

Sintesis Nanopartikel Ag yang Dilapiskan pada Kain Katun Beserta Karakterisasinya

¹Musfirah Cahya Fajrah, ²Maria Yohana Elisabet Z Hamu, ³Ridwan

^{1,2,3}Program Studi Sistem Informasi, Fakultas Sains dan Teknologi Informasi, Institut Sains dan Teknologi Nasional, Jl. Moch Kahfi II, Srengseng Sawah, Jagakarsa, Jakarta 12460, Indonesia

Email : ¹musfirah@istn.ac.id, ²elsahamu5601@gmail.com,

Abstrak

Kain katun merupakan media yang baik untuk pertumbuhan mikroorganisme karena memiliki area permukaan yang besar dan kemampuannya menjaga kelembutan. Pertumbuhan mikro organisme pada material tekstil dapat mengakibatkan penurunan kualitas seperti pemudaran warna dan penurunan kekuatannya. Nanopartikel perak merupakan logam yang banyak dikembangkan. Penelitian terbaru tentang sintesis nanomaterial dan aplikasinya untuk perawatan tekstil telah menjadi perhatian yang signifikan baik dari perspektif akademis dan industri. Teknologi nano pada tekstil digunakan untuk meningkatkan sifat fungsional seperti ketahanan terhadap penyusutan, perwarnaan, kerutan serta sifat mudah terbakar. Telah berhasil dilakukan sintesis nanopartikel perak yang dilapisi pada kain katun. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode reduksi kimia dengan menggunakan perak nitrat sebagai prekursor dan asam askorbat sebagai reduktor. Sampel hasil sintesis kemudian dikarakterisasi menggunakan *X-Ray Diffraction* (XRD), *Fourier Transform Infrared* (FTIR) dan *Scanning Electron Microscope* (SEM). Tujuan penelitian ini untuk mengetahui struktur kristal yang terbentuk, ukuran partikel, morfologi permukaan kain katun, mengidentifikasi senyawa, dan daya serap adsorpsi nanopartikel perak terhadap kain katun. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, diperoleh hasil karakteristik struktur kristal berbentuk kubik, diperoleh hasil analisis ukuran partikel bervariasi dari 42,79 sampai 127,2 nm, hasil *Fourier Transform Infrared* (FTIR) menunjukkan bahwa nanopartikel Ag yang ada pada kain katun memiliki spektrum bilangan gelombang $798,2\text{ cm}^{-1}$, $847,5\text{ cm}^{-1}$, $1722,5\text{ cm}^{-1}$, dan $1756,8\text{ cm}^{-1}$. Hasil *Scanning Electron Microscope* (SEM) menunjukkan bahwa pada kain katun terdapat unsur perak (Ag) sebesar 75,53%, yang menunjukkan unsur Ag mempunyai kadar yang cukup signifikan.

Kata kunci: Nanopartikel perak, katun, perendaman.

Abstrak

Cotton fabric is a good medium for the growth of microorganisms because it has a large surface area and its ability to maintain softness. The growth of microorganisms on textile materials can result in decreased quality such as color fading and decreased strength. The synthesis of silver nanoparticles coated on cotton fabric has been successfully carried out. Silver nanoparticles are a widely developed metal. Recent research on nanomaterial synthesis and its application for textile treatment has received significant attention from both academic and industrial perspectives. Nanotechnology in textiles is used to improve functional properties such as resistance to shrinkage, staining, wrinkling and flammability. The method used in this study is a chemical reduction method using silver nitrate as a precursor and ascorbic acid as a reducing agent. The synthesized samples were then characterized using X-Ray Diffraction (XRD), Fourier Transform Infrared (FTIR) dan Scanning Electron Microscope (SEM). The purpose of this study was to determine the crystal structure formed, particle size, surface morphology of cotton fabrics, identify compounds, and the adsorption capacity of silver nanoparticles on cotton fabrics. Based on the results of the research carried out, the results of the characteristics of the cubic crystal structure were obtained, the results of the analysis of particle sizes varied from 42.79 to 127.2 nm, Fourier Transform Infrared (FTIR) results show that Ag nanoparticles in cotton fabric have a spectrum of wave numbers 798.2 cm^{-1} , 847.5 cm^{-1} , 1722.5 cm^{-1} , and 1756.8 cm^{-1} . Scanning Electron Microscope (SEM) results show that in cotton fabric there is an element of silver (Ag) of 75.53%. which shows that the Ag element has quite significant levels.

Keywords : Silver nanoparticles, cotton, soaking.

1. Pendahuluan

Kain katun merupakan media yang baik

untuk pertumbuhan mikroorganisme karena memiliki area permukaan yang besar dan

kemampuannya menjaga kelembutan. Pertumbuhan mikro organisme pada material tekstil dapat mengakibatkan penurunan kualitas seperti pemudaran warna dan penurunan kekuatannya. Selain penurunan kualitas pada material tekstil tersebut, pertumbuhan mikroorganisme juga dapat memberi dampak buruk pada kesehatan pemakai seperti iritasi pada kulit dan mendorong timbulnya infeksi (Aboelnaga et al. 2017). Nanopartikel menjadi salah satu pengembangan nanoteknologi yang sedang berkembang. Ukuran partikel yang sangat kecil tersebut dimanfaatkan untuk mendesain dan menyusun atau memanipulasi material sehingga dihasilkan material dengan sifat dan fungsi yang baru. Manfaat dan aplikasi nanopartikel saat ini telah berkembang di berbagai bidang, diantaranya yaitu di bidang lingkungan, biomedis, perawatan kesehatan, pertanian dan pangan, tekstil, industri, elektronika, otomotif, bahan bangunan, dll (Tsuzuki 2009).

Nanopartikel perak merupakan logam yang banyak dikembangkan. Penelitian terbaru tentang sintesis nanomaterial dan aplikasinya untuk perawatan tekstil telah menjadi perhatian yang signifikan baik dari perspektif akademis dan industri. Teknologi nano pada tekstil digunakan untuk meningkatkan sifat fungsional seperti ketahanan terhadap penyusutan, pewarnaan, kerutan serta sifat mudah terbakar (Kanade and Patel 2017). Penerapan nanopartikel perak pada permukaan tekstil dapat menghasilkan produk berkualitas tinggi dengan aplikasi yang berbeda sebagai bahan antibakteri, pembersihan sendiri, pewarnaan, penghambat api, cakupan konduktif hidrofobitas, sensor elektronik, fotonik, optoelektronik, katalis dan sebagainya (Hasan et al. 2020). Selain itu, penerapan nanomaterial pada bahan tekstil berarti memuat fitur baru yang dapat mendukung sifat multifungsi pada mereka.

Pada penelitian ini dilakukan sintesis nanopartikel perak pada kain katun dengan cara reduksi kimia. Sebagai prekursor perak

digunakan perak nitrat (AgNO_3), asam askorbat ($\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$) sebagai reduktor dan NaOH digunakan untuk mengaktivasi kain katun. Proses karakterisasi terhadap nanopartikel perak yang dihasilkan dilakukan dengan menggunakan alat XRD, FTIR, dan SEM. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh variasi waktu perendaman terhadap kain katun yang dilapisi nanopartikel perak, untuk mengetahui karakteristik struktur kristal yang terbentuk, dan mengkarakterisasi nanopartikel perak menggunakan XRD, FTIR, dan SEM.

2. Metode Penelitian

2.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan sejak bulan Februari 2022 – Agustus 2022. Lokasi pengambilan data dilakukan di Pusat Sains dan Teknologi Bahan Maju, Laboratorium Badan Tenaga Nuklir Nasional (BATAN), PUSPIPTK, Tangerang Selatan.

2.2 Prosedur Penelitian

Kain katun yang telah dipotong dan dicuci dengan air hangat menggunakan deterjen nonionic selama 15 menit untuk memastikan pembuangan sisa bahan kimia pada kain. Kain diangkat dan dibilas dengan menggunakan DI water yang dipanaskan pada suhu 50°C sebanyak 2 kali dan dibilas menggunakan DI water sebanyak 1 kali. Sampel dikeringkan dan dibiarkan semalaman pada suhu ruang. Kain katun dimasukkan ke dalam larutan NaOH selama 5 menit. Setelah 5 menit kain direndam, kain diangkat dan dibilas dengan menggunakan DI water sebanyak 3 kali. Kain disimpan dalam keadaan lembab sampai perawatan berikutnya, kemudian kain direndam dalam larutan $0,02\text{M}$ AgNO_3 dan diaduk dengan variasi waktu selama 10 menit, 20 menit dan 30 menit. Kemudian $0,01\text{M}$ larutan $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$ ditambahkan dan dibiarkan di stirrer selama 30 menit. Setelah itu kain diangkat dan dibilas sekali dengan DI water. Kain disimpan dalam keadaan lembab, lalu kain dikeringkan dalam oven pada suhu 65°C selama 60 menit. Terakhir, kain dibiarkan selama 10 menit

sebelum akhirnya ditimbang.

2.3 Karakterisasi

Sampel kemudian dikarakterisasi dengan menggunakan alat, XRD digunakan untuk mengidentifikasi struktur kristal, bentuk dan ukuran partikel yang disintesis. Pola XRD dari nanopartikel perak dalam bentuk serbuk yang telah dihaluskan diukur dan pola XRD dari nanopartikel perak yang diendapkan pada kain katun diukur dengan X-Ray Defractometer (Phillips, Expert pro, Holland) (Tania, Ali, and Azam 2019). FTIR digunakan untuk memeriksa perubahan kimia dan interaksi ikatan kain katun dengan nano perak, gugus fungsi nanopartikel perak. Spektrofotometer FTIR yang digunakan ialah FTIR tensor 27, ATR cristal germanium. Area pemindahan berada dalam kisaran 4000 cm^{-1} - 700 cm^{-1} . SEM yang digunakan untuk mengamati morfologi dan ukuran nanopartikel perak pada kain katun ialah Analytical Scanning Electron Microscope (JSM- 65010LA). Sampel dilapisi dengan emas menggunakan sputtering (GSL-1100X-SPC-12 Compact Plasma Sputtering Coater) selama 20 detik sebelum dimasukkan ke mikroskop. Mikrograf diambil pada tiga perbesaran 60, 100 dan 1000 kali menggunakan tegangan percepatan 20 kV.

2.4 Bahan Dan Alat

Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah 3 kain katun masing-masing berukuran $5 \times 5\text{ cm}$, AgNO_3 0,02M 200ml, $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$ 0,01M 200 ml, NaOH 3M 50ml, Ice gel, DI water, Parafilm, Binder clips, Plastic zipper, dan Gas argon.

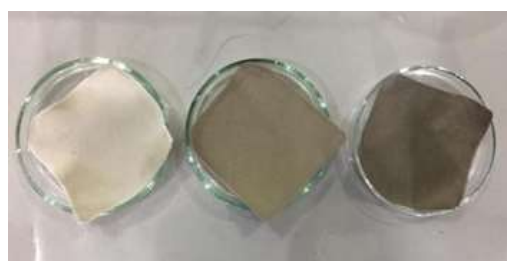
Alat

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Erlenmeyer, Beaker glass Gelas ukur, Cawan petri, Spatula, pH meter, Batang pengaduk, Pipet, Pinset, Thermometer, Magnetic stirrer, Neraca analitik, dan Oven.

3. Hasil dan Pembahasan

Pelapisan kain dengan nanopartikel perak ditunjukkan melalui penilaian perubahan

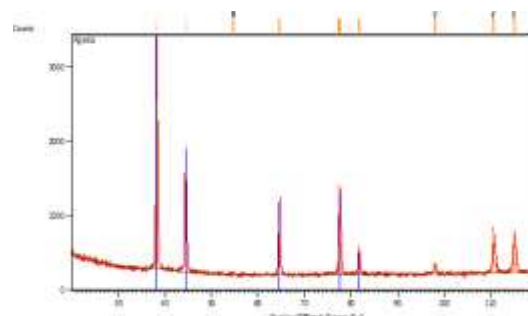
warna pada kain katun. Sebelum kain direndam dalam larutan AgNO_3 , kain terlebih dahulu diaktivasi dengan menggunakan NaOH selama 5 menit dalam suhu ruang. Konsentrasi NaOH yang tinggi membuat semakin banyak pengendapan nanopartikel perak pada kain katun (Tania, Ali, and Azam 2019). Perbedaan terlihat jelas di antara kain katun ini, dimana kain katun polos berubah warna dari putih menjadi coklat muda dan coklat tua. Penambahan nanopartikel perak pada kain katun juga ditandai dengan meningkatnya massa pada kain katun (Gambar 1).



Gambar 1. Kain setelah direndam dalam larutan nanopartikel perak.

3.1 XRD

Hasil karakterstik XRD ditampilkan pada Gambar 2 berikut ini.



Gambar 2. Hasil karakterisasi XRD

Berdasarkan hasil karakterisasi X-ray Diffraction (XRD), identifikasi fasa kristalin sampel nanopartikel didasarkan pada penyesuaian posisi puncak difraksi yang terukur dengan peak list yang dihasilkan. Pola difraksi XRD di tunjukkan dalam grafik 2D yaitu x (sudut difraksi) dan y (sumbu intensitas peak). Posisi peak mempunyai intensitas yang berbeda tergantung dari struktur kristalnya. Dari hasil data difraksi yang diperoleh, menunjukkan adanya nanopartikel Ag yang ditandai pada puncak-puncak yang terbentuk. Nanopartikel Ag terbentuk pada puncak difraksi pada bidang-

bidang hkl (111) pada sudut hamburan 38,22° dan 38,32°, bidang hkl (200) pada sudut hamburan 44,42° dan 44,53°, bidang hkl (220) pada sudut hamburan 64,58° dan 64,74°, bidang hkl (311) pada sudut hamburan 77,41°, 77,58°, 77,64° dan 77,81°, bidang hkl (222) pada sudut hamburan 81,68° dan 81,92°, bidang hkl (400) pada sudut hamburan 98,00° dan 98,33°, bidang hkl (331) pada sudut hamburan 110,62° dan 111,03°, dan bidang hkl (420) pada sudut hamburan 115,02° dan 115,47° dan masing-masing menunjukkan bahwa nanopartikel perak berstruktur kubik dan bersifat kristal. Hasil pengukuran dengan menggunakan perhitungan Debye Scherrer ditemukan bahwa ukuran partikel bervariasi dari 42,79 nm sampai 127,2 nm.

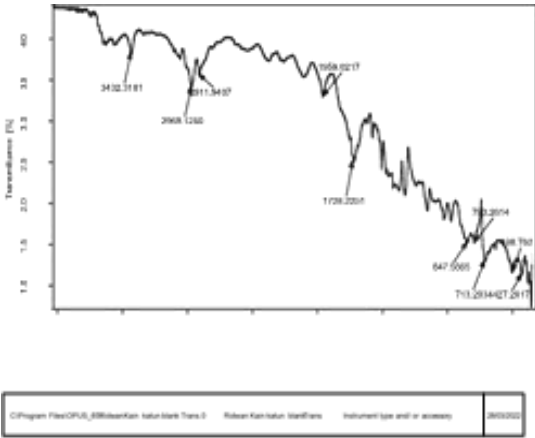
Tabel 1. Ukuran Nanopartikel Perak

Posisi 2θ (°)	FWHM (rad)	$\beta = \text{FWHM} \times \pi/180$	Cos θ	$D = K\lambda/\beta \cos(\theta)$ (nm)
38,22	0,195	0,0034	19,11	43,19
38,32	0,195	0,0034	19,16	43,19
44,42	0,205	0,0035	22,21	42,79
44,53	0,205	0,0035	22,26	42,80
64,58	0,195	0,0034	32,29	48,31
64,74	0,195	0,0034	32,37	48,31
77,41	0,085	0,0014	38,70	127,20
77,58	0,160	0,0027	38,79	66,02
77,64	0,085	0,0014	38,82	127,20
77,81	0,160	0,0027	38,90	66,02
81,68	0,175	0,0030	40,84	61,35
81,92	0,175	0,0030	40,96	61,35
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
98,00	0,205	0,0035	49,00	60,39
98,33	0,205	0,0035	49,16	60,81
110,62	0,185	0,0032	55,31	76,18
111,03	0,185	0,0032	55,51	76,60
115,02	0,195	0,0034	57,51	76,18
115,47	0,195	0,0034	57,73	76,60

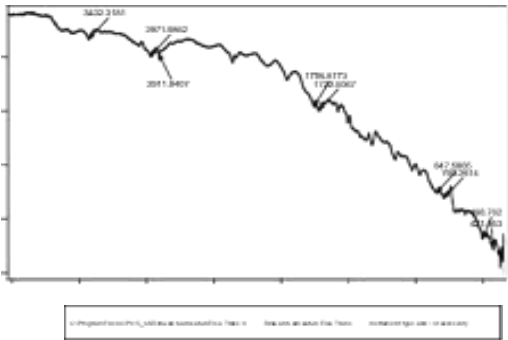
3.2 FTIR

Pengujian FTIR dilakukan untuk mengetahui terjadinya ikatan kimia antara selulosa/katun dengan nanopartikel perak. Pengujian FTIR dilakukan terhadap kain

katun yang dilapisi nanopartikel perak. Data hasil uji FTIR disajikan pada Gambar 3 berikut.



Gambar 3. Hasil karakterisasi FTIR dari kain katun

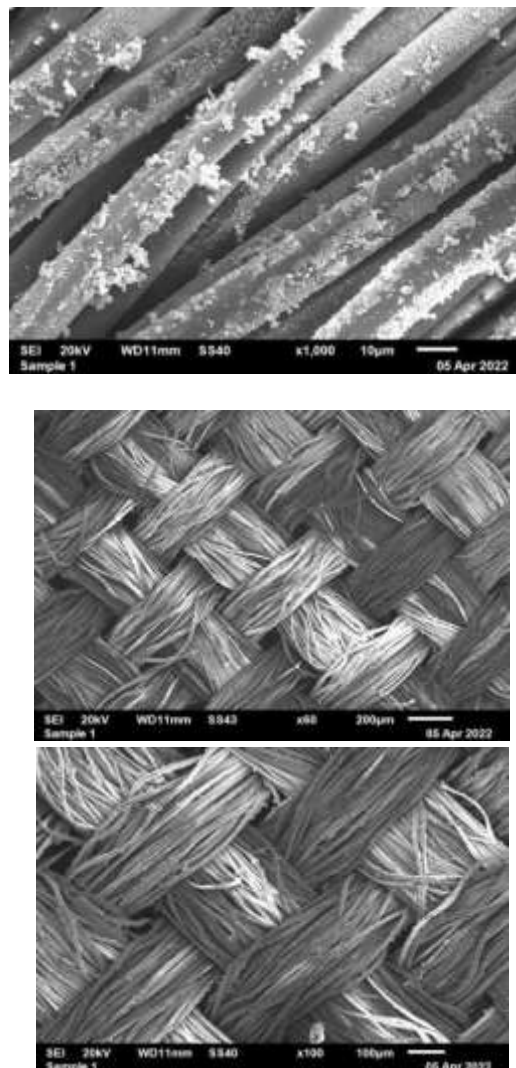


fisik nanopartikel perak pada permukaan kain.

Hasil FTIR kain katun yang dilapisi nanopartikel perak menunjukkan puncak-puncak serapan, yaitu pada bilangan gelombang 3432 cm^{-1} menunjukkan ikatan senyawa O-H, 2911 dan 2971 cm^{-1} menunjukkan ikatan senyawa C-H, 1722 dan 1756 cm^{-1} menunjukkan ikatan senyawa C=O. Spektrum FTIR juga menunjukkan puncak-puncak dengan rentang bilangan gelombang $850 - 400\text{ cm}^{-1}$. Pada puncak 847 dan 794 menunjukkan ikatan senyawa C-H bending. Puncak 421 dan 498 menunjukkan ikatan senyawa S-S stretching. Hasil spektrum FTIR senyawa kompleks, ditunjukkan bahwa spektrum bilangan gelombang $798,2\text{ cm}^{-1}$, $847,5\text{ cm}^{-1}$, $1722,5\text{ cm}^{-1}$, dan $1756,8\text{ cm}^{-1}$ dapat dikaitkan dengan Ag, yang menunjukkan bahwa nanopartikel perak bercampur dengan kain katun.

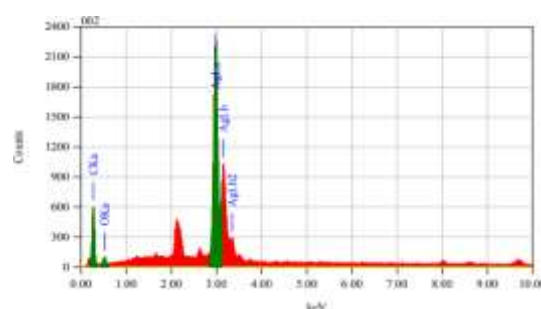
3.3 SEM

Hasil karakterisasi dengan menggunakan SEM menunjukkan bahan nanopartikel perak pada sumber tegangan 20kV . Diper-oleh hasil morfologi kain katun yang dila-pisi nanopartikel Ag dengan mengguna-kan tiga perbesaran yang berbeda, dengan masing-masing perbesaran 60 kali, per-besaran 100 kali dan perbesaran 1000 kali (Gambar 5)



Gambar 5.

Hasil morfologi dari karakterisasi SEM.



Gambar 6. Spektrum EDX yang mengonfirmasi keberadaan Ag

Ditemukan bahwa ukuran nanopartikel Ag yang terbentuk bervariasi pada kisaran antara $42,79 - 127,2\text{ nm}$ yang didapat dengan menggunakan persamaan Debye Scherrer dan memiliki struktur kristal kubik.

Tabel 2. Analisis Kuantitatif EDX Nanopartikel Perak

Elemen	(keV)	Massa %	Error %	Atom %	Wt %	K
C K	0,277	14,65	0,09	48,15	14,65	11,8977
O K	0,525	9,82	1,35	24,22	9,82	3,1782
Ag L	2,983	75,53	0,60	27,63	75,52	84,9241

Dari analisis EDX yang digunakan untuk menentukan komposisi unsur, dapat diamati disperse yang seragam dari nanopartikel Ag pada permukaan tekstil. Analisis EDX menunjukkan bahwa sampel memiliki komposisi spektrum penyusun dengan masing-masing unsur karbon (C) sebesar 14,65% massa, unsur oksigen (O) sebesar 9,82% massa, dan unsur perak (Ag) sebesar 75,53% massa. Kandungan C dan O yang tinggi berasal dari bahan dasar yaitu katun. Hal ini juga sesuai dengan hasil FTIR, dimana pada bilangan gelombang 3432 cm^{-1} , 2911 cm^{-1} , dan 2971 cm^{-1} menunjukkan ikatan senyawa O-H dan C-H. Selain itu, tekstil dilapisi secara merata dengan larutan menurut analisis SEM.

4. Kesimpulan

Pengaruh variasi waktu perendaman terhadap banyaknya nanopartikel perak yang dilapisi pada kain katun. Diamati bahwa semakin lama waktu perendaman, maka semakin merata atau pekat partikel yang menempel pada kain. Sebaliknya, semakin cepat waktu perendaman, maka warna kain atau partikel yang menempel cenderung tidak merata. Diperoleh hasil karakterisasi XRD menunjukkan bahwa struktur nanopartikel perak yang terbentuk ialah struktur kristal kubik. Analisis XRD menunjukan bahwa ukuran partikel bervariasi dari 42,79 nm sampai 127,2 nm. FTIR menunjukkan bahwa nanopartikel Ag yang ada pada kain katun memiliki spektrum pada bilangan gelombang $798,2\text{ cm}^{-1}$, $847,5\text{ cm}^{-1}$, $1722,5\text{ cm}^{-1}$, dan $1756,8\text{ cm}^{-1}$, dan hasil SEM menunjukkan bahwa pada kain katun terdapat unsur perak (Ag) sebesar 75,53%, menunjukan kandungan Ag yang cukup signifikan.

Setelah terselesaikannya penelitian ini,

terdapat saran yang perlu diperhatikan bagi peneliti selanjutnya. Beberapa penelitian berikutnya dapat dilakukan dengan penekanan pada saat proses sintesis, kain harus selalu diperhatikan karena kain cenderung terlipat dan menempel pada dinding beaker glass. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai uji daya tahan nanopartikel perak pada kain katun terhadap proses pencucian.

Daftar Pustaka

- Aboelnaga, Asmaa, Sahar Shaarawy, and Mohamed Hagar (2017). A Novel Chitosan 3-Amino-1,2,4-Triazole Hybrid Preparation and Its Effects on Cotton Fabric Properties." *Journal of Taibah University for Science* 11(5): 768–74. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jtusci.201608.008>
- Hasan, K.M. Faridul et al. (2020). "Colorful and Antibacterial Nylon Fabric via In-Situ Biosynthesis of Chitosan Mediated Nanosilver." *Journal of Materials Research and Technology* 9(6): 16135–45. <https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2020.11056>.
- Kanade, Pragnya, and Bharat Patel (2017). "Copper Nano-Sol Loaded Woven Fabrics: Structure and Color Characterization." *Fashion and Textiles* 4(1): 0–12.
- Tania, Imana Shahrin, Mohammad Ali, and Md Shafiul Azam (2019). "In-Situ Synthesis and Characterization of Silver Nanoparticle Decorated Cotton Knitted Fabric for Antibacterial Activity and Improved Dyeing Performance." *SN Applied Sciences* 1(1). <https://doi.org/10.1007/s42452-018-0068-x>.
- Tsuzuki, Takuya (2009). "Commercial Scale Production of Inorganic Nano-particles." *International Journal of Nanotechnology* 6(5– 6): 567–7