

Program Studi Teknik Mesin

Lembar Persetujuan Naskah Publikasi dan Abstrak Tugas Akhir (TA)

Judul TA: Pembuatan dan Karakterisasi Membran Hibrid Nanofiber dengan Matriks Aloe Vera/Pva dan Nanoemulsi Kitosan sebagai Bahan Pengisi

Judul Naskah Publikasi: Pembuatan dan Karakterisasi Membran Hibrid Nanofiber Dengan Matriks Aloe Vera/Pva dan Nanoemulsi Kitosan sebagai Bahan Pengisi

Nama Mahasiswa: Wahyu Nur Fatihah

NIM: 20140130146

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

Pembimbing 2: Muhammad Budi Nur Rahman. S.T., M.Eng

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
Wahyu Nur Fatihah

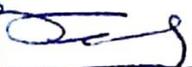
Tanggal 1-08-2018

Persetujuan Dosen Pembimbing dan Program Studi

Disetujui


Tanda Tangan
Dr. Ir. Harini Sosiati, M.Eng.

13-8-2018
Tanggal


Tanda Tangan
Berti Paripurna Karmel, S.T., M.Eng., Ph.D.

Tanggal 13 Agustus 2018



Pembuatan Dan Karakterisasi Membran Hibrid Nanofiber Dengan Matriks *Aloe Vera*/PVA Dan Nanoemulsi Kitosan Sebagai Bahan Pengisi

Wahyu Nur Fatihah^a, Harini Sosiati^b, Muhammad Budi Nur Rahman^c

^aProgram Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
 Jalan Lingkar Selatan Tamantirto, Kasihan, Bantul, DI Yogyakarta, Indonesia, 55183
wahyunurfatihah@gmail.com

Abstrak

Tujuan penelitian ini adalah untuk membuat membran hibrid nanofiber *Aloe vera*/PVA/nanoemulsi kitosan menggunakan elektrospinning dan mengetahui pengaruh konsentrasi larutan spinning *Aloe vera*/PVA/nanoemulsi kitosan terhadap morfologi serta sifat tarik membran *Aloe vera*/PVA/nanoemulsi kitosan. Larutan spinning *Aloe vera*/PVA/nanoemulsi kitosan dibuat melalui tiga tahap yaitu pembuatan larutan Polivinil Alkohol (PVA) (10% berat), pembuatan matriks *Aloe vera*/PVA (5% w/w) dan penambahan *filler* nanoemulsi kitosan kedalam matriks *Aloe vera*/PVA dengan konsentrasi 0, 3, 10, dan 15% (wt %). Selanjutnya membran hibrid nanofiber *Aloe vera*/PVA/nanoemulsi kitosan difabrikasi dengan metode elektrospinning pada kondisi yang telah dioptimasi, yaitu pada tegangan 15 kV, jarak jarum ke kolektor (TCD) 16,5 cm, dan diameter jarum 0,8 mm. Viskositas larutan spinning diukur dengan viscometer. Morfologi membran dikarakterisasi dengan *scanning electron microscope* (SEM) dan uji tarik membran dilakukan menggunakan *universal testing machine* (Zwick 0,5 Jerman, ASTM D 882).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kenaikan konsentrasi nanoemulsi kitosan (0%-15%) menurunkan diameter serat (366 nm – 180 nm) dan mempengaruhi struktur serat. Hasil pengujian sifat tarik membran hibrid nanofiber dengan penambahan konsentrasi nanoemulsi kitosan 0, 3, 10, dan 15% pada matriks *Aloe vera*/PVA memiliki nilai kuat tarik antara 2,3 – 5,49 MPa, regangan antara 127,89 – 200,44% dan modulus elastisitas berkisar antara 6,5 – 17,91 MPa. Hasil pengujian sifat tarik membran hibrid nanofiber dengan penambahan konsentrasi kitosan nano-emulsi 0, 3, 10, dan 15% berpotensi digunakan sebagai kandidat bahan pembalut luka (*wound dressing*), karena memiliki nilai kuat tarik, regangan, dan modulus elastisitas yang termasuk dalam standar material medis dengan nilai kuat tarik antara 1 – 24 MPa, nilai regangan (*elongasi*) antara 17 – 207%, dan nilai modulus elastisitas berkisar 2,9 – 54 MPa.

Kata Kunci: Lidah buaya, kitosan, elektrospinning, nanofiber, SEM, sifat tarik

Abstract

The present work, aims to fabricate the hybrid *Aloe Vera*/polyvinyl alcohol (PVA)/chitosan nano-emulsion nanofiber membranes by electrospinning and study the influence of the concentration of *Aloe Vera*/PVA/chitosan nano-emulsion spinning solution on the morphology and tensile properties of the membranes. The spinning solution of *Aloe Vera*/PVA/chitosan nano-emulsion was prepared through three steps starting from the preparation of PVA solution (10% w/w), *Aloe Vera*/PVA solution (5% w/w) as a matrix and then the addition of chitosan nano-emulsion into the *Aloe Vera*/PVA solution with various concentrations of 0, 3, 10, and 15% (wt%). After that the hybrid of *Aloe Vera*/PVA/chitosan nano-emulsion membranes were prepared by electrospinning under the optimized conditions of applied voltage 15 kV, a fix distance from a needle tip to the collector plate (TCD) 16.5 cm and a needle diameter 0.8 mm. A viscosity of the spinning solution was measured with a viscometer. The morphology and tensile test of the membranes was characterized by scanning electron microscope (SEM) and conducted using a universal testing machine (Zwick 0,5 Jerman, ASTM D 882), respectively.

The results showed that an increase of chitosan nano-emulsion concentration (0%-15%) decreases fiber diameter from 366 nm to 180 nm and increases tensile properties of the membranes: i.e. from 2.3 MPa to 5.49 MPa for tensile strength, from 127.89 to 200, 44% for elongation and from 6.5 to 17.91 MPa for tensile modulus. Based on the results, the membranes with all chitosan nano-emulsion concentrations 0, 3, 10, and 15% (wt%) are potentially used as wound dressing material in the near future, due to their tensile properties are included in the range of standard biomedical material: i.e. tensile strength, elongation and tensile modulus are ranging from 1 to 24 MPa, from 17 to 207%, from 2.9 to 54 MPa, respectively.

Keywords: *Aloe vera*, chitosan, electrospinning, nanofiber, SEM, tensile properties

1. PENDAHULUAN

Perkembangan nanomaterial berbasis polimer alam tengah ramai diteliti dewasa ini. Adapun berkembangnya polimer alam sebagai bahan nanomaterial didukung oleh minat peneliti di dunia, sebab nanomaterial memiliki banyak kegunaan untuk di aplikasikan di berbagai bidang, baik untuk energi, kosmetik, bahan tekstil maupun untuk kesehatan (Mutia dan Eriningsih, 2012; Hamman, 2008; Subbiah dkk, 2005; Riyanto dkk, 2011).

Lidah buaya (*aloe vera*) dan kitosan merupakan polimer alam yang banyak terdapat di bumi khususnya negara tropis. Di mana komponen utama yang terkandung dalam *aloe vera* adalah lendir dan gel, adapun 99,5% berupa air dan 0,5% terdiri atas bahan padat dari berbagai senyawa seperti enzim, mineral, fenolik, asam organik, serta vitamin yang larut dalam air maupun yang larut dalam lemak (Hamman, 2008).

Aloe vera telah dipercaya selama 2000 tahun sebagai media pengobatan tradisional yang banyak digunakan pada negara kontemporer seperti Cina, India, Hindia Barat, dan Jepang (Boudreau dan Baland, 2007). Dalam industri farmasi pada umumnya penggunaan *aloe vera* hanya digunakan sebagai salep, kapsul atau tablet dalam proses penyembuhan (Hamman, 2008). Sedangkan kitosan merupakan polimer karbohidrat alami yang diproses melalui destilasi parsial kitin (Peter MG, 1995).

Dari sifat kitosan yang ideal sebagai polimer alam, kitosan juga mudah disintesis, biokompatibel, *biodegradable*, dan tidak beracun. Hal ini menjadikan kitosan sebagai pelarut organik yang baik dan dapat diaplikasikan untuk obat, polinukleotida, dan protein (Tiyaboonchai, 2003). Namun, seiring berkembangnya teknologi *aloe vera* dan kitosan tidak hanya diproduksi menjadi obat, salep, maupun kapsul melainkan dapat dibuat juga sebagai membran nanofiber.

Serat nano atau nanofiber dapat didefinisikan sebagai serat yang memiliki ukuran diameter berkisar antara 100 - 500 nm (Subbiah dkk, 2005). Nanofiber dapat diproduksi dengan menggunakan metode elektrospinning. Elektrospinning dipilih karena metodenya yang sederhana, fleksibel dalam menghasilkan berbagai serat polimer, dan konsisten dalam memproduksi serat dalam rentang submikron. Pada prinsipnya elektrospinning memanfaatkan beda potensial dari tegangan tinggi untuk membuat membran nanofiber, dimana jet elektrostatis pada kutub positif akan tertarik oleh kutub negatif karena adanya tegangan tinggi yang diberikan oleh *high voltage source* (Subbiah dkk, 2005).

Dari beberapa rujukan referensi dan studi yang telah dilaporkan, penelitian tentang pembuatan membran nanofiber menggunakan metode elektrospinning telah banyak diteliti. Namun, masih sedikit yang meneliti tentang pembuatan membran hibrid nanofiber, sehingga informasi yang didapat terbatas.

Abdullah dkk (2014) telah melaporkan bahwa PVA telah berhasil digabungkan dengan lidah buaya (*aloe vera*). Penggabungan tersebut dilakukan melalui teknik elektrospinning dengan hasil karakterisasi menggunakan *scanning electron microscopy* (SEM) yang menunjukkan penurunan diameter serat hingga 123 nm. Uslu dkk (2010) membuat membran hibrid nanofiber dari penggabungan bahan PVA, PEG, PVP, HPMC dengan *aloe vera*, di mana pada analisis SEM menunjukkan bahwa dengan penambahan 3% *aloe vera* (2 wt%) didapatkan hasil serat yang seragam tanpa adanya *beads* dan menjadi calon yang menjanjikan untuk aplikasi pembalut luka (*wound dressing*). Widodo (2017) telah melakukan penelitian tentang penggabungan PVA dan *Aloe vera* dengan konsentrasi 0, 2, 4, dan 6 % ($^{w/w}$) menggunakan metode elektrospinning. Hasil citra SEM dan uji tarik menunjukkan bahwa spesimen dengan konsentrasi 4% memiliki ukuran diameter terkecil dan memiliki kuat tarik tertinggi dibanding konsentrasi lainnya, namun pada konsentrasi 6% ukuran diameter membesar dan nilai kuat tarik menurun secara signifikan.

Oleh karena itu, penelitian ini mengambil konsentrasi diantaranya yaitu 5%. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membuat membran hibrid nanofiber *Aloe vera*/PVA/nanoemulsi kitosan, yang dilakukan melalui beberapa tahap. Tahapan pengerjaan dimulai dengan membuat larutan polivinil alkohol (PVA). Kedua adalah pembuatan matriks *Aloe vera*/PVA. Ketiga adalah penambahan *filler* kitosan nano-emulsi

kedalam matriks *Aloe vera*/PVA dengan konsentrasi 0, 3, 10, dan 15% (wt %). Tahap keempat adalah proses pembuatan membran hibrid nanofiber menggunakan elektrospinning. Tahap terakhir adalah karakterisasi membran seperti uji viskositas, SEM, dan pengujian tarik untuk mengetahui sifat tarik dari membran.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Bahan Penelitian

1. Polivinil alkohol (PVA) gohsenol ($M_w = 22.000$ g/mol)
2. Aquades
3. *Aloe vera powder*
4. Nanoemulsi kitosan yang digunakan diproduksi oleh Dr. Yusmaniar selaku dosen Fakultas MIPA dan Kimia di Universitas Negeri Jakarta.

2.2 Persiapan larutan *Aloe vera*/PVA/nanoemulsi kitosan

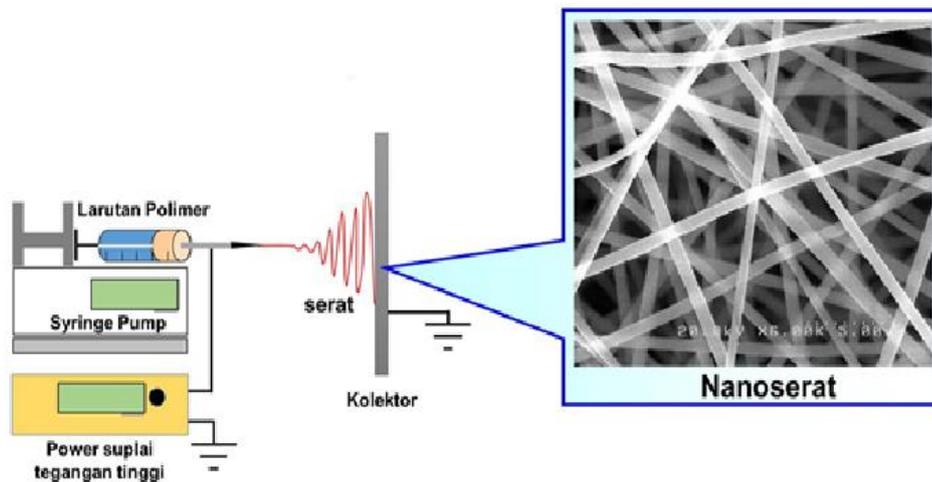
Proses persiapan larutan dimulai dengan membuat larutan PVA 10% (w/w), yaitu dengan melarutkan 10 g PVA kedalam 100 g aquades yang dilakukan pada suhu $80^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ selama 1 jam menggunakan *hot plate stirrer*.

Selanjutnya, proses pembuatan matriks (*Aloe vera*/ PVA) dengan mencampur 5 g *aloe vera powder* ke dalam 100 g larutan PVA 10% (w/w). Proses pencampuran dilakukan dengan menggunakan metode yang sama dengan pembuatan larutan PVA 10% (w/w) sebelumnya. Sebelum masuk ke tahap pemberian *filler*, larutan *Aloe vera*/PVA di optimasi menggunakan alat viscometer untuk diketahui nilai kekentalan dari larutan.

Proses terakhir adalah penambahan *filler* nanoemulsi kitosan kedalam matriks *Aloe vera*/PVA dengan konsentrasi 0, 3, 10, dan 15% (wt %) pada menggunakan suhu kerja antara $35\text{-}40^\circ\text{C}$ selama 1 jam.

2.3 Fabrikasi membran hibrid nanofiber

Pembuatan membran hibrid nanofiber *Aloe vera*/PVA/nanoemulsi kitosan dilakukan menggunakan metode elektrospinning (Gambar 1). Pembuatan membran diawali dengan memasukkan 3 ml larutan dari masing-masing konsentrasi (0, 3, 10 dan 15%). Parameter optimal yang digunakan dalam pembuatan membran hibrid nanofiber *Aloe vera*/PVA/nanoemulsi kitosan adalah dengan tegangan 15 kV, jarak antara jarum ke kolektor (TCD = *Tip of Colector Distance*) 16,5 cm, laju aliran 8,33 $\mu\text{m}/\text{menit}$, dan diameter jarum 0,8 mm (G21). Pembuatan membran hibrid nanofiber dilakukan menggunakan alat elektrospinning milik laboratorium nanomaterial jurusan teknik mesin fakultas teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.



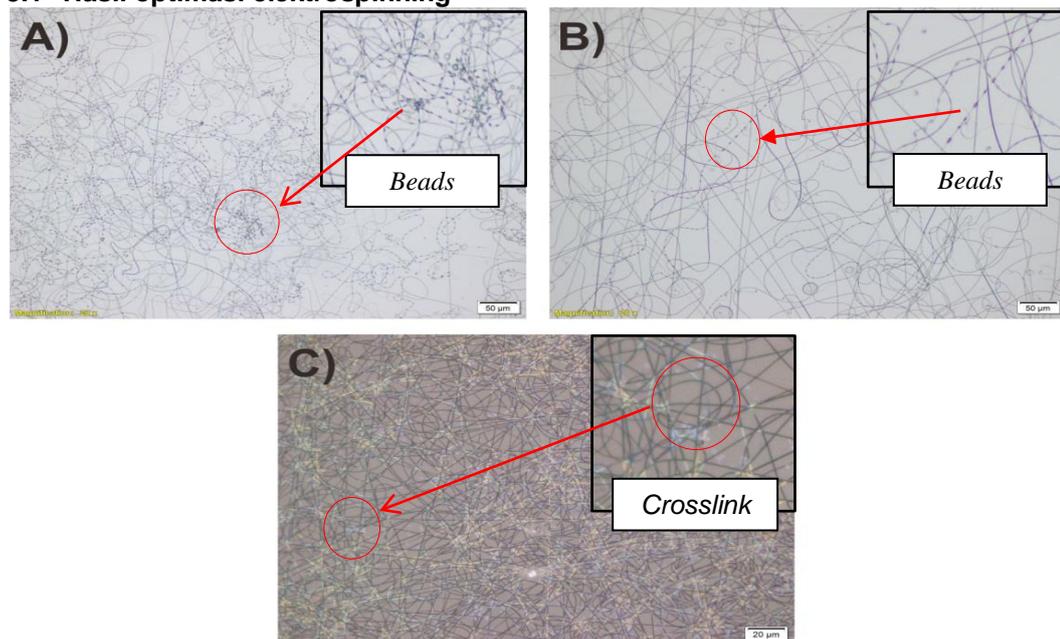
Gambar 1. Skema elektrospinning

2.4 Instrumen analisis

Karakterisasi mekanik yang dianalisis ialah kuat tarik, regangan (*elongasi*), dan modulus elastisitas. Kuat tarik, regangan (*elongasi*), dan modulus elastisitas diuji berdasarkan standar ASTM D 882-02. Pengujian dilakukan dengan menggunakan alat *universal testing machine* milik laboratorium teknologi pertanian Universitas Gadjah Mada. Selain itu dilakukan juga pengujian menggunakan *Scanning Electron Microscope* (SEM) untuk mengetahui morfologi membran hybrid nanofiber, dan karakteristik larutan menggunakan *viscoumeter DV-II+ Pro*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil optimasi elektrospinning



Gambar 2. Hasil optimasi elektrospinning menggunakan *optical microscope*; (A) tegangan 10 kV dan TCD 10 cm. (B) tegangan 12,5 kV dan TCD 12 cm. (C) tegangan 15 kV TCD 16,5 cm

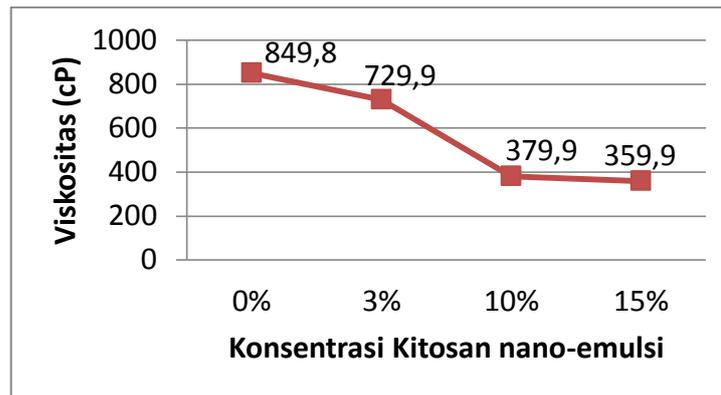
Hasil optimasi elektrospinning dapat dilihat pada Gambar 2, di mana Gambar 2 (A) dan (B) menunjukkan bahwa serat nano belum terbentuk dan memiliki jumlah *beads* yang banyak. Ini disebabkan karena parameter tegangan yang diberikan terlalu rendah (Meilanny dkk, 2015), sehingga dapat menyebabkan terbentuknya *beads* dan tidak terbentuknya serat nano, maka parameter proses yang ditunjukkan dalam Gambar 2 (A) dan (B) tidak dapat digunakan. Adapun Gambar 2 (C) menunjukkan bahwa serat nano telah terbentuk dengan struktur yang terartur dan terdapat banyak ikatan silang (*crosslink*) serta tidak terdapat *beads* pada serat, sehingga parameter proses pada Gambar 2 (C) dapat digunakan dalam pembuatan membran hybrid nanofiber, yaitu dengan menggunakan tegangan 15 kV dan jarak TCD 16,5 cm.

3.2 Hasil uji viskositas

Sifat dari larutan ditentukan oleh berbagai hal salah satunya adalah viskositas, di mana viskositas merupakan salah satu parameter utama yang mempengaruhi ukuran diameter serat (Uslu dkk, 2010). Tabel 1 merupakan nilai viskositas yang diambil datanya dengan menggunakan alat *viscometer*.

Tabel 1. Viskositas larutan polimer *Aloe vera*/PVA/nanoemulsi kitosan

NO	Sampel <i>Aloe Vera</i> /PVA/nanoemulsi kitosan	Ulangan 1 (cP)	Ulangan 2 (cP)	Rata-Rata	Standar Deviasi
1	0%	849,8	849,8	849,8	0
2	3%	729,9	729,9	729,9	0
3	10%	379,9	379,9	379,9	0
4	15%	359,9	359,9	359,9	0

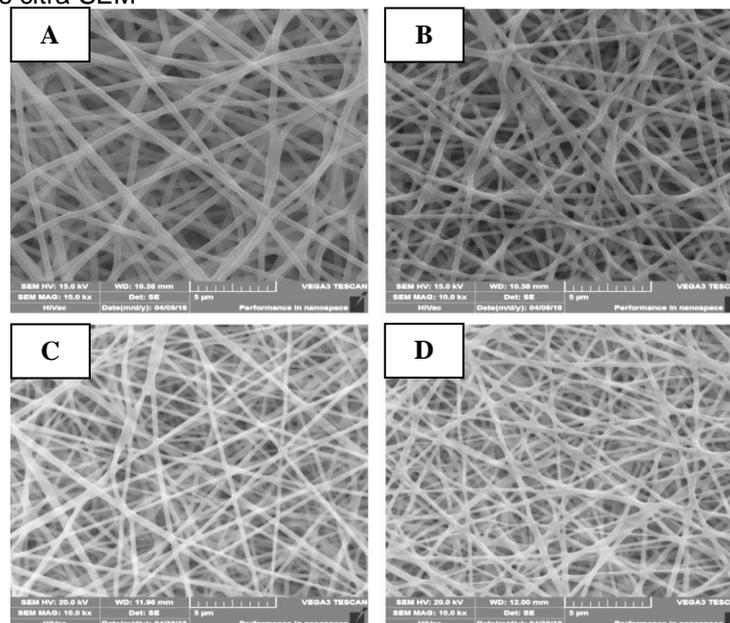


Gambar 3. Grafik hubungan antara viskositas dan konsentrasi nanoemulsi kitosan

Gambar 3 menunjukkan data hasil uji viskositas pada setiap penambahan konsentrasi nanoemulsi kitosan, di mana pada setiap penambahan menunjukkan penurunan viskositas. Viskositas tertinggi berada pada konsentrasi 0% dengan nilai kekentalan 849,8 cP, dan viskositas terendah berada pada konsentrasi 15% dengan nilai kekentalan 359 cP.

3.3 Hasil analisis membran hibrid nanofiber

3.3.1 Analisis citra SEM

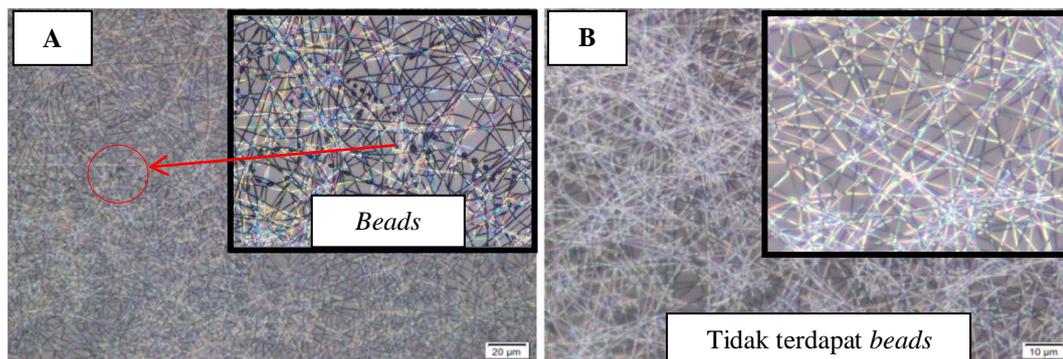


Gambar 4. Hasil uji SEM dengan penambahan konsentrasi nanoemulsi kitosan; (A) Konsentrasi 0%, (B) Konsentrasi 3%, (C) Konsentrasi 10%, (D) Konsentrasi 15%

Gambar 4 menunjukkan hasil citra SEM dengan konsentrasi 0, 3, 10, dan 15% (w/w) nanoemulsi kitosan, di mana pada setiap hasil citra SEM menunjukkan struktur serat yang teratur tanpa adanya *beads* dan terbentuknya ikatan silang. Dari hasil citra SEM (Gambar 4) menunjukkan bahwa struktur serat pada konsentrasi 3% dan 15% memiliki permukaan yang dominan tidak rata disepanjang fiber. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh nanoemulsi kitosan yang digunakan sebagai *filler* belum terdispersi secara homogen kedalam larutan, sehingga nanofiber yang dihasilkan kurang baik. Adapun nanofiber yang dihasilkan oleh konsentrasi 0% dan 10% lebih lurus dan dominan rata dibanding konsentrasi 3% dan 15%. Ini disebabkan karena antara matriks dan *filler* telah homogen atau telah terdispersi sempurna.

Dalam kasus ini *beads* pada serat tidak terlihat, namun dalam keadaan lain *beads* akan terlihat seperti pada penelitian Robaitullah (2017) yang ditunjukkan pada pembahasan analisis morfologi membran nanofiber di mana saat semakin meningkatnya konsentrasi nanoemulsi kitosan yang diberikan maka semakin besar pula dampak peningkatan jumlah *beads* pada serat.

Lain halnya dengan penelitian ini, dimana *beads* tidak terlihat sama sekali pada morfologi membran hasil citra SEM. Adapun faktor penyebab tidak terdapat *beads* adalah pada penggunaan suhu rendah berkisar antara 35°C - 40°C dalam proses pencampuran antara matriks *Aloe vera*/PVA dengan pengisi (*filler*) nanoemulsi kitosan. Hal ini dibuktikan dengan hasil citra optik, di mana ketika larutan PVA/nanoemulsi kitosan tanpa suhu dibandingkan dengan PVA/nanoemulsi kitosan menggunakan suhu 35-40°C (Gambar 5).

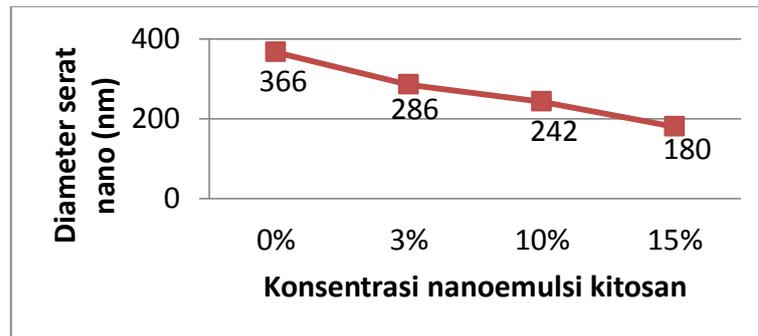


Gambar 5. Pembuktian faktor penggunaan suhu dalam menghilangkan *beads*; (A) PVA/nanoemulsi kitosan tanpa suhu, (B) PVA/nanoemulsi kitosan dengan suhu 35-40°C

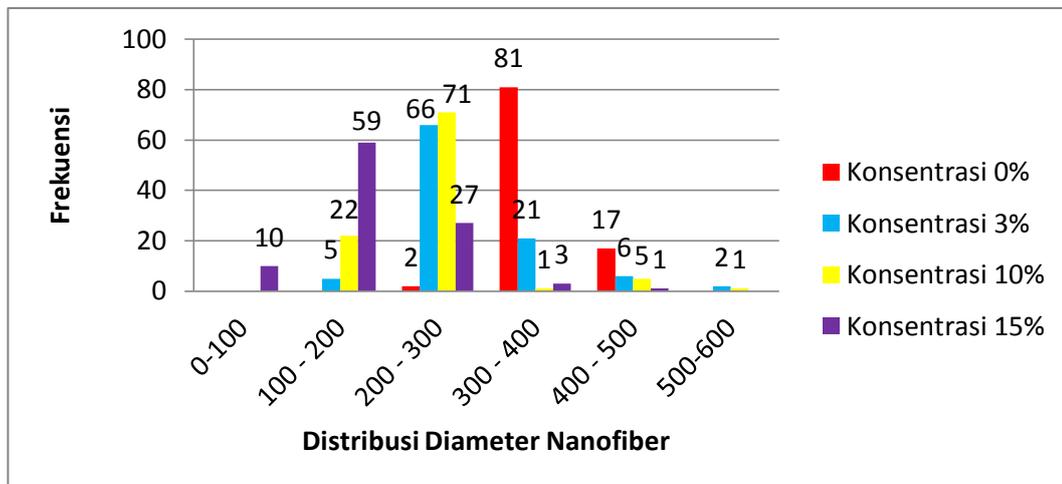
Adapun perbedaan yang tampak dari kedua gambar diatas adalah di mana hasil dari Gambar 5 (A) menunjukkan bahwa PVA/nanoemulsi kitosan tanpa suhu memiliki *beads* dengan jumlah yang cukup banyak. Sedangkan pada Gambar 5 (B) menunjukkan hasil sebaliknya, di mana *beads* tidak terlihat di setiap morfologi permukaan serat, sehingga dapat disimpulkan bahwa penggunaan suhu rendah yang berkisar antara 35-40°C mampu menghilangkan *beads* yang ada pada kitosan yang digunakan sebagai pengisi (*filler*) dalam penelitian.

3.3.2 Distribusi diameter serat

Tujuan dilakukan pengukuran diameter serat adalah untuk mendapatkan hasil diameter nanofiber yang detail pada setiap titiknya. Hasil pengukuran dapat dilihat pada Gambar 6 dan Gambar 7.



Gambar 6. Korelasi antara diameter rata-rata nanofiber terhadap peningkatan konsentrasi nanoemulsi kitosan pada matriks *Aloe vera*/PVA



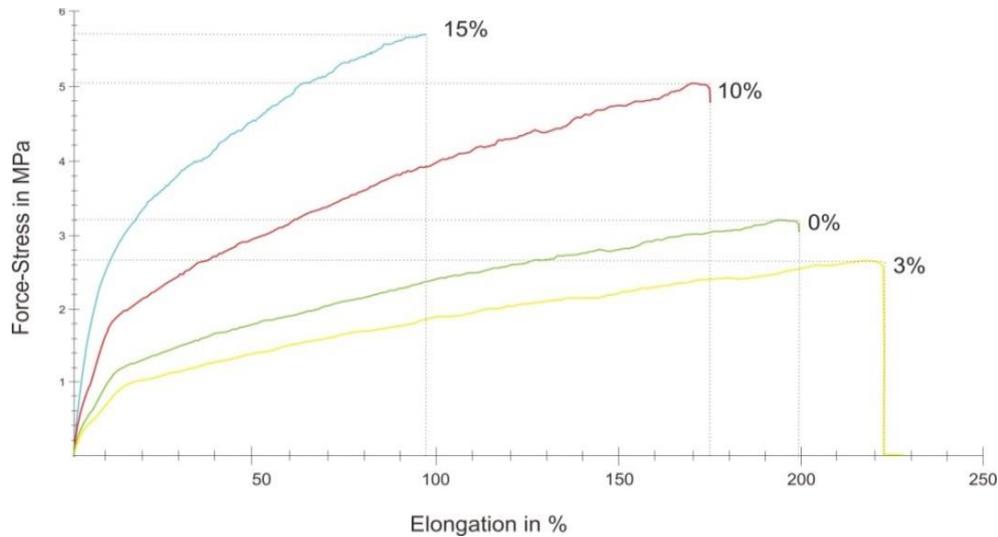
Gambar 7. Distribusi diameter nanofiber *Aloe vera*/PVA/nanoemulsi kitosan

Gambar 6 menunjukkan bahwa semakin bertambah konsentrasi nanoemulsi kitosan (0 – 15%) pada matriks *Aloe vera*/PVA, maka ukuran diameter serat semakin menurun. Penurunan diameter serat tersebut terjadi karena turunnya viskositas larutan akibat penambahan kitosan nano-emulsi pada matriks *Aloe vera*/PVA (Lin dkk, 2004).

Adapun ukuran diameter serat pada penelitian ini yang lebih besar dibanding penelitian Abdullah dkk (2014), kemungkinan disebabkan oleh karakteristik bahan yang digunakan berbeda. Muhaimin dkk (2014) menyatakan dari penelitian yang sudah ada, bahwa karakteristik dari bahan termasuk bagian penting dalam parameter yang dapat mempengaruhi morfologi, sehingga ini menjelaskan bahwa diameter serat yang dihasilkan oleh Abdullah lebih kecil dibanding penelitian ini. Karakteristik bahan PVA ($M_w = 125.000 \text{ g/mol}$) yang digunakan oleh Abdullah dkk (2014) memiliki nilai berat molekul yang jauh lebih besar dari PVA ($M_w = 22.000 \text{ g/mol}$) yang digunakan penelitian ini. Akan tetapi, diameter serat pada penelitian ini jauh lebih kecil dibanding dengan penelitian sebelumnya, hal ini disebabkan karena bahan kitosan yang digunakan mampu menurunkan ukuran serat, sehingga penelitian ini dianggap berhasil karena diameter serat yang dihasilkan jauh lebih kecil dibanding penelitian sebelumnya.

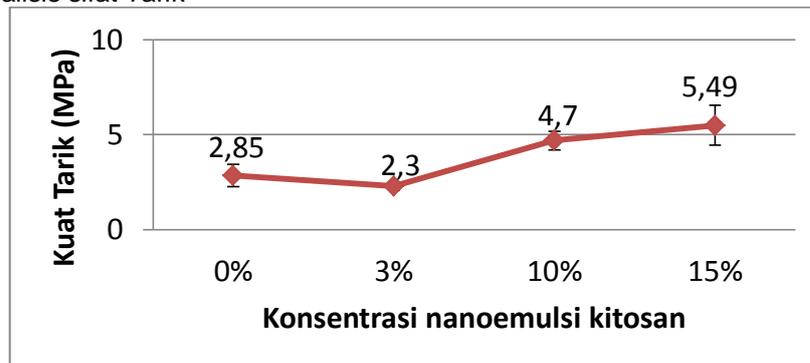
3.4 Hasil analisis sifat mekanik

Analisis sifat mekanik dilakukan untuk mengetahui nilai kuat tarik, regangan (*elongasi*), dan modulus elastisitas pada membran hibrid nanofiber.



Gambar 8. Kurva tegangan-regangan serat nano *Aloe vera*/PVA/nanoemulsi kitosan

3.4.1 Analisis sifat Tarik

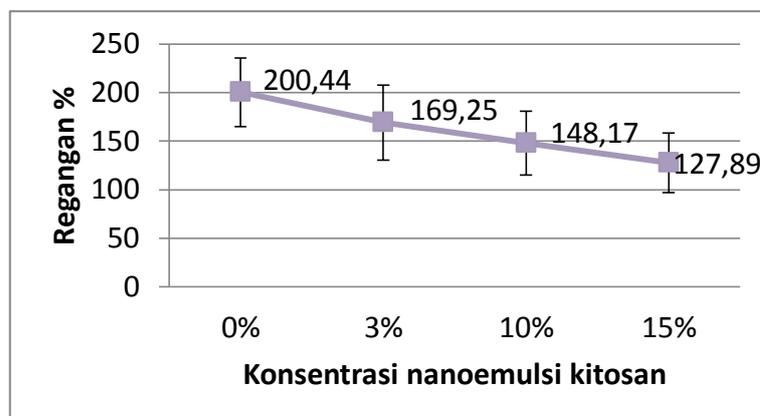


Gambar 9. Grafik pengaruh variasi konsentrasi nanoemulsi kitosan terhadap nilai kuat tarik (*Tensile Strength*)

Berdasarkan hasil pengujian dapat dilihat pada Gambar 9 bahwa sifat kuat tarik semakin meningkat dengan bertambahnya variasi konsentrasi nanoemulsi kitosan. Adapun nilai kuat tarik tertinggi berada pada konsentrasi 15% dengan nilai 5,49 MPa dan nilai kuat tarik terendah berada pada konsentrasi 3% dengan nilai 2,3 MPa. Nilai kuat tarik yang semakin tinggi diakibatkan oleh distribusi diameter serat yang merata serta ukuran diameter serat yang semakin menurun (Gambar 6 & Gambar 7). Hal ini selaras dengan penelitian yang dilakukan oleh Robaitullah (2017), di mana ketika variasi penambahan nanoemulsi kitosan semakin besar maka nilai kuat tarik juga semakin tinggi.

Namun, terjadi penurunan nilai kuat tarik pada konsentrasi 3%. Nilai kuat tarik yang turun pada konsentrasi 3% kemungkinan diakibatkan oleh proses pencampuran antara matriks *Aloe vera*/PVA dan *filler* nanoemulsi kitosan tidak terdispersi secara homogen, sehingga interaksi gugus aktif pada PVA dengan gugus aktif pada kitosan kurang maksimal (Pudjiastuti dkk, 2016). Akan tetapi nilai kuat tarik yang dihasilkan pada penelitian ini tidak setinggi pada penelitian Robaitullah (2017) dan Widodo (2017). Hal ini dimungkinkan karena pencampuran antara *aloe vera* dan nanoemulsi kitosan pada tingkat konsentrasi tertinggi (15%) belum mencapai batas terdinginya dalam menghasilkan nilai kuat tarik yang lebih dari penelitian yang dilakukan oleh Robaitullah (2017) dan Widodo (2017). Oleh karena itu penelitian ini perlu dilanjutkan dengan penambahan konsentrasi nanoemulsi kitosan yang lebih tinggi dari 15%.

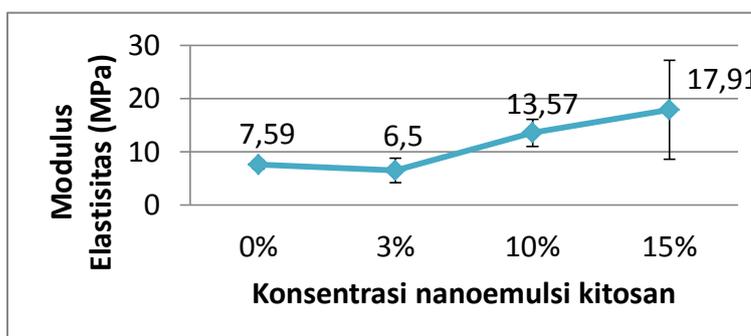
3.4.2 Analisis regangan (elongasi)



Gambar 10. Grafik pengaruh variasi konsentrasi nanoemulsi kitosan terhadap regangan

Gambar 10 merupakan data nilai regangan yang didapatkan dari hasil pengujian sifat mekanik, di mana nilai tertinggi regangan berada pada konsentrasi 0% dengan nilai 200,44% dan nilai terendah berada pada konsentrasi 15% dengan nilai 127,89%. Dari data grafik Gambar 10 menunjukkan bahwa semakin bertambahnya konsentrasi kitosan maka semakin turun nilai regangan. Penurunan nilai regangan disebabkan karena tidak didominasinya perilaku plastik sehingga kekuatan tarik yang dihasilkan tinggi dan nilai regangan menurun (Farha dan Kusumawati, 2012).

3.4.3 Analisis modulus elastisitas



Gambar 11. Grafik pengaruh variasi konsentrasi kitosan nano-emulsi terhadap nilai modulus elastisitas

Gambar 11 merupakan data nilai modulus elastisitas dari variasi konsentrasi nanoemulsi kitosan terhadap nilai modulus elastisitas. Adapun nilai dari modulus elastisitas yang semakin meningkat bersamaan dengan bertambahnya konsentrasi nanoemulsi kitosan. Nilai modulus tertinggi berada pada konsentrasi 15% dengan nilai 17,59 MPa dan nilai terendah berada pada konsentrasi 3% dengan nilai 6,5 MPa.

Namun, terjadi penurunan nilai modulus elastisitas pada konsentrasi 3%. Nilai modulus yang turun pada konsentrasi 3% berbanding lurus dengan nilai kuat tariknya, di mana hal tersebut disebabkan oleh hal yang sama yaitu diakibatkan oleh proses pencampuran antara matriks *Aloe vera*/PVA dan *filler* nanoemulsi kitosan tidak terdispersi secara homogen, sehingga interaksi gugus aktif pada PVA dengan gugus aktif pada kitosan kurang maksimal (Pudjiastuti dkk, 2016).

Adapun penelitian Jansen dan Rottier (1958b) dari Annaidh dkk (2012) bahwasannya standar material medis yang dapat digunakan adalah dengan memiliki nilai

kuat tarik antara 1 MPa - 24 MPa, nilai regangan (*elongasi*) antara 17% - 207% dan nilai modulus elastisitas 2,9 MPa – 54 MPa.

4. KESIMPULAN

1. Membran hibrid nanofiber telah berhasil dibuat dengan menggunakan metode elektrospinning pada tegangan 15 kV, jarak TCD (*Tip of Collector Distance*) 16,5cm dan diameter jarum 0,8 mm.
2. Penambahan konsentrasi kitosan nano-emulsi (0 – 15%) pada matriks *Aloe vera*/PVA dapat mempengaruhi morfologi serat nano. Dari hasil citra *Scanning Electron Microscope* (SEM) menunjukkan bahwa konsentrasi kitosan nano-emulsi (0 – 15%) dapat menurunkan ukuran diameter serat dan mempengaruhi struktur serat. Penurunan ukuran diameter terendah (192,84 nm) ditunjukkan pada spesimen dengan konsentrasi 15%, dan struktur serat yang lurus dan dominan rata ditunjukkan pada konsentrasi 0% dan 10%.
3. Adapun pengaruh struktur serat terhadap sifat tarik membran ditunjukkan oleh naiknya nilai kuat tarik dan modulus elastisitas, serta turunnya nilai regangan (*elongasi*). Nilai kuat tarik terendah (2,38 MPa) ditunjukkan pada spesimen dengan konsentrasi 3% dan nilai tertinggi (6,18 MPa) ditunjukkan pada spesimen dengan konsentrasi 15%. Hasil analisis pengujian sifat mekanik membran hibrid nanofiber dengan penambahan konsentrasi kitosan nano-emulsi 0, 3, 10, dan 15% pada matriks *Aloe vera*/PVA memiliki nilai regangan antara 139,3 – 186,8% dan modulus elastisitas berkisar antara 5,7 – 21,9 MPa.

DAFTAR PUSTAKA

- Boudreau, M.D., and Beland, F.A. 2007. *An evaluation of the biological and toxicological properties of Aloe Barbadensis (Miller), Aloe vera*. Journal of Environmental Science and Health, Part C. 24, Hal. 103-154.
- Farha, I.F., and Kusumawati, N. 2012. *Pembuatan Membran Komposit Kitosan-PVA dan Pemanfaatannya pada Pemisahan Limbah Pewarna Rhodamin-B*. Prosiding Seminar Nasional Kimia Unesa. ISBN: 978-979-028-550-7.
- Hamman, and Josias, H. 2008. *Composition and Applications of Aloe vera Leaf Gel*. Department of Pharmaceutical Sciences, University of Technology, Private Bag X680, Pretoria, 0001, South Africa.
- Lin, Chin-An., and Ku, Te-Hsing. 2008. *Shear and elongation flow properties of thermoplastic polyvinil alcohol melts with different plasticizer contents and degrees of polymerization*. Journal of Materials Processing Technology 200. Hal. 331-338.
- Meilanny, D.K.P., Pranjono, B.E., and Dyah, H. 2015. *Metode Elektrospinning untuk Mensintesis Komposit Berbasis Alginat-Polivinil Alkohol Dengan Penambahan Lendir Bekicot*. Prosiding Pertemuan dan Persentasi Ilmiah Teknologi Akselerator dan Aplikasinya. Vol. 17, Hal. 65-71.
- Muhaimin, M., Wijayanti, D.A., and Sosiati, H. 2014. *Fabrikasi Nanofiber Komposit Nanoselulosa / PVA Dengan Metode Electrospinning*. Prosiding Pertemuan Ilmiah HFI XXVIII (April). Hal. 62-65.
- Mutia, T., and Eriningsih, R. 2012. *Penggunaan Webs Serat Alginat/Polivinil Alkohol Hasil Proses Elektrospinning Untuk Pembalut Luka Primer*. Jurnal Riset Industri. Vol. 6, No. 2, Hal. 137-147.
- Peter, M.G. 1995. *Aplikasi dan aspek lingkungan dari kitin dan kitosan*, Journal of Macromolecular Science, Part A and Pure Applied Chemistry. Hal. 629-640.
- Pudjiastuti, W. Listyarini, A. Arianita C, A., and Supeni, G. 2016. *Sifat Mekanik dan Sifat Barrier Campuran Polivinil Alkohol dan Kitosan*. Jurnal Sains Materi Indonesia. Hal. 97-101.
- Riyanto, B., Maddu, A., and Dewi, R.S. 2011. *Baterai Cerdas Dari Elektrolit Polimer Kitosan-PVA Dengan Penambahan Amonium Nitrat*. Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia. Vol.16, No.2, Hal. 70-77.

- Robaitullah. 2017. *Pengaruh Konsentrasi Nanokitosan Terhadap Sifat Tarik Membran Serat Nano Polivinil Alkohol (PVA)/Nanokitosan*. Skripsi Tugas Akhir S1. Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- Subbiah, T., Bhat, G.S., Tock, R.S. Parameswaran, S., and Ramkumar, S.S. 2004. *Electrospinning of Nanofibers*. Department of Chemical Engineering, Texas Tech University; Box 41163, Lubbock, TX 79409-1163. Hal.557-569.
- Uslu, I., Keskin, S., Gul, A., Karabulut, T.C., and Aksu, M.L. 2010. *Preparation and Properties of Electrospun Poly(vinyl Alcohol) Blended Hybrid Polymer with Aloe Vera and HPMC as Wound Dressing*. Hacettepe Journal of Biology and Chemistry 38(1). Hal. 19-25.
- Widodo, A.N. 2017. *Pengaruh Konsentrasi Aloe Vera Terhadap Sifat Tarik Membran Serat Nano Polivinil Alkohol (PVA)/Aloe Vera*. Skripsi Tugas Akhir S1. Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.