UNIVERSITAS
GADJAH MADA
**Potensi Fitoekstraksi Fe, Al, Dan REE Oleh Acacia Mangium Pada Media Red Mud Termodifikasi Asam
Fosfatâ€“Asam Humat**
Fadhlan Warithdin Muhammad, Ir. Agus Prasetya, M.Eng.Sc., Ph.D.; Prof. Ir. Panut Mulyono, M.Eng., D.Eng., IPU., A
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

INTISARI

Red mud merupakan produk samping dari proses pengolahan bauksit menjadi alumina yang berpotensi mencemari lingkungan. Hal ini dikarenakan *red mud* memiliki pH yang sangat basa (pH ±12,38), dan juga kandungan logam berat Fe dan Al di dalamnya yang dapat mencemari tanah, sehingga menurunkan produktivitas tanah. Pada umumnya, metode yang digunakan untuk mengolah *red mud* adalah pencucian dan hidrometalurgi, namun metode ini tetap berpotensi menimbulkan pencemaran lingkungan kembali akibat limbah cair yang dihasilkan dari metode tersebut. Oleh karena itu, pada penelitian ini menggunakan metode fitoekstraksi yang lebih ramah lingkungan, biomassa yang dihasilkan dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar alternatif *Refused Derived Fuel* (RDF), dan berpotensi bernilai ekonomis dari *Rare Earth Elements* (REE). Pada penelitian ini menggunakan tanaman *Acacia mangium* dengan variasi penambahan asam fosfat 2,41, 2,7, 3,4, 4,1, dan 4,39 ml/pot dan asam humat 3,59, 4, 5, 6, dan 6,41 g/pot pada *red mud*. Setelah dilakukan penanaman selama 65 hari didapatkan hasil berupa perbaikan kualitas *red mud* yang ditinjau berdasarkan pH akhir *red mud* sebesar 6,6 – 6,9 dan kandungan karbon organik sebesar 0,1327 – 0,2816 g/g red mud dibandingkan sampel tanpa asam humat (Kontrol) sebesar 0,0973 g/g red mud. Selain itu, penambahan kedua asam tersebut berpengaruh juga terhadap pertumbuhan vegetatif tanaman ditinjau dari tinggi akhir sekitar 14 – 18 cm dibandingkan dengan sampel Kontrol yang hanya mencapai 13,5 cm, dan juga biomassa yang dihasilkan lebih tinggi sebesar 1,46 – 3,17g/g tanaman dibandingkan sampel Kontrol yang hanya memperoleh karbon organik sebesar 1,334g/g tanaman. Laju pertumbuhan tinggi tanaman selama 65 hari dapat dianalisis dengan pendekatan model kinetika orde satu, di mana didapatkan konstanta laju pertumbuhan sebesar 0,0569 – 0,0725 $hari^{-1}$. Berdasarkan analisis uji ICP logam berat Fe dan Al cenderung terakumulasi lebih tinggi pada akar dibandingkan batang dan daun dengan logam berat Fe dan Al tertinggi sebesar 7456,76 mg/kg tanaman dan 3903,43 mg/kg tanaman. Sementara itu, konsentrasi tertinggi Ce sebagai REE diperoleh sebesar 2,818mg/kg tanaman. Berdasarkan hasil optimasi *Response Surface Methodology* (RSM) didapatkan kombinasi optimum asam fosfat sebesar 3,26 ml/pot dan asam humat sebesar 4,9 g/pot.

Kata kunci: *Red mud*; Fitoekstraksi; *Acacia mangium*; Logam berat; *Rare earth elements*.

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Potensi Fitoekstraksi Fe, Al, Dan REE Oleh Acacia Mangium Pada Media Red Mud Termodifikasi Asam Fosfatâ€“Asam Humat
Fadhlan Warithdin Muhammad, Ir. Agus Prasetya, M.Eng.Sc., Ph.D.; Prof. Ir. Panut Mulyono, M.Eng., D.Eng., IPU., A
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

ABSTRACT

Red mud is a Bayer by-product used in the production of alumina and presents significant environmental risks due to its highly alkaline nature (pH ±12.38) and the presence of heavy metals such as Fe and Al, which may contaminate the soil and reduce its productivity. Conventional methods of treating red mud, including washing and hydrometallurgical processes, may create secondary liquid waste which may potentially cause further pollution of the environment. The study therefore examined the use of phytoextraction as a more environmentally friendly alternative. In addition to improving the quality of red mud, the resulting biomass has the potential to be used as a refused derived fuel (RDF), and can provide economic value by recovering rare earth elements. benefits from the extraction of rare earth elements (REE). The study used Acacia mangium grown in red mud treated with different doses of phosphoric acid (2.41, 2.70, 3.40, 4.10 and 4.39 ml per pot) and humic acid (3.59, 4.00, 5.00, 6.00, and 6.41 ml per pot). After 65 days of cultivation, the quality of red mud improved significantly, as shown by a decrease in pH to 6.6 – 6.9 and an increase in the organic carbon content to 0.1327 – 0.2816 g/g red mud. The addition of both acids also increased vegetative growth, leading to a final height of about 14 to 18 cm compared to 13.5 cm in the control treatment and increased biomass production (1.46 – 3.17 g/g plant). Plant growth over a period of 65 days has been successfully described using a kinetic first order model, yielding growth constants of 0.0569 – 0.0725 $days^{-1}$. The ICP analysis showed that Fe and Al were predominantly deposited in the roots rather than on the stems and leaves of the plants, with a maximum concentration of 7,456.76 mg/kg and 3,903.43 mg/kg plant, respectively. In the meantime, the highest concentration of cerium (Ce), which is the REE was 2.818 mg/kg plant. Optimization using Response Surface Method (RSM) identified the optimal combination of 3.26 ml of phosphoric acid and 4.9 g of humic acid per pot as the treatment. These findings show that the combined use of phosphoric acid and humic acid effectively improves the quality of red mud, increases the growth and biomass production of acacia mangium and encourages the phytoextraction of heavy metals and residues from red mud.

Keywords: Red mud; Phytoextraction; Acacia mangium; Heavy metals; Rare earth elements.