

Pengaruh Konsentrasi SiO₂ dalam Komposit TiO₂-SiO₂ sebagai Lapisan Swabersih pada Katun Tekstil

Oktaviani Zairawati*, Dahyunir Dahlan

Laboratorium Fisika Material, Jurusan Fisika

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Andalas

Kampus Unand Limau Manis, Padang, 25163 Indonesia

*zairawatioktaviani@gmail.com

ABSTRAK

Telah dilakukan pembuatan lapisan swabersih dari komposit TiO₂-SiO₂ di permukaan katun tekstil menggunakan metode *dip-spin coating*. Bahan yang digunakan berupa TiO₂ dan SiO₂ serbuk. Variasi TiO₂-SiO₂ yaitu 0,5; 1; 1,5; 2; 2,5;3. TiO₂-SiO₂ yang telah dibuat dilarutkan sebanyak 1% (b/v). Sebelum dicampurkan dengan larutan TiO₂-SiO₂, katun disterilkan dan direndam dalam asam asetat glasial yang berfungsi sebagai *cross linking agent* selama 15 menit. Katun terlapis TiO₂-SiO₂ diuji menggunakan larutan noda asam palmitat 15 ppm serta disinari selama 12 jam dibawah lampu UV. Absorban awal dan absorban akhir noda dihitung menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Sampel yang telah dibuat dikarakterisasi menggunakan mikroskop optik, XRD dan SEM. Berdasarkan hasil penelitian diperoleh persentase pengurangan noda asam palmitat tertinggi dan terendah adalah 91,34% untuk penambahan 1,5 gr SiO₂ dan 3,80% untuk penambahan 3 gr SiO₂. Gambar dari mikroskop optik memperlihatkan lapisan TiO₂-SiO₂ pada katun mengalami peningkatan ketransparanan seiring meningkatnya penambahan komposisi SiO₂. Morfologi katun terlapis TiO₂-SiO₂ dapat terlihat lebih jelas menggunakan SEM, dimana penambahan 1,5 gr SiO₂ memiliki lapisan yang lebih tebal dan terjadi aglomerasi pada permukaan katun dibandingkan penambahan 3 gr SiO₂. Berdasarkan hasil XRD penambahan SiO₂ mengakibatkan puncak TiO₂ tertutupi.

Kata kunci: lapisan swabersih, *cross linking agent*, asam asetat glasial, asam palmitat

ABSTRACT

The fabrication of selfcleaning layer from TiO₂-SiO₂ composites on the surface of cotton textiles has been carried out using the dip-spin coating method. The material used is TiO₂ and SiO₂ powder. The variation of TiO₂-SiO₂ were 0.5; 1; 1.5; 2; 2.5; 3. The TiO₂-SiO₂ which has been made is dissolved as much as 1% (b / v). Before mixing with TiO₂-SiO₂ solution, cotton is sterilized and soaked in glacial acetic acid which functions as a cross linking agent for 15 minutes. TiO₂-SiO₂ coated cotton was tested using a 15 ppm palmitic acid stain solution and irradiated for 12 hours under a UV lamp. The initial absorbance and final stain absorbance were calculated using UV-Vis spectrophotometer. Samples that have been made are characterized using optical microscopy, XRD and SEM. Result show that the highest and lowest of palmitic acid stains reduction percentage was 91.34% for the addition of 1.5 g of SiO₂ and 3.80% for the addition of 3 g of SiO₂. Based on the results of optical microscopy images, shows the TiO₂-SiO₂ layer in cotton has increased transparency with increasing SiO₂ composition. The morphology of TiO₂-SiO₂ coated cotton has been seen more clear using SEM, where the addition of 1.5 g SiO₂ had a thicker layer and agglomeration occurs on the cotton surface than the addition of 3 g SiO₂. Based on the XRD results, the addition of SiO₂ resulted in the TiO₂ peak being covered.

Keywords: self cleaning layer, cross linking agent, glacial acetic acid, palmitic acid

I. PENDAHULUAN

Katun merupakan salah satu jenis tekstil yang memiliki serat halus. Serat katun memiliki rongga yang memudahkan udara untuk keluar masuk, sehingga dalam pemakaiannya terasa sejuk dan nyaman. Selain itu, katun merupakan bahan yang cepat menyerap keringat. Oleh karena itu, pakaian dari bahan katun banyak digunakan oleh masyarakat sebagai pakaian sehari-hari. Penyerapan keringat secara berlebihan menyebabkan katun tekstil menjadi mudah robek dan menyebabkan kotoran berupa noda dan jamur mudah menempel pada katun tekstil. Sehingga dibutuhkan bahan pembersih yaitu deterjen. Penggunaan deterjen secara berulang sebagai pembersih noda dapat mengakibatkan penurunan kualitas katun seperti kekuatan benang dan warnanya.

Berdasarkan masalah di atas, dibuatlah lapisan pada bahan pakaian yang mampu membersihkan sendiri noda yang mengenainya, dikenal dengan nama lapisan swabersih. Sifat swabersih dari lapisan ini didasarkan pada kemampuan dalam mendegradasi noda yang

menempel pada permukaannya. Lapisan swabersih tersebut dapat dibuat dengan menggunakan material fotokatalis yaitu TiO_2 , dimana TiO_2 ini dapat menghilangkan noda melalui proses fotodegradasi. Aktifitas fotokatalis dari TiO_2 dapat ditingkatkan dengan penambahan SiO_2 . SiO_2 disisipkan dalam kerangka kristal TiO_2 dapat meningkatkan keasaman dan hidrofilitas permukaan serta ketransparanan lapisan. Keasaman TiO_2 menyebabkan peningkatan kemampuan hidrofilitas dan mampu mengabsorpsi lebih banyak radikal $\text{OH}\cdot$ untuk mendegradasi senyawa organik (Sikong dkk., 2008).

Aprilita dkk. (2008) melakukan sintesis lapisan dengan TiO_2 P-25 Degussa pada permukaan kaca preparat mikroskop. Dilakukan variasi waktu pencahayaan pada lampu UV untuk mendegradasi asam palmitat sebagai noda. Pada penelitian ini waktu terbaik untuk menghilangkan noda adalah 35 jam menggunakan cahaya UV dengan persentase pengurangan noda sebesar 85,65%.

Fadhli dkk. (2015) melakukan sintesis nanopori TiO_2 - SiO_2 sebagai lapisan swabersih untuk degradasi noda warna metilen biru menggunakan metode *dip - spin coating*. Penelitian ini dilakukan dengan variasi perbandingan molar Ti dan Si pada senyawa TiO_2 dan SiO_2 . Pada penelitian ini digunakan binder asam akrilat sebagai zat pengikat. Hasil yang didapatkan menunjukkan bahwa pelapisan TiO_2 - SiO_2 pada katun tekstil mampu mendegradasi noda metilen biru dengan baik pada perbandingan molar 1:2.

Eddy dkk. (2016) telah melakukan sintesis partikel titanium pada kain katun sebagai material swabersih menggunakan metode sonokimia dengan variasi volume TTIP. Zat pengikat yang digunakan pada penelitian ini adalah asam asetat glasial 0,2 ml. Katun TiO_2 (volume TTIP 2 ml) mempunyai aktivitas menurunkan konsentrasi larutan rhodamin B terbaik sebesar 96,93% pada lampu UV dan 32,89% pada tempat gelap.

Penelitian ini dilakukan dengan pembuatan komposit TiO_2 - SiO_2 menggunakan metode yang berbeda dari sebelumnya yaitu, metode reaksi dalam keadaan padat. Pembuatan komposit dengan variasi massa TiO_2 : SiO_2 yaitu 2:0,5; 2:1; 2:1,5; 2:2; 2:2,5; 2:3. Pelapisan TiO_2 - SiO_2 pada katun tekstil dilakukan menggunakan metode *dip-spin coating*. Noda yang akan didegradasi pada penelitian ini adalah asam palmitat.

II. METODE

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah TiO_2 powder anatase dari *merck*, SiO_2 powder dari *sigma aldrich*, PEG 6000, asam asetat glasial, asam palmitat, alkohol, akuades, akubides, kloroform dan kain katun. Preparasi katun dimulai dengan proses pencucian. Katun tekstil polos warna putih dipotong (2×2) cm^2 dan dicuci menggunakan deterjen 2 g/l. Kemudian, katun dibersihkan menggunakan akuades, lalu dikeringkan pada suhu 80°C selama 5 menit serta disterilkan menggunakan alkohol.

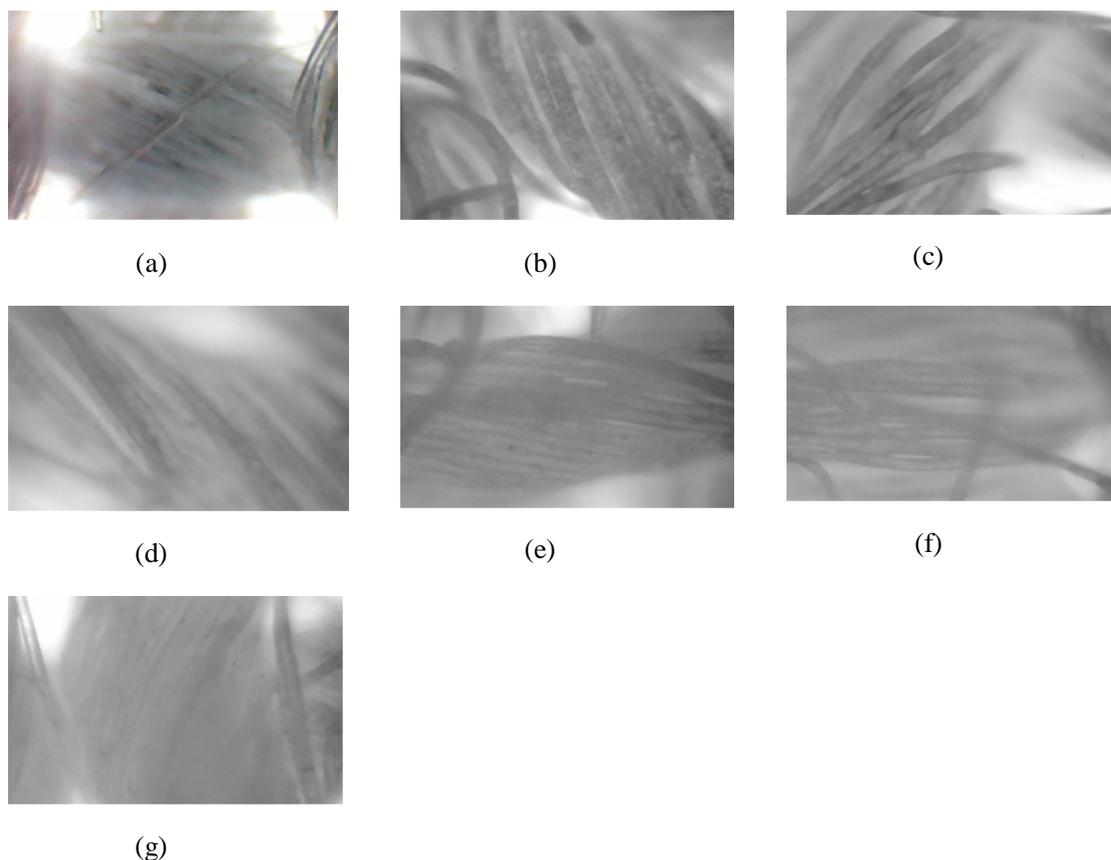
Pembuatan komposit TiO_2 - SiO_2 dilakukan dengan variasi perbandingan massa TiO_2 dan SiO_2 yaitu 2:0,5; 2:1; 2:1,5; 2:2; 2:2,5; 2:3 dan PEG 6000 2 gr. Masing – masing padatan yang sudah ditimbang akan dikalsinasi menggunakan *furnace* pada suhu 500°C , dimana suhu ini merupakan suhu dekomposisi PEG yang berfungsi sebagai templat dari TiO_2 dan SiO_2 . Pemanasan tersebut dilakukan selama 2 jam. Hasil sintesis komposit TiO_2 - SiO_2 digerus menggunakan lumpang dan alu. Pembuatan larutan dilakukan dengan mengambil 1% (b/v) dari hasil sintesis komposit TiO_2 - SiO_2 dicampurkan dengan akuabides. Larutan diaduk selama 1 jam menggunakan *hot plate magnetic stirrer*, selanjutnya larutan disonikasi selama 30 menit.

Proses pelapisan katun- TiO_2 - SiO_2 dilakukan dengan menggunakan metode *dip- spin coating*. Sebelum dilapisi, katun terlebih dahulu disonikasi selama 15 menit dalam larutan asam asetat glasial sebagai agen pengikat antara serat katun tekstil dengan TiO_2 - SiO_2 . Pelapisan TiO_2 - SiO_2 pada sampel dilakukan mencelupkan katun di dalam larutan selama 3 menit. Selanjutnya dilakukan pemerataan lapisan dengan *spin coating machine* selama 30 detik. Katun tekstil yang berhasil dilapisi dikeringkan pada suhu 80°C selama 5 menit. Proses yang sama dilakukan sebanyak 3 kali. Masing-masing sampel yang sudah dibuat dikarakterisasi menggunakan spektrofotometer UV-Vis, mikroskop optik, XRD dan SEM.

III. HASIL DAN DISKUSI

3.1 Analisis Hasil Mikroskop Optik

Morfologi katun blanko dan katun dilapisi $\text{TiO}_2\text{-SiO}_2$ dapat dilihat pada Gambar 1. Gambar 1 (a) merupakan morfologi dari katun blanko yang sudah disterilkan tanpa lapisan $\text{TiO}_2\text{-SiO}_2$. Gambar tersebut memperlihatkan serat katun tanpa ada partikel zat lain yang menempel. Hal ini dikarenakan katun sudah dicuci dan disterilkan terlebih dahulu. Gambar 1 (b), (c), (d), (e), (f), (g) menunjukkan morfologi katun yang dilapisi $\text{TiO}_2\text{-SiO}_2$ dengan perbandingan (b) 2:0,5 (c) 2:1 (d) 2:1,5 (e) 2:2 (f) 2:2,5 (g) 2:3.

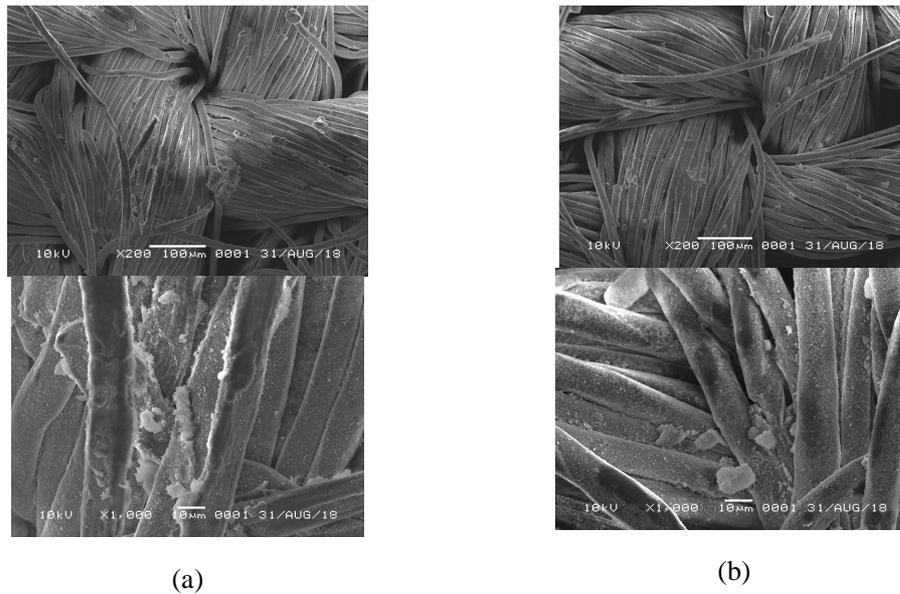


Gambar 1 Morfologi katun menggunakan mikroskop optik digital dengan perbesaran 280x (a) Katun blanko, Katun terlapisi $\text{TiO}_2\text{-SiO}_2$ dengan variasi perbandingan $\text{TiO}_2\text{:SiO}_2$ (b) 2:0,5 (c) 2:1 (d) 2:1,5 (e) 2:2 (f) 2:2,5 (g) 2:3

Penambahan SiO_2 dalam komposit $\text{TiO}_2\text{-SiO}_2$ menyebabkan lapisan komposit semakin transparan. Dapat dilihat pada Gambar 1 (b) $\text{TiO}_2\text{-SiO}_2$ banyak terdeposisi pada serat katun, sehingga bentuk lapisannya lebih tebal. Pada Gambar 1 (c) lapisan $\text{TiO}_2\text{-SiO}_2$ yang terbentuk pada serat katun tidak terlalu tebal. Gambar 1 (d) memperlihatkan hasil deposisi $\text{TiO}_2\text{-SiO}_2$ pada serat katun, dimana lapisan $\text{TiO}_2\text{-SiO}_2$ lebih transparan dari gambar sebelumnya. Dilihat pada Gambar 1 (e) lapisan $\text{TiO}_2\text{-SiO}_2$ terdeposisi secara merata pada serat katun dan bentuk lapisan ini lebih transparan. Pada Gambar 1 (f) $\text{TiO}_2\text{-SiO}_2$ terdeposisi pada permukaan katun secara merata. Terlihat pada Gambar 1 (g) lapisan $\text{TiO}_2\text{-SiO}_2$ yang terbentuk merupakan lapisan yang paling transparan dari gambar sebelumnya, karena pada Gambar 1 (e) ini konsentrasi SiO_2 paling banyak. Berdasarkan hasil SEM pada Gambar 4.1 menunjukkan peningkatan konsentrasi SiO_2 dalam komposit $\text{TiO}_2\text{-SiO}_2$ dapat meningkatkan ketransparanan lapisan. Hal ini sesuai dengan penelitian Sikong dkk. (2008) yang menyatakan bahwa senyawa SiO_2 berperan dalam peningkatan pori pada lapisan komposit yang menyebabkan lapisannya menjadi lebih transparan.

3.2 Analisis Hasil SEM

Gambar 2 merupakan morfologi dari katun terlapis TiO_2-SiO_2 dengan perbandingan (a) 2:1,5 dan (b) 2:3. Pada Gambar 2 (a) tampak bahwa terdapat partikel TiO_2-SiO_2 yang terdeposisi pada permukaan katun tidak merata karena ada partikel yang teraglomerasi (menggumpal). Pada bagian bawah, terdapat penggumpalan partikel pada masing-masing serat katun. Hal ini kemungkinan disebabkan karena pada Gambar 2 ini komposisi TiO_2 dalam komposit TiO_2-SiO_2 lebih banyak dibandingkan komposisi SiO_2 . Selain itu, penggumpalan pada serat katun juga dapat disebabkan oleh beberapa hal, diantaranya kecepatan penarikan serta waktu perendaman dalam larutan *cross link* (Rilda dkk., 2015).

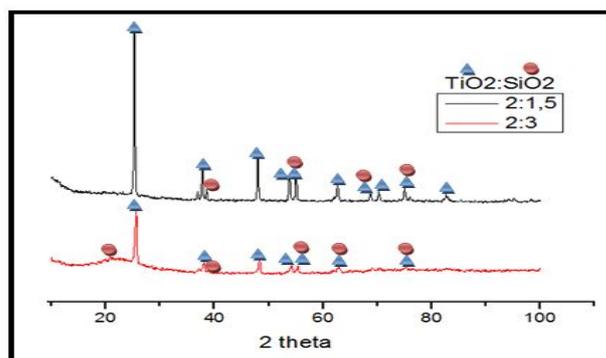


Gambar 2 Morfologi katun terlapis TiO_2-SiO_2 dengan perbandingan (a) 2:1,5 perbesaran 200x (atas) dan 1000x (bawah) (b) 2:3 perbesaran 200x (atas) dan 1000x (bawah)

Pada Gambar 2 (b) bagian atas terlihat bahwa TiO_2-SiO_2 yang terdeposisi pada permukaan katun lebih merata dibandingkan Gambar 2 (a). Hal ini terlihat lebih jelas pada Gambar 2 (b) bagian bawah, tampak bahwa pada masing-masing serat katun TiO_2-SiO_2 yang terdeposisi lebih merata. Selain itu lapisan tersebut terlihat lebih transparan. Hal ini disebabkan karena komposisi SiO_2 lebih banyak dibandingkan TiO_2 .

3.3 Analisis Hasil XRD

Gambar 3 merupakan grafik pola difraksi dari lapisan TiO_2-SiO_2 pada katun. Pada kedua grafik TiO_2 dan SiO_2 yang terbentuk adalah anatase dan quartz. Pola difraksi untuk perbandingan TiO_2-SiO_2 2:1,5 menunjukkan terdapat banyak puncak TiO_2 , dimana puncak tertinggi dan paling tajam terdapat pada sudut 2θ yaitu $21,5208^\circ$.

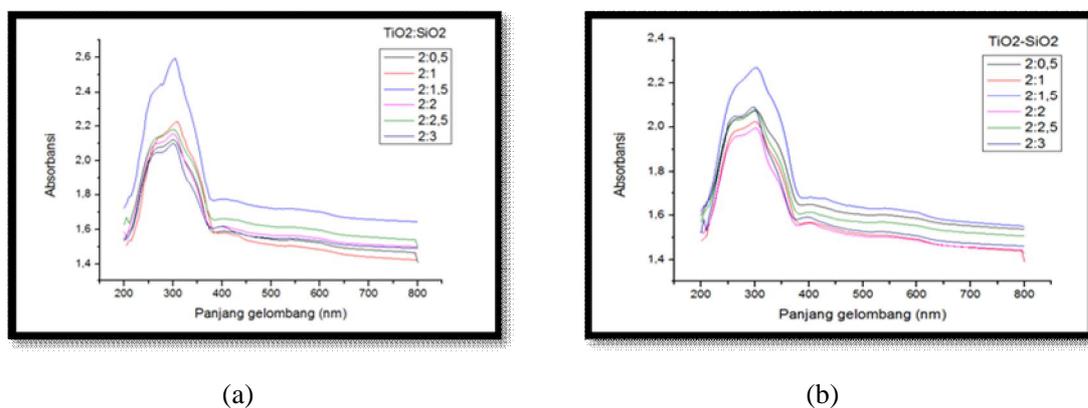


Gambar 3 Pola difraksi lapisan TiO_2-SiO_2

Pada pola difraksi dengan perbandingan 2:1,5 ini SiO_2 baru mulai muncul pada sudut 2θ yaitu $39,6377^\circ$. Pada perbandingan 2:1,5 puncak TiO_2 yang terbentuk banyak yang tajam, hal ini menunjukkan banyak terbentuknya kristal TiO_2 . Untuk $\text{TiO}_2\text{-SiO}_2$ dengan perbandingan 2:3 pola difraksi yang terbentuk memiliki puncak TiO_2 yang lebih sedikit dan kurang tajam. Dimana puncak tertinggi dari TiO_2 terdapat pada sudut 2θ yaitu $25,5610^\circ$. Puncak SiO_2 pada perbandingan ini terbentuk pada sudut 2θ yaitu $22,9164^\circ$. Pada perbandingan 2:3 TiO_2 yang terbentuk memiliki puncak dengan intensitas yang lebih rendah karena tertutupi oleh SiO_2 . Sebab komposisi SiO_2 lebih banyak daripada TiO_2 .

3.4 Analisis Hasil Pengurangan Persentase Noda Asam Palmitat

Gambar 4 (a) merupakan grafik dari enam sampel dengan penambahan SiO_2 dalam komposit $\text{TiO}_2\text{-SiO}_2$ yang bervariasi dan sudah ditetesi asam palmitat yang berfungsi sebagai noda sebelum disinari UV. Pada gambar tersebut terlihat bahwa penyerapan cahaya pada keenam sampel tersebut terletak pada panjang gelombang 300 nm. Nilai absorban maksimum terdapat pada penambahan massa SiO_2 sebanyak 1,5 gr dan absorban minimum pada penambahan massa SiO_2 sebanyak 3 gr. Semakin tinggi nilai absorban menunjukkan semakin banyak cahaya yang diserap oleh partikel $\text{TiO}_2\text{-SiO}_2$ /asam palmitat serta semakin sedikit cahaya yang dipantulkan. Namun, dari Gambar 4 (a) tidak menunjukkan secara signifikan pengaruh penambahan SiO_2 dalam komposit $\text{TiO}_2\text{-SiO}_2$ terhadap perubahan nilai absorban. Sebab pada Gambar 4 ini terlihat bahwa penambahan SiO_2 ini mengakibatkan nilai absorban menjadi berubah-ubah atau fluktuatif. Hal ini bisa disebabkan karena ada titik jenuh dari penambahan SiO_2 dalam komposit $\text{TiO}_2\text{-SiO}_2$ sehingga adanya nilai absorban maksimum dan minimum tersebut.

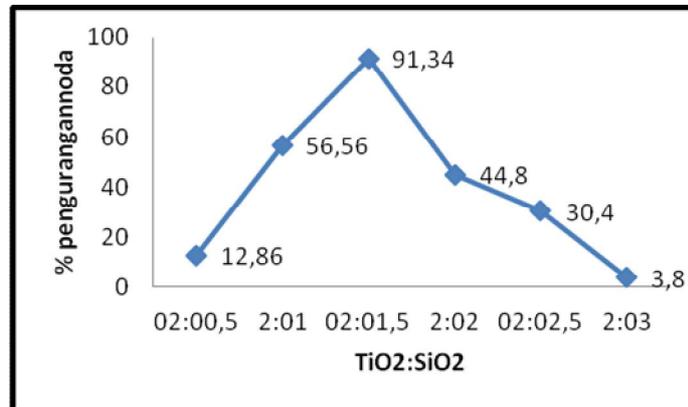


Gambar 4 Grafik absorbansi katun terlapis $\text{TiO}_2\text{-SiO}_2$ bercampur noda asam palmitat (a) sebelum diberi sinar UV (b) setelah diberi sinar UV

Gambar 4 (b) merupakan grafik dari enam sampel dengan variasi penambahan SiO_2 dalam komposit $\text{TiO}_2\text{-SiO}_2$ yang bervariasi dan sudah ditetesi asam palmitat yang berfungsi sebagai noda setelah diberi UV. Dari gambar tersebut terlihat penyerapan cahaya pada panjang gelombang 300 nm dan 305 nm. Absorban tertinggi pada penambahan SiO_2 sebanyak 1,5 gr dan terendah pada penambahan SiO_2 sebanyak 2 gr. Nilai absorban dari keenam sampel yang telah diberi sinar UV mengalami penurunan akibat terjadinya proses fotodegradasi. Nilai absorban yang berkurang pada Gambar 4 (b) merupakan nilai absorban noda asam palmitat yang mengalami degradasi karena berinteraksi dengan radikal hidroksil yang dihasilkan dari proses fotodegradasi.

Berdasarkan Gambar 5 diperoleh persentase pengurangan noda asam palmitat tertinggi pada perbandingan $\text{TiO}_2\text{:SiO}_2$ yaitu 2:1,5. Pada perbandingan $\text{TiO}_2\text{:SiO}_2$ 2:3 didapatkan persentase pengurangan noda terkecil. Hal ini disebabkan karena pada perbandingan 2:1,5 $\text{TiO}_2\text{-SiO}_2$ yang terdeposisi pada permukaan katun terbanyak dibandingkan perbandingan lain, ditunjukkan dengan nilai absorban pada perbandingan ini sebesar 2,2381. Sebaliknya pada perbandingan 2:3 terdapat nilai absorban paling sedikit yaitu 1,7426. Partikel TiO_2 yang

merupakan material semikonduktor dengan bantuan sinar UV mampu mengeksitasi elektron pada TiO_2 sehingga terdapat lubang. Lubang yang terbentuk berinteraksi dengan senyawa noda yang terdeposisi di permukaan katun sehingga senyawa noda berubah menjadi senyawa yang lebih sederhana yaitu CO_2 dan H_2O (Aprilita dkk., 2008). Pada penelitian ini persentase terbesar pengurangan noda di permukaan katun yaitu 91,34%, hal ini menunjukkan bahwa tidak semua senyawa noda dapat diubah oleh partikel semikonduktor TiO_2 .



Gambar 5 Grafik persentase pengurangan noda asam palmitat

IV. KESIMPULAN

Penambahan SiO_2 dalam komposit TiO_2 - SiO_2 optimum adalah 1,5 gr dengan persentase pengurangan noda terbesar yaitu 91,34%. Persentase terendah yang diperoleh adalah 3,80 % dengan penambahan 3 gr SiO_2 . Peningkatan komposisi SiO_2 dalam komposit TiO_2 - SiO_2 ini mampu meningkatkan ketransparanan lapisan komposit tersebut. Morfologi katun terlapis TiO_2 - SiO_2 dapat terlihat lebih jelas menggunakan SEM, dimana penambahan 1,5 gr SiO_2 memiliki lapisan yang lebih tebal dan terjadi aglomerasi pada permukaan katun dibandingkan penambahan 3 gr SiO_2 . Berdasarkan hasil XRD penambahan SiO_2 mengakibatkan puncak TiO_2 tertutupi.

DAFTAR PUSTAKA

- Aprilita, N.H., Kartini, I., dan Ratnaningtyas, S.H., Self Cleaning Kaca Berbasis Lapis Tipis TiO_2 dengan Perlakuan Asam dan Asam Palmitat sebagai Model Polutan, *Indo. J. Chem*, **8**, 200-206 (2008).
- Eddy, D.R., Lestari, M.W., Hastiawan, I., dan Noviyanti, A.R., Sintesis Partikel Nano Titanium Dioksida pada Kain Katun dan Aplikasinya Sebagai Material Self Cleaning, *Chimica of Nature Acta*, **4**, 130-137 (2016).
- Fadhli., Rilda, Y., dan Sukri., Modifikasi Serat Tekstil dengan Nanopori TiO_2 - SiO_2 Sebagai Tekstil Self Cleaning, *Jurnal Kimia Unand*, **4**, 16-20 (2015).
- Rilda, Y., Fadhli., Syukri., Alif, A., Aziz, H., Chandren, S., and Nur, H., Self Cleaning TiO_2 - SiO_2 Cluster On Cotton Textile Prepared By Dip-SpinCoating Process, *Jurnal Teknologi (Science & Engineering)*, **78**, 113-120 (2016).
- Sikong, L., Damchan, C., Kooptanonrd, K., and Niyomwas, S., Effect of Doped SiO_2 and Calsinations Temperature on Phase Transformation of TiO_2 Photocatalyst Prepared by Sol Gel Methode, *Songklana Karin J. Sci. Technol*, **30**, 385-386 (2008).