

Abstract

The application of *Indigofera tinctoria* as natural dye in textile industries has its own limitation. Exposure to sunlight can promote color fading in the fabric because ultra violet (UV) rays contained in the sunlight can damage chromophore group in dye structure. Nanoparticle zinc oxide (ZnO) and titanium dioxide (TiO₂) are semiconductor materials that can reflect and absorb UV rays. Large of *band gap* of ZnO is proportional to absorb UVA rays, while TiO₂ is proportional to absorb UVB rays. The results of absorption by nano ZnO/TiO₂ can be converted into heat or free radicals that can inactivate the cell of *Staphylococcus aureus* bacteria which can grow on cotton surface through photocatalytic process. This property makes nanoparticle ZnO/TiO₂ is suitable for anti-UV and antimicrobial agent. The aims of this study was to characterize and determine the optimum condition for the additon of ZnO/TiO₂ nanoparticles on *Indigofera tinctoria* colored cotton fabric to improve the color resistance of UV rays and microorganisms.

Methods of this research include the manufacture of ZnO/TiO₂ nanoparticles by sonication method carried out in atmospheric pressure at temperature 30°C for 30 minutes. ZnO/TiO₂ nanoparticles were diluted in ethanol and applied on *I. tinctoria* colored cotton fabric using Dip-coating method. The independent variables in this study were variation of ZnO weight percentage in ZnO/TiO₂ (20%, 21%, 22%), time of sonication ZnO/TiO₂ (10, 20, 30 minutes), and concentration of ZnO/TiO₂ applied on fabric (75, 150, 300 ppm). ZnO/TiO₂ nanoparticles were characterized using X-Ray Diffraction (XRD), Scanning Electron Mycroscopy (SEM), Energy Dispersive X-Ray Spectroscopy (EDX), and Mapping. The evluation of the application of ZnO/TiO₂ nanoparticles as anti UV was carried out by analyzing the color strength used Spectrophotometer and evaluation of ZnO/TiO₂ nanoparticles as antibacterial by measuring the extent of the bacterial inhibition zone formed. The data obtained was analyzed by *Response Surface Method* (RSM) assisted by *Minitab18* software.

The Optimum operation condition of ZnO/TiO₂ nanoparticles as anti-UV agent was found to be 20% ZnO in ZnO/TiO₂, 30 minutes of sonication, and 300 ppm ZnO/TiO₂. The result of the evaluation of ZnO/TiO₂ nanoparticles as antibacterial agent did not show the bacterial inhibition zone on the fabric.

Keywords: *Natural Dye, Indigofera tinctoria, Cotton Fabric, ZnO/TiO₂ Nanoparticle*

Intisari

Penggunaan *Indigofera tinctoria* sebagai pewarna alami masih memiliki keterbatasan dalam industri tekstil. Irradiasi sinar ultra violet (UV) dapat menyebabkan kepudaran warna akibat adanya kerusakan gugus kromofor pada zat warna. Nanopartikel seng oksida (ZnO) dan titanium dioksida (TiO₂) merupakan material semikonduktor yang dapat memantulkan dan menyerap sinar UV. Besar *band gap* pada nano ZnO proporsional untuk menyerap gelombang sinar UVA, sedangkan TiO₂ proporsional untuk menyerap UVB. Hasil serapan sinar UV oleh ZnO/TiO₂ dapat diubah menjadi panas atau radikal bebas yang dapat merusak sel bakteri *Staphylococcus aureus* yang tumbuh pada permukaan kain katun melalui proses fotokatalisis. Karakteristik yang dimiliki nanopartikel ZnO/TiO₂ cocok untuk dijadikan sebagai agen anti UV dan antibakteri. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengkarakterisasi dan menentukan kondisi optimum penambahan bahan aditif nanopartikel ZnO/TiO₂ pada kain yang diwarnai dengan pewarna *Indigofera tinctoria* untuk meningkatkan ketahanan warna terhadap sinar UV dan mikroorganisme.

Metode yang digunakan pada proses pembuatan nanopartikel ZnO/TiO₂ adalah metode sonokimia yang dilakukan pada suhu 30°C dan tekanan 1 atm. Nanopartikel ZnO/TiO₂ dilarutkan dalam etanol dan diaplikasikan pada kain dengan metode perendaman. Terdapat tiga variabel bebas pada penelitian ini, yaitu persentase berat ZnO dalam ZnO/TiO₂ (20, 21, 22%), konsentrasi nanopartikel ZnO/TiO₂ yang diaplikasikan ke kain (75, 150, 300 ppm), dan waktu sonikasi larutan nanopartikel ZnO/TiO₂ (10, 20, 30 menit). Karakterisasi nanopartikel ZnO/TiO₂ dilakukan dengan analisis *X-Ray Diffraction* (XRD), *Scanning Electron Microscopy* (SEM), *Energy Disperse X-Ray Spectroscopy* (EDX), dan *Mapping*. Evaluasi aplikasi nanopartikel ZnO/TiO₂ sebagai agen anti UV dilakukan dengan menganalisis ketahanan warna dengan *Spectrophotometer* dan evaluasi nanopartikel ZnO/TiO₂ sebagai agen antibakteri dilakukan dengan mengukur luas zona hambat bakteri yang terbentuk. Data yang diperoleh diolah menggunakan *Response Surface Method* (RsSM) dengan bantuan *software Minitab 18*.

Kondisi operasi optimum nanopartikel ZnO/TiO₂ sebagai agen anti UV diperoleh saat persentase berat ZnO dalam ZnO/TiO₂ sebesar 20%, konsentrasi larutan nanopartikel ZnO/TiO₂ sebesar 300 ppm, dan waktu sonikasi selama 30 menit. Adapun hasil evaluasi nanopartikel ZnO/TiO₂ sebagai agen antibakteri tidak menunjukkan adanya zona hambat bakteri pada kain.

Kata Kunci: Pewarna Alam, *Indigofera tinctoria*, Kain Katun, Nanopartikel ZnO/TiO₂