

**SKRIPSI**

**PENGARUH KONSENTRASI NANOEMULSI KITOSAN (NeCs)  
TERHADAP SIFAT MEMBRAN *NANOFIBER* NeCs/PVA DAN  
APLIKASINYA SEBAGAI PEMBALUT LUKA SAYAT**

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan memperoleh gelar  
Sarjana Teknik



**Disusun Oleh :**

**EKA WAHYU FIRMANSYAH  
20140130236**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH  
YOGYAKARTA  
2018**



**LEMBAR PENGESAHAN  
SKRIPSI**

**Pengaruh Konsentrasi Nanoemulsi Kitosan (NeCs) Terhadap Sifat Membran  
Nanofiber NeCs/PVA dan Aplikasinya Sebagai Pembalut Luka Sayat**

*The Effect of Chitosan Nanoemulsion Concentration (NeCs) on NeCs/PVA  
Membrane Nanofiber Properties and Applications for Incisions Wound*

**Dipersiapkan dan disusun oleh:  
Eka Wahyu Firmansyah  
20140130236**

telah dipertahankan di depan Dewan Penguji  
pada tanggal, (13 Desember 2018)

**Pembimbing Utama**

**Pembimbing Pendamping**

Dr. Ir. Harini Sosiati, S.T., M.Eng.  
NIK 19591220201510 123088

Ir. Aris Widyo Nugroho, S.T., M.T., Ph.D.  
NIK. 19700307199509123022

**Penguji**

Drs. Sudarisman, M.S.Mechs., Ph.D  
NIK. 195905021987021001

**Skripsi ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan  
untuk memperoleh gelar Sarjana**

Tanggal, (20 Desember 2018)

**Mengetahui,  
Ketua Program Studi S-1 Teknik Mesin FT UMY**



Bedi Paripurna Kamiel, S.T., M.Eng.Sc., Ph.D.  
NIK. 19740302 200104 123049

## PERNYATAAN

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa tugas akhir ini adalah asli hasil karya saya dan tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di Perguruan Tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau terdapat yang pernah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali yang secara tertulis disebutkan sumber dalam naskah dan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, 20 Desember 2018



Eka Wahyu Firmansyah



MOTTO

وَإِنْ خِفْتُمْ أَلَّا تُقْسِطُوا فِي الْيَتَامَىٰ فَانكِسُوا مَا طَابَ لَكُمْ مِنَ  
النِّسَاءِ مِثْنَىٰ وَثُلَاثَ وَرُبَاعَ فَإِنْ خِفْتُمْ أَلَّا تَعْدِلُوا فَوَاحِدَةً  
أَوْ مَا مَلَكَتْ أَيْمَانُكُمْ ذَلِكَ أَدْنَىٰ أَلَّا تَعُولُوا ﴿النساء: ٣﴾

(Q.S An-Nisa: 3)

“猿も木から落ちる”

(Japanese proverb)

“Words are easy, like the wind; Faithful friends are hard to find.”

(William Shakespeare)

## INTISARI

*Polyvinyl alcohol* (PVA) dan kitosan merupakan perpaduan polimer yang biasa digunakan sebagai bahan pembalut luka (*wound dressing*) yang dapat dikembangkan dalam bentuk membran nanofiber karena memiliki sifat *biocompatible*, *biodegradable* dan tidak beracun (*non toxic*). Electrospinning merupakan metode yang paling mudah dan banyak digunakan dalam pembuatan membran *nanofiber*. Membran PVA/kitosan yang digunakan sebagai pembalut luka harus memiliki sifat mekanis *native skin* dengan nilai kuat tarik antara 5-30 MPa dan modulus elastisitas antara (4,6-20 MPa). Tujuan penelitian ini adalah mengetahui pengaruh penambahan kitosan nanoemulsi (NeCs) terhadap morfologi dan sifat mekanis membran *nanofiber* PVA/NeCs. Selain itu, mengetahui efektivitas membran PVA dan PVA/NeCs terhadap penyembuhan luka sayat mencit.

Proses *electrospinning* dilakukan pada tegangan 11 kV, diameter jarum *syringe* 0,6 mm dan jarak ujung jarum dengan kolektor (TCD) 12 cm. Larutan PVA 10% (w/w) digunakan sebagai matriks dengan penambahan 0%, 5%, 10% dan 15% (w/w) NeCs. Sifat fisis (konduktivitas dan viskositas) larutan polimer PVA dan PVA/NeCs diuji menggunakan konduktometer dan viskometer. Morfologi membran dikarakterisasi menggunakan *scanning electron microscope* (SEM), dan sifat tariknya menggunakan *Universal Testing Machine* (UTM). Uji *in vivo* luka dilakukan selama 17 hari menggunakan membran PVA/NeCs yang dibandingkan dengan pembalut komersial (*Sofra-Tulle*) dan diujikan pada luka mencit yang dibagi kedalam 3 kelompok. Kelompok I (PVA murni), kelompok II (PVA/NeCs 15%/perlakuan) dan kelompok III (*Sofra-Tulle*).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan NeCs pada larutan PVA/NeCs menurunkan nilai viskositas, tetapi meningkatkan konduktivitas larutan. Sifat tarik membran PVA/NeCs yang dibuat menggunakan PVA *low molecular weight* mendekati sifat mekanis *native skin*. Nilai kuat tarik tertinggi didapat pada membran PVA/NeCs 5% (13,68 MPa) dan terendah terdapat pada membran membran PVA/NeCs 15% (8,27 MPa). Modulus elastisitas meningkat dari 36,69 MPa menjadi 59,70 MPa. Sedangkan untuk uji efektivitas penyembuhan luka menunjukkan bahwa membran PVA/CsNe 15% mampu mendekati kemampuan pembalut luka komersial.

**Kata kunci :** PVA, nanoemulsi kitosan, *electrospinning*, membran nanofiber *wound dressing*

## ABSTRACT

Polyvinyl alcohol (PVA) and chitosan are a combination of polymers commonly used as a wound dressing because they have biocompatible, biodegradable and non-toxic properties that can be developed to be the nanofiber membranes. Electrospinning is the easiest method and widely used in making nanofiber membranes. PVA/Chitosan membrane used as wound dressing must have native skin mechanical properties, i.e. high tensile strength (5-30 MPa) and medium modulus of elasticity (4.6-20 MPa). The purpose of this study was to determine the effect of adding chitosan nanoemulsion (NeCs) on the morphology and mechanical properties of PVA/NeCs nanofiber membranes. Moreover, knowing the usefulness of PVA and PVA/NeCs membranes on wound healing in mice wounds.

The electrospinning process was carried out at a voltage of 11 kV, the diameter of the syringe needle was 0.6 mm and the distance of the needle tip with the collector (TCD) was 12 cm. 10% PVA solution (% by weight) is used as a matrix mixed with NeCs using concentrations of 0%, 5%, 10% and 15% (weight%). The physical properties of the solution were tested using a conductometer and viscometer. Membrane morphology was observed using Scanning Electron Microscope (SEM), then examined its tensile properties using Universal Testing Machine (UTM). In vivo wound tests were carried out for 17 days using PVA / NeCs membranes compared to commercial wound dressing (Sofra-Tulle) and tested on mice wounds divided into 3 groups. Group I (pure PVA), group II (PVA / NeCs 15% / treatment) and group III (Sofra-Tulle).

The results showed that the addition of NeCs decreases the viscosity, but it increases the conductivity of the PVA/NeCs solution. Tensile properties of PVA / NeCs membranes made using PVA low molecular weight approached native skin mechanical properties. The highest tensile strength was obtained from PVA/NeCs 5% membrane (13.68 MPa) and the lowest was found in PVA/NeCs 15% membrane (8.27 MPa). Modulus of elasticity increased from 36.69 MPa to 59.70 MPa, whereas the effectiveness of wound healing test showed that 15% PVA/CsNe membrane was able to approach the commercial wound dressing capability.

**Keywords:** PVA, chitosan nanoemulsion, electrospinning, nanofiber membrane, wound dressing

## **KATA PENGANTAR**

Alhamdulillah puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, karena dengan rahmat dan hidayat-nya, penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Shalawat serta salam semoga senantiasa kita haturkan kepada junjungan kita Nabi besar Muhammad SAW, kepada keluarganya, para sahabatnya, serta umatnya hingga akhir zaman nanti, amin. Penyusunan tugas akhir ini diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Dengan judul **“PENGARUH KONSENTRASI NANOEMULSI KITOSAN (NeCs) TERHADAP SIFAT MEMBRAN NANOFIBER NeCs/PVA DAN APLIKASINYA SEBAGAI PEMBALUT LUKA SAYAT”**

Penulis sangat menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari sempurna, sehingga penulis berharap saran, kritik untuk kesempurnaan dalam tugas akhir ini. Akhir kata, penulis berharap semoga tugas akhir ini bermanfaat di kalangan akademik dan masyarakat luas.

**Yogyakarta, Desember 2018**

**Eka Wahyu Firmansyah**

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	ii
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	iii
<b>MOTTO</b> .....	iv
<b>INTISARI</b> .....	v
<b>ABSTRACT</b> .....	vi
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	vii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	viii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xi
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xiii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian .....	4
1.4 Manfaat Penelitian .....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI</b> .....	5
2.1 Tinjauan Pustaka .....	5
2.2 Dasar Teori .....	8
2.2.1 Penyembuhan luka .....	8
2.2.2 <i>Sofra-Tulle</i> .....	8
2.2.3 <i>Electrospinning</i> .....	9
2.2.3.1 Faktor yang mempengaruhi proses <i>electrospinning</i> .....	10
2.2.4 <i>Scanning Electron Microscope (SEM)</i> .....	14
2.2.5 Kitosan .....	15
2.2.6 <i>Polyvinyl Alcohol (PVA)</i> .....	16
2.2.7 Sifat Mekanis .....	17
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b> .....	19
3.1 Bahan Penelitian .....	19
3.2 Alat Penelitian .....	19



3.3 Skema Langkah Kerja .....	21
3.3.1 Pembuatan larutan PVA/NeCs .....	21
3.3.2 Fabrikasi membran PVA/NeCs .....	22
3.3.3 Pengujian <i>in vivo</i> pada mencit .....	23
3.4 Pelaksanaan Penelitian .....	24
3.4.1 Persiapan alat alat .....	24
3.4.2 Proses pembuatan larutan PVA.....	24
3.4.3 Proses pembuatan larutan PVA/NeCs.....	24
3.4.4 Pembuatan membran <i>nanofiber</i> PVA/NeCs .....	25
3.5 Instrumen Analisis dan Pengujian Sampel .....	25
3.5.1 Persiapan Sampel Uji Viskositas .....	25
3.5.2 Preparasi Sampel Uji Daya Hantar Listrik (DHL) .....	26
3.5.3 Preparasi Sampel Uji <i>Scanning Electron Microscope</i> (SEM)...	26
3.5.4 Preparasi Sampel Uji Tarik.....	27
3.5.5 Preparasi Sampel Uji <i>In Vivo</i> .....	30
3.6 Teknik Analisis .....	32
3.6.1 Karakterisasi morfologi membran <i>nanofiber</i> .....	32
3.6.2 Analisis Kuat Tarik .....	35
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>38</b>
4.1 Viskositas dan Daya Hantar Listrik (DHL) larutan NeCs/PVA.....	38
4.2 Analisis Morfologi Membran <i>Nanofiber</i> .....	39
4.3 Sifat Tarik Membran Nanofiber PVA/NeCs .....	43
4.4 Perbandingan sifat mekanis membran <i>nanofiber</i> NeCs/PVA .....	46
4.5 Aplikasi pada Luka Mencit .....	48
<b>BAB V KESIMPULAN .....</b>	<b>51</b>
5.1 Kesimpulan .....	51
5.2 Saran .....	51
<b>UCAPAN TERIMA KASIH .....</b>	<b>52</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>54</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>58</b>
LAMPIRAN 1 .....	58

LAMPIRAN 2 .....	71
LAMPIRAN 3 .....	75
LAMPIRAN 4 .....	77
LAMPIRAN 5 .....	79
LAMPIRAN 6 .....	99

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Skema <i>electrospinning</i> .....	9
Gambar 2.2 <i>Jet modelling</i> .....	10
Gambar 2.3 Berkas elektron mengenai permukaan benda (sampel).....	14
Gambar 2.4 Pelapisan (coating) pada bahan (sampel).....	15
Gambar 2.5 Grafik deformasi pada sampel uji tarik .....	17
Gambar 3.1 Mesin <i>electrospinning</i> .....	19
Gambar 3.2 Diagram alir pembuatan larutan PVA /CsNe.....	21
Gambar 3.3 Diagram alir fabrikasi membran PVA/CsNe .....	22
Gambar 3.4 Diagram alir pengujian <i>in vivo</i> mencit .....	23
Gambar 3.5 Viskometer Brookfield.....	26
Gambar 3.6 Sampel di dalam plastik .....	27
Gambar 3.7 Alat uji tarik dan spesifikasinya .....	27
Gambar 3.8 (A) Frame ukuran ASTM D882 .....	28
Gambar 3.9 Ukuran spesimen uji tarik ASTM D882 .....	29
Gambar 3.10 Mengukur ketebalan spesimen .....	30
Gambar 3.11 Membran yang menempel pada luka .....	31
Gambar 3.12 Pengukuran diameter <i>nanofiber</i> .....	32
Gambar 3.13 <i>Impor</i> data hasil pengujian SEM.....	33
Gambar 3.14 Panel “ <i>Sequence Options</i> ” .....	33
Gambar 3.15 “ <i>Set Scale</i> ” ukuran foto hasil pengujian SEM.....	34
Gambar 3.16 Pengukuran 400 titik pada hasil pengujian SEM .....	34
Gambar 3.17 Bagian yang akan dicari nilai modulus elastisitasnya.....	35
Gambar 3.18 <i>Impor</i> data hasil uji tarik .....	36
Gambar 3.19 Gambar 3.19 Panel “ <i>Sequence Options</i> ” .....	36
Gambar 3.20 Membuat Skala Modulus Elastisitas .....	37
Gambar 4.1 Morfologi hasil SEM membran PVA/NeCs .....	39
Gambar 4.2 Morfologi hasil SEM membran PVA/CsNe .....	39
Gambar 4.3 Distribusi diameter <i>nanofiber</i> pada membran.....	41
Gambar 4.4 Diameter rata-rata membran nanofiber .....	41
Gambar 4.5 Hasil kurva tegangan-regangan membran PVA/CsNe.....	43

Gambar 4.6 Nilai kuat tarik rata-rata membran <i>nanofiber</i> .....	44
Gambar 4.7 Nilai Modulus Elastisitas membran <i>nanofiber</i> .....	45
Gambar 4.8 Nilai regangan membran <i>nanofiber</i> .....	46
Gambar 4.9 Perbandingan nilai kuat tarik.....	47
Gambar 4.10 Perbandingan nilai modulus elastisitas .....	47
Gambar 4.11 Hasil penyembuhan luka .....	49
Gambar 4.12 Perkembangan luka pada mencit.....	50

## **DAFTAR TABEL**

Tabel 2.1 Sumber dari kitin dan persentasenya .....	16
Tabel 3.1 Perbandingan PVA /CsNe.....	25
Tabel 4.1 Hasil Uji Viskositas dan DHL .....	38
Tabel 4.2 Pengaruh viskositas terhadap diameter rata rata membran .....	42
Tabel 4.3 Pengaruh DHL terhadap diameter rata rata membran .....	42