



INTISARI

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kinetika *leaching* logam tanah jarang (*Rare Earth Element/REE*) dari *red mud* menggunakan metode *Atmospheric Pressure Acid Leaching* (APAL) dengan asam sulfat (H_2SO_4) sebagai *reagen* utama. *Red mud* merupakan limbah hasil samping dari proses *Bayer* dalam pengolahan bauksit yang mengandung berbagai unsur berharga, termasuk REE, namun sering kali menjadi masalah lingkungan karena komposisinya yang bersifat alkali tinggi. Studi ini meneliti pengaruh berbagai parameter proses, seperti konsentrasi H_2SO_4 (1,5 M, 2 M, dan 3 M), suhu (30°C, 65°C, dan 90°C), serta waktu reaksi terhadap efisiensi ekstraksi REE. Data eksperimental dianalisis menggunakan *Shrinking-Core Model* (SCM) untuk memahami mekanisme reaksi *leaching* yang dikontrol oleh difusi lapisan abu (*ash layer diffusion control*) dan reaksi kimia pada permukaan partikel (*surface reaction control*). Hasil penelitian menunjukkan bahwa efisiensi ekstraksi REE meningkat dengan bertambahnya konsentrasi H_2SO_4 dan suhu. Pada konsentrasi H_2SO_4 3 M dan suhu 90°C diperoleh nilai *recovery* tertinggi dari neodymium (Nd) dan gadolinium (Gd) masing-masing mencapai 73,4% dan 85,07%.

Pretreatment dengan gelombang mikro (*microwave pre-treatment*) juga dievaluasi untuk meningkatkan ketersediaan REE dalam *red mud*. Hasilnya menunjukkan bahwa *microwave pre-treatment* yang mengalami kenaikan *recovery* Gd cukup tinggi yaitu 15,88% dari 56,46% menjadi 72,34% pada suhu 90°C dan konsentrasi H_2SO_4 1,5 M. *Pretreatment* dengan gelombang mikro (*microwave pre-treatment*) juga dievaluasi untuk meningkatkan ketersediaan REE dalam *red mud*. Dari analisis kinetika pada konsentrasi H_2SO_4 3 M suhu 90°C, mekanisme tahapan difusi lapisan abu yang menjadi pengontrol dengan konstanta laju difusi lapisan abu (D_e) = 2,8279 dm^2 /menit dan nilai energi aktivasi (E_a) = 41,2021 kJ/mol tanpa *microwave treatment*. Dengan *microwave treatment*, konstanta laju difusi lapisan abu (D_e) = 3,679 dm^2 /menit dan nilai energi aktivasi (E_a) = 35,9583 kJ/mol.

Kata kunci: *red mud*, *rare earth element*, *leaching*, *microwave*, kinetika.



ABSTRACT

This study aims to analyze the leaching kinetics of rare earth elements (REE) from red mud using the Atmospheric Pressure Acid Leaching (APAL) method with sulfuric acid (H_2SO_4) as the main reagent. Red mud is a by-product waste from the Bayer process in bauxite processing that contains a variety of valuable elements, including REEs, but is often an environmental problem due to its highly alkaline composition. This study examined the effect of various process parameters, such as H_2SO_4 concentration (1.5 M, 2 M, and 3 M), temperature (30°C, 65°C, and 90°C), and reaction time on REE extraction efficiency. The experimental data were analyzed using the Shrinking-Core Model (SCM) to understand the leaching reaction mechanism controlled by ash layer diffusion and surface reaction control. The results showed that the REE extraction efficiency increased with increasing H_2SO_4 concentration and temperature. At 3 M H_2SO_4 concentration and 90°C temperature, the highest recovery values of neodymium (Nd) and gadolinium (Gd) reached 73.4% and 85.07%, respectively.

Microwave pre-treatment was also evaluated to increase the availability of REEs in red mud. The results showed that microwave pre-treatment increased Gd recovery by 15.88% from 56.46% to 72.34% at 90°C and 1.5 M H_2SO_4 concentration. Microwave pre-treatment was also evaluated to increase the availability of REE in red mud. From the kinetics analysis at 3 M H_2SO_4 concentration at 90°C, the ash layer diffusion stage mechanism was the controlling one with ash layer diffusion rate constant (De) = 2.8279 dm^2/min and activation energy value (Ea) = 41.2021 kJ/mol without microwave treatment. With microwave treatment, the ash layer diffusion rate constant (De) = 3.679 dm^2/min and activation energy value (Ea) = 35.9583 kJ/mol.

Keywords: red mud, rare earth elements, leaching, microwave, kinetics.