# KAJIAN AKTIVITAS ANTIBAKTERI KAIN TERCELUP KOMPOSIT KITOSAN-SILIKA

## Intan Permatasari dan Dina Kartika Maharani\*

Jurusan Kimia, FMIPA, Universitas Negeri Surabaya email: dkmaharani@gmail.com

#### ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian tentang pengaruh jumlah proses pencelupan kain menggunakan komposit kitosan-silika terhadap aktvitas antibakteri kain kitosan-silika. Proses pelapisan kitosan-silika pada kain dilakukan dengan metode pencelupan atau *dipcoating* dengan teknik pengeringan *pad-dry-cure* pada temperatur *dry* 80 °C dan temperatur *curing* 140 °C. Uji aktivitas antibakteri kain kitosan-silika terhadap bakteri *S.aureus* dilakukan dengan metode *Shake flask turbidimetry*. Hasil penelitian menunjukkan adanya pengaruh jumlah proses pencelupan kain dalam larutan kitosan-silika terhadap persentase aktivitas antibakterinya. Persentase aktivitas antibakteri setelah 24 jam pada kain tercelup komposit kitosan-silika dengan variasi pencelupan 5 kali adalah sebesar 18,52%, kain dengan 10 kali pencelupan adalah sebesar 22,06%, kain dengan 15 kali pencelupan adalah sebesar 32,87% dan dengan variasi pencelupan sebanyak 30 kali diperoleh persentase aktivitas antibakteri sebesar 39,32%.

Kata kunci : Kain tercelup kitosan-silika, aktivitas antibakteri, proses pelapisan

# STUDY OF ANTIBACTERIAL CHITOSAN-SILICA ON COTTON FABRIC WITH VARIOUS FABRIC COATING TREATMENT

### **ABSTRACT**

The study of antibacterial chitosan-silica on cotton fabric with various fabric coating treatment has been done. The chitosan-silica composites were deposited on cotton fabrics using pad-dry-cure method in dip-coating process with drying temperature of of 80 °C and curing temperature 140 °C. Antibacterial activity of chitosan-silica coated cotton fabrics were evaluated against *S.aureus* using shake flask turbidimetry. The result showed that the number of chitosan-silica coating processes on fabric influenced its antibacterial activity. Antibacterial activity of chitosan-silica coated fabrics was 18,52% with fifth coating traetment numbers, 22,06% with tenth coating traetment numbers, 32,87% with fifteenth coating traetment numbers and 39,32% with thirtieth coating traetment numbers.

Keywords: Chitosan-silica coated fabrics, antibacterial activity, coating treatment.

## **PENDAHULUAN**

Kitosan merupakan salah satu alternatif bahan antibakteri yang bersifat ramah lingkungan karena dapat terdegradasi secara alami (biodegradable), tingkat toksisitasnya rendah, dan proses produksinya tidak

memerlukan biaya yang besar. Kitosan diperoleh dari deasetilasi kitin yang terdiri dari glukosamin (2-amino-2-deoksi-D-glukosa, 75-85%) dan N-asetilglukosamin (2-asetamido-2-deoksi-D-glukosa, 15-25%) yang bersifat polikationik dan membawa muatan

positif pada rentang pH di bawah 6,5. Sifat kationik ini yang menyebabkan Kitosan dapat berinteraksi dengan material negatif, di antaranya membran sel luar mikroba (Sandford, 1990). Muatan positif kitosan apabila berinteraksi dengan muatan negatif pada mikroba membran sel dapat menyebabkan kerusakan pada komponenkomponen di dalam sel mikroba sehingga dapat menghambat pertumbuhan mikroba tersebut. Keuntungan lain penggunaan kitosan sebagai bahan antibakteri adalah jumlah kitosan yang sangat melimpah di alam, yang dapat diperoleh dari limbah cangkang kepiting (crustacea) yang banyak dihasilkan dari sektor industri pangan di Indonesia. Selain pemanfaatan limbah cangkang kepiting tersebut dapat membantu mengatasi masalah pengelolaan limbah yang dapat mengakibatkan pencemaran lingkungan.

Penelitian Kim et al (1998) menggunakan kitosan dengan konsentrasi 0,1% dan harga deasetilasi sebesar 80% memiliki aktivitas antibakteri pada tekstil terhadap bakteri Staphylococcus aureus sebesar 39%. Namun, penggunaan kitosan sebagai bahan antibakteri pada tekstil memiliki ketahanan yang kurang memuaskan terhadap proses pencucian (Mahltig et al., 2005). Oleh karena itu, ditambahkan silika pada larutan kitosan untuk meningkatkan stabilitas kitosan pada kain. Penggunaan silika sebagai agen pengikatsilang pada kain bertujuan meningkatkan untuk sifat fisik diantaranya dilaporkan oleh Leng et al. (2007) yang menyatakan bahwa silika sangat potensial meningkatkan stabilitas termal pada kain (durable press finishing agent) karena adanya ikatsilang antara silika dengan selulosa. Silika ataupun oksida logam lainnya dalam bentuk sol memiliki diameter partikel lebih kecil 50 nm (nanosol) dan dapat dari membentuk lapis tipis transparan pada tipis oksida tersebut tekstil; lapis membentuk lapisan yang tahan terhadap

panas, cahaya, proses kimia maupun serangan mikroba; lapis tipis oksida dapat meningkatkan sifat kekuatan mekanik dan ketahanan terhadap abrasi; pelapisan oksida dapat berperan sebagai bahan pembawa bahan aditif, seperti senyawa organik, untuk fungsionalisasi tekstil serta pelapisan dapat dilakukan pada temperatur ruang dan tekanan normal baik pada metode *padding*, *dip-coating*, atau *spraying* (Mahltig *et al.*, 2005).

Ketahanan agen antibakteri pada kain ternyata juga dipengaruhi oleh banyaknya proses pencelupan. Penelitian vang telah dilakukan Ewit (2007) menunjukkan bahwa semakin banyak pencelupan dapat meningkatkan ketahanan pelapisan pada kain. Penelitian lain tentang pembuatan kain kitosanepoksi silika yang dilakukan dengan metode dip coating sebanyak 10 kali pencelupan memberikan hasil aktivitas antibakteri kain kitosan-epoksi silika sebesar 54% (Maharani, 2009). karena itu, dilakukan penelitian lanjutan mengenai pengaruh banyaknya pencelupan kain dalam larutan antibakteri kitosan-silika terhadap aktivitas antibakteri kain tersebut melawan bakteri S.aureus.

#### **METODE PENELITIAN**

#### Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain satu set alat refluk, erlenmeyer, gelas beker, *hot plate stirer*, pengaduk magnet, corong gelas, kertas saring, oven pemanas, neraca analitik, termometer, cawan petri, Spektrofotometer UV-VIS.

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain NaOH p.a, HCl p.a, Asam Asetat p.a, Etanol 97%, TEOS (*Tetra ethyl Ortho Silicate*), bakteri *S.aureus*, Nutrien Agar, Tripthone Soya Broth, Aquades.

#### **Prosedur Penelitian**

### a. Pembuatan Larutan Kitosan-Silika

Kitosan dipreparasi dari reaksi deasetilasi kitin yang diisolasi dari limbah cangkang kepiting dengan hasil harga derajat deasetilasi sebesar 70%. Larutan kitosan dibuat dengan pelarut asam asetat 2% dengan konsentrasi 0.1%. Preparasi nano sol Silika dilakukan dengan menggunakan metode sol-gel dengan prekursor Tetra Ethyl Ortho Silicate (TEOS) dan pelarut etanol. Komposit kitosan-silika dibuat melalui proses pengadukan larutan kitosan dan nanosol silika dengan perbandingan% volum/volum kitosan: nanosol 60: 40.

# b. Pelapisan Kain Kitosan-Silika

Pelapisan kitosan dan komposit kitosan pada kain katun dilakukan menggunakan metode pencelupan atau dip-coating dengan teknik pad-drycure. Kain katun dicelupkan pada larutan kitosan maupun larutan komposit kitosan dengan variasi jumlah pencelupan sebanyak 5, 10, 15 dan 35 kali, selanjutnya dikeringkan pada temperatur 80 °C selama 5 menit dikeringkan kembali dan pada temperatur 140 °C selama 3 menit. Berat kain setelah pencelupan maupun pengeringan ditimbang.

# c. Uji Aktivitas Antibakteri Kain Kitosan-Silika

Uii aktivitas antibakteri dilakukan dengan metode shake flask turbidimetry. bakteri terhadap Stapylococcus aureus. Aktivitas antibakteri dihitung sebagai % hambatan terhadap pertumbuhan bakteri dari selisih laju pertumbuhan bakteri pada kontrol dan laju pertumbuhan bakteri pada sampel setiap kurun waktu 3 jam. Optical Density masing-masing sampel maupun kontrol diukur pada jam ke 0, 3, 6, 9, dan 24.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

## Karakterisasi Komposit Kitosan-Silika

Komposit kitosan-silika dalam penelitian ini dihasilkan dengan metode sol-gel. Metode sol-gel meliputi reaksi hidrolisis dan kondensasi pada prekursor TEOS dan etanol dengan penambahan asam HCl 0,01 M untuk mempercepat reaksi serta menghasilkan polimer silika dengan percabangan rendah. Pada reaksi hidrolisis, gugus hidroksil akan berikatan dengan atom silika menurut reaksi berikut:

$$Si(OR)_4 + H_2O \rightarrow HO-Si(OR)_3 + ROH$$

Apabila alkoksida silika telah seluruhnya terhidrolisis maka seluruh gugus alkoksi akan tergantikan oleh gugus OH seperti terlihat dalam mekanisme reaksi berikut:

$$Si(OC_2H_5)_4 + H_2O \rightarrow Si(OC_2H_5)_3(OH) + C_2H_5OH$$

$$Si(OC_2H_5)_3 + H_2O \rightarrow Si(OC_2H_5)_2(OH)_2 + C_2H_5OH$$

$$Si(OC_2H_5)_2 + H_2O \Rightarrow Si(OC_2H_5)(OH)_3 + C_2H_5OH$$

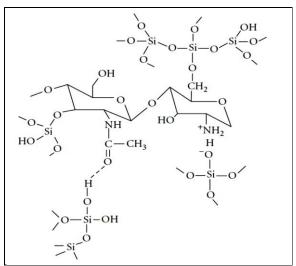
$$Si(OC_2H_5) + H_2O \rightarrow Si(OH)_4 + C_2H_5OH$$

Reaksi kondensasi terjadi karena adanya interaksi antar molekul-molekul yang terhidrolisis menurut reaksi berikut:

$$(OR)_3Si-OH + (OR)_3Si-OH$$
  
 $\downarrow$   
 $(OR)_3-Si-O-Si-(OR)_3 + ROH$ 

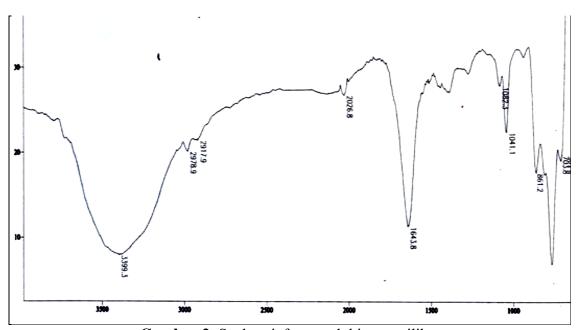
Sol silika yang dihasilkan dari reaksi solgel pada penelitian ini berupa gel transparan sehingga sangat sesuai untuk aplikasi nanosol silika dalam pelapisan tekstil karena tidak menimbulkan perubahan warna pada tekstil.

Komposit kitosan-silika yang dihasilkan dalam penelitian ini dimungkinkan mengalami interaksi antar gugus-gugus fungsinya karena adanya kemungkinan terbentuknya ikatan hidrogen maupun interaksi elektrostatik antar molekul dalam komposit yang dihasilkan. Interaksi tersebut menunjukkan bahwa kitosan telah terserap atau terintegrasi pada parikel silika. Model interaksi kitosan dengan silika sebagaimana dihipotesiskan pada Gambar 1 yaitu dapat melalui ikatan Hidrogen antara gugus OH, NH2 atau Karbonil (C=O) pada kitosan dengan gugus OH pada silika. Kemungkinan interaksi kitosan-silika lainnya adalah berasal dari interaksi elektrostatik antara muatan negatif partikel silika dengan muatan positif molekul kitosan. Interaksi yang terjadi tersebut juga didukung oleh data hasil analisis spektra infra merah komposit kitosan-silika menunjukkan yang pergeseran puncak-puncak karakteristik kitosan.



**Gambar 1.** Model Interaksi Kitosan dengan Silika (Al-Sagheer, 2010)

Komposit kitosan-silika yang dihasilkan dalam penelitian ini dikarakterisasi dengan spektrofotometri inframerah dan difraksi sinar-X. Hasil analisis spektrofotometri inframerah pada komposit kitosan-silika ditunjukkan pada gambar 2 berikut.



Gambar 2. Spektra infra merah kitosan-silika

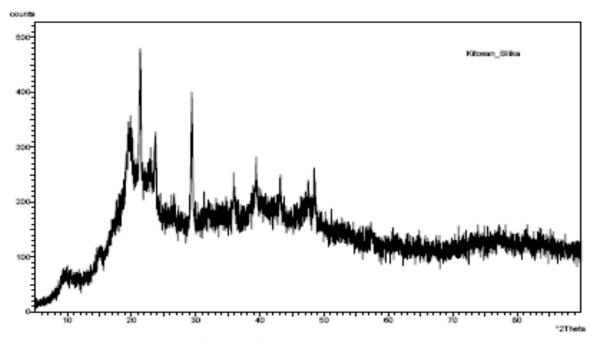
**Tabel 1**. Pita serapan gugus fungsional kitosan dan komposit kitosansilika

	Daerah	Daerah	
Keterangan	serapan	serapan	
	(cm <sup>-1</sup> )	(cm <sup>-1</sup> )	
	Komposit	Komposit	
	Kitosan	Kitosan-	
		Silika	
Vibrasi ulur	3439,5	3399,3	
О-Н		3399,3	
Vibrasi ulur	2902,2	2917,9	
С-Н		2917,9	
Vibrasi tekuk	1640,1	1643.6	
N-H		10-3.0	
Vibrasi ulur	-	1082,3	
Si-O-Si		1002,3	
Vibrasi tekuk	-	861,2	
Si-O		001,2	

Berdasarkan hasil analisis spektra infra merah dari komposit kitosan-silika yang disajikan pada Gambar 2 dapat diketahui bahwa semua puncak-puncak karakteristik kitosan dan silika muncul pada spektra komposit kitosan-silika. Hal ini mengindikasikan bahwa kitosan terintegrasi dengan partikel silika. Munculnya serapan pada bilangan gelombang 3399,3 cm<sup>-1</sup> menunjukkan vibrasi ulur O-H serta vibrasi ulur N-H.

Hal ini menunjukkan adanya interaksi gugus OH yang berasal dari gugus OH pada silika dengan NH pada kitosan. Serapan pada bilangan gelombang 1650 cm<sup>-1</sup> dan 1573,3 cm<sup>-1</sup> pada spektra komposit kitosan-silika menunjukkan serapan khas dari kitosan yaitu pita amida I dan pita amida II. Serapan pada bilangan gelombang 1082,3 cm-1 menunjukkan adanya serapan vibrasi Si-O-Si. Hasil analisis pada spektra infra merah komposit kitosan-silika tersebut menunjukkan bahwa gugus OH dari silika dapat berinteraksi dengan gugus asetamida, amina dan hidroksil pada menghasilkan kitosan yang ikatan hidrogen. Interaksi antara gugus OH dari silika dengan gugus OH dari kitosan akan menyebabkan meningkatnya kekuatan ikatan kitosan pada kain dengan adanya crosslink dari gugus silika. Interaksi dengan antara silika kain dapat dari ikatan dimungkinkan Hidrogen antara gugus OH pada silika dengan pada selulosa OH vang dimodelkan pada Gambar 3 berikut :

Gambar 3. Mekanisme interaksi antara silika dengan selulosa (Li, et al., 2007)



Gambar 4. Difraktogram kitosan-silika

Analisis Difraksi Sinar-X pada komposit kitosan-silika menunjukkan terbentuknya struktur amorf. Difraktogram komposit kitosan-silika ditunjukkan pada Gambar 4.

Difraktogram kitosan-silika di atas menunjukkan puncak karakteristik pada 2θ 12,63° pada komposit kitosan-silika dengan intensitas 2,08% sedangkan puncak 20 12,69° pada kitosan memiliki nilai intensitas sebesar 2,17%. Penurunan intensitas pada komposit kitosan-silika juga terlihat pada 2θ 21,38°,  $26,72^{\circ},$ 31,84° dan 64,66°. Hal ini menunjukkan penurunan intensitas komposit kitosansilika dibandingkan pada difraktogram kitosan yang mengakibatkan meningkatnya ketidakteraturan struktur kitosan kristalin sehingga menjadi bersifat amorf. Penambahan silika pada komposit kitosan-silika menyebabkan adanya interaksi antara kitosan dengan silika sehingga dapat mengubah kristalinitas kitosan menjadi lebih amorf.

## Pelapisan Komposit Kitosan-Silika Pada Kain Katun

Pelapisan komposit kitosan-silika pada kain katun dilakukan dengan metode *dip-coating* menggunakan teknik pad-dry-cure yaitu proses pencelupan kain pada larutan komposit kitosan-silika yang memungkinkan molekul larutan terdispersi ke dalam serat kain. Selanjutnya dilakukan proses pengeringan atau dry untuk menguapkan pelarut sehingga kondensasi dan membentuk gel. Proses pengeringan selanjutnya yaitu proses *cure* bertujuan untuk memantapkan lapis tipis yang terbentuk pada kain karena pada tahap tersebut terjadi proses kondensasi lanjutan sehingga akan terbentuk jaringan polimer pada kain (crosslinking) yang telah bebas dari air dan pelarut (Xing et al., 2007). Data persentase berat basah kain setelah pencelupan atau Wet pick-up disajikan dalam Tabel 2.

Sampel	Variasi	Persentase Wet pick-up (%)					Rata-rata
	celup	1	2	3	4	5	Rata Tata
an-	5 kali	126,12	127,16	127,98	127,02	127,42	127,14
Kitosan- a 0,01 M	10 kali	130,24	130,40	130,80	130,04	131,45	130,59
Kain K Silika (	15 kali	133,60	133,20	131,85	131,82	131,56	132,41
Kain	30 kali	134,27	134,80	134,27	134,40	135,08	134,57

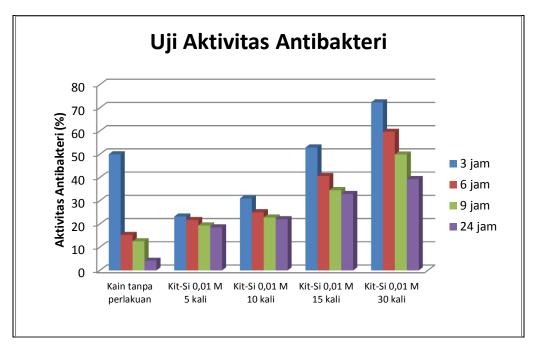
**Tabel 2.** Data Persentase *Wet pick-up* (berat basah kain setelah pencelupan)

Data pada Tabel 1 tersebut menunjukkan proses pelapisan yang dilakukan menghasilkan persentase wet pick-up (berat basah setelah pencelupan) kain komposit kitosan-silika 0,01 M untuk variasi pencelupan 5 kali sebesar 127,14%, 10 kali sebesar 130,59%, 15 kali sebesar 132,41%, dan 30 kali sebesar 134,57%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa semakin banyak proses pencelupan kain pada larutan komposit kitosan-silika maka kemungkinan komposit kitosan-silika yang terserap pada kain akan semakin banyak pula. Hal ini mengakibatkan aktivitas antibakteri pada kain katun dengan variasi banyak pencelupan 30 kali lebih besar dibandingkan dengan kain variasi pencelupan yang lebih rendah sesuai dengan hasil uji antibakteri yang ditunjukkan pada Gambar 5.

# Aktivitas Antibakteri Kain Kitosan-Silika

Kerapatan sel bakteri pada larutan media yang berisi kain dengan banyak pencelupan larutan kitosan-silika 30 kali menunjukkan nilai yang paling rendah, dan berturut-turut semakin tinggi dengan semakin sedikitnya jumlah pencelupan larutan kitosan-silika pada waktu pengamatan absorbansi 3 jam. Hal ini menandakan bahwa pertumbuhan bakteri *S. aureus* terhambat paling besar pada

kain yang dilapisi larutan kitosan-silika sebanyak 30 kali pencelupan. Penghambatan ini dimungkinkan karena jumlah kitosan-silika yang berada pada kain paling besar dan memungkinkan terjadi interaksi antara bakteri dan kitosan-silika yang maksimal. Data jumlah kerapatan sel bakteri yang diamati sampai 24 jam menunjukkan bahwa jumlah bakteri yang terhambat oleh kain yang dilapisi kitosan-silika secara umum mengalami penurunan dari waktu 3 jam sampai 24 jam. Persentase aktivitas antibakteri pada semua variasi pencelupan larutan komposit kitosanpada kain katun di menunjukkan bahwa persentase aktivitas antibakteri pada kain kitosan-silika dengan variasi pencelupan 5 kali setelah 24 jam adalah sebesar 18,52%, kain dengan 10 kali pencelupan adalah sebesar 22,06%, kain dengan 15 kali pencelupan adalah sebesar 32,87% dan dengan variasi pencelupan sebanyak 30 kali diperoleh persentase aktivitas antibakteri sebesar 39,32%. Sedangkan pada kain tanpa pelapisan larutan kitosan-silika diperoleh aktivitas antibakteri 4,19%. Persentase aktivitas antibakteri kain yang dilapisi komposit kitosan-silika pada berbagai variasi banyak pencelupan larutan kitosan-silika disajikan dalam diagram batang pada Gambar 5.



**Gambar 5.** Aktivitas antibakteri pada kain kitosan-silika 0,01 M dengan variasi banyak pencelupan 5 kali, 10 kali, 15 kali dan 30 kali.

Secara umum hasil uji aktivitas antibakteri pada kain yang dilapisi larutan komposit kitosan-silika menunjukkan bahwa bakteri S.aureus dapat terhambat pertumbuhannya akibat adanya bahan antibakteri kitosan-silika yang terlapiskan pada kain katun. Hal ini terlihat dari persentase aktivitas antibakteri kain yang tidak dilapisi larutan antibakteri kitosansilika yang lebih kecil dibandingkan dengan kain yang dilapisi larutan Kain yang antibakteri kitosan-silika. dilapisi larutan kitosan-silika dengan pencelupan sebanyak 30 kali memiliki aktivitas antibakteri yang lebih besar dibandingkan dengan kain yang dilapisi larutan kitosan-silika dengan variasi banyak pencelupan 5 kali, 10 kali maupun 15 kali. Hal ini dikarenakan adanya interaksi elektrostatik antara muatan positif kitosan (gugus NH<sub>3</sub><sup>+</sup>) dengan muatan negatif dari dinding sel bakteri yang semakin besar. Semakin banyak larutan kitosan-silika yang dilapiskan pada kain menyebabkan semakin besar pula kemampuan kitosansilika untuk berikatan dengan dinding sel

bakteri dan dapat menghambat mekanisme di dalam tubuh bakteri sehingga meningkatkan persentase aktivitas antibakteri.

#### **KESIMPULAN**

Dari hasil penelitian menunjukkan terdapat pengaruh banyak pencelupan kitosan-silika terhadapnya besarnva aktivitas antibakteri kain kitosan-silika. Semakin banyak pencelupan antibakteri yang dilapiskan pada kain maka semakin besar katun pula persentase aktivitas antibakteri yang dihasilkan. Persentase aktivitas antibakteri setelah 24 jam pada kain kitosan-silika dengan variasi pencelupan 5 kali adalah sebesar 18.52%, kain dengan 10 kali pencelupan adalah sebesar 22,06%, kain dengan 15 kali pencelupan adalah sebesar 32,87% dan dengan variasi pencelupan sebanyak 30 kali diperoleh persentase aktivitas antibakteri sebesar 39,32%.

### **DAFTAR PUSTAKA**

- Al Sagheer, F and Muslim, S., 2010, Thermal and Mechanical Properties of Chitosan-SiO<sub>2</sub> Hybrid Composites, *Journal of Nanomaterial*, Vol. 10: 1-7.
- Ewit, D.Y., 2007, Pencelupan Kain Rami Dengan Naphtol Berdasarkan alokasi Waktu Terhadap Kualitas kain Untuk Membuat Taplak Meja Dengan Hiasan Sulam Pita, Skripsi, Universitas Negeri semarang
- Kim, Y.H., Hyung-min, C., and Jung, H.Y., 1998, Synthesis of a Quartenary Ammonium Derivative of Chitosan and Its Application for Cotton Antimicrobial Finish, *Textile Res. J.*, Vol. 68, hal. 428-434.
- Leng, P.B., Akil, H.M., and Lin, O.H., 2007, Thermal Properties of Microsilica and Nanosilica Filled Polypropylene Composite with Epoxy as Dispersing Aid, *J. Reinf. Plast. Compos.*, Vol. 26, hal. 761-770.
- Li, Z.R., Jiang, W., Wang, L., Meng, W., and Qing, L., 2007, Synthesis and Application of Novel Aqueous Anionic Polyurethane as a Durable PressFinishing Agent of Cotton Fabrics, *Textile Res. J.*, **77**,4, 227-232.

- Maharani, D.K., Kartini, I., Aprilita, N.H., 2009, Aktivitas antibakteri kain komposit kitosan-epoksi silika dan kain kitosan-silika sebagai tekstil antibakteri, Prosiding Senaki IX, ITS, Surabaya
- Mahltig, B., Haufe, H. and Bottcher, H., 2005, Functionalisation of textile by Inorganic sol-gel coatings, *J. Mater. Chem.*, Vol. 15, hal. 4385-4398.
- Sandford, P.A., 1990, High Purity Chitosan and Alginate: Preparation, Analysis and Applications, Proceeding of a conference on Frontiers in Carbohydrate Research, Purdue University, Indiana USA.
- Xing, Y., Yang, X., and Dai, J., 2007, Antimicrobial finishing of cotton textile based on water glass by solgel method, *J. Sol-Gel Sci. Technol.*, **43**, 187-192.