

ABSTRAK**MODIFIKASI PERMUKAAN BAHAN TEKSTIL MENGGUNAKAN
NANOPARTIKEL TITANIUM DIOKSIDA UNTUK MENDAPATKAN
BAHAN YANG BERSIFAT *SELF CLEANING***

Oleh

Nafisa Rizki Maulida**NPM: 19510010****Program Studi****Magister Terapan Rekayasa Tekstil dan Apparel**

Sifat *self cleaning* merupakan kemampuan bahan dalam membersihkan atau mendegradasi kotoran yang menempel pada kain. Konsep *self cleaning* bersifat ramah lingkungan karena secara efektif mengurangi upaya pembersihan, mampu menghemat air, energi, waktu, dan penggunaan deterjen. Pada penelitian ini pengembangan material tekstil yang bersifat *self cleaning* dilakukan dengan mengaplikasikan nanopartikel titanium dioksida (TiO_2). TiO_2 merupakan katalis semikonduktor yang tidak bersifat toksik, ekonomis, dan memiliki stabilitas kimia yang baik. Pada penggunaannya reaksi fotokatalisis pada nanopartikel TiO_2 aktif bekerja di bawah iradiasi sinar UV karena energi celah pita TiO_2 yang relatif besar (3.2 eV untuk fase anatase), sedangkan sinar UV yang masuk ke bumi hanya berkisar 3-5% dan efisiensi hasil yang rendah kurang dari 10% karena proses rekombinasi yang terlalu cepat antara elektron dan *hole*. Modifikasi TiO_2 mampu mengubah struktur elektronik TiO_2 dan meningkatkan aktivitas fotokatalitik dengan doping logam transisi.

Proses doping menggunakan material logam atau non-logam bertujuan untuk menurunkan celah *band gap*, meningkatkan efek fotokatalitik pada cahaya tampak. Penelitian dilakukan meliputi sintesis nanopartikel TiO_2 dengan doping logam besi (Fe) menggunakan metode sol gel, dilanjutkan dengan immobilisasi pada kain kapas dengan metode *pad-dry-cure* menggunakan asam sitrat sebagai zat pengikat silang, serta dilakukan percobaan dengan menggunakan binder sebagai zat pengikat, untuk mendapatkan modifikasi permukaan kain yang bersifat *self-cleaning* yang efektif, sederhana dan penggunaan bahan yang ekonomis. Sintesis dilakukan dengan prekursor titanium tetraklorida (TiCl_4) menggunakan doping logam besi (Fe) konsentrasi 0,25%, 0,5%, dan 1%, dilanjutkan dengan proses kalsinasi pada suhu 480°C selama 3 jam. Partikel nano TiO_2 diaplikasikan pada kain kapas menggunakan metode *pad-dry-cure* dengan konsentrasi 1 dan 5 g/L, uji performa *self cleaning* dilakukan dengan menggunakan *methylene blue* sebagai noda zat organik yang kemudian diiradiasi dengan lampu *cool daylight* dan UV A.

Berdasarkan hasil karakterisasi menggunakan *X-Ray Diffraction* (XRD) struktur kristalin yang terbentuk pada TiO_2 dan TiO_2 doping Fe 1% menunjukkan fase anatase. Hasil karakterisasi dengan menggunakan *Particle Size Analyzer* (PSA) ukuran partikel sol TiO_2 murni 88 nm dan 326 nm untuk sol TiO_2 doping Fe 1%. Ukuran kristal serbuk TiO_2 murni dan 1% Fe- TiO_2 berturut-turut sebesar 16,63 nm dan 16,64 nm. Karakterisasi gugus fungsi menggunakan *Fourier Transform Infra Red* (FTIR) pada serbuk TiO_2 menunjukkan puncak pada bilangan gelombang 3340 cm^{-1} , 880 cm^{-1} , 679 cm^{-1} dan 584 cm^{-1} yang mengindikasikan adanya vibrasi dari gugus fungsi $-\text{OH}$, $\text{Ti}-\text{OH}$, $\text{Ti}-\text{O}-\text{Ti}$ dan $\text{Fe}-\text{O}-\text{Ti}$. Pada kain kapas yang telah diberi perlakuan TiO_2 terdapat puncak serapan pada bilangan gelombang 1728 cm^{-1} , 1633 cm^{-1} menunjukkan gugus karbonil $\text{C}=\text{O}$ *stretching* dari proses esterifikasi yang mengindikasikan terjadi ikatan kovalen ester antara zat ikat silang asam sitrat dengan kain kapas dan TiO_2 . Partikel TiO_2 dengan bantuan asam sitrat sebagai zat ikat silang dan binder sebagai zat pengikat menunjukkan nanopartikel TiO_2 telah berada dan terikat pada kain kapas. Hasil uji fotokatalitik kain menunjukkan penambahan dopan Fe hingga konsentrasi 0,5% mampu meningkatkan efek fotokatalitik dari TiO_2 pada iradiasi *cool daylight* dan sinar UV A dengan nilai penurunan nilai K/S hingga 100 % setelah iradiasi selama 15 jam. Konsentrasi nanopartikel TiO_2 yang digunakan menunjukkan peningkatan efek fotokatalitik pada konsentrasi yang lebih tinggi yaitu 5 g/L. Struktur kristalin dengan fase anatase yang terbentuk memiliki efek fotokatalitik yang baik dan dapat digunakan sebagai material *self cleaning*.

Kata kunci: *self cleaning*, nanopartikel, titanium dioksida, doping besi

ABSTRACT***SURFACE MODIFICATION OF TEXTILE FABRIC USING TITANIUM DIOXIDE NANOPARTICLES TO OBTAIN SELF CLEANING MATERIALS****By***NAFISA RIZKI MAULIDA****NPM: 19510010*****Major******Master of Applied Science in Textile Engineering and Apparel Technology***

Self-cleaning property is the ability of material to clean or degrade dirt attached to the fabric. The concept of self-cleaning is environmentally friendly because it effectively reduces cleaning efforts, saves water, energy, time, and detergents. The finishing process to obtain self-cleaning properties can be done by utilizing photocatalytic technology and nanomaterials. In this study, the development of self-cleaning textile materials was carried out by applying titanium dioxide (TiO₂) nanoparticles. TiO₂ is a semiconductor that is non-toxic, inexpensive, and has good chemical stability. Photocatalysis reactions in TiO₂ nanoparticles actively work under UV light irradiation due to the relatively large band gap energy of TiO₂ (3.2 eV for anatase phase), while UV light that enters the earth is only 3-5% and low yield efficiency less than 10% due to the rapid recombination between electrons and holes. Modification of TiO₂ is able to change the electronic structure of TiO₂ and enhance photocatalytic activity by doping with transition metals.

The doping process using metal or non-metal materials aims to reduce the band gap, and increase the photocatalytic effect on visible light. This research involved the synthesis of TiO₂ nanoparticles with iron (Fe) doping using sol-gel method, followed by immobilization on cotton fabric by pad-dry-cure method using citric acid as crosslinking agent and using binder as a binding agent, to obtain surface modification of self-cleaning fabric that is effective, simple and use economical materials. Synthesis was carried out with titanium tetrachloride (TiCl₄) as a precursor using iron (Fe) concentrations of 0,25%, 0,5%, and 1%, followed by a calcination process at 480°C for 3 hours. TiO₂ nanoparticles were applied to the cotton fabric by pad-dry-cure method with concentrations of 1 and 5 g/L, self-cleaning test was carried out using methylene blue as an organic stain and irradiated with cool daylight and UV A lamps.

Based on the results of characterization using X-Ray Diffraction (XRD), the crystalline structure formed in TiO₂ and TiO₂ doped with 1% Fe indicates anatase phase. Characterization using Particle Size Analyzer (PSA) showed the particle size of pure TiO₂ sol was 88 nm and 326 nm for the 1% Fe doped TiO₂ sol. The crystal

sizes of pure TiO_2 and 1% Fe-TiO_2 powder were 16,63 nm and 16,64 nm, respectively. Characterization of functional groups using Fourier Transform Infra Red (FTIR) on TiO_2 powder showed peaks at wavenumbers 3340 cm^{-1} , 880 cm^{-1} , 679 cm^{-1} , and 584 cm^{-1} indicating the vibration of functional group $-\text{OH}$, Ti-OH , Ti-O-Ti , and Fe-O-Ti . Functional groups on cotton fabrics that have been treated with nanoparticles TiO_2 showed absorption peaks at wavenumbers 1728 cm^{-1} , 1633 cm^{-1} indicating carbonyl group C=O stretching from the esterification process indicating an ester covalent bond between citric acid with cotton fabric and TiO_2 . The presence of citric acid as a crosslinking agent and binder as a binding agent showed that TiO_2 nanoparticles had been bonded to the cotton fabric. The fabric photocatalytic test results showed that the addition of Fe dopant concentration of 0.5% was able to increase the photocatalytic effect of TiO_2 on cool daylight and UVA irradiation with decrease in k/s value of up to 100% after irradiation for 15 hours. The concentration of TiO_2 nanoparticles used showed an increase in the photocatalytic effect at a higher concentration of 5 g/L. The crystalline structure of the anatase phase has a good photocatalytic effects and can be used as a self-cleaning material.

Keywords: self-cleaning, nanoparticles, titanium dioxide, iron doping

