

PELAPISAN KITOSAN PADA KAIN KATUN DENGAN CARA PERENDAMAN DAN ELEKTROSPINNING

APPLYING CHITOSAN ONTO COTTON FABRIC BY IMMERSING AND ELECTROSPINNING PROCESSES

Cica Kasipah, Wiwin Winiati

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

Tanggal diterima: 19 Agustus 2014, direvisi: 23 September 2014, disetujui terbit: 21 Oktober 2014

ABSTRAK

Tujuan penelitian adalah untuk mendapatkan bahan tekstil yang dilapisi kitosan yang diharapkan dapat digunakan sebagai penutup luka. Penelitian dimulai dengan isolasi kitin dari kulit udang, dilanjutkan dengan proses deasetilasi kitin untuk mendapatkan kitosan. Dilakukan pelapisan larutan kitosan pada kain katun yang berupa kain kasa dan kain tenun dengan cara perendaman dan pelapisan kain kasa dengan cara elektrospinning. Untuk mengetahui karakteristik hasil pelapisan dilakukan pengujian permeabilitas dan uji degradasi dengan enzim lisozim, yang merupakan parameter yang diperlukan pada penutup luka, serta pengamatan dengan *Scanning Electron Microscope*. Pelapisan kitosan pada kain katun mempunyai permeabilitas terhadap uap air yang baik, yaitu antara 3900-5400 mg/hari/L, dan pelapisan kasa perban dengan kitosan dalam pelarut asamtrifloroasetat (TFA) memberikan hasil yang tertinggi. Pelapisan dengan teknik elektrospinning hanya dihasilkan lapisan kitosan pada bahan penunjang, belum memperoleh serat atau butiran kitosan dengan ukuran nano ataupun mikro. Pada pengujian degradasi terhadap enzim lisozim, semua bentuk kain yang dibubuhi kitosan, kandungan kitosannya telah habis terdegradasi pada 1 jam pertama waktu degradasi. Maka kecepatan degradasi kitosan pada kain yang dibubuhi kitosan tersebut mempunyai kecepatan degradasi kitosannya yang lebih besar dari hasil perhitungan untuk degradasi 1 jam, yaitu $> 5,925 \text{ mg/cm}^2 \cdot \text{jam}$.

Kata kunci: pelapisan kitosan, kain katun, permeabilitas, degradasi enzim lisozim.

ABSTRACT

The research was addressed to obtain textile material covered with chitosan which was expected to be used as wound dressing. Chitin is isolated from shrimp shell and chitosan is derived from deacetylation process of chitin. Cotton gauze and cotton fabric was covered with chitosan by immersing in chitosan solution continued with drying; and by electrospinning process. Characteristic of the products were identified by measuring water vapour permeability and degradation by lysozyme enzyme, as useful parameter for wound dressing, and scanning electron microscope (SEM) observation. Cotton gauze and cotton fabric covering with chitosan have a good water vapour permeability i.e. 3900-5400 mg/day/L and covering of cotton gauze with chitosan solution in trifluoroacetic acid (TFA) give the highest result. Electrospinning technique has just produced chitosan layer on the cotton gauze not yet as chitosan fiber in nano or micro size. In degradation testing using lysozyme enzyme, chitosan content in cotton gauze and cotton fabric have completely degraded in the first hour of degradation time. It indicate that they have a rate of degradation more than that calculation for one hour degradation time, i.e. $> 5,925 \text{ mg/cm}^2 \cdot \text{hr}$.

Keywords: chitosan covering, cotton fabrics, permeability, lysozyme enzyme degradation.

PENDAHULUAN

Kitin dan Kitosan (chitin-chitosan) merupakan salah satu polisakarida alam. Kitin berperan sebagai bahan penguat dinding sel hewan dan tumbuhan tingkat rendah yang makanannya kaya akan protein. Di alam, kitin banyak terdapat pada dinding sel jamur, ragi dan plangton, pada lapisan kutikula dan exoskeleton hewan Crustaceae seperti udang, kepiting, rajungan, lobster, dan serangga.^{1,2,3}

Saat ini, kitin dan kitosan secara komersial dihasilkan dari kulit udang, kepiting dan lobster, yang merupakan limbah industri makanan laut. Dari kulit udang, kepiting dan lobster, setelah dipisahkan dari kandungan kalsium karbonat dan protein, akan diperoleh kitin yang dapat dihaluskan hingga berupa bubuk (powder) berwarna putih keuningan. Kitosan merupakan polisakarida linier yang tersusun dari distribusi acak β (1-4) yang tersambung dengan D-glukosamina (unit

deasetilasi) dan N-asetil-D-glukosamina (unit asetilasi). Kitosan adalah derivat N-asetilglukosamina dari kitin.^{2,4,5}

Kitin dan kitosan mendapat perhatian besar untuk aplikasi medis dan farmasi karena mempunyai sifat biologi yang menarik yang berguna untuk pemanfaatan dalam bidang biomedikal.^{1,6,7,8,9} Kitosan dikenal dalam pengelolaan daerah luka karena sifat haemostatiknya. Selain itu, kitosan juga mempunyai aktifitas biologi lain dan mempengaruhi fungsi *macrophage* yang dapat membantu mempercepat penyembuhan luka. Kitosan juga mempunyai kemampuan menstimulasi proliferasi (pembiasaan) sel dan memperbaiki susunan struktur jaringan. Sifat biologi lainnya yaitu bakteristatik dan fungistatik juga berguna untuk penyembuhan luka.^{10,11} Biokompatibilitas adalah kemampuan untuk hidup bersama-sama dengan jaringan tubuh tanpa adanya penolakan/perlawanan dari jaringan tubuh tersebut. Kitosan merupakan polimer alam yang biodegradabel terhadap konstituen tubuh normal serta aman dan non-toksik, hal ini menjadikan kitosan mempunyai sifat biokompatibilitas yang baik.^{1,5,6}

Kitin dan kitosan dapat terdegradasi in vivo oleh beberapa protease yaitu lisozim, papain, pepsin.^{5,12,13} Biodegradasi kitin dan kitosan menghasilkan oligosakarida yang non-toksik dengan panjang rantai bervariasi, dapat berlanjut membentuk senyawa yang termasuk glikosaminoglikan dan glikoprotein yang langsung dilepaskan atau dapat termetabolisasi lagi menjadi senyawa yang lebih kecil.^{5,12} Lisozim merupakan enzim protease non-spesifik yang terkandung dalam cairan serum manusia.

Luka dapat berupa luka tanpa disertai pengikisan jaringan tubuh, dan luka yang disertai pengikisan jaringan tubuh. Luka yang disertai pengikisan jaringan tubuh dapat berupa luka bakar dan luka berat atau abrasi, luka akibat penyakit kronis seperti *venous statis*, borok dari diabetes dan koreng yang berat, atau induksi sebagai bagian dari pengobatan luka seperti luka yang timbul dibagian pendonor untuk pencangkokan kulit atau luka karena abrasi kulit. Penyembuhan luka berlangsung melalui 4 tahap proses secara berurutan yaitu haemostasis, inflammasi, proliferasi yaitu terbentuk jaringan baru dan *maturatation* atau *remodeling* yaitu perbaruan jaringan.¹

Dalam proses penyembuhan luka banyak digunakan penutup luka (wound dressing). Penutup luka harus mampu melindungi luka, menjaga kelembaban dan temperatur, menghilangkan *exudates*, mendorong penyembuhan dan mengurangi resiko infeksi.⁷ Berdasarkan aktivitasnya, penutup luka diklasifikasikan atas penutup luka yang pasif, interaktif dan bioaktif. Penutup luka

yang pasif hanya berfungsi melindungi luka contohnya perban, penutup luka yang interaktif membantu penyembuhan dengan menjaga kelembaban disekitar luka dan berinteraksi dengan komponen dasar luka dapat berupa lembaran polimer yang umumnya transparan, permeabel terhadap uap air dan oksigen tetapi tidak permeabel terhadap bakteri, sedangkan penutup luka yang bioaktif berfungsi juga menghantarkan bahan aktif untuk penyembuhan luka. Cairan pada luka perlu dipertahankan karena mengandung faktor pertumbuhan yaitu enzim dan sel-sel imun yang membantu mempercepat penyembuhan luka.¹⁰ Kain katun banyak digunakan sebagai material penutup dan pembalut luka, karena katun mempunyai daya serap cairan yang cukup tinggi. Bahan tekstil yang digunakan sebagai bahan penutup luka khususnya untuk luka yang disertai pengikisan jaringan tubuh, harus berfungsi pula sebagai reservoir zat antimikroba dan mampu melepas zat antimikroba tersebut secara bertahap sedikit-sedikit pada lokasi yang tepat untuk memperpanjang waktu pelepasan, sehingga akan mampu membantu menghindari terjadinya infeksi oleh mikroba dan mempercepat penyembuhan serta pemulihan luka. Saat ini, riset bidang biomaterial tertuju pada penyembuhan luka dan material antimikroba dengan molekul yang dari bentuk dan mekanismenya mempunyai kemampuan aktif secara biologi akan memegang peranan kunci dalam fungsi serat tekstil.⁷ Kitosan dikenal mempunyai sifat antimikroba,^{9,14,15} sehingga material pembalut luka yang mendapat perlakuan kitosan yang efektif menahan mikroba merupakan material yang ideal untuk aplikasi penanganan luka. Kitin-kitosan dan derivatifnya telah mulai digunakan dalam pengelolaan luka, berupa kitin-kitosan dalam bentuk hidrogel, serat, membran, *scaffold* dan *sponge*.¹⁶ Shelma dan kawan-kawan, membuat lembaran tipis kitosan yang diperkuat dengan serat nanokitin untuk digunakan sebagai penyembuh luka.¹⁷ Gupta dkk, mempelajari membran yang berupa kain katun yang dilapisi campuran kitosan dan polietilena glikol (PEG) dan pengaruh berat molekul PEG terhadap sifat fisik membran, mendapatkan bahwa kenaikan berat molekul PEG meningkatkan permeabilitas udara dan air serta fleksibilitas membran.¹⁸ Sanandam dan kawan-kawan, dalam penelitiannya mendapatkan bahwa pembalut yang mengandung kitosan berhasil mempercepat pembekuan darah pada luka sayatan pada tikus.¹⁹

Pada penelitian ini dilakukan pelapisan kitosan pada kain katun yang berupa kain kasa dan kain tenun dengan cara perendaman dan elektrospinning. Terhadap hasil pelapisan dilakukan evaluasi permeabilitas dan kecepatan degradasinya yang merupakan salah satu kriteria yang diperlukan pada penutup luka, karena kain katun yang dilapisi

kitosan tersebut diharapkan dapat digunakan sebagai penutup luka interaktif ataupun bioaktif.

METODE

Bahan

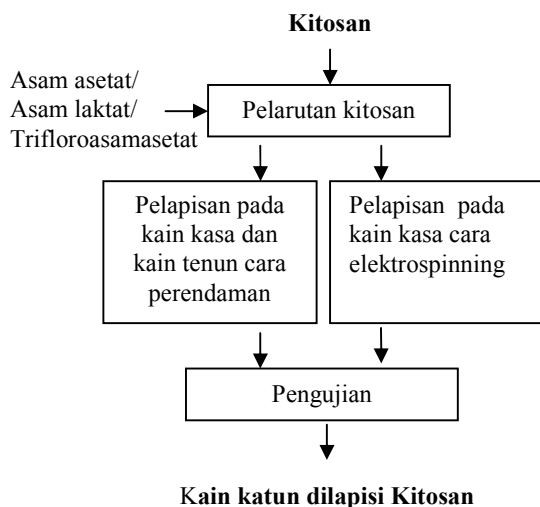
Kitosan dibuat dari kulit udang dengan melakukan 3 tahap proses yaitu deproteinasi, demineralisasi dan deasetilasi.² Deproteinasi dilakukan dengan merendam dalam larutan Natrium hidroksida 1% (b/v) pada temperatur 85°C selama 1 jam, demineralisasi dilakukan dengan merendam dalam larutan Asam klorida 3% (v/v) pada 50°C selama 1 jam dan deasetilasi dilakukan dengan merendam dalam larutan Natrium hidroksida 50% (b/v) pada 120°C selama 2 jam. Pada setiap tahap, setelah proses selesai dilanjutkan dengan pencucian menggunakan air kran dan pengeringan dalam oven pada 105°C. Bahan kimia yaitu natrium hidroksida, asam klorida, asam asetat, asam laktat, asamtrifloroasetat, metanol dan gliserol diperoleh dari Merck dengan grade p.a. DDW-*deionize demineral water* dibuat dilaboratorium, Larutan buffer fosfat- Phosphat Buffer Saline (PBS) dibuat dilaboratorium.

Peralatan

Peralatan yang digunakan meliputi: Water bath, Pengaduk magnetik, Peralatan vakum yang terdiri dari pompa vakum dan desikator, *Freeze dryer*, Inkubator *Medline Scientific IB-15G*, Oven listrik.

Cara

Proses pelapisan kitosan dilakukan menurut diagram berikut:



Gambar 1. Diagram pelapisan kitosan pada kain katun

Pembuatan larutan kitosan 2% (b/v)

Larutkan kitosan bubuk dalam larutan asam asetat 2% (v/v), larutan diaduk pada *magnetic stirrer*, kemudian divakum untuk menghilangkan gelembung udara yang terbentuk. Selain asam asetat, untuk melarutkan kitosan digunakan pula asam laktat dan asamtrifloroasetat.

Pelapisan kitosan pada kain katun dengan cara perendaman

Cara pertama adalah dengan menggunakan bahan penunjang berupa kain kasa dari bahan katun. Kain kasa ditempelkan pada pelat gelas dengan ukuran 10x10 cm, kemudian larutan kitosan dituangkan pada pelat gelas tersebut, angkat dan tiriskan, lalu dipanaskan dalam oven pada temperatur 60°C selama 30 menit.

Cara kedua adalah dengan menggunakan bahan penunjang berupa kain tenun. Kain tenun dengan ukuran 5x5 cm dicelupkan ke dalam larutan kitosan, lalu di tiriskan. Pre evaporator dalam oven pada 50°C selama 10 menit. Kemudian rendam sampel ke dalam larutan NaOH 3M selama 24 jam. Cuci dengan DDW lalu keringkan dalam Freeze Dryer.

Pelapisan kitosan pada kain katun cara elektrospinning

Cara ini dilakukan pada alat elektrospinning. Alat elektrospinning digunakan untuk proses pembuatan serat yang berdiameter dalam skala mikro hingga nanometer. Larutan kitosan yang telah diberi tegangan listrik tinggi dipompa hingga membentuk butiran/tetes larutan pada ujung kapiler spinneret yang sekaligus bertindak sebagai elektroda. Selanjutnya, butiran/tetes larutan kitosan yang telah terinduksi muatan listrik tersebut di bawah pengaruh medan listrik akan bergerak atau meloncat ke arah elektroda (kolektor) yang bermuatan berlawanan dengan disertai proses penguapan pelarutnya, sehingga terbentuk serat kitosan pada permukaan kolektor. Pada penelitian ini teknik elektrospinning digunakan untuk menempelkan kitosan dengan ukuran mikro hingga nanometer pada kasa pembalut yang dibuat dari serat katun. Sebagai pelarut kitosan digunakan *trifloroasamasetat*, tegangan antara spinneret dan kolektor 20 kV dengan jarak antara spinneret dan kolektor adalah 15 cm.

Pengujian/pengukuran

Pengukuran *water vapour permeability*

Pengukuran *water vapour permeability* ditujukan untuk mengetahui kemampuan sampel dapat menyerap dan melewatkan air atau gas. Estimasi *water vapour permeability* dilakukan mengikuti metoda yang digunakan oleh Khan, T.A., Peh, K.K., dan Ch'ng, H.S., yang mengacu pada United States Pharmacopeia XXII untuk evaluasi

moisture permeability of container and packaging materials, dengan sedikit modifikasi.²⁰ Digunakan botol-botol dengan volume sekitar 30 mL dengan diameter dalam mulut botol 1,5 cm. Isi botol dengan kalsium klorida anhidrat sebanyak 2,0 gram. Potong sampel dengan ukuran 2x2 cm, tempelkan sampel pada mulut botol dan ikat. Buat sampel ini duplo, triplo atau lebih banyak lebih baik. Buat blanko dengan mengganti kalsium klorida anhidrat dengan potongan gelas (*small glass beads*) dengan berat sebanyak 2,0 gram. Timbang botol berisi sampel dan juga blankonya. Masukkan botol dengan sampel dan blankonya ke dalam desikator, jaga humiditi dalam desikator pada $75 \pm 3\%$ dengan menggunakan larutan natrium klorida jenuh (35,7 g/100mL) dan temperatur $25 \pm 2^\circ\text{C}$. Biarkan sampel dalam desikator selama 14 hari. Timbang kembali botol sampel dan blankonya.

Water vapour permeability dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$\text{Rate of moisture permeability (mg/day/liter)} = \frac{1000/14 V}{(T_f - T_i) - (C_f - C_i)} \quad (1)$$

dengan:

V = volume botol, mL

($T_f - T_i$) = selisih berat botol dengan sampel setelah 14 hari,mg

($C_f - C_i$) = selisih berat botol untuk uji blanko setelah 14 hari,mg

Pengukuran degradasi in-vitro

Pengujian degradasi in-vitro dilakukan di dalam inkubator. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui laju degradasi dari kitosan yang melapisi kain katun terhadap enzim lisozim. Cara pengujian dilakukan mengikuti cara yang dilakukan oleh Yang, Y.M., et.al.²¹ berturut-turut sebagai berikut: Timbang sampel uji. Buat larutan lisozim 2 mg/mL dengan mencampur lisozim dengan larutan PBS. Masukkan sampel uji ke dalam botol kecil volume sekitar 25 mL, kemudian masukkan larutan enzim dengan perbandingan 2 mL/10 mg contoh uji. Botol ditempatkan di dalam inkubator pada suhu 37°C selama 1 hari, lalu cuci sampel, dan keringkan dalam desikator selama 4 jam kemudian timbang sampel yang telah kering. Pengujian dilakukan selama beberapa hari (contohnya 7 hari)

Pengujian Scanning Electron Microscope (SEM)

Pengujian SEM dilakukan untuk mengetahui morfologi bentuk dan permukaan sampel. Pengujian SEM dilakukan dengan menggunakan alat *Scanning Electron Microscope* merek JEOL JSM-6510/LV/A/LA

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembuatan kitosan

Isolasi kitin dari kulit udang dilakukan melalui tahapan proses penghilangan protein yang

masih melekat dilanjutkan dengan proses penghilangan kalsium yang terkandung dalam struktur kulit udang. Dari percobaan-percobaan yang telah dilakukan, dengan menggunakan larutan NaOH untuk menghilangkan protein*) dan menggunakan larutan HCl untuk menghilangkan kalsium**), diperoleh beberapa hasil yang diberikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Isolasi kitin dari kulit udang

Percobaan	Hasil	*)	**)	Kitin
		Protein	Kalsium	
		%	%	%
1 - (udang jerbung)		31,30	44,06	24,64
2 - (udang jerbung)		33,20	42,64	24,16
3 - (udang jerbung)		25,32	49,32	25,36
4 - (udang jerbung)		28,80	45,14	26,06
5 - (udang jerbung)		26,06	46,92	27,02
6 - (udang jerbung)		31,90	43,60	24,50
7 - (udang jerbung)		30,66	44,08	25,26
8 - (udang jerbung)		29,72	44,20	26,08
Rata-rata		30	45	25

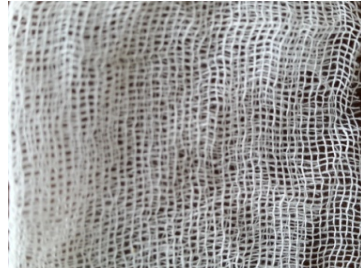
Hasil isolasi kitin dari kulit udang yang disajikan pada Tabel 1 menunjukkan bahwa kulit udang Jerbung kering mengandung protein sekitar 30% berat, dan kalsium 45% berat sehingga diperoleh kitin sekitar 25% berat. Kitosan diperoleh dari deasetilasi kitin. Hasil proses deasetilasi disajikan pada Tabel 2. Proses deasetilasi kitin yang telah dilakukan menghasilkan kitosan dengan jumlah sekitar 80% dari berat awal kitin yang diproses. Sehingga dari kulit udang Jerbung diperoleh 20% berat kitosan .

Tabel 2. Deasetilasi kitin menjadi kitosan

No	Kitin, g	Kitosan	
		g	% berat
1.	50	38,75	77,5
2.	50	40,45	80,9
3.	50	41,66	83,32
4.	50	41,37	82,74
5.	70	55,29	79,0
Rata-rata			80,69

Pelapisan bahan penunjang dengan larutan kitosan cara perendaman

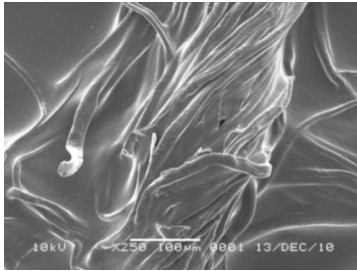
Sebagai bahan penunjang digunakan kain kasa perban dari bahan katun. Kitosan dilarutkan dalam pelarut, digunakan 3 jenis pelarut yaitu asam laktat (LA), trifloroasetat (TFA) dan asam asetat (AA), konsentrasi larutan kitosan masing-masing 3% (b/v).



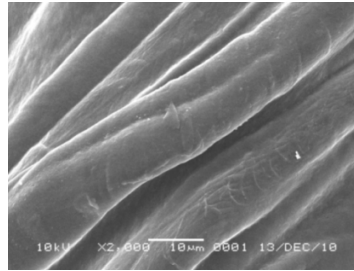
a. Kain kasa



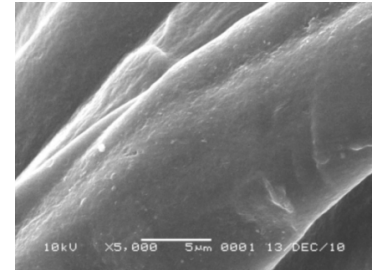
b. Kain kasa dilapisi kitosan



c. Perbesaran 250X

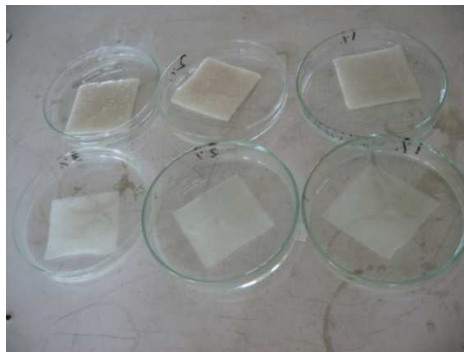


d. Perbesaran 2.000X



e. Perbesaran 5.000X

Gambar 2. Pelapisan kain kasa dengan kitosan pelarut asam asetat



a. Perendaman dalam larutan kitosan



b. Penirisan

Gambar 3. Pelapisan kitosan pada kain tenun dan non-woven

Pelapisan kain kasa Gambar 2.a dengan larutan kitosan memberikan hasil seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.b, kitosan melapisi baik serat maupun rongga diantara serat pada kain kasa, hal ini diperjelas oleh Gambar 2.c yaitu hasil uji SEM pada perbesaran 250X yang memperlihatkan adanya lapisan kitosan pada serat maupun rongga kasa. Pada Gambar 2.d dan Gambar 2.e terlihat lebih jelas bahwa serat katun pada kain kasa telah dilapisi oleh larutan kitosan. Hal yang sama terjadi pada pelapisan kain kasa dengan kitosan dalam pelarut asam laktat dan pelarut trifloroasetat. Selain kasa pembalut sebagai penunjang dicoba pula digunakan kain non-woven dan kain tenun. Kain non-woven maupun kain tenun dicelupkan

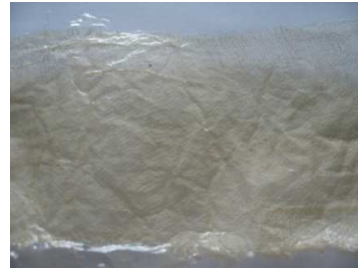
pada larutan kitosan. Pengerjaan dan hasilnya ditunjukkan pada Gambar 3.

Pelapisan kain kasa dengan kitosan cara Elektrosinning

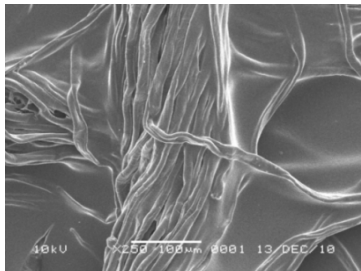
Larutan kitosan 2% dalam pelarut TFA pada alat elektrosinning, kasa pembalut dari bahan katun digunakan sebagai kolektor, dalam hal ini kasa berfungsi pula sebagai penunjang. Pengerjaan dilakukan pada tegangan antara spinneret dan kolektor adalah 22 kV dengan jarak antara spinneret dan kolektor adalah 15 cm. Hasil yang diperoleh ditunjukkan pada Gambar 4.b dan morfologinya diamati dengan SEM yang hasilnya ditunjukkan pada Gambar 4.c s/d 4.e.



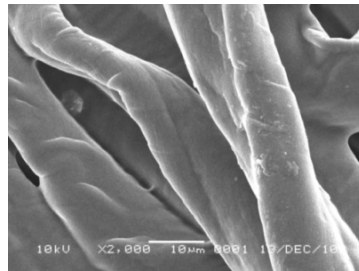
a. Kain kasa



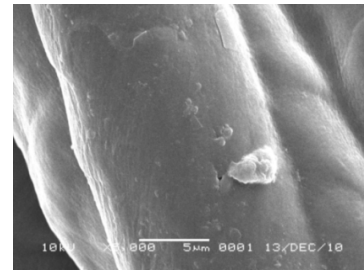
b. Kain kasa dilapisi kitosan cara elektrospinning



c. SEM 250X



d. SEM 2.000X



e. SEM 5.000X

Gambar 4. Pelapisan cara elektrospinning

Pada Gambar 4.b terlihat bahwa kain kasa telah dilapisi dengan larutan kitosan, kitosan melapisi baik serat maupun rongga diantara serat pada kain kasa, hal ini diperjelas oleh Gambar 4.c yaitu hasil uji SEM pada perbesaran 250X yang memperlihatkan adanya lapisan kitosan pada serat maupun rongga kasa. Pada Gambar 4.d dan Gambar 4.e terlihat lebih jelas bahwa serat katun pada kain kasa telah dilapisi oleh larutan kitosan. Dalam hal ini hasil uji SEM menunjukkan bahwa permukaan kasa baik serat maupun rongga diantara serat telah dilapisi kitosan dengan kontur yang relatif rata hampir tidak terlihat adanya butiran kitosan dalam ukuran nano. Butiran polimer kitosan dari elektrospinning telah bergabung menjadi masa padat, karena jarak dan kondisi proses yang diberikan belum cukup untuk menguapkan pelarutnya, sehingga butiran yang belum kering bersatu kembali membentuk lapisan polimer dipermukaan serat.

Baik dengan cara perendaman maupun cara elektrospinning, kain kasa dan kain katun telah berhasil dilapisi dengan kitosan. Kitosan terkandung dalam kain tersebut mempunyai sifat haemostatik, antimikroba dan biokompatibel, hal ini memberi potensi bagi penggunaan kain yang telah dilapisi kitosan tersebut untuk digunakan dalam

pengelolaan luka khususnya sebagai penutup luka yang interaktif ataupun bioaktif.

Uji permeabilitas

Uji permeabilitas dilakukan terhadap hasil pelapisan yang telah dibuat yaitu pelapisan dengan bahan penunjang kain kasa dan kain tenun, dengan larutan kitosan dalam pelarut asam laktat (LA), trifloroasetat (TFA) dan asam asetat (AA). Perhitungan permeabilitas dilakukan dengan Persamaan (1). Hasil uji permeabilitas disajikan pada Tabel 3.

Hasil uji permeabilitas pada Tabel 3. menunjukkan bahwa pelapisan kitosan pada kain kasa maupun kain tenun memberikan kain-kain tersebut mempunyai permeabilitas terhadap uap air yang baik yaitu di atas 3000 mg/hari/L. Pada pelapisan kasa kitosan dengan pelarut TFA memberikan hasil yang tertinggi, penggunaan bahan penunjang kain kasa memberikan hasil permeabilitas yang lebih baik dari pada penggunaan penunjang kain tenun. Dengan sifat permeabilitasnya yang baik, menunjukkan kain yang dilapisi kitosan akan mampu melindungi luka, menjaga kelembaban dan temperatur sehingga dapat berperan mendorong penyembuhan dan mengurangi resiko infeksi.

Tabel 3. Hasil uji permeabilitas

No	Kode Sampel	Berat Awal g	Berat Akhir g	Permeabilitas rata-rata mg/hari/L
1	Pelapisan kasa AA	36,9786	38,7506	4150,5
	Pelapisan kasa AA	36,5530	38,3586	
	Blangko	36,2937	36,3165	
2	Pelapisan kasa LA	36,2176	37,9008	3910,0
	Pelapisan kasa LA	36,2728	37,8852	
	Blangko	36, 6216	36,6244	
3	Pelapisan kasa TFA	36, 5722	38,3665	5423,1
	Pelapisan kasa TFA	36,1001	38,8672	
	Blangko	35,9463	35,9478	
4	Pelapisan kain LA	36,9972	38,6619	3974,4
	Pelapisan kain LA	36,3902	38,0995	
	Blangko	36,8744	36,8833	
5	Elektrospinning kasa TFA	36,2822	38,0697	4051,2
	Elektrospinning kasa TFA	36,6701	38,4996	
	Blangko	36,2331	36,2366	

Tabel 4. Hasil uji degradasi 2 hari

No	Kode Sampel	Berat Awal g	Berat Hari ke 1 g	Berat Hari ke 2 g
1	Pelapisan kasa AA	0,0827	0,0353	0,0353
2	Pelapisan kasa LA	0,0675	0,0121	0,0121
3	Pelapisan kasa TFA	0,0323	0,0108	0,0108
4	Pelapisan kain tenun LA	0,0755	0,0427	0,0423
5	Elektrospinning kasa TFA	0,0583	0,0120	0,0120
6	Blangko	0,0110	0,0110	0,0110

Tabel 5. Hasil uji degradasi 1 jam

No	Kode Sampel	Berat Awal g	Setelah 1 jam g	Kecepatan Degradasi mg/cm ² .jam
1	Pelapisan kasa AA	0,0916	0,0353	> 14,075
2	Pelapisan kasa LA	0,0573	0,0108	> 11,65
3	Pelapisan kasa TFA	0,0337	0,0108	> 5,925
4	Pelapisan kain tenun LA	0,0781	0,0402	> 9,475
5	Elektrospinning kasa TFA	0,0569	0,0113	> 11,4
6	Blangko	0,0110	0,0110	

Uji degradasi

Uji degradasi dilakukan untuk mengetahui laju degradasi kitosan pada kain terhadap enzim lisozim. Hasil uji degradasi disajikan pada Tabel 4 dan Tabel 5. Data hasil uji degradasi pada Tabel 4 menunjukkan bahwa pada semua bentuk pelapisan kitosan, kandungan kitosannya telah habis terdegradasi pada hari pertama, dan data hasil uji degradasi pada Tabel 5. menunjukkan bahwa pada semua bentuk pelapisan kitosan, kandungan kitosannya telah habis terdegradasi pada 1 jam pertama waktu degradasi. Maka kecepatan degradasi kitosan dalam pelapisan kitosan pada kain kasa maupun kain tenun tersebut mempunyai kecepatan degradasi yang lebih besar dari hasil perhitungan untuk degradasi 1 jam. Lisozim

merupakan enzim protease non-spesifik yang terkandung dalam cairan serum manusia. Kitosan pada kain yang dilapisi kitosan tersebut terbukti sangat mudah didegradasi oleh lisozim, diikuti dengan sifat biokompatibel dari kitosan, hal ini memberi potensi kain yang dilapisi kitosan untuk digunakan sebagai penutup luka interaktif yang mampu berinteraksi dengan komponen dasar luka.

KESIMPULAN

Dari kulit udang Jerbung diperoleh 20% berat kitosan. Perendaman kain kasa dan kain tenun dalam larutan kitosan menghasilkan lapisan kitosan pada kain kasa dan kain tenun tersebut. Pelapisan kitosan dengan teknik elektrospinning pada kain

kasa hanya dihasilkan lapisan kitosan pada kain kasa, belum diperoleh serat atau butiran kitosan dengan ukuran nano ataupun mikro. Pelapisan kitosan pada kain tenun maupun kain kasa mempunyai permeabilitas terhadap uap air yang baik, yaitu antara 3900-5400 mg/hari/L, dan pelapisan kain kasa dengan kitosan dalam pelarut trifluoroasetat (TFA) memberikan hasil yang tertinggi. Pada pengujian degradasi terhadap enzim lisozim, semua bentuk kain yang dibubuhi kitosan, kandungan kitosannya telah habis terdegradasi pada 1 jam pertama waktu degradasi. Maka kecepatan degradasi kitosan pada kain yang dibubuhi kitosan tersebut mempunyai kecepatan degradasi kitosannya yang lebih besar dari hasil perhitungan untuk degradasi 1 jam, yaitu >5,925 mg/cm².jam. Kain kasa maupun kain tenun yang dilapisi kitosan mempunyai potensi untuk digunakan sebagai penutup luka interaktif maupun bioaktif.

PUSTAKA

- ¹ Rajendran, S. and Anand, S.C. (2011). Hi-tech Textile for Interactive Wound Therapies: In V.T. Bartels (Ed.), *Handbook of Medical Textiles* (38-79). Cambridge: Woodhead Publishing Ltd.
- ² Islam, M.M., et.al. (2011). Preparation of Chitosan from Shrimp Shell and Investigation of Its Properties, *IJBAS 7 IJENS*, 11 (1) : 77-80
- ³ Senel, S., McClure, S.J. (2004). Potential Application of Chitosan in Veterinary Medicine, *Advanced Drug Delivery Reviews*, 56 : 1467-1480
- ⁴ Pillai, C.K.S., Paul, W., Sharma, P.C. (2009). Chitin and Chitosan Polymers: Chemistry, Solubility and Fiber Formation, *Progress in Polymer Science*, 34: 641-678
- ⁵ Aranaz, I. et.al. (2009). Functional Characterization of Chitin and Chitosan, *Current Chemical Biology*, 3: 203-230
- ⁶ Kumirska J. et. al. (2011). Influence of the Chemical Structure and Physicochemical Properties of Chitin-and Chitosan-Based Materials on Their Biomedical Activity: In A. N. Laskovshi (Ed.), *Biomedical Engineering Trends in Material Science* (25-56). Intechopen.
- ⁷ Quzen, H. (2006). Electrospinning Chitosan Based Nanofibers for Medical Applications, *Thesis NCSU*, Approved by Krause, W. E. et.al.
- ⁸ Jayakumar, R., et.al. (2010). Review: Biomedical Application of Chitin and Chitosan Based Nanomaterials, *Carbohydrate Polymers*, 8: 227-232
- ⁹ Tan, H., et. al. (2013). Quaternized Chitosan as an Antibacterial Agent: Antimicrobial Activity, Mechanism of Action and Biomedical Application in Orthopedics, *International Journal of Molecular Sciences*, 14 : 1854-1869
- ¹⁰ Paul, W. and Sharma, C.P. (2004). Chitosan and Alginate Wound Dressings-A Short Review, *Trends Biomat. Artif. Organs*, 18 (1) : 18-23
- ¹¹ Lee, C.K., et.al. (2006). Preparation of Chitosan Microfibers using Electro-wet spinning and their Elektroactuation Properties, *Smart Material Structure*, 15: 607-611
- ¹² Pangburn, S.H., Trescony, P.V., Heller, J. (1982). Lysozyme Degradation of Partially Deacetylated Chitin, Its Film and Hydrogel, *Biomaterials*, 3 (2): 105-108
- ¹³ Zang, H., Neau, S.H. (2001). In Vitro Degradation of Chitosan by a Commercial Enzyme Preparation: Effect of Molecular Weight and Degree of Deacetylation, *Biomedicals*, 12: 1653-1658
- ¹⁴ Hafdani, F.N. and Sadeghima, N. (2011). A Review on Application of Chitosan as a Natural Antimicrobial, *Wound*.
- ¹⁵ Mahae, N. Et.al. (2011). Antioxidant and Antimicrobial Properties of Chitosan Sugar Complex, *International Food Research Journal*, 18 (4): 1543-1551
- ¹⁶ Lou, C.W. (2008). Process Technology and Properties Evaluation of a Chitosan-Coated Tencel/Cotton Nonwoven Fabrics as a Wound Dressing, *Fiber and Polymers*, 9 (3): 286-292
- ¹⁷ Shelma R., Willi Paul and Sharma C.P.(2008). Chitin Nanofibre Reinforced Thin Chitosan Films for Wound Healing Application. *Trends Biomater. Artif. Organs*, 22 (2): 111-115
- ¹⁸ Gupta, B., Saxena, S., Aora, A., Alan, M.S. (2011). Chitosan – Polyethylene glycol Coated Cotton Membranes for Wound Dressings, *Indian Journal of Fiber & Textile Research*, 36: 272-280
- ¹⁹ Sanandam, M., Salunkhe, A., Shejale, K., and Patil, D. (2013). Chitosan Bandage for Faster Blood Clotting and Wound Healing, *International Journal of Advanced Biotechnology and Research*, 4 (1): 47-50
- ²⁰ Khan, T.A., Peh, K.K., and Ch'ng, H.S. (2000). Mechanical, Bioadhesive Strength and Biological Evaluation of Chitosan Films for Wound Dressing. *J. Pharm. Pharmaceut Sci.*, 3 (3): 303-311
- ²¹ Yang, Y.M., et. al. (2006) . The controlling Biodegradation of Chitosan Fibers by N-acetylation in Vitro and in Vivo. *Journal of Materials Science: Materials in Medicine*. 18 (11): 2117-2121