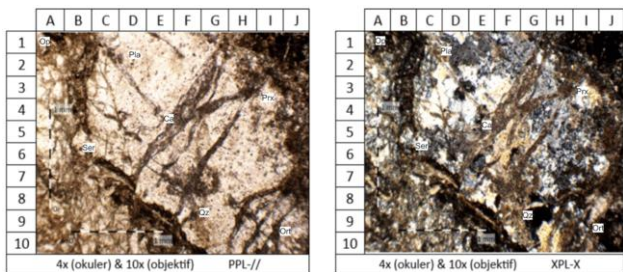
Tabel 6. Komposisi mineral alterasi propilitik

Mineral Primer	Persentase	Mineral Sekunder	Persentase
Kuarsa	9%	Serisit	32%
Piroksen	8%	Kalsit	6%
Plagioklas	4%		
Ortoklas	5%		
Opaque	2%		
Total Mineral Primer			28%

Total Mineral Sekunder 38%

Pada lokasi penelitian 5 didapatkan mineral primer yaitu kuarsa dengan presentase 9%, piroksen dengan presentase 8%, plagioklas 4%, orthoklas 5%, dan opaque dengan presentase 2%. Selain itu didapatkan mineral sekunder yaitu serisit dengan persentase 32% dan kalsit dengan persentase 6%. Hasil observasi lapangan pada lokasi penelitian 5 didapatkan total mineral primer yaitu 28% dan mineral sekunder 38% (**Tabel 6**). Dari hasil analisis petrografi tersebut memiliki jenis alterasi yaitu propilitik.

3.6 Lokasi Penelitian 6

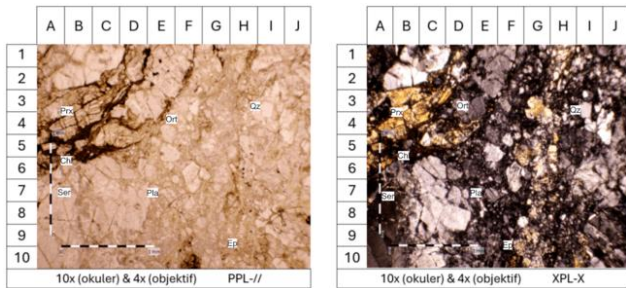


Tabel 7. Komposisi mineral alterasi propilitik

Mineral Primer	Persentase	Mineral Sekunder	Persentase
Kuarsa	12%	Serisit	24%
Piroksen	10%	Kalsit	14%
Plagioklas	5%		
Ortoklas	6%		
Opaque	2%		
Total Mineral Primer			35%
Total Mineral Sekunder			38%

Pada lokasi penelitian 6 didapatkan mineral primer yaitu kuarsa dengan persentase 12%, piroksen dengan persentase 10%, plagioklas 5%, orthoklas 6%, dan opaque 2%. Selain itu didapatkan mineral sekunder yaitu serisit dengan persentase 24%, dan kalsit dengan persentase 14%. Hasil observasi lapangan pada lokasi penelitian 6 didapatkan total mineral primer yaitu 35% dan mineral sekunder 38% (**Tabel 7**). Dari hasil analisis petrografi tersebut memiliki jenis alterasi yaitu propilitik.

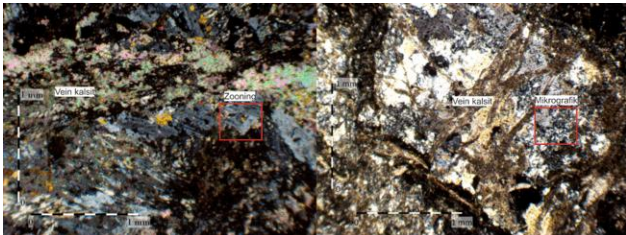
3.7 Lokasi Penelitian 7



Tabel 8. Komposisi mineral alterasi propilitik

Mineral Primer	Persentase	Mineral Sekunder	Persentase
Kuarsa	13%	Serisit	4%
Piroksen	10%	Epidot	9,5%
Plagioklas An	34%	Klorit	2%
Ortoklas	9%	Kalsit	4%
Total Mineral Primer			66%
Total Mineral Sekunder			19,5%

Pada lokasi penelitian 7 didapatkan mineral primer yaitu kuarsa dengan persentase 13%, piroksen dengan persentase 10%, plagioklas an 34%, dan orthoklas 9%. Selain itu didapatkan mineral sekunder yaitu serisit dengan persentase 4%, epidot dengan persentase 9,5%, klorit dengan persentase 2% dan kalsit dengan persentase 4%. Hasil observasi lapangan pada lokasi penelitian 7 didapatkan total mineral primer yaitu 66% dan mineral sekunder 19,5% (**Tabel 8**). Dari hasil analisis petrografi tersebut memiliki jenis alterasi yaitu propilitik.



Pada sayatan petrografi terdapat tekstur khusus berupa zoning pada mineral plagioklas yang menunjukkan variasi komposisi dari inti ke tepi akibat pertumbuhan atau pembekuan pada kondisi yang berbeda. Kemudian terdapat tekstur mikrografik dimana keterjalinan

kuarsa dalam feldspar yang terbentuk pada intusi magma felsik dengan kandungan air yang tinggi. Kemudian terdapat vein kalsit yang terbentuk akibat adanya rekahan yang kemudian terisi oleh mineral sekunder (kalsit) akibat adanya aktivitas alterasi hidrotermal.

Alterasi propilitik memiliki ciri tersendiri yaitu ditunjukkan dengan kehadiran mineral epidot, atau dan klorit, kalsit dan kehadiran mineral lain yaitu kuarsa dan opak seperti yang hadir pada analisis petrografi LP1-LP7 [14]. Pada alterasi propilitik yang umumnya berkembang pada andesit, ditunjukkan dengan pengamatan observasi lapangan andesit tersebut memiliki warna abu-abu kehijauan dan terdapat komposisi mineral ubahan berupa klorit, epidot dan kalsit. Berdasarkan mineral penciri yang ada, alterasi ini termasuk jenis alterasi propilitik yang mana keterbentukannya pada suhu 200-300 C [15].

4 Kesimpulan

Berdasarkan hasil observasi lapangan serta analisis petrografi terhadap sampel batuan andesit Anggota Insu Formasi Garba di daerah Lubar, Kabupaten Ogan Komering Ulu Selatan, dapat diinterpretasikan bahwa proses alterasi hidrotermal yang terjadi merupakan hasil interaksi antara batuan induk dan fluida panas. Fluida hidrotermal yang meresap melalui rekahan batuan memicu perubahan komposisi mineralogi, di mana mineral primer seperti kuarsa, plagioklas, piroksen, dan orthoklas mengalami transformasi menjadi mineral sekunder berupa serisit, epidot, klorit, dan kalsit. Asosiasi mineral-mineral sekunder tersebut mengindikasikan bahwa tipe alterasi yang berkembang tergolong dalam fasies propilitik dengan tingkat intensitas alterasi rendah hingga sedang. Kondisi pembentukan alterasi ini diperkirakan berlangsung pada kisaran suhu 200–300°C, yang mencerminkan aktivitas hidrotermal pada zona kedalaman menengah hingga dangkal di sekitar tubuh intrusi granit.

5. Ucapan Terima Kasih

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Laboratorium Petrologi, Program Studi Teknik Geologi, Universitas Sriwijaya, atas dukungan fasilitas dan bantuan teknis yang diberikan selama proses penulisan karya ilmiah. Dukungan tersebut berperan penting dalam memperoleh hasil penelitian yang akurat dan mendukung penyusunan karya ilmiah ini.

Daftar Pustaka

- [1] Barber, A.J., dkk. Sumatera : Geology, Resources and Tectonic Evolution. 2005
- [2] Idarwati, Purwanto, H., Sutriyono, E., & Prasetyadi, C. (2018). Revealing granitic basement of Garba Hill, Muara Dua Region, South Sumatera based on landsat images, structure, and petrography. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science.
- [3] M. Munasri, M. Ma'ruf, M. Haryadi, and M. P. Akbar, "Jejak subduksi Mesozoikum di Komplek Garba, Sumatra Bagian Selatan berdasarkan fosil Radiolaria dan data geokimia," Pusat Penelitian Geoteknologi LIPI, 2015.
- [4] Idarwati, Purwanto, H., Sutriyono, E., & Prasetyadi, C. (2021). The Geologic Process of The Saka River area: Related to the History Woyla Elevated Ocean in The South Sumatra Island Region, Republic of Indonesia. Journal of Physics: Conference Series.
- [5] Idarwati, et.al. Schematic Formation of Boudine Granite And Microfold phyllite of Gilas River: Implication For Triassic To Tertiary Tectonics of Garba Hill, South Ogan Komering Ulu Regency, South Sumatra Province. Geosystem and Geoenvironment, vol. 4, pp 1-11. 2025.
- [6] A. Pulunggono and N. R. Cameron, "Sunda Land and the evolution of Sumatra," Indonesian Petroleum Association, Proceedings of the 13th Annual Convention, vol. 13, pp. 1221–1443, 1984.
- [7] Haty, Idarwati, dkk. Air Terjun Way Lubar Produk Sesar Pra Tersier Pulau Sumatera. Lembaga Penelitian & Pengabdian kepada Masyarakat. 2020.
- [8] E. Handini, N. I. Setiawan, S. Husein, P. C. Adi, and Hendarsyah, "Petrologi batuan alas cekungan (basement) pra-Tersier di Pegunungan Garba, Sumatra Selatan," Proceedings Joint Convention Malang, HAGI–IAGI–IAFMI–IATMI, pp. 1–6, 2017.
- [9] R. Argakoesoemah and M. Kamal, "Stratigrafi Cekungan Sumatera Selatan," Laporan Geologi Regional Sumatera Selatan, 2004.
- [10] T. S. Aterta and E. W. D. Hastuti, "Fasies metamorfisme basement Formasi Tarap, Komplek Garba, Bukit Situlanglang, Desa Lubar, OKU Selatan, Sumatera Selatan," Seminar Nasional AVoER XI, Palembang, pp. 117–122, 2019.

- [11] K. Morrison, Important Hydrothermal Minerals and Their Significance, New Zealand: Geothermal and Mineral Service Division, 1997.
- [12] F. Pirajno, Hydrothermal Processes and Mineral Systems, Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, 2009.
- [13] R. Heryanto and S. A. Mangga, Peta Geologi Lembar Baturaja, Sumatera Selatan, Skala 1:250.000, Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, 1994.M. Beida and A. Jarzebska, "Characterization of precipitates in aluminium alloy 6013 after cold-rolling and annealing," *Acta Physica Polonica A*, vol. 130, no. 4, pp. 988-990, 2015.
- [14] Hasria. A, Idrus and I, Wayan, M. Perubahan Komposisi Batuan Metamorf Akibat Proses Alterasi Hidrotermal pada Endapan Emas di Pegunungan Rumbia, Pada Lengan Tenggara Pulau Sulawesi. *Jurnal Geologi dan Sumberdaya Mineral*, vol. 21, pp 119-127. 2020
- [15] Fadlin. I, Hisnu, S and L, Adi, P. Studi Alterasi, Mineralisasi Dan Inklusi Fluida Prospek Hidrotermal (Pb-Zn-Cu-Au-Ag) Kubah Kulonprogro Bagian Selatan, Jawa Tengah. *Jurnal Geologi dan Sumberdaya Mineral*, vol. 20, pp 211-223. 2019.