

# FIKSASI KITOSAN PADA KAIN KATUN SEBAGAI ANTIBAKTERI

## *AFFIXATION CHITOSAN AS AN ANTIBACTERIAL AGENT TO COTTON FABRIC*

Wiwin Winiati, Cica Kasipah, Rizka Yulina, Tatang Wahyudi,  
Agus Surya Mulyawan, Wulan Septiani

Balai Besar Tekstil, Jalan Jenderal Ahmad Yani No. 390 Bandung  
E-mail: winiati@bdg.centrin.net.id; texirdti@bdg.centrin.net.id

Tanggal diterima: 28 Maret 2014, direvisi: 30 April 2014, disetujui terbit: 19 Mei 2014

### ABSTRAK

Tujuan penelitian adalah mendapatkan metode fiksasi/pembubuhan kitosan pada kain katun untuk memperoleh kain katun yang bersifat antibakteri, penelitian dilakukan dilaboratorium dan selanjutnya metoda yang ditemukan di uji-coba dengan skala pilot di industri tekstil. Pada penelitian ini fiksasi kitosan pada kain katun dilakukan dengan metoda kimia, yaitu modifikasi kovalen pada serat kapas yang merupakan serat selulosa dengan pembentukan gugus aldehida yang akan berikatan dengan gugus amina pada kitosan yang dilakukan dengan cara perendaman. Hasil penelitian menunjukkan bahwa proses oksidasi selulosa pada kain katun hingga memiliki gugus aldehida yang kemudian berikatan dengan gugus amina pada kitosan telah menghasilkan fiksasi kitosan pada kain katun, sehingga memberikan sifat antibakteri pada kain katun. Penggunaan kitosan dengan BM 171.790 Da sebagai zat antibakteri pada kain katun telah menghasilkan kain katun antibakteri yang memiliki ketahanan terhadap proses pencucian, dan pemanasan (setrika), tidak menurunkan parameter kualitas tekstilnya seperti kekuatan dan kenampakannya, serta cocok (*compatible*) dengan zat-zat kimia tekstil yang digunakan pada proses tekstil yaitu proses pencelupan. Hasil percobaan pembuatan kain katun antibakteri di laboratorium, telah diaplikasikan di industri dan memberikan hasil yang baik.

**Kata kunci:** kitosan, kain katun, fiksasi, perendaman, aktivitas antibakteri.

### ABSTRACT

*This research is addressed to get a method to affix chitosan to cotton fabric in order to get an antibacterial cotton fabric, research is done in the laboratory and the acquired method is attempted at pilot scale in textile industry. The selected method have been done is chemical method by covalent modification of cellulose in cotton fabric to get aldehyde units along the polymer chain, afterwards the aldehyde units will react with amine unit of chitosan which was carried out in exchaus process. The result indicated that oxidation process of cellulose in cotton fabric up to generate aldehyde units continued by reaction between these aldehyde unit with amine unit of chitosan has yielded an affixation chitosan to cotton fabric, that has produced an antibacterial cotton fabric. By using chitosan in molecular weight 171.790 as an antibacterial agent, the antibacterial cotton fabric which have washing and heat durability, have no significant effect to textile quality characteristics such as tensile and appearance, and compatible with textile chemicals such as dyeing chemicals has been produced. The acquired method from research in the laboratory has been carried out at pilot scale in textile industry and showed a good result.*

**Keywords:** *chitosan, cotton fabric, affixation, exchaus, antibacterial activity.*

### PENDAHULUAN

Pertumbuhan mikroorganisme pada material tekstil dapat mengakibatkan penurunan kualitas material tekstil tersebut seperti pemudaran warna dan penurunan kekuatannya. Selain penurunan kualitas pada material tekstil tersebut, pertumbuhan mikroorganisme pada tekstil juga dapat memberi dampak buruk pada kesehatan manusia (pemakai). Pada saat ini dengan meningkatnya kesadaran akan gaya hidup yang higienis, konsumen tekstil

terutama di negara-negara maju memiliki kecenderungan untuk menggunakan tekstil yang telah mengalami perlakuan penyempurnaan dengan zat antibakteri, agar tekstil yang digunakan tidak ditumbuhi bakteri yang berdampak pada timbulnya bau yang berasal dari zat-zat kimia hasil penguraian keringat. Saat ini dipasaran telah ada tekstil antibakteri yang dikenal sebagai *antibacterial cloth* atau disebut juga sebagai *E-Cloth* diantaranya digunakan sebagai tekstil rumah tangga (*household textile*) yaitu sebagai tekstil untuk membersihkan/

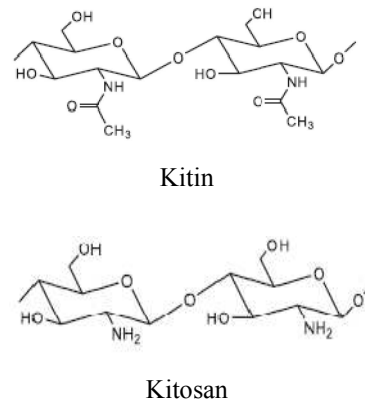
melap tumpahan, kotoran dan minyak/lemak selain juga membasmi bakteri. *E-cloth textile* ini menggunakan senyawa perak sebagai bahan antibakteri.<sup>1,2</sup>

Zat-zat antibakteri yang digunakan untuk tekstil idealnya harus memenuhi beberapa persyaratan yaitu Zat antibakteri yang digunakan pada tekstil harus memiliki ketahanan terhadap proses pencucian, dan pemanasan (setrika); tidak menurunkan parameter kualitas tekstilnya seperti kekuatan, pegangan dan kenampakannya; harus cocok (*compatible*) dengan zat-zat kimia tekstil yang digunakan pada proses tekstil; dan harus bersifat selektif dalam arti bahwa zat antibakteri tersebut hanya akan membunuh mikroba yang tidak menguntungkan (patogen), dan di sisi lain tetap mampu memelihara pertumbuhan bakteri non-patogen yang bermanfaat bagi pemeliharaan kulit. Berbagai bakteri non-patogen (bakteri genera) diketahui tumbuh pada kulit manusia menghasilkan antibiotik yang berguna untuk mengatasi pertumbuhan bakteri patogen.<sup>3</sup>

Zat antibakteri yang dapat digunakan pada tekstil antara lain senyawa fenol, organo logam, turunan formaldehid dan senyawa amina. Beberapa logam berat dalam bentuk bebas dan bentuk senyawanya pada konsentrasi rendah bersifat toksik terhadap bakteri. Logam-logam yang menarik perhatian untuk digunakan dalam tekstil adalah tembaga (Cu), seng (Zn), kobal (Co) dan perak (Ag). Senyawa amina yang dapat digunakan sebagai zat antibakteri pada tekstil adalah senyawa amonium kuaterner terutama yang mengandung rantai atom karbon 12-18. Aktivitas antibakteri senyawa amonium kuaterner ditentukan oleh muatan positif pada atom N-nya. Atom N yang bermuatan positif tersebut akan berdampak pada terjadinya kerusakan dinding sel, denaturasi protein bakteri. Contoh senyawa amonium kuaterner yang mempunyai aktivitas antibakteri adalah 3-trimethoxisililpropildimetiloktadesil amonium klorida dan Triklosan (2,4,4'-trikloro-2'-hidroksidifenil eter) juga dapat digunakan sebagai zat antibakteri pada tekstil dikarenakan mempunyai aktivitas dengan spektrum yang luas. Namun demikian di beberapa negara Eropa saat ini penggunaannya telah dilarang dikarenakan triklosan diketahui apabila terkena sinar matahari dapat terurai menghasilkan senyawa dioksin yang bersifat toksik yakni 2,8-diklorodibenzo-p-dioksin.<sup>2,3</sup>

Pada saat ini, senyawa lainnya yang menjadi perhatian untuk dijadikan sebagai zat antibakteri adalah kitosan [β(1,4)-2-amino-2-deoksi-D-glikopiranos]. Kitosan merupakan turunan dari kitin [β(1,4)-2-asetomido-2-deoksi-D-glikopiranos] terdeasetilasi. Struktur kitin dan kitosan disajikan pada Gambar 1. Kitosan merupakan polimer alam yang dapat diperoleh dari kulit *crustacea* seperti udang, kepiting dan lobster. Kitosan diketahui dapat

menghambat pertumbuhan bakteri.<sup>4,5</sup> Mekanisme aktivitas antibakteri dari kitosan adalah atom N (gugus amina) yang bermuatan positif yang terkandung dalam kitosan akan berikatan dengan residu muatan negatif yang terdapat dalam permukaan bakteri sehingga menyebabkan terjadinya perubahan permukaan dan permeabilitas sel dan akhirnya sel bakteri menjadi rusak.<sup>6,7,8</sup>

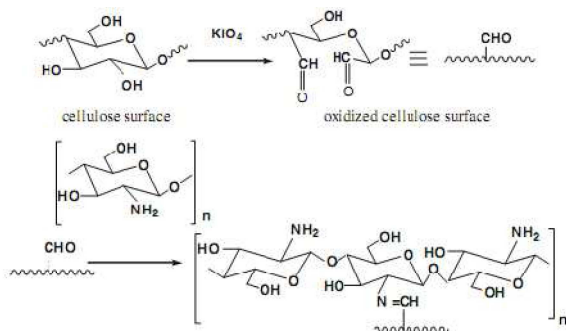


**Gambar 1.** Struktur kitin dan kitosan<sup>6</sup>

Teknik mengaplikasikan zat antibakteri ke dalam tekstil dapat dilakukan dengan berbagai cara bergantung pada sifat zat antibakteri dan jenis serat tekstilnya. Untuk aplikasi pada serat sintetik, zat antibakteri dapat ditambahkan ke dalam bahan polimer sebelum proses pembuatan serat. Cara ini merupakan yang terbaik karena zat antibakteri terikat secara fisik di dalam serat sehingga memiliki ketahanan yang cukup kuat.<sup>9</sup> Cara lain adalah dengan pelapisan, yaitu cara *pad-dry-cure* yang juga pernah dilakukan dalam mengaplikasikan zat antibakteri seperti triklosan baik pada kain dari serat alam maupun serat sintetik. Cara berikutnya adalah dengan melakukan modifikasi permukaan melalui pembentukan jaringan interpenetrasi. Liu's dkk berhasil melakukan immobilisasi poliamida yaitu poliakrilamida (PAM) dan polimetakrilamida (PMAM) ke dalam polietilenatereftalat (PET) melalui pembentukan jaringan interpenetrasi. Monomer akrilamida (AM) dan cross-linker N,N-metilena-bisakrilamida (MBA) yang terdifusi dan fotoinisiator benzofenon kemudian dikopolimerisasi dengan iradiasi ultraviolet, terjadi interkoneksi kedua rantai polimer membentuk struktur hibrida baru. PAM terimmobilisasi ini dapat terkonversi menjadi asilik N-halamina yang telah terbukti sebagai biosida yang efektif.<sup>10</sup> Metoda kimia merupakan cara yang banyak dikembangkan pula, yaitu dengan melakukan *grafting polymerization*, pembentukan ikatan kovalen dan *ion-exchange/chelation*.<sup>9</sup> Metoda kimia dengan cara pembentukan ikatan kovalen hanya terbatas dapat dilakukan pada serat alam dan serat regenerasi seperti katun, wool dan viscose. Karena

beragamnya kondisi reaksi grafting, maka hanya reagen yang reaktif tinggi seperti aldehida, gugus alkil terhalogenasi, epoksida, asilklorida yang dapat digunakan untuk modifikasi kovalen.<sup>9,11</sup>

Tujuan penelitian ini adalah mendapatkan metode aplikasi kitosan pada kain katun untuk memperoleh kain katun bersifat antibakteri yang dilakukan dilaboratorium, selanjutnya metoda yang ditemukan di uji-coba dengan skala pilot di industri tekstil. Cara yang dilakukan pada penelitian ini adalah modifikasi kovalen pada serat kapas yang merupakan serat selulosa dengan pembentukan gugus aldehida yang dilakukan dengan menggunakan oksidator Natrium/Kalium periodat. Selanjutnya gugus aldehida yang terbentuk akan berikatan dengan gugus amina pada kitosan yang akan menghasilkan fiksasi kitosan pada serat kapas. Reaksi yang terjadi pada cara ini disajikan pada Gambar 2. berikut.



**Gambar 2.** Reaksi fiksasi kitosan pada selulosa<sup>12,13</sup>

## METODE

### Bahan

Kain katun dan bahan kimia grade teknis diperoleh dari pasaran, kitosan teknis diperoleh dari PT. Biotech Surindo Cirebon. Bahan kimia grade p.a diperoleh dari Merck. Data kitosan yang digunakan diperoleh dari sertifikat produk yang dikeluarkan oleh produsen dan dari hasil pengukuran. Kitosan berwarna putih ke kuningan (off white), ukuran partikel 20-30 #, kadar air <10%, kadar abu <1,5%, pH 7-8, Derajat Deasetilasi (DD) sekitar 90%, dan Berat Molekul 171.790 Da dari hasil pengukuran menggunakan Persamaan (1)

### Peralatan

Peralatan yang digunakan di laboratorium meliputi mesin exhaust, oven *microwave*. Mesin yang digunakan di industri meliputi Jet-dyeing, pengereng Calander dan Stenter. Alat Brookfield viscometer digunakan untuk mengukur viskositas larutan kitosan, alat FTIR merek Shimadzu Prestige digunakan untuk analisa gugus fungsi kitosan dan kain katun, alat Textechno Statimat ME

Test digunakan untuk mengukur sifat tarik kain katun, alat Scanning Electron Microscope (SEM) merek JEOL JSM-6510/LV/A/LA digunakan untuk mengamati morfologi kain katun yang belum dan telah difiksasi kitosan.

### Pengujian

Uji ketahanan bakteri dilakukan dengan menggunakan standar AATCC 147-2004,<sup>14,15</sup> dan uji ketahanan warna dilakukan dengan cara CIE Lab: D65-10

### Cara

Aplikasi kitosan pada kain katun dilakukan melalui cara kimia yaitu diawali proses oksidasi kain katun menggunakan periodat hingga mempunyai gugus aldehida, dilanjutkan reaksi gugus aldehida tersebut dengan gugus amina dari kitosan, hingga terjadi fiksasi/penempelan kitosan pada kain katun. Proses dilakukan satu tahap dengan cara perendaman

Untuk mengetahui keberhasilan penelitian dilakukan pengujian baik terhadap bahan yang digunakan maupun terhadap hasil kain katun yang diperoleh. Terhadap kitosan yang digunakan dilakukan pengujian berat molekul (BM). Berat molekul kitosan diukur melalui pengukuran viskositas larutan kitosan, dan BM dihitung dengan menggunakan persamaan Mark Houwink (Persamaan 1) sebagai berikut:<sup>10,16</sup>

$$[\eta = K \cdot m^a], \text{ untuk } K = 1,64 \times 10^{-30} \times DD^{14} \quad (1)$$

$$a = -1,02 \times 10^{-2} DD + 1,82$$

DD = derajat deasetilasi dalam persen  
m = berat molekul, Da

Keberhasilan fiksasi kitosan pada kain katun dievaluasi dengan melakukan pengujian dengan alat FTIR untuk mengetahui terjadinya ikatan kimia antara katun dan kitosan, pengujian dengan alat *Scanning Electron Microscope* (SEM) untuk mengetahui morfologi serat katun serta pengujian ketahanan bakteri terhadap kain yang dihasilkan.<sup>10,14,17</sup>

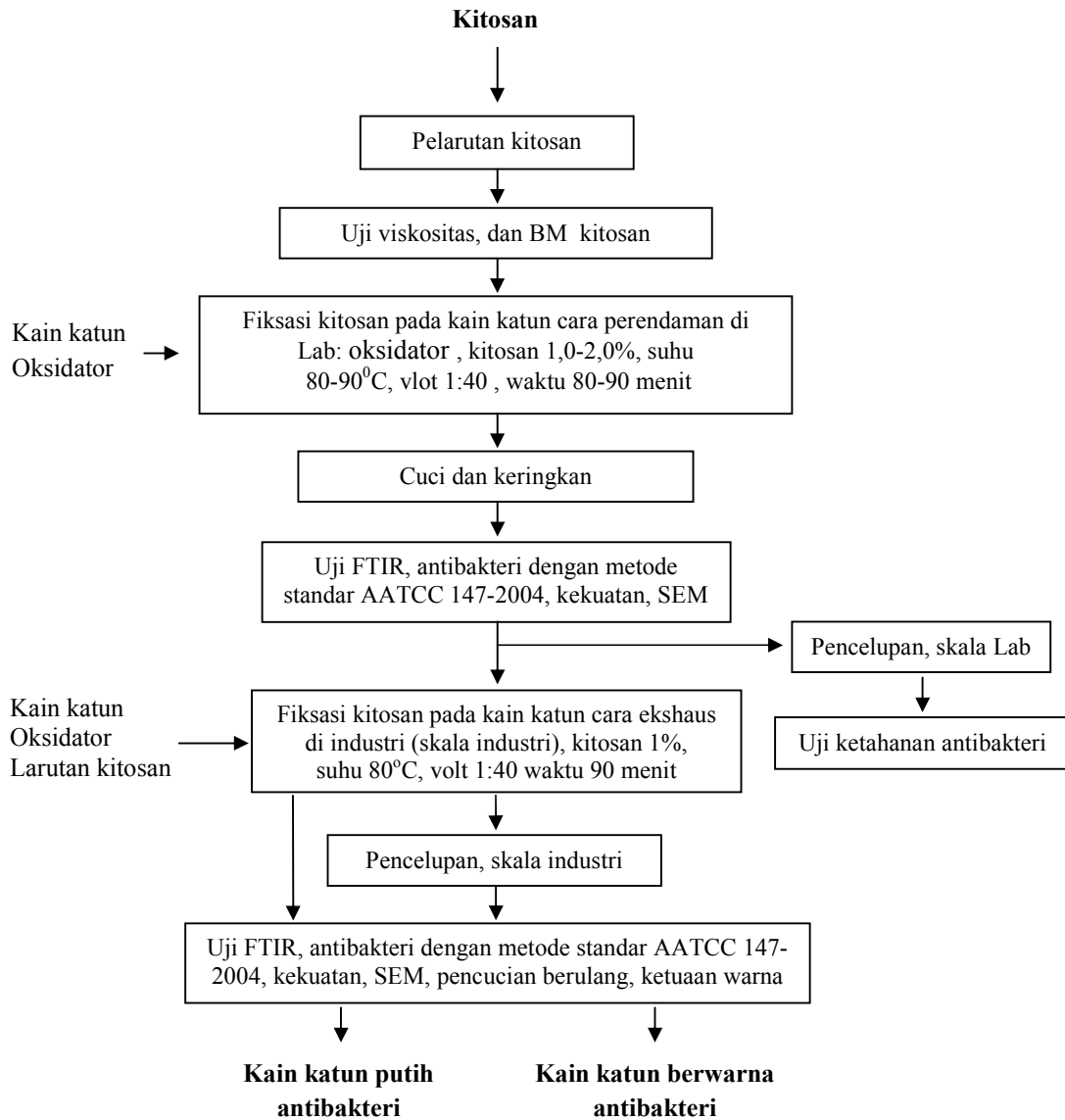
Persyaratan zat antibakteri yang digunakan pada tekstil adalah zat antibakteri tidak menurunkan parameter kualitas tekstilnya, zat antibakteri harus cocok (*compatible*) dengan zat-zat kimia tekstil yang digunakan pada proses tekstil dan zat antibakteri harus memiliki ketahanan terhadap proses pencucian, dan pemanasan (setrika). Untuk mengetahui pemenuhan terhadap persyaratan tersebut dilakukan uji mekanik (kuat tarik) untuk membuktikan tidak terjadi penurunan parameter kualitas tekstilnya, dilakukan pencelupan terhadap kain yang difiksasi kitosan untuk membuktikan kitosan cocok (*compatible*) dengan zat-zat kimia tekstil yang digunakan pada proses tekstil dalam hal ini proses pencelupan, dan uji pencucian berulang terhadap kain yang telah difiksasi kitosan dan telah

dicelup untuk membuktikan bahwa kitosan memiliki ketahanan terhadap proses pencucian, dan pemanasan (setrika)

Salah satu syarat zat antibakteri yang digunakan pada bahan tekstil adalah zat antibakteri harus cocok (*compatible*) dengan zat-zat kimia tekstil yang digunakan pada proses tekstil. Untuk mengetahui kecocokan kitosan dengan zat-zat kimia tekstil dilakukan pencelupan kain katun yang difiksasi kitosan dengan zat warna reaktif.

Pencelupan dilakukan pada skala pilot di industri dengan kondisi proses pencelupan yang dilakukan adalah sebagai berikut:

Zat warna Novacron Lemon S-3G 0,013% dan Drimaren Turquoise 0,041% . Zat pembantu Kostik soda 30 g/l, Soda ash 13 g/l , Chelating 0,5 g/l , Anti crease 0,5 g/l. Temperatur celup 80°C, Waktu pencelupan 45 menit. Mesin celup Jet dyeing, Pengeringan Stenter dan Callander. Alur penelitian dilakukan menurut diagram berikut:



Gambar 3. Alur penelitian

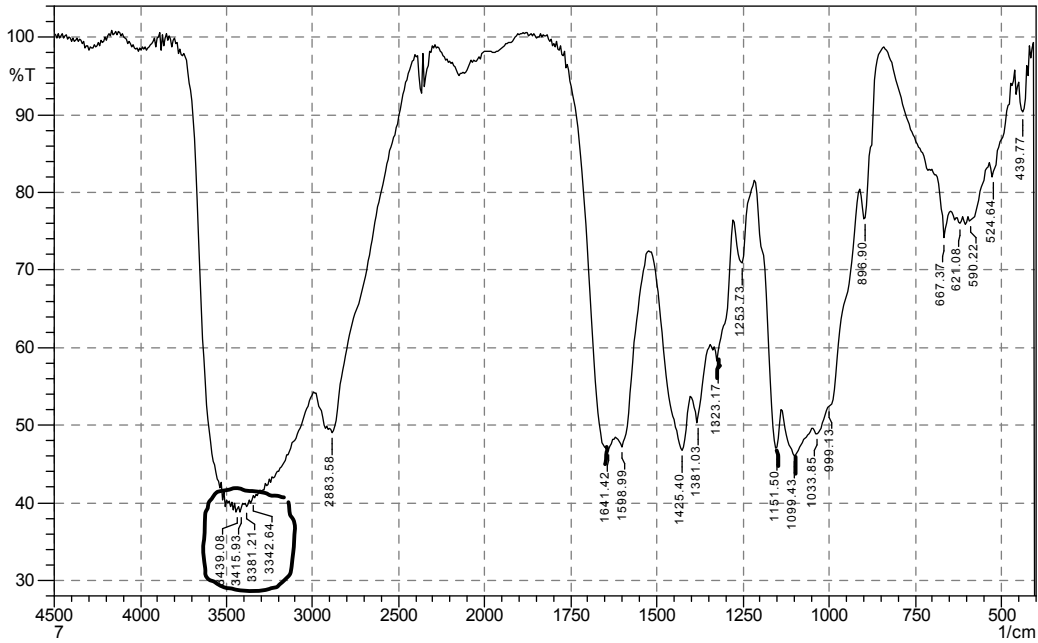
## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil uji FTIR

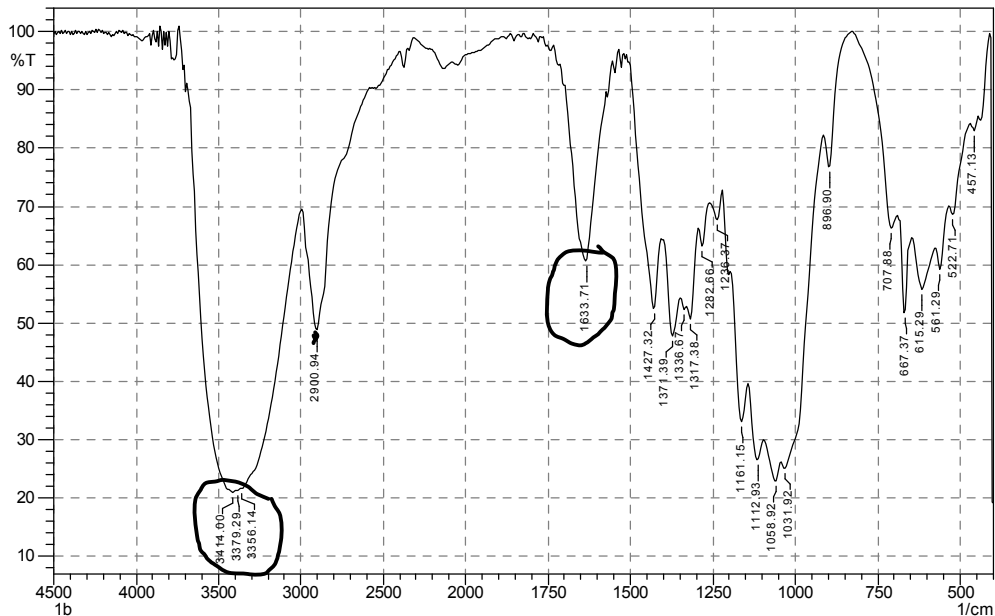
Pengujian FTIR dilakukan untuk mengetahui terjadinya ikatan kimia antara selulosa/katun dengan kitosan. Pengujian FTIR dilakukan terhadap kitosan, kain katun, kain katun yang difiksasi kitosan dan kain katun yang difiksasi kitosan dilanjutkan dengan pewarnaan (dicelup).

Data hasil uji FTIR disajikan pada Gambar 4 sampai Gambar 9.

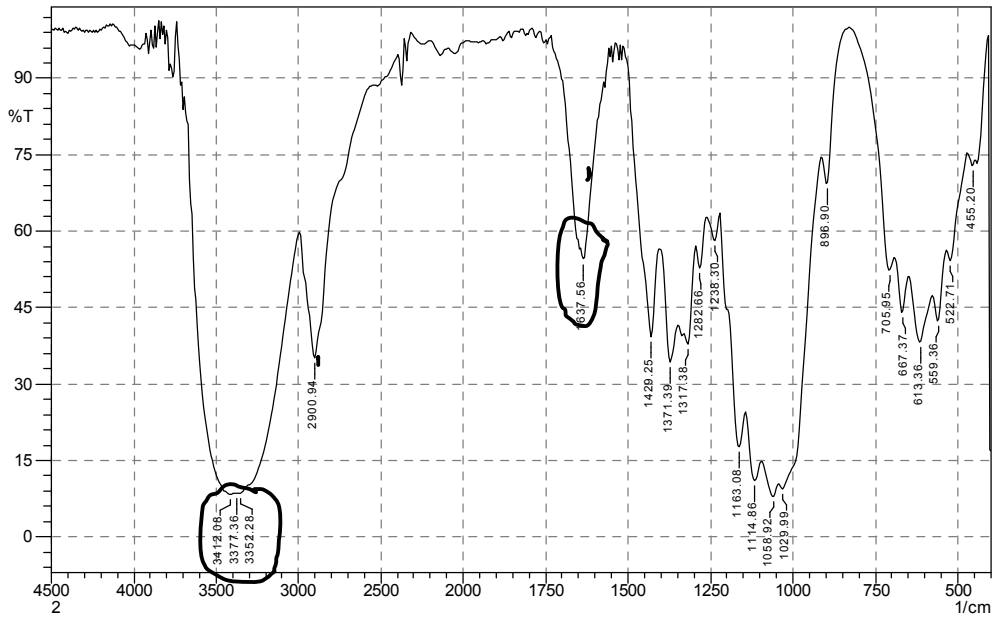
Gambar 5 dan 6 yaitu FTIR kain katun dan FTIR kain katun yang telah di bleaching menunjukkan puncak-puncak pada posisi bilangan gelombang yang sama, hanya pada kain katun yang telah di bleaching berada pada %T yang lebih rendah, hal ini menunjukkan bahwa tidak ada perubahan struktur pada kain katun karena proses bleaching



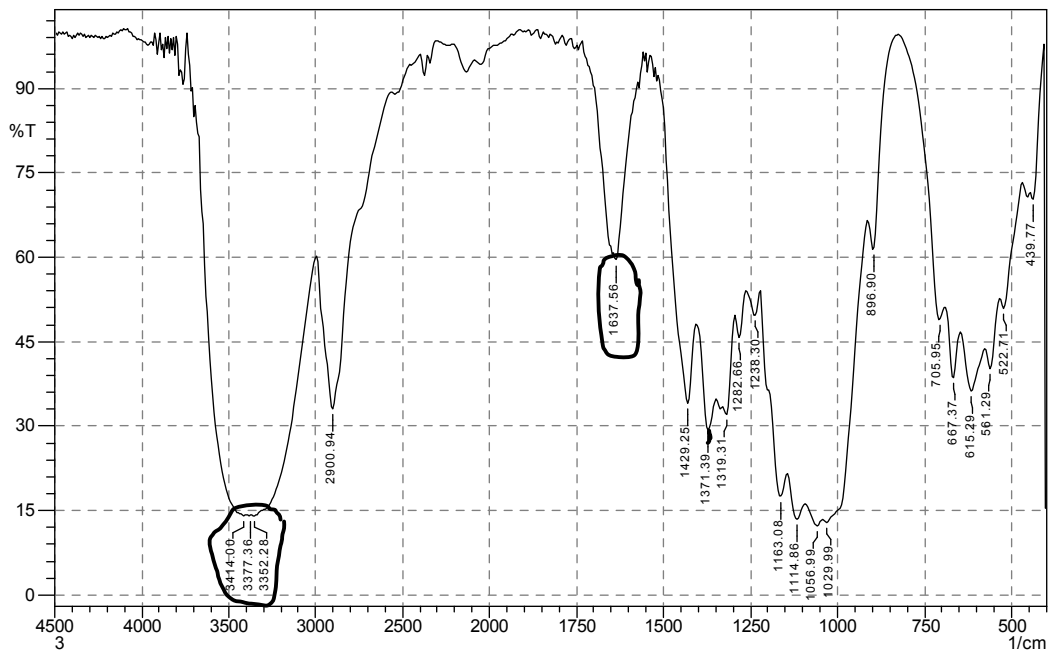
Gambar 4. FTIR kitosan



Gambar 5. FTIR kain katun



Gambar 6. FTIR kain katun bleaching



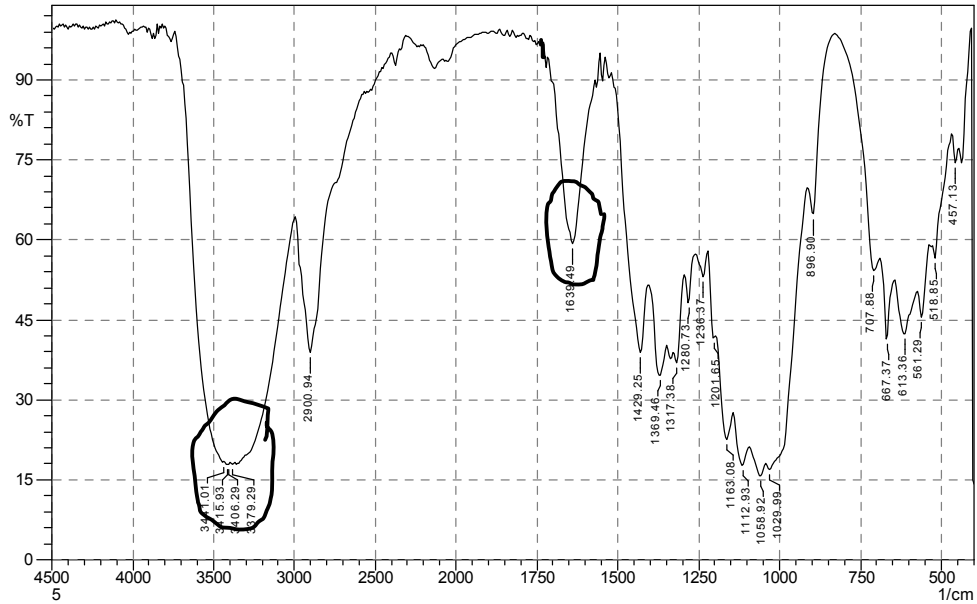
Gambar 7. FTIR Kain katun fiksasi kitosan

hanya untuk menghilangkan pengotor sehingga diperoleh %T yang lebih rendah atau absorbansi yang lebih tinggi dari kandungannya yang lebih tinggi. Puncak puncak pada bilangan gelombang 3300-3500  $\text{cm}^{-1}$  menunjukkan stretching vibrasi OH- demikian pula pada bilangan gelombang 1637  $\text{cm}^{-1}$  menunjukkan bending vibrasi OH dan puncak pada 2910  $\text{cm}^{-1}$  menunjukkan vibrasi asimetris dari  $-\text{CH}_2$ .<sup>18</sup>

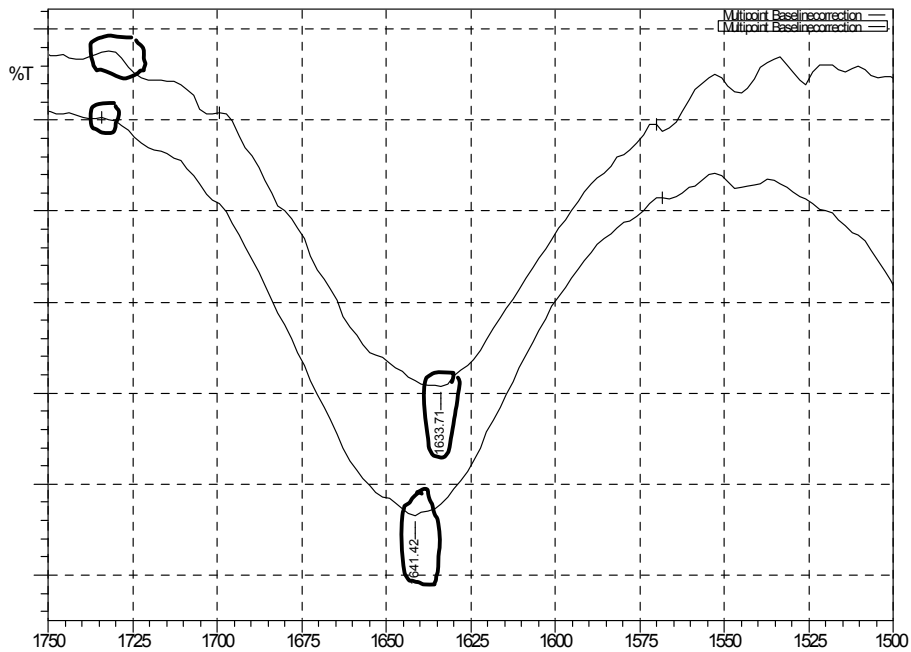
Gambar 7 yaitu FTIR kain katun fiksasi kitosan menunjukkan puncak-puncak, yaitu pada bilangan gelombang 3300-3500  $\text{cm}^{-1}$  menunjukkan gugus OH dan  $\text{NH}_2$ , serta 1325  $\text{cm}^{-1}$  juga untuk amina; 1730  $\text{cm}^{-1}$  lemah dari stretching vibrasi C=O dari gugus aldehyd; dan 1641  $\text{cm}^{-1}$  untuk gugus C=N yang terbentuk antara aldehyd dan kitosan yang menunjukkan terjadinya fiksasi kitosan pada kain katun tersebut.<sup>12,13,18</sup> Oksidasi kain selulosa/katun

menggunakan periodat memberikan oksidasi yang selektif pada gugus hidroksil C2 dan C3 menghasilkan unit 2,3 dialdehida sepanjang rantai polimer. Reaksi ini ditunjukkan pada Gambar 2. Gambar 8 yaitu FTIR kain katun fiksasi kitosan yang telah dicelup (diberi warna) menunjukkan puncak-puncak yang sama dengan puncak-puncak pada Gambar 7, menunjukkan terjadinya fiksasi kitosan pada kain katun tersebut.

Gambar 9 menunjukkan overlay dari kain katun fiksasi kitosan (kurva bawah) dengan kain katun tanpa kitosan (kurva atas), yang lebih jelas menunjukkan terjadi perbedaan pada  $1730\text{ cm}^{-1}$  terjadi puncak lemah dari stretching vibrasi C=O dari gugus aldehida; dan  $1641\text{ cm}^{-1}$  untuk gugus C=N yang terbentuk antara aldehida dan kitosan yang menunjukkan terjadinya fiksasi kitosan pada kain katun tersebut.<sup>12,13,18</sup>

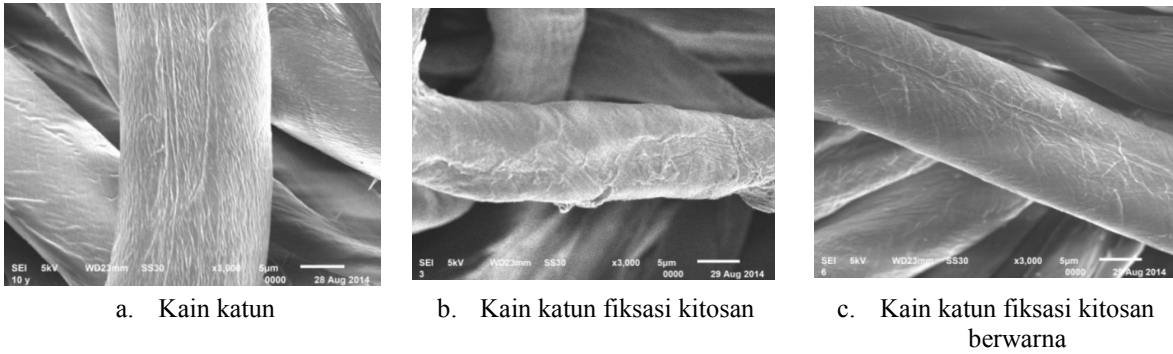


Gambar 8. FTIR Kain katun kitosan berwarna



Keterangan: Kurva atas kain katun, kurva bawah kain katun fiksasi kitosan berwarna

Gambar 9. Overlay FTIR Kain katun dan Kain katun fiksasi kitosan berwarna



**Gambar 10.** Analisa SEM fiksasi kitosan pada kain katun

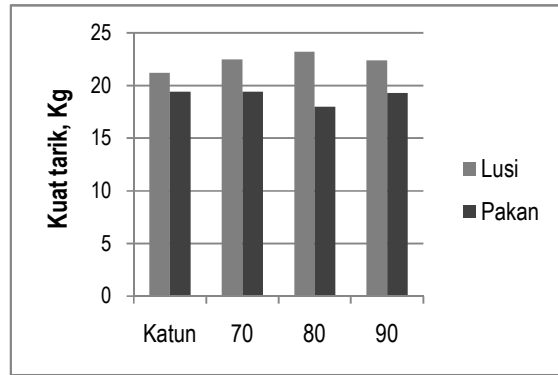
**Analisa scanning electron microscope (SEM)**

Analisa SEM dilakukan untuk melihat apakah ada perbedaan antara struktur permukaan kain katun yang telah mendapat fiksasi kitosan dan yang telah mendapat fiksasi kitosan dilanjutkan dengan proses pewarnaan dibandingkan terhadap struktur permukaan kain katun awal. Hasil citra SEM yang ditunjukkan pada Gambar 10, memperlihatkan bahwa tidak terjadi perbedaan struktur permukaan yang signifikan antara kain katun yang difiksasi kitosan serta kain katun yang difiksasi kitosan berwarna terhadap kain katun semula, yang juga menunjukkan tidak terjadi kerusakan pada permukaan serat.

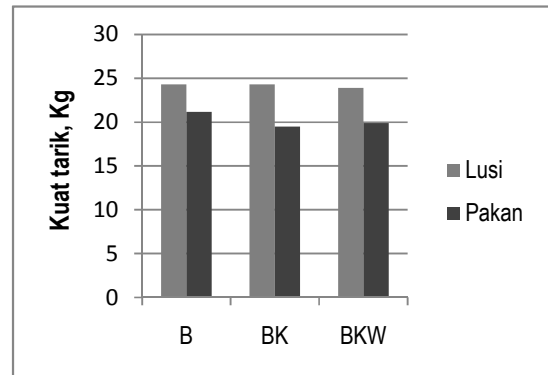
**Hasil uji kuat tarik**

Pengujian kekuatan tarik dilakukan untuk mengetahui pengaruh fiksasi kitosan pada kain katun terhadap kualitas kain katun tersebut, karena merupakan suatu persyaratan bahwa zat antibakteri yang dibubuhkan tidak mengakibatkan penurunan parameter kualitas tekstilnya seperti kekuatan, pegangan dan kenampakannya. Hasil pengujian kekuatan tarik disajikan pada Gambar 11 dan 12.

Data pada Gambar 11 diperoleh dari hasil percobaan di laboratorium (skala lab.) menunjukkan bahwa kekuatan tarik kain katun arah lusi setelah fiksasi kitosan malah cenderung naik sedangkan kekuatan tarik arah pakan cenderung konstan walaupun pada fiksasi dengan temperatur 80°C ada sedikit penurunan. Data pada Gambar 12 diperoleh dari percobaan di industri (skala pilot di industri), memperlihatkan bahwa kekuatan tarik arah lusi kain katun setelah fiksasi kitosan cenderung konstan dan setelah dilanjutkan dengan proses penceluan dengan zat warna reaktif ada sedikit penurunan sedangkan kekuatan tarik arah pakan setelah proses fiksasi kitosan sedikit menurun dan naik kembali setelah pencelupan. Dari kedua gambar tersebut diperoleh bahwa pembubuhan kitosan pada kain katun sebagai zat antibakteri tidak mengakibatkan penurunan signifikan pada kekuatan tarik yang merupakan suatu parameter kualitas tekstil.



**Gambar 11.** Kuat tarik kain katun, dan kain katun dengan fiksasi kitosan pada 70°C, 80°C dan 90°C



**Gambar 12.** Kuat tarik kain katun bleaching (B), bleaching kitosan (BK) dan bleaching kitosan warna (BKW)

**Hasil uji ketahanan bakteri**

Hasil uji ketahanan bakteri yang dilakukan terhadap kain katun yang difiksasi kitosan, kain katun difiksasi kitosan yang dicelup serta kain katun difiksasi kitosan yang mengalami proses pencucian berulang, untuk mengetahui bahwa kitosan pada kain katun memiliki ketahanan terhadap proses pencucian, dan pemanasan (setrika), disajikan pada Tabel 1 s/d 3.



Data pada Tabel 1 menunjukkan bahwa pada percobaan dengan konsentrasi larutan kitosan 2% pada suhu 80°C dan 90°C diperoleh kain katun yang mempunyai ketahanan bakteri *Escherichia coli* dan bakteri *Staphylococcus aureus* hampir 100%, dengan pada suhu 80°C sedikit lebih tinggi. Selanjutnya dilakukan percobaan pada suhu 80°C dengan konsentrasi larutan kitosan 1% ternyata kain katun yang diperoleh juga mempunyai ketahanan bakteri 100%, sehingga percobaan selanjutnya dilakukan pada kondisi suhu 80°C dengan konsentrasi larutan kitosan 1% saja sudah cukup.

Data pada Tabel 2 menunjukkan bahwa kain katun yang telah difiksasi kitosan dan diberi warna (dicelup) masih tetap mempunyai ketahanan bakteri *Escherichia coli* dan bakteri *Staphylococcus aureus* hampir 100%. Dalam hal ini kitosan sebagai bahan antibakteri cocok (*compatible*) dengan zat warna tekstil dengan tidak kehilangan sifat antibakterinya.

Data pada Tabel 3 menunjukkan bahwa kain katun yang telah difiksasi kitosan setelah dilakukan uji pencucian 3X yang setara dengan 15X pencucian rumah tangga ketahanan bakterinya masih tetap baik walaupun ada sedikit penurunan yang tidak terlalu signifikan. Hal ini disebabkan kitosan berikatan secara kimia dengan katun (selulosa pada kain katun) sehingga menghasilkan ikatan yang kuat. dengan makin kecil nilai YI menunjukkan warna yang makin tua. Hasil pengukuran tersebut disajikan pada Tabel 4.

#### Hasil Uji Ketahanan Warna

Untuk mengetahui ketahanan warna kain yang dicelup dilakukan pengukuran nilai tristimulus (X, Y, Z) pada *illuminant C*, dan perhitungan Yellow Index (YI) dengan menggunakan persamaan dari ASTM E 313, yaitu :

$$YI = 100 \times \left[ 1 - \frac{0,847 Z}{Y} \right] \quad (2)$$

**Tabel 1.** Ketahanan bakteri kain katun fiksasi pada suhu 80°C dan 90°C

| Konsentrasi Kitosan, % | Suhu (°C) | Bakteri <i>Escherichia coli</i> |                 |       | Bakteri <i>Staphylococcus aureus</i> |                 |       |
|------------------------|-----------|---------------------------------|-----------------|-------|--------------------------------------|-----------------|-------|
|                        |           | Inkubasi 0 jam                  | Inkubasi 48 jam | % R   | Inkubasi 0 jam                       | Inkubasi 48 jam | % R   |
| 0                      | -         | 550,000,000                     | 545,000,000     | 0.91  | 1,070,000,000                        | 1,060,000,000   | 0.93  |
| 2                      | 80        | 1,058,500,000                   | 6,600           | 99.99 | 968,200,000                          | 60,000          | 99.99 |
| 2                      | 90        | 1,058,500,000                   | 1,620,000       | 99.8  | 968,200,000                          | 73,000          | 99.99 |
| 1                      | 80        | 74.000.000                      | 770.000         | 99,0  | 65.300.000                           | 0               | 100   |

Keterangan: Kondisi proses fiksasi pada Vlot 1:40, waktu 90 menit

**Tabel 2.** Ketahanan bakteri kain katun fiksasi kitosan yang dicelup dan tidak dicelup

| Kitosan,% | Celup | Bakteri <i>Escherichia coli</i> |                 |      | Bakteri <i>Staphylococcus aureus</i> |                 |     |
|-----------|-------|---------------------------------|-----------------|------|--------------------------------------|-----------------|-----|
|           |       | Inkubasi 0 jam                  | Inkubasi 48 jam | % R  | Inkubasi 0 jam                       | Inkubasi 48 jam | % R |
| 1,0       | Tidak | 74.000.000                      | 710.000         | 99,0 | 65.300.000                           | 0               | 100 |
| 1,0       | Ya    | 74.000.000                      | 770.000         | 99,0 | 65.300.000                           | 0               | 100 |

Keterangan: Kondisi proses fiksasi Vlot 1:40, waktu 90 menit, suhu 80°C

**Tabel 3.** Ketahanan bakteri kain katun fiksasi kitosan setelah pencucian berulang

| Pencucian di laboratorium | Bakteri <i>Escherichia coli</i> |                 |      | Bakteri <i>Staphylococcus aureus</i> |                 |      |
|---------------------------|---------------------------------|-----------------|------|--------------------------------------|-----------------|------|
|                           | Inkubasi 0 jam                  | Inkubasi 48 jam | % R  | Inkubasi 0 jam                       | Inkubasi 48 jam | % R  |
| 1 X                       | 72.510.000                      | 942.630         | 98,7 | 116.910.000                          | 1.052.190       | 99,1 |
| 2 X                       | 72.510.000                      | 1.015.140       | 98,6 | 116.910.000                          | 1.402.920       | 98,8 |
| 3 X                       | 72.510.000                      | 1.160.160       | 98,4 | 116.910.000                          | 1.753.650       | 98,5 |

Keterangan: Kondisi proses fiksasi Vlot 1:40, waktu 90 menit, suhu 80°C

**Tabel 4.** Nilai tristimulus dan yellow index kain katun fiksasi kitosan

| Sampel kain berwarna      | X      | Y      | Z      | YI     |
|---------------------------|--------|--------|--------|--------|
| Kain katun tanpa kitosan  | 62,165 | 72,906 | 76,452 | 11,180 |
| Kain katun dengan kitosan | 58,590 | 69,177 | 73,211 | 10,360 |

Dari data pada Tabel 4. terlihat bahwa kain katun difiksasi larutan kitosan 1 % dapat dicelup, yang membuktikan bahwa kitosan sabagai zat antibakteri cocok (*compatible*) dengan zat-zat kimia tekstil yang digunakan pada proses pencelupan tekstil. Dari nilai tristimulus X, Y, Z dan nilai YI terlihat makin besar fiksasi kitosan dan makin rendah berat molekul kitosan (depolimerisasi) memberikan nilai tristimulus X, Y, Z dan nilai YI yang makin kecil yang menunjukkan warna yang makin tua.

## KESIMPULAN

Proses oksidasi selulosa pada kain katun hingga memiliki gugus aldehida yang akan berikatan dengan gugus amina pada kitosan telah menghasilkan fiksasi kitosan pada kain katun, sehingga memberikan sifat antibakteri pada kain katun. Penggunaan kitosan dengan BM 171.790 sebagai zat antibakteri pada kain katun telah menghasilkan kain katun antibakteri yang memiliki ketahanan terhadap proses pencucian, dan pemanasan (setrika), tidak menurunkan parameter kualitas tekstilnya seperti kekuatan dan kenampakannya, serta cocok (*compatible*) dengan zat-zat kimia tekstil yang digunakan pada proses tekstil yaitu proses pencelupan. Hasil percobaan pembuatan kain katun antibakteri di laboratorium, telah diaplikasikan di industri dan memberikan hasil yang baik

## PUSTAKA

- Gouveia, I.C. (2010). Nanotechnology: A New Strategy to Develop Non-toxic Antimicrobial Textiles. In A. Mendez-Vilaz ((ED.), *Applied Microbiological Microbial Biotechnology* (408-414). Formatex
- Chattopadhyay, D. And Inamdar, M.S. (2013). Improvement in Properties of Cotton Fabric through Synthesized Nano-Chitosan Application, *Indian Journal of Fibre & Textile Research*, 38: 14-21
- Liu, S. and Sun, G. (2011). Bio-functional Textiles: In V.T. Bartels (Ed.), *Handbook of Medical Textiles* (336-359). Cambridge: Woodhead Publishing Ltd.
- Mohanasrinivasan, V., et. al . (2013). Study on Heavy Metal Removal Efficiency and Antibacterial Activity of Chitosan Prepared from Shrimp Shell Waste, *Springerlink.com open access*
- Aranaz, I., et. al. (2009). Functional Characterization of Chitin and Chitosan. *Current Chemical Biology*, 3:203-230
- Islam, M.M., et.al. (2011). Preparation of Chitosan from Shrimp Shell and Investigation of Its Properties, *IJBAS 7 IJENS*, 11 (1) : 77-80
- Fouda M.M.G., Abdel Halim E.S., Al-Deyab, S. (2013). Antibacterial Modification of Cotton Using Nanotechnology. *Carbohydrate Polymers*, 92: 943-954.
- Gao Y., Cranston R. (2008). Recent Advances in Antimicrobial Treatment of Textiles, *Textile Research Journal* , 78 (1): 60-72.
- Joshi, M., Ali, S. W., Purwar,R. (2009). Ecofriendly Antimicrobial Finishing of Textiles using Bioactive Agent Based on Natural Products. *Indian Journal of Fiber & Textiles Research*, 34: 295-304.
- Liu, N., et.al. (2006). Effect of MW and Concentration of Chitosan on Antibacterial Activity of Escherichia coli, *Carbohydrate Polymers*, 64 : 60-65
- Myllytie, P., Salmi, J., and Laine, J. (2009). The Influence of pH on Adsorption and Interaction of Chitosan with Cellulose, *BioResources*, 4 (4): 1647-1662
- Prashanth, K.V.H. and Tharanathan, R.N. (2007). Chitin/chitosan: Modifications and Their Unlimited Application Potential-An Overview, *Trens in Food Science & Technology*, 18: 117-131.
- Ramadan, M.A., Samy, S., Abdulhady, M., and Hebeish, A.A. (2011). Eco-Friedly Pretreatment of Cellulosic Fabrics with Chitosan and Its Influence on Dyeing Efficiency. In. Emiye Akcakola Kumbasar (Ed.), *Natural Dye (3-12)*, In Tech
- Rajendran, R., et.al. (2012). Synthesis and Characterization of Neem Chitosan Nanocomposites for Development of Antimicrobial Cotton Textiles. *Journal of Engineering Fibers and Fabrics*, 7 (1): 136-141
- AATCC Test Method 147-1998, Antibacterial Activity Assessment of Textile Materials, AATCC Technical Manual, 2004.
- Chen, J.L., Zhao, Y., (2012). Effect of Molecular Weight, Acid, Plasticizer on the Physicochemical and Antibacterial Properties of  $\beta$ -Chitosan based Films. *Journal of Food Science*, 77 (5): 127-136
- Shanmugasundaran, O.L. (2006). Chitosan Coated Cotton Yarn and It's Effect on Antimicrobial Activity, *Journal of Textile Apparel Technology and management*, 5 (3):1-6
- Abidi, N., Hequet, E. and Cabrales, L. (2011). Applications of Fourier Transform Infrared Spectroscopy to Study Cotton Fibers. In A Goran Nikolic (Ed.), *Fourier Transforms - New Analytical Approaches and FTIR Strategies*,

ISBN: 978-953-307-232-6, InTech, Available  
from: [http://www.intechopen.com/books/](http://www.intechopen.com/books/fourier-transforms-new-analytical-approaches-)  
fourier-transforms-new-analytical-approaches-

and [first-strategies-applications-of-fourier-  
transform-infrared-spectroscopy-to-study-  
cotton-fiber](http://www.intechopen.com/books/first-strategies-applications-of-fourier-transform-infrared-spectroscopy-to-study-cotton-fiber)

---

