SINTESIS PARTIKEL NANO TITANIUM DIOKSIDA PADA KAIN KATUN DAN APLIKASINYA SEBAGAI MATERIAL *SELF-CLEANING*

Diana Rakhmawaty Eddy*, Mastuti Widi Lestari, Iwan Hastiawan, Atiek Rostika Noviyanti

Departemen Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Padjadjaran, Jln. Raya Bandung- Sumedang km. 21 Jatinangor, Sumedang 43563
**Alamat Korespondensi*: diana.rahmawati@unpad.ac.id

Abstrak: Katun merupakan salah satu serat alami yang sering digunakan sebagai bahan pakaian. Namun sebagian besar orang-orang sangat sibuk dengan pekerjaan dan tidak mempunyai waktu untuk membersihkan pakaiannya sehari-hari. Maka dari itu perlu dilakukan pengembangan sifat kain katun yang dapat mendekomposisi sendiri kotoran yang mengenainya, atau *self-cleaning*. Partikel nano TiO_2 dengan sifat fotokatalitiknya mampu memberikan sifat *self-cleaning* pada kain katun. Sintesis partikel nano TiO_2 pada kain katun dilakukan dengan metode sonokimia. Titanium Tetraisopropoksida (TTIP) digunakan sebagai prekursor partikel nano TiO_2. Dalam penelitian ini dilakukan variasi konsentrasi TTIP dengan cara memvariasikan volume penambahan TTIP (0,1; 1; 2; 3,1; dan 4,2 mL) untuk mengetahui pengaruhnya terhadap pengembanan partikel nano TiO_2 pada kain katun dan aktivitas *self-cleaning*-nya. Katun-TiO_2 terbukti mempunyai aktivitas *self-cleaning* yang dapat menghilangkan sendiri noda Rhodamin B baik dengan bantuan sinar matahari maupun lampu UV. Katun-TiO_2 2 (volume TTIP 2 mL) mempunyai aktivitas menurunkan konsentrasi larutan Rhodamin B terbaik, yaitu sebesar 96,932% pada lampu UV dan 32,890% pada tempat gelap. Sedangkan kain katun blanko hanya menurunkan konsentrasi larutan Rhodamin B sebesar 8,647% pada radiasi lampu UV dan 2,800% pada tempat gelap. Berdasarkan analisis SEM diketahui bahwa partikel nano telah terdistribusi pada permukaan kain katun walaupun masih terdapat agregrat di beberapa bagian. Analisis XRD menunjukkan bahwa partikel nano TiO_2 baik yang terbentuk pada kain katun maupun dalam bentuk padatan mempunyai fase anatase dengan ukuran kristal 14,05 nm.

Kata kunci: partikel nano TiO_2, sonokimia, tekstil, katun, *self-cleaning*, fotokatalitik

***Abstract*:** *Cotton is a natural fiber that often used as a clothing material. Yet most people are so busy with work and do not have time to clean clothes everyday. Thus it is necessary for developing cotton fabric's properties that can decompose its own dirt, or named "self-cleaning". TiO_2 nanoparticles with photocatalytic properties are able to provide "self-cleaning" on cotton fabrics. TiO_2 nanoparticles on cotton fabrics were synthesized using sonochemical method. Titanium Tetraisopropoxide (TTIP) is used as a precursor of TiO_2 nanoparticles. In this research, varying volume of TTIP additions (0.1; 1; 2; 3.1; and 4.2 mL) to determine its impact on developing of TiO_2 nanoparticles on cotton fabric and the activity of self-cleaning. Cotton-TiO_2 have self-cleaning activity which can remove Rhodamine B stain and fade ink stain under radiation both sunlight and UV lamp. Cotton-TiO_2 2 (TTIP volume: 2 mL) has an activity lowering the concentration Rhodamine B solution, which amounted to 96.932% of the UV lamp and 32.890% in the dark place. While cotton blank just lowering concentration of 8.647% Rhodamine B under radiation UV lamp and 2,800% in the dark place. Based on SEM analysis is known that nanoparticles have been distributed on the surface of cotton cloth although still have aggregate. XRD analysis showed that both TiO_2 nanoparticle formed in cotton cloth and solid as anatase phase and has a crystal size 14.05 nm.*

Keywords: *TiO_2 nanoparticles, sonochemical, textile, cotton, self-cleaning, photocatalytic*

PENDAHULUAN

Katun merupakan salah satu serat alami yang sering digunakan sebagai bahan pakaian. Kain katun mempunyai karakteristik yang baik untuk pakaian karena dapat diregenasi, biodegradabel, lembut, nyaman, hangat, dan higroskopis. Namun, sebagian besar orang-orang sangat sibuk dengan pekerjaan dan tidak mempunyai waktu untuk membersihkan pakaiannya sehari-hari. Pencucian dan produk disinfektan mengandung bahan kimia, seperti agen *bleaching* dan alkohol. Kontak pada bahan kimia tersebut dapat membahayakan kesehatan dan hanya dapat membersihkan dalam jangka pendek.

Pengembangan sifat tekstil dibutuhkan untuk mengatasi masalah di atas. Tekstil diharapkan dapat mendekomposisi sendiri kotoran yang mengenainya. Sifat ini dinamakan *"self-cleaning"*. Sifat *self-cleaning* pada permukaan tekstil bekerja saat permukaan mendapat radiasi sinar ultraviolet (UV) sehingga terjadi reaksi fotokatalitik. Reaksi fotokatalitik ini melibatkan foton dari cahaya yang menyerang permukaan material *self-cleaning*, dan menyebabkan terbentuknya radikal superoksida ($\bullet O_2$) dan/atau hidroksil ($\bullet OH$). Radikal ini akan menyerang spesies organik yang teradsorpsi pada permukaan dan mendegradasinya. Partikel nano TiO_2 mempunyai sifat fotokatalitik sehingga dapat memberikan sifat *self-cleaning* pada tekstil.

Pengembangan metode sintesis partikel nano TiO_2 sangat diperlukan untuk mengendalikan fase kristal, ukuran, dan morfologi nanokristal TiO_2. Beberapa metode telah digunakan untuk preparasi partikel nano TiO_2, seperti co-presipitasi, sol-gel, *electrospinning*, hidrotermal, dan sonokimia. Pengontrolan struktur kristal, ukuran, dan morfologi partikel nano TiO_2 dapat dilakukan dengan metode sonokimia. Metode sonokimia merupakan metode sintesis partikel nano dengan memanfaatkan gelombang ultrasonik. Keuntungan metode sonokimia untuk sintesis partikel nano logam oksida antara lain distribusi ukuran partikel yang seragam, luas permukaan yang besar, waktu reaksi yang cepat, dan meningkatkan kemurnian fase. Dalam sintesis partikel nano, metode sonokimia dipengaruhi oleh suhu sonikasi, lama radiasi, komposisi larutan (misalnya perbandingan mol air, alkohol, dan prekursor), pH larutan, dan jenis agen pendispersi.

Penelitian ini bertujuan untuk menyintesis partikel nano TiO_2 pada kain katun menggunakan metode sonokimia. Variasi konsentrasi prekursor dilakukan untuk mengetahui massa optimum partikel nano TiO_2 yang teremban pada kain katun, dan pengaruhnya terhadap aktivitas *self-cleaning*. Titanium Tetraisopropoksida (TTIP) dipilih sebagai prekursor TiO_2. Variasi konsentrasi TTIP dilakukan dengan memvariasikan volume TTIP, yaitu 0,1; 1; 2; 3,1; 4,2 mL. Selain itu, dilakukan pembandingan aktivitas *self-cleaning* pada radiasi terkontrol (lampu UV) dan sinar matahari.

BAHAN DAN METODE

Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi peralatan gelas, buret dan klem, *magnetic stirrer hotplate* (Heidolph, D91126 MR-Hei Standart), neraca analitis (Mettler Toledo, AB164-S), oven (Carbolite S30 2RR, PN 60), alat ultrasonikasi (S 60 H Elmasonic), seperangkat alat uji fotokatalitik dilengkapi lampu UV (Philips HPL-N125W), *Centrifuge* (Beckman TJ-6 *with* TJ-R Refrigeration Unit), Spektrofotometer UV-Vis (Thermo Scientific, Genesys 10S), XRD (PANalytical X'Pert High Score), dan SEM-EDS (Tabletop TM 3000, Hitachi).

Bahan kimia yang digunakan adalah kain katun 100% berwarna putih, Titanium Tetraisopropoksida (TTIP) 97% (Sigma-Aldrich), Asam Asetat Glasial (Merck), Etanol 96% (Merck), Aqua bidestilasi, Zat Warna Rodhamin B (RB), dan detergen non-ionik dengan bahan aktif alkohol etoksilat 12% (Cussons baby *Stain Remover*).

Pencucian kain katun

Pencucian kain katun diadopsi dari prosedur yang telah dilakukan oleh Sadr & Montazer (2014). Kain katun ukuran 5x5 cm^2 sebanyak empat lembar dicuci dalam larutan deterjen non-ionik dengan komposisi 2 mL deterjen dan 40 mL aquades. Kain katun dicuci pada suhu 60^oC selama 15 menit. Kain katun dibilas dengan aquabides kemudian dikeringkan pada suhu 70^oC selama 1 jam. Kain katun yang telah bersih dan kering ditimbang untuk mengetahui berat awal sebelum penambahan partikel nano TiO_2.

Sintesis partikel nano TiO2 pada kain katun menggunakan metode sonokimia

Pada sintesis ini, 50 mL aquabides dicampur dengan 0,2 mL asam asetat glasial, sambil diaduk pada *magnetic-stirrer* selama 5 menit. Sepotong kain katun 5x5 cm^2 dibenamkan dalam larutan dan disonikasi pada *bath* ultrasonik selama 5 menit. Campuran TTIP (dengan variasi volume 0,1 mL; 1 mL; 2 mL; 3,1 mL; dan 4,2 mL) dan 5 mL etanol ditambahkan dengan cara tetes demi tetes ke dalam larutan kerja selama sonikasi. Campuran disonikasi selama 4 jam dan ketika suhu mencapai 75^oC, dipertahankan sampai akhir reaksi. Kain katun didiamkan selama 24 jam dalam kondisi ambien. Kemudian kain katun dibilas dengan aquabides dan dikeringkan pada suhu 70^oC selama 1 jam. Untuk mendapatkan serbuk TiO_2, campuran yang dihasilkan (tanpa kain katun) disentrifugasi selama 20 menit (7500 rpm) untuk mengendapkan serbuk TiO_2. Hasil serbuk dicuci dengan aquabides dan dikeringkan pada suhu 70^oC selama 18 jam.

Pengujian sifat self-cleaning Katun-TiO_2

Pengujian sifat self-cleaning Katun-TiO_2 terhadap noda RB pada sinar matahari

Pengujian sifat *self-cleaning* dilakukan dengan membandingkan perbedaan warna noda RB 0,001 % pada kain katun terlapis TiO_2 dan tidak terlapis TiO_2 (blanko). Lima sampel Katun-TiO_2 (dengan volume TTIP 0,1; 1; 2; 3,1; 4,2) dan katun blanko masing-masing diberi setetes RB pada permukaan dengan cara: RB diteteskan ke permukaan kain menggunakan buret pada ketinggian 1 cm di atas kain. Sampel bernoda RB dikeringkan pada suhu kamar dan diradiasikan sinar matahari selama 5 jam.

Pengujian sifat self-cleaning Katun-TiO_2 terhadap noda RB pada sinar lampu UV

Lima sampel Katun-TiO_2 (dengan volume TTIP 0,1; 1; 2; 3,1; 4,2) dan katun blanko masing-masing diberi setetes RB 0,001% pada permukaan dengan cara: RB diteteskan ke permukaan kain menggunakan buret pada ketinggian 1 cm di atas kain. Sampel bernoda RB dikeringkan pada suhu kamar dan diradiasikan lampu UV selama 5 jam.

Pengujian fotodegradasi Katun-TiO_2 terhadap larutan RB pada sinar lampu UV

Lima sampel katun-TiO_2 (dengan volume TTIP 0,1; 1; 2; 3,1; 4,2) dan katun blanko berukuran 2,5 x 2,5 cm^2 masing-masing dimasukkan ke dalam tabung reaksi yang berisi 25 mL larutan RB 0,001%. Campuran tersebut diradiasikan lampu UV selama 5 jam disertai pengadukan. Masing-masing campuran disaring dan diuji absorbansinya menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Perhitungan persen fotodegradasi dilakukan dengan membandingkan

absorbansi larutan RB yang diradiasikan lampu UV dan tanpa cahaya (gelap).

Karakterisasi partikel nano TiO_2 dan kain terlapis partikel nano TiO_2

Morfologi sampel kain dilihat dengan menggunakan *Scanning Electron Microscope* (SEM). Komposisi elemen yang terdapat pada sampel kain diteliti dengan *Energy Dispersive X-ray Spectroscopy* (EDS). *X-Ray Diffraction* (XRD) digunakan untuk mengidentifikasi fase kristal dan struktur yang terbentuk. Pola XRD yang didapat dicocokkan dengan pola standar pada *International Crystal Structure Database* (ICSD). Ukuran kristal TiO_2 dihitung menggunakan persamaan Scherrer:

$$D = \frac{K\,\lambda}{B\cos\theta_B}$$

dimana D adalah ukuran (diameter) kristalin, λ adalah panjang gelombang sinar-x yang digunakan, θ_B adalah sudut Bragg, B adalah FWHM satu puncak yang dipilih dan K adalah konstanta material yang nilainya kurang dari satu. Nilai yang umum dipakai untuk K≈0,9.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sintesis Partikel nano TiO_2 Pada Kain Katun Menggunakan Metode Sonokimia

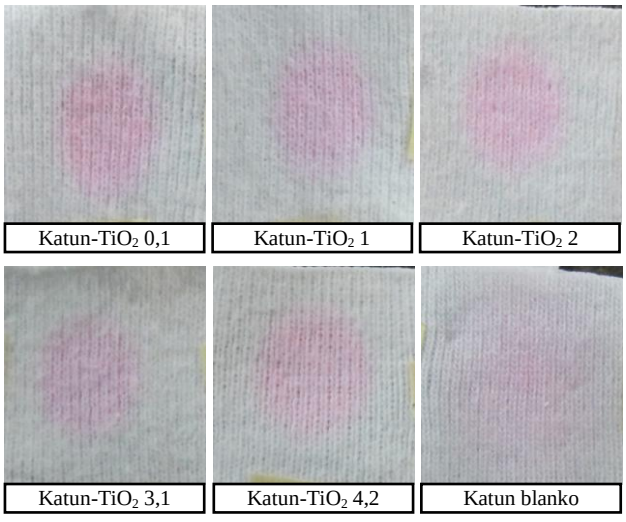
TiO_2 yang teremban pada kain katun merupakan selisih dari massa kain katun sebelum dan setelah proses sintesis. Data massa TiO_2 pada katun-TiO_2 ditunjukkan pada Tabel 1.

Partikel nano TiO_2 diembankan pada kain katun menggunakan radiasi ultrasonik. Sintesis partikel nano TiO_2 dimulai dengan mencampurkan akuabides sebagai penghidrolisis, dan asam asetat glasial sebagai agen pendispersi. Sonikasi larutan asam asetat dan kain katun bertujuan untuk memudahkan adsorpsi partikel nano TiO_2 pada kain katun. Agen pendispersi berguna agar partikel nano TiO_2 yang terbentuk terdispersi sempurna dan stabil pada kain katun. Prekursor TTIP dilarutkan terlebih dahulu menggunakan etanol untuk mengurangi kereaktifan TTIP terhadap air pada saat proses hidrolisis.

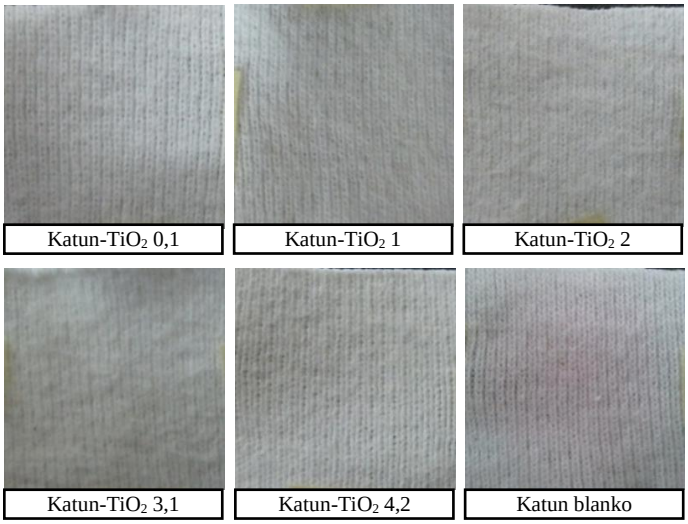
Konsentrasi TTIP yang ditambahkan berpengaruh terhadap massa partikel nano TiO_2 yang teremban pada kain katun. Semakin besar konsentrasi TTIP semakin besar pula massa TiO_2 yang teremban pada kain katun. Berdasarkan Tabel 4.1, terdapat massa TiO_2 maksimum yang teremban pada kain katun. Kain katun yang ditambah TTIP sebanyak 3,1 mL memiliki massa TiO_2 yang paling banyak diantara variasi volume yang lain. Hal ini menunjukkan, apabila permukaan kain katun sudah jenuh mengikat partikel TiO_2, maka partikel TiO_2 yang lain tidak akan terikat dan kemudian lepas dalam bentuk padatan TiO_2.

Tabel 1. Massa TiO_2 pada katun-TiO_2

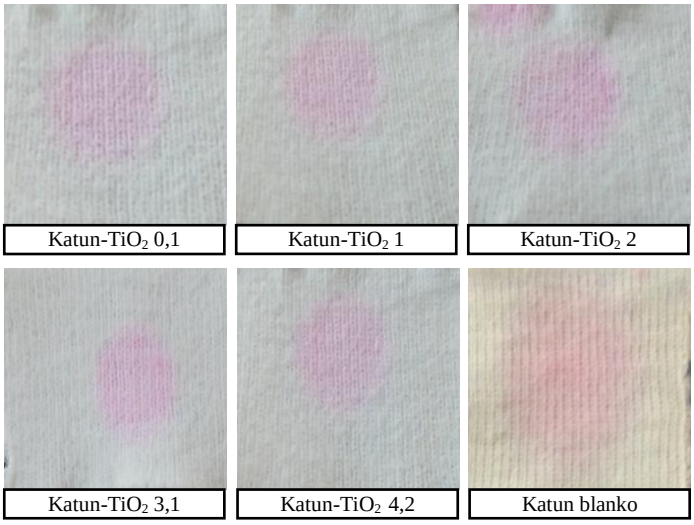
Volume TTIP (mL)	Massa kain katun bersih (g)	Massa katun-TiO_2 (g)	Massa TiO_2 pada kain katun (g)
0,1	0,497	0,529	0,032
1	0,513	0,620	0,107
2	0,519	0,633	0,114
3,1	0,520	0,667	0,147
4,2	0,514	0,626	0,112



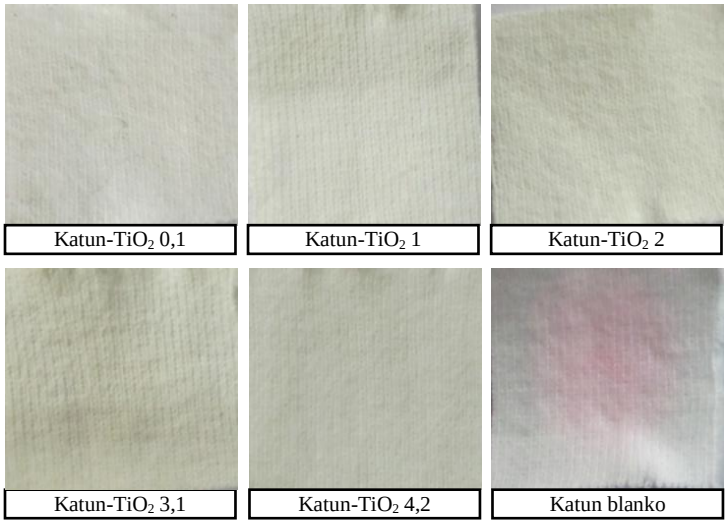
Gambar 1. Katun-TiO2 noda RB sebelum diradiasikan sinar matahari



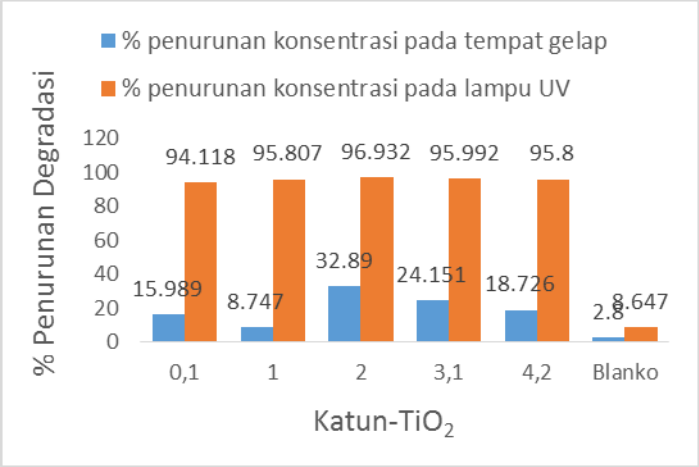
Gambar 2. Katun-TiO_2 noda RB setelah diradiasikan sinar matahari



Gambar 3. Katun-TiO_2 noda RB sebelum diradiasi lampu UV



Gambar 4. Katun-TiO_2 noda RB setelah diradiasi lampu UV



Gambar 5. Persen penurunan konsentrasi larutan RB oleh katun-TiO_2

Pengujian Sifat *Self-Cleaning* Katun-TiO_2 Terhadap Noda Rhodamin B (RB) Pada Sinar Matahari

Berdasarkan Gambar 1 dan Gambar 2, katun-TiO_2 mampu untuk menghilangkan noda RB yang diteteskan pada permukaan dengan bantuan sinar matahari. Katun-TiO_2 dengan massa TiO_2 terkecil, yaitu Katun-TiO_2 0,1, mampu untuk menghilangkan noda RB dalam 5 jam. Pada katun blanko terlihat bahwa adanya pemudaran warna pada noda RB.

Hal ini menunjukkan bahwa radiasi sinar matahari dapat memudarkan noda RB namun tidak menghilangkannya dalam waktu 5 jam.

Pengujian Sifat *Self-Cleaning* Katun-TiO_2 Terhadap Noda RB Pada Sinar Lampu UV

Katun-TiO_2 mampu menghilangkan noda RB dengan bantuan radiasi lampu UV. Noda RB pada katun blanko menunjukkan pemudaran warna dari sebelum dan sesudah radiasi lampu UV. Hal ini menunjukkan bahwa radiasi lampu UV mampu untuk memudarkan noda RB namun tidak menghilangkannya dalam waktu 5 jam. Katun-TiO_2 terbukti mempunyai sifat *self-cleaning* noda RB baik pada radiasi sinar matahari dan lampu UV.

Permukaan serat katun yang terlapis partikel nano TiO_2 bersifat hidrofobik apabila baru saja dipreparasi. Hal ini menyebabkan noda yang mengenai permukaan katun-TiO_2 mempunyai wilayah penyebaran yang lebih sempit dan warna noda yang lebih intens dibandingkan pada kain katun blanko (Qi et al. 2006).

Gambar 3 dan Gambar 4 menunjukkan noda Rhodamin B merata lebih luas pada kain katun blanko. Hal ini disebabkan kain katun blanko lebih bersifat hidrofilik dibandingkan dengan katun-TiO_2.

Pengujian Fotodegradasi Katun-TiO_2 terhadap Larutan RB pada Radiasi Lampu UV

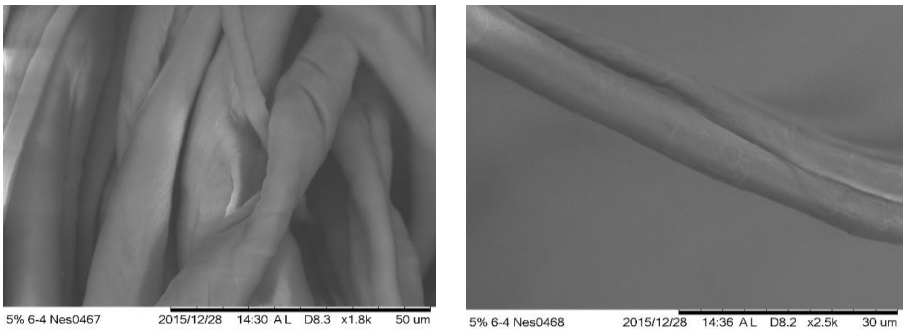
Pengujian fotodegradasi katun-TiO_2 terhadap larutan RB dilakukan untuk mengetahui persen RB terdegradasi karena kehadiran TiO_2 pada kain katun. Persen degradasi RB dihitung berdasarkan selisih persen penurunan konsentrasi larutan RB yang disinari lampu UV dan tanpa dikenai cahaya (gelap). Pengujian pada tempat gelap dilakukan untuk mengetahui aktifitas adsorpsi katun-TiO_2. Persen penurunan konsentrasi diperoleh melalui persamaan sebagai berikut:

$$\%\ penurunan\ konsentrasi = \frac{(Abs_{awal} - Abs_{akhir})}{Abs_{awal}}.100\%$$

Abs_{awal} adalah absorbansi awal larutan RB sebelum proses fotodegradasi. Abs_{akhir} adalah absorbansi larutan RB setelah proses degradasi. Gambar 5 menunjukkan diagram persen penurunan konsentrasi RB oleh katun-TiO_2.

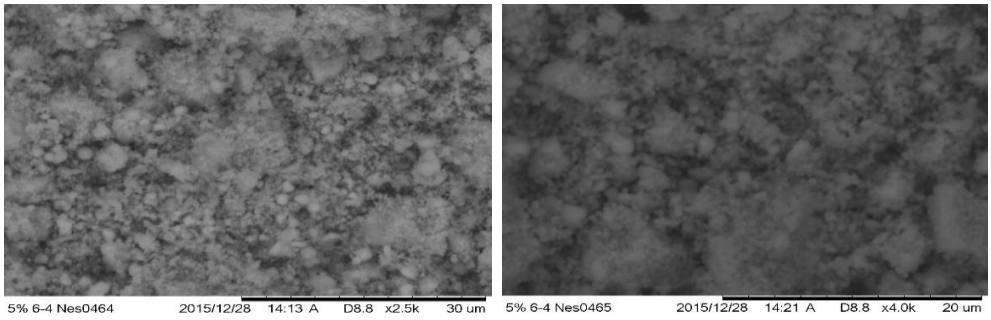
Pada Gambar 5, ditunjukkan adanya selisih antara penurunan konsentrasi pada radiasi lampu UV dan tempat gelap. Artinya, katun-TiO_2 yang disintesis memiliki aktivitas sebagai pendegradasi larutan RB. Pada blanko terlihat bahwa adanya penurunan konsentrasi larutan RB pada tempat gelap. Hal ini menunjukkan bahwa kain katun memiliki aktivitas adsorpsi namun relatif rendah. Selain itu, pada blanko juga terlihat bahwa ada selisih antara persen penurunan konsentrasi pada radiasi lampu UV dan tempat gelap. Hal ini menunjukkan bahwa radiasi lampu UV dapat mendegradasi larutan RB, namun aktivitasnya rendah apabila tidak didukung oleh fotokatalis seperti TiO_2.

Katun-TiO_2 yang mempunyai massa TiO_2 paling besar (katun-TiO_2 3,1) diharapkan mempunyai aktivitas fotodegradasi paling besar untuk larutan RB. Namun, pada Gambar 5, persen degradasi yang tidak linier berdasarkan banyaknya massa TiO_2 pada kain katun. Hal ini dikarenakan distribusi partikel TiO_2 yang tidak merata pada kain katun. Pada saat sintesis katun-TiO_2, kain katun berukuran 5 x 5 cm^2. Ketika katun-TiO_2 akan digunakan untuk pengujian fotodegradasi larutan RB, katun-TiO_2 dipotong menjadi 2,5 x 2,5 cm^2. Massa TiO_2 yang terdapat pada potongan tersebut kemungkinan berbeda pada potongan bagian lain dalam satu kain. Selain itu, proses pemotongan juga berpengaruh terhadap



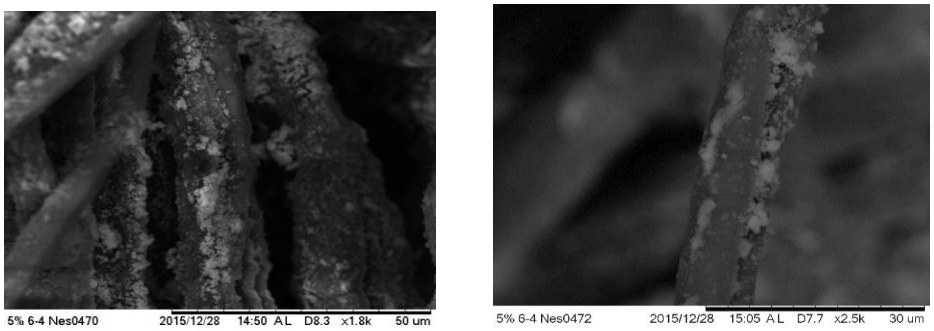
(a) (b)

Gambar 6. Morfologi partikel nano TiO_2 pada perbesaran (a) 2.500 kali (b) 4000 kali



(a) (b)

Gambar 7. Morfologi kain katun blanko pada perbesaran (a) 1800 kali (b) 2500 kali



(a) (b)

Gambar 8. Morfologi katun-TiO_2 pada perbesaran (a) 1800 kali (b) 2500 kali

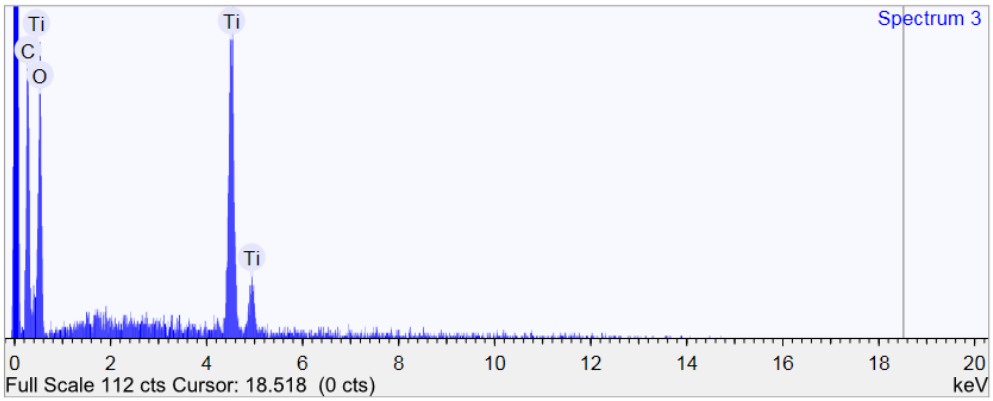
berkurangnya massa TiO_2 pada kain katun karena adanya tekanan fisik.

Karakterisasi partikel nano TiO_2 dan kain terlapis partikel nano TiO_2

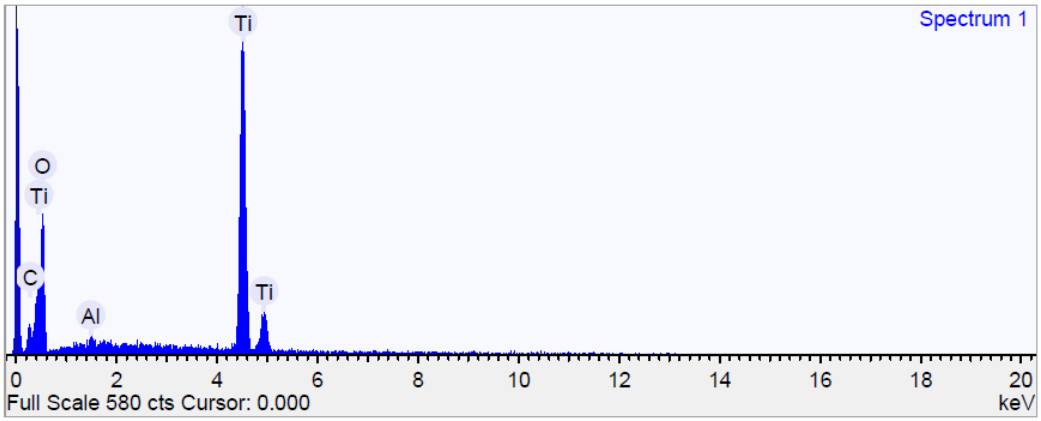
Penentuan morfologi partikel nano TiO_2 dan katun-TiO_2 menggunakan SEM dan komposisinya menggunakan EDS. Hasil karakterisasi partikel nano TiO_2 menggunakan SEM ditunjukkan pada Gambar 6.

Pada Gambar 6, morfologi partikel nano TiO_2 terlihat tidak merata. Hal ini disebabkan adanya serabut-serabut selulosa dari kain katun yang lepas karena proses sintesis. Morfologi katun-TiO_2 dilihat dengan membandingkan morfologi kain katun blanko. Gambar 7 menunjukkan morfologi kain katun blanko, sedangkan Gambar 8 menunjukkan morfologi katun-TiO_2.

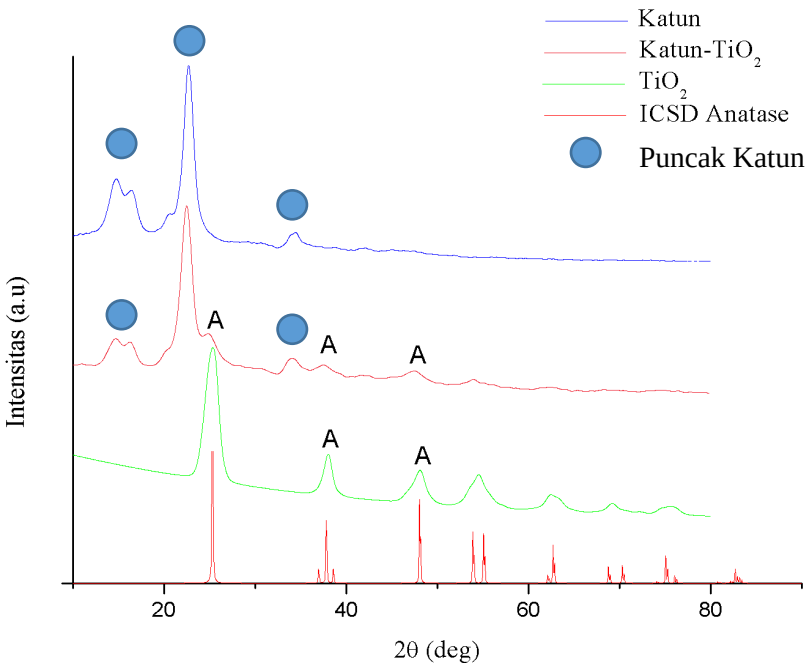
Pada Gambar 7 dan Gambar 8 terlihat perbedaan antara kain katun sebelum dan setelah ditambah partikel nano TiO_2. Permukaan kain katun sebelum ditambah TiO_2 terlihat polos dan bersih. Pada Gambar 8 menunjukkan bahwa kain katun telah terlapisi TiO_2. Lapisan TiO_2 pada kain katun berupa lapisan padat namun belum homogen karena adanya agregasi di beberapa bagian. Wu et al. (2009) dalam Sadr and Montazer (2014) menyatakan bahwa partikel nano TiO_2 yang terdeposisi pada permukaan serat katun yang kasar cenderung sukar membentuk



Gambar 9. Spektrum EDS komposisi Katun-TiO_2



Gambar 10. Spektrum EDS komposisi partikel nano TiO_2



Gambar 11. Difraktogram XRD untuk katun blanko, katun-TiO_2 dan TiO_2

lapisan yang homogen. Agregrasi partikel nano TiO_2 lebih mudah terjadi pada permukaan yang kasar dibandingkan pada permukaan yang halus.

Tabel 2. Data EDS komposisi katun-TiO_2

Unsur	%Berat	%Atom
Karbon	26,941	38,652
Oksigen	48,882	52,650
Titanium	24,177	8,698

Tabel 3. Data EDS komposisi partikel nano TiO_2

Unsur	%Berat	%Atom
Karbon	5,163	9,509
Oksigen	50,517	69,845
Aluminium	0,501	0,411
Titanium	43,819	20,236

Analisis EDS dilakukan pada sampel katun-TiO2 dan partikel nano TiO_2. Gambar 9 menunjukkan spektrum komposisi katun-TiO_2 dan Tabel 2 menunjukkan data komposisi Katun-TiO_2. Gambar 10 menunjukkan spektrum komposisi partikel nano TiO_2 dan Tabel 3 menunjukkan data komposisi partikel nano TiO_2.

Tabel 2 menunjukkan data komposisi pada Gambar 9. Pada Tabel 2 diketahui bahwa persen atom oksigen sebesar 52,650%. Persen atom yang tinggi tersebut berasal dari atom oksigen pada TiO_2 dan selulosa kain katun. Selain itu, persen atom karbon sebesar 38,652% juga merupakan karbon milik selulosa kain katun dan *tape* yang digunakan saat analisis EDS.

Tabel 3 menunjukkan data komposisi pada Gambar 10. Pada Tabel 3 diketahui bahwa persen atom oksigen sebesar 69,845% dan atom Ti sebesar 20,236% merupakan atom-atom TiO_2.

Adanya pengotor aluminium dengan persen atom sebesar 0,411% dikarenakan aluminium *foil* yang digunakan untuk menutup reaktor pada saat proses sintesis.

Penentuan fase dan ukuran kristal partikel nano TiO_2 dilakukan dengan analisis XRD. Difraktogram partikel nano TiO_2, katun-TiO_2 dan katun blanko yang dihasilkan dibandingkan dengan standar ICSD nomor 172914 (TiO_2 anatase). Puncak khas anatase terdapat pada 2θ 25^o, 38^o, dan 48^o. Penghalusan difraktogram partikel nano TiO_2 dilakukan dengan metode *Rietveld* menggunakan program Rietica. Berdasarkan proses penghalusan, diperoleh nilai x^2 sebesar 1,186. Nilai x^2 yang mendekati 1 menunjukkan bahwa komposis hasil penghalusan mendekati nilai yang sebenarnya (Pratapa, 2007; Usman, 2015). Gambar 11 menunjukkan difraktogram XRD.

Gambar 11 menunjukkan puncak-puncak tertinggi difraktogram partikel nano TiO_2 hasil sintesis cocok dengan puncak-puncak khas anatase pada ICSD standar. Partikel nano TiO_2 baik dalam bentuk padatan maupun yang teremban pada kain katun memiliki fase anatase. Perhitungan ukuran kristal partikel nano TiO_2 dilakukan dengan menghitung rata-rata ukuran kristal tiga puncak tertinggi (25,314; 38,193; dan 48,098) menggunakan pendekatan metode Scherrer. Ukuran kristal yang diperoleh adalah 14,05 nm. Ukuran kristal yang kecil menandakan luas permukaan yang besar. Maka, partikel nano TiO_2 hasil sintesis baik dalam bentuk padatan maupun yang teremban pada kain katun, efektif untuk mendegradasi senyawa organik.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka diperoleh simpulan:

1. Konsentrasi prekursor TTIP berpengaruh terhadap pengembanan partikel nano TiO_2 pada kain katun. Semakin tinggi konsentrasi TTIP, semakin banyak massa partikel nano TiO_2 yang ada pada kain katun. Metode sonokimia terbukti efektif untuk sintesis partikel nano TiO_2 pada kain katun karena menghasilkan fase anatase dan ukuran yang kecil.
2. Terdapat perbedaan antara kemampuan *self-cleaning* katun-TiO_2 pada radiasi sinar matahari dan pada radiasi lampu UV. Warna noda pada Katun-TiO_2 lebih pudar setelah diradiasikan sinar matahari, dibandingkan dengan lampu UV. Maka sinar matahari cukup untuk memanfaatkan sifat *self-cleaning* pada katun-TiO_2.

DAFTAR PUSTAKA

Pratapa, S. (2007). X-Ray Diffraction Phase Analyses for Granulated and Sintered Ceramic Materials. *Makara Sains*. 11(22): 85-89.

Qi, K., Daoud, W.A., Xin, J.H., Mak, C.L., Tang, W. & Cheung, W.P. (2006). Self-cleaning cotton. *Journal of Materials Chemistry*. 16(47): 4567-4574.

Sadr, F.A. & Montazer, M. (2014). In situ sonosynthesis of nano TiO_2 on cotton fabric. *Ultrasonics sonochemistry*. 21(2): 681-691.

Usman, M.R. (2015). Pengaruh Variasi Pelarut Basa Terhadap Struktur dan Ukuran Kristal Titanium Dioksida (TiO_2) Hasil Sintesis Menggunakan Metode Hidrotermal. Tesis Magister. Universitas Padjadjaran, Bandung.

Wu, D., Long, M., Zhou, J., Cai, W., Zhu, X., Chen, C. & Wu, Y. (2009). Synthesis and characterization of self-cleaning cotton fabrics modified by TiO_2 through a facile approach. *Surface and Coatings Technology*. 203(24): 3728-3733