



# Program Studi Teknik Mesin

## Lembar Persetujuan Naskah Publikasi dan Abstrak Tugas Akhir (TA)

Judul TA: KARAKTERISASI SIFAT TARIK MEMBRAN SERAT NANO POLIVINIL ALKOHOL (PVA)/KITOSAN YANG DI FABRIKASI DENGAN METODE ELEKTROSPINNING

Judul Naskah Publikasi: KARAKTERISASI SIFAT TARIK MEMBRAN SERAT NANO POLIVINIL ALKOHOL (PVA)/KITOSAN YANG DI FABRIKASI DENGAN METODE ELEKTROSPINNING

Nama Mahasiswa: RAFI IMAM AR RASYIID

NIM: 20130130203

Pembimbing 1: Dr. Ir. Harini Sosiati, M.Eng.

Pembimbing 2: Ir. Aris Widyo Nugroho, M.T., Ph.D.

Hal yang dimintakan persetujuan \*:

- |   |  |                                |                                |
|---|--|--------------------------------|--------------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> Abstrak berbahasa Indonesia | <input checked="" type="checkbox"/> Naskah Publikasi | <input type="checkbox"/> ..... | <input type="checkbox"/> ..... |
| <input checked="" type="checkbox"/> Abstrak berbahasa Inggris   | <input type="checkbox"/> .....                       | <input type="checkbox"/> ..... | <input type="checkbox"/> ..... |

\*beri tanda ✓ di kotak yang sesuai

Tanda Tangan

Nama Mahasiswa

**RAFI IMAM AR RASYIID**  
NIM. 20130130203

Tanggal

15.8.2018

### Persetujuan Dosen Pembimbing dan Program Studi

Disetujui

Tanda Tangan

Dosen Pembimbing

**Dr. Ir. Harini Sosiati, M.Eng.**  
NIK. 19701291510123088

Tanggal

15-8-2018

Tanda Tangan

Ketua Program Studi

**Berli Paripurna Karniel, S.T., M.Eng.Sc., Ph.D.**  
NIK. 19740302200104123049

Tanggal

15/08/18

## TUGAS AKHIR

### **KARAKTERISASI SIFAT TARIK MEMBRAN SERAT NANO POLIVINIL ALKOHOL (PVA)/KITOSAN YANG DIFABRIKASI DENGAN METODE ELEKTROSPINNING**

**Rafi Imam Ar Rasyiid**

*Program Studi S-1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta  
Jl. Lingkar Barat, Tamantirto, Kasihan, Bantul 55183.*

e-mail: Rasyiid.RIA@gmail.com

#### ABSTRAK

Kitosan dan polyvinyl alcohol (PVA) merupakan bahan biopolymer yang banyak dikembangkan guna aplikasi dibidang biomedis, diantaranya sebagai bahan pembalut luka karena sifatnya yang memberikan efek penyembuhan dan dapat menyesuaikan terhadap jaringan tubuh pasien. Pembalut luka dibuat dengan basis membran serat nano (nanofiber) menggunakan metode elektrospinning sehingga dapat meningkatkan mutu serta kualitas produk. Untuk menghasilkan membran serat nano yang baik maka diperlukan preparasi material yang tepat. Oleh karena itu, pada penelitian ini dibuat membran serat nano dari bahan kitosan dan PVA pada kondisi blend menggunakan metode electrospinning dengan memvariasi konsentrasi kitosan untuk mendapatkan pengaruh penambahan konsentrasi kitosan pada larutan PVA terhadap perubahan morfologi dan sifat tarik membran serat nano kitosan/PVA.

Pembuatan serat nano terlebih dahulu dilakukan dengan melarutkan kitosan pada kondisi asam menggunakan 2% asam asetat dengan variasi konsentrasi kitosan 1%, 3%, 5%, dan 7%. Selanjutnya larutan kitosan sebagai filler dicampurkan pada 10% polyvinyl alcohol (PVA) pada persentase pencampuran PVA dan kitosan 95:5. Parameter elektrospinning yang digunakan meliputi tegangan 18 kV, jarak TCD 16,5 cm, diameter internal (ID) jarum syringe 0,6 mm dan flow rate 0,33  $\mu$ l/min. Pada penelitian ini dilakukan karakterisasi diantaranya uji fisis dan mekanis. Uji fisis yang dilakukan meliputi pengujian viskometer dan Scanning Electron Microscopy (SEM), sedangkan uji mekanis dilakukan pengujian tarik dengan standar pengujian ASTM D 882 menggunakan universal testing machine (UTM).

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa sifat larutan spinning mempengaruhi morfologi membran serat nano. Kenaikan viskositas mampu mempengaruhi keseragaman diameter serat nano. Larutan tanpa penambahan kitosan menghasilkan viskositas yang paling rendah yaitu 339,9 cP dengan persebaran ukuran diameter serat yang didominasi oleh serat berukuran 150 nm. Nilai viskositas paling tinggi ditunjukkan pada pencampuran kitosan 7% yaitu 564,9 cP yang didominasi serat nano berukuran 350 nm. Adapun hasil uji sifat tarik menunjukkan bahwa membran serat nano pada pencampuran kitosan 7% memiliki nilai kuat Tarik yang paling rendah yaitu 3,68 MPa elongasi max 160%. Hasil optimum ditunjukkan pada sampel dengan penambahan konsentrasi kitosan 3% yang memiliki kuat Tarik paling tinggi sebesar 5,6207 MPa elongasi max 150% dengan rata-rata ukuran diameter mencapai 271 nm. Membran serat nano dengan penambahan konsentrasi kitosan sebesar 3% memenuhi kualifikasi standar material pembalut luka (kuat tarik 1-24 MPa dan elongasi 17-207%).

**Kata kunci :** polyvinyl alcohol (PVA), kitosan, elektrospinning, serat nano, sifat tarik.

#### 1. PENDAHULUAN

Potensi nanoteknologi sampai saat ini masih dikembangkan dan mampu memberikan sumbangsih yang sangat besar terhadap perkembangan berbagai industri, salah satunya industri kesehatan. Aplikasi nanoteknologi dalam industri kesehatan dapat meningkatkan nilai fungsional ataupun mutu suatu material. Hal tersebut dapat tercapai karena penciptaan maupun rekayasa struktur dalam skala nanometer menunjukkan keunggulan yang sangat jelas terlihat terutama dari segi struktur, kekuatan, sifat elektrik,

magnetik, mekanik, optik, maupun kimia (Garimella & Eltorai, 2017).

Salah satu penerapan ilmu nanoteknologi dalam bidang kesehatan yang tengah banyak dikembangkan adalah pembuatan serat nano (nanofiber) sebagai media pembalut luka (wound dressing) (Chellamani *et al.* 2012). Serat nano didefinisikan sebagai serat yang memiliki rentang ukuran diameter 100-500 nm (Wahyudi dan Sugiyana, 2011). Pembalut luka dengan struktur serat nano memiliki keunggulan antara lain: (1) Hemostatis: bersifat menutup luka dengan skala yang lebih kecil sehingga dapat menghentikan maupun memperkecil resiko pendarahan berlebih; (2)

*Permeability*: struktur dari serat nano memiliki pori-pori yang lebih kecil, hal ini memberikan dampak positif untuk respirasi sel terhadap luka yang masih basah. Pori-pori serat nano yang berukuran sangat kecil dapat menghambat bakteri-bakteri yang dapat menyebabkan infeksi pada luka; (3) *Comformability*: serat nano memiliki tekstur yang sangat fleksibel sehingga dapat menyesuaikan kontur pada luka yang dapat menimbulkan ketidaknyamanan pada tubuh; (4) *Functionality*: serat nano memiliki reaktivitas yang lebih tinggi dibandingkan pembalut luka biasa sehingga proses penyembuhan berlangsung lebih cepat.

Membran pembalut luka pada umumnya berfungsi untuk menutupi luka, membantu mengurangi rasa sakit, hingga membantu pembentukan jaringan baru. Adapun kriteria material yang dapat digunakan untuk bahan pembalut luka yakni: material harus bersifat tidak beracun (nontoxic), tidak menyebabkan alergi, dapat disterilkan, mempunyai sifat mekanik memenuhi standar, awet (durability) dan dapat menyesuaikan terhadap jaringan tubuh (Ratnawati *et al.* 2013).

Dalam upaya pengembangannya, nanoteknologi tengah merujuk pada pemanfaatan bahan berbasis polimer alam. Salah satu polimer alam yang banyak dikembangkan yaitu kitosan. Selain ketersediaannya banyak, kitosan merupakan salah satu senyawa turunan dari kitin yang memiliki potensi aplikasi kesehatan yang luas. Material ini berbentuk padatan amorf dan memiliki struktur kristal tetap dari bentuk awal kitin (Rokhati, 2006). Kitosan memiliki sifat diantaranya sebagai bahan anti bakteri, tidak beracun, biorenewable dan biodegradable terhadap jaringan tubuh sehingga banyak dikembangkan sebagai bahan biomedis (Meilanny *et al.*, 2015). Kitosan menunjukkan sifat biocompatibility yang sangat baik serta memberikan efek positif terhadap proses penyembuhan luka (Ayu *et al.*, 2013).

Pada era tradisional penggunaan kitosan dapat dilakukan dengan ditaburkan pada luka luar yang terbuka untuk membantu mempercepat penyembuhan. Akan tetapi dalam proses penyembuhan tersebut, kitosan akan mengeras membentuk kerak sehingga menyebabkan rasa nyeri terutama di bagian luka pada persendian. Seiring berkembangnya teknologi, kitosan mulai dikembangkan menjadi berbagai bentuk salah satunya dalam bentuk membran serat nano.

Pembuatan serat nano berbahan dasar biopolimer dapat dilakukan dengan menggunakan beberapa metode seperti Template Synthesis (Martin, 1995), Scaffolds (Martínez-Pérez *et al.* 2011), Self-Assembly (Mendes *et al.* 2017), Drawing (Ondarçuhu & Joachim, 2007), dan Elektrosinning (Li & Xia, 2004). Namun untuk saat ini elektrosinning merupakan metode yang paling sederhana namun mampu menghasilkan serat nano dengan rentang ukuran 0,04-2 mikron (wahyudi, 2011). Metode ini memanfaatkan pengaruh medan listrik

dalam menghasilkan pancaran benang polimer (jet polymer). Parameter elektrosinning yang dapat mempengaruhi keseragaman dan morfologi fiber yang dihasilkan pada proses elektrosinning diklasifikasikan ke dalam dua kategori yaitu: (1) sifat polimer (berat molekul, konsentrasi larutan, viskositas, konduktivitas, dan tegangan permukaan); dan (2) parameter proses elektrosinning meliputi besar tegangan listrik, laju aliran larutan, dan TCD (TCD = Tip to Colector Distance) (Thompson *et al.* 2007).

Dalam penelitian ini telah dilakukan pembuatan komposit serat nano (nanofiber) PVA/kitosan *blend* dengan metode elektrosinning. Observasi dilatar belakangi oleh masih sedikitnya penelitian mengenai pengaruh konsentrasi kitosan terhadap morfologi dan sifat tarik komposit serat nano PVA/kitosan *blend* yang diproduksi dengan metode elektrosinning.

Paipitak *et al.* (2010) melaporkan penelitian mengenai karakteristik serat nano PVA/kitosan yang disiapkan menggunakan metode elektrosinning. Pada penelitian tersebut, sampel larutan dipreparasi dengan mencampurkan PVA/kitosan pada perbandingan 80:20 dengan memvariasi konsentrasi kitosan (3, 4, dan 5 w/w). Penelitian yang dilakukan hanya sebatas meneliti mengenai karakterisasi morfologi dan sifat fisis material.

Biazar *et al.* (2015) melakukan penelitian serupa, namun dalam penelitian tersebut dilakukan pengujian mekanis terhadap sampel PVA/kitosan *blend* pada konsentrasi 5% kitosan dengan perbandingan pencampuran PVA/kitosan 80:20. Oleh karena itu, pada penelitian ini dilakukan secara lebih lanjut dengan meneliti pengaruh konsentrasi kitosan terhadap sifat tarik dan morfologi membran serat nano PVA/kitosan pada persentase pencampuran (*blend*) 95:5. Variasi konsentrasi kitosan yang diteliti telah ditentukan pada 0 wt %, 1 wt %, 3 wt %, 5 wt %, dan 7 wt %, sedangkan PVA yang digunakan mengacu pada penelitian sebelumnya menggunakan konsentrasi 10 wt %.

Pertimbangan yang mendasari penentuan konsentrasi kitosan (0, 1, 3, 5, dan 7 wt %) pada penelitian ini dimaksudkan untuk digunakan sebagai data pembandingan terhadap penelitian sebelumnya, dan mendapatkan perbandingan sifat tarik dan modulus elastisitas guna memenuhi syarat bahan yang didapat digunakan sebagai pembalut luka.

## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1. Pembuatan Larutan PVA/kitosan *Blend*

Peralatan yang digunakan telah melalui tahap sterilisasi etanol sebelum digunakan. Preparasi larutan dilakukan dalam 3 tahap, diawali dengan membuat larutan kitosan dengan konsentrasi 1, 3, 5, dan 7% wt pada 2% asam asetat, kemudian

dilanjutkan dengan pembuatan larutan PVA dengan konsentrasi 10% wt pada larutan aquades. Langkah terakhir yaitu pembuatan larutan *blend* PVA/kitosan. Fabrikasi larutan kitosan diawali dengan mengencerkan asam asetat dengan kepekatan 100% menjadi 2% dalam aquades.

Proses fabrikasi larutan PVA 10% dilakukan dengan melarutkan 10 gr PVA gohsenol kedalam 100 gr larutan aquades. Proses pelarutan dilakukan pada temperatur 90°C dan kecepatan pengadukan 300 rpm selama 1 jam menggunakan magnetic stirrer. Tahap selanjutnya yaitu fabrikasi larutan PVA/kitosan. Fabrikasi larutan PVA/kitosan dilakukan dengan mencampurkan larutan PVA dengan kadar 10% wt dengan larutan kitosan untuk masing masing konsentrasi. Pencampuran dilakukan pada perbandingan PVA dan kitosan 95:5. Proses pengadukan dilakukan pada temperature 80°C selama 45 menit. Perbandingan konsentrasi larutan PVA/kitosan ditampilkan pada tabel 2.2.

Tabel 2.2. Perbandingan konsentrasi larutan *blend* PVA/kitosan

No	konsentrasi larutan	Kitosan	PVA	perbandingan
1	PVA	-	10%	95:5
2	PVA/kitosan 1% wt	1 %		
3	PVA/kitosan 3% wt	3 %		
4	PVA/kitosan 5% wt	5 %		
5	PVA/kitosan 7% wt	7 %		

## 2.2. Proses Optimasi Elektrospinning

Proses optimasi elctrospinning diawali dengan menyiapkan larutan PVA 10% (w/w) sebanyak 5 ml yang dimasukan pada syringe. Tahap selanjutnya yaitu mengatur setup elektrospinning diantaranya tegangan, jarak, diameter spinnerate. Optimasi dilakukan dengan menguji sampel pada tegangan 10, 15, 18, dan 20 kV pada TCD yang divariasi.

## 2.3. Pembuatan Membran Serat Nano

Fabrikasi membran serat nano dilakukan pada parameter optimum elektrospinning. Proses fabrikasi membran terbagi menjadi 2, diantaranya fabrikasi sampel optik dan sampel uji tarik. Pembuatan sampel optik dilakukan pada sebuah gelas preparat yang ditempelkan pada bidang kolektor selama 15 detik. Sedangkan sampel uji tarik dilakukan selama 3 jam pada bidang alumunium foil yang ditempelkan pada plat kolektor.

## 2.4. Preparasi Sampel Pengujian Optik

Sampel pengujian Optik disiapkan pada sebuah gelas preparat dengan waktu pembuatan selama 15 detik. Adapun langkah pengujian *Optical microscope* adalah sebagai berikut:

- Membersihkan kaca preparat dengan larutan etanol pada tisu.
- Penempelan kaca preparat pada plat kolektor.
- Running membran serat nano menggunakan alat elektrospinning (15 detik). Pengamatan morfologi serat nano pada sampel preparat menggunakan Optik al microscope.

## 2.5. Preparasi Sampel Pengujian Mekanis

Sampel pengujian mekanik difabrikasi menggunakan alat elektrospinning. Proses pembuatan dilakukan selama 3 (tiga) jam pada bidang alumunium foil yang dilekatkan pada plat kolektor. membran harus didiamkan selama 24 jam untuk mencapai kepadatan sebelum diangkat. Pembuatan spesimen dilakukan sesuai dengan standar ASTM D882.

Adapun spesifikasi pengujian mekanik yang direkomendasikan dalam standar ASTM D882 yakni: Dimensi spesimen: 40 x 10 mm, Gauge length: 20 mm, Strain rate: 5 mm/min, Load cell: 100 N.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

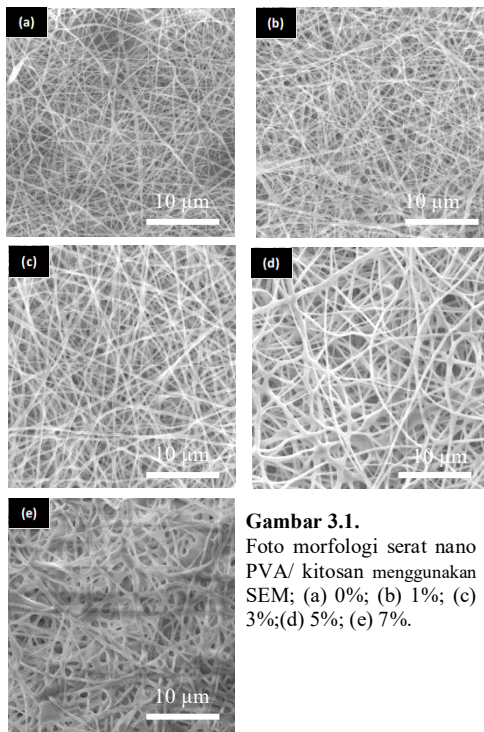
### 3.1. Proses Optimasi Elektrospinning

Dalam proses pembuatan membran serat nano PVA/kitosan kondisi optimum dicapai pada tegangan 18 kV dan TCD 16,5 cm. membran serat nano yang terbentuk memiliki permukaan yang halus dan terdistribusi secara merata.

Selain parameter pembuatan elektrospinning, kondisi larutan “viskositas dan homogenitas” juga mempengaruhi membran serat nano yang dihasilkan. Larutan polimer dengan keseragaman rendah cenderung sulit untuk diproses elektrospinning. Pembentukan jet stream menjadi tidak stabil, molekul polimer akan saling memisahkan sehingga mengakibatkan tetes berlebih pada ujung tip. Pada saat terjadi tetes, jet polimer tidak langsung terbentuk melainkan terjadi spraying yang menghasilkan bitnik pada membran.

### 3.2. Hasil Pengujian SEM

Sebelum dilakukan analisa hasil uji tarik, perlu diamati juga morfologi permukaan membran pada komposit tersebut. Morfologi serat adalah salah satu faktor yang menyebabkan baik atau buruknya sifat mekanis membran serat nano. Berikut adalah hasil foto SEM membran serat nano PVA/kitosan 95:5 pada variasi konsentrasi kitosan pada 0%, 1%, 3%, dan 5% dan 7%.

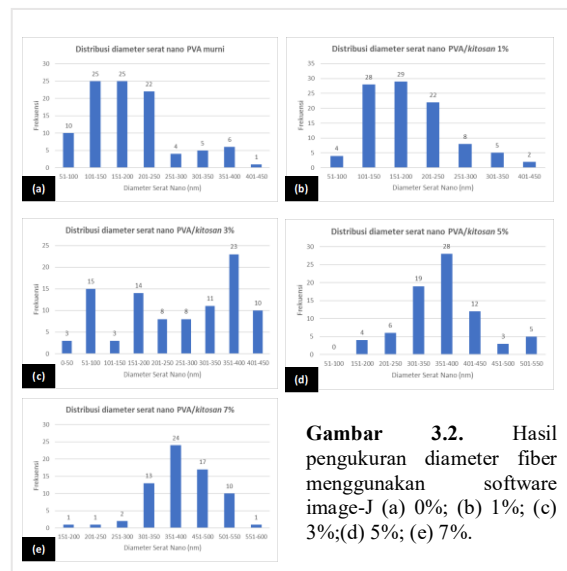


**Gambar 3.1.** Foto morfologi serat nano PVA/ kitosan menggunakan SEM; (a) 0%; (b) 1%; (c) 3%;(d) 5%; (e) 7%.

Gambar 3.1 memperlihatkan perbandingan antara penampakan serat nano konsentrasi 0 % sampai 7% PVA/kitosan *blend*. Gambar 3.1 [a] menunjukkan serat nano yang dihasilkan memiliki *beads* meskipun hanya tersebar pada beberapa titik. Penambahan konsentrasi kitosan sampai 7% menunjukkan produktivitas *beads* menurun. Hal ini membuktikan bahwa Konsentrasi kitosan mempengaruhi produktifitas *beads* pada serat nano. Semakin meningkatnya konsentrasi kitosan maka produksi *beads* cenderung lebih sedikit (Paipitak *et al.* 2010). Hal tersebut dikuatkan pada penelitian (Judawisastra *et al.* 2012) bahwa peningkatan konsentrasi akan mengakibatkan peningkatan massa molekul reaktif dari polimer dalam larutan akibat perubahan viskositas sehingga kemampuan electrospinning membentuk serat tanpa *beads* akan meningkat.

Gambar 3.1 [d] dan 3.1 [e] memperlihatkan morfologi serat nano dengan struktur serat yang semakin terpecah. Hal tersebut dikarenakan tingkat

kepekatan kitosan yang semakin tinggi menyebabkan terjadinya efek dekomposisi serat terhadap udara pada waktu inkubasi semakin membesar (Liu *et al.* 2014). Serat nano tanpa penambahan kitosan menunjukkan distribusi ukuran diameter serat yang sangat bervariasi. Penambahan kitosan sampai 7% menunjukkan pola diameter struktur serat nano yang semakin membesar. Untuk menunjukkan perubahan diameter struktur serat nano dilakukan melalui pengukuran menggunakan software Image-J. Pengujian dilakukan dengan mengukur 100 serat secara acak pada gambar SEM. Hasil pengukuran ditampilkan oleh gambar 3.2.

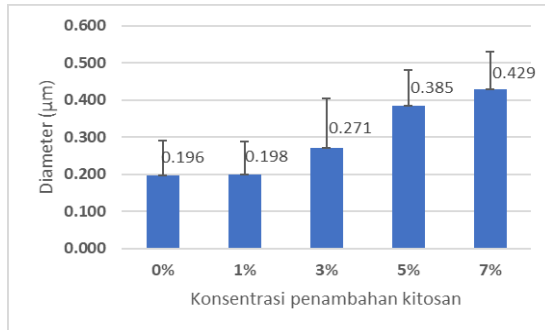


**Gambar 3.2.** Hasil pengukuran diameter fiber menggunakan software image-J (a) 0%; (b) 1%; (c) 3%;(d) 5%; (e) 7%.

Gambar 3.1 [a] dan [b] menunjukkan distribusi serat nano yang didominasi oleh serat berukuran 150 nm. Penambahan kitosan 1% menunjukkan efek yang tidak terlalu signifikan terhadap diameter serat nano PVA murni terlihat dari persebaran ukuran diameter serat yang didominasi oleh serat berukuran 150 nm. Sedangkan hasil pengukuran yang ditampilkan gambar 4.6 - 4.9 menunjukkan diameter serat nano yang semakin membesar. Hal ini mengindikasikan penambahan konsentrasi kitosan sampai 7% konsentrasi mengakibatkan peningkatan ukuran diameter serat nano hingga mencapai 800 nm pada konsentrasi 7%, meskipun pada konsentrasi ini masih didominasi serat nano berukuran 350 nm. Tetapi, pada penambahan konsentrasi kitosan 3%, diameter serat nano memperlihatkan distribusi yang paling tidak seragam.

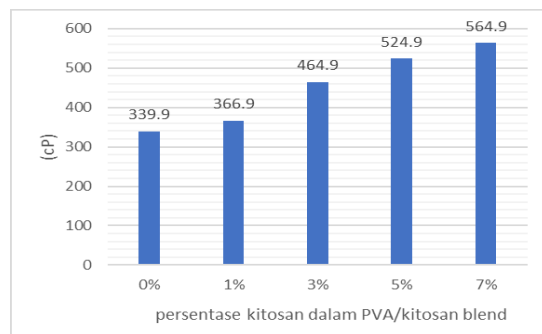
Sampel serat nano PVA/kitosan 3% menunjukkan pertumbuhan serat dengan ukuran kurang dari 100 nm yang sangat banyak meskipun pada konsentrasi ini didominasi oleh serat berukuran 350 nm. Fenomena ini kemungkinan disebabkan akibat adanya interaksi antara kelompok hidrogen pada penambahan konsentrasi

PVA/kitosan sehingga meningkatkan tolakan columbic dan kekuatan elektrostatis yang menyebabkan molekul akan menjadi semakin dekat satu sama lain dan diameter serat akan semakin mengecil (Abdullah *et al.* 2014).



**Gambar 3.3.** Korelasi antara diameter rata-rata serat nano terhadap konsentrasi PVA/kitosan

Gambar 3.3 menunjukkan penambahan konsentrasi kitosan terhadap PVA/kitosan *blend* yang semakin tinggi menyebabkan pertumbuhan ukuran diameter serat nano. Hal tersebut dikarenakan penambahan konsentrasi kitosan terhadap PVA/kitosan mengakibatkan viskositas larutan meningkat. Dengan viskositas yang tinggi akibat bertambahnya konsentrasi larutan menyebabkan berkurangnya penguapan pada zona instability yang akan menyebabkan bertambah besarnya diameter serat nano (Deniz, 2015). Korelasi antara persentase kitosan dalam PVA/kitosan *blend* terhadap nilai viskositas larutan ditampilkan pada gambar 3.4.



**Gambar 3.4.** Korelasi antara persentase kitosan dalam PVA/kitosan *blend* terhadap nilai viskositas larutan

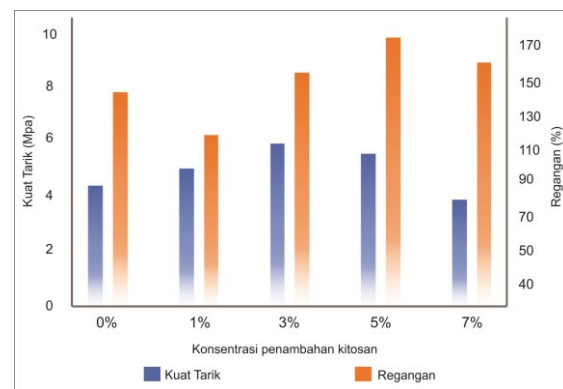
Penambahan konsentrasi kitosan 1% mengakibatkan kenaikan yang tidak terlalu signifikan terhadap sampel PVA murni. Hal ini sebanding dengan data yang ditampilkan pada uji pengukuran diameter serat nano dimana pertambahan ukuran diameter serat terlihat tidak terlalu tinggi. Disamping itu penambahan persentase kitosan dalam PVA/kitosan *blend* sampai

konsentrasi kitosan 7% mengakibatkan diameter rata-rata serat nano meningkat. Dengan begitu data yang diperoleh sebanding dengan data yang ditampilkan pada penelitian sebelumnya (Deniz, 2015).

### 3.3. Hasil Pengujian Mekanik

Pengujian tarik dilakukan guna mendapatkan data dari sifat tarik, regangan, dan sifat elastisitas dari membran serat nano PVA/kitosan *blend*. Data hasil pengujian sifat tarik membran serat nano PVA/kitosan *blend* ditunjukkan pada table 3.1 dan gambar 3.5.

#### a. Analisis Sifat Tarik



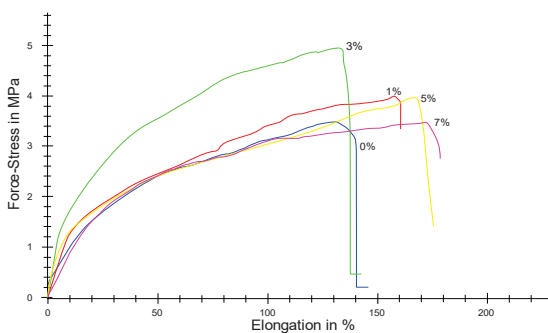
**Gambar 3.5.** Grafik pengaruh konsentrasi kitosan terhadap kuat tarik dan regangan dari membran serat nano PVA/kitosan *blend*

Gambar 3.5 menampilkan nilai kuat tarik dan regangan rata-rata dari sampel membran serat nano PVA/kitosan *blend* pada variasi konsentrasi kitosan. Berdasarkan data yang diperoleh, nilai kuat tarik tertinggi diperoleh pada sampel dengan penambahan 3% konsentrasi kitosan yakni sebesar  $5,6207 \pm 0,47$  MPa. Hal ini disebabkan oleh persebaran ukuran diameter serat nano pada yang dapat diamati bahwa pada konsentrasi penambahan 3% kitosan terjadi pertumbuhan serat dengan diameter kurang dari 100 nm yang sangat banyak sehingga mempengaruhi nilai kuat tarik membran serat nano. Namun pada penambahan 5% dan 7% konsentrasi kitosan menyebabkan nilai kuat tarik membran serat nano cenderung menurun.

Distribusi serat nano dengan penambahan 1% kitosan mengalami peningkatan ukuran diameter serat, sedangkan nilai kuat tarik yang dihasilkan cenderung meningkat dibandingkan dengan sampel membran serat nano PVA murni. Hal tersebut diakibatkan karena pengaruh penambahan kitosan pada PVA murni karena pada dasarnya serat nano kitosan murni memiliki nilai kuat tarik yang lebih tinggi daripada PVA (Biazar *et al.* 2015).

Nilai kuat tarik terendah diperoleh pada sampel membran serat nano dengan penambahan 7% konsentrasi kitosan hingga mencapai  $3,68 \pm 0,46$  MPa. Hal tersebut diakibatkan karena morfologi serat nano yang memperlihatkan struktur serat nano yang terpecah sehingga menurunkan nilai kuat tarik membran serat nano. Konsentrasi kitosan yang terlalu tinggi menyebabkan efek degradasi serat terhadap udara lingkungan pada waktu inkubasi semakin besar sehingga mempengaruhi sifat plastis membran serat nano (Liu *et al.* 2014). Disamping itu diameter rata rata serat nano akibat penambahan konsentrasi kitosan 5% sampai 7% menunjukkan pola kenaikan ukuran diameter yang sangat signifikan yang mana mengakibatkan nilai kuat tarik membran serat nano semakin menurun. Dengan demikian dapat ditarik kesimpulan bahwa diameter serat nano yang semakin kecil akan mengakibatkan nilai kuat tarik membran serat nano meningkat, dan sebaliknya jika diameter serat nano semakin besar maka akan didapatkan nilai kuat tarik yang lebih rendah.

Regangan yang dihasilkan pada sampel membran serat nano PVA murni mencapai 140,2 %. Nilai tersebut lebih tinggi daripada regangan pada sampel membran serat nano kitosan 1% (112,5 %) hal ini disebabkan oleh kitosan yang pada dasarnya memiliki nilai regangan yang rendah dari pada PVA murni (Biazar *et al.* 2015). Meskipun begitu penambahan kitosan sampai konsentrasi 5% menunjukkan pola peningkatan regangan dari membran PVA/kitosan. Hal ini membuktikan bahwa sifat membran pada konsentrasi yang semakin tinggi dengan persentase pencampuran 95:5 PVA/kitosan dihasilkan regangan yang semakin tinggi. Hasil pengujian tarik ditampilkan pada gambar 3.7.

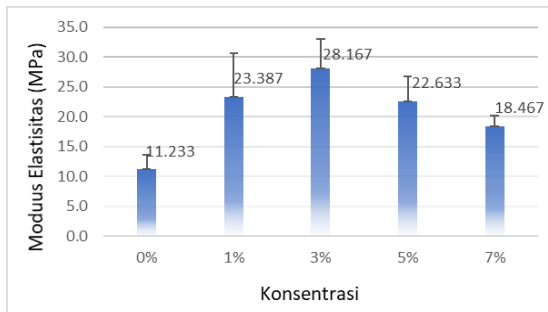


Gambar 3.7. Kurva pengaruh konsentrasi kitosan terhadap regangan dari

Berdasarkan Annaidh *et al.* (2011) pada penelitian Jansen and Rottier (1958), standar material untuk medis yang diperbolehkan yakni memiliki nilai elongasi antara 17%-207%, sedangkan nilai kuat tarik antara 1 MPa-24 MPa. Pada penelitian ini dihasilkan membran serat nano dengan nilai kuat tarik yang berkisar antara 3,68-5,62

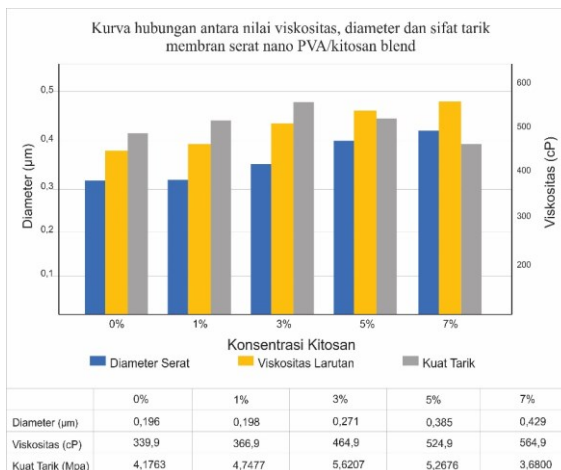
MPa dengan nilai regangan antara 112-176 % sehingga material tersebut termasuk ke dalam standar tersebut. Hal ini membuktikan bahwa bahan polimer PVA/kitosan *blend* untuk pembuatan serat nano dengan konsentrasi (0, 1, 3, 5, dan 7%) berpotensi untuk diaplikasikan sebagai pembalut luka (*wound dressing*).

**b. Analisis Modulus Elastisitas**



Gambar 3.8 Grafik pengaruh konsentrasi kitosan terhadap modulus elastisitas dari membran serat nano PVA/kitosan *blend*

Dapat diamati pada gambar 3.8 bahwa sampel membran serat nano dari PVA murni memiliki nilai modulus elastisitas terendah sebesar  $11,233 \pm 2,4$  MPa. Hal tersebut dikarenakan pada kondisi tanpa pencampuran kitosan sifat membran didominasi oleh perilaku plastis sehingga didapatkan nilai kuat tarik yang relatif rendah dengan regangan yang tinggi. Sedangkan penambahan presentase kitosan terhadap PVA/kitosan 1% sampai 7% *blend* menunjukkan pola berbanding lurus terhadap nilai kuat tarik membran serat nano. Nilai modulus elastisitas membran serat nano pada penambahan presentase kitosan 3% PVA/kitosan *blend* mendapatkan nilai tertinggi yaitu sebesar  $28,167 \pm 4,8$  MPa.

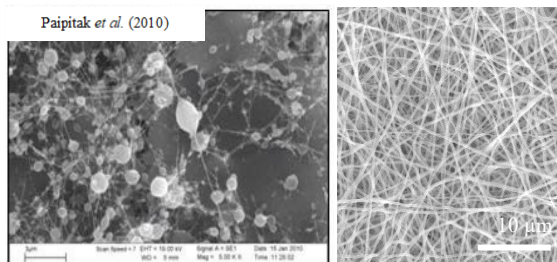


Gambar 3.9. Kurva hubungan antara nilai viskositas, diameter dan sifat tarik membran serat nano PVA/kitosan *blend*

Gambar 3.9 menampilkan diagram korelasi antara nilai viskositas, diameter dan sifat tarik dari membran serat nano. Konsentrasi kitosan yang semakin tinggi menghasilkan larutan dengan viskositas yang tinggi pula, sedangkan viskositas yang semakin tinggi menghasilkan diameter fiber yang relatif semakin besar. Sifat tarik yang dihasilkan menunjukkan peningkatan nilai kuat tarik sampai konsentrasi 3% penambahan kitosan. Penambahan konsentrasi kitosan lebih dari 3% menunjukkan pola penurunan nilai kuat tarik membran serat nano PVA/kitosan *Blend*.

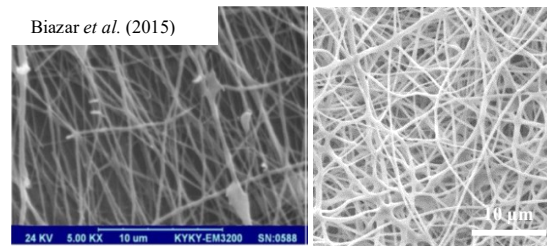
### c. Perbandingan hasil penelitian

Pada penelitian ini dilakukan perbandingan hasil penelitian kondisi morfologi permukaan membran dan diameter rata-rata serat nano dengan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Paipitak *et al.* (2010) dan Biazar *et al.* (2015) dengan bahan yang sama PVA/Kitosan. Perbandingan morfologi serat nano PVA/Kitosan 3% ditunjukkan pada gambar 4.1 sedangkan gambar 4.18 Perbandingan morfologi serat nano PVA/Kitosan 5% dengan penelitian Biazar *et al.* (2015).

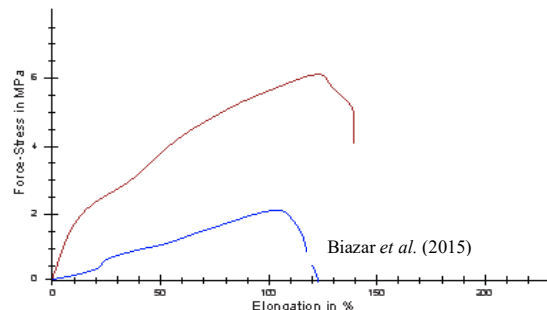


**Gambar 3.10.** Perbandingan morfologi serat nano PVA/Kitosan 3% dengan penelitian Paipitak *et al.* (2010)

Dapat diamati pada gambar 3.10, presentase pencampuran PVA/kitosan 8:2 yang dilakukan Paipitak *et al.* (2010) menunjukkan Pertumbuhan *beads* yang relatif banyak meskipun diameter rata-rata serat nano yang dihasilkan mencapai 100 nm. Hal ini dikarenakan, perbedaan parameter tegangan dan jarak TCD yang digunakan lebih besar yaitu 21-25 kV dan 10 cm. Sedangkan pada penelitian ini menggunakan tegangan 18 kV dan jarak TCD 16,5 cm. Kondisi tersebut didukung dengan penelitian yang dilakukan Thompson *et al.* (2007) yang menyatakan bahwa ketika semakin besar tegangan yang digunakan dan jarak TCD semakin dekat akan membuat beda potensial antar kutub positif dan negatif juga semakin meningkat. Semakin tinggi beda potensial maka ukuran serat akan semakin kecil karena medan listrik yang besar membuat serat mengalami regangan lebih besar.



**Gambar 3.11.** Perbandingan morfologi serat nano PVA/Kitosan 3% dengan penelitian Paipitak *et al.* (2010)



**Gambar 3.12.** Kurva perbandingan morfologi serat nano PVA/Kitosan 5% dengan penelitian Biazar *et al.* (2015)

Perbandingan penelitian Biazar *et al.* (2015) ditampilkan pada gambar 3.11 dan 3.12. Perbandingan morfologi serat nano PVA/Kitosan 5% pada persentase pencampuran 8:2 menunjukkan struktur serat yang tampak lebih lurus meskipun masih ditemukan beberapa *beads*, namun kekuatan yang dimiliki lebih rendah seperti ditunjukkan pada gambar 3.12. Hal ini dikarenakan, efek dari Pertumbuhan *beads* yang mengakibatkan ikatan silang antar serat menurun (uncroslink) Robaitullah (2017).

## 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis pada penelitian ini didapat kesimpulan bahwa membran serat nano dengan perbandingan pencampuran PVA/kitosan 95:5 berhasil difabrikasi hingga kondisi optimum menggunakan metode elektrospinning pada sampel konsentrasi PVA/kitosan 3% dengan tegangan 18 kV dan jarak TCD 16,5 cm. Hal tersebut dibuktikan dengan struktur serat nano yang menunjukkan pola penurunan kekuatan setelah konsentrasi kitosan dinaikkan sampai 7%.

Semakin tinggi konsentrasi kitosan maka viskositas larutan semakin tinggi yang menyebabkan diameter serat nano meningkat. Semakin besar ukuran diameter serat maka nilai kekuatan tarik cenderung menurun. Membran serat nano dengan konsentrasi 3% kitosan memiliki nilai kuat tarik paling tinggi antara (3,68-5,62 MPa), nilai modulus elastisitas (2,68-4,59 MPa) dan nilai regangan (112-176%). Membran serat nano dengan konsentrasi 3% kitosan memiliki potensi sebagai material untuk pembalut luka karena termasuk



dalam standar material medis yang mana harus memiliki nilai kuat tarik (1-24 MPa) dan nilai elongasi antara (17–207 %).

### UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini tidak terlepas dukungan dari berbagai pihak. Penulis secara khusus mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada pihak yang telah membantu. Peneliti telah banyak menerima bimbingan, petunjuk dan bantuan serta dorongan baik yang bersifat moral maupun material. Pada kesempatan ini penulis menyampaikan rasa terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

- 1). Dr. Harini Sosiati selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan arahan dan bimbingan tugas akhir.
- 2). Aris Widyo Nugroho. S.T., M.T., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan arahan dan bimbingan tugas akhir. Ir. Kunto Wandono selaku konsultan sekaligus suami dari ibu harini sosiati yang senantiasa memberi masukan dan arahan pengoperasian mesin elektrospinning.
- 3). Ir. Kunto Wandono yang telah banyak berperan sebagai pembimbing alat electrospinning dalam pelaksanaan penelitian.

Akhirnya kepada Allah Subhanallahu wa Ta'ala jualah senantiasa penulis berharap semoga pengorbanan dan segala sesuatu yang dengan tulus dan ikhlas telah diberikan dan penulis dapatkan akan selalu mendapat limpahan rahmat dan hidayah-Nya, Amin.

### DAFTAR PUSTAKA

- Annaidh A.N., Ottenio M., Garnier K.B., Gilchrist M.D. 2010. Mechanical Properties of Excised Human Skin. APBiomech. ISSN 1680-0737
- Biazar E., Zaeifi D., Keshel S.H., Ojani S., Hajiaghae A., Safarpour R., Seikholeslami M., Heidari B., Sadeghpour S. 2015. Design of Electrospun Poly vinyl alcohol/Chitosan Scaffold and Its Cellular Study. Journal of Paramedical Sciences (JPS). 6(3) 2008-4978.
- Chellamani, K. P., P. Sundaramoorthy, and T. Suresham. 2012. Wound Dressing Made out of Poly Vinyl Alcohol / Chitosan Nanomembranes. J. Acad. Indus. Res. 1 (11): 342–47.
- Deniz A.E., Calebioglu A., Kayaci F., Uyar T. 2015. Electrospun Polymeric Nanofibrous Composites Containing TiO<sub>2</sub> short nanofibers. Journal of Materials Chemistry and Physics. 129(3):701-704.
- Garimella, Roja and Adam E. M. Eltorai. 2017. Nanotechnology in Orthopedics. Journal of Orthopaedics. Elsevier 14(1): 30–33
- Jansen, L. H. and Rottier P. B. 1958. Some mechanical properties of human abdominal skin measured on excised strips. Dermatologica, Vol. 117: 65-83.
- Judawisastra H., Winiati W., Rahmadhiyanti P.A. 2012. Preparing Chitosan Nanofibers Without Beads by Means of PVA HAD Addition. Balai Besar Tekstil 27 (2): 55-101.
- Meilanny D.K.P., Pranjono, Hikmawati, D., (2015). Metode elektrospinning untuk mensintesis komposit berbasis alginat-polivinil alkohol dengan penambahan lendir bekicot. Jurnal Universitas Airlangga, Kampus C, Mulyorejo, Surabaya. 17(11): 65–71.
- Paipitak K., Pornpra T., Mongkotalang P., Techitdheera W., Pecharapa W. 2010. Characterization of PVA-Chitosan Nanofibers Prepared by Electrospinning. Institute of Technology Ladkrabang: Thailand.
- Ratnawati A, Djoni Izak R, Supardi A. 2013. Sintesis dan Karakterisasi Kolagen dari Teripang-Kitosan sebagai Aplikasi Pembalut Luka. Kampus C Mulyorejo, Surabaya 60115.
- Rokhati, N. 2006. Pengaruh Derajat Deasetilasi Khitosan Dari Kulit Udag Terhadap Aplikasinya Sebagai Pengawet Makanan. Skripsi. Semarang: Universitas Diponegoro. 10(2): 54-58.
- Thompson, C. J., G. G. Chase, A. L. Yarin, and D. H. Reneker. 2007. Effects of Parameters on Nanofiber Diameter Determined from Electrospinning Model. Journal of Polymer. 48(23):6913–22.
- Wahyudi T., dan sugiyana D. 2011. Pembuatan Serat Nano Menggunakan Metode Elektrospinning. Balai Besar Tekstil. ISBN: 1-60