

## INTISARI

Peningkatan pemenuhan kebutuhan listrik di Indonesia memastikan adanya peningkatan penggunaan sumber energi batu bara. Hal ini mengakibatkan produksi abu terbang sebagai salah satu limbah pembakaran batu bara diperkirakan meningkat hingga 25,92 juta ton pada tahun 2027. Pemanfaatan abu terbang oleh masyarakat masih sangat terbatas sementara penanganan yang buruk dapat mengakibatkan pencemaran udara, tanah, maupun perairan. Salah satu potensi pemanfaatan abu terbang batu bara adalah sebagai sumber alternatif elemen tanah jarang. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh suhu dan konsentrasi asam terhadap *recovery* elemen tanah jarang dari abu terbang fase magnetis menggunakan asam sitrat serta mengembangkan model yang sesuai untuk proses pelindian tersebut. Abu terbang berukuran  $<38 \mu\text{m}$  dilindi menggunakan 300 mL asam sitrat dengan rasio S/L 1:10 pada kecepatan pengadukan 400 rpm. Sebanyak 3 mL sampel diambil pada menit ke-2, 5, 10, 15, 30, 60, 90, 120, dan 240. Untuk mengetahui kapasitas pelindian menggunakan asam sitrat juga dilakukan percobaan dalam *shaker water bath* selama 24 jam. Variasi konsentrasi asam sitrat yang digunakan adalah 0,5 M; 1 M; 1,5 M; dan 2 M, sementara variasi suhu pelindian pada 25°C, 45°C, 65°C, 75°C, dan 90°C. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi asam sitrat tidak memberikan pengaruh terhadap *recovery* serium maupun itrium. Namun, suhu pelindian memiliki pengaruh yang besar terhadap *recovery* kedua elemen tersebut dimana nilainya akan meningkat seiring dengan meningkatnya suhu. Proses pelindian pada suhu rendah (25°C dan 45°C) mengikuti model Dickinson termodifikasi sementara pada suhu tinggi (65°C, 75°C, dan 90°C) mengikuti model Kroger-Ziegler termodifikasi. Sementara, model teoretis-mekanistik yang dikembangkan dari model *leaching* murni dimana difusi produk mengontrol laju pelindian memberi hasil yang baik untuk memodelkan kinetika pelindian pada berbagai suhu percobaan dan diperoleh nilai energi aktivasi difusi untuk kompleks serium dan itrium masing-masing 62,5 kJ/mol dan 58,4 kJ/mol.

Kata kunci : elemen tanah jarang; abu terbang batu bara; serium; itrium; asam sitrat; pelindian asam; kinetika pelindian

## ABSTRACT

*The use of coal as the source of energy increases as the need of electricity in Indonesia escalates. This results in the rise of fly ash production as a solid waste of coal combustion. The amount is estimated to reach 25.92 million tons by 2027. The utilization of coal fly ash is still limited, meanwhile poor handling on this waste can cause air, soil as well as water pollution. One potential that can be further explored is fly ash as an alternative source of rare earth elements. This research aims to study the effect of temperature and citric acid concentration on the recovery of rare earth elements from magnetic coal fly ash as well as to develop appropriate kinetics model. Coal fly ash with particle size less than 38  $\mu\text{m}$  was leached using 300 mL citric acid with S/L ratio of 1:10 at 400 rpm stirring rate. Samples of 3 mL each were taken at 2, 5, 10, 15, 30, 60, 90, 120 and 240 minutes. Leaching experiments for 24 hours were also conducted on shaker water bath to determine the leaching capacity of citric acid. Acid concentration used were of 0.5 M; 1 M; 1.5 M and 2 M while temperature were varied from 25°C, 45°C, 65°C, 75°C to 90°C. The results show that citric acid concentration does not have any effect on cerium as well as yttrium recovery. On the other hand, temperature has great impact on the recovery of both elements where the value increases as temperature elevates. Leaching at low temperature (25°C and 45°C) follows modified Dickinson model while leaching at high temperature (65°C, 75°C and 90°C) fits modified Kroger-Ziegler kinetics model. Whereas, theoretical-mechanistic model developed from pure leaching model of product diffusion control gives satisfying results in modelling the leaching kinetics at various temperature with diffusion activation energy of 62.5 kJ/mole and 58.4 kJ/mole for cerium and yttrium complex, respectively.*

*Keywords : rare earth elements; coal fly ash; cerium; yttrium; citric acid; acid leaching; leaching kinetics*