

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Logam Tanah Jarang (LTJ) atau sering disebut *Rare Earth Element* (REE) menjadi perhatian di tingkat internasional pada abad ke-21 (Agung, 2023). LTJ diaplikasikan sangat luas dalam berbagai bidang teknologi dan industri. *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. *Europium* dan *terbium* berperan dalam fosfor layar televisi dan monitor, sementara *gadolinium* digunakan dalam pelindung reaktor nuklir dan agen kontras MRI (Voncken, 2016). *Union Commission* (2020) menggolongkan LTJ sebagai material kritis, berdasarkan dua parameter: *supply risk* dan *economic importance*. Pasokan LTJ yang terus berkurang akibat peningkatan permintaan dunia mencapai 9% tiap tahun, China sebagai produsen terbesar melakukan monopoli sejak 2005, sehingga kegiatan eksplorasi penting dilakukan oleh setiap negara, termasuk Indonesia (Tjarsono & Suryadi, 2015).

Indonesia berpotensi sebagai sumber LTJ didukung oleh kondisi geologis yang kompleks. Indonesia merupakan bagian dari cincin api pasifik, memiliki banyak daerah vulkanik aktif dan batuan beku yang berpotensi mengandung endapan LTJ. Setiadji (2015) mengidentifikasikan 3 tipe endapan LTJ di Indonesia, yaitu endapan primer yang berasosiasi dengan batuan beku *alkaline-peralkaline*, endapan sekunder (*laterite*, *placer*, *monazite*, dan *xenotime*), serta endapan *ion-adsorption*. Pusat Sumber Daya Mineral Batubara dan Panas Bumi (2019) mengungkapkan bahwa batuan granit, pegmatit, metamorf, ultrabasa dan

aluvium merupakan beberapa kategori batuan pembawa LTJ di Indonesia. Iklim tropis dan curah hujan Indonesia mendukung proses pelapukan batuan (Juliani *et al.*, 2024). Pelapukan batuan intensif membentuk endapan LTJ, seperti *placer* dan tipe *ion-adsorption* (Putri & Lesmana, 2022). Batuan granit dan pelapukannya yang tersebar luas mengindikasikan potensi besar sebagai sumber LTJ di Indonesia (Sulaeman *et al.*, 2022). Indonesia yang berpotensi cukup besar atas sumber LTJ, namun kegiatan eksplorasi masih relatif rendah.

Sumatera Utara merupakan salah satu provinsi di Indonesia, diketahui berpotensi sebagai sumber LTJ. Sumatera Utara berada dalam busur magmatik sunda. Busur magmatik sunda terdiri dari segmen-segmen yang berasosiasi dengan endapan mineral seperti granit. Endapan mineral pada jalur magmatik sunda diperkirakan terjadi sejak Mesozoikum awal hingga Kenozoikum sebagai hasil aktivitas magmatis intens akibat subduksi lempeng Indo-Australia ke bawah lempeng Eurasia (Suwarna *et al.*, 1992). Juliani *et al.* (2024) melaporkan hasil analisis petrografi batuan granit daerah Parmonangan, Sumatera Utara, mengidentifikasi mineral pembawa LTJ *monazite* (5-10%), *zircon* (3-10%), dan mineral sekunder *cassiterite* (5-10%). Penelitian terdahulu melaporkan hasil eksplorasi LTJ di daerah Lumbantombing Ranggigi dan Sisoding, masing – masing ditemukan unsur Sn 280 dan 80 ppm pada batuan granit. Unsur *cerium* (600-1400 ppm), *lanthanum* (400-1000 ppm), dan *praseodymium* (600-1400 ppm) ditemukan di daerah Parmonangan pada pelapukan granitoid (Pusat Sumber Daya Mineral Batubara dan Panas Bumi, 2019). Hasil penelitian di beberapa wilayah Sumatera Utara mengindikasikan keberadaan LTJ berasosiasi dengan batuan granit dan pelapukannya, sehingga penting dilakukan eksplorasi lebih lanjut di lokasi yang berbeda.

Humbang Hasundutan merupakan salah satu kabupaten di Provinsi Sumatera Utara pada jajaran bukit barisan tepatnya di garis 2°1' - 2°28' Lintang Utara dan 98°10' - 98°58' Bujur Timur. Letak geografisnya berada dibagian tengah provinsi Sumatera Utara, berbatasan dengan Kabupaten Samosir dibagian utara, Kabupaten Tapanuli Utara dibagian timur, Kabupaten Tapanuli Tengah dibagian selatan dan Kabupaten Pakpak Bharat dibagian barat. Humbang

Hasundutan berada diketinggian 330 – 2.075 mdpl dengan luas wilayah 251.765,93 Ha (BPS Kabupaten Humbang Hasundutan, 2024). Humbang Hasundutan secara regional geologi kaya akan batuan vulkanik dan sedimen, salah satunya adalah kompleks sibolga penghasil granit (RKPD Kabupaten Humbang Hasundutan, 2023).

Penginderaan jauh merupakan proses pendeteksian dan pemantauan karakteristik fisik suatu wilayah, memanfaatkan radiasi elektromagnetik (Adiri *et al.*, 2020). Penginderaan jauh memberikan kontribusi signifikan dalam kegiatan eksplorasi sumber daya mineral. Pemetaan litologi merupakan salah satu aspek penting dalam kegiatan eksplorasi mineral (Ari, 2023). Pemetaan litologi menggunakan citra multispektral telah banyak digunakan selama beberapa dekade. Sentinel-2 merupakan salah satu satelit penginderaan jauh, dilengkapi sensor *Multispektral Instrumen* (MSI), menawarkan resolusi spasial tinggi (hingga 10 m), cocok untuk pemetaan litologi (Chen *et al.*, 2023). *Principle Component Analysis* (PCA) merupakan metode pengolahan data citra yang sering digunakan dalam memetakan litologi. Raharja (2023) menggunakan teknik PCA pada data Sentinel-2, terbukti mampu mendeteksi enam jenis litologi (andesit, andesit basaltik, breksi andesit, breksi piroklastik, batugamping, dan aluvium) di daerah Kokop, Kulon Progo. Kamel *et al.* (2016) menggunakan teknik PCA pada Landsat ETM+ untuk memetakan litologi di Mesir, hasilnya terbukti dapat menonjolkan perbedaan litologi dan memudahkan interpretasi. Yao *et al.*, (2017) menggunakan PCA pada citra Landsat 8 dengan 4 kombinasi BR sebagai input untuk memetakan litologi di Gua Musang, Malaysia, hasilnya menunjukkan spektral vegetasi dapat dikurangi serta fitur litologi dapat lebih ditonjolkan. Teknik PCA terbukti efektif mereduksi spektra vegetasi pada citra satelit di wilayah dengan tingkat kerapatan vegetasi rendah hingga sedang.

Thin Slice merupakan salah satu metode untuk mendeskripsikan batuan dengan cara menyayat hingga tipis, mencapai ketebalan $\pm 0,03$ mm. Hasil sayatan kemudian dianalisis dengan metode petrografi, menggunakan bantuan mikroskop polarisasi (Setiawan *et al.*, 2016). Uji *Thin Slice* bertujuan untuk mengetahui kandungan mineral batuan yang berkontribusi terhadap keberadaan LTJ.

X-ray Fluorescence (XRF) merupakan alat pendeteksi kandungan unsur suatu material (Putri *et al*, 2023). Uji XRF digunakan untuk mengetahui kandungan unsur LTJ pada sampel yang diperoleh dari lokasi terindikasi berdasarkan hasil analisis sentinel-2 MSI. Analisis uji XRF *portable* dipilih berdasarkan pertimbangan bahwa mampu mendeteksi unsur hingga satuan ppm (*part per million*) (Fitri, 2016).

Logam Tanah Jarang sebagai material kritis dalam pengembangan teknologi modern serta kemampuan citra multispektral Sentinel-2 dalam pemetaan litologi, membuka peluang untuk kegiatan eksplorasi mineral di Indonesia. Eksplorasi mineral di Indonesia masih relatif rendah sehingga penting dilakukan penelitian terkait **“Identifikasi Litologi Pembawa Unsur Logam Tanah Jarang menggunakan Data Multispektral Sentinel-2 di Kabupaten Humbang Hasundutan”**.

1.2 Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah penelitian adalah:

- 1) Peningkatan permintaan global terhadap Logam Tanah Jarang (LTJ) sebagai material kritis dalam pengembangan teknologi modern.
- 2) Dominasi Tiongkok dalam produksi dan pasokan LTJ yang mencapai hampir 90% di dunia.
- 3) Rendahnya kegiatan eksplorasi LTJ di Indonesia.

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah penelitian adalah:

- 1) Penelitian berlokasi di kabupaten Humbang Hasundutan.
- 2) Pemetaan litologi pembawa logam tanah jarang di kabupaten Humbang Hasundutan menggunakan data multispektral Sentinel-2.
- 3) Sampel *in-situ* dari lokasi berpotensi berdasarkan hasil analisis multispektral Sentinel-2 di uji menggunakan *Thin Slice* dan XRF *portable*.

1.4 Rumusan Masalah

Rumusan masalah penelitian adalah:

- 1) Bagaimana peta sebaran litologi pembawa logam tanah jarang menggunakan data multispektral Sentinel-2 di kabupaten Humbang Hasundutan ?
- 2) Apa saja mineral yang berkontribusi terhadap keberadaan LTJ pada sampel ?
- 3) Apa saja kandungan unsur logam tanah jarang yang terdapat di lokasi penelitian ?

1.5 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian adalah:

- 1) Memetakan litologi pembawa logam tanah jarang menggunakan data citra multispektral Sentinel-2 di kabupaten Humbang Hasundutan.
- 2) Menganalisis karakteristik mineral sampel batuan menggunakan uji *Thin Slice*.
- 3) Mengetahui kandungan unsur logam tanah jarang di kabupaten Humbang Hasundutan menggunakan uji XRF.

1.6 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian adalah:

- 1) Lembaga Pemerintahan Setempat

Manfaat penelitian bagi lembaga pemerintahan setempat adalah:

- a. Peta sebaran litologi pembawa unsur logam tanah jarang menjadi informasi bagi lembaga pemerintahan kabupaten Humbang Hasundutan, sebagai dasar ilmiah pengambilan kebijakan terkait upaya pengelolaan sumber daya mineral.

- 2) Mahasiswa

Manfaat penelitian bagi mahasiswa adalah:

- a. Menambah wawasan mahasiswa mengenai eksplorasi unsur logam tanah jarang.
 - b. Meningkatkan pemahaman terkait metode penginderaan jauh untuk mengidentifikasi tanah jarang.
- 3) Masyarakat

Hasil penelitian dapat digunakan sebagai bahan literatur oleh masyarakat dan peneliti yang melakukan kegiatan eksplorasi sebaran logam tanah jarang pada daerah berbeda.

