

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara kepulauan bagian dari kawasan cincin api pasifik, memiliki banyak daerah vulkanik aktif yang berkontribusi signifikan terhadap pembentukan dan kelimpahan sumber daya alam (Ashari & Purwantara, 2022). Proses magmatisme dan aktivitas hidrotermal yang terjadi di zona subduksi memfasilitasi pengendapan mineral kedalam struktur batuan (White dan Hedenquist, 1990). Kondisi geologi Indonesia yang kompleks menghasilkan berbagai mineral strategis, termasuk emas dan logam tanah jarang. Pusat Sumber Daya Mineral, Batubara dan Panas Bumi (2022) mengatakan bahwa keberlangsungan pembangunan nasional tergantung pada pasokan berbagai jenis mineral, sehingga kegiatan eksplorasi daerah di Indonesia penting dilakukan termasuk di Sumatera Utara.

Sumatera Utara merupakan salah satu provinsi di Indonesia, berada dalam busur magmatik sunda. Sumatera Utara didominasi oleh rangkaian Pegunungan Bukit Barisan hasil proses tektonik aktif sepanjang jalur subduksi Lempeng Indo-Australia dengan Lempeng Eurasia (Suwarna et al., 1992). Kehadiran sesar besar seperti Sesar Sumatera dan Sesar Renun menjadi jalur rekahan fluida hidrotermal, membentuk sistem endapan epitermal yang berasosiasi dengan mineral logam (Hakim, *et al.*, 2023). Potensi di Sumatera Utara menjadikan penting melakukan kegiatan eksplorasi mineral strategis di beberapa lokasi yang berbeda.

Kabupaten Tapanuli Selatan merupakan wilayah dengan potensi geologi dan mineral yang menjanjikan, terletak pada jalur magmatisme aktif zona bukit barisan di bagian selatan provinsi Sumatera Utara. Tapanuli Selatan secara geologi merupakan daerah vulkanik tua, terdapat sesar yang mengidentifikasi adanya batuan teralterasi hidrotermal (Zuhannisa, *et al.*, 2019). Batuan teralterasi hidrotermal menjadi salah satu indikator potensi keberadaan mineral logam, termasuk emas. Aktivitas magmatisme berulang, baik pada masa Tersier maupun Kuartar, menghasilkan batuan granitoid dan vulkanik yang diketahui berasosiasi dengan unsur logam tanah jarang (Sulistiyawan & Harahap, 2013). Tapanuli Selatan

dengan karakteristik geologi kompleks dan kaya mineralisasi, menjadi salah satu wilayah prospektif kegiatan eksplorasi mineral strategis.

Logam Tanah Jarang (LTJ) merupakan kelompok unsur kimia yang memiliki peran vital dalam berbagai industri strategis, termasuk teknologi tinggi, energi terbarukan, dan pertahanan (Kusmita et al, 2022). LTJ menjadi perhatian di tingkat internasional pada abad ke-21 (Agung, 2023). *Scandium* digunakan dalam paduan aluminium untuk meningkatkan kekuatan logam serta dalam lampu intensitas tinggi. *Yttrium* bermanfaat dalam fosfor untuk layar dan lampu, serta superkonduktor suhu tinggi. *Lanthanum* digunakan dalam baterai NiMH, kaca optik khusus, dan katalis industri petrokimia. *Cerium* berperan penting dalam katalis konverter emisi kendaraan, pemoles kaca, dan pigmen ramah lingkungan. *Neodymium* terkenal sebagai bahan utama magnet permanen, yang digunakan dalam motor listrik, perangkat elektronik, dan sistem medis seperti MRI (Voncken et al., 2016). Permintaan global terhadap LTJ meningkat sekitar 9% setiap tahun, menyebabkan tekanan signifikan terhadap ketersediaan pasokan (Tjarsono & Suryadi et al., 2015). *Union Commission* (2020) menggolongkan LTJ sebagai material kritis, berdasarkan dua parameter: *supply risk* dan *economic importance*.

Emas (*Aurum*) merupakan salah satu logam mulia, berdasarkan sifat kimia dan fisika serta keterdapatannya yang langka menjadikan logam emas memiliki nilai ekonomis yang tinggi. Harga logam emas setiap tahun mengalami peningkatan, dalam 30 tahun terakhir harga tertinggi tercatat sebesar 107,040.77 USD/kg pada tanggal 16 April 2025 (Goldprice, 2025). Penggunaan emas paling banyak adalah sebagai perhiasan, kemudian dalam perkembangannya dipergunakan sebagai nilai tukar bentuk koin dan cetak. Penggunaan emas sekarang meluas ke banyak bidang, terutama untuk teknologi, perbankan dan investasi. Permintaan logam emas dari waktu ke waktu menunjukkan grafik yang stabil, meskipun harga emas mengalami *fluktuasi*. Keputusan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor 69.K/MB.01/MEM.B 2024 menggolongkan emas sebagai mineral strategis. Emas merupakan mineral logam yang terbentuk akibat proses magmatik. Lingkungan pembentukan emas berada di dalam batuan vulkanik (*volcanic heasted rocks*) yang mengalami proses mineralisasi hidrotermal. Proses mineralisasi hidrotermal terjadi akibat perubahan batuan yang terkena fluida panas, membawa kandungan mineral-

mineral dan mengendapkannya di zona lemah seperti patahan dan rekahan (Sukandarrumidi, 2016).

Penginderaan jauh merupakan salah satu metode identifikasi dan pemetaan zona mineralisasi yang efisien. Sentinel-2 merupakan salah satu citra hasil penginderaan jauh, menawarkan data multispektral resolusi spasial 10–60 meter serta cakupan spektral luas, mendukung analisis geologi permukaan. Citra Sentinel-2 mampu memetakan perubahan vegetasi, morfologi lahan, serta anomali spektral batuan, dapat dimanfaatkan untuk mengidentifikasi zona alterasi atau mineralisasi secara tidak langsung (Haeruddin et al., 2023). *Band Ratio* (BR) merupakan salah satu metode pengolahan data citra, dapat digunakan untuk mendeteksi zona alterasi hidrotermal dan ekstraksi *lineament* untuk mengidentifikasi struktur geologi. Raharja (2023) menggunakan teknik BR pada Sentinel-2, terbukti mampu mendeteksi enam jenis litologi (andesit, andesit basaltik, breksi andesit, breksi piroklastik, batugamping, dan alluvium) di daerah Kokop, Kulon Progo. Kombinasi *band spectral* seperti *Red Edge* dan *Short Wave Infrared* (SWIR) Sentinel-2 mampu mendeteksi anomali spektral keberadaan mineral.

Mineral dapat dianalisis menggunakan alat analisis *X-Ray Fluorescence* (XRF) merupakan alat untuk mendeteksi kandungan unsur suatu material yang memperkuat klasifikasi litologi berdasarkan unsur-unsur dominan seperti SiO_2 , Al_2O_3 , dan Fe_2O_3 . Analisis uji *X-Ray Fluorescence* (XRF) digunakan untuk mengetahui kandungan unsur logam tanah jarang dan mineral emas. Analisis uji XRF *portable* dipilih berdasarkan pertimbangan bahwa mampu mendeteksi unsur hingga satuan ppm (*part per million*) (Fitri et al, 2016).

Kandungan batuan mengandung mineral dapat diketahui dengan *Thin Slice* merupakan salah satu metode untuk mendeskripsikan batuan dengan cara disayat hingga tipis, mencapai ketebalan $\pm 0,03\text{mm}$. Hasil sayatan dianalisis menggunakan metode petrografi, menggunakan batuan mikroskop polarisasi. Metode *Thin Slice* dipilih dapat mendeskripsikan batuan karena prosesnya yang mudah dan cepat (Setiawan, et al, 2016)

Logam tanah jarang dan emas sebagai material strategis serta metode penginderaan jauh menjadi solusi efisien kegiatan eksplorasi mineral, membuka peluang penelitian di Indonesia. Eksplorasi mineral di Indonesia masih relatif

rendah sehingga penting dilakukan penelitian terkait **“Analisis Litologi Kandungan Logam Tanah Jarang dan Emas di Kabupaten Tapanuli Selatan menggunakan Data Citra Multispektral Sentinel-2”**

1.2 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang Lingkup dalam penelitian sebagai berikut :

1. Penelitian dilakukan di Kabupaten Tapanuli Selatan.
2. Mengetahui jenis batuan pembawa mineral logam tanah jarang dan mineral emas menggunakan *Thin Slice*.
3. Mengetahui kandungan unsur logam tanah jarang dan mineral emas dengan menggunakan metode XRF *portable*.

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian sebagai berikut :

1. Penelitian dibatasi di Kabupaten Tapanuli Selatan..
2. Penginderaan jauh untuk identifikasi litologi pembawa unsur logam tanah jarang dan mineral emas menggunakan data citra multispektral Sentinel
3. Sampel *in-situ* diuji menggunakan *Thin Slice* dan XRF *portable*.

1.4 Rumusan Masalah

Rumusan Masalah dalam penelitian sebagai berikut :

1. Bagaimana peta sebaran litologi pembawa unsur logam tanah jarang dan mineral emas menggunakan data citra multispektral Sentinel-2 di Tapanuli Selatan ?
2. Bagaimana karakteristik mineral yang terkandung dalam sampel batuan berdasarkan hasil uji *Thin Slice*?
3. Bagaimana kandungan unsur logam tanah jarang dan mineral emas yang terdapat di Tapanuli Selatan ?

1.5 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian sebagai berikut :

1. Memetakan litologi pembawa logam tanah jarang dan mineral emas menggunakan data citra sentinel-2 di Tapanuli Selatan.
2. Menganalisis karakteristik mineral pada sampel *in-situ* menggunakan metode XRF dan *Thin Slice* untuk mengetahui indikasi keberadaan logam tanah jarang dan emas.
3. Mengetahui kandungan unsur logam tanah jarang dan mineral emas di Tapanuli Selatan

1.6 Manfaat Penelitian

Manfaat Penelitian yaitu :

1. Penelitian diharapkan memberikan informasi mengenai potensi mineral logam tanah jarang dan mineral emas di daerah Marancar dan Batangtoru sehingga dapat menambah wawasan dalam bidang geologi dan mineralogi.
2. Hasil penelitian menjadi referensi bagi studi lanjutan yang berkaitan dengan eksplorasi mineral dan penggunaan metode penginderaan jauh dalam geologi.
3. Hasil Penelitian sebagai bahan literatur yang relevan untuk menunjang kegiatan pengembangan ilmu serta penelitian logam tanah jarang dan mineral emas.