

PENGEMBANGAN FOTO-FENTON HETEROGEN MELALUI PEMANFAATAN KARAT BESI SEBAGAI KATALIS DALAM FOTO-DEGRADASI PARA-NITROFENOL

Linatul Khusna
24/550082/PPA/06946

INTISARI

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem foto-Fenton heterogen menggunakan katalis oksida besi dari limbah karat besi dan oksida besi hasil sintesis untuk proses fotodegradasi *para*-nitrofenol (p-NP) yang toksik, persisten di lingkungan, dan terklasifikasi sebagai polutan prioritas. Fokus utama penelitian adalah mempelajari pengaruh suhu kalsinasi terhadap kristalinitas dan aktivitas katalitik oksida besi yang dihasilkan, serta membandingkan performa katalis dari dua sumber tersebut.

Penelitian diawali dengan kalsinasi limbah karat besi dan oksida besi hasil sintesis dengan metode presipitasi yang selanjutnya dikeringkan pada suhu 100 °C dan dikalsinasi pada 500 °C. Selanjutnya oksida besi tersebut dianalisis dengan instrumen XRD, XRF, SAA, DR-UV dan SEM-EDX. Uji aktivitas katalis dalam proses foto-Fenton heterogen dilakukan pada pH netral di bawah penyinaran sinar UV. Dalam proses ini juga dilakukan optimasi massa katalis, konsentrasi H₂O₂, waktu penyinaran, dan pH larutan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa oksida besi dari karat besi dan hasil sintesis yang dikeringkan pada 100 °C memiliki struktur amorf dari campuran α -FeOOH dan Fe₃O₄ untuk karat besi dan α -FeOOH untuk oksida besi hasil sintesis dengan luas permukaan yang lebih besar. Sementara itu, oksida besi dari karat besi dan hasil sintesis yang dikalsinasi pada 500 °C adalah α -Fe₂O₃ dengan luas permukaan yang lebih kecil.

Oksida besi dari limbah karat besi menunjukkan kinerja katalisis yang sebanding dengan oksida hasil sintesis dalam fotodegradasi p-NP melalui proses foto-Fenton heterogen pada kondisi yang sama mencapai lebih dari 90%. Kondisi optimum dalam proses fotodegradasi p-NP 20 mg/L sebanyak 10 mL adalah 15 mg massa katalis, konsentrasi H₂O₂ sebesar 70 mmol/L, pH 7, dan waktu penyinaran 120 menit. Selain itu, katalis tersebut dapat digunakan kembali hingga tiga siklus tanpa kehilangan aktivitas yang signifikan. Hasil ini menunjukkan bahwa katalis oksida besi berbasis limbah karat besi berpotensi besar untuk diaplikasikan sebagai katalis foto-Fenton heterogen yang efektif, *recoverable*, ramah lingkungan, dan mampu bekerja baik pada pH netral untuk pengolahan air limbah yang mengandung p-NP.

Kata kunci: foto-Fenton, heterogen, karat, besi, para-nitrofenol, fotodegradasi

DEVELOPMENT OF A HETEROGENEOUS PHOTO-FENTON USING IRON RUST AS A CATALYST FOR PHOTODEGRADATION OF PARA-NITROPHENOL

Linatul Khusna
24/550082/PPA/06946

ABSTRACT

This study aims to develop a heterogeneous photo-Fenton system using iron oxide catalysts derived from iron rust waste and synthesized iron oxide for the photodegradation of para-nitrophenol (p-NP), a toxic, environmentally persistent compound classified as a priority pollutant. The focus of this research is to investigate the effect of calcination temperature on the crystallinity and catalytic activity of the produced iron oxides, as well as to compare the catalytic performance of the two sources.

This research commenced with the calcination of iron rust waste and synthesized iron oxide prepared via the precipitation method, followed by drying at 100 °C and calcination at 500 °C. The resulting iron oxides were characterized using XRD, XRF, SAA, DR-UV, and SEM-EDX instruments. The catalytic activity tests in the heterogeneous photo-Fenton process were conducted under UV irradiation at neutral pH. In this process, optimization of catalyst mass, H₂O₂ concentration, irradiation duration, and solution pH were also carried out.

The results showed that both the iron oxide derived from rust waste and the synthesized oxide dried at 100 °C exhibited amorphous structures consisting of α -FeOOH and Fe₃O₄ for rust-derived oxide and α -FeOOH for the synthesized oxide, with larger surface areas. Meanwhile, the iron oxides from iron rust and the synthesized materials calcined at 500 °C were identified as α -Fe₂O₃ with a smaller surface area.

The iron oxide derived from rust waste demonstrated catalytic performance comparable to that of the synthesized oxide in the photodegradation of p-NP through the heterogeneous photo-Fenton process under the same conditions, achieving degradation efficiency over 90%. The optimum conditions for the photodegradation of 10 mL of 20 mg/L p-NP solution were obtained at a catalyst mass of 15 mg, H₂O₂ concentration of 70 mmol/L, pH 7, and irradiation time of 120 minutes. Furthermore, the catalyst could be reused up to three three cycles without significant loss of activity. These findings indicate that iron oxide catalysts derived from iron rust waste have great potential to be applied as effective, recoverable, and environmentally friendly heterogeneous photo-Fenton catalysts capable of operating efficiently at neutral pH for wastewater treatment containing p-NP.

Keywords: heterogeneous, photo-Fenton, iron, rust, para-nitrophenol, photodegradation