

GREEN SYNTHESIS NANOPARTIKEL KOMPOSIT MAGNETIK/TiO₂ DAN APLIKASINYA UNTUK FOTODEGRADASI METHYLENE BLUE

Oleh

Deska Lismawenning Puspitarum
20/470198/SPA/00761

Nanokomposit CoFe₂O₄/TiO₂ dan nanokomposit MnFe₂O₄/TiO₂ telah berhasil disintesis melalui pendekatan metode *green synthesis* menggunakan ekstrak *Moringa oleifera*. Metode kopresipitasi berhasil digunakan untuk mensintesis nanokomposit tersebut dengan beragam rasio konsentrasi molar nanopartikel magnetik:TiO₂ (1:1, 1:2, 1:3, dan 1:4). Hasil uji *X-ray diffractometer* (XRD) pada nanokomposit CoFe₂O₄/TiO₂ menunjukkan struktur kristal yang dimiliki adalah *face centered cubic* (FCC) dan nanokomposit MnFe₂O₄/TiO₂ memiliki struktur kristal *single-phase cubic spinel*. Selain itu, ukuran kristalit nanokomposit meningkat seiring meningkatnya konsentrasi TiO₂ yaitu (8,6 ± 0,1) nm untuk CoFe₂O₄/TiO₂ dan (11,1 ± 0,6) nm CoFe₂O₄/3TiO₂. Ukuran kristalit nanokomposit MnFe₂O₄/TiO₂ juga meningkat seiring meningkatnya konsentrasi TiO₂. Nanokomposit MnFe₂O₄/TiO₂ dengan variasi konsentrasi (1:1), (1:2), (1:3), dan (1:4) berturut-turut memiliki ukuran kristalit sebesar (6,40 ± 0,05), (6,69 ± 0,01), (6,74 ± 0,01), dan (7,11 ± 0,01) nm. Citra yang dihasilkan dari pengujian *transmission electron microscopy* untuk kedua nanokomposit menunjukkan morfologi *spherical* dan teraglomerasi. Unsur Co, Mn, Fe, O dan Ti terdeteksi melalui pengujian *scanning electron microscopy-energy dispersive X-Ray* dan tersebar merata pada hasil *Mapping* unsur. Nanokomposit memiliki energi celah pita dengan rentang nilai dari 2,9 – 3,4 eV. Analisa *Fourier transform Infrared* (FTIR) menampilkan gugus-gugus fungsi seperti C-H dan C=C, yang menunjukkan keberhasilan *green synthesis*. Hasil pengujian sifat magnetik menggunakan *vibrating sample magnetometer* (VSM) menunjukkan bahwa nanokomposit memiliki magnetisasi pada rentang 37,6 – 11,5 emu/g (untuk CoFe₂O₄/TiO₂) dan 19,9 – 7,6 emu/g (untuk MnFe₂O₄/TiO₂) yang dapat mendukung pemisahan dari fase cair dengan bantuan medan magnet eksternal. Nanokomposit CoFe₂O₄/3TiO₂ menghasilkan efisiensi degradasi hingga 98,7% dan nanokomposit MnFe₂O₄/3TiO₂ menghasilkan efisiensi degradasi sebesar 97,6% setelah 120 menit radiasi UV. Kemampuan magnetik nanopartikel menjadikan fotokatalis mampu didaur ulang hingga tiga kali tanpa kehilangan aktivitas yang signifikan. Oleh karena itu, *green synthesis* nanopartikel komposit magnetik/TiO₂ sangat menjanjikan untuk remediasi lingkungan efektif dan efisien.

Kata kunci: Nanokomposit, *green synthesis*, CoFe₂O₄/TiO₂, MnFe₂O₄/TiO₂, fotokatalis

GREEN SYNTHESIS OF MAGNETIC COMPOSITE NANOPARTICLES/TiO₂ AND THEIR APPLICATION FOR METHYLENE BLUE PHOTODEGRADATION

By

Deska Lismawenning Puspitarum
20/470198/SPA/00761

The CoFe₂O₄/TiO₂ nanocomposites and MnFe₂O₄/TiO₂ nanocomposites have been successfully synthesized using a green synthesis method approach using Moringa oleifera extract. The coprecipitation method was successfully used to synthesize the nanocomposite with various molar ratio concentrations magnetic nanoparticles:TiO₂ (1:1, 1:2, 1:3, and 1:4). The CoFe₂O₄/TiO₂ nanocomposite's crystal structure is face-centered cubic (FCC), whereas the MnFe₂O₄/TiO₂ nanocomposite's crystal structure is single-phase cubic spinel. In addition, the crystallite size increased with increasing TiO₂ concentration, namely (8.6 ± 0.1) and (11.1 ± 0.6) nm for CoFe₂O₄/TiO₂ and CoFe₂O₄/3TiO₂, respectively. The crystallite size of the MnFe₂O₄/TiO₂ nanocomposite also increases as the TiO₂ concentration increases. The MnFe₂O₄/TiO₂ nanocomposites with varying concentrations of (1:1), (1:2), (1:3), and (1:4) respectively, have crystallite sizes of (6.40 ± 0.05), (6.69 ± 0.01), (6.74 ± 0.01), and (7.11 ± 0.01) nm. The transmission electron microscopy images for both nanocomposites exhibit spherical and agglomerated morphology. The elements Co, Mn, Fe, O, and Ti were identified by scanning electron microscopy-energy dispersive X-ray testing and were equally dispersed in the elemental mapping findings. Nanocomposites have a band gap energy with a value range from 3.1 – 3.8 eV. Fourier transform infrared (FTIR) examination reveals functional groups like C-H and C=C, demonstrating the efficacy of green synthesis. Magnetic properties of the nanocomposite were tested using a vibrating sample magnetometer (VSM) and saturation magnetization found to be 37.6 - 11.5 emu/g for CoFe₂O₄/TiO₂ and 19.9 - 7.6 emu/g for MnFe₂O₄/TiO₂. This allows for liquid phase separation using an external magnetic field. The CoFe₂O₄/3TiO₂ nanocomposite has a degradation efficiency of up to 98.7%, while the MnFe₂O₄/3TiO₂ nanocomposite has a degradation efficiency of 97.6% after 120 minutes of UV light. The magnetic ability of the nanoparticles means the photocatalyst can be recycled up to three times without significant loss of activity. Therefore, green synthesis of magnetic composite nanoparticles/TiO₂ is very promising for effective and efficient environmental remediation.

Keyword: Nanocomposite, green synthesis, CoFe₂O₄/TiO₂, MnFe₂O₄/TiO₂, photocatalyst