

## ABSTRAK

Aktivitas fotokatalis nanopartikel  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  dalam mendegradasi zat pewarna limbah metilen biru (MB) telah berhasil dilakukan, dengan menerapkan metode *green synthesis* menggunakan ekstrak *Moringa oleifera* (MO). Uji aktivitas fotokatalis dilakukan dengan beberapa variasi massa nanopartikel  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ . Hasil dikarakterisasi menggunakan *X-Ray Diffraction* (XRD), Spektrofotometer UV-Vis, *Fourier Transform Infra Red* (FTIR), dan *Vibrating Sample Magnetometer* (VSM). Hasil karakterisasi menggunakan XRD menunjukkan bahwa  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  mempunyai struktur *cubic inverse spinel* dengan ukuran kristalit sebesar  $10,23 \pm 0,01$  nm dan parameter kisi sebesar  $8,29 \pm 0,03$  Å. Hasil Analisa FTIR pada  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  menunjukkan adanya puncak-puncak vibrasi yang berasal dari atom besi (Fe) terikat dengan oksigen (O), menandakan adanya ikatan Fe-O. Pada nanopartikel  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ , terlihat puncak serapan khas pada bilangan gelombang  $579 \text{ cm}^{-1}$  yang merupakan tanda dari gugus fungsi Fe-O. Puncak ini menunjukkan bahwa sintesis nanopartikel  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  telah berhasil, karena vibrasi mode stretching pada bilangan gelombang ini mengkonfirmasi keberadaan nanopartikel  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  tersebut. Hasil UV-Vis menunjukkan terjadinya peningkatan nilai serapan nanopartikel  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  pada Panjang gelombang 194 nm dan energi celah pita sebesar 2,58 eV. Hasil Analisa VSM menunjukkan kurva hysteresis yang diperoleh memiliki bentuk sigmoidal, yang menunjukkan karakteristik mendekati superparamagnetic, dengan nilai magnetisasi saturasi ( $M_s$ ) 54,2 emu/g, magnetisasi remanen ( $M_r$ ) 10,2 emu/g dan medan koersivitas ( $H_c$ ) 55 Oe. Presentase degradasi tertinggi didapatkan oleh sampel fotokatalis 0,06 gram dengan dalam waktu penyinaran 60 menit dengan hasil degradasi zat pewarna MB mencapai 49,9%. Nanopartikel masih dapat digunakan untuk mengurai MB dengan Tingkat degradasi yang hampir sama.

**Kata kunci:** Nanopartikel  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ , *green synthesis*, fotokatalis, *Moringa oleifera*, metilen biru.

## ABSTRACT

*The photocatalytic activity of Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> nanoparticles in degrading methylene blue (MB) waste dye has been successfully carried out, by applying the green synthesis method using Moringa oleifera (MO) extract. Photocatalytic activity tests were carried out with several variations in the mass of Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> nanoparticles. The results were characterized using X-Ray Diffraction (XRD), UV-Vis Spectrophotometer, Fourier Transform Infra Red (FTIR), and Vibrating Sample Magnetometer (VSM). Characterization results using XRD show that Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> has a cubic inverse spinel structure with a crystallite size of  $10.23 \pm 0.01$  nm and a lattice parameter of  $8.29 \pm 0.03$  Å. The results of FTIR analysis on Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> show that there are vibration peaks originating from iron (Fe) atoms bound to oxygen (O), indicating the presence of Fe-O bonds. In Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> nanoparticles, a typical absorption peak can be seen at a wave number of 579 cm<sup>-1</sup> which is a sign of the Fe-O functional group. This peak indicates that the synthesis of Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> nanoparticles has been successful, because the stretching mode vibration at this wave number confirms the existence of the Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> nanoparticles. UV-Vis results show an increase in the absorption value of Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> nanoparticles at a wavelength of 194 nm and a band gap energy of 2.58 eV. The results of the VSM analysis show that the hysteresis curve obtained has a sigmoidal shape, which shows characteristics approaching superparamagnetic, with a saturation magnetization (Ms) value of 54.2 emu/g, remanent magnetization (Mr) 10.2 emu/g and a coercivity field (Hc) 55 Oh. The highest percentage of degradation was obtained by a 0.06 gram photocatalyst sample with an exposure time of 60 minutes with MB dye degradation reaching 49.9%. Nanoparticles can still be used to break down MB with almost the same degradation rate.*

**Keywords:** Nanoparticles, Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>, green synthesis, photocatalyst, moringa oleifera, methylene blue.