

## SINTESIS NANOKOMPOSIT Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>@TiO<sub>2</sub>-Ag DAN APLIKASINYA SEBAGAI FOTOKATALIS DEGRADASI CRYSTAL VIOLET PADA PAPARAN SINAR TAMPAK

Chiara Aura Fajrin  
22/496585/PA/21348

### INTISARI

Sintesis Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>@TiO<sub>2</sub>-Ag sebagai fotokatalis magnetik, karakterisasi, dan pengujian fotoaktivitas telah dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan nanokomposit Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>@TiO<sub>2</sub>-Ag, mengkaji pengaruh Ag terhadap karakter Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>@TiO<sub>2</sub>-Ag, dan pengujian aktivitasnya untuk degradasi fotokatalitik zat warna *crystal violet*. Penelitian diawali dengan sintesis partikel Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> secara sonokopresipitasi menggunakan prekursor FeSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O dan FeCl<sub>3</sub>·6H<sub>2</sub>O, serta NH<sub>4</sub>OH sebagai agen pengendap. Partikel Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> hasil sintesis kemudian dilapisi dengan TiO<sub>2</sub>-Ag melalui metode sol-gel menggunakan titanium(IV) tetraisopropoksida (TTIP) sebagai prekursor dan AgNO<sub>3</sub> sebagai sumber Ag dengan ekstrak teh hijau digunakan sebagai agen reduktor alami dalam proses pembentukan Ag. Proses sintesis diikuti dengan perlakuan termal pada suhu 500 °C selama tiga jam untuk meningkatkan kristalinitas dan membentuk fase anatase TiO<sub>2</sub>. Nanokomposit Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>@TiO<sub>2</sub>-Ag hasil sintesis dikarakterisasi menggunakan FTIR, XRD, SEM-EDX, dan DR UV-Vis.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>@TiO<sub>2</sub>-Ag memiliki aktivitas fotokatalitik, responsif terhadap radiasi sinar UV dan tampak, serta memiliki sifat magnetik. Keberadaan nanokomposit Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>@TiO<sub>2</sub>-Ag dikonfirmasi keberadaannya melalui munculnya puncak Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> dan TiO<sub>2</sub> anatase pada difraktogram sinar-X. Kajian pengaruh Ag memengaruhi karakter optik nanokomposit yang ditandai dengan penurunan energi celah pita dari 3,2 eV pada TiO<sub>2</sub> murni menjadi 2,26 eV pada Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>@TiO<sub>2</sub>-Ag sehingga memperluas respons serapan ke daerah cahaya tampak. Pada kondisi optimum, yaitu penggunaan 20 mg fotokatalis Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>@TiO<sub>2</sub>-Ag dalam larutan *crystal violet* berkonsentrasi 5 ppm pada pH 6 dengan waktu penyinaran 180 menit, efisiensi degradasi yang diperoleh adalah 86,25% pada paparan sinar tampak dan 91,14% pada paparan sinar UV. Kinetika degradasi zat warna *crystal violet* oleh nanokomposit Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>@TiO<sub>2</sub>-Ag menunjukkan perubahan perilaku kinetika, yaitu cenderung mengikuti model orde pertama semu pada tahap awal dan orde kedua semu pada tahap lanjut. Tetapan laju reaksi orde kedua semu yang diperoleh sebesar 0,0548 g mg<sup>-1</sup> menit<sup>-1</sup> pada paparan sinar tampak dan 0,1039 g mg<sup>-1</sup> menit<sup>-1</sup> pada paparan sinar UV.

Kata kunci: *crystal violet*, Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>@TiO<sub>2</sub>-Ag, fotokatalis, sinar tampak

## **SYNTHESIS OF $\text{Fe}_3\text{O}_4@\text{TiO}_2\text{-Ag}$ NANOCOMPOSITES AND THEIR APPLICATION AS PHOTOCATALYSTS FOR CRYSTAL VIOLET DEGRADATION UNDER VISIBLE LIGHT IRRADIATION**

Chiara Aura Fajrin  
22/496585/PA/21348

### **ABSTRACT**

The synthesis of  $\text{Fe}_3\text{O}_4@\text{TiO}_2\text{-Ag}$  nanocomposites as magnetic photocatalysts, along with their characterization, and evaluation of photocatalytic activity has been successfully conducted. This study aimed to synthesize  $\text{Fe}_3\text{O}_4@\text{TiO}_2\text{-Ag}$  nanocomposites, investigate the effect of Ag on their characteristics, and evaluate their photocatalytic performance in the degradation of crystal violet dye. The study was initiated by synthesizing  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  particles via a sonochemical co-precipitation method using  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  and  $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  as precursors and  $\text{NH}_4\text{OH}$  as a precipitating agent. The synthesized  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  particles were subsequently coated with  $\text{TiO}_2$  and doped with Ag through a sol-gel method using titanium(IV) tetraisopropoxide (TTIP) as the  $\text{TiO}_2$  precursor and  $\text{AgNO}_3$  as the Ag source, while green tea extract was employed as a natural reducing agent for Ag formation. The synthesis process was followed by thermal treatment to improve the crystallinity of the material. The resulting  $\text{Fe}_3\text{O}_4@\text{TiO}_2\text{-Ag}$  nanocomposites were characterized using FTIR, XRD, SEM-EDX, and DR UV-Vis.

The results showed that  $\text{Fe}_3\text{O}_4@\text{TiO}_2\text{-Ag}$  exhibited photocatalytic activity, responded to both UV and visible light irradiation, and possessed magnetic properties. The formation of the  $\text{Fe}_3\text{O}_4@\text{TiO}_2\text{-Ag}$  nanocomposite was confirmed by the presence of characteristic diffraction peaks of  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  and anatase  $\text{TiO}_2$  in the X-ray diffractogram. The study of the effect of Ag showed that it influenced the optical characteristics of the nanocomposite as indicated by the decrease in band gap energy from 3.2 eV in pure  $\text{TiO}_2$  to 2.26 eV in  $\text{Fe}_3\text{O}_4@\text{TiO}_2\text{-Ag}$ , thereby extending the absorption response into the visible light region. Under optimum conditions at 20 mg photocatalyst, 5 ppm crystal violet solution, pH 6, and 180 minutes of irradiation, the degradation efficiencies reached 86.25% under visible light and 91.14% under UV light. The degradation kinetics of crystal violet dye by the  $\text{Fe}_3\text{O}_4@\text{TiO}_2\text{-Ag}$  nanocomposite showed a change in kinetic behavior, tending to follow a pseudo-first-order model at the initial stage and a pseudo-second-order model at the later stage. The pseudo-second-order reaction rate constants obtained were  $0.0548 \text{ g mg}^{-1} \text{ min}^{-1}$  under visible light irradiation and  $0.1039 \text{ g mg}^{-1} \text{ min}^{-1}$  under UV irradiation.

Keywords: crystal violet,  $\text{Fe}_3\text{O}_4@\text{TiO}_2\text{-Ag}$ , photocatalyst, visible light