

SINTESIS DAN KARAKTERISASI NANO TiO₂ DENGAN METODE SOL-GEL SEBAGAI AGEN SELF-CLEANING PADA KAIN KATUN

SYNTHESIS AND CHARACTERIZATION OF NANO TiO₂ WITH SOL-GEL METHOD AS SELF-CLEANING AGENT ON COTTON FABRICS

*Siti Tutik Alawiyah dan Dina Kartika Maharani**

Department of Chemistry, Faculty of Mathematics and Natural Sciences
State University of Surabaya
Jl. Ketintang Surabaya (60231), Telp. 031-8298761

*Corresponding author, email : alawiyah910@gmail.com

Abstrak. *Material self-cleaning adalah material yang mampu mendegradasi senyawa organik dan anorganik. Logam oksida TiO₂ memiliki sifat fotokatalis, sifat ini sangat bermanfaat dalam proses degradasi senyawa organik dan anorganik. Nano partikel TiO₂ dapat digunakan sebagai material self-cleaning dengan bantuan radiasi sinar matahari atau sinar UV pada kain katun. Logam oksida TiO₂ memiliki energi band gap 3,2 ev yang mampu menyerap sinar UV. Proses sintesis nano partikel TiO₂ menggunakan metode sol-gel dengan prekursor Titanium Tetraisopropoksida. Dalam penelitian ini dilakukan sintesis dengan perbandingan volume etanol:asam asetat: TTIP adalah 5 : 0,2 : 3,1 mL. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mensintesis nano partikel TiO₂ sebagai material self-cleaning pada kain katun dengan komposisi yang paling tepat. Hasil yang diperoleh dari sintesis nano partikel TiO₂ diuji dengan FTIR dan muncul pada puncak 596.02 cm⁻¹ dan 1421.58 cm⁻¹ yang menunjukkan adanya gugus TiO₂. Selain itu, juga dilakukan karakterisasi menggunakan XRD yang menghasilkan fasa kristal anatase dari TiO₂ sebesar 29,12 % ; Rutil 28,29% dan brookit 42,59% dengan ukuran kristal sebesar 20,16 nm.*

Kata kunci : *nano TiO₂, sol-gel, FTIR, XRD*

Abstract. *Self-cleaning material is a capable of degrading organic and inorganic compounds. Metal oxide TiO₂ has photocatalyst properties, this property is very useful in the process of degradation of organic and inorganic compounds. Nano particles TiO₂ can be used as a self-cleaning material with the aid of solar radiation or UV rays on cotton fabric. TiO₂ metal oxide has a 3.2 ev band gap energy capable of absorbing UV rays. The nanoparticle synthesis process of TiO₂ particles uses a sol-gel method with a Titanium Tetraisopropoxide as a precursor. In this research, synthesis was done with ratio of ethanol volume: acetic acid: TTIP was 5: 0,2: 3,1 mL. The purpose of this research is to synthesize nano particles TiO₂ as a self-cleaning material on cotton fabric with the most appropriate composition. The results obtained from nanoparticle synthesis of TiO₂ are characterized by FTIR and appeared at peaks of 596.02 cm⁻¹ and 1421.58 cm⁻¹ showing the presence of the TiO₂ group. In addition, characterization using XRD also resulted in anatase crystalline phase of TiO₂ of 29.12%; Rutil 28.29% and brookite 42.59% with a crystal size of 20.16 nm.*

Key words : *nano TiO₂, sol-gel, FTIR, XRD*

PENDAHULUAN

Saat ini globalisasi semakin berkembang, hal ini menyebabkan aktifitas sehari-hari masyarakat semakin meningkat. Dengan meningkatnya aktifitas maka waktu luang yang dimiliki juga menjadi sangat singkat, sehingga muncul berbagai permasalahan salah satunya pada pakaian. Pada kasus ini yang sering dikeluhkan masyarakat terkait noda pada pakaian dan waktu pencucian. Masyarakat menginginkan proses pencucian yang serba *instan*.

Pengembangan sifat kain diperlukan untuk mengatasi masalah di atas. Kain diharapkan dapat mendegradasi sendiri kotoran atau noda yang menempel pada kain. Sifat ini disebut "*Self-cleaning*". Sifat *Self-cleaning* pada permukaan kain bekerja dengan prinsip fotokatalitik yang bekerja saat permukaan mendapatkan radiasi sinar ultraviolet (UV). Reaksi fotokatalitik ini akan menyerap foton dari cahaya yang diterima oleh material *self-cleaning*, dan menyebabkan terbentuknya radikal superoksida ($^{\bullet}\text{O}_2$) dan/atau hidroksil ($^{\bullet}\text{OH}$) [1]. Molekul organik atau polutan yang teradsorpsi pada permukaan akan diserang dan didegradasi oleh radikal tersebut. Salah satu material yang memiliki sifat fotokatalitik adalah partikel nano TiO_2 sehingga dapat memberikan sifat *self-cleaning* pada kain.

Senyawa TiO_2 merupakan semikonduktor yang memiliki energi gap yang lebar (3,2 eV; $\lambda = 387$ nm) dan aktif pada rentang cahaya UV. Selain itu, TiO_2 juga banyak memiliki keunggulan yaitu harganya ekonomis, non toksik, dan reaktif ketika dikenai cahaya, sehingga titanium dikenal sebagai fotokatalis yang ramah lingkungan [2]

Pengembangan metode sintesis partikel nano TiO_2 sangat diperlukan untuk mengendalikan fase kristal, ukuran, dan morfologi nanokristal TiO_2 . Ada beberapa metode yang telah digunakan untuk preparasi partikel nano TiO_2 , seperti co-presipitasi, sol-gel, *electrospinning*, hidrotermal, dan sonokimia. Sintesis nano partikel TiO_2 pada kain katun dapat dilakukan dengan metode sol-gel. Metode sol-gel merupakan metode sintesis partikel nano dimana dalam proses tersebut terjadi perubahan fasa dari suspensi koloid (sol) membentuk fasa cair kontinyu (gel). Keuntungan metode sol-gel untuk sintesis partikel nano logam

oksida antara lain dapat membentuk lapisan oksida transparan yang menempel sempurna pada kain, sehingga distribusi ukuran partikel seragam serta luas permukaan yang besar [3].

Penelitian ini bertujuan untuk menyintesis dan mengkarakterisasi partikel nano TiO_2 menggunakan metode sol-gel. Perbandingan komposisi volume yang digunakan etanol : asam asetat glasial : TTIP adalah 5 : 0,2 : 3,1 mL. instrumen yang digunakan untuk karakterisasi nanosol TiO_2 adalah FTIR dan XRD

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Titanium tetraisopropoksida (TTIP) 97% (Sigma-Aldrich), asam asetat glasial, aquades, Etanol 96% (Merck). Alat yang digunakan adalah pipet, gelas beker, gelas ukur, *Hot plate stirrer*, pengaduk magnet, spatula, kaca arloji, neraca analitik, peralatan gelas, gunting, ultrasonik (220V, 800 W, 40 kHz, Turkey). Oven (*Binder, Germani*)., *Fourier Transform Infrared Spektrophotometer* (Shimadzu 8021), pH meter, *X-Ray Diffraction* (XRD Philips X-pert).

Prosedur Penelitian

a. Tahap sintesis nanosol TiO_2

Nanosol TiO_2 didapatkan dengan cara mencampurkan 2mL asam asetat glasial dengan 5 mL etanol p.a. ditambahkan TTIP 3,1 mL tetes demi tetes dalam ultrasonik. Selanjutnya didiamkan selama 24 jam [4].

b. Karakterisasi Kimia nanosol TiO_2 dengan FTIR

Larutan nanosol TiO_2 dikeringkan dalam oven hingga kering pada suhu 80°C . Beberapa mg serbuk nanosol yang didapatkan dicampur dengan beberapa mg KBr kering untuk dibuat pellet kemudian dianalisis dengan menggunakan FTIR.

c. Karakterisasi nanosol TiO_2 dengan difraksi sinar-X (XRD)

Serbuk TiO_2 yang sudah kering diambil beberapa mg untuk diuji dan dianalisa menggunakan difraksi sinar X (XRD) dengan sudut 2θ 5° - 100° .

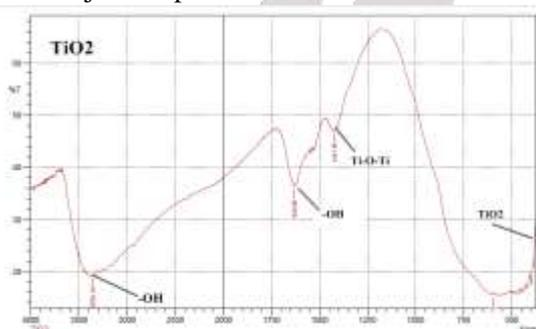
HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Sintesis nanosol TiO₂

Pada proses sintesis nanosol TiO₂ terjadi reaksi hidrolisis dan kondensasi. Pada tahapan hidrolisis, reaksi berlangsung cepat dimana terjadi pergantian gugus alkoksida dengan gugus hidroksil secara nukleofilik. Pada tahapan kondensasi akan menghasilkan pembentukan dan pertumbuhan ini TiO₂.xH₂O [5].

b. Karakterisasi kimia nanosol TiO₂

Karakteristik Kimia nanosol TiO₂ hasil analisis gugus fungsional kimia nanosol TiO₂ dengan menggunakan spektrofotometer FTIR ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Spektra FTIR TiO₂ hasil sintesis TiO₂ (shimadzu 8021)

Berdasarkan hasil yang diperoleh dari uji FTIR pada Gambar 1 menunjukkan adanya puncak yang muncul pada bilangan gelombang 596.02 dan 1421.58 cm⁻¹ yang menunjukkan adanya ikatan Ti-O dan Ti-O-Ti. Selain itu juga terdapat pergeseran bilangan gelombang vibrasi ulur -OH pada 3358.18 dan vibrasi ulur Ti-OH pada 1629.9 cm⁻¹ dihasilkan dari adsorben molekul H₂O yang tidak lepas sepenuhnya setelah sintesis sol-gel [6].

Tabel 1. Data gugus fungsi pada nanosol TiO₂

Gugus fungsional	Bilangan Gelombang
	Nanosol TiO ₂
Vibrasi ulur Ti-O dari TiO ₂	596.02
Vibrasi tekuk Ti-O-Ti dari TiO ₂	1421.58
Vibrasi tekuk OH dari Ti-OH	1629.9
Vibrasi ulur -OH dari Ti-OH dan etanol	3358.18

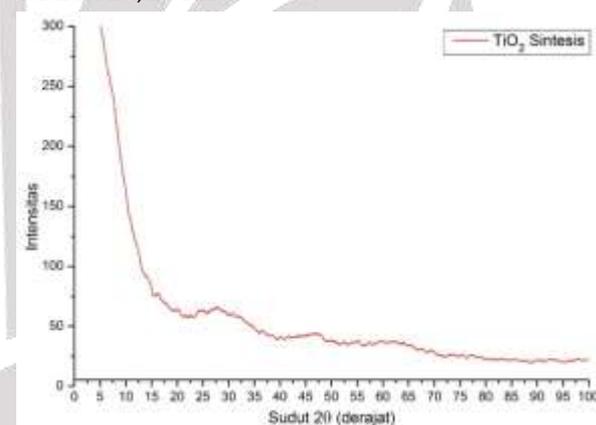
Karakterisasi nanosol TiO₂ dengan difraksi sinar-X (XRD)

Sedangkan hasil dari uji XRD sudut puncak yang muncul dicocokkan dengan JCPDS dan didapatkan fasa anatase sebesar 29,12%, fasa rutil sebesar 28,29% dan fasa brookit 42,59%. Untuk menghitung ukuran kristal TiO₂ *FHHM* pada Gambar 2. dimasukkan dalam persamaan Scherer berikut :

$$D = \frac{0,9\lambda}{\beta \cos\theta}$$

- D = ukuran kristal
- λ = panjang gelombang berkas sinar X
- β = FWHM (*full width half maximum*)/intensitas dalam radian
- θ = besar sudut dari puncak dengan intensitas tinggi.

Didapatkan ukuran kristal TiO₂ hasil sintesis adalah 20,16 nm.



Gambar 2. Data XRD TiO₂ hasil sintesis (XRD Philips X-pert Powder Diffractometer)

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa analisis gugus fungsi nanosol TiO₂ menunjukkan adanya interaksi antara gugus-gugus fungsi pada nanosol TiO₂ ditandai dengan adanya pergeseran bilangan gelombang vibrasi gugus Ti-O dari TiO₂ pada 596,02 cm⁻¹. Serapan vibrasi gugus Ti-O-Ti dari TiO₂ pada 1421,58 cm⁻¹. Serapan vibrasi gugus OH dari Ti-OH pada 1629,9 cm⁻¹ dan vibrasi ulur -OH dari Ti-OH dan etanol pada 3358,18 cm⁻¹. Kristal TiO₂ hasil menunjukkan fasa yang terbentuk adalah 29,12% anatase, 28,29% rutil dan 42,59% brookit dengan ukuran kristal rata-rata adalah 20,16 nm.

Saran

Disarankan untuk melakukan sintesis TiO₂ pada kain dengan tambahan senyawa pengikat.

DAFTAR PUSTAKA

1. Samal, S.S., Jeyaraman, P., Vishwakarma, V. 2010. Sonochemical Coating of Ag-TiO₂ Nanoparticles on Textile fabrics for Stain Repellency and Self-Cleaning The Indian Scenario : A Review, *J. of Minerals and Materials Characterization and Eng*, Vol.9, No.6.
2. Linsebigler A.L. 1995. *Photocatalysis on TiO₂ surfaces : Principles, Mechanism, and Selected Results*. Chem,Rev., Volume 95, 735-758
3. Maharani, D. K., Kartini, I., Aprilita, N. H. 2010. Nanosilica-Chitosan Composite Coating on Cotton Fabrics. *AIP Conference Proceedings 1284*, 87.
4. Khasanah, L., Maharani,D.K, 2015. Sintesis dan karakterisasi komposit kitosan-zno/alumina sebagai agen antibakteri pada kain katun. *Unesa Journal of Chemistry Vol.4*, No.2.
5. Haryati, T. dan Mulyono T. 2013. Sintesis dan karakterisasi Core-Shell ZnO/TiO₂ sebagai Material Fotoanoda Dye Sensitized Solar Cell (DSSC).



UNESA
Universitas Negeri Surabaya