

Analisis Potensi Unsur Logam Tanah Jarang sebagai Mineral Kritis pada Endapan Nikel Laterit di PT Antam Tbk UBPN Kolaka Sulawesi Tenggara

Arif^{}, Yusran¹, Rizki Kumalasari¹, Nurfasiha¹ dan Mulhadramy²*

¹Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Sembilanbelas November Kolaka, Indonesia

²PT. Antam Tbk, UBPN Kolaka

**Email: arif.ftp@gmail.com*

SARI

Logam Tanah Jarang (LTJ) merupakan unsur lithophile yang melimpah di kerak bumi dan berperan penting sebagai mineral kritis dalam mendukung perkembangan teknologi serta industri strategis. Penelitian ini bertujuan menganalisis potensi unsur LTJ pada endapan nikel laterit di PT Antam Tbk. UBPN Kolaka, Sulawesi Tenggara. Metode analisis yang digunakan adalah *Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry* (ICP-MS) dan *Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry* (ICP-OES). Hasil penelitian menunjukkan bahwa unsur LTJ yang terdeteksi pada lapisan Top Soil, Limonit, Saprolit, dan Bedrock meliputi Skandium (Sc), Serium (Ce), Disprosium (Dy), Erbium (Er), Europium (Eu), Gadolinium (Gd), Holmium (Ho), Lantanum (La), Lutesium (Lu), Neodimium (Nd), Praseodimium (Pr), Samarium (Sm), Terbium (Tb), Tulium (Tm), dan Iterbium (Yb). Dari seluruh unsur tersebut, hanya Skandium (Sc) yang mengalami pengayaan (*supergene enrichment*) pada zona Top Soil dengan kadar mencapai 91 ppm, kemudian mengalami penurunan konsentrasi pada lapisan Limonit, Saprolit, dan Bedrock. Temuan ini mengindikasikan potensi awal Scandium sebagai mineral kritis yang dapat dikembangkan untuk mendukung perekonomian dan industri berbasis nikel laterit di wilayah penelitian.

Kata kunci: Logam Tanah Jarang, Skandium, Nikel Laterit, ICP-MS, ICP-OES.

How to Cite: Arif, Yusran, Kumalasari, R., Nurfasiha dan Mulhadramy. 2025. Analisis Potensi Unsur Logam Tanah Jarang sebagai Mineral Kritis pada Endapan Nikel Laterit di PT Antam Tbk. UBPN Kolaka Sulawesi Tenggara. Jurnal Geomine, 13 (2): 143-149.

Published By:

Fakultas Teknologi Industri
Universitas Muslim Indonesia

Address:

Jl. Urip Sumoharjo Km. 05
Makassar, Sulawesi Selatan

Email:

geomine@umi.ac.id

Phone:

+6285299961257

+628124190813

Article History:

Submit July 10, 2025

Received in from May 30, 2025

Accepted August 14, 2025

Lisensec By:

[Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)



ABSTRACT

Rare Earth Elements (REE) are lithophile elements that are abundant in the Earth's crust and play an important role as critical minerals in supporting technological development and strategic industries. This study aims to analyze the potential of REE elements in laterite nickel deposits at PT Antam Tbk. UBPN Kolaka, Southeast Sulawesi. The analysis methods used are Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry (ICP-MS) and Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry (ICP-OES). The results of the study showed that the REE identified in the topsoil, limonite, saprolite, and bedrock layers included scandium (Sc), cerium (Ce), dysprosium (Dy), erbium (Er), europium (Eu), gadolinium (Gd), holmium (Ho), lanthanum (La), lutetium (Lu), neodymium (Nd), praseodymium (Pr), samarium (Sm), terbium (Tb), thulium (Tm), and ytterbium (Yb). Among these elements, only scandium (Sc) exhibited supergene enrichment in the topsoil zone, reaching a concentration of 91 ppm, followed by a decrease in concentration in the limonite, saprolite, and bedrock layers. These findings indicate the preliminary potential of scandium as a critical mineral that could be developed to support the nickel laterite-based industry and regional economic growth in the study area.

Keywords: *Rare Earth Elements, Scandium, Lateritic Nickel, ICP-MS, ICP-OES.*

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi global yang pesat telah meningkatkan kebutuhan terhadap mineral strategis, khususnya Logam Tanah Jarang (LTJ) yang berperan penting dalam industri teknologi tinggi seperti baterai kendaraan listrik, magnet permanen, turbin angin, perangkat elektronik, hingga sistem pertahanan (Setiawan et al., 2024). Sejumlah unsur terkait LTJ, terutama Skandium (Sc), semakin mendapat perhatian karena aplikasinya pada paduan aluminium berkekuatan tinggi, *solid oxide fuel cells*, dan teknologi pencahayaan berintensitas tinggi; karena itu Sc kerap dibahas dalam konteks komoditas kritis pada berbagai kerangka kebijakan (USGS, 2025).

Endapan nikel laterit yang berkembang di atas batuan ultramafik tidak hanya menjadi sumber utama nikel, namun juga berpotensi mengakumulasi unsur LTJ dan unsur terkait melalui proses pelapukan kimia intensif (lateritisasi). Sejumlah studi menunjukkan bahwa Sc dapat terakumulasi secara selektif pada horizon laterit tertentu akibat perbedaan mobilitas geokimia selama proses supergen dan afinitasnya terhadap fase oksida/hidroksida Fe (Elias, 2022; Freyssinet et al., 2005). Pada sistem laterit tropis, pola pengayaan dapat dipengaruhi oleh litologi batuan induk, intensitas pelapukan, drainase, serta kondisi pH-Eh.

Di Indonesia, kajian LTJ pada batuan ultramafik dan endapan nikel laterit telah dilaporkan di wilayah Sulawesi dan Maluku (Islamadina et al., 2021). Namun, sebagian besar penelitian masih menitikberatkan pada Ni-Co, sementara karakter pengayaan Sc dan distribusi vertikalnya relatif jarang dibahas secara kuantitatif. Di wilayah Kolaka, penelitian terdahulu menunjukkan adanya pengayaan Sc pada profil laterit berbasis data bor dan analisis geokimia, namun distribusinya dapat bervariasi antar horizon dan antar titik, sehingga diperlukan data pendukung pada lokasi penambangan yang spesifik (Onggang et al., 2021; Setiawan et al., 2024).

PT Antam Tbk. UBPN Kolaka merupakan salah satu kawasan pertambangan nikel laterit dengan profil laterit berkembang baik dan tebal (Solang et al., 2021). Meskipun demikian, informasi keterdapatan dan pola distribusi LTJ/Sc pada tiap horizon laterit di front penambangan tertentu masih terbatas, khususnya berbasis uji laboratorium berkepekaan tinggi untuk unsur jejak dan didukung oleh uraian QA/QC. Keterbatasan informasi ini menyulitkan penilaian awal potensi Sc sebagai komoditas ikutan (*co-product*) pada sistem nikel laterit.

Penelitian ini bertujuan menganalisis kandungan LTJ dan unsur terkait pada empat lapisan utama profil laterit—Top Soil, Limonit, Saprolit, dan Bedrock—dengan ICP-MS (untuk Sc) dan ICP-OES (untuk LTJ lainnya). Kadar hasil analisis dibandingkan dengan nilai *crustal abundance* sebagai dasar identifikasi pengayaan relatif (Balaram, 2019; Lide, 1997). Kontribusi utama penelitian ini adalah memberikan data indikatif distribusi vertikal LTJ/Sc pada lokasi penelitian serta menilai kecenderungan pengayaan Sc sebagai dasar awal evaluasi potensi mineral kritis berbasis nikel laterit di Pomalaa–Kolaka.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan pada front penambangan WRG Tambang Utara, PT Antam Tbk. UBPN Kolaka, Sulawesi Tenggara. Kajian difokuskan pada profil laterit yang berkembang di atas batuan ultramafik, dengan pembagian horizon menjadi Top Soil, Limonit, Saprolit, dan Bedrock.

Pengambilan sampel menerapkan channel sampling secara vertikal pada dinding profil untuk mewakili tiap lapisan. Sampel diambil mengikuti ketebalan lapisan menggunakan peralatan sederhana (sekop sampel) dan dimasukkan ke dalam karung sampel berlabel untuk mencegah tertukarnya identitas sampel.

Preparasi sampel dilakukan di laboratorium preparasi mengikuti Standar Operasional Prosedur perusahaan, meliputi tahapan peremukan bertahap (hingga -20 mm, -10 mm, dan -3 mm), pengeringan oven pada 105°C, pengayakan, pencampuran dan pembentukan matriks 4×5, penghalusan (*pulverizer*) hingga 200 mesh, serta pembagian (*splitting*) untuk memperoleh sub-sampel representatif yang siap dianalisis.

Analisis geokimia dilakukan di Laboratorium Intertek. Unsur Skandium (Sc) dianalisis menggunakan *Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry* (ICP-MS) karena sensitivitasnya tinggi untuk unsur jejak, sedangkan unsur LTJ lainnya dianalisis menggunakan *Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry* (ICP-OES).

Data kadar LTJ diolah menggunakan Microsoft Excel dalam bentuk tabel dan grafik, kemudian dievaluasi secara komparatif terhadap nilai kelimpahan kerak (*crustal abundance*) sebagai dasar penapisan indikasi pengayaan supergen (Balaram, 2022; Lide, 1997).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengujian Laboratorium

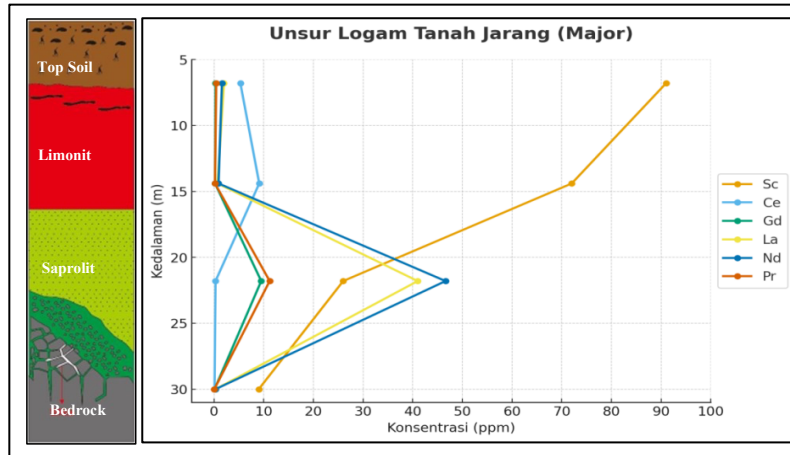
Hasil analisis geokimia menggunakan ICP-MS dan ICP-OES menghasilkan keterdapatannya 15 unsur LTJ/unsur terkait yaitu Sc, Ce, Dy, Er, Eu, Gd, Ho, La, Lu, Nd, Pr, Sm, Tb, Tm, dan Yb pada empat horizon laterit (Topsoil, Limonit, Saprolit, *Bedrock*). Mengingat jumlah sampel yang terbatas (n=4; 1 sampel per horizon), interpretasi pola vertikal pada bagian ini bersifat indikatif. Tabel 1, memperlihatkan sebaran kadar antar lapisan menunjukkan variasi yang nyata, menegaskan bahwa proses lateritisasi tidak memperlakukan seluruh unsur LTJ secara seragam.

Tabel 1. Hasil Analisis ICP-OES

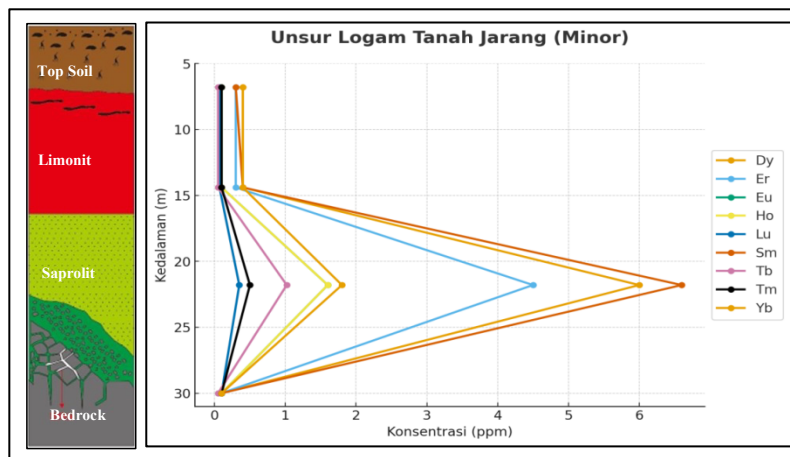
Kode-ID	Sc ppm	Ce ppm	Dy ppm	Er ppm	Eu ppm	Gd ppm	Ho ppm	La ppm	Lu ppm	Nd ppm	Pr ppm	Sm ppm	Tb ppm	Tm ppm	Yb ppm
Top Soil	91	5,3	0,4	0,3	<0.1	0,3	<0.1	2	0,07	1,6	0,44	0,3	0,05	<0.1	0,4
Limonit	72	9,1	0,4	0,3	<0.1	0,2	<0.1	0,7	0,07	0,9	0,18	0,4	0,05	<0.1	0,4
Saprolit	26	0,3	6	4,5	1,6	9,5	1,6	41	0,35	46,6	11,2	6,6	1,02	0,5	1,8
Bedrock	9	0,1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0,3	<0.05	0,3	0,06	<0.1	<0.05	<0.1	<0.1

Distribusi Vertikal Unsur LTJ dan Skandium

Secara umum, kadar unsur LTJ bervariasi antar horizon. Dari keseluruhan unsur yang terdeteksi, Skandium (Sc) menunjukkan kadar tertinggi pada Topsoil (91 ppm) dan menurun pada horizon yang lebih dalam.



Gambar 1. Grafik Unsur LTJ >10 ppm



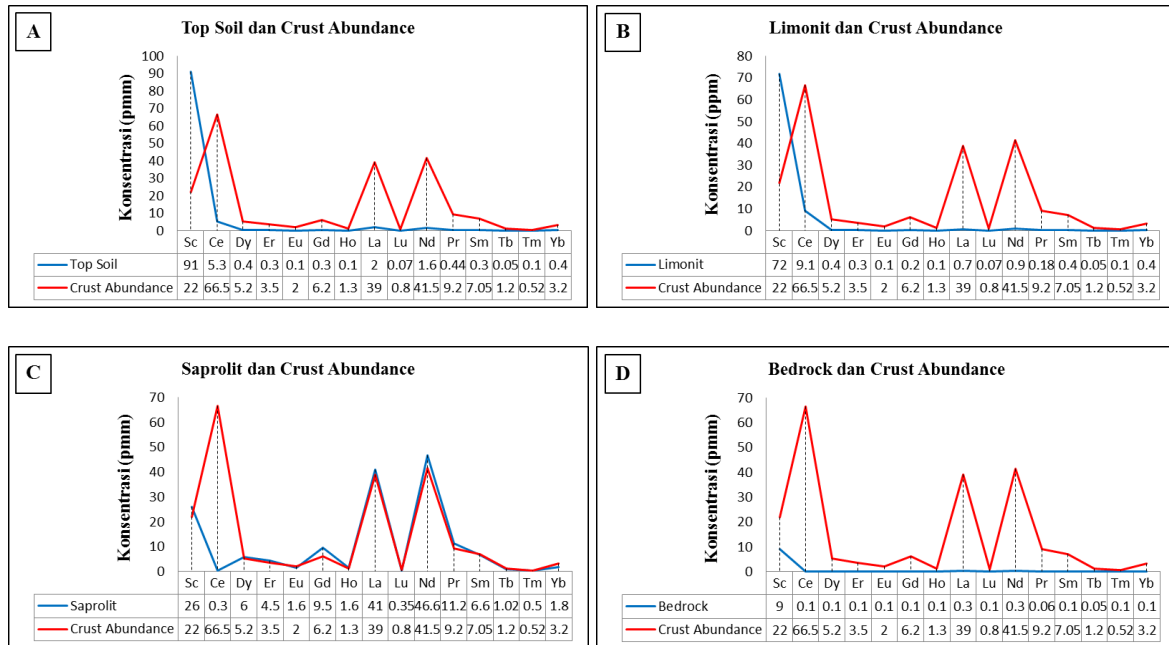
Gambar 2. Grafik Unsur LTJ <10 ppm

Gambar 1 dan 2 memperlihatkan zonasi LTJ yang kontras pada profil laterit. Pada kelompok major, Skandium (Sc) menunjukkan kadar tertinggi di Topsoil (~91 ppm) dan masih tinggi di Limonit (~72 ppm), lalu turun tajam ke Saprolit (~26 ppm) dan Bedrock (~9 ppm). Pola ini mengindikasikan pengayaan supergen Sc di horizon atas, selaras dengan temuan studi Pomalaa yang menunjukkan pengayaan Sc terutama pada zona kaya Fe-oksihidroksida (goetit/hematit) serta korelasi positif dengan unsur/senyawa mayor (mis. $Fe_2O_3-Al_2O_3$) yang mencerminkan kontrol mineralogi dan tingkat lateritisasi (Setiawan et al., 2024).

Sebaliknya, beberapa lantanida (La–Nd–Pr) dan sebagian minor LTJ meningkat nyata pada Saprolit, menunjukkan bahwa pada lokasi ini akumulasi LTJ tertentu lebih terkait dengan residu pelapukan dan/atau fase silikat/lempung saprolitik, bukan dominasi oksida Fe di limonit. Variasi puncak LTJ antar-horizon ini juga konsisten dengan laporan Pomalaa bahwa distribusi Sc/REE dapat berubah mengikuti litologi batuan induk, ketebalan horizon, dan kondisi pelapukan lokal (Pramesti & Setijadji, 2025).



Untuk menilai signifikansi pengayaan, kadar Sc pada Topsoil dibandingkan dengan nilai *crustal abundance* sebesar 22 ppm (Lide, 1997). Perbandingan ini menghasilkan *enrichment factor* (EF) ~4,1 menunjukkan pengayaan relatif terhadap *crustal abundance*, yang secara indikatif dapat diasosiasikan dengan proses supergen pada horizon permukaan. Tren penurunan kadar pada kedalaman yang lebih besar mengisyaratkan bahwa akumulasi Sc bersifat selektif dan terikat pada kondisi geokimia tertentu di dekat permukaan.



Gambar 3. Grafik Perbandingan Kadar Logam Tanah Jarang di kerak bumi (*Crust Abundance*) dan zona laterit pada daerah penelitian yaitu (A) zona Topsoil, (B) zona Limonit, (C) zona Saprolit dan (C) zona Bedrock.

Secara geokimia, Sc dikenal cenderung berasosiasi dengan fase oksida/hidroksida besi pada lingkungan pelapukan, sehingga dapat terperangkap melalui proses adsorpsi atau koresipitasi pada mineral Fe-oxyhydroxide yang umum terbentuk selama lateritisasi (Elias, 2022; Freyssinet et al., 2005). Kondisi oksidatif pada zona permukaan serta intensitas pelapukan dapat memperkuat retensi Sc, sementara unsur LTJ lain dapat tetap tersebar atau mengalami redistribusi tergantung mobilitas masing-masing unsur.

Walaupun demikian, interpretasi ini masih bersifat indikatif karena jumlah sampel yang dianalisis terbatas (empat sampel) dan belum dilengkapi verifikasi mineralogi rinci. Penelitian lanjutan dengan penambahan jumlah sampel pada beberapa titik profil, uji mineralogi (mis. XRD/SEM-EDS), serta evaluasi parameter Eh-pH diperlukan untuk mengonfirmasi mekanisme pengayaan Sc dan menilai implikasi ekonominya sebagai mineral kritis atau produk ikutan dalam sistem nikel laterit. Dengan demikian, kesimpulan mengenai pola pengayaan Sc bersifat indikatif dan perlu dikonfirmasi melalui program sampling yang lebih rapat dan terkontrol.



KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan pada sampel nikel laterit yang berasal dari PT. Antam dapat disimpulkan bahwa:

- 1) Dari hasil analisis ICP-MS dan ICP-OES, yang dilakukan pada empat sampel di lapisan Top Soil, Limonit, Saprolit dan Bedrock, ditemukan 15 unsur Logam Tanah Jarang yaitu Skandium (Sc), Serium (Ce), Disprosium (Dy), Erbium (Er), Europium (Eu), Gadolinium (Gd), Holmium (Ho), Lantanum (La), Lutetium (Lu), Neodimium (Nd), Praseodimium (Pr), Samarium (Sm), Terbium (Tb), Tulium (Tm), dan Iterbium (Yb).
- 2) Unsur Logam Tanah Jarang yang memiliki potensi pengayaan pada endapan nikel laterit yaitu hanya unsur Skandium (Sc) yang mengalami pengayaan atau *supergen enrichment* pada zona Topsoil dengan kadar 91 ppm dan semakin turun kadarnya ketika memasuki zona Limonit, zona Saprolit, dan zona Bedrock.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada manajemen PT Antam Tbk. UBPN Kolaka atas izin penelitian.

PUSTAKA

- Balaram, V. (2019). Rare earth elements: A review of applications, occurrence, exploration, analysis, recycling, and environmental impact. *Geoscience Frontiers*, 10(4), 1285–1303. <https://doi.org/10.1016/j.gsf.2018.12.005>
- Balaram, V. (2022). Rare Earth Element Deposits: Sources, and Exploration Strategies. *Journal of the Geological Society of India*, 98(9), 1210–1216. <https://doi.org/10.1007/s12594-022-2154-3>
- Elias, M. (2022). *Nickel laterite deposits – geological overview, resources and exploitation*.
- Freyssinet, PH., Butt, C. R. M., Morris, R. C., & Piantone, P. (2005). Ore-Forming Processes Related to Lateritic Weathering. In *One Hundredth Anniversary Volume*. Society of Economic Geologists. <https://doi.org/10.5382/AV100.21>
- Islamadina, B., Muhammad, W. N., & Abdillah, H. (2021). Unsur Tanah Jarang Dalam Batuan Ultramafik: Prospek Bagi Masa Depan Indonesia. *Bulletin of Geology*, 5, 505–513. <https://doi.org/10.5614/bull.geol.2021.5.1.1>
- Lide, D. R. (1997). *CRC Handbook of Chemistry and Physics* 78 (78th ed.). CRS Press.
- Onggang, S., Maulana, A., Sufriadin, & Irfan, U. R. (2021). Preliminary Study of Scandium Enrichment in Lateritic Profile from Weathered Ultramafic Rock in Lapaopao Area Kolaka Regency of Southeast Sulawesi. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 921(1), 012040. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/921/1/012040>
- Pramesti, A., & Setijadji, L. D. (2025). *Pengayaan Unsur Skandium Pada Endapan Nikel Laterit Di Blok X, Kecamatan Pomalaa, Kabupaten Kolaka, Provinsi Sulawesi Tenggara*. Universitas Gadjah Mada.
- Setiawan, E., Rizal, Y., Basuki, N. I., & Wildani, M. P. (2024). Karakteristik Pengayaan Logam Skandium (Sc) Pada Endapan Nikel Laterit Daerah Pomalaa, Kabupaten Kolaka, Provinsi Sulawesi Tenggara. *Bulletin of Geology*, 8(2), 1367–1379.
- Solang, G. D., Rande, S. A., & Wardana, N. K. (2021). Kajian Proses Blending Pengapalan Bijih Nikel di Site Moronopo PT Antam Tbk UBPN Provinsi Maluku Utara. *Mining Insight*, 02(02), 79–90.
- USGS. (2025). *Final 2025 List of Critical Minerals*.