

Mineralogi Batuan Pada Endapan Nikel Laterit PT. Awan Putih Nusantara Daerah Tonggini Pomala Kabupaten Kolaka Sulawesi Tenggara

Nurul Fitriah Rahmah¹, Ervina²

^{1,2}Program Studi Teknik Pertambangan, Institut Teknologi dan Bisnis Nobel Indonesia

Corresponding Author: Nurul Fitriah Rahmah, E-mail: Nurul@nobel.ac.id

Published: June, 2025

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi mineralogi batuan dan distribusi kadar nikel (Ni) pada zona laterit endapan nikel di daerah Tonggini Pomala, Kabupaten Kolaka, Sulawesi Tenggara, sebagai dasar untuk menentukan zona pengayaan nikel yang prospektif untuk eksplorasi. **Metode Penelitian** : Sampel batuan dikumpulkan dari tiga zona laterit: top soil, limonit, dan saprolit. Analisis dilakukan menggunakan tiga metode: analisis petrografi untuk mengidentifikasi tekstur mineral, XRD (X-Ray Diffraction) untuk menentukan jenis mineral, dan XRF (X-Ray Fluorescence) untuk mengetahui kadar unsur kimia, khususnya Ni, pada tiap zona. **Hasil** : Hasil menunjukkan bahwa top soil didominasi mineral kuarsa, kaolinit, dan biotit dengan kadar Ni sebesar 0,3%. Zona limonit mengandung mineral olivin, kuarsa, hematit, magnetit, dan kromit dengan kadar Ni 1,31%. Zona saprolit mengandung serpentin, olivin, garnierit, dan kuarsa dengan kadar Ni tertinggi sebesar 1,86%. Zona ini diidentifikasi sebagai zona pengayaan nikel. **Kesimpulan** : Zona saprolit merupakan zona paling prospektif untuk penambangan nikel laterit karena mengandung mineral pembawa Ni dan memiliki kadar tertinggi. Kombinasi analisis mikroskopis dan kimia memberikan informasi penting dalam menentukan distribusi dan potensi zona laterit.

Kata Kunci : Nikel laterit, mineralogi, saprolite, limonit, XRF, XRD.

ABSTRACT

*This study aims to identify the rock mineralogy and distribution of nickel (Ni) content in the laterite zone of nickel deposits in the Tonggini Pomala area, Kolaka Regency, Southeast Sulawesi, as a basis for determining prospective nickel enrichment zones for exploration. **Materials and methods** : Rock samples were collected from three laterite zones: top soil, limonite and saprolite. Analysis was conducted using three methods: petrographic analysis to identify mineral textures, XRD (X-Ray Diffraction) to determine mineral types, and XRF (X-Ray Fluorescence) to determine the levels of chemical elements, particularly Ni, in each zone. **Results** : The results showed that the top soil was dominated by quartz, kaolinite, and biotite minerals with Ni content of 0.3%. The limonite zone contains olivine, quartz, hematite, magnetite, and chromite minerals with Ni content of 1.31%. The saprolite zone contains serpentine, olivine, garnierite and quartz with the highest Ni content of 1.86%. This zone is identified as a nickel enrichment zone. **Conclusions** : The saprolite zone is the most prospective zone for laterite nickel mining because it contains Ni-bearing minerals and has the highest grade. The combination of microscopic and chemical analysis provides important information in determining the distribution and potential of laterite zones.*

Keywords: Nickel laterite, mineralogy, saprolite, limonite, XRF, XRD.

© The Author(s). 2021 Open Access This article is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License, which permits use, sharing, adaptation, distribution and reproduction in any medium or format, as long as you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons licence, and indicate if changes were made. The images or other third party material in this article are included in the article's Creative Commons licence, unless indicated otherwise in a credit line to the material. To view a copy of this licence, visit <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>

PENDAHULUAN

Nikel merupakan salah satu logam strategis yang memiliki peran penting dalam industri modern. Keunggulan utamanya adalah daya tahan terhadap korosi dan kemampuannya membentuk paduan logam yang kuat bersama besi dan kromium, menghasilkan baja tahan karat (Sukandarrumidi, 2016). Dalam bentuk alamnya, nikel umumnya ditemukan dalam dua tipe endapan utama, yaitu sulfida dan laterit.

Indonesia, dengan kondisi geologi dan iklim tropisnya, menjadi salah satu produsen utama nikel laterit di dunia (Arifin, 2016). Endapan nikel laterit di Indonesia tersebar luas di berbagai daerah seperti Sulawesi Selatan (Sorowako, Barru), Sulawesi Tengah (Morowali, Luwuk Banggai), dan Sulawesi Tenggara (Kolaka, Konawe Selatan) (Tonggiroh et al., 2012). Endapan ini terbentuk akibat proses pelapukan intensif terhadap batuan ultrabasa seperti peridotit, harzburgit, dan dunit, yang menghasilkan zona-zona laterit dengan karakteristik mineralogi berbeda (Butt & Cluzel, 2013).

Karakterisasi zona laterit sangat penting untuk eksplorasi, karena tiap zona—top soil, limonit, dan saprolit—memiliki kandungan mineral dan kadar nikel yang berbeda. Umumnya, zona saprolit merupakan zona pengayaan nikel dengan kadar tertinggi, diikuti limonit, sedangkan top soil cenderung mengandung kadar yang rendah (Elias, 2002). Analisis laboratorium seperti petrografi, XRD, dan XRF telah menjadi pendekatan umum untuk menentukan komposisi mineral dan kandungan unsur logam dalam endapan laterit (Mandalay et al., 2021; Raivel & Firman, 2020). XRF dapat memberikan gambaran kandungan oksida logam secara kuantitatif, sedangkan XRD dan petrografi dapat membantu dalam mengidentifikasi mineral pembawa Ni seperti garnierit, serpentin, dan olivin (Berino, 2001; Lintjewas et al., 2019).

Lokasi penelitian di PT Awan Putih Nusantara, daerah Tonggini Pomala, Kabupaten Kolaka, memiliki potensi endapan nikel laterit yang belum dikaji secara detail dari sisi mineraloginya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jenis-jenis mineral penyusun tiap zona laterit dan kadar Ni-nya, yang sangat penting untuk menentukan potensi ekonomis serta strategi eksplorasi dan penambangan di masa depan..

METODE PENELITIAN

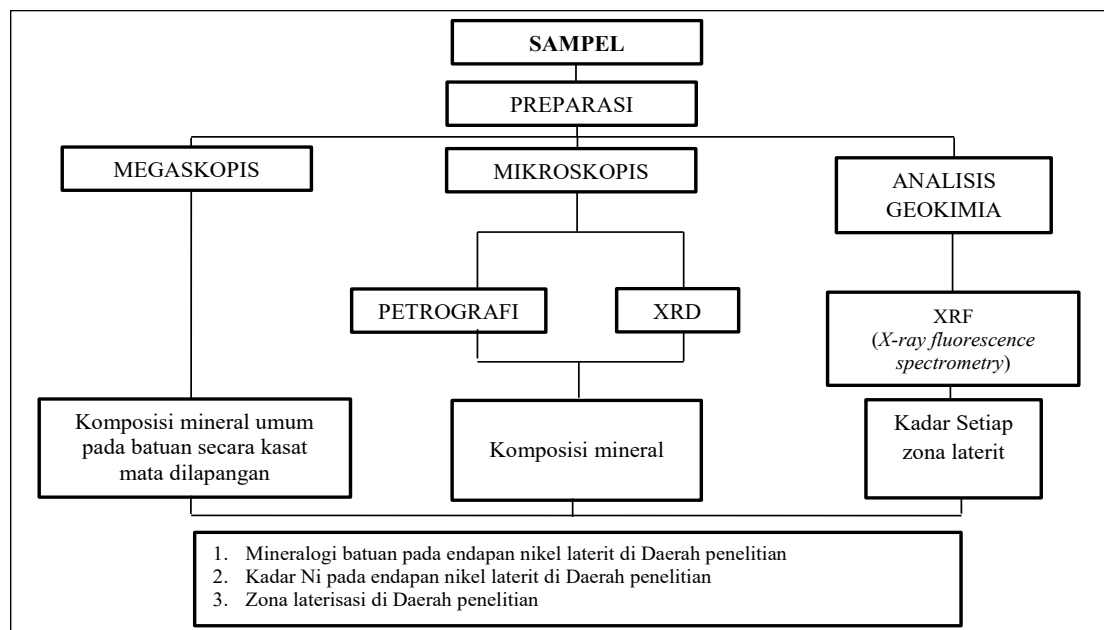
Dalam upaya penyelesaian masalah, penulis melakukan serangkaian metodologi penelitian guna mendapatkan data yang valid dan terpadu untuk menentukan Mineralogi Batuan Pada Endapan Nikel Laterit PT Awan Putih Daerah Tonggini Pomala Kabupaten Kolaka Sulawesi Tenggara dengan menggunakan metode analisis kimia dan mineralogi Di bawah ini akan dipaparkan secara rinci dari setiap tahapan penelitian, yaitu sebagai berikut;

Teknik Pengumpulan Data

Pengambilan data yang digunakan dalam penulisan penelitian ini terdiri dari studi pustaka berdasarkan literatur dan jurnal terkait, pengambilan sampel dan analisis data menggunakan analisis megaskopis, mikroskopis, kimia dan mineralogi.

Tahap Pengolahan Data

Analisis laboratorium yang akan dilakukan pada penelitian yang diusulkan ini secara umum terdiri atas dua jenis berdasarkan tujuannya, yaitu analisis mineralogi dan analisis kimia. Analisis mineralogi meliputi analisis/studi mikroskopis petrografi, sedangkan analisis kimia akan dilakukan dengan metode-metode XRF (*X-ray fluorescence spectrometry*). Untuk studi mikroskopis, sampel-sampel akan dipreparasi dalam bentuk sayatan tipis (*thin sections*) untuk petrografi. Preparasi sampel akan dilakukan di *Preparation Room*, dan observasi mikroskopisnya menggunakan mikroskop polarisasi refraksi-refleksi merk Nikon, akan dilakukan di Laboratorium Mineral Optik, Departemen Teknik Geologi, Fakultas Teknik, UNHAS. Analisis XRF (*X-ray fluorescence spectrometry*) dilakukan di laboratorium PT Awan Putih Nusantara. Pada Gambar 1 merupakan contoh sampel yang dilakukan analisis



Gambar 1 Bagan Alir Penelitian

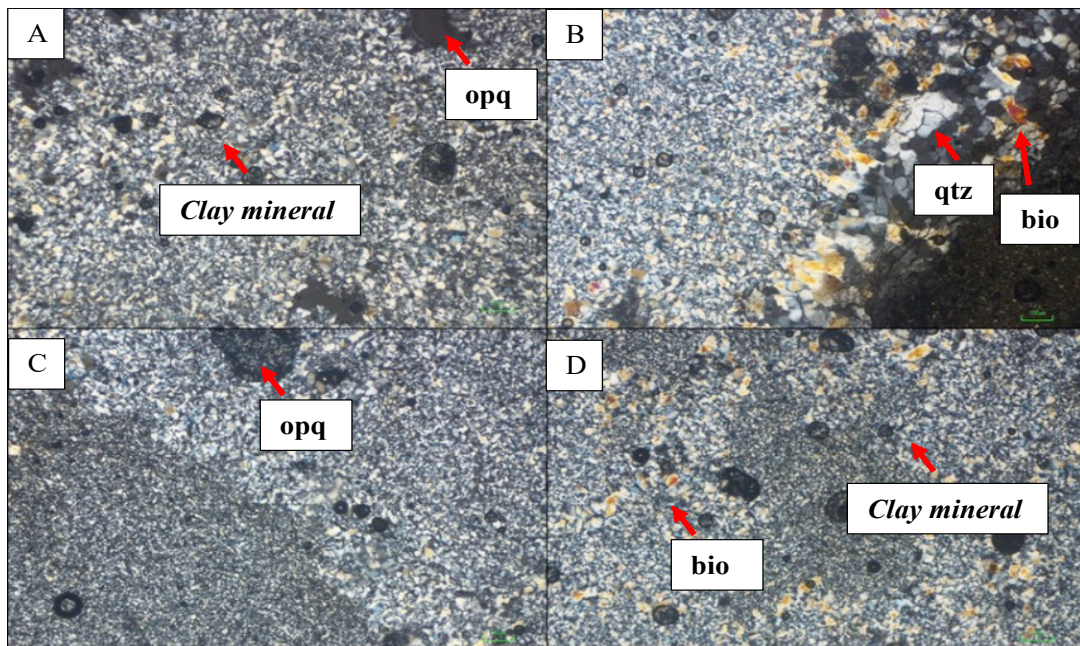
HASIL DAN PEMBAHASAN

Mineralogi Batuan

Analisis data laboratorium untuk mengetahui kandungan mineral pada setiap zona laterit dengan menggunakan analisis petrografi sayatan tipis dan XRD (*X-ray diffraction*), analisis ini dilakukan terhadap sampel-sampel segar pada setiap zona laterit.

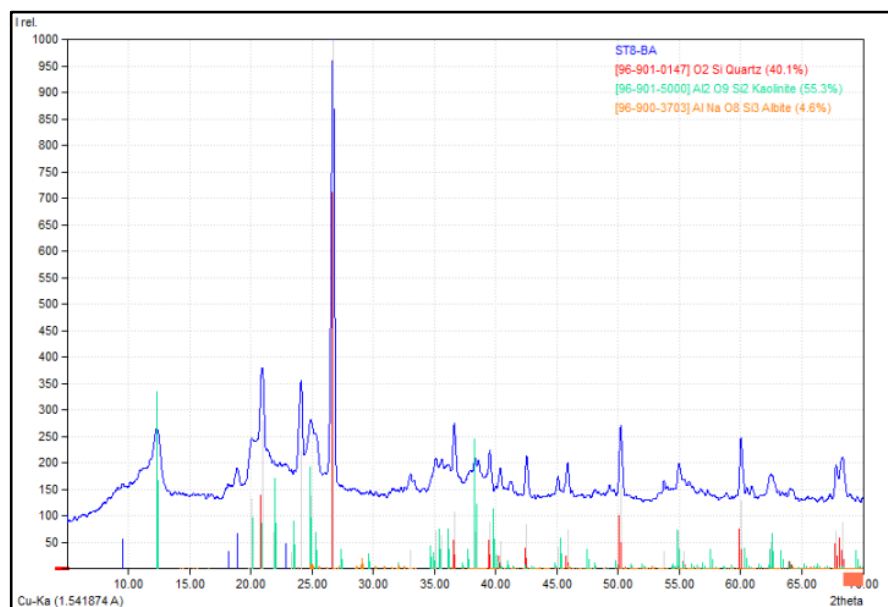
1. *Top Soil*

Pengamatan petrografi pada zona *top soil* menunjukkan mineral-mineral kuarsa (SiO_2), biotit ($2\text{K}(\text{Mg,Fe})_3\text{AlSi}_3\text{O}_{10}(\text{OH})_2$) dan *clay mineral*. Mineral lainnya yang hadir pada analisis petrografi yaitu opak di indikasikan sebagai mineral logam. Mineral-mineral pada *top soil* merupakan mineral-mineral lempung. Fotomikrograf sampel 1 zona *top soil* dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Fotomikrograf sampel *top soil* dengan mineral terkandung biotit (bio), kuarsa (qtz), *clay mineral* dan mineral opak (opq)

Mineral yang terdeteksi pada difraktogram sebanyak 3 mineral yang dapat dilihat pada Gambar 3. Mineral tersebut yaitu mineral kuarsa dengan peak tertinggi ditandai dengan warna merah pada peak, mineral kaolinit pada peak berwarna hijau dan albit pada peak berwarna orans. Mineral kaolinit diindikasikan sebagai *clay mineral* dan albit merupakan grup mineral plagioklas.



Gambar 3. Difraktogram sampel *top soil*

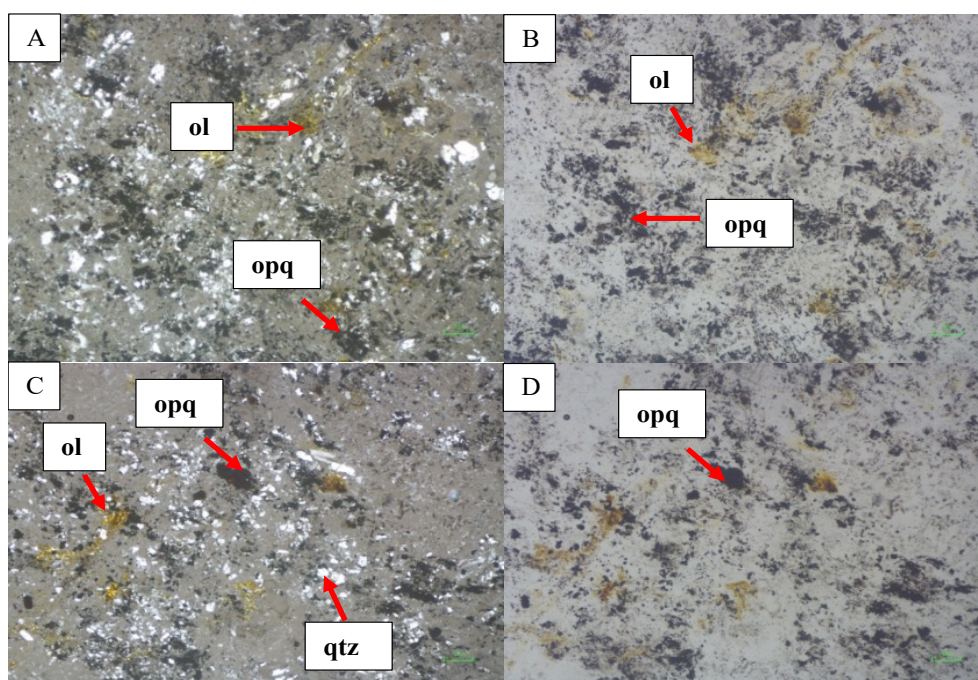
Berdasarkan hasil difraktogram sampel *top soil* mineral-mineral yang didapatkan memiliki nilai yaitu mineral kuarsa 40,1%, kaolinit 55,3%, dan albit 4,6%. Persentase nilai keterdapatan mineral ini dapat dilihat pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Kandungan mineral pada sampel *top soil*

No	Nama Mineral	Rumus Kimia	Persentase (%)
1	Kuarsa	SiO ₂	40,1
2	Kaolinit	Al ₂ O ₃ Si ₂	55,3
3	Albit	AlNaO ₈ Si ₃	4,6

2. Limonit

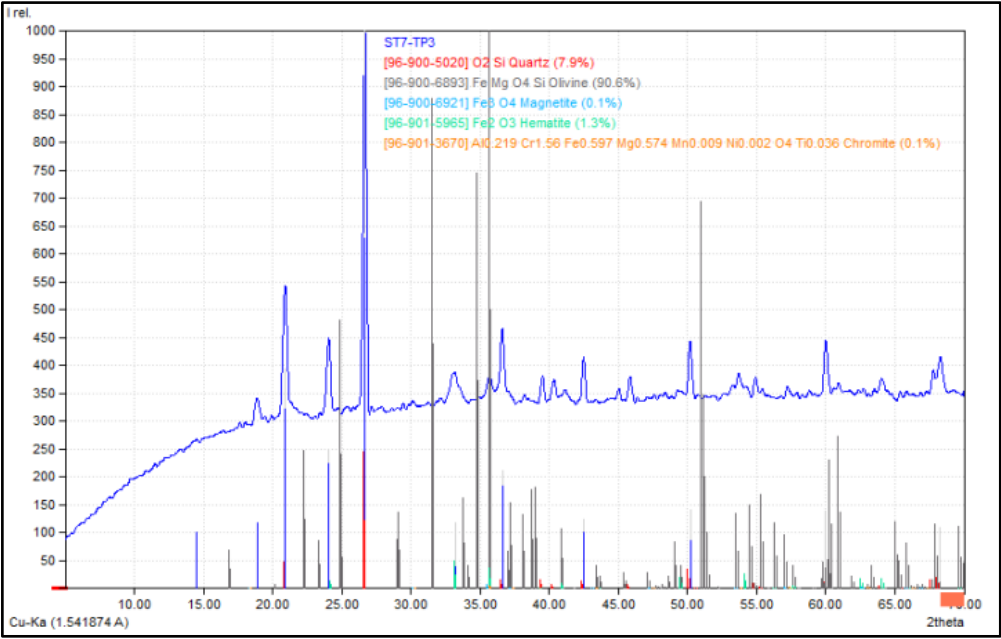
Pengamatan petrografi pada sampel limonit menunjukkan hadirnya mineral mineral oksida olivin ((Mg,Fe)₂SiO₄) yang umum ditemukan pada limonit, mineral ini merupakan penciri dari batuan beku basa-ultrabasa yang umumnya sebagai *bedrock* nikel laterit. Mineral *gangue* pada sampel limonit adalah kuarsa (SiO₂), mineral lainnya yang hadir pada analisis petrografi yaitu opak di indikasikan sebagai mineral logam (Berino, 2001). Fotomikrograf limonit dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Fotomikrograf sampel zona limonit dengan mineral terkandung olivine (ol), kuarsa (qtz) dan mineral opak (opq)

Mineral yang terdeteksi pada difraktogram sampel limonit sebanyak 5 mineral yang dapat dilihat pada Gambar 5. Mineral tersebut yaitu mineral kuarsa ditandai dengan peak berwarna merah, olivin pada peak berwarna ungu, magnetit pada peak berwarna biru tua, hematit dengan

peak berwarna biru muda dan mineral kromit pada peak berwarna orans. Mineral-mineral logam ditemukan pada sampel limonit.



Gambar 5. Difraktogram sampel limonit

Berdasarkan hasil difraktogram sampel limonit mineral-mineral yang didapatkan memiliki nilai yaitu mineral kuarsa 7,9%, olivin 90,6%, magnetit 0,1%, hematit 1,3% dan kromit 0,1%. Persentase nilai keterdapatan mineral ini dapat dilihat pada Tabel 2 berikut.

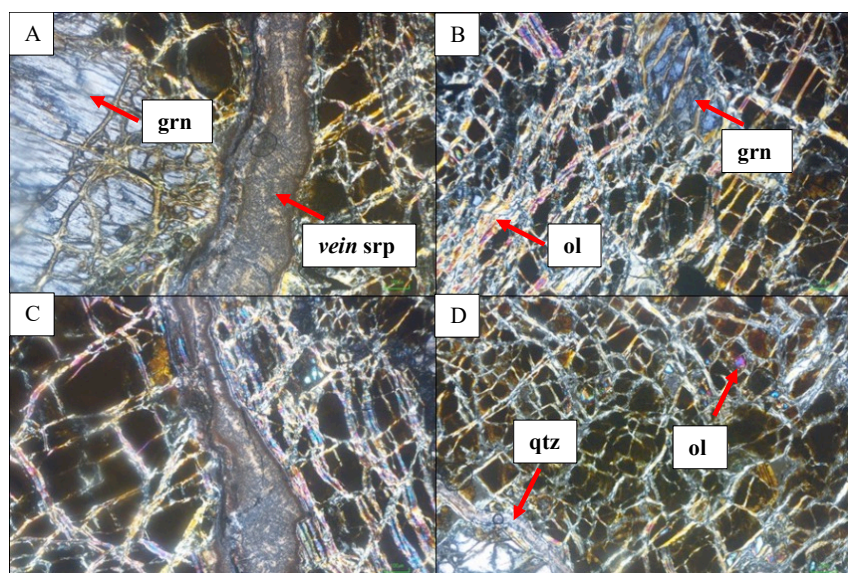
Tabel 2. Kandungan mineral pada sampel limonit

No	Nama Mineral	Rumus Kimia	Persentase (%)
1	Kuarsa	SiO ₂	7,9
2	Olivin	FeMgO ₄	90,6
3	Magnetit	Fe ₃ O ₄	0,1
4	Hematit	Fe ₂ O ₃	1,3
5	Kromit	AlO ₂ Cr ₂ O ₃	0,1

3. Saprolit

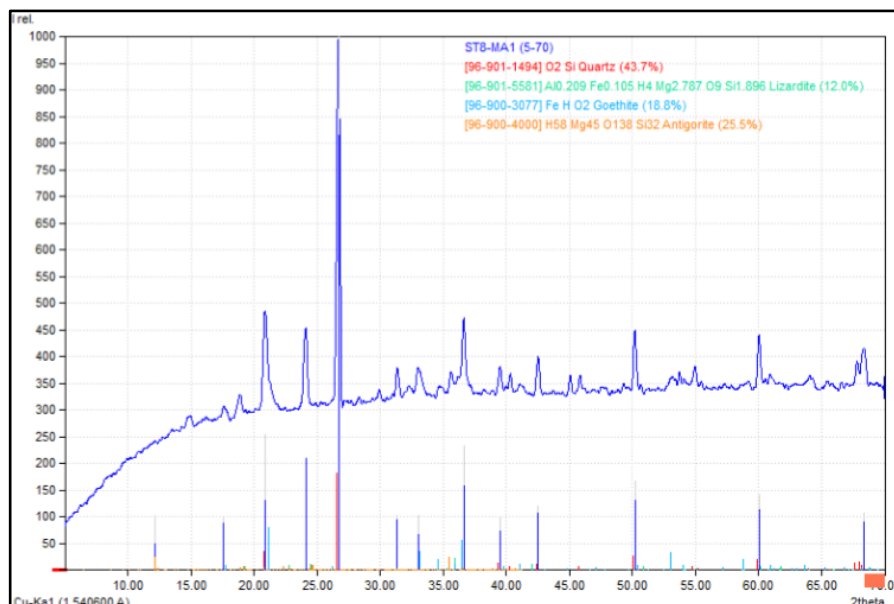
Pengamatan petrografi pada zona saprolit menunjukkan hadirnya mineral pembawa Ni, seperti mineral garnierit ((Ni, Mg)₃ Si₂O₅ (OH)₄), mineral olivin ((Mg,Fe)₂SiO₄) dan serpentin

($\text{Mg}_6\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_8$) mineral kuarsa juga hadir sedikit sebagai mineral *gangue*. Mineral serpentin memperlihatkan kehadiran dengan membentuk *vein* yang berukuran cukup lebar, garnierit memberi kenampakan fenokris berukuran (1-2 mm). Sampel saprolit ini merupakan zona yang terjadi pengayaan antara *bedrock* dan limonit sehingga kadar Ni dan mineral-mineral pembawa Ni hadir cukup banyak pada zona ini. Fotomikrograf sampel 3 zona saprolit dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Fotomikrograf sampel zona saprolit dengan mineral terkandung *vein* serpentin (srp), olivine (ol), quartz (qtz), dan garnierit (grn)

Mineral yang terdeteksi pada difraktogram sampel saprolit sebanyak 4 mineral yang dapat dilihat pada Gambar 7. Mineral tersebut yaitu mineral kuarsa dicirikan dengan peak berwarna merah, lizardit pada peak berwarna biru muda, goetit peak berwarna biru tua dan antigorit pada peak berwarna orans. Mineral-mineral pembawa Ni dan penciri batuan dasar ultrabasa ditemukan pada sampel saprolit.



Gambar 7. Difraktogram sampel saprolit

Berdasarkan hasil difraktogram sampel saprolit mineral-mineral yang didapatkan memiliki nilai yaitu mineral kuarsa 16,8%, lizardit 12,0%, goetit 18,8%, dan antigorite 25,5%. Mineral lizardit dan antigorite merupakan mineral ubahan atau kelompok dari serpentin yang merupakan penciri batuan dasar ultrabasa (Sukandarrumidi, 2016). Persentase nilai keterdapatan mineral ini dapat dilihat pada Tabel 3 berikut.

Tabel 3 Kandungan mineral pada sampel saprolit

No	Nama Mineral	Rumus Kimia	Persentase (%)
1	Kuarsa	SiO_2	43,7
2	Lizardit	$\text{Mg}_3\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$	12,0
3	Goethit	$(\text{FeO}(\text{OH}))$	18,8
4	Antigorit	$(\text{Mg,Fe})_3\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$	25,5

Zona Laterit

Berdasarkan kenampakan yang ditemukan di lapangan, lokasi penambangan nikel laterit menggunakan metode *open test pit* sehingga dapat diketahui arah sebaran dan kedalaman dari endapan nikel laterit. Pemodelan *test pit* pada lokasi penelitian memiliki luas sebaran sekitar 60-70 meter dengan kedalaman sekitar 20-25 meter dapat dilihat pada Gambar 8. Berdasarkan ciri-ciri dari setiap zona laterit yang didapatkan di lapangan meliputi 3 (tiga) zona atau lapisan batuan yaitu *top soil*, limonit, dan saprolit. Adapun penjelasan setiap zonasi adalah sebagai berikut:

1. Zona Top Soil

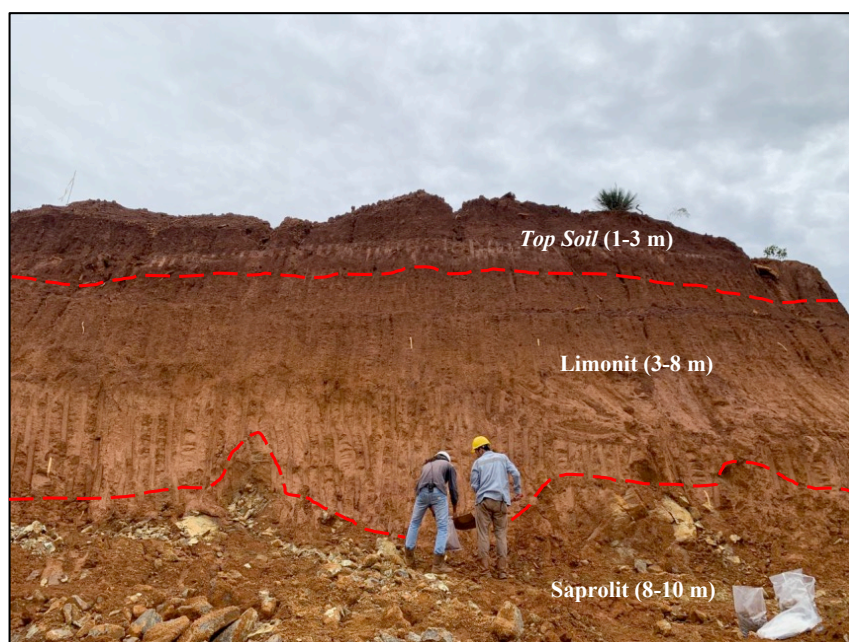
Top soil atau *overburden* merupakan zona paling atas atau di atas permukaan yang pertama ditemukan, zona ini hadir dengan kenampakan fisik umumnya berwarna coklat tua, tanahnya yang bersifat gembur dan memiliki lapukan-lapukan akar kayu sampai beberapa tumbuhan kecil juga ditemukan, lapisan ini kaya akan mineral-mineral lempung.

2. Zona Limonit

Zona limonit merupakan zona yang berada setelah *top soil*, zona ini memiliki ciri fisik berwarna merah kecoklatan sampai kuning kecoklatan, lapisan zona limonit ini merupakan zona yang kaya akan unsur besi. Zona ini terkadang merupakan zona yang sering mengalami reaksi oksidasi terhadap air meteorik dan mineral-mineral logam besi. Mineral-mineral pembawa Ni terkadang ditemukan pada zona limonit bersama dengan mineral-mineral oksida.

3. Zona Saprolit

Zona terakhir yang ditemukan dalam proses penambangan di lokasi penelitian adalah zona saprolit yang merupakan lapisan penting, karena nikel laterit terjadi pengkayaan pada zona ini dan umumnya berada di antara zona *bedrock* dan zona limonit. Zona saprolit berwarna kehijauan terang sampai gelap dengan butiran halus, dan merupakan zona pengayaan Ni.



Gambar 8. Zonasi laterit berdasarkan urutan *top soil*, limonit dan saprolit

Nilai kadar Ni

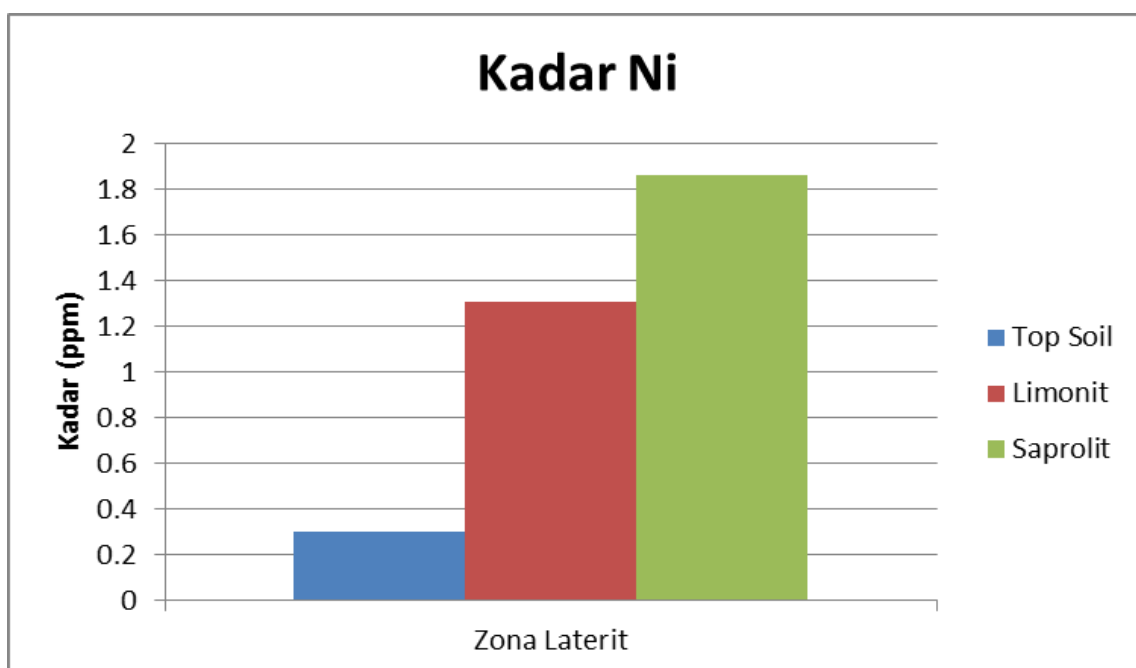
Data geokimia didapatkan dari hasil analisis pada setiap zona laterisasi yang ditemukan di lapangan, hal ini bertujuan untuk memperoleh data kimia masing-masing lapisan zona laterit berupa *top soil*, limonit, dan saprolit. Penentuan unsur kimia pada lapisan zona laterit ini menggunakan metode analisis XRF (X-

ray fluorescence). Dan didapatkan hasil berupa presentase dari unsur Ni, Co, Fe, MgO, SiO₂, dan CaO pada setiap zona. Semua data tersebut diolah menggunakan *software excel* untuk memperlihatkan perbandingan grafik kadar setiap zona. Pada Tabel 4 memperlihatkan nilai hasil analisis XRF (*X-ray fluorescence spectrometry*).

Tabel 4 Hasil analisis kadar unsur pada zonal laterit lokasi penelitian

No	Kode Sampel	Kedalaman	Persentase Unsur (%)					
			Ni	Co	Fe	MgO	SiO ₂	CaO
1	SM-01	1-3	0,3	0,01	19,03	19,65	49,34	1,15
2	SM-02	3-8	1,31	0,02	17,05	19,40	47,30	0,72
3	SM-03	8-9	1,86	0,04	15,97	18,73	43,05	0,39

Unsur Ni pada kedalaman 1-3 meter sampel *top soil* memiliki kandungan presentase unsur yang rendah yaitu 0,3%, tetapi kadar Ni semakin bertambah pada kedalaman penggalian 3-8 meter sampel limonit dengan nilai Ni sebesar 1,31%, dan kembali bertambah pada kedalaman 8-9 meter sampel saprolit sebesar 1,86%. Distribusi penyebaran unsur-unsur Ni, berdasarkan setiap sampel *top soil*, limonit, dan saprolit dapat dilihat pada grafik Gambar 9.



Gambar 9. Grafik perbandingan kadar Ni setiap sampel

Korelasi data kimia dan fisik zona laterit

Korelasi antara data geokimia dan fisik berdasarkan data-data setiap zona menghasilkan kesimpulan bahwa kandungan unsur Ni tinggi pada sampel zona saprolit yang berada di antara zona limonit dan *bedrock* dan zona saprolit merupakan zona pengayaan Ni. Unsur Co, Fe, dan Mg merupakan unsur-unsur pembawa mineral oksida yang umumnya berada pada limonit atau zona oksidasi, unsur-unsur oksida semakin banyak terkandung pada zona yang mendekati dengan permukaan yang dicirikan dengan warna merah-merah kecoklatan. Zona *bedrock* pada daerah penelitian tidak ditemukan dipermukaan dan berdasarkan mineral-mineral yang terkandung pada zona limonit dan saprolit yang kaya akan mineral olivine, sehingga *bedrock* pada daerah penelitian diidentifikasi sebagai batuan beku ultrabasa jenis Dunit yang mineral penyusunnya didominasi oleh olivin.

KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari hasil analisis pada penelitian ini berdasarkan tujuan penelitian yaitu:

1. Mineralogi pada zona laterit yaitu *top soil* memiliki kandungan mineral umumnya kuarsa, *clay mineral* sebagai kaolinit dan biotit, zona limonit memiliki kandungan mineral olivin, kuarsa, magnetit, hematit, dan kromit, sedangkan zona saprolit memiliki kandungan mineral dengan tekstur *vein* serpentin, garnierit, dan olivin.
2. Kadar Ni dari endapan nikel laterit yaitu pada sampel *top soil* Ni 0,3%, limonit Ni 1,31%, dan saprolit Ni 1,86%. Zona yang kaya akan Ni yaitu terdapat pada zona saprolit dengan kadar Ni sebesar 1,86%. Zona laterit yang ditemukan di Daerah penelitian yaitu *top soil* kedalaman 1-3 meter, limonit kedalaman 3-8 meter, dan saprolit kedalaman 8-9 meter.

Saran

Saran yang dapat diambil dari penelitian ini berdasarkan hasil penelitian yaitu diharapkan peneliti selanjutnya dapat menganalisis jenis *bedrock* dari lokasi penelitian dengan mengacu pada data awal dari penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Arifin, M. (2016). Karakteristik endapan nikel laterit pada Blok X PT Bintangdelapan Mineral, Sulawesi Tengah. *Jurnal Geomine*, 1(1), 37–45.
- Berino, D. (2001). Mineralogi zona limonit dalam endapan nikel laterit. *Prosiding Geologi*, 6(1), 98–102.
- Butt, C. R. M., & Cluzel, D. (2013). Nickel laterite ore deposits: Weathered serpentinites. *Elements*, 9(2), 123–128.

- Elias, M. (2002). Nickel laterite deposits – geological overview, resources and exploitation. Centre for Ore Deposit Research, University of Tasmania, Special Publication 4.
- Geomine, J., & Pit, T. (2017). Test pit Kecamatan Kabaena Kabupaten Bombana. *Jurnal Geologi dan Pertambangan*, 5(2), 94–99.
- Lintjewas, L., Setiawan, I., & Kausar, A. A. (2019). Profil endapan nikel laterit di Palangga, Sulawesi Tenggara. *RISSET Geologi dan Pertambangan*, 29(1), 91–98.
- Mandalay, S. A., Bahar, H., & Yuwanto, S. H. (2021). Pengaruh batuan dasar terhadap kualitas endapan nikel laterit. *Seminar Nasional Geologi*, 2(1), 478–481.
- Raivel, R., & Firman, F. (2020). Karakteristik endapan nikel laterit di daerah Tinanggea, Sulawesi Tenggara. *Jurnal Geomining*, 1(1), 25–37.
- Sukandarrumidi. (2016). *Geologi mineral logam untuk explorer muda*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Tonggiroh, A., Suharto, & Muhardi, M. (2012). Analisis pelapukan serpentin dan endapan nikel laterit