

INTISARI

GREEN SYNTHESIS DAN KARAKTERISASI KOMPOSIT NANOPARTIKEL Fe₃O₄/MESOPOROUS SILICA NANOPARTICLES (MSN) SERTA KAJIAN POTENSINYA UNTUK HIPERTERMIA MAGNETIK

Oleh

Marhan Ebit Saputra
21/490089/PPA/06277

Komposit nanopartikel Fe₃O₄/mesoporous silica nanoparticles (MSN) telah berhasil diperoleh melalui metode *green synthesis* dengan variasi konsentrasi Fe₃O₄/MSN dengan yaitu 1:0, 1:2, 1:4, 1:6, dan 1:8. Agen bioreduktor yang digunakan adalah *Moringa oleifera*. Hasil analisis *x-ray diffraction* menunjukkan ukuran kristalit dari Fe₃O₄/MSN berkisar pada rentang (9,01 ± 0,03) – (10,46 ± 0,03) nm. Ukuran kristalit semakin kecil seiring bertambahnya konsentrasi MSN. Analisa morfologi melalui *transmission electron microscope* menunjukkan partikel memiliki bentuk *nearly spherical* dan teraglomerasi. Ukuran partikel yang diperoleh dari Fe₃O₄, Fe₃O₄/MSN (1:2), dan Fe₃O₄/MSN (1:6) berturut-turut adalah (10,67 ± 2,58), (15,24 ± 2,66), dan (27,76 ± 5,62) nm. *Scanning electron microscope* menunjukkan morfologi, *mapping*, dan komposisi unsur dari nanopartikel. Kehadiran unsur Fe 53,5%, Si 5%, dan O 41,5% mengindikasikan bahwa pembentukan Fe₃O₄/MSN telah berhasil. Hal ini diperkuat oleh spektrum *fourier transform infra-red* dari Fe₃O₄/MSN yang memiliki gugus fungsi khas Fe-O dan Si-O-Si. Hasil analisa sifat optik melalui spektrum UV-Vis menunjukkan bahwa serapan tepi bergeser ke daerah panjang gelombang yang lebih tinggi (*red shift*) setelah ditambahkan MSN. Energi celah pita dari Fe₃O₄ dan Fe₃O₄/MSN variasi konsentrasi berturut-turut yaitu (3,14 ± 1,04) dan (3,79 ± 1,74) – (3,58 ± 1,54) eV. Analisa sifat kemagnetan menunjukkan bahwa terjadi peningkatan medan koersivitas dan penurunan magnetisasi saturasi setelah penambahan MSN. Nilai magnetisasi saturasi dari Fe₃O₄/MSN berada pada rentang 37,2-53,4 emu/g. Potensi aplikasi Fe₃O₄/MSN untuk hipertermia magnetik akan dikaji berdasarkan nilai *specific absorption rate* (SAR). Setelah proses modifikasi permukaan Fe₃O₄ dengan MSN, nilai SAR menjadi menurun seiring dengan bertambahnya konsentrasi MSN. Selain itu, kuat medan magnet eksternal berpengaruh terhadap nilai SAR dari nanopartikel. Semakin besar kuat medan magnet yang diterapkan, maka semakin besar juga nilai SAR yang diperoleh. Nilai SAR tertinggi untuk masing-masing sampel Fe₃O₄ dan Fe₃O₄/MSN yaitu sebesar 91,8 mW/g dan 86,7 mW/g. Oleh karena itu, *green synthesized* Fe₃O₄/MSN menjadi kandidat material yang menjanjikan untuk digunakan pada hipertermia magnetik.

Kata kunci: Fe₃O₄/mesoporous silica nanoparticles, modifikasi permukaan, *green synthesis*, *Moringa oleifera*, hipertermia magnetik.

ABSTRACT

GREEN SYNTHESIS AND CHARACTERIZATION OF NANOPARTICLES COMPOSITE OF Fe₃O₄/MESOPOROUS SILICA NANOPARTICLES (MSN) AND ITS POTENTIAL STUDY FOR MAGNETIC HYPERTHERMIA

By

Marhan Ebit Saputra
21/490089/PPA/06277

Fe₃O₄/mesoporous silica nanoparticles (MSN) nanocomposites have been successfully obtained using the green synthesis method with varying concentrations of Fe₃O₄/MSN, namely 1:0, 1:2, 1:4, 1:6, and 1:8. The bioreductor agent used is *Moringa oleifera*. The results of x-ray diffraction analysis show that the crystallite size of Fe₃O₄/MSN is in the range of (9.01 ± 0.03) – (10.46 ± 0.03) nm. The crystallite size decreased as the MSN concentration increased. Morphological analysis using a transmission electron microscope showed that the particles had a nearly spherical shape and were agglomerated. The particles size obtained from Fe₃O₄, Fe₃O₄/MSN (1:2), and Fe₃O₄/MSN (1:6) were (10,67 ± 2.58), (15,24 ± 2.66), and (27.76 ± 5.62) nm, respectively. Scanning electron microscope showing the morphology, mapping, and elemental composition of nanoparticles. The presence of 53.5% Fe, 5% Si and 41.5% O indicates that the formation of Fe₃O₄/MSN has been successful. This is reinforced by the fourier transform infra-red spectrum of Fe₃O₄/MSN which has the typical Fe-o and Si-O-Si functional groups. The results of analysis of optical properties via the v-vis spectrum show that the edge absorption shifts to a higher wavelength area (red shift) after MSN is added. The band gap energies of Fe₃O₄ and Fe₃O₄/MSN concentration variations were (3.14 ± 1.04) and (3.79 ± 1.74) – (3.58 ± 1.54) eV, respectively. The analysis of magnetic properties shows that there is an increase in the coercivity field and a decrease in the saturation magnetization after the addition of msn. The saturation magnetization value of Fe₃O₄/MSN is in the range of 37.2-53.4 emu/g. The potential application of Fe₃O₄/MSN for magnetic hyperthermia will be assessed based on the specific absorption rate (SAR). After the surface modification process of Fe₃O₄ with MSN, the SAR value decreased as the MSN concentration increased. In addition, the external magnetic field strength affects the SAR value of the nanoparticles. The greater the strength of the magnetic field that is applied, the greater the SAR value obtained. The highest SAR values for each of the Fe₃O₄ and Fe₃O₄/MSN samples were 91.8 mw/g and 86.7 mw/g. Therefore, these results proved that the green synthesized Fe₃O₄/MSN is a promising candidate material for magnetic hyperthermia applications.

Keywords: Fe₃O₄/mesoporous silica nanoparticles, surface modification, green synthesis, *Moringa oleifera*, magnetic hyperthermia.