

Batik merupakan teknik pewarnaan tekstil tradisional yang telah diakui oleh UNESCO. Industri batik menghasilkan limbah cair dari proses pewarnaan yang mengandung *remazol red*, sebuah pewarna *azo* karsinogenik dan persisten yang menimbulkan risiko signifikan terhadap lingkungan dan kesehatan manusia. Studi ini melaporkan sintesis nanokomposit Zinc Oxide-Xanthan Gum (ZnO-XG) melalui metode *sol-gel* menggunakan Zn-asetat dihidrat ($\text{Zn}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) dan biopolimer Xanthan Gum. Karakterisasi menunjukkan bahwa penambahan matriks polimer Xanthan Gum menyebabkan *quantum confinement* dan defek pada material, yang mengurangi ukuran kristal dari 73,82 nm (ZnO) menjadi 45,62 nm (ZnO-XG) serta menurunkan nilai *band gap* dari 3,21 eV menjadi 3,08 eV (dihitung dengan metode *Tauc plot*). penurunan band gap ini memasuki rentang spektrum visible dan ultraviolet sehingga aktivitas fotokatalitik dapat memanfaatkan sinar matahari langsung sebagai sumber energi foton. Intensitas cahaya visible pada sinar matahari pada pukul 10.00 sampai 14.00 WIB sebesar 79-85 klux dan intensitas UV sebesar 2,38-2,88 mW/cm^2 , nanokomposit ZnO-XG dapat mendegradasi *remazol red* sebesar 99,9% dalam air limbah batik dengan waktu 150 menit dengan kinetika reaksi orde satu ($k=0,0388 \text{ cm}^{-1}$). Optimasi menggunakan *Central Composite Design-Response Surface Methodology* (CCD-RSM) menghasilkan kondisi optimal pada konsentrasi katalis 13,6 g/L dan waktu penyinaran 102 menit untuk mencapai persen fotodegradasi maksimal. Hasil ini menunjukkan potensi ZnO-XG sebagai fotokatalis yang efisien dan berkelanjutan untuk pengolahan air limbah industri batik yang mengandung zat warna, memberikan solusi ramah lingkungan untuk mengurangi polusi sekaligus mendukung pelestarian warisan budaya.

Kata kunci: Nanokomposit ZnO-Xanthan Gum, Fotodegradasi, Penyinaran sinar matahari, Pewarna Remazol Red.

Batik is a traditional textile dyeing technique that UNESCO has recognized. The batik industry produces wastewater from the dyeing process containing remazol red, a carcinogenic and persistent azo dye that poses significant risks to the environment and human health. This study reports the synthesis of Zinc Oxide-Xanthan Gum (ZnO-XG) nanocomposites through the sol-gel method, utilizing Zn-acetate dihydrate ($\text{Zn}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) and Xanthan Gum biopolymer. Characterization shows that the addition of Xanthan Gum polymer matrix causes quantum confinement and defects in the material, which reduces the crystal size from 73.82 nm (ZnO) to 45.62 nm (ZnO-XG) and narrows the band gap value from 3.21 eV to 3.08 eV (by the Tauc plot method). This band gap spans the visible and ultraviolet spectrum ranges, enabling photocatalytic activity to utilize direct sunlight as a source of photon energy. The visible light intensity of sunlight at 10.00 to 14.00 WIB is 79-85 klux, and the UV intensity is 2.38-2.88 mW/cm^2 . The ZnO-XG nanocomposite can degrade remazol red by 99.9% in batik wastewater within 150 min with pseudo-first-order reaction kinetics ($k=0.0388 \text{ cm}^{-1}$). Optimization using Central Composite Design-Response Surface Methodology (CCD-RSM) produces optimal conditions at a catalyst concentration of 13.6 g/L and an irradiation time of 102 min to achieve maximum photodegradation percentage. These results demonstrate the potential of ZnO-XG as an efficient and sustainable photocatalyst for the treatment of batik industrial wastewater containing dyes, providing an environmentally friendly solution to reduce pollution while supporting the preservation of cultural heritage.

Keywords: ZnO-Xanthan Gum Nanocomposite, Photodegradation, Sunlight Irradiation, Remazol Red Dye.