

ABSTRAK

SINTESIS DAN KARAKTERISASI KOMPOSIT $\text{TiO}_2/\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{SiO}_2$ DARI LIMBAH BATERAI Zn-C DAN ABU SEKAM PADI SEBAGAI MATERIAL FOTOKATALIS UNTUK PENANGANAN ZAT WARNA METILEN BIRU

Tingginya produksi zat warna sintesis saat ini berdampak terhadap lingkungan yang diakibatkan oleh limbahnya. Di antara berbagai metode pengolahan limbah, fotokatalisis adalah yang paling efisien. TiO_2 adalah material semikonduktor yang dapat digunakan dalam komposit untuk mendegradasi zat warna sintetik melalui fotokatalisis, namun sulit dipulihkan kembali secara utuh. Untuk mengatasi hal ini, TiO_2 dapat dikompositkan dengan semikonduktor lain seperti Fe_3O_4 dan SiO_2 yang masing-masing dapat disintesis melalui metode kopresipitasi dan diperoleh dari limbah abu sekam padi menggunakan metode sol-gel. Penelitian ini bertujuan untuk mensintesis komposit $\text{TiO}_2/\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{SiO}_2$ dari bahan komersil TiO_2 , limbah baterai Zn-C, dan abu sekam padi menggunakan metode *solid state*, serta mengkarakterisasi struktur, morfologi, dan energi celah pita menggunakan XRD, SEM, dan UV/Vis-DRS. Komposit $\text{TiO}_2/\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{SiO}_2$ disintesis dengan perbandingan mol 1:1:1 dan 1:1:2 menggunakan metode *solid state*. Komposit tersebut diaplikasikan sebagai fotokatalis pada zat warna metilen biru di bawah sinar tampak dengan variasi perbandingan mol komposit ($\text{TiO}_2/\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{SiO}_2$ 1:1:1 dan 1:1:2), variasi massa (10, 30, 50, 70, dan 90 mg), variasi waktu (60, 90, 120, 150, dan 180 menit), dan variasi konsentrasi metilen biru (5, 10, 15, 20, dan 25 ppm) pada pH 7. Data XRD menunjukkan bahwa komposit $\text{TiO}_2/\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{SiO}_2$ berhasil disintesis berdasarkan kesesuaian data 2θ dengan JCPDS. Data SEM menunjukkan morfologi komposit berupa *nanosphere*. Data UV/Vis-DRS menunjukkan bahwa komposit memiliki energi celah pita sesuai dengan data standar yaitu sebesar 1,9 eV. Hasil fotodegradasi optimum diperoleh pada komposit $\text{TiO}_2/\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{SiO}_2$ 1:1:2 di bawah sinar tampak, dengan massa 90 mg selama 180 menit pada konsentrasi metilen biru 5 ppm, menghasilkan persen degradasi sebesar 92,82%.

Kata Kunci: Fotokatalis; komposit; metilen biru; *solid state*; $\text{TiO}_2/\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{SiO}_2$

ABSTRACT

SYNTHESIS AND CHARACTERIZATION OF $\text{TiO}_2/\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{SiO}_2$ COMPOSITES FROM Zn-C BATTERY WASTE AND RICE HUSK ASH AS PHOTOCATALYST MATERIALS FOR THE TREATMENT OF METHYLENE BLUE

The high production of synthetic dyes today negatively impacts the environment due to the waste they generate. Among various waste treatment methods, photocatalysis is the most efficient. TiO_2 is a semiconductor material that can be used in composites to degrade synthetic dyes through photocatalysis, although it is difficult to recover in its original form. To address this, TiO_2 can be composited with other semiconductors like Fe_3O_4 and SiO_2 , which are synthesized via coprecipitation and obtained from rice husk ash using the sol-gel method. This study aims to synthesize $\text{TiO}_2/\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{SiO}_2$ composites from commercial TiO_2 , Zn-C battery waste, and rice husk ash using the solid-state method, and to characterise the structure, morphology, and band gap energy using XRD, SEM, and UV/Vis-DRS. $\text{TiO}_2/\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{SiO}_2$ composites were synthesized with molar ratios of 1:1:1 and 1:1:2 using the solid-state method. These composites were applied as photocatalysts for methylene blue dye under visible light, varying molar ratios ($\text{TiO}_2/\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{SiO}_2$ at 1:1:1 and 1:1:2), mass (10, 30, 50, 70, and 90 mg), time (60, 90, 120, 150, and 180 minutes), and methylene blue concentrations (5, 10, 15, 20, and 25 ppm) at pH 7. XRD data indicated the successful synthesis of $\text{TiO}_2/\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{SiO}_2$ composites based on 2θ alignment with JCPDS standards. SEM data showed that the composite morphology was in the form of nanospheres. UV/Vis-DRS data indicated that the composites had a band gap energy consistent with the standard data of 1.9 eV. The optimal photodegradation results were obtained from the $\text{TiO}_2/\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{SiO}_2$ composite with a 1:1:2 ratio under visible light, with 90 mg mass over 180 minutes at a 5 ppm methylene blue concentration, achieving a degradation percentage of 92.82%.

Keywords: Photocatalyst; composite; methylene blue; solid-state; $\text{TiO}_2/\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{SiO}_2$