



# ANALISIS INTENSITAS SERPENTINISASI PADA BATUAN DASAR TERHADAP PEMBENTUKAN NIKEL LATERIT DI SITE HAUL SAGU PT. SINAR KURNIA ALAM (SKA)

Herlangga Mulya Ramadan<sup>1\*</sup>, Arbi Haya<sup>1</sup>, Almun Madi<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Khairun, Ternate

\*Corresponding author: [herlanggaramadan271@gmail.com](mailto:herlanggaramadan271@gmail.com)

Article History

Received : 21 Maret 2026

Revised : 25 Maret 2026

Accepted : 1 April 2026

## Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik mineralogi batuan dasar serta intensitas serpentinisasi batuan dasar terhadap pembentukan nikel laterit di Pit E Sekuen 18, 19, dan 22 Site Haul Sagu PT. Sinar Kurnia Alam (SKA), Pulau Obi, Maluku Utara. Metode yang digunakan adalah analisis petrografi dan X-Ray Diffraction (XRD) terhadap enam sampel batuan dasar. Hasil analisis menunjukkan bahwa seluruh sampel merupakan batuan ultrabasa yang telah mengalami serpentinisasi intensif hingga lanjut, ditandai oleh dominasi mineral serpentin berupa lizardit, antigorit, dan krisotil, dengan tekstur holokristalin bergranularitas kriptokristalin, agregat serabut, relief rendah, dan pabrik masif. Mineral olivin masih ditemukan sebagai sisa mineral primer, disertai keberadaan ortopiroksen, klinopiroksen, dan magnetit dalam jumlah minor. Analisis XRD menunjukkan kandungan mineral serpentin yang sangat tinggi, berkisar antara 87,7% hingga 94,2%, dengan dominasi mineral lizardit pada seluruh sampel. Tingginya persentase mineral serpentin mengindikasikan bahwa batuan ultrabasa di lokasi penelitian telah mengalami serpentinisasi yang sangat kuat, sehingga memungkinkan unsur nikel terakomodasi dalam struktur mineral serpentin sebelum mengalami pelepasan kembali selama proses pelapukan dan laterisasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa serpentinisasi yang kuat merupakan faktor penting dalam tahap awal pembentukan endapan nikel laterit, karena berperan dalam mengontrol penyimpanan dan mobilisasi nikel pada batuan induk ultrabasa.

**Kata kunci:** serpentinisasi, nikel laterit, batuan ultrabasa, petrografi, XRD, lizardit.

## Abstract

*This study aims to determine the mineralogical characteristics of the bedrock and the intensity of serpentinization in relation to lateritic nickel formation at Pit E Sequence 18, 19, and 22, Haul Sagu Site, PT Sinar Kurnia Alam (SKA), Obi Island, North Maluku. Petrographic and X-Ray Diffraction (XRD) analyses were conducted on six bedrock samples to identify mineral composition, texture, and the degree of serpentinization. The petrographic results indicate that all samples are ultramafic rocks that have undergone intense to advanced serpentinization, characterized by the dominance of serpentine minerals, including lizardite, antigorite, and chrysotile, with holocrystalline textures, cryptocrystalline grain size, fibrous aggregates, low relief, and massive fabric. Relict olivine is still present as a primary mineral residue, accompanied by minor orthopyroxene, clinopyroxene, and magnetite. XRD analysis shows that serpentine minerals constitute between 87.7% and 94.2% of the samples, with lizardite being the dominant phase in all samples. The high serpentine content indicates that the ultramafic bedrock has experienced very strong serpentinization, allowing nickel to be temporarily accommodated within the serpentine crystal structure before being released during weathering and lateritization processes. The results suggest that strong serpentinization plays a significant role in the early stages of lateritic nickel deposit formation by controlling the storage and mobilization of nickel within ultramafic parent rocks.*

**Keywords:** serpentinization, lateritic nickel, ultramafic rock, petrography, X-Ray Diffraction (XRD), lizardite.

## 1. Pendahuluan

Nikel laterit terbentuk melalui proses pelapukan batuan ultrabasa dalam jangka waktu yang cukup lama. Dalam proses laterisasi, batuan asal berperan penting dalam menentukan distribusi dan kadar nikel yang terakumulasi dalam profil pelapukan. Salah satu proses geologi yang signifikan dalam pembentukan nikel laterit adalah serpentinisasi [2]. Secara kimia, batuan beku ultrabasa mengandung < 45% SiO<sub>2</sub> dan di dominasi oleh mineral yang kaya akan unsur Fe dan Mg. Mineral utama penyusun

batuan ultrabasa meliputi olivine, ortopiroksen, serta fase alumina seperti plagioklas, spinel, atau garnet, tergantung pada kondisi suhu dan tekanan saat pembentukannya<sup>[3]</sup>.

Secara regional, daerah Obi termasuk ke dalam Cekungan Obi yang terbentuk akibat pergerakan geodinamik tiga lempeng [1]. Geologi daerah Obi dimulai dengan munculnya batuan ultramafik dan malihan pada Zaman Trias-Jura (sekitar 250-145 juta tahun lalu), kemudian pada Zaman Jura (sekitar 145-201 juta tahun lalu) terendapkan Formasi Loleobasso, yang terdiri dari batuan sedimen seperti batu pasir dan serpih. Sedangkan sedimen tersiernya dimulai pada Oligo-Miosen (sekitar 23-24 juta tahun lalu) yang dicirikan oleh pengendapan Formasi Fluk dan Formasi Bacan. Kemudian terjadi pengangkatan disertai kegiatan gunung api, intrusi diorit dan gabro, lalu diendapkan Formasi Woi, Obi dan Anggai pada Mio-Pliosen [1].

Kedudukan ataupun kemunculan mineral serpentin pada batuan dasar penghasil laterit terkadang memberikan akibat yang sangat signifikan terhadap karakterisasi tanah laterit yang terdapat. Secara universal batuan dasar penghasil tanah laterit adalah batuan- batuan ultramafik dimana batuan yang rendah unsur Si, tetapi besar unsur Fe, Mg serta ada unsur Ni yang berasal langsung dari mantel bumi. Kedatangan mineral serpentin pada batuan ultramafik jadi suatu peranan berarti dalam pembentukan tanah laterit, yang paling utama pada pengayaan unsur logam Ni pada tanah laterit<sup>[2]</sup>. Proses laterisasi yang tujuannya memisahkan unsur Ni-Mg dari unsur Fe akan terbantu karena unsur Fe nya sudah terpisah saat proses serpentinisasi terjadi [4].

Petrografi adalah analisis mineralogi secara mikro dengan memanfaatkan pengetahuan tentang optic mineral. Beberapa sifat optic yang menjadi bahan untuk analisis adalah warna absorpsi, ketembusan cahaya, relief, pleokroisme, bentuk kristal, bentuk mineral, belahan, sifat birefringence, sifat kembaran (twinning), sifat kegelapan (extinction), dan embayment<sup>[5]</sup>. Spektroskopi XRD merupakan sesuatu metode analisis struktur kristal, fasa, serta mineral pada sesuatu ilustrasi. X-ray Diffraction (XRD) adalah metode penting yang digunakan dalam bidang geologi untuk menganalisis struktur hablur mineral, memastikan tipe, serta fasa mineral yang ada dalam batuan ataupun tanah dengan ketepatan yang akurat [6].

## 2. Metode

Metode penelitian yang digunakan adalah penelitian kuantitatif yang dilakukan pengamatan langsung di lapangan untuk dilakukan pengambilan sampel lalu dibawah kelaboratorium untuk mengetahui kandungan mineralogi dan persentase mineral pada batuan dasar.

Metode eksperimen laboratorium adalah pendekatan penelitian yang dilakukan dalam lingkungan terkontrol, seperti laboratorium, untuk menguji hubungan sebab-akibat antara variabel-variabel tertentu. Dalam metode ini, peneliti dapat mengendalikan variabel bebas dan mengamati pengaruhnya terhadap variabel terikat, sehingga memungkinkan identifikasi hubungan kausal secara lebih akurat.

Prosedur kerja dalam penelitian ini meliputi beberapa tahapan sistematis:

1. Studi literatur: mengumpulkan dan meninjau kembali teori yang relevan terkait topik penelitian dari media cetak maupun digital seperti jurnal, buku, laporan riset dan dokumen lainnya.
2. Observasi lapangan: mengamati secara langsung kondisi lapangan dan geologis dari lokasi penelitian secara langsung beserta dengan pengumpulan data untuk mendukung penelitian.
3. Pengambilan data primer dan sekunder: untuk memperoleh informasi spesifik terkait penelitian di lokasi penelitian.
4. Pengujian hasil laboratorium: memperoleh data akurat mengenai objek yang diuji secara fisik dan kimia, sehingga mendukung penelitian ilmiah untuk memperoleh kesimpulan.
5. Analisis dan pembahasan: menganalisis data yang telah dikumpulkan, dan disajikan dalam pembahasan.
6. Kesimpulan: mengevaluasi hasil penelitian, memberikan saran serta masukan untuk penelitian lanjutan.

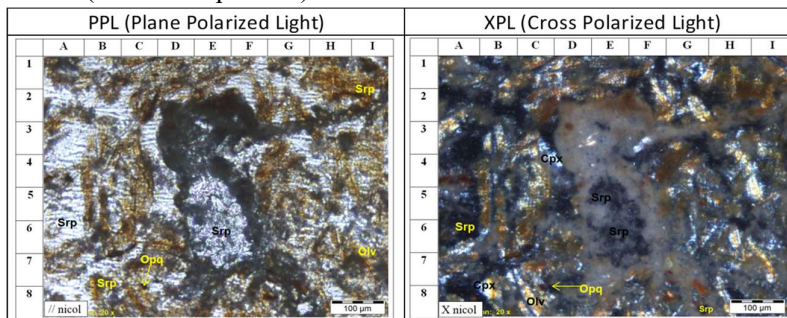
### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1 Hasil

##### A. PETROGRAFI

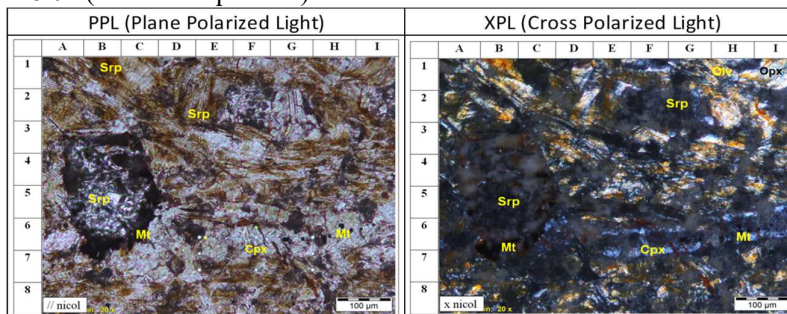
Sebanyak 6 sampel dilakukan pengujian petrografi dan XRD untuk mengetahui karakteristik mineralogi batuan dasar di lokasi penelitian. Berdasarkan hasil pengujian didapatkan setiap sampel telah mengalami proses serpentinisasi yang intens sehingga mengubah mineral primer menjadi sekunder.

##### 1. Sampel 18/01 (Batuan Serpentin)



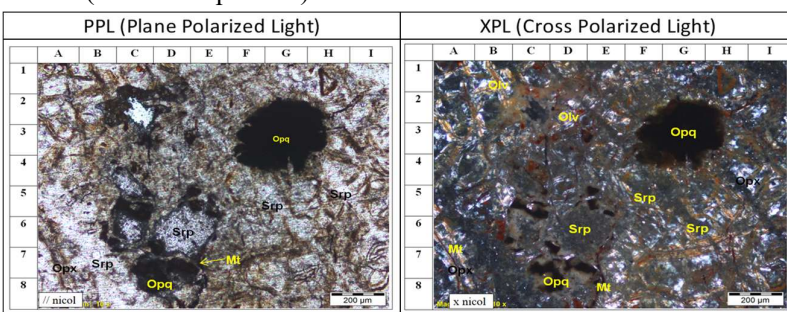
Gambar 3.1 Fotomikrografi sayatan tipis hasil petrografi

##### 2. Sampel 18/02 (Batuan Serpentin)



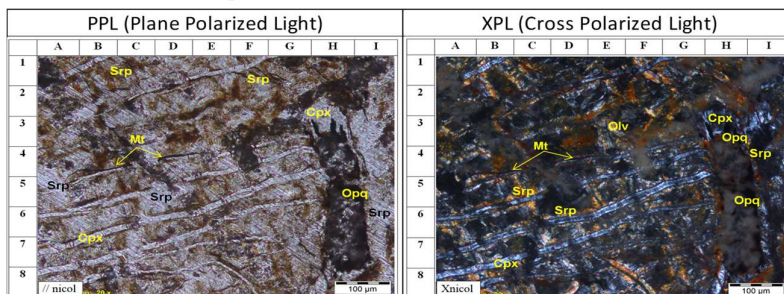
Gambar 3.2 Fotomikrografi sayatan tipis hasil petrografi

##### 3. Sampel 19/01 (Batuan Serpentin)



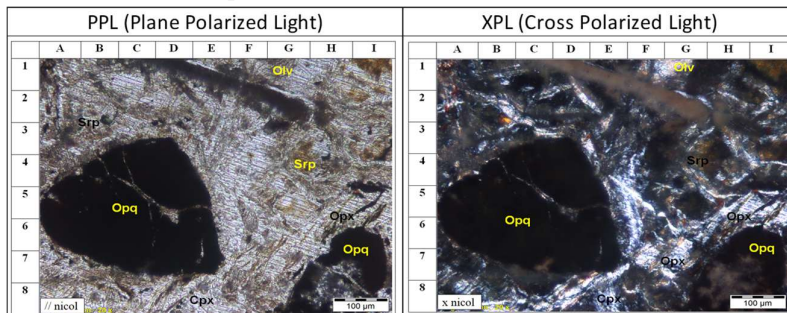
Gambar 3.3 Fotomikrografi sayatan tipis hasil petrografi

##### 4. Sampel 19/02 (Batuan Serpentin)



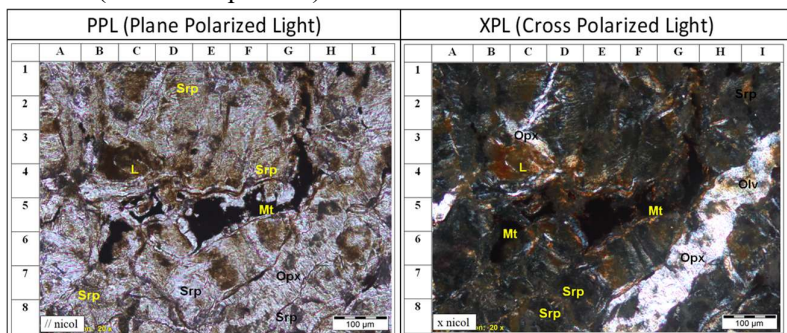
**Gambar 3.4** Fotomikrografi sayatan tipis hasil petrografi

5. Sampel 22/01 (Batuan Serpentininit)



**Gambar 3.5** Fotomikrografi sayatan tipis hasil petrografi

6. Sampel 22/02 (Batuan Serpentininit)

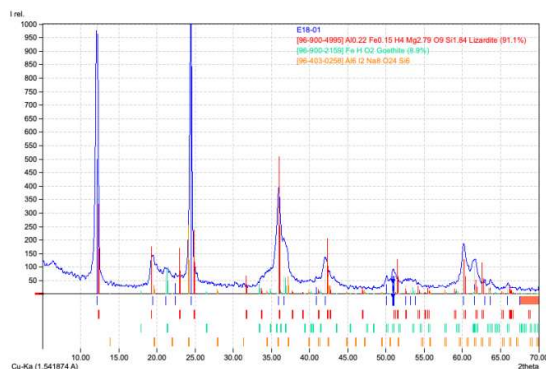


**Gambar 3.6** Fotomikrografi sayatan tipis hasil petrografi

B. Analisis X-Ray Diffraction (XRD)

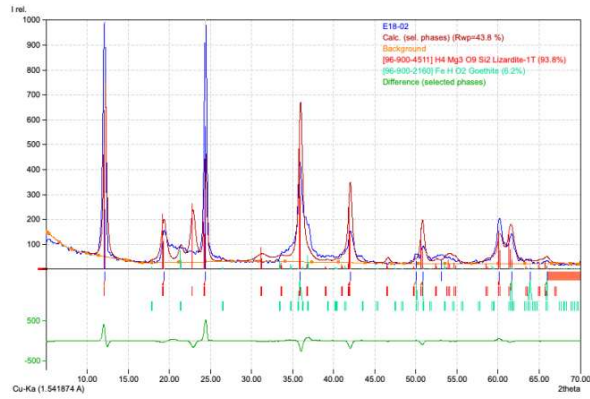
Analisis intensitas serpentinisasi pada batuan dasar dilakukan pada 6 sampel hasil sampling bedrock. Hasil analisis X-Ray Diffraction (XRD) pada sampel batuan dasar ultramafik menunjukkan pola difraksi yang menghasilkan mineral-mineral sekunder yang sering ditemukan dalam jenis batuan dasar pembentuk nikel laterit. Pada hasil analisis X-Ray Diffraction setiap sampel yang dianalisis dengan puncak difraksi 2θ memiliki karakteristik mineral dan persentase yang tidak jauh berbeda.

1. Sampel 18/01 (Batuan Serpentininit)



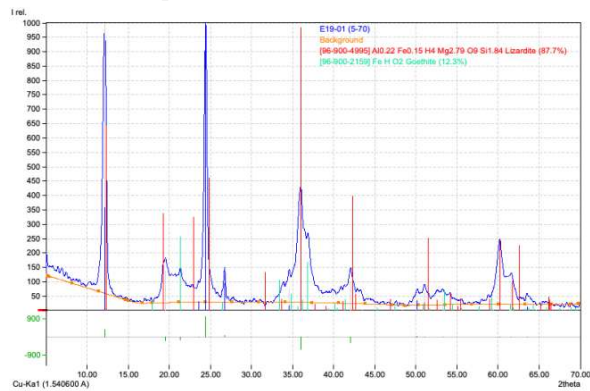
**Gambar 3.8** Pengujian XRD 18/01

2. Sampel 18/02 (Batuan Serpentin)



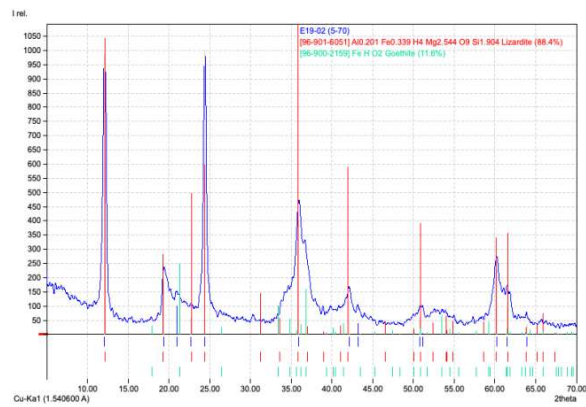
Gambar 3.9 Pengujian XRD 18/02

3. Sampel 19/01 (Batuan Serpentin)



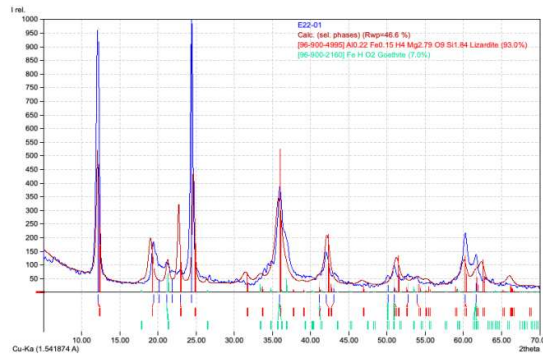
Gambar 3.10 Pengujian XRD 19/01

4. Sampel 19/02 (Batuan Serpentin)



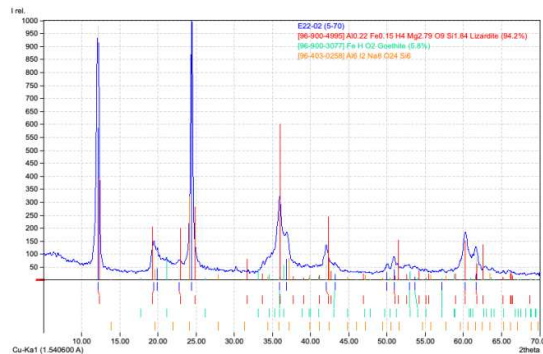
Gambar 3.11 Pengujian XRD 19/02

## 5. Sampel 22/01 (Batuan Serpentin)



Gambar 3.12 Pengujian XRD 22/01

## 6. Sampel 22/02 (Batuan Serpentin)



Gambar 3.13 Pengujian XRD 22/01

### 3.2 Pembahasan

Berdasarkan hasil petrografi dan X-Ray Diffraction (XRD) didapatkan mineral serpentin khususnya lizardite yang mendominasi pada setiap sampel. Berdasarkan tabel intensitas serpentinisasi dapat dilihat tingkat serpentinisasi yang tinggi dengan persentase antara 87,7% hingga 94,2%. Nilai persentase tersebut mengindikasikan bahwa batuan awal (ultramabasa) telah mengalami proses serpentinisasi yang sangat kuat, yang mana mineral primer seperti olivin dan piroksen hampir sepenuhnya bertransformasi menjadi mineral serpentin. Hal ini menyebabkan batuan menjadi lebih rapuh dan memiliki banyak rekahan sehingga sangat mendukung sirkulasi fluida hidrotermal yang berperan penting dalam proses pelapukan laterit.

Jenis mineral serpentin yang teridentifikasi pada seluruh sampel adalah lizardite. Kehadiran lizardite sebagai fase dominan menunjukkan bahwa proses serpentinisasi berlangsung pada kondisi temperatur relatif rendah dan tekanan rendah sampai menengah. Mineral serpentin lizardite mampu menyimpan nikel dalam struktur kristalnya, oleh karena itu dominasi mineral lizardite menunjukkan bahwa batuan dasar berperan penting sebagai reservoir nikel yang baik sebelum mengalami pelapukan lanjut.

Perbedaan persentase pada setiap sampel mencerminkan perbedaan intensitas serpentinisasi yang berpengaruh terhadap distribusi awal nikel. Sampel dengan persentase serpentin sangat tinggi, seperti pada sampel 18/01, 18/02, 22/01, dan 22/02 menunjukkan bahwa hampir seluruh mineral primer pada batuan dasar lokasi penelitian telah teralterasi menjadi mineral serpentin khususnya lizardite. Kondisi ini memungkinkan nikel terdistribusi secara relatif homogen dalam batuan dasar yang terserpentinisasi. Sedangkan pada sampel dengan persentase serpentin lebih rendah seperti pada sampel 19/01 dan 19/02 dianggap lebih ideal dalam proses pengayaan nikel.

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis diatas, adapun kesimpulan yang dapat di tarik dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Hasil analisis petrografi dan Xry-Difraction (XRD), batuan dasar di lokasi penelitian merupakan batuan ultrabasa yang telah mengalami proses serpentinisasi intensif hingga lanjut, yang ditandai dengan didominasi oleh mineral serpentin terutama lizardite sebagai fase utama, serta kehadiran antigorite dan kriosotil dalam jumlah yang lebih kecil. Berdasarkan analisis petrografi, batuan menunjukkan tekstur holokristalin bergranulitas kriptokristalin, agregat serabut, relief rendah, kemas fabrik masif, Mineral olivin juga hadir namun sebagai mineral sisa dari proses serpentinisasi.
2. Berdasarkan hasil analisis Xry-Difraction (XRD) pada keenam sampel, seluruh sampel menunjukkan persentase mineral serpentin yang sangat tinggi mulai dari 87,7% hingga 94,2% dengan dominasi mineral lizardite dan diklasifikasi sebagai serpentinisasi kuat. Tingginya tingkat serpentinisasi pada sampel mengindikasikan bahwa batuan ultrabasa di lokasi penelitian telah mengalami proses serpentinisasi yang intensif. Kondisi ini memungkinkan unsur Ni terakomodasi sementara dalam struktur mineral serpentin sebelum mengalami pelepasan kembali selama proses pelapukan.

#### 5. Referensi

- [1] Geurhaneu, N., Prasetyo, F., Latuputty, G. (2016). KEBENCANAAN GEOLOGI KELAUTAN DI BAGIAN UTARA PULAU OBI, MALUKU. *JURNAL GEOLOGI KELAUTAN*, 14(1), 25-26.
- [2] Kurniadi, A., Rosana, M., & Siregar, D.A. (2017). "Karakteristik Batuan Asal Pembentukan Endapan Nikel Laterit di Daerah Madang dan Serakaman Tengah." *Padjajaran Geoscience Journal*, Vol. 1, No. 2, Oktober 2017, hlm. 149-163.
- [3] Kurniadi, A., Rosana, M. F., & Yuningsih, E. T. (2018). Karakteristik batuan asal pembentukan endapan nikel laterit di daerah Madang dan Serakaman Tengah. *Geoscience Journal*, 2(3), 221-234.
- [4] Puspita, R., Ninasafitri, & Ente, M. R. (2022). Karakteristik Batuan Ultrabasa dan Penyebaran Nikel Laterit pada Daerah Siuna Kecamatan Pagimana Kabupaten Banggai, Sulawesi Tengah. *Jurnal Geocelebes*, 6(1), 93–107.
- [5] Permanajati, I., Zakaria, Z., Hadian, M. S. D., Anwar, H. Z., & Setijadi, R. (2018). Kajian Petrografi pada Zona Pelapukan Breksi Piroklastik terhadap Longsoran Gunung Pawinihan, Kabupaten Banjarnegara, Provinsi Jawa Tengah. *Dinamika Rekayasa*, 14(1), 9-16.
- [6] Sumari, S., Prakasa, Y. F., Asrori, M. R., & Baharintasari, D. R. (2020). Analisis Kandungan Mineral Pasir Pantai Bajul Mati Kabupaten Malang Menggunakan XRF dan XRD. *Fullerene Journal of Chemistry*, 5(2), 58-62.