

**SINTESIS KOMPOSIT KITOSAN/TiO₂ DAN PELAPISANNYA
PADA PERMUKAAN SUBSTRAT TEKSTIL**

***SYNTHESIS OF CHITOSAN/TiO₂ COMPOSITE AND ITS COATING
ON SURFACE OF TEXTILE SUBSTRATE***

**Agung Nugroho Catur Saputro^{1*}, Nanik Dwi Nurhayati¹, Bakti Mulyani¹,
Bayu Ishartono¹, Hikma Nurul Izza¹**

¹Program Studi Pendidikan Kimia, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Sebelas
Maret, Surakarta

*email : anc_saputro@yahoo.co.id.

Received 10 May 2016; Accepted 12 October 2016; Available online 29 November 2016

ABSTRAK

Pelapisan komposit Chitosan/TiO₂ pada permukaan tekstil telah berhasil dilakukan. Pelapisan ini menggunakan metode pencelupan (*dip-coating*). Variasi pencelupan dilakukan sebanyak 2, 4, dan 6 kali. Tekstil yang telah terlapisi komposit Chitosan/TiO₂ dikarakterisasi dengan spektrometri FTIR, Difraksi Sinar-X, dan SEM. Hasil penelitian menunjukkan bahwa komposit Chitosan/TiO₂ diduga telah dapat dilapiskan pada permukaan tekstil tetapi dugaan tersebut masih sangat lemah dan perlu diuji kebenarannya dengan uji kinerja dari komposit Chitosan/TiO₂.

Kata Kunci : Chitosan/TiO₂, *Dip-coating*, Komposit, Tekstil terlapisi.

ABSTRACT

Coatings of composite Chitosan/TiO₂ on the surface of textile have been successfully performed. These coatings were done by dip-coating method. The variety of coatings textile were performed in two, four, and six coatings. The textile was coated by the composite of Chitosan/TiO₂ then characterized by FTIR Spectrometry, X-Ray Diffraction and Scanning Electron Microscopy (SEM). Based on the spectra of FTIR Spectrophotometry, XRD diffractogram and imaging of SEM it can be concluded that hypothesized composite of Chitosan/TiO₂ was coated on the surface of textile, but that hypothesis was still very weak, and it needs to be examined by the performance test.

Keyword : Chitosan/TiO₂, coated textile, composite, dip-coating.

PENDAHULUAN

Perkembangan industri tekstil saat ini sudah semakin pesat, salah satunya ditandai dengan munculnya fenomena permintaan pasar terhadap produk tekstil yang bergeser dari tekstil konvensional ke tekstil multifungsi. Tekstil multifungsi ini adalah salah satu produk tekstil yang memiliki nilai tambah baru dengan adanya proses tambahan menggunakan teknologi (Wong, Yuen, Leung, Ku, dan Lam, 2006). Perkembangan permintaan pasar yang cukup tinggi pada industri tekstil produk tekstil multifungsi karena tekstil produk ini bersifat antibakteri.

Bahan-bahan antibakteri yang dapat dipergunakan untuk memproduksi tekstil antibakteri antara lain triklosan (Goetzendorf-Grabowska, Krolikowska, Bak, Gadzinowski, Brycki, dan Scwajca, 2008), Ag (Blaker, Nazhat dan Boccaccini, 2004), Zn, Sn, Cu, Zeolit, kuartener amonium klorida, dan kitosan (Takai, Ohtsuka, Senda, Nakao, Yamamoto, Matsuoka, dan Hirai, 2002). Di antara bahan-bahan antibakteri tersebut, yang paling bersifat ramah lingkungan adalah kitosan karena merupakan biopolimer alam, bersifat non-toksik dan *biodegradable* serta keberadaan bahan bakunya di alam sangat melimpah. Saputro (2009) telah meneliti

penggunaan kitosan dari limbah cangkang kepiting untuk aplikasi bahan antibakteri pada kain katun dan hasilnya menunjukkan aktivitas penghambatan pertumbuhan bakteri sebesar 88,6%. Sifat antibakteri kitosan kemungkinan dapat ditingkatkan dengan cara memperbesar luas permukaan polimer kitosan yaitu dengan mengubah ukurannya menjadi skala nanometer.

Beberapa peneliti pendahulu telah berhasil mensintesis kitosan dalam ukuran nanometer dengan menggunakan agen-agen pengikat silang berupa anion berat molekul kecil seperti tripolyphosphate (TPP), glutaraldehida, sitrat dan lain-lain (Lam, Hoang dan Lien, 2004; Bhumkar dan Pokharkar, 2006). Bahan-bahan yang disintesis dalam ukuran nanometer dipercaya memiliki fungsi dan kinerja yang jauh lebih baik dibandingkan kondisi bulk. Hasil penelitian Saputro (2009) menunjukkan bahwa proses pelapisan kitosan pada substrat kain katun dengan kondisi ukuran partikel kitosan yang masih terlalu besar menghasilkan pelapisannya kurang merata.

Penggunaan senyawa titania sebagai agen fotokatalis untuk mendegradasi polutan-polutan organik berbahaya telah banyak diteliti. Senyawa titania dalam bentuk titanium dioksida (TiO₂) perlu dilakukan proses optimasi dari bahan prekursor dengan menggunakan teknologi nano. Sintesis nanopartikel TiO₂ dilakukan dengan berbagai metode, meliputi sintesis hidrotermal dan sol-gel (Vijayalakshmi dan Rajendran, 2012). Penggunaan senyawa TiO₂ untuk aplikasi fotokatalis dilakukan dalam bentuk lapis tipis (Gupta, Jassal, dan Agrawal, 2008). Oleh karena itu penting dilakukan penelitian penggunaan TiO₂ dalam ukuran nanometer untuk diaplikasikan ke permukaan tekstil dalam bentuk lapis tipis untuk keperluan *self cleaning*.

Pada penelitian sebelumnya telah dilaporkan bahwa komposit Chitosan/TiO₂ telah berhasil disintesis dengan pencampuran larutan kitosan

nanopartikel dan nanokristal TiO₂ dengan perbandingan tertentu (Saputro, Nurhayati, dan Mulyani, 2013). Pada penelitian lanjutan ini dikaji proses pelapisan komposit Chitosan/TiO₂ pada permukaan tekstil sebagai agen antibakteri plus fotokatalis pada tekstil.

METODE PENELITIAN

Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kain katun yang telah dicuci dengan alkohol teknis, larutan komposit Chitosan/TiO₂, asam asetat 2% (Merck).

Alat

Peralatan utama yang digunakan yakni, Spektrofotometer FTIR, Difraksi Sinar X (XRD), dan *Scanning Electron Microscope* (SEM)

Prosedur Kerja

Preparasi Kitosan

Prosedur preparasi kitosan dilakukan menurut metode yang dilaporkan oleh Bhumkar dan Pokharkar (2006). Sebanyak 2 gram serbuk kitosan hasil redeasetilasi ulang dilarutkan dalam 100 mL larutan CH₃COOH 2 % (^{v/v}) sampai diperoleh larutan kitosan. Kemudian ditetesi dengan 40 mL larutan *tripolyphosphate* 0,7 % (^{b/v}) tetes demi tetes yang telah diatur pHnya hingga pH 7 dengan menggunakan HCl 1 N sebanyak 25 tetes. Larutan distirer dengan kecepatan 700 rpm dalam suhu 25 °C selama 2 jam hingga diperoleh suspensi kitosan-TPP berwarna putih.

Suspensi yang diperoleh kemudian dimasukkan ke dalam *Ultrasonic bath* Cleaner Branson selama 1 jam hingga diperoleh produk nanokitosan. Prosedur ini dilakukan 2 kali dengan varian konsentrasi *tripolifosfat* masing-masing 0,5 % (^{b/v}) dan 0,3 % (^{b/v}). Hasil yang didapat kemudian dikarakterisasi dengan SEM (*Scanning Electron Microscope*) dan XRD (*X-Ray Diffraction*).

Sintesis Nanosol TiO₂

Metode sintesis nanosol titania (TiO₂) dilakukan dengan menghidrolisis Ti(OC₃H₇)₄ melalui metode sol gel menurut prosedur sebagai berikut. Sebanyak 3 mL larutan prekursor Ti(OC₃H₇)₄ 98 % (Sigma Aldrich) ditambahkan dengan 5 mL larutan C₂H₅OH absolut (Merck) hingga diperoleh larutan berwarna putih. Kemudian ditambahkan dengan 2 mL HNO₃ 96 % (Merck) dan akuabides sebanyak 18 mL. Larutan distirer dengan kecepatan konstan selama 2 jam hingga terbentuk nanosol TiO₂. Hasil yang didapat kemudian dikalsinasi pada suhu 120 °C selama 2 jam. Hasil sintesis nanosol TiO₂ yang didapat kemudian dikarakterisasi dengan SEM (*Scanning Electron Microscope*) dan XRD (*X-Ray Diffraction*).

Sintesis Komposit Chitosan/TiO₂

Larutan kitosan yang dihasilkan dicampurkan dengan larutan nanosol TiO₂ dengan variasi perbandingan. Proses pencampuran larutan nanokitosan dan nanosol TiO₂ dilakukan pada suhu 25 °C dengan cara mengaduk larutan nanokitosan dengan pengaduk magnetik pada kecepatan sedang kemudian dilakukan penetesan nanosol TiO₂ tetes demi tetes sampai terbentuk nanokomposit kitosan/TiO₂. Nanokomposit kitosan/TiO₂(CS-TPP/TiO₂) yang dihasilkan selanjutnya dikarakterisasi menggunakan SEM (*Scanning Electron Microscope*) dan XRD (*X-Ray Diffraction*).

Pelapisan Komposit Chitosan/TiO₂ pada Substrat Kain Katun

Sebelum dilakukan pelapisan, kain terlebih dahulu dicuci dengan alkohol teknis selama 15 menit dalam *ultrasonic batch*, kemudian dibilas dengan air hangat selama 5 menit dan diulangi pembilasannya satu kali lagi dengan menggunakan air dingin selama 5 menit. Setelah pembilasan, kain dikeringkan dalam *oven* temperatur 80°C selama 15

menit. Kain yang telah bersih dan kering selanjutnya dilapisi dengan bahan pelapis berupa larutan komposit Chitosan/TiO₂. Setelah proses pencucian kain selesai, kain katun yang berukuran 3 x 3 cm² dicelupkan ke dalam larutan komposit Chitosan/TiO₂ sampai semua bagian kain terendam kemudian diangkat dan dibiarkan selama 3 menit dengan tujuan kain agak kering dan larutan kitosan yang menetes telah habis. Setelah 3 menit berlalu, kain kemudian dicelupkan lagi ke dalam larutan komposit Chitosan/TiO₂ sampai terendam semua dan diangkat kembali kemudian dibiarkan selama 3 menit. Perlakuan pencelupan kain katun ke dalam larutan komposit Chitosan/TiO₂ ini dilakukan secara berulang-ulang. Setelah pencelupan kain ke dalam larutan komposit Chitosan/TiO₂ secara berulang-ulang, kain kemudian diangin-anginkan di udara terbuka minimal 30 menit sampai kain agak kering dan larutan kitosan tidak menetes lagi. Tahap berikutnya adalah pengeringan (*dry*), yaitu mengeringkan kain dalam *oven* pada temperatur 80°C selama 15 menit dengan tujuan untuk menguapkan air. Selanjutnya kain terlapisi larutan komposit Chitosan/TiO₂ ini diberi perlakuan *cure*, yaitu dipanaskan pada temperatur 150°C selama 5 menit.

Tekstil yang telah dilapisi oleh komposit Chitosan/TiO₂ selanjutnya dikarakterisasi dengan Spektrofotometer FTIR, Difraksi Sinar X (*X-Ray Diffraction*) dan *Scanning Electron Microscopy* (SEM).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Preparasi kitosan

Proses preparasi kitosan dilakukan dengan melarutkan serbuk kitosan yang telah dire-deasetilasi ke dalam larutan CH₃COOH 2%(v/v). Larutan yang diperoleh selanjutnya disebut larutan kitosan 2%. Selain itu, dilakukan pula pembuatan larutan agen pengikat silang berupa sodium tripolifosfat dengan konsentrasi 0,7%(b/v) dengan mengatur

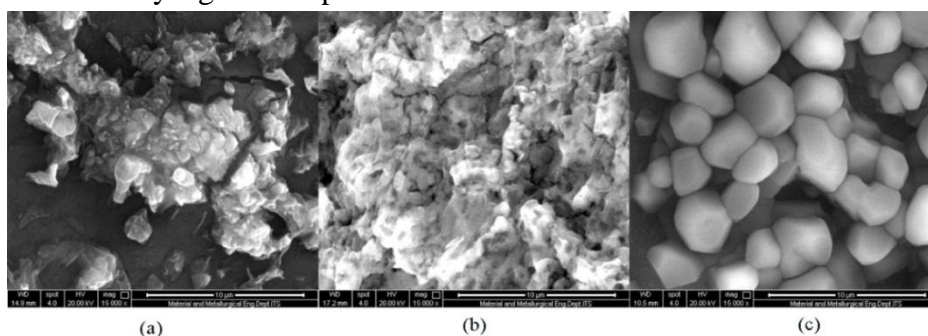
pH hingga pH 7 menggunakan HCl 1N. Sebanyak 40 mL larutan sodium tripolifosfat 0,7% (b/v) dicampurkan dengan 100 mL larutan kitosan 2%(v/v) sambil diaduk pada suhu kamar selama 2 jam. Selanjutnya hasil yang diperoleh disonifikasi dalam *ultrasonic batch* selama 1 jam. Larutan yang diperoleh ini disebut larutan kitosan. Prosedur yang sama dilakukan untuk memperoleh variasi kitosan dengan memvariasi penambahan sodium tripolifosfat 0,5% dan 0,3%.

Hasil analisis SEM menunjukkan bahwa ukuran partikel kitosan masih sangat besar bahkan hampir mendekati skala micrometer. Hal ini tampak dari ukuran rata-rata nanokitosan 0,3%; 0,5% dan 0,7% yang masing-masing berukuran sebesar 567,1 nm, 536,2 nm dan 892,3 nm. Selain itu pola distribusi partikel juga masih belum merata dan banyak terdapat agregat antar partikel kitosan. Hasil analisis difraktogram XRD kitosan menunjukkan adanya puncak-puncak karakteristik kitosan yang berada pada 2θ

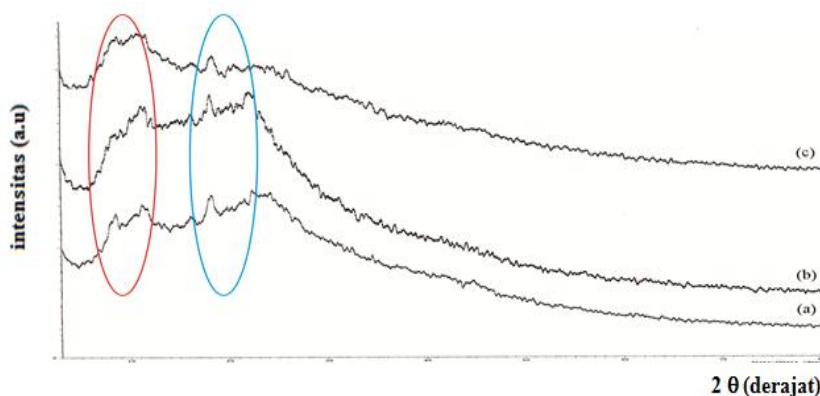
= 10° dan $2\theta = 20^\circ$ (Bumkar et al., 2006). Selain itu, dari **Gambar 2** diperoleh bahwa intensitas kristalinitas kitosan yang semakin besar dan menunjukkan bahwa kristal kitosan yang terbentuk semakin amorf.

Sintesis Nanosol TiO₂

Sintesis nanosol TiO₂ dilakukan dengan mengikuti prosedur sintesis sol-gel yang dimodifikasi (Vijayalakshmi dan Rajendran, 2012). Larutan Ti(OC₃H₇)₄ 98% (Sigma Aldrich) dicampurkan dengan 5 mL etanol absolut (Merck). Larutan yang dihasilkan kemudian dihidrolisis dengan HNO₃ 96% (Merck) sebelum dicampurkan dengan akuabides. Proses pencampuran dilakukan sambil diaduk dengan pengaduk magnetik (*magnetic stirrer*) hingga terbentuk nanosol TiO₂. Nanosol TiO₂ yang terbentuk dikalsinasi pada suhu 120°C selama 2 jam hingga diperoleh kristal TiO₂ berwarna putih.



Gambar 1. Perbandingan Mikrografi SEM Kitosan pada berbagai varian (a) Kitosan 0,3 %, (b) Kitosan 0,5 % dan (c) Kitosan 0,7 %



Gambar 2. Perbandingan Difraktogram XRD kitosan pada berbagai varian (a) kitosan 0,3 %, (b) kitosan 0,5 % dan (c) kitosan 0,7 %

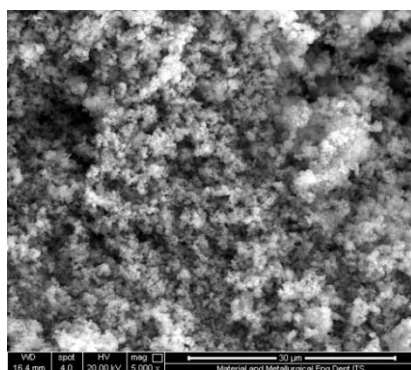
Gambar 3 menunjukkan hasil mikrograf SEM nanokristal TiO_2 yang tampak bahwa distribusi partikelnya tampak merata. Hal tersebut ditandai dengan morfologi partikelnya yang seragam berbentuk butiran walaupun masih terjadi agregasi. Bila ditinjau secara kuantitatif, diketahui bahwa ukuran partikel nanokristal TiO_2 yang dihasilkan rata-rata sebesar 475,2 nm.

Difraktogram XRD nanokristal TiO_2 pada **Gambar 4** menunjukkan puncak-puncak pada $2\theta = 24,5^\circ; 36,9^\circ; 37,6^\circ; 47,9^\circ; 70,0^\circ; \text{ dan } 74,8^\circ$. Puncak-puncak difraktogram XRD nanokristal TiO_2 tersebut memiliki indeks Miller berturut-turut 101, 103, 004, 200, 204, 220 dan 215 yang mengindikasikan fase anatase setelah dikorelasikan dengan data JCPDS No. 21-1272. Selain itu, juga muncul puncak-puncak pada $2\theta = 27,1^\circ; 36,0^\circ; 39,2^\circ; 41,2^\circ; 43,6^\circ; 55,1^\circ; 56,5^\circ; 62,8^\circ; 63,6^\circ; 69,0^\circ$ dan $74,1^\circ$ yang memiliki indeks Miller berturut-turut 110, 101, 200, 111,

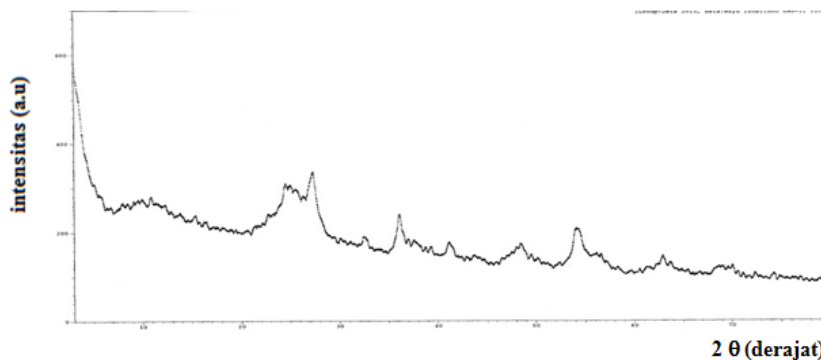
210, 211, 220, 002, 310, 301 dan 320 yang mengindikasikan fase rutil setelah dikorelasikan dengan data JCPDS No. 21-1276. Berdasarkan perhitungan dengan rumus Scherrer diperoleh data bahwa nanokristal TiO_2 yang dihasilkan memiliki ukuran kristal sebesar 18,2 nm.

Sintesis Komposit Chitosan/ TiO_2

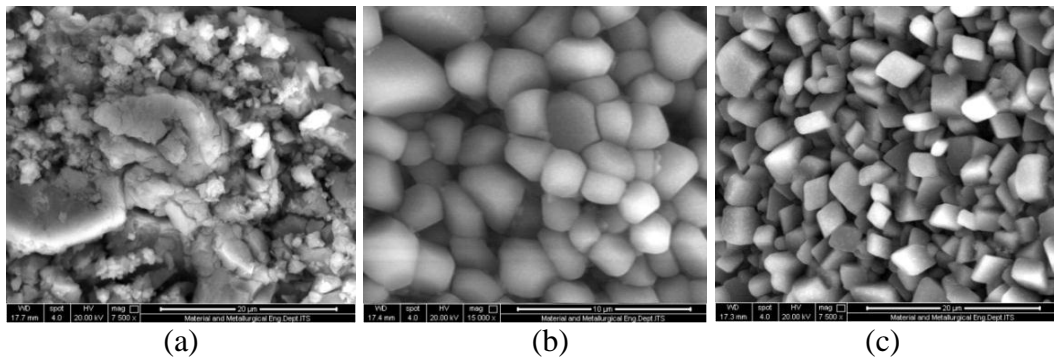
Komposit Chitosan/ TiO_2 disintesis dengan cara mencampurkan kitosan dengan nanosol TiO_2 dengan variasi perbandingan dan kondisi pencampuran dengan pengaduk magnetik hingga diperoleh suspensi komposit Chitosan/ TiO_2 . Secara umum, morfologi komposit Chitosan/ TiO_2 (**Gambar 5**) memiliki permukaan yang masih kasar dan tidak banyak terdapat agregasi antar partikelnya karena dominan berbentuk kubus yang berdiri sendiri serta ukuran yang cukup seragam menyebabkan distribusi partikelnya cukup homogen.



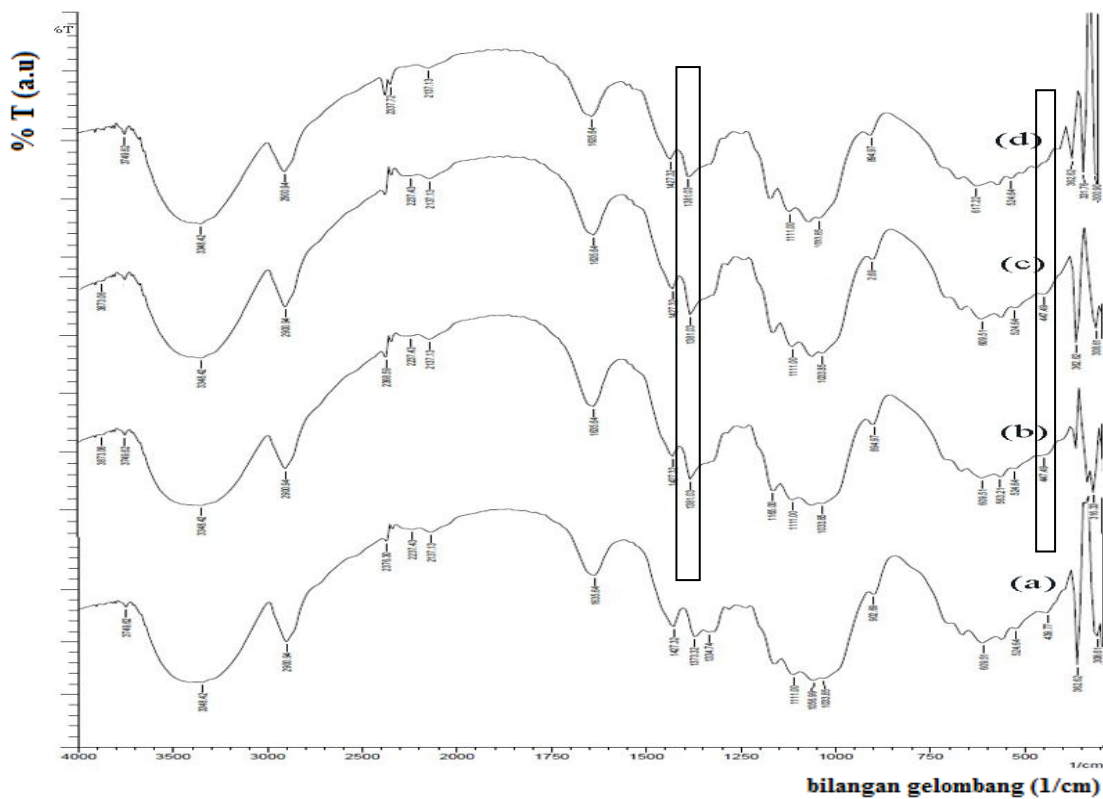
Gambar 3. SEM Nanosol TiO_2



Gambar 4. Difraktogram Nanosol TiO_2



Gambar 5. Perbandingan morfologi SEM komposit Chitosan/TiO₂ pada variasi penambahan Na-TPP (a). 0,3%; (b). 0,5% dan (c). 0,7%.



Gambar 6. Spektra FTIR Pelapisan Komposit Chitosan/TiO₂ a) kain kontrol b) pencelupan 2x c) pencelupan 4x, dan d) pencelupan 6x

Pelapisan Komposit Chitosan/TiO₂ pada Permukaan Kain Katun

Komposit Chitosan/TiO₂ yang dihasilkan selanjutnya dilapiskan pada permukaan substrat kain katun dengan metode pencelupan (*dip-coating*) menggunakan teknik *pad-dry-cure*. **Gambar 6** menampilkan spektra IR kain terlapisi komposit Chitosan/TiO₂.

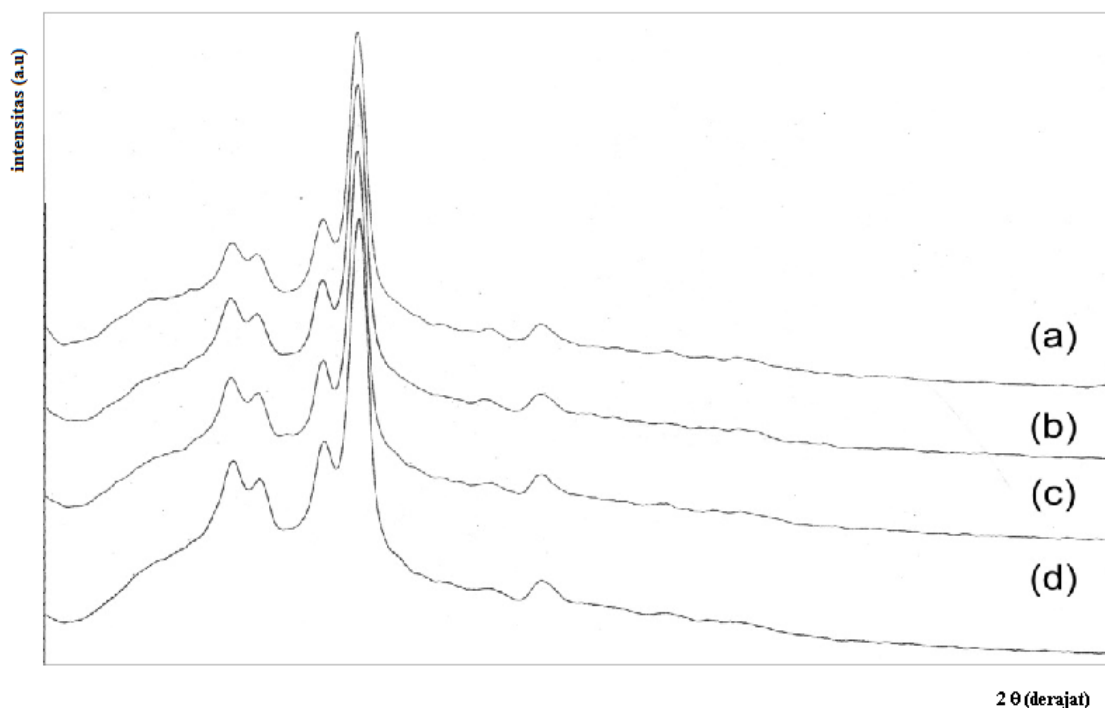
Berdasarkan **Gambar 6**, secara umum dari keempat spektra IR tersebut tidak terdapat perbedaan karena struktur kimia selulosa kain mirip dengan struktur

kimia kitosan. Oleh karena itu, bukti keberadaan kitosan dapat diketahui dari munculnya puncak-puncak baru yang tidak ada di spektra IR kain kontrol. Pada spektra IR kain terlapisi komposit Chitosan/TiO₂ dengan pencelupan 2, 4, dan 6 kali (**Gambar b, c, d**) muncul puncak pada bilangan gelombang 1381,03 cm⁻¹ yang menunjukkan deformasi CH₃ simetri dan tekuk CH (Dong, Xu, Wang, Wang, Wu, dan Ruan, 2001; Arias, Polo, Gao, Gilabert, Sanchez, Roether, Schubert, Virtanene, dan Boccaccinia, 2013), sedangkan pada kain kontrol

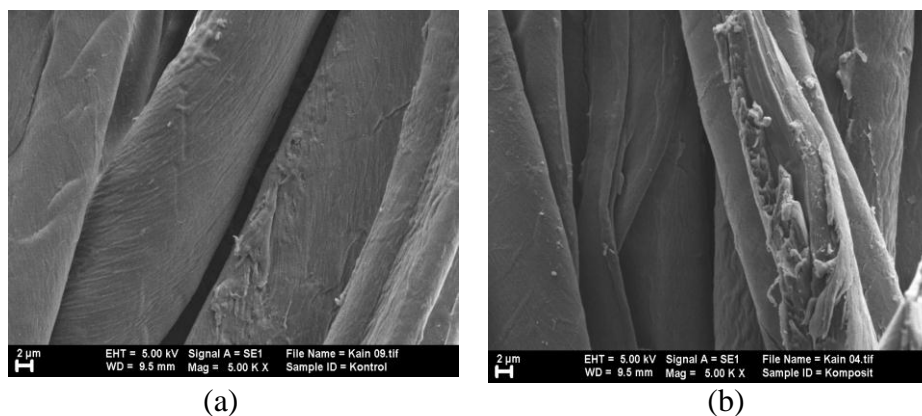
puncak tersebut tidak muncul. Hal ini menunjukkan kemungkinan keberadaan kitosan yang terlapiskan pada permukaan kain. Sedangkan keberadaan TiO_2 dapat diketahui dari munculnya puncak di bilangan gelombang $447,49 \text{ cm}^{-1}$ pada spektra IR kain terlapisi komposit Chitosan/ TiO_2 dengan pencelupan 2 dan 4 kali (**Gambar b dan c**), dan pada spektra IR kain terlapisi komposit Chitosan/ TiO_2 dengan pencelupan 6 kali (**Gambar d**) di bilangan gelombang $455,2 \text{ cm}^{-1}$ (Sunardi, Irawati dan Sybianti, 2012). Sementara pada spektra IR kain kontrol (**Gambar a**) puncak tersebut tidak terlihat. Puncak di bilangan gelombang $2900,94 \text{ cm}^{-1}$ menunjukkan vibrasi ulur C-H alifatik dan juga karakteristik gugus $-\text{OH}$ permukaan TiO_2 nanoparticle (Dong et al., 2001., Huang, Grumezescu, Chang, Yang, dan Wang, 2014). Tetapi naiknya intensitas puncak di $2900,94 \text{ cm}^{-1}$ pada spektra IR kain terlapisi komposit Chitosan/ TiO_2 dengan pencelupan 2, 4, dan 6 kali (**Gambar b,c,d**) dibandingkan spektra IR kain kontrol (**Gambar a**) mengindikasikan bahwa pada kain b, c,

dan d telah terlapisi TiO_2 (Huang et al., 2014).

Gambar 7 merupakan difraktogram XRD kain kontrol dan kain terlapisi komposit Chitosan/ TiO_2 . Berdasarkan **Gambar 7** tampak bahwa tidak ada perbedaan signifikan dari keempat difraktogram tersebut (difraktogram a, b, c, dan d). Hal ini menunjukkan bahwa kain b, c, dan d adalah sama dengan kain a, yang artinya komposit Chitosan/ TiO_2 tidak terlapiskan di permukaan kain. Seandainya terdapat komposit Chitosan/ TiO_2 pada permukaan kain, seharusnya akan muncul puncak sekitar di $2\theta = 10^\circ$ dan $2\theta = 20^\circ$ yang merupakan puncak karakteristik kitosan (Itoh, Yamaguchi, Shinomiyad, dan Tanaka, 2003; Cervera, Heinamaki, Rasanen, Maunu, Karjalainen, Acosta, Colarte, dan Yliruusi, 2004; Ogawa dan Yui, 1993., Twu, Chang, dan Ping, 2005; Trung, Thein-Han, Qui, Chuen-Howng, dan Stevens, 2006) dan sekitar di $2\theta = 25^\circ$, 38° dan 48° yang merupakan puncak karakteristik TiO_2 fase anatase (Fajriati, Mudasir, dan Wahyuni, 2014; Huang et al., 2014., Arias et al., 2013).



Gambar 7. Difraktogram XRD a) Kain kontrol, dan kain terlapisi komposit Chitosan/ TiO_2 b) Pencelupan 2x, c) Pencelupan 4x, dan d) Pencelupan 6x



Gambar 8. Hasil SEM (a) kain tanpa perlakuan dengan (b) kain yang dilapisi komposit Chitosan/TiO₂

Walaupun berdasarkan gambar difraktogram XRD tidak teridentifikasi keberadaan puncak-puncak karakteristik TiO₂, tetapi jika dilihat dari data asli XRD pada kain terlapisi komposit Chitosan/TiO₂ dengan variasi pencelupan 2x, 4x dan 6x (difraktogram b, c, dan d) terdapat intensitas di $2\theta = 25,94^\circ$, $2\theta = 25,04^\circ$ dan $2\theta = 25,26^\circ$ yang mengindikasikan keberadaan TiO₂ (Sunardi, Irawati, dan Sybianti, 2012).

Hal ini diduga kemungkinan memang ada komposit Chitosan/TiO₂ pada permukaan kain tetapi jumlahnya sangat sedikit sehingga hampir tidak teramati dari gambar difraktogram XRD. Tetapi dugaan ini masih sangat lemah sehingga perlu data-data pendukung lain untuk memperkuatnya, khususnya data pendukung kinerja fotokatalisis dari TiO₂.

Berdasarkan analisis visual dari gambar SEM (**Gambar 8**) terlihat ada perbedaan antara kain tanpa perlakuan dengan kain yang terlapisi komposit Chitosan/TiO₂. Secara umum, morfologi pada kain sebelum perlakuan, serat kain nampak halus dan lebih merata. Pola distribusi permukaan kain terlihat homogen. Hal ini menunjukkan bahwa pada saat proses pencucian dengan alkohol teknis cukup efektif. Proses pencucian kain melalui proses ultrasonifikasi bertujuan untuk membersihkan kain dari kotoran-kotoran atau debu yang menempel pada permukaan kain.

Sedangkan pada kain yang dilapisi komposit Chitosan/TiO₂ nampak jelas terlihat bahwa kain terlihat kasar dan tidak merata. Hal ini dikarenakan rusaknya permukaan kain akibat dari proses pelapisan yang disebabkan oleh komposit Chitosan/TiO₂. Kain juga nampak lebih kasar jika dibandingkan dengan kain kontrol. Permukaan yang kasar diakibatkan adanya interaksi antara serat kain dengan kitosan dan nano TiO₂. Permukaan yang kasar dan *particle size* yang besar memungkinkan adanya daya penyerapan bahan-bahan kimia dan juga interaksi antara serat kain dengan matrix kitosan dan juga TiO₂.

Pada kain terlapisi komposit Chitosan/TiO₂ secara visual terlihat lebih kaku. Pada proses pelapisan komposit, larutan komposit Chitosan/TiO₂ yang digunakan adalah perbandingan kitosan dengan nanosol TiO₂ yaitu sebesar 6:4 dalam keadaan sol. Kepekatan larutan mempengaruhi pelapisan kain sehingga kain disaat setelah tahap proses *drying* dengan dipanaskan pada suhu 80° C tampak lebih kaku. Sehingga berpengaruh pada hasil karakterisasi karena ukuran partikelnya masih terlalu besar. Selain itu *particle size* pada permukaan kain juga mempengaruhi adanya rongga pada sisi kain. Rongga pada kain sebelum perlakuan tampak lebih besar sedangkan rongga pada kain terlapisi komposit sedikit tertutup. Hal ini dapat dijadikan acuan untuk penelitian selanjutnya agar dapat memberikan inovasi agar kondisi

kain yang kaku setelah terlapisi komposit dapat berkurang sehingga menghasilkan hasil yang lebih optimal.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis spektra spektrofotometer FTIR, difraktogram XRD dan gambar SEM disimpulkan bahwa komposit Chitosan/TiO₂ diduga telah dapat dilapiskan pada permukaan tekstil tetapi dugaan tersebut masih sangat lemah dan perlu diuji kebenarannya dengan uji kinerja dari komposit Chitosan/TiO₂.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada Rektor Universitas Sebelas Maret Surakarta yang telah mendanai penelitian ini melalui skim Hibah Penelitian Madya dana DIPA BOPTN UNS 2013 dan skim Hibah Penelitian Unggulan Fakultas dana DIPA PNBPN UNS 2014.

DAFTAR PUSTAKA

- Arias, L.C., Polo, S.C., Gao, H., Gilabert, J., Sanchez, E., Roether, J. A., Schubert, D. W., Virtanene, S., Boccaccinia, A.R. (2013). Electrophoretic Deposition of Nanostructured-TiO₂/chitosan Composite Coating on Stainless Steel, *RSC Advances.*, 3,11247-11254.
- Blaker, J.J., Nazhat, S.N. and Boccaccini, A.R. (2004). Development and Characterisation of Silver-doped Bioactive Glass-coated Sutures for Tissue Engineering and Wound Healing Applications, *Biomaterial*, 25, 1319-1329.
- Bhumkar, D. R. and Pokharkar, V. B. (2006). Studies on Effect of pH on Cross-linking of Chitosan With Sodium Tripolyphosphate: A Technical Note, *AAPS PharmSciTech* 2006; 7(2), E1-E6.
- Cervera, M. F., Heinamaki, J., Rasanen, M., Maunu, S. L., Karjalainen, M., Acosta, O. M. N., Colarte, A. I. and Yliruusi, J.(2004). Solid-state Characterisation of Chitosans Derived from Lobster Chitin, *Carbohydrate Polymers*, 58, 401-408.
- Dong, Y., Xu, C., Wang, J., Wang, M., Wu, Y., Ruan, Y. (2001). Determination of Degree of Substitution for N-Acylated Chitosan Using IR Spectra, *Science in China Series B: Chemistry*,44(2), 216-224.
- Fajriati, I., Mudasir, Wahyuni, E. T. (2014). Photocatalytic Decolorization Study of Methyl Orange by TiO₂-Chitosan Nanocomposites, *Indonesian Journal of Chemistry*, 14(2), 209-218.
- Goetzendorf-Grabowska, B., Krolikowska, H., Bak, P., Gadzinowski, M., Brycki, B. and Scwajca, A. (2008). Triclosan Encapsulated in Poli(L,L-lactide) as a Carrier of Antibacterial Properties of Textiles, *Fibres & Textiles in Eastern Europe*,16 (3), 102-107.
- Gupta, K. K., Jassal, M. and Agrawal, A. K. (2008). Sol-gel Derived Titanium Dioxide Finishing of Cotton Fabric For Self Cleaning, *Indian Journal of Fibre &Textile Research*, 33,443-450.
- Huang, K., Grumezescu, A. M., Chang, C., Yang, C., Wang, C. (2014). Immobilization and Stabilization of TiO₂ Nanoparticles in Alkaline-Solidificated Chitosan Sphere Without Cross-linking Agent, *International Journal of Latest Research in Sciences and Technology*, 3(2), 174-178.
- Itoh, S., Yamaguchi,I., Shinomiyad, K. and Tanaka, J. (2003). Development of the chitosan tube prepared from crab tendon for nerve regeneration, *Science and Technology of Advanced Materials*, 4, 261–268.
- Lam, T. D., Hoang V. D., and Lien, L. N. (2004). *Synthesis and*

- Characterization of Chitosan Nanoparticles Used as Drug Carrier*, research report, Faculty of Chemical Technology, Hanoi University of Technology.
- Ogawa, K. and Yui, T. (1993). Crystallinity of Partially N-acetylated Chitosan, *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*, 57(9), 1466-1469.
- Takai, K., Ohtsuka, T., Senda, Y., Nakao, M., Yamamoto, K., Matsuoka, J., and Hirai, Y. (2002). Antibacterial Properties of Antimicrobial Finished Textile Products, *Microbiology and Immunology*, 46 (2), 75-81.
- Trung, T. S., Thein-Han, W. W., Qui, N. T., Chuen-How ng, Stevens, W. F. (2006). Functional Characteristic of Shrimp Chitosan and Its Membranes as Affected by The degree of deacetylation, *Bioresource Technology*, 97, 659-663.
- Twu, Y., Chang, I., Ping, C.(2005). Preparation of Novel Chitosan scaffolds by Electrochemical Process, *Carbohydrate Polymers*, 62, 113-119.
- Saputro, A. N. C.(2009). *Pengaruh Metode Preparasi Kitosan Terhadap Sifat Kitosan dan Aplikasinya Sebagai Bahan Antibakteri pada Kain Katun*, Tesis, Yogyakarta : Program Pascasarjana Ilmu Kimia FMIPA UGM.
- Saputro, A.N.C., Nurhayati, N.D., Mulyani, B. (2013). *Pembuatan Komposit Lapis Tipis Multilayer/Katalis Berbasis Nano-sized Chitosan/TiO₂ Untuk Aplikasi Antibakteri Plus Sel Cleaning pada Tekstil*, Laporan Penelitian, LPPM Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Sunardi, Irawati,U., Sybianti, N.R. (2012). Sintesis dan Karakterisasi Komposit Kaolin-TiO₂ Sebagai Fotokatalis untuk Degradasi Zat Warna Rhodamine B, *Sains dan Terapan Kimia*, 6 (2), 118 – 129.
- Vijayalakshmi, R and Rajendran, V. (2012). Synthesis and Characterization of Nano-TiO₂ via Different Methods, *Archives of Applied Science Research*, 4(2), 1183-1190.
- Wong, Y. W. H., Yuen, C. W. M., Leung, M. Y. S., Ku, S. K. A. and Lam, H. L. I. (2006). Selected Applications of Nanotechnology in Textiles. *AUTEX Research Journal*, 6 (1), 1-8.