

PELAPISAN KAIN SUTERA NANO PARTIKET KITOSAN UNTUK MENINGKATKAN KETAHANAN WARNA

Erdawati, Suwirman Nuryadin dan Agung Purwanto

Jurusan Kimia. Fakultas Matematika Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Negeri Jakarta Jalan Pemuda No 10, Rawamangun, Jakarta Timur 13220

Corresponding author: erda_wati_0912@yahoo.com

Abstrak

Dalam upaya menghasilkan warna kain sutera yang tahan luntur terhadap gosokan serta kuat dan tahan terhadap bakteri, dilakukan suatu penelitian untuk membuat kain sutera berwarna yang tahan gosok dan tahan luntur. Kain sutera yang tahan warna dan tidak luntur, dihasilkan melalui pelapisan permukaan kain dengan menggunakan nanopartikel kitosan. Nanopartikel kitosan yang dibuat melalui reaksi ikatan silang gugus amina ($-NH_2^+$) pada kitosan dengan gugus fosfat ($-PO_4$)⁻³ dari sodium tripolophosphat (STPP). Kain sutera sebelum dilapis, ditreatmen terlebih dahulu melalui proses degumming dan asilasi. Proses degumming bertujuan untuk menghilangkan serisin agar dihasilkan kain sutera yang lembut, berkilau sementara asilasi berfungsi sebagai jembatan antara kitosann dengan kain sutera. Sebagai pewarna digunakan ekstrak Henna. Hasil uji terhadap ketahanan dan kelunturan warna menunjukkan bahwa kain sutera yang diasilasi dan dilapis dengan nanopartikel kitosan mempunyai ketahanann dan kelunturan warna yang lebih baik dibandingkan dengan

Kata kunci : nanopartikel kitosan, kain sutera, pelapisan, ketahanan dan kelunturan

1. Pendahuluan

Warna tekstil yang bervariasi merupakan salah satu unsur yang dapat menarik minat konsumen, karena warna tidak hanya berfungsi untuk menambah atau merubah sesuatu menjadi lebih indah atau menarik, tetapi juga akan mempengaruhi perasaan terhadap panca indera dan jiwa manusia .

Pewarnaan pada produk tekstil seperti kain sutera dihasilkan dengan cara pencelupan. Pada proses pencelupan, zat warna akan terdispersi ke dalam air atau medium pelarut lain, kemudian akan terjadi penyerapan zat warna pada kain sutera. Proses pencelupan memberikan pengaruh yang signifikan terhadap ketahanan luntur kain sutera yang dihasilkan, disamping adanya kemampuan pencelupan dari kain sutera itu sendiri. Hal hal yang mempengaruhi pencelupan adalah suhu, konsentrasi larutan pencelup, dan lama atau waktu pencelupan.

Pada umumnya pewarnaan dengan cara pencelupan adalah reaksi eksotermis dan setimbang. Dalam keadaan setimbang penyerapan zat warna pada suhu yang tinggi akan lebih sedikit bila dibandingkan dengan

penyerapan pada suhu yang rendah. Akan tetapi, keadaan setimbang tersebut sulit untuk dicapai, sehingga diperlukan pemanasan untuk mempercepat reaksi atau interaksi antara molekul zat warna dengan kain sutera. Selain itu konsentrasi pewarna juga mempengaruhi jumlah molekul yang akan bereaksi, semakin tinggi konsentrasi zat warna yang dipergunakan pada pencelupan maka jumlah molekul zat warna yang bereaksi akan semakin bertambah. Semakin tinggi konsentrasi zat warna, semakin besar kecendrungan zat warna beragregasi dan menimbulkan penggumpalan yang akan mengakibatkan pencelupan menjadi tidak sempurna [1].

Effisiensi pewarnaan juga dapat dilakukan dengan cara memodifikasi permukaan kain sutera melalui pembentukan jaringan intermolekuler dengan tujuan untuk meningkatkan jumlah gugus fungsi dan luas permukaan. Salah satu senyawa yang dapat digunakan untuk memodifikasi permukaan kain sutera adalah kitosan. Kitosan merupakan polimer alami, tidak toksik, sehingga diharapkan kain sutera yang telah melalui

proses degmting dan deasilasi, kemudian dilapis dengan kitosan, menghasilkan permukaan yang halus, sehingga pada proses pewarnaan akan menghasilkan warna yang merata dan cerah. Hasil penelitian Saideh (2008) menunjukkan bahwa kain sutera yang dilapis dengan kitosan menghasilkan permukaan yang halus, warnanya yang stabil dan tidak luntur baik dalam keadaan basa maupun asam serta tahan terhadap bakteri

Dengan berkembangnya nanoteknologi, ukuran partikel kitosan dimodifikasi menjadi ukuran nano. Perubahan ukuran material menjadi ukuran nano, akan merubah sifat fisik, sifat kimia, sifat elektrik dan sifat mekanik dari nanomaterial. Hasil kajian Lifeng et al [2] terhadap perbedaan kemampuan antibakteri di antara kitosan, nanopartikel kitosan dan Nanokompleks kuprum kitosan pada larutan asam asetat 0,25% dengan pH 5, meunjukkan bahwa konsentrasi hambat minimum (KHM) kitosan terhadap *E.coli* ATCC 25922 adalah 8 μ g/mL, sementara untuk nanopartikel kitosan dan Nanokompleks kuprum kitosan masing-masing 1/32 μ g/mL.

Hasil penelitian Du [3] (2008) menunjukkan bahwa kompleks Ag nanopartikel kitosan dapat menghambat pertumbuhan bakteri *Escherichia coli* 25922, *Salmonella choleraesuis* ATCC 50020 dan *Staphylococcus aureus* 25923 dengan konsentrasi hambat minimum 9 ppm Zhilong [4] melaporkan bahwa hasil uji anti bakteri nanopartikel kitosan dan nanokuaternari kitosan dalam polimetil metakrilat, menunjukkan bahwa daya hambat nanoquaternari kitosan terhadap pertumbuhan *S.aureus* dan *S.epidermidi* lebih besar dibanding dengan nanopartikel kitosan. Niamsa et al [5] menambahkan nanopartikel MPEG-b-PDLL untuk meningkatkan daya anti bakteri, kekuatan tarik, dan sensitifiti terhadap kelembaban pada film yang mengandung kitosan dan silk fibroin. Vicentini et al [6] juga menambahkan nanopartikel ZnO pada komposit yang mengandung kitosan dan poli

vinyl alkohol, untuk meningkatkan sifat mekanik dan daya antibakteri film.

Pewarna yang baik untuk kain sutera adalah pewarna alam, karena pewarna alam bersifat antibakteri, antioksidan, sehingga kain sutera yang berwarna tidak mudah rusak dan tahan terhadap serangan bakteri. Beberapa pewarna alam yang pernah digunakan untuk mewarnai sutera adalah henna (Giri) dan lac [7]. Pada penelitian ini kain sutera yang dilapis dengan nanopartikel kitosan diberi warna ekstrak henna.

2. Percobaan

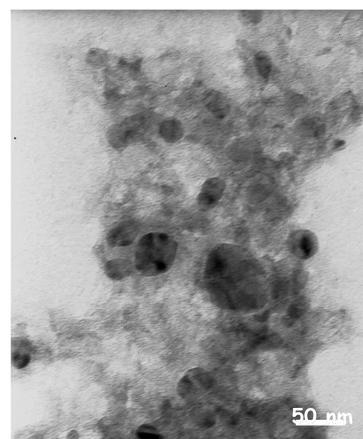
2.1 Bahan dan Alat yang Diperlukan

Bahan : kitosan (Batan), sodium tripoliphosphat (STPP), NaOH, asam asetat glasial (Merck) dan kain sutera serta bubuk Henna dibeli dari pasar Rawamangun Jakarta Timur.

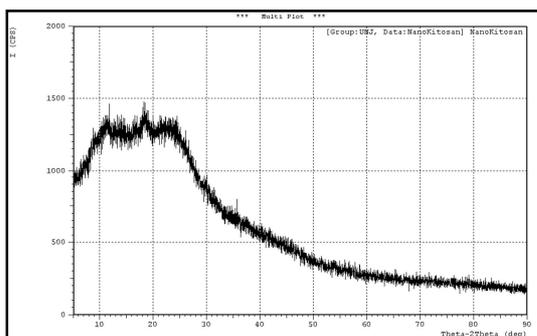
Uji antibakteri dilakukan di laboratorium Kesehatan DKI Jakarta Pusat dan uji warna dilakukan di Politeknik Media Grafika Srengseng Jakarta Selatan

Alat : Pengaduk, lemari es, oven, hot plate, magnetik stirer

Semua alat kaca yang digunakan dibasuh dan dibilas dengan airnyahion, kemudian dikeringkan. Setelah kering dibungkus dengan kertas, disterilisasikan di dalam otoklaf pada suhu 121⁰C dan tekanan 1 atm selama 15 menit.



Gambar 1. Hasil Uji TEM Untuk Nanopartikel Kitosan



Gambar 2. Spektre XRD Nanopartikel Kitosan

2.2 Sintesa Nanopartikel Kitosan

Sebanyak 3 g kitosan dilarutkan ke dalam 150 mL larutan asid asetik 0,5%(v/v) dan didiamkan selama 24 jam, kemudian larutan kitosan diaduk menggunakan pengaduk magnetik dengan kecepatan 1650 rpm selama 20 menit pada suhu kamar. Seterusnya, 98,5 mL larutan sodium tripoliphosphat 0,145%(w/v), dimasukkan secara titratan dengan perlahan-lahan ke dalam larutan kitosan sambil diaduk dengan kecepatan 1650 rpm pada suhu kamar. Larutan yang dihasilkan kemudian disimpan dalam *freezer* pada suhu -4°C selama 24 jam. Setelah itu, dikeluarkan dari *freezer* dan ditempatkan pada suhu kamar hingga mencair, lalu di-aduk lagi dengan kecepatan 1650 rpm selama 24 jam. Selama proses berlangsung, gelas kimia ditutup dengan aluminium foil. Selanjutnya larutan disentrifuse selama 10 menit. Endapan yang terbentuk kemudian dipisahkan, dikering anginkan pada suhu kamar selama dua hari. Kemudian endapan dihaluskan dengan alu hingga berbentuk serbuk yang sangat halus menyerupai abu. Selanjutnya serbuk nanopartikel kitosan tersebut disimpan dalam botol, lalu ditutup rapat. dan dikarakterisasi dengan menggunakan TEM, dan XRD

2.3. Ekstrak Pewarna Henna

1 gram serbuk daun henna dilarutkan dalam 10 mL NaOH 0,1 M, kemudian dipanaskan pada suhu 40°C selama 20 menit sambil diaduk. Saring, dan kandungan henna dalam supernatan diukur dengan UV Vis pada

panjang gelombang nm. Lakukan ekstraksi pada berbagai suhu mulai dari 30°C, 60°C dan 90°C dengan waktu pemanasan mulai dari 30, 60 dan 90 menit serta konsentrasi NaOH dengan konsentasi 0,1 M, 0,3M dan 0,5 M.

2.4 Degumming kain sutera dengan asam sitrat

Kain sutera dengan ukuran 10 x 10 Cm dimasukkan kedalam asam sitrat 30%. Panaskan larutan pada suhu 90°C selama 30 menit. Kemudian angkat dan keringkan dengan cara diangin anginkan pada tempat yang teduh sampai berat kain sutera konstant. Hitung persentase serisin yang hilang dengan persamaan :

$$Dr = \frac{Wb - Wa}{Wa} \times 100\%$$

Dimana ; Dr : % rasio degumming

Wb = beratkering kain sutera mula mula

Wa = berat kain sutera setelah di degumming

2.5. Pelapisan Kain Sutera Dengan Nanopartikel Kitosan

Kain sutera yang telah didegumming, kemudian diasilasi dengan asam oksalat 6% dengan liquor rasio 1 : 20 dan dipanaskan selama 5 jam pada suhu 75°C. Kemudian kain sutera dicuci dengan akuades, dikering anginkan sampai diperoleh berat yang tetap.

Kain sutera kemudian direndam dengan larutan nanopartikel kitosan 3% dalam asam asetat 0,5% selama 10 jam dengan liquor rasion 1 : 20 pada pH 7. Kemudian kain sutera dicuci dengan akuades, dikering anginkan sampai diperoleh berat yang tetap.

2.6 Pewarnaan Kain Sutera yang Telah Dilapis Dengan Kitosan

3 gram ekstrak Henna dilarutkan ke dalam 97 mL etanol 80% kemudian diencerkan dengan akuades hingga volumenya 1000 mL. Kemudian memanaskan larutan pada suhu 60°

Tabel 1. Nilai % Henna yang Diadsorpsi oleh Kain Sutera

Waktu (menit)	Suhu (°C)	pH	Ekstrak Henna (%)
15	60	4	88
20	50	7	72
20	70	5	95
15	60	6	66
20	50	5	64
10	50	5	55
15	77	6	73
15	60	6	66
23	60	6	70
10	70	5	93
7	60	6	89
15	60	7	88
15	60	6	66
15	43	6	72
15	60	6	66
15	60	6	66
20	70	7	79
10	70	7	78
10	50	7	45
15	60	5	66

C sampai 76.82^o C. Mencelupkan kain sutera ke dalam larutan ekstrak Henna pada suhu, waktu dan pH sesuai dengan kondisi pada tabel 1. Mengulangi perlakuan hingga didapat kondisi optimum pencelupan. Lalu kain sutera diangkat dan dikeringkan pada suhu 60^oC sampai diperoleh berat kain sutera yang tetap.

Jumlah ekstrak Henna yang diadsorpsi oleh kain sutera. Larutan ekstrak Henna sisa hasil pencelupan, diukur absorbansinya pada panjang gelombang 433 nm. Kemudian menghitung konsentrasi awal larutan ekstrak Henna tersebut. Karena pada saat pengukuran melakukan pengenceran, maka menghitung konsentrasi akhir menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$C = C_o \times fp$$

C = Konsentrasi setelah pengenceran

C_o = Konsentrasi awal setelah pencelupan

fp = Faktor pengenceran

Kemudian menghitung persentase ekstrak Henna yang diadsorpsi kain sutera dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut :

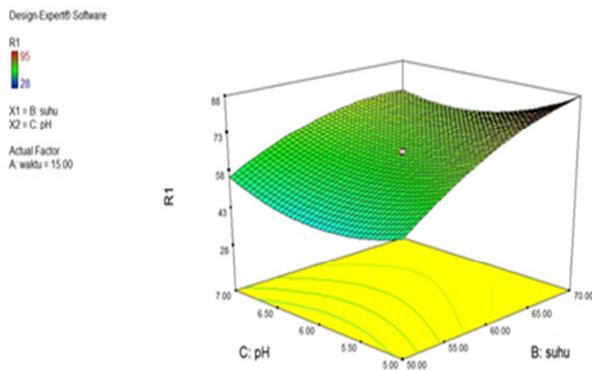
$$\% Ads = \frac{C_o - C_e}{C_o} \times 100\% \quad (\text{pers 1})$$

C_o = Konsentrasi larutan ekstrak Henna mula-mula

C_e = Konsentrasi larutan ekstrak Henna setelah dicelup kain sutera.

2.7 Karakteristik kain sutera dengan FTIR

Karakterisasi gugus fungsi dilakukan dengan menggunakan FTIR (Perkin Elmer Spectrum One). Karakterisasi dilakukan pada kain sutera mentah, kain sutera yang didegumming, kain sutera yang dilapisi dengan kitosan, dan kain sutera yang dilapisi kitosan kemudian diwarnai dengan larutan ekstrak Henna. Bahan yang akan diuji perlu dihaluskan



Gambar 3.

Respon Permukaan Suhu Pewarnaan dan pH Larutan Kunyit terhadap Persen Adsorpsi

hingga berbentuk serbuk halus. Kemudian ditambahkan masing-masing dengan serbuk KBr, agar terbentuk campuran homogen. Campuran ditempatkan pada permukaan plat baja dan dijepit antara dua plat tersebut. Sambil diberi tekanan dengan alat penekan khusus hingga terbentuk suatu bulatan tipis dengan ketebalan kira-kira $1,00 \cdot 10^{-2}$ mm yang tembus sinar infra merah. Kemudian sampel dianalisis sehingga didapatkan spectra yang terlihat pada layar komputer.

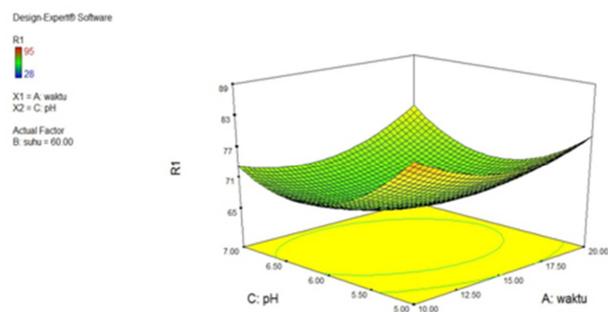
2.8 Karakteristik Kain Sutera dengan SEM

Sampel yang digunakan untuk karakteristik dengan menggunakan *Scanning Electron Microscopy* adalah kain sutera mentah, kain sutera yang didegumming, kain sutera yang dilapisi dengan kitosan, dan kain sutera yang dilapisi dengan kitosan kemudian diwarnai dengan larutan ekstrak Henna. Alat ini berfungsi untuk menunjukkan morfologi dan ukuran pori sampel. Perubahan struktur suatu bahan menyebabkan perubahan energi, kemudian perubahan energi tersebut diserap, dipancarkan, dan dipantulkan dan diubah menjadi fungsi gelombang elektron yang dapat ditangkap dan dibaca hasilnya.

2.9 Uji Ketahanan Warna Kain Sutera

2.9.1 Uji Ketahanan Warna Terhadap Pencucian

Uji ketahanan warna terhadap pencucian dilakukan dengan meletakkan kain sutera yang telah berwarna kuning berukuran 4 x 10 cm diantara kain sutera dan kain kapas berwarna putih dengan ukuran yang sama sebagai pelapis. Kemudian menggabungkan kain sutera dan kain kapas dan menjahit pada salah satu sisinya. Selanjutnya memasukkan kain tersebut kedalam bejana yang telah diisi dengan 150 mL larutan sabun detergent 0,6 % dengan suhu 40° C serta 10 buah kelereng baja. Meletakkan bejana tersebut pada tempatnya dalam mesin *loundrometer* dengan penutup menghadap keluar. Pemasangan bejana diatur sedemikian rupa sehingga setiap sisi terdiri dari sejumlah bejana yang sama. Menjalankan mesin *loundrometer* selama 45 menit setelah itu mematikan mesin dan mengeluarkan kain dan bejana yang ada didalamnya. Kemudian membuka jahitan pada bagian sisi atas kain sampel dan menjemur kain untuk kemudian mengevaluasi.



Gambar 4.

Respon Permukaan Waktu pewarnaan dan pH Larutan Kunyit terhadap Persen Adsorpsi

2.9.2 Uji Ketahanan warna Terhadap Gosokan

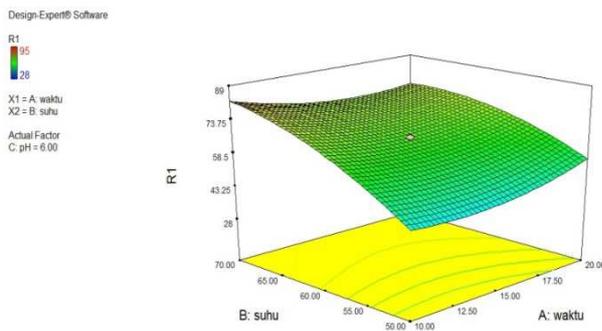
• Gosokan Basah

Uji dengan gosokan kering dilakukan dengan meletakkan contoh uji rata diatas alat penguji dengan posisi yang panjang searah dengan arah gosokan. Membungkus jari *Crockmeter* dengan kain putih kering dengan anyamannya miring terhadap arah gosokan. Kemudian gosok 10 kali maju mundur dengan alat pemutar 10 kali dengan kecepatan satu

putaran perdetik. Kemudian mengambil dan mengevaluasi kain putih.

- Gosokan basah

Gosokan basah dilakukan dengan cara membasahi kain putih dengan air suling, kemudian memeras diantara kertas saring, sehingga kadar air dalam kain menjadi $65 \pm 5\%$ terhadap berat kain pada kondisi standar kelembaban relative $65 \pm 2\%$ dengan suhu $27 \pm 2^{\circ}\text{C}$. Kemudian membungkus jari *Crockmeter* dengan kain putih basah dengan anyamannya miring terhadap arah gosokan. Kemudian gosok 10 kali maju mundur dengan alat pemutar 10 kali dengan kecepatan satu putaran perdetik. Kain putih diambil dan dievaluasi.



Gambar 5
 Respon Permukaan Suhu Pewarnaan dan Waktu
 Pewarnaan terhadap Persen Adsopsi

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Karakterisasi Nanopartikel Kitosan

Ukuran Nanopartikel kitosan yang diperoleh di ukur dengan menggunakan TEM seperti yang ditunjukkan pada gambar 2 .Nanopartikel kitosan yang dihasilkan mempunyai struktur Ipori dengan ukuran 23,08-61,54 nm. Hal ini menginformasikan bahwa nanopartikel kitosan yang digunakan pada penelitian ini memiliki skala ukuran nanometer.

Spektra XRD untuk nanopartikel kitosan ditunjukkan dalam Gambar 3. Dari gambar 3 tersebut terlihat dengan jelas bahwa pada

nanopartikel kitosan tidak terdapat puncak pada spektra XRD, hal ini menunjukkan bahwa nanopartikel kitosan yang dihasilkan bersifat amorfos.

Qi *et al.* [8] membuktikan adanya perbedaan kristalinitas pada kitosan dan nanopartikel kitosan. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa kitosan mempunyai anjakan pada 2θ di daerah $10,4^{\circ}$ dan $21,8^{\circ}$ yang mengindikasikan tingginya derajat kristalinitas kitosan. Sementara pada nanopartikel kitosan kedua anjakan ini tidak ditemukan. Hal ini menunjukkan bahwa kristalinitas kitosan berkurang setelah terjadinya proses ikat silang. Piron *et al.* [9] membuktikan bahwa kitosan dengan derajat kristalinitas yang rendah memiliki daya adsorpsi yang tinggi.

3.2 Pelapisan Kain Sutera dengan Nanopartikel Kitosan

Kain sutera yang telah didegumming kemudian dilapisi dengan kitosan. Kitosan berfungsi sebagai mordant dan untuk menambah berat kain sutera agar tidak terlalu ringan dan “melayang “ dan jika dijadikan bahan pakaian, jatuhnya menjadi bagus dan yang paling penting untuk mengikat zat warna. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada L : R = 20 : 1, dengan konsentrasi kitosan 20g/L dengan waktu 20 jam dengan konsentrasi kitosan 20g/L dengan waktu 20 jam, dan ditambah 5 gram asam oksalat menghasilkan pertambahan berat kain sutera 9,6%.

3.3 Pewarnaan Kain Sutera yang Telah Dilapisi Dengan Nanopartikel Kitosan

Untuk mendapatkan kondisi optimal pada proses pewarnaan perlu dilakukan optimasi. Pada penelitian ini adalah kombinasi antara suhu pewarnaan (celsius), pH larutan ekstrak kunyit, dan waktu pewarnaan (menit). Untuk dapat mengetahui titik optimum pada proses pewarnaan kain sutera yang telah dilapisi dengan kitosan dan diberi larutan ekstrak

Tabel 2. Deskripsi Data Hasil Ketahanan Warna

Hasil Ketahanan Warna Kain Sutera yang dicelup dengan Zat Warna Kunyit terhadap Pencucian dan Gosokan		
Kain sutera	Pencucian	Gosokan
Kain sutera mentah + larutan ekstrak Henna	4	4
Kain Sutera yang telah didegumming + larutan ekstrak Henna	4-5	4-5
Kain sutera yang dilapisi kitosan + larutan ekstrak Henna	5	5

kunyit digunakan metode respon permukaan (Response Surface Methodology). Metode ini merupakan salah satu metode yang sesuai untuk mengidentifikasi efek variabel tunggal dan mencari kondisi optimum pada sistem multivariabel secara efisien.

Pada metode respon permukaan ini digunakan software Design Expert 7.0.0 dengan rancangan CCD (Central Composite Design) yang merupakan salah satu desain fraksional dan nilai tengah (center point) yang diperbesar dengan sekelompok start point yang memungkinkan penentuan titik lengkung kurva. Dengan CCD dihasilkan 20 perlakuan kombinasi suhu pewarnaan (celsius), pH larutan ekstrak kunyit, dan waktu pewarnaan (menit) yang berbeda. Respon yang digunakan adalah persen larutan ekstrak kunyit yang teradsorpsi pada kain sutera yang telah dilapisi dengan kitosan.

Kemudian hasilnya dianalisa menggunakan Analysis of Variance (ANOVA). Perhitungan persamaan regresi untuk optimasi pewarnaan kain sutera yang telah dilapisi dengan kitosan dan diwarnai dengan larutan ekstrak kunyit menunjukkan bahwa persen larutan kunyit yang teradsorpsi pada kain sutera yang telah dilapisi dengan kitosan (Y) merupakan fungsi dari waktu pewarnaan (X_1 , menit), suhu pewarnaan (X_2 , celsius), pH larutan ekstrak kunyit (X_3) Banyaknya konsentrasi ekstra

kunyit yang diadsorpsi oleh kain sutera ditunjukkan pada tabel 1

Pemilihan Model Regresi Berdasarkan Ringkasan Model Secara Statistik

Data hasil penelitian dianalisa menggunakan persamaan regresi analisis berganda yang menunjukkan hubungan ketiga variabel dari X dengan Y dan menghasilkan persamaan polynomial orde kedua.

Model adsorpsi ekstrak henna oleh kain sutera yang dilapisi nanopartikel menunjukkan bahwa diantara model-model regresi yang ada yaitu linier, 2FI, kuadrat, dan kubik dan hanya model kuadrat yang menunjukkan status *sugessted* yang berarti bahwa model tersebut disarankan untuk digunakan

Model regresi terpilih berdasarkan nilai P sebesar $< 0,0001$ ($<5\%$) yang menunjukkan bahwa peluang kesalahan dari model kurang dari 5%, dengan kata lain model tersebut berpengaruh nyata untuk dapat menjelaskan respon yang dimaksud, Dari hasil uji. model yang dianjurkan adalah model Quadratic vs 2FI, karena model yang terpilih dapat menjelaskan respon konsentrasi ekstrak Henna yang diadsorpsi oleh kain sutera dan menunjukkan status *sugessted* yang berarti bahwa model tersebut disarankan untuk digunakan.

Tabel 3. Deskripsi Hasil Uji Noda

Kain sutera	Hasil Uji Kelunturan Terhadap Pencucian dan Gosokan		
	Pencucian	Gosokan	
		Uji Kering	Uji Basah
Kain sutera mentah + larutan ekstrak Henna	Kapas : 3-4 Sutera : 3	4	3
Kain sutera yang didegumming + larutan ekstrak Henna	Kapas : 3-4 Sutera : 2-3	4-5	4-5
Kain Sutera yang dilapisin kitosan + larutan ekstrak Henna	Kapas : 4 Sutera : 3-4	5	5

Persamaan berikut merupakan bentuk umum persamaan regresi untuk model kuadratik pada respon 1 :

$$Y = -50.60912 - 3.11142 X_1 + 11.45384 X_2 - 79.24989 X_3 - 0.082500 X_1X_2 + 0.42500 X_1X_3 - 0.36250 X_2X_3 + 0.18715 X_1^2 - 0.055742 X_2^2 + 7.68404 X_3^2 \quad (3)$$

Pada uji analisa ragam (ANOVA) model untuk % ekstrak Henna yang diadsorpsi oleh kain sutera menunjukkan bahwa nilai F hitung adalah 10,86 yang mengindikasikan bahwa model signifikan terhadap respon efisiensi persen adsorpsi. Apabila nilai P (Prob > F) kurang dari 0,05 berarti berpengaruh signifikan. Berdasarkan data tersebut dapat diketahui bahwa waktu pewarnaan, suhu pewarnaan, dan pH larutan ekstrak Henna menunjukkan pengaruh signifikan pada respon konsentrasi ekstrak Henna yang diadsorpsi oleh kain sutera.

Berdasarkan uji ANOVA diperoleh nilai koefisien determinasi $R^2 = 0,9072$ yang menunjukkan bahwa 90,72% adsorpsi kain sutera terhadap larutan ekstrak Henna dipengaruhi oleh model dan hanya 9,28% variasi yang tidak dijelaskan oleh model. Sesuai dengan uji ANOVA nilai standar deviasi menunjukkan 6,85. Nilai standar deviasi yang rendah ini menunjukkan bahwa model

memiliki keakuratan yang baik atau model tersebut sesuai (*fit model*).

Berdasarkan hasil dari gambar 3 diketahui bahwa semakin tinggi pH larutan ekstrak Henna, respon yang dihasilkan juga semakin tinggi, namun didapat pH optimum yaitu 6 karena jika pH terus dinaikkan, maka respon yang dihasilkan tidak terlalu signifikan. Pada gambar 4 diketahui bahwa semakin lama waktu pewarnaan, respon yang dihasilkan juga semakin besar, begitu juga pada gambar 5 dimana semakin besar suhu larutan ekstrak Henna, maka respon yang dihasilkan semakin besar dan apabila suhu dinaikkan hingga 70⁰C, respon yang didapat tidak terlalu mengalami perubahan yang signifikan. Maka, berdasarkan gambar 3, 4, dan 5, didapatkan kondisi optimum untuk adsorpsi kain sutera terhadap ekstrak Henna tertinggi dicapai pada waktu pewarnaan 15 menit, suhu pewarnaan 60⁰ C, dan pH larutan ekstrak kunyit 6. Pada kondisi optimum ini prediksi persen adsorpsi ekstrak henna oleh kain sutera adalah 66%. Titik optimum pada model ini berada pada titik tengah. Hal ini menjelaskan bahwa waktu pewarnaan, suhu pewarnaan, pH larutan ekstrak Henna yang lebih tinggi atau lebih rendah tidak akan berpengaruh pada peningkatan adsorpsi kain sutera terhadap ekstrak Henna dapat dilihat dari pelengkungan pada kurva Apabila nilai P (Prob > F) kurang

dari 0,05 berarti berpengaruh signifikan. Berdasarkan data tersebut dapat diketahui bahwa waktu pewarnaan, suhu pewarnaan, pH larutan ekstrak Henna menunjukkan pengaruh signifikan pada respon persen adsorpsi.

3.4 Hasil Uji Ketahanan Warna Kain Sutera

Data hasil uji ketahanan warna kain sutera yang dilapisi nanopartikel kitosan dan diwarnai dengan larutan ekstrak Henna diperoleh dengan cara membandingkan perbedaan warna antara kain uji (kain setelah dicuci) dengan kain contoh asli (kain sebelum dicuci) nilai perbedaan warna tersebut disesuaikan dengan nilai-nilai yang terdapat pada skala abu-abu dengan melihat perubahan warna antara kain sebelum dan setelah diuji dan membandingkannya dengan perubahan warna yang tergambar pada skala abu-abu.

Dari nilai skala abu-abu dapat dilihat bahwa nilai 5 adalah nilai tertinggi dari evaluasi tahan luntur warna. Angka 5 menunjukkan bahwa warna sama sekali tidak mengalami perubahan, sedangkan angka 1 adalah nilai terendah dan menunjukkan bahwa perubahan warna yang terjadi sangat besar dan warna hampir hilang. Angka antara 4 dan 5 menunjukkan bahwa warna mengalami perubahan yang sangat sedikit. Nilai atau angka tertinggi yang ditunjukkan pada skala abu-abu adalah 5 dan nilai terendah adalah 1. Dari tabel 2 di atas dapat diketahui bahwa kain sutera yang dilapisi kitosan memiliki nilai skala ketahanan warna 4-5 yang berarti hanya sedikit sekali perubahan warna yang terjadi antara kain uji dengan contoh kain asli.

3.5 Hasil Uji Noda Warna terhadap Pencucian 40^o C dan Gosokan

Data hasil pengujian noda kain sutera pada pencucian 40^oC hasil pencelupan dengan larutan ekstrak Henna dengan penambahan nanopartikel kitosan, diperoleh dengan cara membandingkan kekontrasan warna antara

kain pelapis yang diuji (kain pelapis setelah dicuci) dengan contoh kain pelapis (kain pelapis sebelum dicuci), nilai kekontrasan warna tersebut disesuaikan dengan nilai-nilai yang terdapat pada skala penodaan (*Staining scale*). Kain pelapis yang digunakan adalah kain sutera dan kapas sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI) 0115-75-1996. Nilai atau angka tertinggi yang ditunjukkan oleh skala penodaan adalah 5 dan nilai terendah adalah 1. Berikut Tabel 3 disajikan deskripsi data hasil kelunturan warna

Dari tabel diatas dapat diketahui bahwa kain sutera yang dilapisi dengan nanopartikel kitosan memiliki nilai uji noda yang lebih baik jika dibandingkan dengan kain sutera mentah dan kain sutera yang didegumming yang tidak dilapisi nanopartikel kitosan.

Berdasarkan hasil pengujian ketahanan luntur warna terhadap gosokan pada hasil pencelupan kain sutera dengan larutan ekstrak Henna yang dilapisi nanopartikel kitosan memberikan hasil evaluasi yang lebih baik jika dibandingkan dengan kain sutera mentah dan kain sutera yang didegumming yang tidak dilapisi nanopartikel kitosan, dimana hasil uji gosok keringnya memberikan nilai 4 yang artinya hanya sedikit penodaan yang terjadi yang dinilai oleh *staining scale*, dan pada uji gosok basah memberikan nilai 3-4 yang menyatakan nilai yang baik pada hasil evaluasinya.

4. Kesimpulan

Kain sutera yang dilapisi dengan nanopartikel kitosan memberikan nilai hasil uji ketahanan warna yang lebih baik yaitu 5. Sementara, untuk nilai uji noda terhadap pencucian dan gosokan, memberikan nilai 5. Dari hasil analisa menggunakan Design Expert 7.0 tersebut didapatkan kondisi optimum pewarnaan pada suhu 60^o C, pH larutan ekstrak kunyit 6, dan waktu pewarnaan 15 menit.

5. Ucapan Terimakasih

Ucapan terimakasih kami haturkan kepada Azizah dan Indah Minang mahasiswa kimia FMIPA UNJ, Komarudin dan Elizabeth, S.Si dari

Balai Besar Tekstil, Cempaka Putih atas segala saran dan bantuannya sehingga penelitian dapat berjalan lancar.

Daftar Pustaka

- [1] Giri Dev.V.R, J. Venugopal, S. Sudha, G. Deepika, S. Ramakrishna .2009. *Dyeing and antimicrobial characteristics of chitosan treated wool fabrics with henna dye*. Carbohydrate Polymers 75 : 646–650.
- [2] Lifeng Qi; Zirong Xu; Xia Jiang; Caihong Hu and Xiangfei Zou. 2004. *Preparation and antibacterial activity of chitosan nanoparticles*. Carbohydrate Research 339 : 2693-2700.
- [3] Md. Majibur Rahman Khan, Masuhiro Tsukada, Yasuo Gotoh , Hideaki Morikawa, Giuliano Freddi, Hideki Shiozaki. 2010. *Physical properties and dyeability of silk fibers degummed with citric acid*. Bioresource Technology 101: 8439–8445
- [4] Davarpanah, Saideh, Niyaz Mohammad Mahmoodi, Mokhtar Arami, Hajir Bahrami, Firoozmehr Mazaheri. 2009. *Environmentally Friendly Surface Modification Of Silk Fiber Chitosan Grafting and Dyeing*. Applied Surface Science 255 : 4171-4176.
- [5] Deepti Gupta a and Adane Haile.2007. *Multifunctional properties of cotton fabric treated with chitosan and carboxymethyl chitosan*. Carbohydrate Polymers 69 : 164–171.
- [6] Giuliano Freddi, Raffaella Mossotti, Riccardo Innocenti. 2003. *Degumming of silk fabric with several proteases*. Journal of Biotechnology 106 :101–112.
- [7] Niyaz Mohammad Mahmoodi, Mokhtar Arami, Firoozmehr Mazaheri, Shahram Rahimi 010. *Degradation of sericin (degumming) of Persian silk by ultrasound and enzymes as a cleaner and environmentally friendly process*. Journal of Cleaner Production 18 (2010) 146–151.
- [8] Phattanarudee.S,K.Chakvattanatham,S.Kiatkamjornwong.2009. *Pretreatment of silk fabric surface with amino compounds for ink jet printing*. Progress in Organic Coatings 64 : 405–418.
- [9] Saowanee Rattanaphani , Montra Chairat, John B. Bremner, Vichitr Rattanaphani. 2007. *An adsorption and thermodynamic study of lac dyeing on cotton pretreated with chitosan*. Dyes and Pigments 72 : 88e96.