

APLIKASI KITOSAN SEBAGAI ZAT ANTIBAKTERI PADA KAIN POLIESTER-SELULOSA DENGAN CARA MODIFIKASI GUGUS POLIESTER-SELULOSA

ANCHORING CHITOSAN AS AN ANTIBACTERIAL AGENT ONTO POLYESTER-CELLULOSE FABRICS BY MEANS OF MODIFYING OF POLYESTER-CELLULOSE CHEMICAL STRUCTURES

Wiwin Winiati, Wulan Septiani, Cica Kasipah, Arif Wibi Sana

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

Tanggal diterima: 12 Juni 2017, direvisi: 9 Januari 2018, disetujui terbit: 11 Januari 2018

ABSTRAK

Pada penelitian terdahulu, aplikasi kitosan pada kain poliester-selulosa (kapas/rayon) dengan teknik perendaman disertai proses untuk oksidasi selulosa dengan periodat yang menghasilkan gugus aldehida, telah menghasilkan kain poliester-selulosa antibakteri. Pada penelitian ini aplikasi kitosan pada kain poliester-selulosa dilakukan melalui 2 tahap proses modifikasi gugus poliester-selulosa yaitu proses untuk menempelkan gugus amina dari alkilamina (dodesilamina) pada serat poliester dilanjutkan dengan proses untuk oksidasi selulosa dengan periodat bersamaan dengan menempelkan kitosan pada serat poliester-selulosa termodifikasi. Diketahui bahwa pada teknik padding diperlukan waktu yang lebih singkat dan diperlukan larutan padding yang lebih sedikit dari pada larutan untuk cara perendaman, pada penelitian ini proses penempelan dilakukan dengan teknik padding 2 tahap. Digunakan kain poliester-selulosa yang tidak berwarna (kain *grey*) dan yang telah diberi warna yaitu hijau angkatan darat (AD) dan kain loreng. Hasil penelitian menunjukkan telah dihasilkan kain poliester-selulosa yang mempunyai sifat antibakteri. Sifat antibakteri yang diperoleh mempunyai durabilitas (ketahanan) terhadap pencucian yang baik yaitu setelah pencucian berulang setara 25 kali pencucian rumah tangga, ketahanan terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* hampir tidak berubah yaitu turun 0-20%, sedangkan terhadap bakteri *Escherichia coli* ketahanan bakteri turun sebanyak 20-40%. Penempelan kitosan dengan cara padding 2 tahap tersebut pada kain poliester-kapas/rayon berwarna, walaupun memberikan peningkatan atau penurunan nilai K/S tetapi secara visual tidak mengakibatkan perubahan ketahanan warna yang signifikan.

Kata kunci: antibakteri, kitosan, padding, polyester-selulosa

ABSTRACT

Exhaust method for anchoring chitosan onto polyester-cellulose fabrics has successfully produced antibacterial polyester-cellulose fabrics. As time and amount of solution needed in padding method were less than in exhaust method, in this research anchoring of chitosan onto polyester-cellulose fabrics was done using padding method. Two steps of padding method was done, the first step of padding for anchoring alkylamine onto polyester structure continued with the second step of padding for oxidizing cellulose structure with sodium periodate simultaneously with anchoring chitosan onto the modified polyester-cellulose structures. Grey and after dyed/printed of polyester-cotton/rayon fabrics were used. By means of the two steps of padding method, the polyester-cellulose fabrics having an antibacterial properties have been yielded. The achievement antibacterial properties have a good durability of washing, almost no change (decrease 0-20%) in resistance to staphylococcus aureus bacteria whereas resistance to escherichia coli bacteria 20-40% decreased after washing durably tested. Padding method for anchoring of chitosan onto colored polyester-cellulose fabrics resulted no significant decreasing to the value/depth of fabrics colors.

Keywords: antibacteri, chitosan, padding, polyester-cellulose

PENDAHULUAN

Kitosan adalah biopolimer alam yang berupa polisakarida linier dari β -1,4-D-glukosamina. Dengan adanya kandungan gugus

amina primer yang bersifat kationik, pada pH < 6,5 kitosan yang berada dalam larutan akan bermuatan positif sehingga kitosan merupakan polimer polikationik.^{1,2} Permukaan luar tubuh mikroba

bermuatan positif. Hal ini menyebabkan kitosan mempunyai sifat menghambat aktifitas mikroba (*anti bacterial activity*). Dari penelitian yang telah dilakukan ternyata kitosan juga bersifat antivirus dan antijamur, non toksik dan non alergik.^{3,4,5}

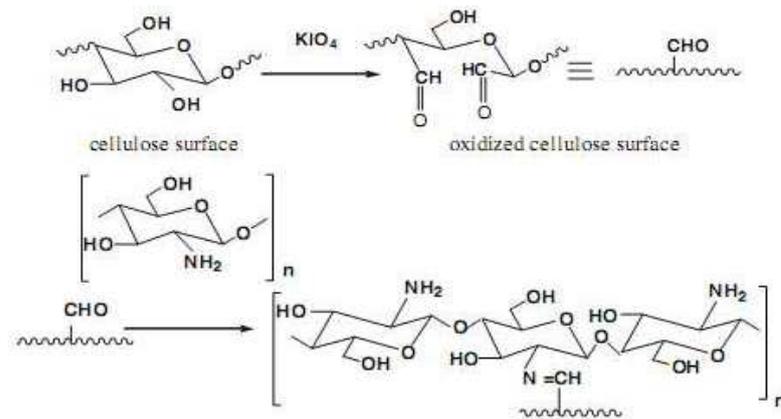
Kain poliester-kapas dan poliester-rayon banyak digunakan baik sebagai kain sandang maupun sebagai kain non-sandang. Kain poliester-kapas dan poliester-rayon sebagai kain sandang, banyak digunakan sebagai kain untuk pakaian seragam, diantaranya sebagai seragam karyawan dan juga seragam militer. Kapas, rayon dan poliester merupakan media yang baik untuk tumbuh kembangnya bakteri, hal ini diperbesar oleh adanya keringat dari pemakainya sehingga dapat menimbulkan bau,⁶ oleh karena itu pakaian tersebut perlu selalu dicuci setiap setelah satu kali dipakai. Khususnya bagi pekerja yang bertugas dilapangan diinginkan pakaian seragam yang dapat dipakai sehari-hari tanpa perlu dicuci dan tidak menimbulkan bau. Hal ini akan dapat dipenuhi apabila kain tersebut dibubuhi zat antibakteri yang dapat melekat kuat pada serat tekstil.⁷⁻¹⁰

Penempelan kitosan pada kain kapas (selulosa) telah dilakukan oleh Chattopadhyay,¹¹ kitosan awal dengan ukuran partikel 4014 nm dan nano-kitosan dengan ukuran partikel 468 nm-110 nm yang dilarutkan pada asam asetat, diaplikasikan pada kain kapas dengan teknik pad-dry-cure. Pada teknik pad-dry-cure, kain dicelupkan pada 1 g/L larutan kitosan dalam bak padding kemudian kain diperas melalui roller (padding mangle) untuk mendapatkan WPU (wet-pick-up) 70% selanjutnya difiksasi dalam mesin curring pada 170°C. Pengamatan untuk sifat antibakteri menunjukkan bahwa penurunan ukuran partikel kitosan telah meningkatkan sifat antibakteri, tetapi pada penelitian ini tidak dilakukan uji durabiliti (ketahanan melekat) kitosan pada kain. Penempelan kitosan pada kapas telah dilakukan pula oleh Ramadan, M. A.,¹² kitosan ditempelkan melalui reaksi yang ditunjukkan pada Gambar 1, dengan teknik perendaman (ekshaus). Oksidasi selulosa dengan KIO_4 atau $NaIO_4$ (kalium/natrium metaperiodat) menyebabkan terjadinya oksidasi pada gugus hidroksil C2 dan C3 yang menghasilkan gugus 2,3-dialdehida. Gugus-gugus dialdehida tersebut dapat berikatan dengan gugus amino pada kitosan membentuk ikatan dimana kitosan terfiksasi pada permukaan kapas, uji durabiliti belum dilakukan.¹² Aplikasi kitosan sebagai zat antibakteri pada kain kapas telah dilakukan juga oleh Winiati. W.,¹³ yaitu fiksasi kitosan pada kain kapas dengan cara perendaman/exhaus menurut reaksi yang

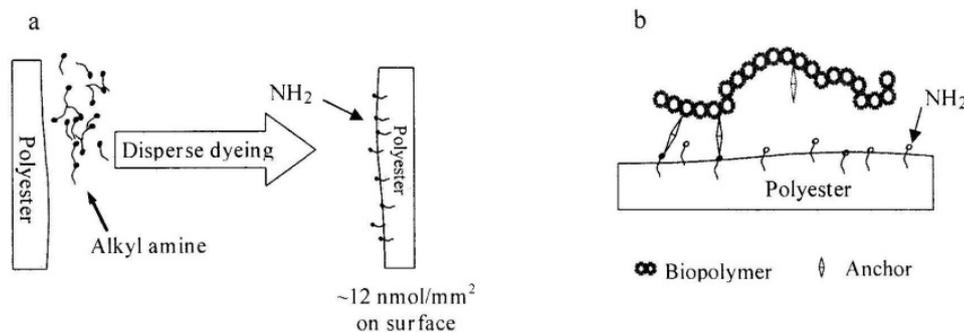
ditunjukkan pada Gambar 1, yang dilakukan dalam skala laboratorium dilanjutkan dalam skala pilot di industri tekstil. Dari percobaan dalam skala laboratorium maupun dalam skala pilot di industri diperoleh bahwa proses fiksasi dengan cara exhaus telah berhasil menempelkan kitosan pada kain kapas, dan kitosan dengan berat molekul yang lebih rendah memberikan hasil fiksasi yang lebih baik. Uji durabiliti dengan cara pencucian berulang yang setara dengan 15x pencucian rumah tangga terhadap kain yang dihasilkan menunjukkan ketahanan bakteri hanya berkurang 1-2%. Dengan cara tersebut diperoleh kain kapas yang hampir 100 % antibakteri yang diperuntukkan sebagai bed-sheet dan pakaian para medis. Selanjutnya, Winiati. W.,¹⁴ mengaplikasikan fiksasi kitosan pada kain kapas dengan cara perendaman/exhaus menurut reaksi yang ditunjukkan pada Gambar 1 tersebut, pada kain campuran poliester-kapas dan kain campuran poliester-rayon. Hasil penelitian menunjukkan kitosan dapat berikatan dengan kapas/rayon maupun dengan poliester. Cara tersebut juga dicoba pada kain hijau AD (Angkatan Darat) dan kain loreng yang terbuat dari poliester-rayon dan poliester-kapas.

Knittel. D.,¹⁵ mencoba menempelkan kitosan pada serat poliester dengan cara modifikasi permukaan poliester menggunakan dodesilamine (alkilamine) melalui teknik pencelupan dispersi, hingga diperoleh gugus amino pada permukaan poliester. Selanjutnya diberikan larutan kitosan dengan bahan pengikat senyawa triazine, hingga diperoleh penempelan kitosan pada serat poliester, hal ini dijelaskan pada Gambar 2.¹⁵

Pembubuhan kitosan pada kain dengan teknik perendaman yang telah dilakukan,^{13,14} menggunakan larutan kitosan 1% sebanyak 20-40 kali berat kain (vlot 20-40), dan larutan kitosan akan dibuang setelah proses selesai, larutan yang dibuang ini ternyata masih mengandung kitosan sekitar 40 % dari jumlah awal. Selain itu, waktu perendaman yang dilakukan cukup lama yaitu 90 menit pada temperatur 80°C. Sebagai alternatif, pembubuhan kitosan pada kain dapat dilakukan dengan teknik pad-dry-cure. Pada teknik pad-dry-cure, bila dilakukan untuk mendapatkan WPU (wet-pick-up) hingga 100% akan diperlukan jumlah larutan kitosan yang sama dengan berat kain. Reaksi antara kitosan dengan serat/kain akan terjadi pada proses curring, yaitu pada temperatur 120-180 °C selama 3-5 menit. Dalam hal ini bila proses pembubuhan kitosan pada kain dialihkan dari teknik perendaman ke teknik pad-dry-cure akan diperoleh waktu yang lebih singkat dan terhindar dari terbuangnya sisa larutan kitosan.



Gambar 1. Reaksi fiksasi kitosan pada selulosa¹²



Gambar 2. Penempelan kitosan cara modifikasi poliester¹⁵

Pada penelitian ini dilakukan penempelan kitosan sebagai zat antibakteri pada kain poliester-selulosa(kapas/rayon), untuk menempelkan kitosan pada poliester dilakukan modifikasi permukaan poliester menggunakan alkilamina, sedangkan untuk menempelkan kitosan pada kapas/rayon dilakukan dengan menambahkan oksidator natrium periodat. Proses penempelan dilakukan dengan teknik *pad-dry-cure*, digunakan kain poliester-kapas/rayon yang tidak berwarna (kain *grey* warna putih) dan yang telah diberi warna yaitu hijau AD dan loreng. Penelitian dilakukan dalam skala laboratorium. Keberhasilan penempelan kitosan pada kain diamati dengan melakukan pengujian dengan FTIR, uji antibakteri dan uji durabiliti melalui pencucian berulang.

METODE

Bahan

Kain poliester-rayon yaitu, kain hijau AD dengan berat $0,361 \text{ kg/m}^2$, kain poliester-kapas yaitu kain yang belum diberi warna (kain *grey* warna putih) dan kain loreng dengan berat $0,364 \text{ kg/m}^2$, serta bahan kimia grade teknis diperoleh dari pasaran, kitosan grade industri diperoleh dari PT. Biotech Surindo Cirebon. Bahan kimia grade p.a diperoleh dari Merck.

Peralatan

Peralatan yang digunakan meliputi mesin *padding-drying-curing* skala laboratorium, microwave oven.

Prosedur Kerja

- Potong kain sesuai kebutuhan
- Buat larutan kitosan 0,5%, 1% dan 2% (b/v) dalam asam asetat 1% (v/v) untuk kitosan BM sekitar 60.000 Da
- Penempelan kitosan pada kain poliester-selulosa dilakukan dengan cara padding melalui 2 tahapan proses padding, padding tahap pertama untuk modifikasi poliester, dilanjutkan padding tahap kedua untuk modifikasi selulosa bersamaan dengan fiksasi kitosan pada poliester dan kapas yang telah dimodifikasi.
- Tahap modifikasi poliester:
 - buat larutan isopropanol-air 1:1 (v/v) sebanyak 1 liter, larutkan 5 g dodecylamine ke dalam larutan tersebut. Pada mesin padding, impregnasi kain pada larutan dodecylamine tersebut, lalu peras diantara 2 rol pemeras untuk mendapatkan wet-pick-up (WPU) 100% *Predrying* pada 80°C selama 5 menit, lanjutkan dengan fiksasi pada 120°C selama 10 menit

- Tahap fiksasi kitosan pada poliester-selulosa
 - buat larutan kitosan masing-masing 0,5%, 1% dan 2% (b/v) sebanyak masing-masing 1 liter, tambahkan masing-masing 250 mg natrium periodat. Pada mesin padding, impregnasi kain yang telah melalui tahap modifikasi poliester pada larutan kitosan, lalu peras diantara 2 rol pemeras untuk mendapatkan WPU 100% *Predrying* pada 80 °C selama 5 menit lanjutkan dengan fiksasi pada 120 °C selama 10 menit
- Cuci kain yang telah difiksasi kitosan dengan larutan buffer pH 5,0 pada temperatur 40 °C , lalu keringkan

Pengujian

Pengujian FTIR dilakukan untuk mengetahui terjadinya ikatan kimia antara kitosan dengan serat poliester dan selulosa (kapas, rayon). Pengujian FTIR dilakukan terhadap kain poliester-kapas/rayon yang belum diberi warna (kain *grey* warna putih), yang difiksasi kitosan yaitu kain hijau AD dan kain loreng menggunakan FTIR merek Shimadzu Prestige. Untuk mengetahui durabilitas (ketahanan) penempelan kitosan pada kain dilakukan pencucian berulang dengan alat Linitest yang setara dengan 25 kali pencucian rumah tangga. Uji ketahanan bakteri dilakukan dengan menggunakan standar AATCC 147-2004,¹⁶ Pengujian antibakteri dilakukan terhadap 2 jenis bakteri yaitu bakteri *escherichia coli* (E.Coli) sebagai bakteri gram negatif dan bakteri *staphylococcus aureus* (*S.Aureus*) sebagai bakteri gram positif, dengan menghitung reduksi pertumbuhan bakteri menggunakan persamaan 1.

Pengujian antibakteri:

$$\% R = 100 \frac{(A - B)}{A} \tag{1}$$

- %R = % Reduksi pertumbuhan bakteri
- A = Jumlah bakteri yang tumbuh pada sampel kain, diinkubasi 0 jam
- B = Jumlah bakteri yang tumbuh pada sampel kain setelah diinkubasi selama 24 jam

Uji ketahanan warna dilakukan dengan cara CIE Lab: D65-10.¹⁷ Dilakukan pengukuran %R kain pada 400-700 nm. Perhitungan kuantitatif ketahanan warna dilakukan dengan menggunakan persamaan Kubelka Munk (persamaan 2) untuk menghitung K/S.

$$\frac{K}{S} = \frac{(1-R)^2}{2R} - \frac{(1-R_0)^2}{2R_0} \tag{2}$$

untuk:

- K/S = Konstanta Kubelka Munk
- K = Koefisien absorpsi
- S = Koefisien penghamburan cahaya
- R = Reflektansi kain berwarna pada panjang gelombang optimum (pada panjang gelombang yang memberikan nilai absorpsi maksimum)
- Ro= Reflektansi kain putih

Kode hasil penelitian

Tabel 1. menunjukkan kode sampel dalam penelitian. Sampel dibedakan berdasarkan konsentrasi larutan kitosan yang digunakan dan tahapan proses yang dilakukan.

Tabel 1. Kode Sampel

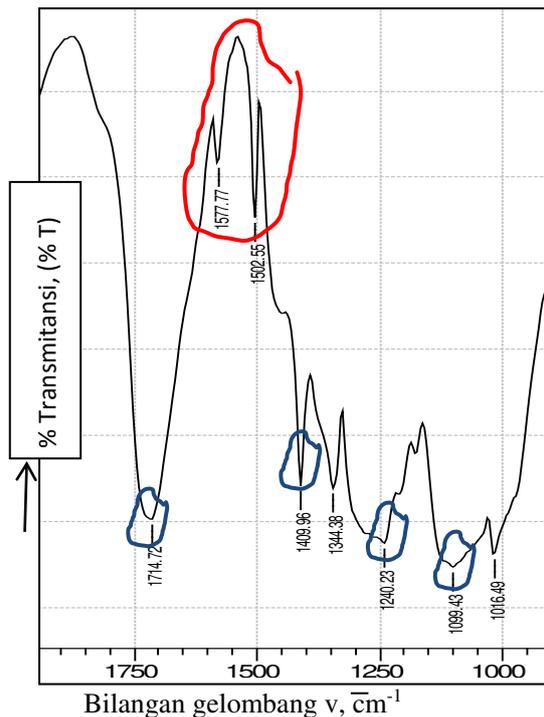
Kode sampel	Jenis kain	Warna kain	Konsentrasi larutan kitosan, % b/v	Cuci berulang Ya/Tidak
Go	PK	Putih	0,0	Tidak
G1	PK	Putih	0,5	Tidak
G2	PK	Putih	1,0	Tidak
G3	PK	Putih	2,0	Tidak
Lo	PK	Loreng	0,0	Tidak
L1	PK	Loreng	0,5	Tidak
L2	PK	Loreng	1,0	Tidak
L3	PK	Loreng	2,0	Tidak
CL1	PK	Loreng	0,5	Ya
CL2	PK	Loreng	1,0	Ya
CL3	PK	Loreng	2,0	Ya
Ho	PR	Hijau AD	0,0	Tidak
H1	PR	Hijau AD	0,5	Tidak
H2	PR	Hijau AD	1,0	Tidak
H3	PR	Hijau AD	2,0	Tidak
CH1	PR	Hijau AD	0,5	Ya
CH2	PR	Hijau AD	1,0	Ya
CH3	PR	Hijau AD	2,0	Ya

Ket: PK=poliester-kapas; PR=poliester-rayon; cuci berulang=pencucian 5 kali (setara pencucian rumah tangga 25 kali)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil uji FTIR

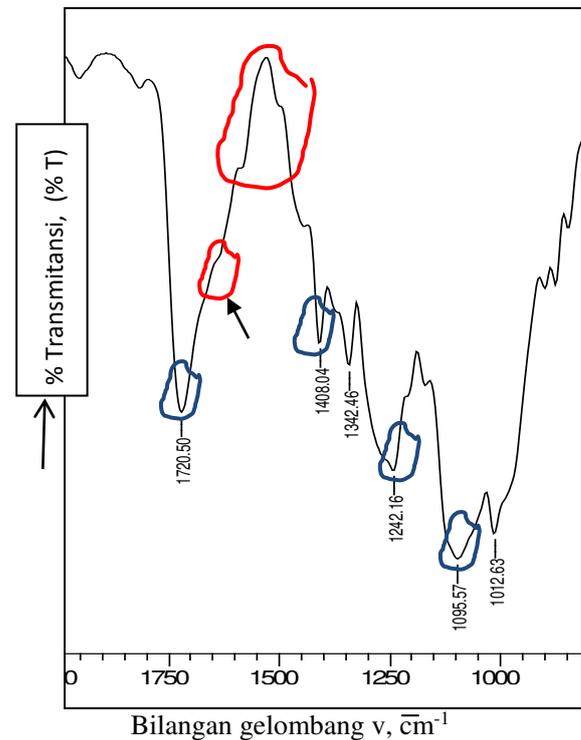
Data hasil uji FTIR disajikan pada Gambar 3 berupa kain G₀ (kain *grey* warna putih tanpa kitosan), pada Gambar 4 berupa kain G₃ (kain *grey* warna putih dengan kitosan 2% b/v), Gambar 5, berupa perbandingan spektra IR kain Hijau AD tanpa kitosan tanpa cuci berulang (H₀), kain Hijau AD dengan kitosan 2% b/v tanpa cuci berulang (H₃) dan kain Hijau AD dengan kitosan 2% b/v dengan cuci berulang (CH₃).



Gambar 3. Spektra IR kain G₀

Dari penelitian terdahulu,^{13,18-19} analisa FTIR kain kapas fiksasi kitosan menunjukkan puncak-puncak, yaitu pada bilangan gelombang 3300 – 3500 cm⁻¹ untuk gugus OH dan NH₂, serta 1325 cm⁻¹ juga untuk amina; 1730 cm⁻¹ lemah dari stretching vibrasi C=O dari gugus aldehyd; dan 1641 cm⁻¹ untuk gugus C=N yang terbentuk antara aldehyd dan kitosan yang menunjukkan terjadinya fiksasi kitosan pada kain kapas tersebut. Poliester yang merupakan polimer sintesis dari asam tereftalat dan etilen glikol, dengan FTIR akan memberikan puncak-puncak pada bilangan gelombang 1750 - 1725 cm⁻¹ untuk stretching vibrasi C=O pada gugus ester, pada 1300 – 1000 cm⁻¹ untuk stretching vibrasi C-O.²⁰ Dari penelitian terdahulu,¹⁴ kain poliester-selulosa setelah fiksasi kitosan menunjukkan puncak-puncak pada posisi bilangan gelombang 1714 cm⁻¹ untuk stretching vibrasi C=O dalam gugus ester, pada 1240 cm⁻¹ dan 1097 cm⁻¹ untuk stretching vibrasi C-O, sedangkan stretching vibrasi C=N terlihat dari puncak pada

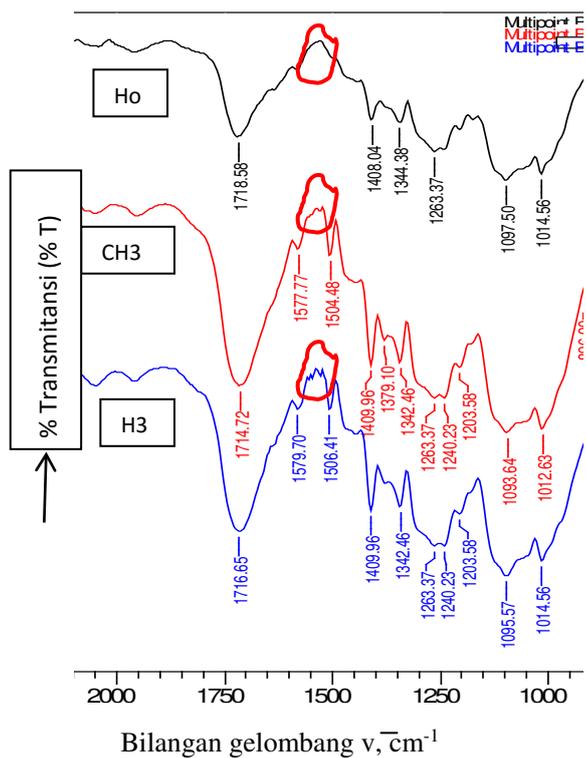
bilangan gelombang 1409 cm⁻¹. Hal ini sesuai dengan yang ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Spektra IR kain G₃

Pada Gambar 3 dan 4, lingkaran biru dan merah menunjukkan puncak yang diamati. Dari Gambar 3 (kain G₀) dan Gambar 4 (kain G₃ yaitu kain G₀+kitosan) terlihat bahwa kain G₀ dan kain G₃ memberikan puncak-puncak yang sama (lingkaran biru) yaitu pada bilangan gelombang 1409 cm⁻¹ dari vibrasi C=N, puncak pada bilangan gelombang 1263 cm⁻¹ dan 1097 cm⁻¹ untuk stretching vibrasi C-O, 1712 cm⁻¹ dari vibrasi C=O dalam gugus ester. Pada kain G₃ (lingkaran merah) terdapat tambahan puncak yang lemah pada 1640 cm⁻¹ untuk gugus C=N yang terbentuk antara aldehyd dan kitosan yang menunjukkan terjadinya fiksasi kitosan pada kapas, dan perbedaan pada daerah 1560 cm⁻¹ dari bending NH pada grup amina.²⁰

Pada Gambar 5, disajikan perbandingan spektra IR kain H₀, H₃ dan CH₃, terlihat bahwa kain H₀, H₃ dan CH₃ memberikan puncak pada posisi bilangan gelombang yang sama, yang merupakan overlapping gugus-gugus yang ada pada kitosan, kapas dan poliester yaitu pada bilangan gelombang 1409 cm⁻¹ dari vibrasi C=N, pada bilangan gelombang 1240 cm⁻¹ dan 1097 cm⁻¹ dari vibrasi C-O, dan pada bilangan gelombang 1718 cm⁻¹ dari vibrasi C=O dalam gugus ester.

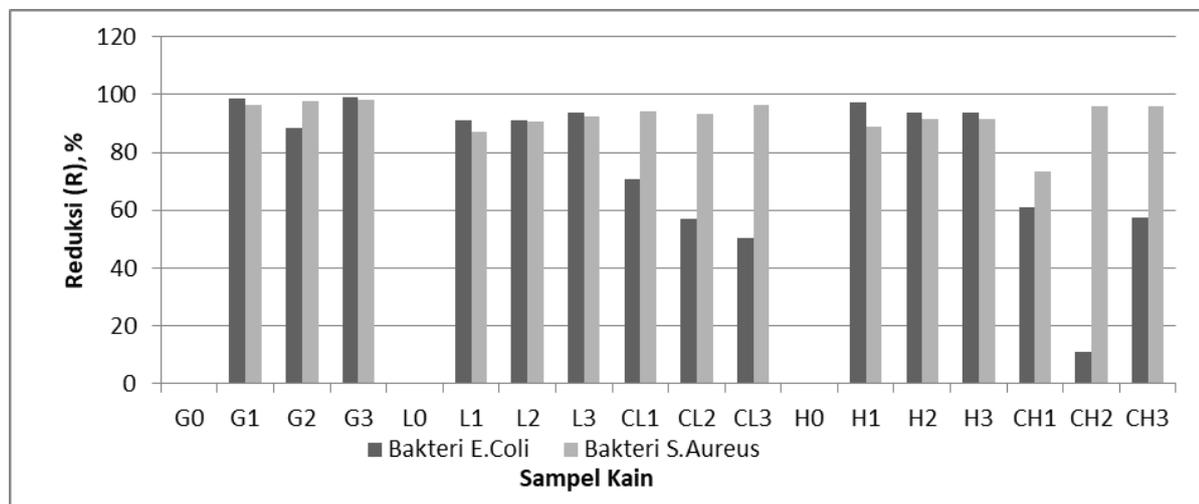


Gambar 5. Perbandingan spektra IR kain hijau AD, Ho, H3 dan CH3

Pada Gambar 5. terdapat perbedaan pada daerah 1560 cm^{-1} (lingkaran merah) dari bending NH pada grup amina,²¹ di daerah tersebut pada kain H3 dan kain CH3 terlihat adanya puncak walaupun lemah tetapi tidak terlihat pada kain Ho. Walaupun lemah, hal ini memberi indikasi bahwa kitosan dengan gugus -NH_2 sebagai gugus aktifnya telah berikatan dengan poliester-rayon (selulosa). Fiksasi kitosan pada kain H3 mempunyai durabiliti yang baik, terlihat dari puncak pada kain CH3 yang relatif sama dengan kain H3.

Dari uji FTIR memberi indikasi bahwa cara padding dengan modifikasi poliester berhasil menempelkan kitosan pada kain poliester-selulosa yang belum diberi warna (kain gray) maupun yang telah diberi warna (kain hijau). Pembuktian dengan uji FTIR untuk terbentuknya ikatan antara kitosan dengan kapas dan poliester perlu diperkuat dengan uji ketahanan bakteri, karena adanya kitosan pada kain akan memberikan sifat ketahanan bakteri pada kain. Hasil uji ketahanan bakteri disajikan pada Gambar 6.

Hasil uji ketahanan bakteri



Gambar 6. Hasil uji ketahanan bakteri

Uji ketahanan bakteri dilakukan terhadap kain poliester-kapas/rayon yang tidak dibubuhi kitosan (kain G₀, L₀ dan H₀), dan yang telah dibubuhi kitosan belum diberi warna (kain G₁, G₂, G₃), diberi warna loreng (L₁, L₂, L₃) dan hijau AD (kain H₁, H₂, H₃), serta kain loreng dan hijau AD yang telah mengalami pencucian berulang (CL₁, CL₂, CL₃ dan CH₁, CH₂, CH₃), dengan melihat reduksi bakteri yang diberikan setelah inkubasi selama 24 jam yang dihitung menurut persamaan

(1). Hasil uji ketahanan bakteri disajikan pada Gambar 6.

Dari Gambar 6, terlihat bahwa ketahanan terhadap bakteri E. Coli, untuk kain yang tidak dibubuhi kitosan (Go, Lo dan Ho) reduksi nya 0% dan data menunjukkan pada kain G₀ dan L₀ terjadi pertumbuhan/peningkatan jumlah bakteri 2 dan 10 kali lipat. Kain yang belum diberi warna dibubuhi kitosan (kain G₁, G₂, G₃) dan yang telah diberi warna loreng dan hijau AD (L₁, L₂, L₃ dan H₁, H₂, H₃) memberikan reduksi 90-98%. Hal ini

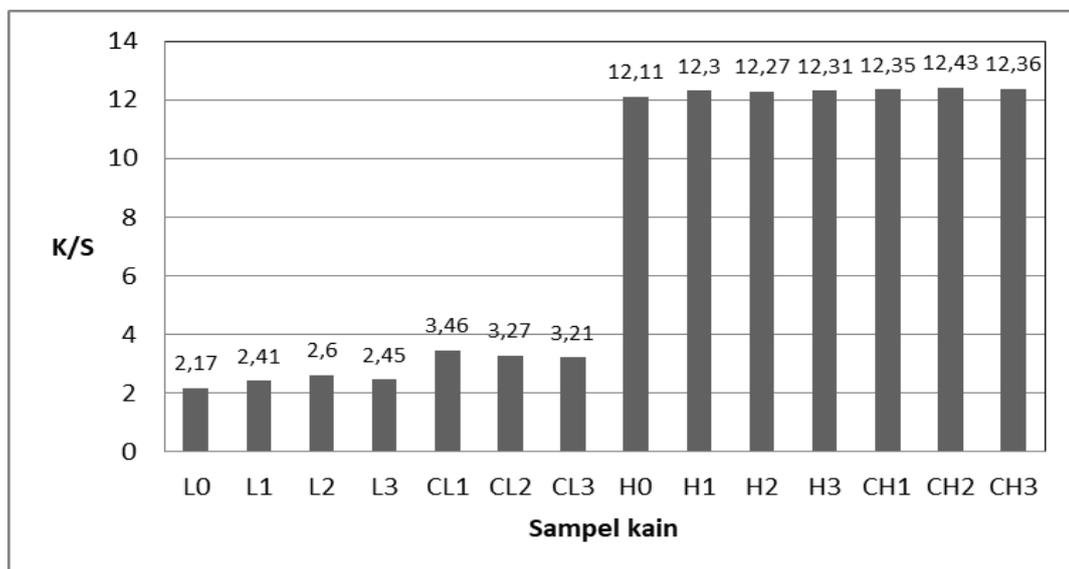
menunjukkan bahwa pemberian kitosan dengan teknik padding pada kain poliester-selulosa yang belum diberi warna maupun telah diberi warna telah berhasil menempelkan kitosan pada kain-kain tersebut sehingga memberikan sifat tahan bakteri E.Coli pada kain. Setelah pencucian berulang (CL1, CL2, CL3 dan CH1, CH2, CH3) reduksi menurun hingga tinggal 50-70% atau turun 20-40% tetapi anomali pada kain CH2.

Ketahanan terhadap bakteri S.Aureus, untuk kain yang tidak dibubuhi kitosan (kain G₀, L₀ dan H₀) reduksi nya 0%. Kain yang belum diberi warna dibubuhi kitosan (kain G₁, G₂, G₃) dan yang telah diberi warna loreng dan hijau (L₁, L₂, L₃ dan H₁, H₂, H₃) memberikan reduksi 90-98%. Hal ini menunjukkan bahwa pemberian kitosan dengan teknik padding pada kain poliester-selulosa yang belum diberi warna maupun telah diberi warna

telah berhasil menempelkan kitosan pada kain-kain tersebut sehingga memberikan sifat tahan bakteri S.Aureus pada kain. Setelah pencucian berulang (CL1, CL2, CL3 dan CH1, CH2, CH3) reduksi menurun hingga tinggal 70-90% atau turun 0-20%.

Dari Gambar 6, terlihat pengaruh penambahan konsentrasi kitosan dalam larutan padding yaitu 0,5%, 1,0% serta 2,0% terhadap ketahanan bakteri kain gray, loreng dan hijau AD yang telah dibubuhi kitosan untuk bakteri E.Coli diperoleh walaupun perbedaannya cukup kecil bisa menaikkan atau menurunkan ketahanan bakteri E.Coli, sedangkan untuk bakteri S. Aureus walaupun cukup kecil terlihat makin besar konsentrasi kitosan dalam larutan padding akan sedikit menaikkan ketahanan bakteri (% reduksi sedikit meningkat).

Hasil uji ketahanan warna



Gambar 7. Hasil uji ketahanan warna

Untuk mengetahui pengaruh pemberian kitosan terhadap warna kain dilakukan pengujian ketahanan warna yang direpresentasikan dengan nilai K/S untuk nilai K/S yang makin tinggi menunjukkan warna yang makin tua. Pengujian ketahanan warna dilakukan dengan membuat kurva reflektansi %R (% reflektansi) terhadap panjang gelombang (λ) pada 400 nm – 700 nm. Dilakukan pengukuran %R untuk kain hijau H₀, H₁, H₂, H₃, CH₁, CH₂, CH₃ dan warna krem pada loreng L₀, L₁, L₂, L₃, CL₁, CL₂, CL₃

Dari kurva reflektansi masing-masing kain diambil nilai %R untuk setiap sampel kain pada panjang gelombang (λ) optimum, kemudian dihitung nilai K/S menggunakan persamaan Kubelka Munk (Persamaan 2), hasilnya disajikan pada Gambar 7.

Dari Gambar 7. terlihat bahwa pada kain

loreng (poliester-kapas 65:35) yaitu L₀, L₁, L₂, L₃, pemberian kitosan dengan konsentrasi (0,5% – 2,0%) pada larutan padding, telah menaikkan nilai K/S 11%-19% berarti ketahanan warna tidak menurun malah terjadi peningkatan ketahanan warna, Setelah pencucian berulang, (CL₁, CL₂, CL₃) nilai K/S sedikit naik lagi. Hal ini diduga dari adanya kitosan yang memberi sifat kationisasi pada kapas memperkuat ikatan kapas dengan zat warna reaktif.²² Demikian pula untuk kain hijau (H₀, H₁, H₂, H₃) pemberian kitosan dengan konsentrasi (0,5% – 2,0%) pada larutan padding, menaikkan nilai K/S 1,3%-1,6% berarti ketahanan warna tidak menurun. Setelah pencucian berulang, (CH₁, CH₂, CH₃) nilai K/S sedikit naik lagi. Secara visual, perubahan warna yang terjadi masih berada dalam batas toleransi perbedaan warna yang terlihat secara visual.

KESIMPULAN

Melalui 2 tahap proses modifikasi gugus poliester-selulosa yaitu proses untuk menempelkan gugus amina dari alkilamina (dodesilamina) pada serat poliester dilanjutkan dengan proses untuk oksidasi selulosa dengan periodat yang menghasilkan gugus aldehida bersamaan dengan menempelkan kitosan pada serat poliester-selulosa termodifikasi, telah dihasilkan kain poliester-kapas/rayon yang mempunyai sifat antibakteri. Proses penempelan dilakukan dengan teknik padding 2 tahap. Sifat antibakteri yang diperoleh mempunyai durabilitas (ketahanan) terhadap pencucian yang baik yaitu setelah pencucian berulang setara 25 kali pencucian rumah tangga, ketahanan terhadap bakteri *S.Aureus* hampir tidak berubah yaitu turun 0-20%, sedangkan terhadap bakteri *Escherichia coli* ketahanan bakteri turun sebanyak 20-40%. Penempelan kitosan dengan cara padding 2 tahap pada kain poliester-kapas/rayon berwarna, walaupun memberikan peningkatan atau penurunan nilai K/S, tetapi secara visual tidak mengakibatkan perubahan ketahanan warna yang signifikan.

PUSTAKA

- Joshi, M., Ali, S. W., & Purwar, R. Ecofriendly Antimicrobial Finishing of Textiles using Bioactive Agent Based on Natural Products. *Indian Journal of Fiber & Textiles Research* **34**, 295-304 (2009).
- Dhillon, G.S., Kaur, S., Sarma, S.J., Brar, S.K., Verma, M., & Surampalli, R.Y. Recent Development in Applications of Important Biopolymer Chitosan in Biomedicine.
- Prashanth, K.V.H. & Tharanathan, R.N. Chitin/chitosan: Modifications and Their Unlimited Application Potential-An Overview, *Trens in Food Science & Technology* **18**, 117-131 (2007).
- Mohanasrinivasan, V., et. al . Study on Heavy Metal Removal Efficiency and Antibacterial Activity of Chitosan Prepared from Shrimp Shell Waste, *Springerlink.com open access* (2013).
- Liu, N., et.al. Effect of MW and Concentration of Chitosan on Antibacterial Activity of *Escherichia coli*, *Carbohydrate Polymers* **64**, 60-65 (2006).
- Yu, Y., McQueen, R., & Wismer, W. A Priliminary Study on Collection and Detection of Axyllary Odor within Textiles. *Journal of Textile and Apparel Technology and Management* **8**, 1-13 (2013).
- Liu, S., & Sun, G. Bio-functional Textiles. In V.T.Bartels (Eds.), *Handbook of Medical Textiles*, 336-359 (2011). Woodhead Publishing Limited
- Ibrahim, N.A. & Hashem, M. Enhanching Antimicrobial Properties of Dyed and Finished Cotton/Polyester Fabrics, *AATCC Review*, 56-64 (2010).
- Gao Y., & Cranston R. Recent Advances in Antimicrobial Treatment of Textiles.,*Textile Research Journal* **78** (1), 60-72 (2008).
- Ashraf, M., Dumont, F., Campagne, C., Champagne, P., Perwuelz, A., Lerich, A., et.al., Development of Antibacterial Polyester Fabric by Growth of ZnO Nanorods. *Journal of Engineered Fibers and Fabrics* **9** (1), 15-22 (2014)
- Chattopadhyay, D., & Inamdar, M.S. Improvement in Properties of Cotton Fabrics through Synthesized Nano-Chitosan Application. *Indian Journal of Fibre & Textile Research* **38**, 14-21 (2013)
- Ramadan, M.A., Samy, S., Abdulhady, M., & Hebeish, A.A. Eco-Friedly Pretreatment of Cellulosic Fabrics with Chitosan and Its Influence on Dyeing Efficiency, Natural Dyes. Emiye Akcakola Kumbasar (Ed.), *In Tech* (2011).
- Winiati, W., Kasipah, C., Yulina, R., Wahyudi, T., Mulyawan, A.S., & Septiani, W. Fiksasi Kitosan pada Kain Kapas sebagai Antibakteri. *Arena Tekstil* **29** (1), 25-36 (2014).
- Winiati, W., Kasipah, C., Septiani, W., Novarini, E., & Yulina, R. Aplikasi Kitosan sebagai Zat Antibakteri pada Kain Poliester-Selulosa dengan Cara Perendaman. *Arena Tekstil* **31** (1), 1-10 (2016).
- Knittel, D., Schollmeyer, E. Chitosan for Permanent Antimicrobial Finish on Textile, *Lenzinger Berichte* **85**, 124-130 (2006).
- AATCC Test Method 147-1998, Antibacterial Activity Assessment of Textile Materials, *AATCC Technical Manual* (2004).
- Anonim. Color iQC and Color iMatch, *Color Calculation Guide*. Versi 8.0, July 2012.
- Rajendran, R., Radhai, R., Balakumar, C., Ahamed, H.M., Vigneswaran, C., Vaideki, K. Synthesis and Characterization of Neem Chitosan Nanocomposites for Development of Antimicrobial Cotton Textiles. *Journal of Engineered Fibers and Fabrics* **7** (1), 136-141 (2012)
- Shanmugasundaran, O.L. Chitosan Coated Cotton Yarn and It's Effect on Antimicrobial Activity,

- Journal of Textile Apparel Technology and Management* **5 (3)**, 1-6 (2006).
20. Silverstein, R. M., Webster, F. X., Kiemle, D. J. *Spectrometric Identification of Organic Compounds*. 7th edition. John Wiley & Sons (2005).
21. Periolatto, M., Ferrero, F. Cotton Filter Fabrics Functionalization by Chitosan UV-grafting for Removal of Dyes. *Chemical Engineering Transactions* **32**, 85-90 (2013)
22. Kasipah, C., Novarina, E., Rakhmatiara, E.M., Natawijaya, D. Peningkatan Kemampuan Pencelupan Kain Kapas terhadap Zat Warna Reaktif melalui Proses Kationisasi. *Arena Tekstil* **30 (2)**, 55-66 (2015).
-

