

# Proses Upgrading Mineral Ilmenit Melalui Proses Reduksi Karbotermik yang Lebih Ramah Lingkungan = The Upgrading Process of Ilmenite Minerals Through A More Environmentally Friendly Carbothermic Reduction Process

Agung Setiawan, author

Deskripsi Lengkap: <https://lib.ui.ac.id/detail?id=20525065&lokasi=lokal>

---

## Abstrak

Dalam penelitian ini, proses reduksi karbotermik pada ilmenit ( $\text{FeTiO}_3$ ) dengan biomassa dari cangkang kelapa sawit sebagai agen reduktor menggunakan tungku listrik dan tungku surya dikaji. Studi ini mencakup simulasi termodinamika dengan eksperimen. Hasil penelitian menunjukkan bahwa biomassa dari cangkang kelapa sawit dapat digunakan sebagai reduktor alternatif untuk proses reduksi karbotermik. Simulasi termodinamika memprediksi bahwa ketika biomassa direaksikan dengan ilmenit pada temperatur 1000-1200 °C, fase utama yang diperoleh adalah  $\text{Fe(m)}$ , pseudobrookit, spinel, dan rutil. Hasil tersebut sesuai dengan hasil karakterisasi mineralogi dan fase pada ilmenit yang telah direduksi. Selain itu, analisis kinetika menunjukkan bahwa proses reduksi mengikuti mekanisme yang dikendalikan oleh difusi. Hal ini dikonfirmasi oleh analisis struktur mikro yang menunjukkan partikel ilmenit tereduksi memiliki struktur tiga lapis. Analisis struktur mikro juga mengungkapkan bahwa pori-pori dan retakan mikro yang ada pada ilmenit awal yang lapuk mendorong dan memfasilitasi pembentukan  $\text{Fe(m)}$ . Energi aktivasi untuk proses reduksi ilmenit menggunakan biomassa dan grafit (sebagai reduktor pembanding) diperoleh masing-masing sebesar  $217,00 \pm 0,06 \text{ kJ.mol}^{-1}$  dan  $239,44 \pm 0,06 \text{ kJ.mol}^{-1}$ . Lebih lanjut, reduksi ilmenit dengan biomassa pada temperatur 1200 °C menggunakan tungku surya mendorong pembentukan pseudobrookit, dan morfologi garis-garis yang unik pada  $\text{Fe(m)}$ . Morfologi  $\text{Fe(m)}$  tersebut berbanding terbalik ketika direduksi dengan tungku listrik yang strukturnya berbentuk globular. Hal ini mungkin dikarenakan panas berlebih yang terlokalisir oleh radiasi matahari yang mendorong reduksi lokal yang cepat.

.....In this present study, a carbothermic reduction of ilmenite ( $\text{FeTiO}_3$ ) with palm kernel shell biomass as a reducing agent using regular electric and simulated solar heating was investigated. The study included a combined thermodynamic assessment together with reduction experiments. The results demonstrate that palm kernel shell biomass can be used as an alternative reductant for carbothermic reduction.

Thermodynamic assessment predicted that when biomass was reacted with ilmenite at 1000-1200 °C, the major phases expected were  $\text{Fe(m)}$ , pseudobrookite, spinel, and rutile. The results similar to mineralogy and phase characterization results of the reduced ilmenite generally are in good agreement with the thermodynamic predictions. In addition, the kinetic analysis indicated that the reduction process followed a diffusion-controlled mechanism. This was confirmed by a microstructural analysis that showed the reduced ilmenite grains had a three-layer structure. The microstructural analysis also revealed that pores and cracks present in the initial weathered ilmenite promoted metallic iron formation. The apparent activation energy for ilmenite reduction using biomass and graphite (as a comparison) was determined to be  $217.00 \pm 0.06 \text{ kJ.mol}^{-1}$  and  $239.44 \pm 0.06 \text{ kJ.mol}^{-1}$ , respectively. Furthermore, reduction ilmenite with biomass at 1200 °C using a solar furnace promoted pseudobrookite formation, and a unique streak morphology of  $\text{Fe(m)}$  was observed as opposed to a globular structure found in samples heated in an electric furnace. It is suggested that this may be due to localized overheating by solar radiation that promoted rapid local reduction.