

ABSTRAK

Perkembangan industri yang sangat meningkat mengakibatkan dampak negatif bagi lingkungan salah satunya masalah limbah zat warna. *Malachite green* (MG) salah satu zat warna dasar yang pada umumnya digunakan pada industri tekstil. Limbah MG berbahaya jika masuk ke dalam perairan karena efek toksiknya yang tinggi. Teknik pemisahan telah dikembangkan untuk mengurangi limbah berbahaya ini, salah satunya menggunakan metode adsorpsi. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik SiO_2 dan $\text{Fe}_3\text{O}_4@/\text{SiO}_2\text{-CS}$ yang disintesis, studi adsorpsi, kinetika adsorpsi, isoterm adsorpsi, serta pengujian pemakaian berulang $\text{Fe}_3\text{O}_4@/\text{SiO}_2$ dan $\text{Fe}_3\text{O}_4@/\text{SiO}_2\text{-CS}$. SiO_2 diekstrak dari limbah abu layang menggunakan metode sol gel. Senyawa SiO_2 yang dihasilkan berupa padatan kasar berwarna putih, kemudian digunakan untuk melapisi magnetit (Fe_3O_4) termodifikasi kitosan. Hasil sintesis $\text{Fe}_3\text{O}_4@/\text{SiO}_2\text{-CS}$ berupa padatan berwarna hitam dan dapat ditarik menggunakan magnet. Senyawa $\text{Fe}_3\text{O}_4@/\text{SiO}_2\text{-CS}$ kemudian dikarakterisasi menggunakan instrumen FTIR dan XRD. Analisis FTIR menunjukkan adanya serapan -NH pada daerah 1620 cm^{-1} , serapan Fe-O pada daerah 586 cm^{-1} , dan serapan Si-O-Si pada daerah 435 cm^{-1} . Hasil XRD menunjukkan terbentuknya Fe_3O_4 dengan struktur kubik. Kondisi optimum adsorpsi MG oleh $\text{Fe}_3\text{O}_4@/\text{SiO}_2$ dan $\text{Fe}_3\text{O}_4@/\text{SiO}_2\text{-CS}$ pada pH 6, waktu kontak masing-masing selama 80 dan 60 menit. Adsorpsi MG mengikuti kinetika pseudo orde dua dan Isoterm Langmuir dengan nilai q_{maks} $\text{Fe}_3\text{O}_4@/\text{SiO}_2$ dan $\text{Fe}_3\text{O}_4@/\text{SiO}_2\text{-CS}$ berturut-turut sebesar 32,0512 dan 51,2820 mg/g. Selain itu, dilakukan pengujian pemakaian berulang sebanyak tiga kali untuk $\text{Fe}_3\text{O}_4@/\text{SiO}_2$ dan $\text{Fe}_3\text{O}_4@/\text{SiO}_2\text{-CS}$ memberikan hasil desorpsi sebesar 32-50% dan 51-65%.

Kata Kunci: kitosan, Fe_3O_4 , SiO_2 , *malachite green*, abu layang

ABSTRACT

The rapid development of the industry has led to negative environmental impacts, one of which is the problem is industrial waste containing dyes. Malachite green (MG) is widely used, especially in the textile industry. MG dye waste is dangerous if it enters water due to high toxicity. Separation techniques have been developed to reduce this dangerous waste, including the use of adsorption methods. The objective of this research is to determine the characteristics of synthesized SiO_2 and $\text{Fe}_3\text{O}_4@ \text{SiO}_2\text{-CS}$, adsorption studies, adsorption kinetics, adsorption isotherms, and the reusability of $\text{Fe}_3\text{O}_4@ \text{SiO}_2$ and $\text{Fe}_3\text{O}_4@ \text{SiO}_2\text{-CS}$. SiO_2 is extracted from fly ash waste using the sol-gel method. The resulting SiO_2 compound is a coarse white solid, which is then used to coating chitosan-modified magnetite (Fe_3O_4). The synthesized $\text{Fe}_3\text{O}_4@ \text{SiO}_2\text{-CS}$ compound is a black solid that can be attracted using a magnet. The $\text{Fe}_3\text{O}_4@ \text{SiO}_2\text{-CS}$ compound is characterized using FTIR and XRD instruments. FTIR analysis shows absorption peaks at 1620 cm^{-1} for -NH , 586 cm^{-1} for Fe-O , and 435 cm^{-1} for Si-O-Si . XRD results indicate the formation of cubic Fe_3O_4 . The optimum adsorption conditions for MG by $\text{Fe}_3\text{O}_4@ \text{SiO}_2$ and $\text{Fe}_3\text{O}_4@ \text{SiO}_2\text{-CS}$ are at pH 6, with contact times 80 and 60 minutes. MG adsorption follows pseudo-second-order kinetics and Langmuir isotherms, with maximum adsorption capacities (q_{maks}) 32,0512 and 51,2820 mg/g for $\text{Fe}_3\text{O}_4@ \text{SiO}_2$ and $\text{Fe}_3\text{O}_4@ \text{SiO}_2\text{-CS}$. Furthermore, reusability test for $\text{Fe}_3\text{O}_4@ \text{SiO}_2$ and $\text{Fe}_3\text{O}_4@ \text{SiO}_2\text{-CS}$ was conducted three times, resulting in desorption yields 32-50% and 51-65%.

Keywords: chitosan, Fe_3O_4 , SiO_2 , malachite green, fly ash