

# STUDI PENINGKATAN SIFAT TAHAN AIR KAIN KAPAS DENGAN MODIFIKASI TEKNIK *COATING* MENGGUNAKAN SUSPENSI ZnO DAN ASAM STEARAT

## *STUDY FOR IMPROVEMENT OF WATER REPELLENT PROPERTIES OF COTTON FABRIC THROUGH THE COATING TECHNIQUE MODIFICATION USING ZnO SUSPENSION AND STEARIC ACID*

Agus Surya Mulyawan<sup>1</sup>, Jakariya Nugraha<sup>1</sup>, Rizky Berliana Wijayanti<sup>2</sup>, Arif Wibi Sana<sup>3</sup>, Doni Sugiyana<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Balai Besar Tekstil, Jl. Jend. A. Yani No. 390 Bandung  
E-mail: texirdti@bdg.centrin.net.id

<sup>2</sup>Balai Besar Keramik, Jl. Jend. A. Yani No. 392 Bandung  
E-mail: rizkyberliana@gmail.com

<sup>3</sup>Politeknik Sekolah Tinggi Teknologi Tekstil, Jl. Jakarta No. 31 Bandung  
E-mail: arifwibi\_s@student.stttekstil.ac.id

Tanggal diterima: 31 Maret 2019, direvisi: 11 Juli 2019, disetujui terbit: 18 Juli 2019

### ABSTRAK

Salah satu proses penyempurnaan yang dapat dilakukan pada kain kapas adalah sifat tahan air menggunakan bahan kimia dan teknik tertentu sehingga permukaan kain menjadi kasar atau memiliki energi permukaan yang rendah. Seng oksida (ZnO) dan asam stearat merupakan zat kimia yang dapat digunakan pada penyempurnaan tahan air dan diaplikasikan pada permukaan kain kapas dengan teknik penyemprotan dan perendaman. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari sintesis ZnO dari seng klorida dan natrium hidroksida serta kemampuannya bersama asam stearat dalam meningkatkan tahan air kain kapas dengan memodifikasi teknik *coating* yaitu kombinasi antara teknik penyemprotan dan perendaman. Struktur kristal ZnO hasil sintesis diamati menggunakan *X-ray Diffraction* (XRD), kain kapas setelah penyempurnaan tahan air diamati permukaannya menggunakan *Scanning Electron Microscope* (SEM), kapasitas daya serap air dievaluasi dengan menggunakan cara uji daya serap bahan tekstil, sedangkan sudut kontak air diukur dengan menggunakan metode *sessile*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ZnO dan asam stearat yang diaplikasikan pada kain kapas dengan teknik penyemprotan-perendaman dapat meningkatkan ketahanan daya serap air lebih dari 3.600 detik dan sudut kontak air lebih dari 90°.

**Kata kunci:** tahan air, ZnO, asam stearat, kain kapas, pelapisan

### ABSTRACT

*One of finishing treatment that could be made on cotton fabric is water repellent property using certain chemicals and techniques so that the surface of the fabric becomes rough or has a low surface energy. Zinc oxide (ZnO) and stearic acid are chemicals that could be used in refining water repellent and applied to the surface of cotton fabric with spraying and immersing techniques. The aim of this research is to study synthesis ZnO using ZnCl<sub>2</sub> and NaOH also the ability of ZnO and stearic acid in improving water repellent cotton fabric using modify coating technique namely combination among spraying and immersing techniques. The crystalline structure of synthesis ZnO has been studied with X-Ray Diffraction (XRD), the surface cotton fabric as a result finishing process has been studied with a Scanning Electron Microscope (SEM), absorption capacity was evaluated using water drop test of textile substrat method, whileas water contact angle was measured using sessile method. The result showed that the ZnO and stearic acid which applied in cotton fabric with spraying and immersing technique could improve tenacity of water absorption up to 3600 second and water contact angle up to 90°.*

**Keywords:** water repellent, ZnO, stearic acid, cotton fabric, coating

## PENDAHULUAN

Proses penyempurnaan tekstil (*finishing*) adalah proses yang dilakukan pada bahan tekstil, baik secara mekanik maupun kimia setelah melalui satu atau beberapa proses persiapan (*pretreatment*). *Finishing* dilakukan untuk meningkatkan nilai estetika atau sifat dari bahan tekstil sehingga didapatkan fungsi tertentu pada produk akhir, misalnya kain tahan air, anti statik, anti bakteri, dan anti api.<sup>1,2,3,4,5</sup>

*Finishing* kain tahan air merupakan salah satu topik menarik bagi para peneliti selama beberapa dekade terakhir karena dapat diaplikasikan pada berbagai macam produk tekstil, misalnya untuk keperluan *outdoor*, militer, dan garmen yang terbuat dari kapas, poliester, sutra, atau campuran kapas-poliester.<sup>1,2,6,7,8,9,10,11</sup>

Kain dengan sifat tahan air dapat diperoleh dengan beberapa cara, yaitu memodifikasi permukaan hidrofilik kasar (*rough*) dengan lapisan hidrofobik dan atau melapisi permukaan kain (*coating*) dengan zat kimia yang memiliki energi permukaan rendah sehingga permukaannya dapat menahan air atau memiliki sudut kontak air lebih besar dari 90° (hidrofob) atau 150° (superhidrofob).<sup>12</sup> Zat kimia yang efektif digunakan untuk meningkatkan sifat tahan air adalah fluorokimia atau zat kimia mengandung fluorin tetapi tidak efisien dan berpotensi negatif terhadap kesehatan manusia serta lingkungan.<sup>13</sup> Sebagai alternatifnya maka digunakan zat kimia yang lain, misalnya parafin, garam logam, silikon, dan senyawa organo chrom.<sup>14</sup> Liu et. al. (2010), melapisi kain kapas menggunakan tetraethoxysilane (TEOS) dengan teknik *padding*.<sup>6</sup> Ekanayake et. al. (2018), melapisi kain poliester menggunakan nano ZnO kemudian asam stearat dengan teknik perendaman (*layer-by-layer*).<sup>7</sup> Bi Xu dan Zaisheng Cai (2008), melapisi kain kapas dengan nano ZnO secara *pad-dry-cure* kemudian dilapisi kembali dengan nano ZnO secara hidrotermal.<sup>8</sup> Nuraje et. al. (2013), membuat membran superhidrofob dengan teknik *electrospinning*.<sup>15</sup> Novak et. al. (2017), memodifikasi permukaan kain poliester-kapas menjadi kasar menggunakan teknik plasma.<sup>16</sup> Mohamed et. al. (2017), melapisi kain kapas, jute, dan linen dengan campuran parafin-asam stearat menggunakan teknik *padding*.<sup>17</sup> Aslanidou et. al. (2018), mengaplikasikan nanosilika pada permukaan kain sutra menggunakan teknik *spray*.<sup>18</sup>

Berdasarkan penjelasan di atas maka penelitian tentang meningkatkan sifat tahan air kain kapas dengan ZnO dan asam stearat menggunakan kombinasi teknik *spray* dan perendaman belum pernah dilakukan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mempelajari proses penyempurnaan tahan air menggunakan ZnO hasil sintesis dari ZnCl<sub>2</sub> dan NaOH, serta asam stearat.

## METODE

### Bahan

Bahan-bahan yang digunakan adalah kain kapas 100% beranyaman polos 1/1, gramasinya 106 g/m<sup>2</sup>, total lusinya (arah panjang kain) 2.913 helai per meter, total pakannya (arah lebar kain) 2.520 helai per meter, telah diproses penghilangan kanji (*desizing*) dan pemasakan (*scouring*). NaOH dan ZnCl<sub>2</sub> grade pereaksi analitis didapat dari Merck, sedangkan asam stearat {CH<sub>3</sub>(CH<sub>2</sub>)<sub>16</sub>CO<sub>2</sub>H}, aseton, dan air demineralisasi dari Brataco.

### Peralatan

Peralatan dalam penelitian ini digunakan dalam beberapa proses antara lain: sintesis dan karakterisasi ZnO, *coating* kain kapas, dan evaluasi kain kapas setelah *coating*. Peralatan yang digunakan adalah: erlenmeyer 250 ml, *magnetic stirrer*, buret tetes, termometer, *hot plate*, *sprayer*, Curing HT-Steam Werner Mathis AG, *Contact Angle Measurement (CAM) Kyowa 3.2*, *Scanning Electron Microscope (SEM) JEOL JSM-6510*, dan *X-ray Diffraction (XRD)*.

### Sintesis ZnO

Sintesis ZnO dilakukan berdasarkan metode penelitian yang dilakukan oleh Gusatti et. al (2010) dengan beberapa modifikasi.<sup>19</sup> Bahan baku yang digunakan yaitu ZnCl<sub>2</sub> dan NaOH. Dibuat dua jenis larutan. Pertama (X), 6,8 gram ZnCl<sub>2</sub> dilarutkan dalam 100 ml air pada suhu kamar dan kedua (Y), 4 gram NaOH dalam 100 ml air. Larutan Y dalam erlenmeyer dipanaskan hingga 50°C, ke dalam larutan tersebut kemudian diteteskan larutan X selama 60 menit sambil diaduk. Pengadukan dilanjutkan hingga 120 menit setelah larutan X habis.

Material yang terbentuk dalam erlenmeyer disaring, dicuci beberapa kali dengan air demineralisasi, dikeringkan dalam oven pada suhu 70°C selama 14 jam, kemudian dalam tungku pada suhu 450°C selama 4 jam.

### Coating Kain Kapas

Suspensi ZnO dibuat dengan cara mendispersikan 1,0 gram ZnO dalam 100 ml air demineralisasi (1,0%) kemudian diaduk menggunakan magnetik *stirrer* selama 30 menit. Suspensi ZnO disemprotkan (*spraying*) pada permukaan kain kapas berukuran 30 cm x 30 cm secara merata, dipanaskan pada suhu 100°C selama 3 menit, dilanjutkan perendaman (*immersing*) dalam larutan 0,05 M asam stearat selama 10 menit, kemudian dipanaskan kembali pada suhu 110°C selama 45 menit.<sup>13</sup>

Sebagai pembanding, perlakuan juga dilakukan pada kain kapas dengan *spraying* 1,0% ZnO saja dan perendaman dengan asam stearat 0,05

M saja. Kondisi selengkapnya disajikan pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Resep proses *coating* kain kapas

Parameter	Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3	Sampel 4
Asam stearat (M)	-	-	0,05	0,05
ZnO (%)	-	1,0	-	1,0
Layer spraying ZnO	-	100°C 3 menit	-	100°C 3 menit
Layer immersing asam stearat	-	-	110°C 45 menit	110°C 45 menit



**Gambar 1.** Produk hasil sintesis setelah dari tungku.

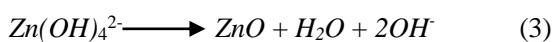
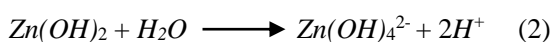
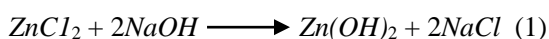
### Pengujian dan Karakterisasi

Pengamatan terhadap struktur kristal partikel ZnO dilakukan menggunakan *X-ray Diffraction* (XRD).<sup>19</sup> Kain kapas hasil *finishing* diamati menggunakan SEM.<sup>7</sup> Sudut kontak air diamati dengan metode *sessile drop*.<sup>12</sup> Sebanyak 8 µl air demineralisasi diteteskan pada permukaan kain kapas, setelah 10 detik diamati sudut kontak menggunakan CAM dan hasil ujinya merupakan rata-rata dari tiga kali pengukuran tiap sampelnya. Pengujian daya serap terhadap air menggunakan uji daya serap bahan tekstil.<sup>20</sup> Kain diameter 15 cm dipasang pada lingkaran penyulam hingga permukaannya tegang. Setetes air diteteskan pada permukaan kain menggunakan buret. Dihitung waktu penyerapan airnya, yaitu pada saat air menetes ke permukaan kain hingga pantulan sinar pada tetesan air menghilang.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

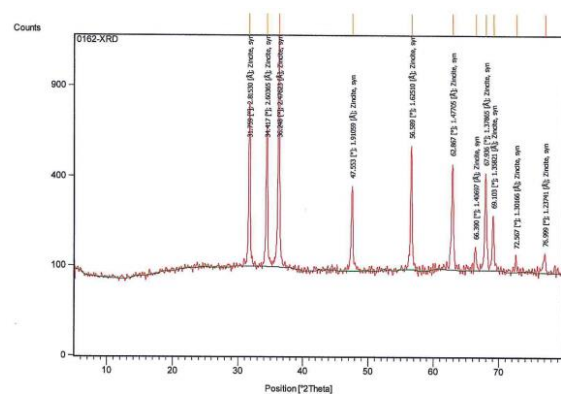
### Karakterisasi ZnO

Produk hasil sintesis ditunjukkan pada Gambar 1. Endapan putih terbentuk dari hasil reaksi hidrolisis dan polikondensasi antara ZnCl<sub>2</sub>, NaOH, dan air.<sup>20</sup> Mekanisme reaksi kimia yang menjelaskan tentang proses sintesis ZnO salah satunya dapat mengacu pada hasil penelitian Conde et. al. (2011) seperti ditunjukkan pada persamaan reaksi (1) sampai dengan (3).<sup>21</sup>



ZnO terbentuk melalui proses *dissolution* dari Zn(OH)<sub>2</sub> hasil penambahan NaOH yang merubah kondisinya menjadi alkali. Berikutnya Zn(OH)<sub>2</sub> yang terbentuk dapat berubah menjadi ZnO pada rentang temperatur 30-100°C.<sup>19,22</sup>

ZnCl<sub>2</sub> dan NaOH yang dilarutkan dalam air demineralisasi menghasilkan larutan bening. Penambahan larutan ZnCl<sub>2</sub> secara bertahap pada larutan NaOH dengan suhu 50°C dan adanya pengadukan, menjadikan warna larutan berubah menjadi putih kemudian terbentuk endapan putih. Kandungan air dihilangkan melalui penyaringan dan pengeringan sehingga yang tersisa adalah endapan putih ZnO.



**Gambar 2.** Data pola difraksi sinar-X produk hasil sintesis.

Produk hasil sintesis diamati pula menggunakan XRD dan hasilnya ditunjukkan pada Gambar 2. Puncak pengotor tidak ada sehingga produk hasil sintesis merupakan partikel dengan kemurnian tinggi. Semua puncak yang timbul merupakan pola difraksi sinar-X yang mirip dengan hasil penelitian Gusatti et. al. (2010). Berdasarkan data referensi (ICSD 01-074-0534), pola tersebut menunjukkan terbentuknya senyawa oksida ZnO

kristal heksagonal tipe wurtzite (*space group* P6<sub>3</sub>mc).<sup>19</sup>

**Coating Kain Kapas**

Pengamatan terhadap kain pada sampel 1 sampai dengan sampel 4 ditunjukkan pada Gambar 3. ZnO dan asam stearat dapat diaplikasikan pada permukaan kain kapas menggunakan teknik *spraying* dan perendaman.


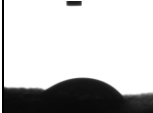

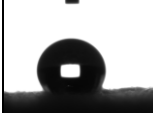
Perbedaan morfologi permukaan antara sampel 1 dan 3 menunjukkan bahwa asam stearat dapat melapisi permukaan kain kapas, begitu pula dengan morfologi permukaan pada sampel 2 dan 4. Tampak bahwa ZnO dapat diaplikasikan pada permukaan kain kapas menggunakan teknik *spraying* walaupun hasilnya belum mampu melapisi permukaan kain kapas secara merata.

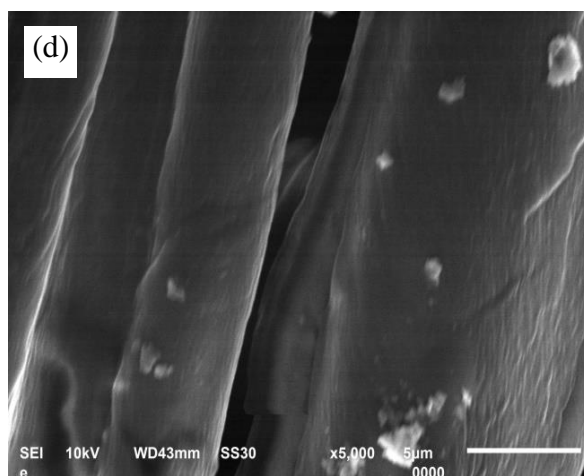
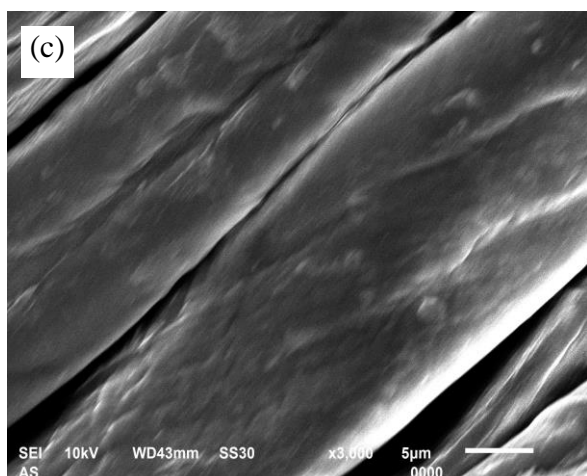
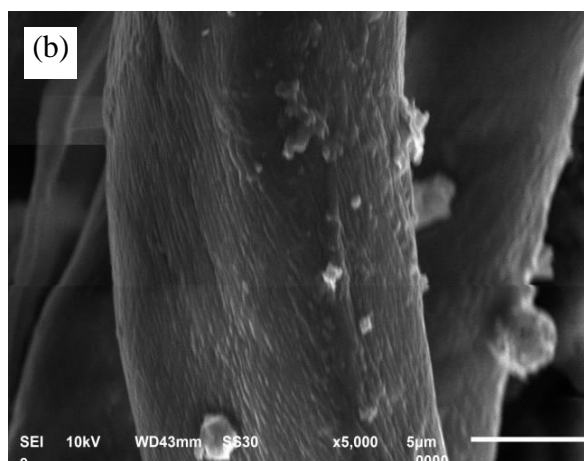
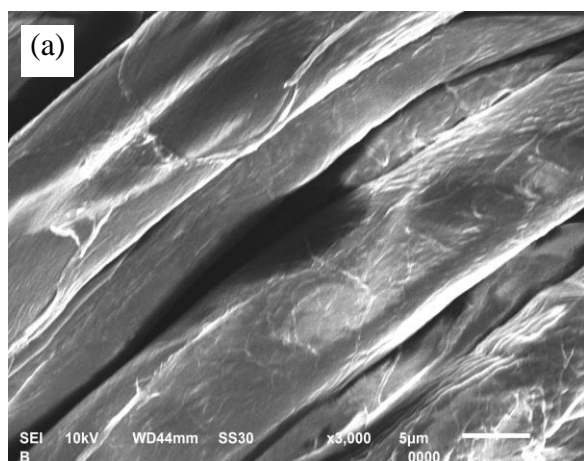
**Daya Serap dan Sudut Kontak Air**

Hasil uji daya serap dan sudut kontak air disajikan pada tabel 2. Tahan air kain kapas meningkat 100% setelah dilakukan proses penyempurnaan, namun belum dapat dikategorikan

sebagai superhidrofob karena sudut kontak terhadap air masih kurang dari 150°.

**Tabel 2.** Hasil uji daya serap dan sudut kontak air pada permukaan kain kapas.

Resep	Daya serap air (detik)	Sudut kontak air (°)	
Sampel 1	0	-	
Sampel 2	25	41,4	
Sampel 3	1.650	96,38	
Sampel 4	>3.600	119,06	



**Gambar 3.** Citra SEM: a) Sampel-1: kain kapas perbesaran 3.000x; b) Sampel-2: kain kapas dengan ZnO perbesaran 5.000x; c) Sampel-3: kain kapas dengan asam stearat perbesaran 3.000x; d) Sampel-4: kain kapas dengan ZnO dan asam stearat perbesaran 5.000x.

Kain kapas tanpa penyempurnaan (Sampel 1) bersifat hidrophil karena memiliki struktur hidroksil yang melimpah sehingga air langsung menyebar dan terserap begitu ditetaskan pada permukaannya, oleh karena itu pengamatan terhadap sudut kontak tidak dapat dilakukan. Setelah *finishing*, air yang ditetaskan menjadi lebih *spherical* dan menghasilkan sudut kontak lebih besar dari 90°.

Sifat hidrophilik kain kapas setelah penyempurnaan dengan ZnO tidak berubah. Kondisi tersebut ditunjukkan dengan hasil uji sudut kontak air yang masih di bawah 90°. Kain kapas dengan asam stearat sudut kontak airnya meningkat hingga 96°. Asam stearat merupakan salah satu material yang memiliki energi permukaan rendah dan jika direaksikan dengan gugus hidroksil pada kain kapas maka terjadi esterifikasi. Kondisi tersebut mengakibatkan tegangan permukaan kain kapas menjadi lebih kecil dari air sehingga kain kapas bersifat hidrophob. Beberapa penelitian<sup>10,13</sup> menunjukkan pula bahwa aplikasi asam stearat pada kain kapas secara perendaman dapat meningkatkan sudut kontak air di permukaan hingga di atas 90°.

Kain kapas hasil penyempurnaan dengan ZnO dan asam stearat memiliki sudut kontak air paling tinggi. Aplikasi ZnO pada kain akan menghasilkan permukaan kain yang lebih kasar dan ketika dilapisi lagi dengan asam stearat maka energi permukaannya lebih kecil sehingga kemampuan dalam menahan air menjadi lebih tinggi.

Daya serap kain kapas terhadap air menurun setelah dilakukan *finishing*. Air yang ditetaskan pada permukaan kain kapas akan bertahan di atasnya dan seiring waktu, volumenya akan berkurang karena terjadi evaporasi secara perlahan. Permukaan dengan energi yang lebih kecil dan kasar akan memiliki daya serap air lebih rendah.<sup>12</sup> Hasil uji pada Tabel 2 menunjukkan bahwa kain dengan ZnO dan asam stearat lebih tahan air dari kain lainnya. Perbedaan tersebut bisa terjadi karena adanya ZnO sehingga permukaan kain lebih mampu menahan air.

## KESIMPULAN

Partikel ZnO dapat dibentuk dalam beberapa jam menggunakan bahan baku ZnCl<sub>2</sub> dan NaOH. Partikel ZnO yang disintesis memiliki tingkat kemurnian yang tinggi. Sifat kain kapas yang hidrophilik berubah menjadi hidrophobik setelah dilakukan penyempurnaan tahan air menggunakan suspensi ZnO dan asam stearat dengan teknik modifikasi pelapisan, yaitu *spraying* kemudian perendaman.

## PUSTAKA

1. Roy Conway. *Handbook of Technical Textiles*. Elsevier Ltd. (2016).

2. Abo-Sosha et. al. Paravin Wax Emulsion as Water Repellent for Cotton/Polyester Blended Fabric. *Journal of Industrial Textiles*. **37(4)**, 315-325 (2008).
3. Hakeim et. al. Anti-Static and Functional Properties of Asminosilsequioxane Oligomer Treated and Dye Fabrics. *Journal of The Textile Association*. 90-101. (2015).
4. Asma Farouk et. al. ZnO-Modified Hybrid Polymers as An Antibacterial Finish For Textiles. *Textile Research Journal*. **84(1)**, 40-51 (2014).
5. Karim-Nejad et. al. Efficient Flame Retardant of Mercerized Cotton Through Cross-linking With Citric Acid and ZnO Nanoparticles Optimized by RSM Models, *The Journal of The Textile Institute*. 37-41 (2014).
6. Liu et. al. Preparation of Durable Superhydrophobic Surface by Sol-Gel Method With Water Glass and Citric Acid. *J Sol Gel Sci Technology*. **58**, 18-23 (2011).
7. Ekanayake et. al. Fabrication of ZnO Nanoarchitected Fluorin-Free Robust Superhydrophobic and UV Shielding Polyester Fabrics for Umbrella Canopies. *RSC Advances*. **8**, 31406-31413 (2018).
8. Bi Xu dan Zaisheng Cai. Fabrication of a Superhydrophobic ZnO Nanorod Array Film on Cotton Fabrics Via Wet Chemical Route and Hydrophobic Modification. *Applied Surface Science*. **254**, 5899-5904 (2008).
9. Abbas et. al. Fabrication of Durable and Cost Effective Superhydrophobic Cotton Textiles Via Simple One Step Process. Springer. (2014).
10. Kyuchul Lee et. al. Fabrication of Superhydrophobic Surface on a Cellulose-Base Material Via Chemical Modification. *Bull.Korean Chem*. **35(5)**, 1545-1548 (2014).
11. Dimitra Aslanidou dan Ioannis Karapanagiotis. Superhydrophobic, Superoleophobic and Antimicrobial Coatings For The Protection of Silk Textiles. *Coatings*. **8**, 100-113 (2018).
12. Mojiri dan Aliofkhazrael. *Effect of Surface Roughness on Wetting Properties*. Elsevier. (2017).
13. Richard et. al. A Simple Cost Effective And Eco-Friendly Wet Chemical Process for The Fabrication of Superhydrophobic Cotton Fabrics. *Applied Surface Science*. **277**, 302-309 (2013).
14. Chinta et. al. Water Repellency of Textiles Through Nanotechnology. *International*

- Journal of Advanced Research in IT and Engineering*. **2(1)**, 36-57 (2013).
15. Anitha et. al. Optical, Bactericidal and Water Repellent Properties of Electrospun Nano-Composite Membranes of Cellulose Acetate and ZnO. *Carbohydrate Polymers* **87**, 1065-1072 (2012).
  16. Novak et. al. Superhydrophobic Cotton/Polyester Fabrics Modified by Barrier Discharge Plasma And Organosilanes. *Polymer-Plastics Technology And Engineering*. 1525-6111 (2017).
  17. Mohamed et. al. Properties of Cellulosic Fabrics Treated by Water-Repellent Emulsions. *Indian Journal of Fiber & Textile Research*. **42**, 223-229 (2017).
  18. Dimitra Aslanidou dan Ioannis Karapanagiotis. Superhydrophobic, Superoleophobic and Antimicrobial Coatings for The Protection of Silk Textiles. *Coatings*. **8**, 1-13 (2018).
  19. Gusatti et. al. Production and Characterization of ZnO Nanocrystals Obtained by solochemical Processing at Different Temperatures. *Journal of Nanoscience And Nanotechnology*. **10**, 4348-4351 (2010).
  20. Asma Farouk. *Using Nanotechnology in The Finishing of Cellulosic Fabrics*. Dissertation of Chemistry Department. University of Duisburg-Essen. (2011).
  21. Conde et. al. Preparation of ZnO Nanoparticles Without Any Annealing and Ripening Treatment. *Journal of Materials Sciences and Engineering*. **1**, 985-990 (2011).
  22. Frederic Demoisson et. al. Hydrothermal Synthesis of ZnO Crystals from Zn(OH)<sub>2</sub> Metastable Phases at Room to Supercritical Conditions. *Crystal Growth & Design*. **14**, 5388-5396 (2014).
-