

PREPARASI DISPERSI ANTIBAKTERI BERBAHAN DASAR TITANIUM DIOKSIDA (TiO₂) SERTA APLIKASINYA PADA KAIN DENGAN METODA DIP COATING

Bunga Fisikanta Bukit¹⁾, Syarif Hussein Sirait²⁾

¹⁾²⁾Universitas Quality Berastagi

Email : bungafisikantabukit@gmail.com

ABSTRAK

Kasus Infeksi nosokomial di Indonesia meningkat setiap tahunnya. Salah satu penyebabnya ialah peralatan dirumah sakit yang tidak steril dan kurang terawatnya fasilitas umum digunakan pada rumah sakit seperti seprai, sarung bantal, selimut, gorden, handuk dan pakaian pasien. Semuanya yang berbahan kain dapat terkontaminasi oleh bakteri penyebab infeksi. Dalam penelitian ini dilakukan preparasi antibakteri berbahan dasar titanium dioksida (TiO₂) serta aplikasinya pada kain menggunakan metoda yang sederhana. Maleic Acid digunakan sebagai ikatan silang dan sodium hypophosphate sebagai katalis. Pelapisan dilakukan dengan metode *dip coating*. Untuk melihat aktivitas antibakteri pada kain setelah dilapisi TiO₂ dilakukan pengujian dengan *Plate Count Method*. Karakterisasi dilakukan dengan menggunakan SEM dan FTIR. Hasil SEM menunjukkan partikel TiO₂ terdistribusi pada seluruh permukaan kain. Setelah pencucian sebanyak 10 kali terjadi pengurangan jumlah TiO₂ pada kain hal ini disebabkan karena ukuran partikel memiliki peran yang sangat penting dalam menentukan gaya ikat pada kain. Hasil FTIR menunjukan adanya ikatan silang antara TiO₂ dan kain. Sementara itu pengujian aktivitas antibakteri menunjukkan tidak adanya bakteri yang muncul di semua sampel..

Kata kunci: Antibakteri ;Titanium Dioksida; Kain

ABSTRACT

Cases of nosocomial infections in Indonesia are increasing every year. One of the reasons is hospital equipment that is not sterile and poorly maintained in public facilities used in hospitals such as sheets, pillowcases, blankets, curtains, towels, and patient clothes. Everything made from fabrics can be contaminated by bacteria causing infections. In this research, the preparation of antibacterial based on titanium dioxide (TiO₂) and its application to the fabric using a simple methodology. Cross-linking using Maleic Acid and catalyst using sodium hypophosphite. The dip-coating method is used to coat the fabric. Then, fabric washing is carried out to see the decrease in the amount of TiO₂. Plate Count Method is carried out to see the antibacterial activity on the fabric. Fabric characterization was carried out using SEM and FTIR. SEM shows that TiO₂ particles distributed throughout the fabric surface. After washing 10 times, there is a reduction in the amount of TiO₂ in the fabric. FTIR aims at cross-linking between TiO₂ and fabric. Meanwhile, testing for antibacterial activity showed that no bacteria appeared in all samples.

Keywords: antibacteria, Titanium Dioxide, Fabric

I. PENDAHULUAN

Infeksi nosokomial merupakan infeksi yang terjadi di rumah sakit. Dimana seseorang yang berada dirumah sakit selama ± 48 jam dapat terinfeksi .¹ Analisis WHO menemukan infeksi lebih sering terjadi pada negara berkembang dibandingkan dengan negara maju dimana pada

negara berkembang sekitar 5.1% - 19% mengalami infeksi.

Negara-negara berkembang seperti Indonesia memiliki masalah dengan infeksi nosokomial.² Kejadian infeksi nosokomial di RSUD Setjonegoro Kabupaten Wonosobo mengalami peningkatan dari tahun 2010-2011 (0,37%

¹ Kelly,N, Kristin., Monson,R,T., John., (2012).Hospital-acquired infections. Surgery (Oxford),30,640-644

² Raza, Kazi BM, Mustafa M, Gould FK. Developing countries have their own characteristic problems with infection control. J Hosp Infect 2004; 57(4): 294- 9.)

menjadi 1,48% kasus). Sedangkan di RSUP Adam Malik pada tahun 2010 angka prevalensi infeksi nosokomial luka operasi bersih pasca bedah adalah 5,6%.³ Hal tersebut dikarenakan peralatan di rumah sakit yang tidak steril dan kurang terawat. Fasilitas yang umum digunakan pada rumah sakit diantaranya seprai, sarung bantal, selimut, gorden, handuk dan pakaian pasien yang semuanya berbahan kain yang juga dapat terkontaminasi oleh bakteri yang berasal dari darah, kulit, tinja, urin, muntah, dan cairan tubuh lainnya yang dapat menyebabkan infeksi.⁵ Bakteri yang banyak berkembang dan menyebabkan infeksi diantaranya *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*.⁶

Untuk mengatasi hal tersebut dapat digunakan material seperti, titanium dioxide (TiO_2).⁷ Bahan TiO_2 dipilih karena TiO_2 memiliki sifat antimikroba pada aktivitas fotokatalis. Lapisan TiO_2 dapat mencegah timbulnya bakteri gram positif, bakteri gram negatif, virus dan jamur. Hal ini dikarenakan ketika TiO_2 diradiasikan dengan cahaya maka, bandgap akan menghasilkan pasangan elektron hole yang menyebabkan reaksi redoks pada permukaan TiO_2 . Akibatnya elektron akan berpindah dari pita valensi ke pita konduksi sehingga pasangan elektron dan hole akan

terbentuk pada permukaan fotokatalis. Elektron yang bermuatan negatif dan oksigen akan menyatu menjadi O_2^- sedangkan hole yang bermuatan positif dan air akan menghasilkan radikal hidroksil. Oleh karena itu, berbagai radikal oxygen species (ROS) dapat beroksidasi menjadi karbon dioksida (CO_2) dan air (H_2O).⁸ Sifat oksidan yang kuat dari TiO_2 menyebabkan berbagai kerusakan pada mikro organisme.⁹

Deposisi TiO_2 pada kain relatif sederhana tetapi cukup sulit untuk proses pengikatan antara serat dari kain dengan TiO_2 .¹⁰ Penggunaan ikatan silang pada proses pelapisan TiO_2 dapat mengurangi persentase hilangnya TiO_2 pada saat proses pencucian.¹¹ Beberapa ikatan silang yang dapat digunakan diantaranya 1,2,3,4-butane tetracarboxylic acid, maleic acid, succinic acid, dan citric acid.¹²

Nano TiO_2 , sodium hypophosphate serta citric acid dideposisikan pada katun/poliester hasilnya menunjukkan bahwa kinerja dari sifat anti bakteri, self-cleaning dan hidrofilitas pada kain cukup baik.¹³ Proses kationisasi BTCA/ TiO_2 dengan proses pencucian lalu diikuti dengan proses pengeringan serta dilanjutkan dengan proses curing menghasilkan hasil yang luar biasa pada kain antibakteri.¹⁴

³ Nugraheni Ratna ., Suhartono., Winarni Sri.,(2012).Infeksi Nosokomial di RSUD Setjonegoro Kabupaten Wonosobo Media Kesehatan Masyarakat Indonesia, Vol. 11 / No.1, April 2012

⁴ Jeyamohan., Dharshini., (2010).Angka Prevalensi Infeksi Nosokomial Pada Pasien Luka Operasi Pasca Bedah Di Bagian Bedah Di Rumah Sakit Umum Pusat Haji Adam Malik, Medan Dari Bulan April Sampai September. Universitas Sumatera Utara

⁵ Perelshtein, I., Lipovsky, A., Perkas, N., Tzanov, T., Arguirova, M., Leseva, M., Gedanken, A. (2015). Making the hospital a safer place by sonochemical coating of all its textiles with antibacterial nanoparticles. Ultrasonics sonochemistry, 25, 82–88.

⁶ Cornejo-Juárez, P., Vilar-Compte, D., Pérez-Jiménez, C., Ñamendys-Silva, S. A., Sandoval-Hernández, S., & Volkow-Fernández, P. (2015). The impact of hospital-acquired infections with multidrug-resistant bacteria in an oncology intensive care unit. International Journal of Infectious Diseases, 31, 31-34.

⁷ Dizaj, S. M., Lotfipour, F., Barzegar-Jalali, M., Zarrintan, M. H., Adibkia, K. (2014). Antimicrobial activity of the metals and metal oxide nanoparticles. Materials Science and Engineering: C, 44, 278-284.

⁸ Dastjerdi, R., Montazer, M. (2010). A review on the application of inorganic nano-structured materials in the

modification of textiles: focus on anti-microbial properties. Colloids and Surfaces B: Biointerfaces, 79(1), 5-18.

⁹ Skorb, V.E., Antonouskaya, I.L., Belyasova, A.N., Shchukin, G.D., (2008): Antibacterial activity of thin-film photocatalysts based on metal-modified TiO_2 and TiO_2 : In_2O_3 nanocomposite. Applied Catalysis B: Environmental, 84, 94–99.

¹⁰ Radetić, M. (2013). Functionalization of textile materials with TiO_2 nanoparticles. Journal of Photochemistry and Photobiology C: Photochemistry Reviews, 16, 62-76.

¹¹ Doakhan, S., Montazer, M., Rashidi, A., Moniri, R., & Moghadam, M. B. (2013). Influence of sericin/ TiO_2 nanocomposite on cotton fabric: Part 1. Enhanced antibacterial effect. Carbohydrate polymers, 94(2), 737-748.

¹² Harifi, T., Montazer, M. (2012). Past, present and future prospects of cotton cross-linking. New insight into nano particles. Carbohydrate Polymers, 88(4), 1125-1140.

¹³ Hashemikia, S., Montazer, M., (2012). Sodium hypophosphite and nano TiO_2 inorganic catalysts along with citric acid on textile producing multi-functional properties. Applied Catalysis A: General, 200–208.

¹⁴ Farouk, A., Sharaf, S., El-Hady, Abd, M., M., (2013). Preparation of multifunctional

Dalam penelitian ini dilakukan preparasi larutan antibakteri berbahan dasar TiO_2 dimana larutan dicampur dengan Maleic Acid sebagai ikatan silang dan sodium hypophosphate sebagai katalis serta aplikasinya pada sarana dan prasarana rumah sakit dengan metode *dip Coating*.

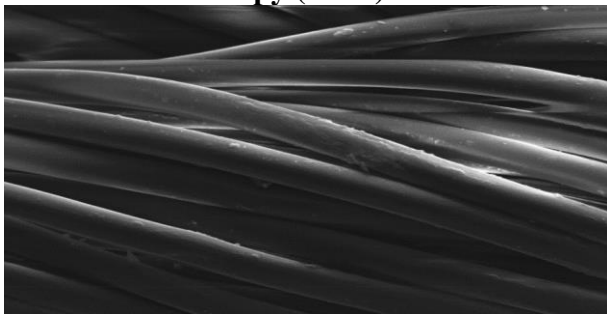
II. METODOLOGI PENELITIAN

A. Alat dan Bahan

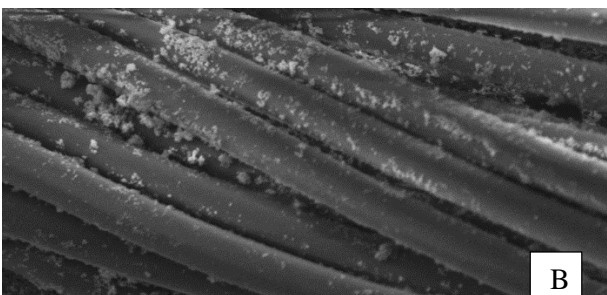
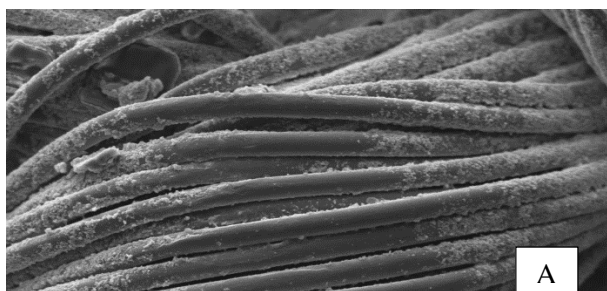
TiO_2 anatase, maleic acid analisis, sodium hypophosphite, air deionisasi, kain poliester. *ultrasonic bath*, *magnetic stirrer*, lampu UV, neraca digital, ALPHA FT-IR Spectrometer Bruker, Scanning Electron Microscopy, autoclave.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

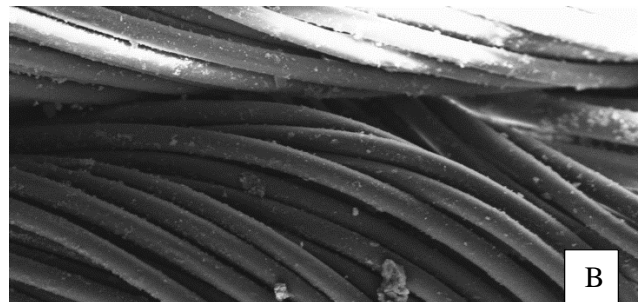
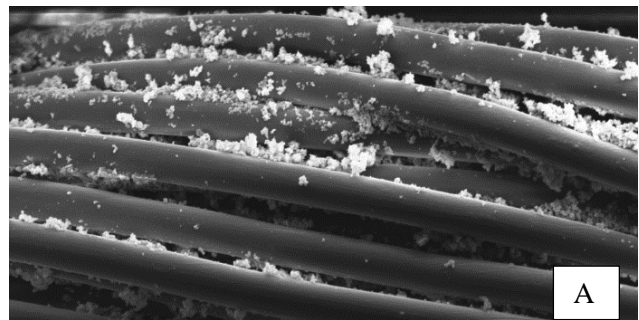
A. Hasil Karakterisasi dengan Scanning Electron Microscopy (SEM)



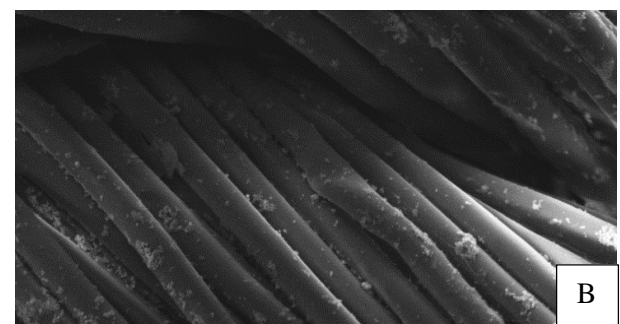
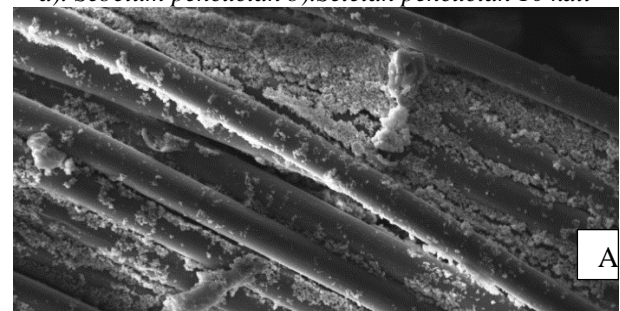
Gambar 1. Kain Poliester



Gambar 2. Kain poliester setelah treatment TiO_2 4 gr :
a). Sebelum pencucian b).Setelah pencucian 10 kali



Gambar 3. Kain poliester setelah treatment TiO_2 6 gr :
a). Sebelum pencucian b).Setelah pencucian 10 kali

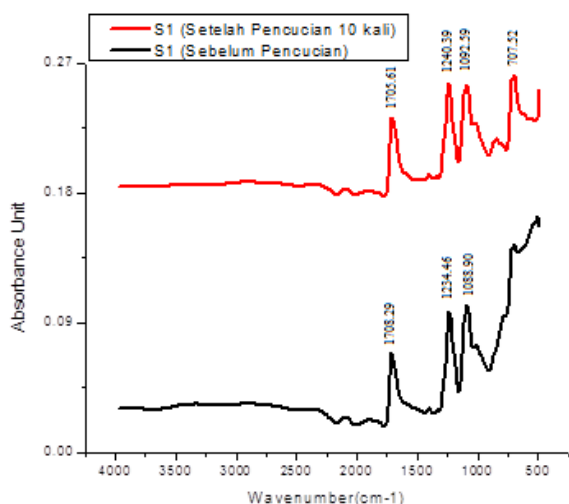


Gambar 4. Kain poliester setelah treatment TiO_2 8 gr :
a). Sebelum pencucian b).Setelah pencucian 10 kali

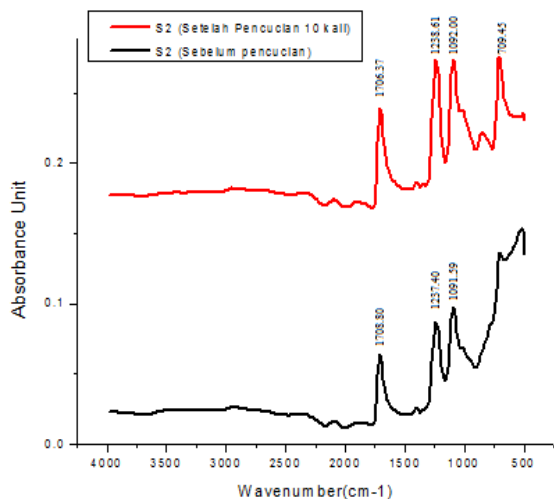
Hasil SEM menunjukkan partikel TiO_2 terdistribusi pada seluruh permukaan kain. Meskipun t masih terdapat gumpalan-gumpalan. Setelah pencucian sebanyak 10 kali terjadi pengurangan jumlah TiO_2 pada kain hal ini

kemungkinan disebabkan karena ukuran partikel memiliki peran yang sangat penting dalam menentukan gaya ikat pada kain. Sehingga TiO₂ yang memiliki ukuran yang mengalami aglomerasi akan lebih mudah lepas dari kain dibandingkan dengan partikel TiO₂ yang lebih kecil. Dimana partikel tersebut lebih kecil sehingga masuk kedalam serat kain dan terikat dengan kain dengan kuat

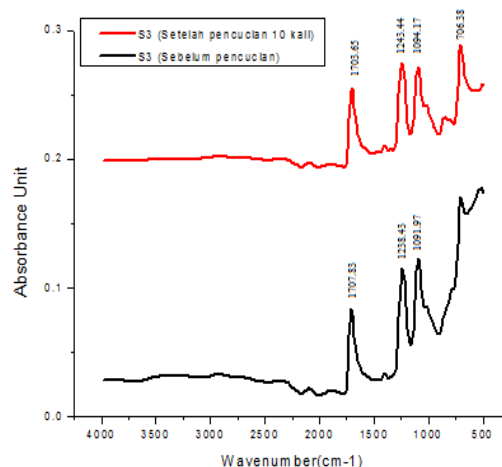
B. Hasil Karakterisasi dengan Fourir Transform Infrared (FTIR)



Gambar 5. Grafik FTIR Sampel 1



Gambar 6. Grafik FTIR Sampel 2



Gambar 7. Grafik FTIR Sampel 3

Hasil FTIR pada sampel sebelum pencucian menunjukkan puncak 1088-1708 cm⁻¹. puncak 1709.60 C=O merupakan puncak keton yang menunjukkan carboxylic acid yang mengindikasi adanya ikatan silang. Puncak 1090.91 merupakan ikatan eter, adanya keton dan eter mengindikasi terjadinya reaksi ikatan silang.^{15 16}Puncak 1239.15 merupakan C – H hidrokarbon yang berasal dari gugus metilen yang merupakan karakteristik dari sampel pada rantai asam dan ester pada PET. Puncak 720.93 merupakan karakteristik yang dimiliki oleh Ti - O anatase dimana karakteristik vibrasi TiO₂ berada pada 500-800 cm⁻¹. Hasil FTIR menunjukkan tidak adanya perbedaan signifikan antraa penggunaan maleic acid dan susinic acid sebagai ikatan silang.¹⁷

C. Hasil Pengujian aktivitas bakteri

¹⁵ Chen, C. C., Wang, C. C. (2006). Crosslinking of cotton cellulose with succinic acid in the presence of titanium dioxide nano-catalyst under UV irradiation. Journal of sol-gel science and technology, 40, 31-38

¹⁶ Silverstein, R. M., Bassler, G. C., Morrill, T. C. (1974). Spectrometric identification of organic compounds. 72-126.

¹⁷ B.F Bukit.,A.Mikrajuddin.,(2018), Preparasi Antibakteri Berbahan Tio2 Dan Aplikasinya Pada Kain, Prosiding Seminar Nasional SINASTEKMAPAN,I,1-8

Pengujian dilakukan dengan Plate Count Method. Hasilnya pada semua sampel tidak terdapat koloni bakteri. Hal ini disebabkan karena ketika TiO₂ diradiasikan dengan cahaya maka, bandgap akan menghasilkan pasangan elektron dan hole yang menyebabkan reaksi redoks pada permukaan TiO₂. Akibatnya elektron akan berpindah dari pita valensi ke pita konduksi sehingga pasangan elektron dan hole akan terbentuk pada permukaan fotokatalis. Elektron yang bermuatan negatif dan oksigen akan menyatu menjadi O²⁻ sedangkan hole yang bermuatan positif dan air akan menghasilkan radikal hidroksil.¹⁸ Radikal hidroksil ini menyebabkan tekanan oksidasi dan mengurangi sitoplasma pada sel eukariotik dan prokariotik sehingga terjadi kerusakan pada sel yang menyebabkan bakteri mati.¹⁹

IV.KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian didapatkan kesimpulan bahwa, dengan penggunaan maleic acid sebagai ikatan silang serta penggunaan metoda dip coating dalam preparasi kain antibakteri menunjukkan efek yang signifikan dimana hasil SEM menunjukkan partikel TiO₂ terdistribusi pada seluruh permukaan kain. Demikian pula hasil FTIR, dimana menunjukkan adanya ikatan silang antara TiO₂ dengan kain. Aktivitas antibakteri menunjukkan tidak adanya bakteri pada setiap sampel yang diuji.

UCAPAN TERIMAKASIH

Peneliti mengucapkan terimakasih kepada Kementerian Riset Teknologi dan Pendidikan Tinggi Republik Indonesia (MENRISTEKDIKTI) Kontrak Nomor T/49/L1.3.1/PT.01.03/2019.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kelly,N, Kristin., Monson,R,T., John., (2012).Hospital-acquired infections. *Surgery (Oxford)*,**30**,640-644
- [2] Raza, Kazi BM, Mustafa M, Gould FK. Developing countries have their own characteristic problems with infection control. *J Hosp Infect* 2004; 57(4): 294- 9.)
- [3] Nugraheni Ratna ., Suhartono., Winarni Sri.,(2012).Infeksi Nosokomial di RSUD Setjonegoro Kabupaten Wonosobo Media Kesehatan Masyarakat Indonesia, Vol. 11 / No.1, April 2012
- [4] Jeyamohan., Dharshini., (2010).Angka Prevalensi Infeksi Nosokomial Pada Pasien Luka Operasi Pasca Bedah Di Bagian Bedah Di Rumah Sakit Umum Pusat Haji Adam Malik, Medan Dari Bulan April Sampai September. Universitas Sumatera Utara
- [5] Perelshtein, I., Lipovsky, A., Perkas, N., Tzanov, T., Arguirova, M., Leseva, M., Gedanken, A. (2015). Making the hospital a safer place by sonochemical coating of all its textiles with antibacterial nanoparticles. *Ultrasonics sonochemistry*, 25, 82–88.
- [6] Cornejo-Juárez, P., Vilar-Compte, D., Pérez-Jiménez, C., Ñamendys-Silva, S. A., Sandoval-Hernández, S., & Volkow-Fernández, P. (2015). The impact of hospital-acquired infections with multidrug-resistant bacteria in an oncology intensive care unit. *International Journal of Infectious Diseases*, 31, 31-34.
- [7] Dizaj, S. M., Lotfipour, F., Barzegar-Jalali, M., Zarrintan, M. H.,Adibkia, K. (2014). Antimicrobial activity of the metals and metal oxide nanoparticles. *Materials Science and Engineering: C*, 44, 278-284.
- [8] Dastjerdi, R., Montazer, M. (2010). A review on the application of inorganic nano-structured materials in the modification of textiles: focus on anti-microbial properties. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, 79(1), 5-18.
- [9]Skorb,V,E.,Antonouskaya,I,L.,Belyasova,A,N.,S hchukin,G,D.,(2008):Antibacterial activity of thin-film photocatalysts based on metal-modified TiO₂ and TiO₂:In₂O₃ nanocomposite. *Applied Catalysis B: Environmental*,**84**,94–99.
- [10] Radetić, M. (2013). Functionalization of textile materials with TiO₂ nanoparticles. *Journal of Photochemistry and Photobiology C: Photochemistry Reviews*, 16, 62-76.
- [11] Doakhan, S., Montazer, M., Rashidi, A., Moniri, R., & Moghadam, M. B. (2013). Influence of sericin/TiO₂ nanocomposite on *Staphylococcus aureus*.*Molecular Medical Microbiology (Second Edition)*,1, 249-273

¹⁸ Lobo, H., & Bonilla, J. V. (Eds.). (2003). Handbook of plastics analysis. Crc Press. 276-279.

¹⁹ Antelmann, H. (2015). Oxidative Stress Responses and Redox Signalling Mechanisms in *Bacillus subtilis* and

- cotton fabric: Part 1. Enhanced antibacterial effect. *Carbohydrate polymers*, 94(2), 737-748.
- [12] Harifi, T., Montazer, M. (2012). Past, present and future prospects of cotton cross-linking. New insight into nano particles. *Carbohydrate Polymers*, 88(4), 1125-1140.
- [13] Hashemikia, S., Montazer, M., (2012). Sodium hypophosphite and nano TiO₂ inorganic catalysts along with citric acid on textile producing multi-functional properties. *Applied Catalysis A: General*, 200–208.
- [14] Farouk, A., Sharaf, S., El-Hady, Abd, M. M., (2013). Preparation of multifunctional cationized cotton fabric based on TiO₂ nanomaterials. *International Journal of Biological Macromolecules*. 61, 230–237
- [15] Chen, C. C., Wang, C. C. (2006). Crosslinking of cotton cellulose with succinic acid in the presence of titanium dioxide nano-catalyst under UV irradiation. *Journal of sol-gel science and technology*, 40, 31-38
- [16] Silverstein, R. M., Bassler, G. C., Morrill, T. C. (1974). Spectrometric identification of organic compounds. 72-126.
- [17] B.F Bukit., A. Mikrajuddin., (2018), Preparasi Antibakteri Berbahan Tio₂ Dan Aplikasinya Pada Kain, Prosiding Seminar Nasional SINASTEKMAPAN, I, 1-8
- [18] Lobo, H., & Bonilla, J. V. (Eds.). (2003). *Handbook of plastics analysis*. Crc Press. 276-279.
- [19] Antelmann, H. (2015). Oxidative Stress Responses and Redox Signalling Mechanisms in *Bacillus subtilis* and *Staphylococcus aureus*. *Molecular Medical Microbiology (Second Edition)*, 1, 249-273