

INTISARI

Sintesis Hijau Nanokomposit Fungsional CoFe₂O₄ dan Aplikasinya dalam Fotokatalisis serta Hipertermia Magnetik

Oleh

Dyah Ayu Larasati

22/507076/SPA/00887

Nanokomposit berbasis CoFe₂O₄ telah berhasil disintesis menggunakan pendekatan *green synthesis* dengan integrasi ZnS dan rGO, memanfaatkan ekstrak daun *Moringa oleifera* dan *Amaranthus viridis*. Variasi massa ZnS dilakukan dari 4:0,5 hingga 4:4, sedangkan rasio CoFe₂O₄/rGO divariasikan dari 5:1 hingga 5:5. Proses sintesis dilakukan menggunakan metode *coprecipitation* dan Hummers termodifikasi. Analisis difraksi sinar-X mengonfirmasi keberadaan fase kubik *spinel ferrite* pada CoFe₂O₄ dan fase kubik *zinc blend* pada ZnS. Ukuran kristalit nanokomposit CoFe₂O₄/ZnS berkisar 6 nm, sedangkan CoFe₂O₄/rGO sekitar 9 nm. Mikrograf menunjukkan nanopartikel berbentuk hampir bulat dengan ukuran rata-rata 12 nm untuk CoFe₂O₄ dan 26 nm untuk CoFe₂O₄/ZnS. Morfologi CoFe₂O₄/rGO menunjukkan bahwa nanopartikel berbentuk hampir bulat dengan ukuran berkisar 13 nm dan melekat pada lembaran rGO. Gugus fungsi seperti S=O, C=C, Fe-O, dan Co-O mengonfirmasi pembentukan nanokomposit. Spektrum UV-Vis menunjukkan peningkatan energi celah pita pada CoFe₂O₄/ZnS dan sedikit pergeseran merah pada CoFe₂O₄/rGO. Analisis sifat magnetik mengungkapkan karakteristik feromagnetik nanokomposit. Efisiensi fotodegradasi optimal tercapai pada CoFe₂O₄/ZnS 4:4 (78,3 % degradasi *methylene blue* dalam 80 menit) dan CoFe₂O₄/rGO 5:5 (78,6 % degradasi *Rhodamine B* dalam 120 menit). Nanokomposit ini menunjukkan kemampuan pemisahan magnetik, memungkinkan penggunaan ulang hingga tiga siklus. Karakteristik pemanasan dianalisis melalui *Specific Absorption Rate* (SAR). SAR CoFe₂O₄ adalah 85,7 mW/g, meningkat menjadi 132,9 mW/g pada CoFe₂O₄/ZnS dan 736 mW/g pada CoFe₂O₄/rGO, dengan air suling sebagai medium optimal untuk menghasilkan panas maksimum. Hasil ini menunjukkan bahwa nanokomposit berbasis CoFe₂O₄ yang disintesis secara ramah lingkungan memiliki potensi signifikan sebagai fotokatalis magnetik dan agen hipertermia magnetik untuk terapi kanker.

Kata kunci: CoFe₂O₄, magnetik hipertermia, *green synthesis*, fotokatalis.

ABSTRACT

Green Synthesis of Functional CoFe₂O₄ Nanocomposites and Their Applications in Photocatalysis and Magnetic Hyperthermia

By

Dyah Ayu Larasati

22/507076/SPA/00887

CoFe₂O₄-based functional nanocomposites were successfully synthesized via a green synthesis method, incorporating ZnS and rGO using *Moringa oleifera* and *Amaranthus viridis* leaf extracts as bio-reducing agents. The ZnS content was varied by adjusting the CoFe₂O₄:ZnS mass ratios from 4:0.5 to 4:4, while the CoFe₂O₄:rGO ratios ranged from 5:1 to 5:5. The synthesis employed the coprecipitation and modified Hummers methods. X-ray diffraction analysis confirmed the presence of a cubic spinel ferrite phase in CoFe₂O₄ and a cubic zinc blend phase in ZnS. The crystallite size of CoFe₂O₄/ZnS nanocomposites was around 6 nm, while CoFe₂O₄/rGO was approximately 9 nm. Micrographs revealed that the nanoparticles were nearly spherical, with an average size of 12 nm for CoFe₂O₄ and 26 nm for CoFe₂O₄/ZnS. The morphology of CoFe₂O₄/rGO showed that the nanoparticles were nearly spherical, with a size of approximately 13 nm, and were attached to rGO sheets. Functional groups such as S=O, C=C, Fe-O, and Co-O confirmed the formation of the nanocomposites. UV-Vis spectra indicated an increase in band gap energy for CoFe₂O₄/ZnS and a slight redshift for CoFe₂O₄/rGO. Magnetic property studies indicated ferromagnetic behavior in all nanocomposites. The CoFe₂O₄/ZnS 4:4 nanocomposite exhibited optimal photocatalytic degradation of methylene blue (78.3 % in 80 minutes), while CoFe₂O₄/rGO 5:5 demonstrated efficient rhodamine B degradation (78.6 % in 120 minutes). Both nanocomposites were magnetically separable and reusable for three consecutive cycles. Hyperthermia analysis using Specific Absorption Rate (SAR) revealed that the SAR value for CoFe₂O₄ was 85.7 mW/g, increasing to 132.9 mW/g for CoFe₂O₄/ZnS and 736 mW/g for CoFe₂O₄/rGO, with distilled water proving to be the optimal medium for heat generation. These findings highlight the significant potential of environmentally synthesized CoFe₂O₄-based composite nanoparticles as magnetic photocatalysts and hyperthermia agents for cancer therapy.

Keywords: CoFe₂O₄, magnetic hyperthermia, green synthesis, photocatalysis.