

INTISARI

Green Synthesis dan Karakterisasi Nanokomposit $\text{CoFe}_2\text{O}_4/\text{Cdots}$ serta Potensinya untuk Hipertermia Magnetik

Oleh

Siti Fatimah Azzahro
23/525334/PPA/06600

Penelitian ini mengeksplorasi sintesis hijau dari nanokomposit cobalt ferrite/carbon dots ($\text{CoFe}_2\text{O}_4/\text{Cdots}$) dengan memanfaatkan ekstrak daun *Moringa oleifera* dan limbah kulit semangka, yang ditujukan untuk aplikasi hipertermia magnetik dalam terapi kanker. Pendekatan ini memungkinkan pemanasan yang tepat dan terlokalisasi untuk secara efektif menargetkan sel kanker. Nanopartikel CoFe_2O_4 disintesis menggunakan metode kopresipitasi, sedangkan Cdots dibuat melalui proses hidrotermal. Integrasi Cdots ke permukaan CoFe_2O_4 dicapai dengan menggunakan sonikasi. Keberhasilan pencangkakan Cdots ke dalam matriks CoFe_2O_4 dikonfirmasi melalui berbagai teknik karakterisasi. Hasil analisis TEM menunjukkan ukuran nanokomposit yang seragam, yakni sekitar 11,8–12,1 nm. XRD memverifikasi struktur spinel kubik dari nanokomposit, dengan ukuran kristalit yang menurun dari 7,6–6,2 nm seiring dengan peningkatan volume Cdots. Nilai magnetisasi saturasi (M_s) untuk $\text{CoFe}_2\text{O}_4/\text{Cdots}$ yang disintesis menggunakan larutan Cdots 10 mL dan 20 mL masing-masing tercatat sebesar 56,4–55 emu/g. Penurunan magnetisasi saturasi disebabkan oleh sifat non-magnetik Cdots yang mengurangi konsentrasi fase magnetik dalam nanokomposit. Meskipun demikian, penambahan Cdots memberikan keunggulan signifikan untuk aplikasi hipertermia magnetik, karena Cdots dapat meningkatkan biokompatibilitas dan stabilitas nanokomposit dalam lingkungan biologis, serta menyediakan fungsi permukaan tambahan untuk penghantaran obat bertarget atau pencitraan. *Specific absorption rate* (SAR), yang merupakan parameter penting untuk mengevaluasi efektivitas hipertermia, bergantung pada magnetisasi dan kondisi eksperimental. CoFe_2O_4 murni menunjukkan SAR maksimum sebesar 626 mW/g, sedangkan $\text{CoFe}_2\text{O}_4/\text{Cdots}$ optimal mencapai 485 mW/g, keduanya merupakan nilai SAR maksimum yang diperoleh dari pengukuran menggunakan medan magnet dan frekuensi yang lebih tinggi yakni pada 150 Oe dan 20 kHz. Peningkatan volume Cdots cenderung menurunkan nilai SAR, tetapi frekuensi yang lebih tinggi dan medan magnet bolak-balik yang lebih kuat secara signifikan meningkatkan performa SAR.

Kata Kunci: Nanokomposit $\text{CoFe}_2\text{O}_4/\text{Cdots}$, *green synthesis*, hipertermia magnetik, *specific absorption rate*

ABSTRACT

Green Synthesis and Characterization of $\text{CoFe}_2\text{O}_4/\text{Cdots}$ Nanocomposites and Their Potential for Magnetic Hyperthermia

By

Siti Fatimah Azzahro
23/525334/PPA/06600

This research investigates the green synthesis of cobalt ferrite/carbon dots ($\text{CoFe}_2\text{O}_4/\text{Cdots}$) nanocomposites utilizing *Moringa oleifera* leaf extract and watermelon rind waste, with a focus on their potential application in magnetic hyperthermia for cancer therapy. Transmission electron microscopy (TEM) analysis revealed a uniform particle size distribution of approximately 11.8–12.1 nm. X-ray diffraction (XRD) confirmed the formation of a cubic spinel structure, with crystallite sizes decreasing from 7.6 to 6.2 nm as the Cdots volume increased. The saturation magnetization (M_s) values of $\text{CoFe}_2\text{O}_4/\text{Cdots}$ synthesized with 10 mL and 20 mL Cdots solution were 56.4 and 55 emu/g, respectively. This reduction in M_s is attributed to the non-magnetic nature of Cdots, which reduce the magnetic phase of the nanocomposite. Despite the decrease in magnetization, the incorporation of Cdots offers significant advantages for magnetic hyperthermia applications, including improved biocompatibility and stability in biological environments, as well as additional surface functionalities for targeted drug delivery and imaging. The specific absorption rate (SAR), a critical parameter for assessing hyperthermia efficiency, is influenced by both magnetization and experimental conditions. Pure CoFe_2O_4 demonstrated a maximum SAR value of 626 mW/g, while the optimized $\text{CoFe}_2\text{O}_4/\text{Cdots}$ nanocomposite achieved 485 mW/g. These values were obtained under elevated magnetic field strength and frequency (150 Oe, 20 kHz). Although increasing Cdots volume generally reduces SAR, the use of higher frequencies and stronger alternating magnetic fields significantly enhances SAR performance. This environmentally friendly approach enables controlled and localized heating, effectively targeting cancer cells. CoFe_2O_4 nanoparticles were synthesized via a coprecipitation method, while Cdots were produced through a hydrothermal process. The integration of Cdots onto the CoFe_2O_4 surface was facilitated through sonication. Successful grafting of Cdots into the CoFe_2O_4 matrix was confirmed using various characterization techniques.

Keywords: magnetic hyperthermia, specific absorption rate, green synthesis, $\text{CoFe}_2\text{O}_4/\text{Cdots}$.