

**GREEN SYNTHESIS NANOKOMPOSIT MAGNETIK Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>/KITOSAN DENGAN MENGGUNAKAN EKSTRAK MORINGA OLIEVERA DAN APLIKASINYA UNTUK FOTODEGRADASI/FOTOREDUKSI METHYLENE BLUE, Cr(VI), DAN DOKSISISIKLIN**

Sudarmono  
22/498836/SPA/00844

**INTISARI**

Pada penelitian ini akan dilakukam kajian sintesis hijau (*green synthesis*) nanokomposit magnetik Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>/kitosan dengan menggunakan ekstrak daun kelor (*moringa oleivera*) dan penggunaan sebagai fotokatalis dalam mendegradasi/mereduksi *methylene blue*, Cr(VI) dan doksisisiklin (DOX). Proses sintesis menggunakan ekstrak daun kelor yang kaya akan kandungan fenolik dan plavanoid berperan sebagai agen stabiliser dan kontrol morfologi nanopartikel. Penggunaan nanokomposit Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>/kitosan yang berbasis bahan magnetik dan polimer yang kaya akan gugus amino dan hidroksil (OH<sup>-</sup>) menunjukkan aktivitas fotokatalik yang baik, ramah lingkungan serta mudah dipisahkan hanya dengan medan magnet permanen sehingga fotokatalis dapat didaur ulang (*reusable*). Nanokomposit disintesis dengan menggunakan variasi konsentrasi Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>/kitosan(4:1), Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>/kitosan(4:2), Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>/kitosan(4:3), dan Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>/kitosan(4:4). Karakterisasi fotokatalis dilakukan dengan menggunakan *X-ray diffractometer* (XRD), *transmission electron microscopy* (TEM), *scanning electron microscopy-energy dispersive X-ray spectroscopy* (SEM-EDX), *fourier transform infrared spectroscopy* (FTIR), *vibrating sample magnetometer* (VSM) dan spektroskopi UV-Vis.

Hasil uji fotokatalis dengan menggunakan sinar UV dalam skala laboratorium terhadap beberapa limbah organik dan anorganik, diperoleh efisiensi degradasi terhadap limbah pewarna organik *methylene blue* mencapai (95,2 ± 0,9)%, degradasi terhadap antibiotik DOX mencapai (92,8 ± 0,9)% dan mereduksi limbah logam Cr (VI) mencapai (76,7 ± 0,8)%. Laju degradasi optimum fotokatalis dalam mendegradasi limbah pewarna organik *methylene blue* adalah  $K_{app}$  (menit<sup>-1</sup>) = 0,147, antibiotik DOX adalah  $K_{app}$  (menit<sup>-1</sup>) = 0,026 dan laju reduksi limbah logam Cr (VI) adalah  $K_{app}$  (menit<sup>-1</sup>) = 0,014.

Nanokomposit menunjukkan efisiensi degradasi dan reduksi yang baik serta memiliki stabilitas yang baik hingga (3-5) siklus pemakaian dengan pemisahan magnetik yang cepat. Hasil ini membuktikan potensi material katalis magnetik Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>/kitosan sebagai fotokatalis berkelanjutan untuk pemulihan air limbah organik dan anorganik.

**Kata-kata kunci:** fotokatalis, Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>/kitosan, *methylene blue*, Cr(VI), doksisisiklin.

## GREEN SYNTHESIS OF Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>/CHITOSAN MAGNETIC NANOCOMPOSITE USING MORINGA OLEIFERA EXTRACT AND ITS APPLICATION FOR PHOTODEGRADATION/PHOTOREDUCTION OF METHYLENE BLUE, Cr(VI), AND DOXYCYCLINE

Sudarmono  
22/498836/SPA/00844

### ABSTRACT

In this study, a review will be conducted on the green synthesis of Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>/chitosan magnetic nanocomposites using moringa leaf extract (*Moringa oleifera*) and their application as photocatalysts in the degradation/reduction of methylene blue, Cr(VI), and doxycycline (DOX). The synthesis process uses moringa leaf extract, which is rich in phenolic and flavonoid content, serving as a stabilizing agent and controlling the morphology of the nanoparticles. The use of Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>/chitosan nanocomposites, which are based on magnetic materials and polymers rich in amino and hydroxyl (OH<sup>-</sup>) groups, shows good photocatalytic activity, is environmentally friendly, and can be easily separated using only a permanent magnetic field, allowing the photocatalyst to be reusable. Nanocomposites were synthesized using varying concentrations of Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>/chitosan (4:1), Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>/chitosan (4:2), Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>/chitosan (4:3), and Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>/chitosan (4:4). The characterization of the photocatalyst was conducted using X-ray diffractometer (XRD), transmission electron microscopy (TEM), scanning electron microscopy-energy dispersive X-ray spectroscopy (SEM-EDX), Fourier-transform infrared spectroscopy (FTIR), vibrating sample magnetometer (VSM), and UV-Vis spectroscopy. The results of the photocatalysis test using UV light on a laboratory scale against several organic and inorganic wastes showed a degradation efficiency of (95.2 ± 0.9)% for the organic dye methylene blue (MB), (92.8 ± 0.9)% for the antibiotic DOX, and (76.7 ± 0.8)% for the reduction of hexavalent chromium Cr(VI) waste. The optimum degradation rate of the photocatalyst in degrading the organic dye waste methylene blue is  $K_{app} (\text{min}^{-1}) = 0.147$ , the antibiotic DOX is  $K_{app} (\text{min}^{-1}) = 0.026$ , and the reduction rate of Cr (VI) metal waste is  $K_{app} (\text{min}^{-1}) = 0.014$ .

Nanocomposites exhibit high stability up to (3-5) cycles with rapid magnetic separation. These results demonstrate the potential of Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>/chitosan magnetic catalyst material as a sustainable photocatalyst for the recovery of organic and inorganic wastewater.

Keywords: photocatalyst, Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>/chitosan, methylene blue, Cr(VI), doxycycline.