



## PENGARUH KATALIS PADA PROSES PEMBENTUKAN PARTIKEL NANO SILIKA SEBAGAI MATERIAL HIDROFOBİK

### *The Effect of Catalyst in the Process of Nano-Silica Particle Formation as a Hydrophobic Material*

Ikhwanul Muslim\*, Wulan Safrihatini, dan Witri Aini

Jurusan Kimia Tekstil, Politeknik STTT Bandung  
Jl. Jakarta No. 31 Bandung, Jawa Barat. Indonesia

Untuk korespondensi: Tel/Fax : (022)7272580, e-mail : ikhwanul\_01@yahoo.com

Received: June 22, 2017

Accepted: December 06, 2017

Online Published: December 31, 2017

DOI: 10.20961/jkpk.v2i3.11920

#### ABSTRAK

Nano Silika dikenal sebagai material hidrofobik yang digunakan untuk melapisi bahan sehingga merubah sifat permukaan bahan tersebut. Proses pembuatan material Nano Silika menggunakan metode sol-gel. Proses sol gel didefinisikan sebagai proses pembentukan senyawa anorganik melalui reaksi kimia dalam larutan pada suhu rendah dimana pada proses tersebut terjadi perubahan fasa dari suspensi koloid (sol) menjadi fasa cair kontinyu (gel). Pada penelitian ini dipelajari pengaruh penggunaan jenis katalis. Hasilnya kemudian diaplikasikan pada kain kapas, poliamida dan sutera. Hasil evaluasi Moisture Content dan Moisture Regain didapatkan penurunan kelembaban terbesar pada kain kapas dan poliamida dengan menggunakan katalis asam. Penggunaan katalis basa pada ketiga kain menunjukkan penurunan kelembaban yang kurang signifikan. Penggunaan jenis katalis ini akan mempengaruhi pula terhadap nilai kekuatan tarik masing masing serat. Hasil uji tarik didapatkan bahwa penggunaan katalis asam menurunkan kekuatan tarik paling besar pada kain kapas sebesar 88,57%, dibandingkan kain poliamida dan sutera. Penggunaan katalis basa menurunkan kekuatan tarik yang kurang signifikan pada ketiga kain.

**Kata kunci:** katalis, nano silika, sol-gel, kain, hidrofobik

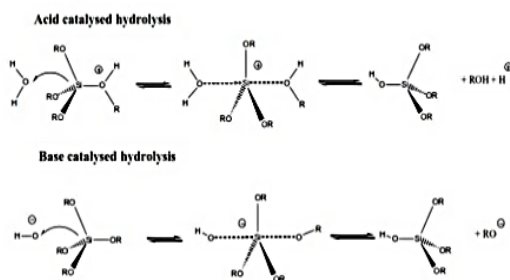
#### ABSTRACT

Nano Silica is known as a hydrophobic material used to coat the material that further modifies the surface properties of the material. In this study the process of making nano silica material is using sol-gel method. The sol gel process is defined as the process of forming an inorganic compound through chemical reaction in solution at a low temperature wherein the process a phase changes from the colloidal suspension (sol) to a continuous liquid phase (gel). The types of catalyst were studied. The result was then applied to cotton, polyamide and silk fabrics. Acid catalyst showed the greatest moisture reduction based on Moisture Content and Moisture Regain evaluation in cotton and polyamide fabrics, whereas base catalysts showed a significantly less moisture reduction on the three fabrics. The use of these types of catalyst will also affect the value of the tensile strength of each fiber. Tensile test results showed that the use of acid catalysts decreased the maximum tensile strength in cotton fabrics by 88.57%, compared to polyamide and silk fabrics and the use of base catalyst showed less significant decreased on tensile strength for all fabrics.

**Keywords:** catalyst, nano-silica, sol-gel, fabric, hydrophobic

## PENDAHULUAN

Dari beberapa penelitian sebelumnya, proses sol-gel telah banyak terbukti memberikan suatu performa terhadap sifat hidrofobik dari material. Proses ini banyak diaplikasikan pada material seperti monolit, pelapis, serat dan film untuk optik aplikasi perangkat[1]. Proses sol gel didefinisikan sebagai proses pembentukan senyawa anorganik melalui reaksi kimia dalam larutan pada suhu rendah dimana pada proses tersebut terjadi perubahan fasa dari suspensi koloid (sol) menjadi fasa cair kontinyu (gel). Proses sol-gel sendiri dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu konsentrasi prekursor, konsentrasi katalis, jenis pelarut yang digunakan, dan lama waktu pematangan/*ageing*. Alkoksida silikon umumnya bereaksi lambat dengan air, tetapi proses reaksi, hidrolisis dan kondensasi dapat dipercepat dengan menggunakan katalis asam atau basa.



Gambar 1. Mekanisme reaksi menggunakan katalis asam dan basa

Dari gambar di atas dapat dilihat katalis asam dan basa memiliki mekanisme yang berbeda dalam proses hidrolisis dan kondensasi. Pada reaksi dengan menggunakan katalis asam yang pertama terjadi adalah protonasi pada grup alkoksil. Si memberikan elektronnya kepada grup

alkoksil yang terprotonasi sehingga Si bersifat elektrofilik sehingga memudahkan molekul  $H_2O$  masuk. Molekul air akan menyerang Si dari daerah yang berlainan dari gugus hidroksil yang terprotonasi. Setelah gugus air masuk gugus alcohol akan lepas dan gugus air akan melepas protonnya. Sedangkan pada katalis basa tahap awal reaksi adalah silikon akan diserang oleh gugus hidroksil. Dengan masuknya gugus hidroksil akan membentuk intermediet berupa Si dengan bentuk pentakordinat. Bentuk pentakordinat dari Si tidak stabil sehingga gugus OR dengan ukuran yang lebih besar akan lebih mudah lepas.

Precursor yang digunakan dalam penelitian ini adalah Tetraethylorthosilicate (TEOS) yang divariasikan dengan berbagai kondisi katalis. Katalis akan mempengaruhi produk proses sol gel. Hasil sol gel ini akan diaplikasikan pada beberapa jenis kain diantaranya kapas, polyamida dan sutera. Reaksi hidrolisis TEOS paling banyak dipengaruhi oleh kekuatan dan konsentrasi asam atau basa yang digunakan. Disisi lain, katalis asam atau basa yang digunakan akan mempengaruhi ketahanan kain terhadap zat kimia tertentu, sehingga perlu dilakukan penelitian untuk mencari jenis katalis yang sesuai sehingga diperoleh material dengan sifat hidrofobik dan potensi kerusakan kain yang paling sedikit.

Lebih jauh lagi, penelitian yang dilakukan bertujuan untuk menentukan jenis katalis yang cocok digunakan untuk menghasilkan sifat kain menjadi material hidrofobik dengan efek samping berupa kerusakan serat yang paling sedikit.

## METODE PENELITIAN

Kain kapas, poliamida dan sutera dibeli dari pusat grosir kain di wilayah selatan kota Bandung. Nanosilika diperoleh dari TEOS buatan Merck dan katalis HCl serta Amonia juga buatan Merck. Percobaan dilakukan di Laboratorium Evaluasi Kimia Tekstil Politeknik STTT Bandung

Penelitian dilakukan dengan metode studi literatur, lalu dilakukan percobaan dan kemudian evaluasi hasil sehingga didapatkan data percobaan. Tahap pertama adalah proses sintesis TEOS menggunakan metode sol gel dengan beragam katalis. Tahapan kedua yaitu karakterisasi hasil proses pada kain, meliputi pengujian Moisture Content dan Moisture Regain sebagai parameter kelembaban kain. Moisture content adalah perbandingan antara uap air pada bahan terhadap berat basah kain dan moisture regain adalah perbandingan antara uap air pada bahan terhadap berat kering kain. Selain itu dilakukan uji kekuatan tarik kain sebagai indikator adanya kerusakan pada kain.

### 1. Sintesis Nanosilika

Tahapan sintesa TEOS menjadi nanopartikel silika dilakukan dengan menggunakan metode sol gel dengan penambahan katalis. Katalis yang digunakan berupa katalis asam dan basa. Setelah diperoleh kondisi optimum akan dilanjutkan dengan memvariasikan pH optimumnya. Sintesis TEOS menjadi partikel nanosilika dengan penambahan katalis asam[2] melalui tahapan sebagai berikut : TEOS ditambahkan dengan air dengan penambahan HCl

(pH=2) kemudian diaduk selama 2 jam dan didiamkan selama 16 jam.

Sintesis TEOS menjadi partikel nanosilika dengan penambahan katalis basa<sup>[3]</sup> dapat dijelaskan sebagai berikut : Sebanyak 37,71 mL etanol + 1,10 mL amonia + 2,78 air + 1 mL TEOS diaduk selama 2 jam kemudian dilakukan proses aging selama 13 hari. Kemudian larutan hasil sintesis tersebut siap untuk diaplikasikan ke kain. Observasi dilanjutkan untuk mencari pH yang terbaik dan sesuai dengan sifat kain.

### 2. Aplikasi pada Kain

Kain yang akan digunakan adalah kain kapas, sutera dan poliamida. Kain yang akan diproses telah melalui proses *pretreatment* meliputi *scouring* dan *bleaching*. Proses pelapisan larutan pada kain dilakukan dengan metoda *pad-dry-cure*, dengan kondisi proses pada masing-masing kain sebagai berikut :

Kapas direndam dalam larutan selama 1 menit lalu dikeringkan (angin-angin), lalu dipanaskan awetan pada 100 °C selama 10 menit. Proses perendaman hingga pengeringan dilakukan sebanyak 3 kali pengerjaan[4].

Sutera direndam peras lalu dilakukan pengeringan awal dalam oven 80 °C selama 5 menit lalu dilakukan pemanasan awetan pada 120 °C selama 2 menit kemudian didinginkan pada udara terbuka[2].

Kain Poliamida direndam peras lalu dikeringkan pada suhu 100 °C selama 5 menit kemudian dilakukan pemanasan awetan pada 180 °C dan didinginkan pada udara terbuka[5-6].

### 3. Evaluasi Kain

Evaluasi kain dengan pengujian MC/MR dan perhitungan persen penurunannya dari masing-masing kain Blanko yang digunakan. Pengujian MC/MR dilakukan dengan penimbangan berat kain awal setelah dilakukan pengkondisian dalam ruangan selama 2 jam. Kemudian kain dimasukkan dalam oven pengering selama 1 – 2 jam pada suhu 100 – 110 °C hingga kondisi kain kering mutlak. Kain kemudian dipindahkan dalam desikator selama 15 menit dan kemudian ditimbang kembali.

Setelah dilakukan penimbangan maka didapatkan data berat kain awal dan berat kain akhir. Perhitungan dilakukan dengan persamaan sebagai berikut :

$$\% \text{ MC} = \frac{(\text{berat awal} - \text{berat akhir}) * 100 \%}{\text{berat akhir}}$$

$$\% \text{ MR} = \frac{(\text{berat awal} - \text{berat akhir}) * 100 \%}{\text{berat awal}}$$

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil proses sintesis nano silika dapat dilihat pada Gambar 2 dibawah ini.



Gambar 2. Sintesis nano silika dari TEOS dengan menggunakan katalis asam

Sedangkan hasil aplikasi nanosilika yang dihasilkan tersebut pada kain kapas, poliamida dan sutera dapat dilihat pada Gambar 3 berikut ini.



Gambar 3. Proses pengaplikasian nano silika partikel pada kain Kapas, Poliamida dan Sutera

Dari pengujian MC/MR diperoleh data yang tercantum pada Tabel 1 berikut ini.

Tabel 1. Data hasil pengujian MC/MR

| Bahan      | MC/MR  | % MC | % MR | % penurunan MC | % penurunan MR |
|------------|--------|------|------|----------------|----------------|
| Kapas      | Blanko | 4.92 | 4.69 | -              | -              |
|            | pH 2   | 3.18 | 3.18 | 33.13          | 32.19          |
|            | pH 9   | 4.35 | 4.35 | 7.52           | 7.25           |
| Poli-amida | Blanko | 2.79 | 2.71 | -              | -              |
|            | pH 2   | 1.73 | 1.70 | 37.99          | 37.22          |
|            | pH 9   | 2.51 | 2.45 | 10.03          | 9.59           |
| Sutera     | Blanko | 3.31 | 3.21 | -              | -              |
|            | pH 2   | 3.29 | 3.19 | 0.60           | 0.62           |
|            | pH 9   | 6.31 | 5.93 | 7.80           | 7.55           |

Berdasarkan hasil pengujian MC/MR dapat terlihat bahwa penurunan % MC/MR yang paling besar pada kapas terjadi pada kondisi pH asam (pH 2). Ini berarti bahwa aplikasi nano silika terbaik pada kapas terjadi pada pH asam jika dibandingkan dengan pH asam. Hal ini terjadi karena pada saat

aplikasi nano silika pH asam pada kain kapas, pH akan mengakibatkan putusnya polimer sehingga nano material akan lebih mudah masuk ke dalam serat. Dengan semakin mudahnya nano silika masuk ke dalam serat, maka akan semakin banyak nano silika yang masuk ke dalam serat sehingga sifat hidrofobik serat akan semakin besar yang ditandai dengan menurunnya kemampuan serat untuk menahan kelembapan bahannya.

Hal yang sama juga berlaku untuk Poliamida, dengan kondisi pH asam maka serat serat Poliamida lebih terbuka sehingga lebih banyak lagi nano silika yang dapat mengisi ke dalam serat. Hal yang berbeda terjadi pada sutera, dengan penurunan % MC/MR yang lebih besar pada kondisi pH basa karena pada pH basa, ikatan sekunder antar polipeptida putus sehingga nano silika dapat mengisi ruang kosong.

Hasil pengujian kekuatan tarik tercantum pada Tabel 2 berikut ini.

Tabel 2. Data hasil pengujian Kekuatan Tarik

| Jenis Kain | pH/Katalis           | Penurunan Kekuatan Tarik (%) |
|------------|----------------------|------------------------------|
| Kapas      | pH 2<br>Katalis Asam | 88,57                        |
|            | pH 9<br>Katalis Basa | 3,39                         |
| Poliamida  | pH 2<br>Katalis Asam | 14,01                        |
|            | pH 9<br>Katalis Basa | 4,01                         |
| Sutera     | pH 2<br>Katalis Asam | 1,98                         |
|            | pH 9<br>Katalis Basa | 2,41                         |

Berdasarkan hasil pengujian kekuatan tarik di atas, penurunan kekuatan tarik terbesar terjadi pada kain kapas mengguna-

kan katalis asam. Hal ini disebabkan karena sifat dari kain kapas yang tidak tahan terhadap asam. Fenomena yang sama pun terjadi pada Poliamida yang mengalami penurunan kekuatan tarik terbesar pada kondisi asam. Pada kain sutera akan mengalami penurunan kekuatan tarik terbesar pada penggunaan katalis jenis basa, namun tidak berbeda jauh dengan penggunaan katalis asam. Hal ini disebabkan karena sifat dari serat sutera itu sendiri yang cenderung tahan terhadap asam dan alkali, yang hanya akan mengalami kerusakan terbesar oleh perlakuan oksidator.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil yang didapatkan diperoleh kesimpulan bahwa material hidrofobik dapat diperoleh dengan pembentukan nano silika dari dalam kain yang akan memodifikasi permukaan kain. Pembentukan nano silika dari precursor TEOS dapat menggunakan metoda sol gel. Dimana dalam tahapan prosesnya perlu dilakukan penambahan katalis. Katalis yang digunakan bisa berupa katalis asam ataupun basa. Penggunaan katalis ini selain akan berpengaruh terhadap hasil proses sintesis, juga akan mempengaruhi terhadap sifat fisika atau kimia kain.

Proses sol gel dengan menggunakan katalis ber pH asam menghasilkan kain Kapas dan Poliamida dengan sifat hidrofobik lebih tinggi dari pada kain Sutera. Proses sol gel dengan katalis ber pH basa menghasilkan kain Sutera dengan sifat hidrofobik yang lebih tinggi dari pada kain Kapas dan Poliamida.

Sifat hidrofobik ini akan bertolak belakang dengan nilai kekuatan tariknya dimana pada perlakuan asam kekuatan serat kapas dan poliamida akan mengalami penurunan, sedangkan sutera cenderung tidak memberikan nilai kerusakan yang signifikan. Diperlukan suatu penelitian lebih lanjut dimana akan dihasilkan material dengan sifat hidrofobik dengan kekuatan yang memadai

### UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada unit UP2M Politeknik STTT Bandung atas dukungan finansial pada penelitian ini.

### DAFTAR RUJUKAN

- [1] Fardad. M.A., "Catalyst and Structure of  $\text{SiO}_2$  Sol-Gel Film", *Journal of Material Science*, pp.1835 -184, 2000.
- [2] Pakdel et al., "Self-Cleaning and Superhydrophilic wool by  $\text{TiO}_2/\text{SiO}_2$ " Nanocomposite. Elsevier, 2012.
- [3] Beganskiene, A. et al., "FT-IR, TEM and NMR Investigations of Ströber Silica Nanoparticles", ISSN 1392-1320 *Material Science (Medzia-gotyra)*, vol. 10, no. 4, pp.287-290, 2004.
- [4] Xu. B. et al., "Self Cleaning Fabrics via Combination of Photocatalytic  $\text{TiO}_2$  and Superhydrophobic  $\text{SiO}_2$ ", *Surface and Coatings Technology*, 2014.
- [5] Natakusumah, M., "Pengembangan Kain Swabersih dan Swasteril Berbasis Fotokatalisis Menggunakan Film Ag- $\text{TiO}_2$ -Aerosil", Skripsi Universitas Indonesia, 2012.
- [6] Mahltig, "Smart Hydrophobic and Soil Repellent Protective Composite Coatings for Textile and Leathers". *Smart Composite Coatings and Membranes*, Elsevier, 2016.