

# PENGARUH PENAMBAHAN ETANOL PADA LARUTAN PVA TERHADAP MORFOLOGI DAN SIFAT TARIK MEMBRAN NANOFIBER PVA-ALOE VERA

Muhammad Nabil Dhiyaulhaq Dzirkulloh<sup>a</sup>, Harini Sosiati<sup>a</sup>, Aris Widyo Nugroho<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta,  
 Jl. Brawijaya, Tamantirto, Bantul, Yogyakarta 55183  
[mnabildhiyaulhaqdz@yahoo.co.id](mailto:mnabildhiyaulhaqdz@yahoo.co.id)

## Abstrak

Lidah buaya berpotensi untuk diaplikasikan dibidang biomedis karena memiliki sifat antibakteri, tidak beracun dan biodegradable. Penambahan etanol pada larutan spinning dapat memperbaiki morfologi permukaan membran karena menurunkan tegangan permukaan larutan. Tujuan penelitian mengetahui pengaruh penambahan etanol pada larutan polivinil alkohol (PVA) terhadap morfologi dan sifat tarik membran nanofiber PVA/Aloe vera (AV). Larutan PVA 8% (w/w) dan PVA ditambah etanol (ET) 10% (w/w). Larutan spinning yang terdiri dari PVA-AV dan (PVA-ET)-AV masing-masing dengan konsentrasi Aloe vera 5% (w/w) dibuat melalui dua tahap, dengan pemanasan (70 °C) selama 1 jam dan tanpa pemanasan selama 2 jam. Fabrikasi menggunakan electrospinning dengan tegangan 15 kV, jarak ujung jarum ke plat kolektor 16,5 cm dan diameter jarum 0,6 mm. Hasil penelitian menunjukkan dengan penambahan etanol menurunkan tegangan permukaan, meningkatkan viskositas, dan morfologi permukaan membran menunjukkan distribusi ukuran nanofiber dan cross-link yang homogen. Tegangan Tarik membran meningkat dengan penambahan etanol, 7,26 MPa menjadi 9,15 MPa pada larutan dengan pemanasan dan 8,43 MPa menjadi 9,18 MPa pada larutan tanpa pemanasan. Modulus elastisitas meningkat 62,79 MPa menjadi 138,49 MPa pada larutan dengan pemanasan dan 125,17 MPa menjadi 182,41 MPa pada larutan tanpa pemanasan. Nilai modulus tersebut lebih tinggi dari rentang standar modulus elastisitas native skin (4,6 – 20 MPa).

**Kata Kunci:** PVA, *aloe vera*, etanol, *electrospinning*

## Abstract

Aloe vera has the potential to be applied in the biomedical field because it has antibacterial, non-toxic and biodegradable properties. The addition of ethanol to the spinning solution can improve the surface morphology of the membrane because it decreases the surface tension of the solution. The purpose of this study was to determine the effect of the addition of ethanol in polyvinyl alcohol (PVA) solutions to the morphology and tensile strength of the PVA / Aloe vera (AV) nanofiber membrane. 8% PVA solution (w / w) and PVA plus 10% ethanol (ET) (w / w). Spinning solutions consisting of PVA-AV and (PVA-ET) -AV each with 5% Aloe vera concentration (w/w) were made in two stages, by heating (70 °C) for 1 hour and without heating for 2 hours . Fabrication using electrospinning with a voltage of 15 kV, the distance of the tip of the needle to the collector plate 16,5 cm and the diameter of the needle 0,6 mm. The results showed that the addition of ethanol reduced surface tension, increased viscosity, and the surface morphology of the membrane showed a homogeneous size distribution of nanofibers and cross-links. The tensile stress of the membrane increases with the addition of ethanol, 7,26 MPa to 9,15 MPa in the heating solution and 8,43 MPa to 9,18 MPa in the solution without heating. Modulus of elasticity increased from 62,79 MPa to 138,49 MPa in the solution with heating and 125,17 MPa to 182,41 MPa in the solution without heating. The modulus value is higher than the standard range of native skin elastic modulus (4,6 - 20 MPa).

**Keywords :** PVA, *aloe vera*, ethanol, *electrospinning*

## 1. PENDAHULUAN

Perawatan luka dengan menggunakan modern dressing mulai berkembang di Indonesia. Perubahan tersebut dapat dilihat dari sebagian besar perawat percaya penyembuhan luka yang terbaik dengan membuat lingkungan luka tetap kering. Namun saat ini berubah menjadi perawatan luka dengan metode moisture balance (Fatmadona, 2016). Asia Pacific Wound Care Congress (APWCC) mencatat bahwa hingga tahun 2012, di Indonesia khususnya di Pulau Jawa, baru sekitar 25 dari 1000 lebih rumah sakit yang telah menerapkan manajemen perawatan luka modern (Fatmadona, 2016), karena teknologi yang masih berkembang dan membutuhkan penelitian bertahap.

Pembalut luka modern dapat dikembangkan dalam bentuk membran nanofiber yang difabrikasi dengan metode electrospinning menggunakan larutan polimer konduktif. Polyvinyl alcohol (PVA) adalah polimer sintesis yang bersifat konduktif yang larut dalam air. Oleh karena itu PVA banyak digunakan dalam penelitian menggunakan electrospinning.

Aloe vera adalah tanaman asli daerah tropis yang termasuk keluarga Liliaceae, tumbuh di tanah kering, tahan terhadap suhu tinggi dan digunakan untuk tujuan medis, farmasi, kosmetik yang kaya akan asam amino, enzim, vitamin dan polisakarida (Chabala, 2017). Selama bertahun-tahun, gel aloe vera telah dikenal karena khasiatnya sebagai obat, karena sumber polisakaridanya yang besar, seperti acemannan, mannan, galactan, asam glukuronat, dll, campuran polisakarida ini menjadikan aloe vera anti-inflamasi, anti-tumor, sifat immunodulatory, dan sifat antibakteri yang memungkinkan menjadi pembalut luka dengan efek penyembuhan dalam kesehatan (Chabala, 2017).

Penelitian tentang electrospun blended PVA/aloe vera telah banyak dilakukan. Abdullah dkk (2014) melakukan penelitian tentang karakteristik electrospun PVA-aloe vera melalui elektrospinning, hasil dari penelitian tersebut adalah menurunnya diameter serat nanofiber dengan penambahan lidah buaya pada larutan PVA, yaitu dari 168 nm pada PVA murni menjadi 123 nm dengan penambahan aloe vera, namun penelitian tersebut tidak dilakukan pengujian mekanis. Penelitian serupa dilakukan oleh Sosiati dkk (2018), penelitian tentang pengaruh konsentrasi lidah buaya terhadap morfologi dan sifat tarik pada electrospun aloe vera/PVA yang menghasilkan diameter serat 337 nm dengan kekuatan tarik 5,74 MPa dan modulus elastisitas 33,99 MPa pada konsentarsi aloe vera 4%.

Isfahani dkk (2016) melakukan penelitian karakteristik electrospun membran nanofiber PVA/aloe vera dengan penambahan etanol pada metode pembuatan larutan. Hasil yang didapatkan dari penelitian tersebut adalah serat nano fiber dengan diameter terkecil 55 nm. Penelitian serupa dilakukan Hikmawati dkk (2018), dari hasil penelitian didapatkan serat nano fiber dengan diameter rata-rata 330 nm. Penambahan etanol pada larutan spinning adalah salah satu hal penting pada elektrospinning, karena akan menurunkan tegangan permukaan larutan sehingga dapat memperbaiki morfologi membran yang dihasilkan. Namun penelitian - penelitian tersebut belum membandingkan pengaruh penambahan etanol pada larutan spinning terhadap sifat fisis larutan, sifat mekanis dan morfologi serat nanofiber pada membran.

Oleh karena itu penelitian tersebut perlu dilakukan untuk mengetahui pengaruh penambahan etanol pada larutan spinning terhadap sifat fisis dan mekanisnya. Penelitian ini menggunakan 4 spesimen dengan variasi yaitu PVA\_Etanol\_Aloe vera dengan pemanasan, PVA\_Etanol\_Aloe vera tanpa pemanasan, PVA\_Aloe vera dengan pemanasan dan PVA\_Aloe vera tanpa pemanasan

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan etanol pada larutan polivinil alkohol (PVA) terhadap karakteristik sifat fisis dan mekanis membran nanofiber PVA/Aloe vera dan mengoptimalkan nilai standar material pembalut luka yaitu kuat tarik 1-24 MPa dan elongasi 17-207%

## 2. METODE

### 2.1 Pembuatan Larutan

Proses pembuatan larutan diawali pembuatan larutan PVA 8% , yaitu melarutkan 8 gram PVA ke dalam 100 gram aquades dengan hot plate magnetic stirrer pada suhu 70 oC selama 1 jam agar larutan mencapai kondisi homogen, kemudian diamkan sampai suhu ruangan. Tahap selanjutnya membuat larutan PVA/etanol 10 % , yaitu dengan melarutkan 10 gram etanol absolut ke 100 gram larutan PVA 10%. Pencampuran dilakukan menggunakan magnetic stirrer pada suhu ruang selama 24 jam dengan wadah larutan yang tertutup rapat agar etanol tidak menguap.

1. Pembuatan Larutan PVA\_Etanol\_Aloe vera dengan Pemanasan  
 Pembuatan larutan ini dengan mencampur 5 gram aloe vera powder kedalam 100 gram larutan PVA/etanol 10 % , menggunakan magnetic stirrer pada suhu 70 oC selama 1 jam.
2. Pembuatan Larutan PVA\_Etanol\_Aloe vera tanpa Pemanasan  
 5 gram aloe vera powder dilarutkan ke dalam 100 gram larutan PVA/etanol 10% menggunakan magnetic stirrer pada suhu ruangan selama 2 jam dengan wadah larutan yang tertutup.
3. Pembuatan Larutan PVA\_Aloe vera dengan Pemanasan  
 Larutan ini dibuat dengan mencampur 5 gram aloe vera powder ke 100 gram larutan PVA 10 % , pencampuran ini diadukdengan magnetic stirrer pada suhu 70 oC selama 1 jam
4. Pembuatan Larutan PVA\_Aloe vera tanpa Pemanasan  
 5 gram aloe vera powder dilarutkan ke dalam 100 gram larutan PVA 10% menggunakan magnetic stirrer pada suhu ruangan selama 2 jam dengan wadah larutan yang tertutup.

### 2.2 Pembuatan Membran dan Pengujian

Setelah larutan disiapkan dan dimasukkan ke syringe 10 ml dengan needle 0,6 mm (23 G), larutan difabrikasi dengan mesin elektrospinning selama 10 – 15 detik. Media fiber yang digunakan adalah kaca preparat yang telah dibersihkan. Membran yang menempel di kaca preparat diuji dengan mikroskop optik Olympus SZ61 jenis mikro perbesaran 100x yang dimiliki Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Hasil dari uji mikroskop optik di analisis struktur seratnya, tahap selanjutnya dilakukan setelah mendapatkan struktur serat yang bagus dari hasil uji mikroskop optik. Proses selanjutnya adalah pembuatan membran dengan media aluminium foil, fabrikasi membran menggunakan mesin elektrospinning teknik mesin UMY dengan parameter tegangan optimal sebesar 15 kV, TDC 16,5 cm, ukuran needle 0,6 mm, proses fabrikasi dilakukan selama 2 jam setiap lembar membran untuk sampel pengujian tarik dan 30 menit untuk sampel uji SEM.

1. Uji Tarik  
 Pengujian tarik dilakukan di Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Gajah Mada dengan *Universal Testing Machine Zwick 0.5*. Preparasi sample pengujian tarik menggunakan standar ASTM D882 yaitu membran dengan ketebalan kurang dari 1 mm atau 0,040 in. Membran dipotong dengan ukuran 4 x 1 cm, kemudian ditempelkan pada frame yang telah disiapkan. Setelah membran menempel di frame, uji ketebalan membran dengan mikroskop optik Olimpus SZ61 jenis makro yang dimiliki Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Tahap terakhir adalah pengujian tarik dengan memasukkan data ukuran ketebalan, panjang dan lebar spesimen ke mesin *Universal Testing Machine Zwick 0.5* untuk diproses.
2. Uji Scanning Electron Microscope (SEM)  
 Uji Scanning Electron Microscope dilakukan di Balai Penelitian Teknologi Bahan Alam Lembaga Ilmu Pengetahuan (BPTBA LIPI) Yogyakarta, menggunakan mesin SEM Hitachi

SU 3500. Ukuran sampel uji SEM sebesar 1 cm<sup>2</sup> yang diambil pada bagian tengah membran. Tujuan dari pengujian ini adalah mengetahui morfologi serat pada membrane

3. Uji Viskositas

Pengujian Viskositas menggunakan *viscometer Brookfield DV-II+ Pro* yang berada di laboratorium Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Gajah Mada dengan ketentuan sampel larutan yang digunakan minimal 75 ml. Tujuan pengujian ini adalah untuk mengetahui kekentalan pada setiap variasi.

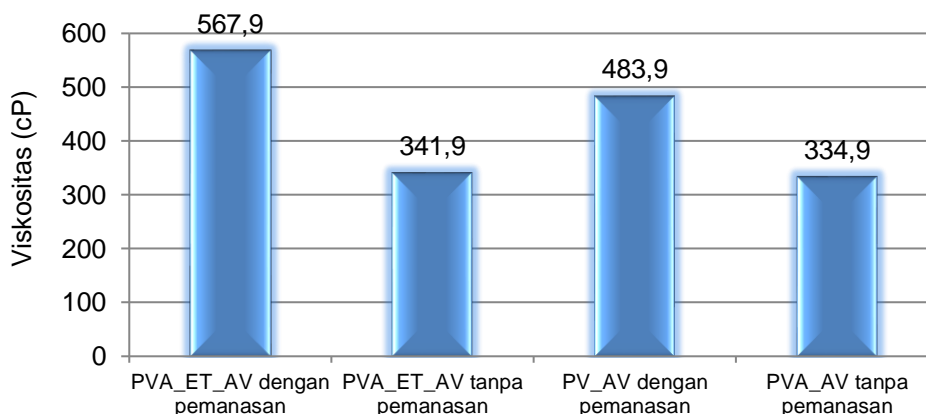
4. Uji Tegangan Permukaan

Pengujian tegangan permukaan menggunakan tensiometer KRUSS dengan metode cincin du nouy yang berada di laboratorium perpindahan kalor gedung PAU Pascasarjana Universitas Gajah Mada. tujuan dilakukannya pengujian ini adalah untuk mengetahui tegangan permukaan pada setiap sampel

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Viskositas

Salah satu hal yang mempengaruhi sifat dari larutan adalah viskositas, dimana viskositas salah satu parameter yang mempengaruhi diameter serat (Uslu, 2010), viskositas juga akan mempengaruhi struktur morfologi serat pada membran yang dihasilkan.



*Gambar 3.1 Viskositas pada setiap variasi larutan*

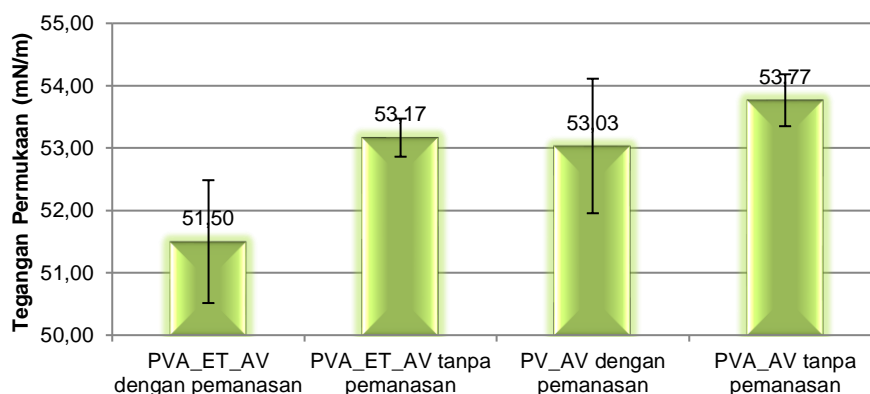
Dari grafik menunjukkan larutan yang diberi pemanasan lebih tinggi nilai viskositasnya atau lebih kental larutannya karena terjadi penguapan saat proses pengadukan, dari grafik juga dapat dianalisis bahwa pemberian etanol pada larutan meningkatkan viskositas dengan diberikannya pemanasan ataupun tanpa menggunakan pemanasan, Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan Fong (1999), dengan penambahan etanol membuat pelarut lebih mudah menguap yang akan meningkatkan viskositasnya, meningkatnya viskositas membantu pembentukan serat halus yaitu serat yang tidak ada *beads*. Viskositas yang tinggi menyebabkan meningkatnya diameter serat nano yang ditunjukkan pada gambar 3.4, hal tersebut karena berkurangnya penguapan pada tahap *jet solidification* yang akan mempengaruhi bertambah besarnya diameter serat nano (Deniz, 2011)

### 3.2 Tegangan Permukaan

Tegangan permukaan adalah salah satu parameter dalam fabrikasi membran dengan mesin elektrospinning.

Tabel 3.1 Tegangan permukaan pada setiap variasi larutan

No	Variasi	Tegangan Permukaan			
		Uji 1	Uji 2	Uji 3	Rata-Rata
1	PVA_ET_AV dengan pemanasan	50,4	51,8	52,3	51,5
2	PVA_ET_AV tanpa pemanasan	53,1	53,5	52,9	53,2
3	PVA_AV dengan pemanasan	51,8	53,8	53,5	53
4	PVA_AV tanpa pemanasan	53,3	54,1	53,9	53,8



Gambar 3.2 Tegangan permukaan pada setiap variasi larutan

Dari hasil pengujian tegangan permukaan yang ditampilkan dalam grafik membuktikan bahwa pemberian etanol pada larutan akan menurunkan tegangan permukaan pada larutannya tersebut, hal tersebut sama dengan yang dikatakan oleh Isfahani dkk (2016) dan penelitian Fong dkk (1999), meningkatnya konsentrasi etanol membuat tegangan permukaan menurun dan viskositas larutan meningkat, sehingga kedua hal tersebut menjadikan serat *smooth* dengan menghilangnya *beads* pada serat.

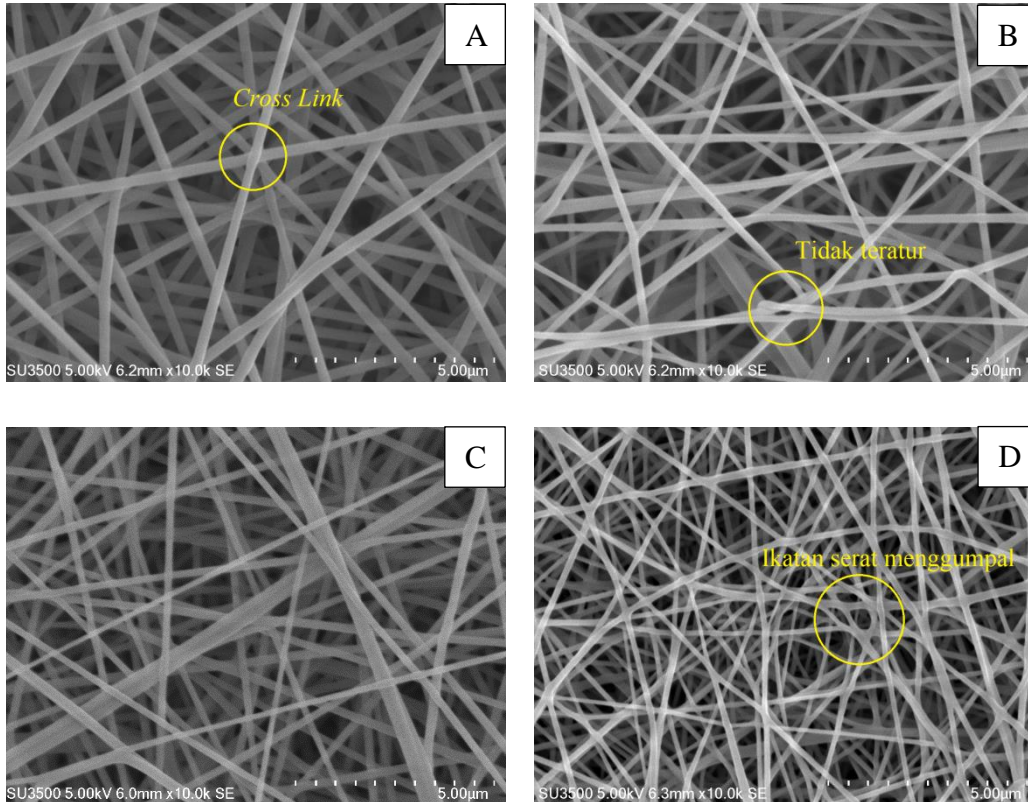
### 3.3 Analisis Morfologi Membran Nanofiber

Tujuan dari analisis ini adalah untuk mengetahui struktur serat, diameter serat dan cross link pada membran yang dari hasil uji SEM. Gambar 4.3 adalah hasil dari uji SEM dengan perbesaran 10.000x, dari gambar SEM menunjukkan tidak adanya butiran serat (*beads*) pada semua variasi, hal tersebut menunjukkan bahwa parameter yang digunakan untuk fabrikasi membran dengan mesin elektrospinning sudah optimal. Tidak adanya bead diseluruh variasi juga dikarenakan aloe vera telah sepenuhnya terperangkap di dalam PVA, di mana riboflavin dan kafein yang terdapat pada aloe vera dienkapsulasi secara homogen dalam matriks PVA (Abdullah dkk, 2014).

Perbedaan morfologi terlihat pada keteraturan serat, cross link pada serat, ukuran diameter serat dan distribusi diameter serat. Membran yang diberi etanol lebih teratur seratnya, dan



pemberian perlakuan panas juga meningkatkan keteraturan serat nanofiber. Cross link muncul lebih banyak di membran dengan penambahan etanol, pada larutan dengan penambahan etanol dan pemanasan pada metode pembuatan larutan, hampir keseluruhan serat berikatan silang, berbeda dengan larutan tanpa penambahan etanol dan tanpa perlakuan pemanasan, terdapat banyak gumpalan pada ikatan seratnya.

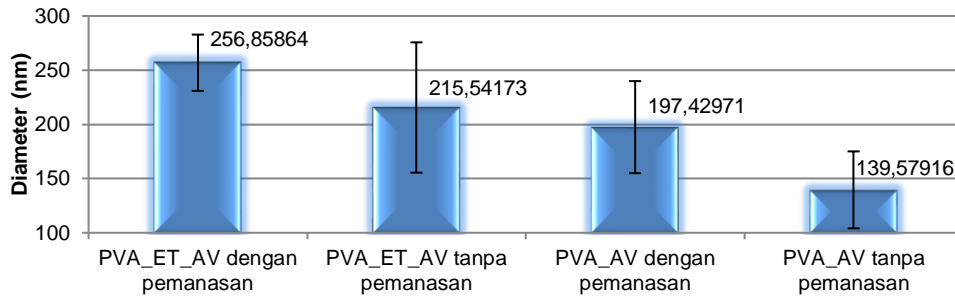


Gambar 3.3 Morfologi hasil SEM membran nanofiber (A) PVA\_ET\_AV dengan pemanasan, (B) PVA\_ET\_AV tanpa pemanasan, (C) PVA\_AV dengan pemanasan, (D) PVA\_AV tanpa pemanasan dengan perbesaran 10.000 kali

Gambar 4.4 menunjukkan diameter rata – rata serat yang diambil dari 100 titik secara acak pada setiap variasi, grafik tersebut menunjukkan pemberian etanol akan meningkatkan diameter serat, perlakuan dengan panas pada metode pembuatan larutan juga akan meningkatkan diameter serat. Salah satu penyebab meningkatnya diameter adalah karena meningkatnya viskositas pada larutan elektrospinning yang mengakibatkan berkurangnya penguapan pada tahap jet solidification yang akan mempengaruhi bertambah besarnya diameter serat nano (Deniz, 2011). Dengan penambahan etanol, juga menyebabkan kerapatan muatan listrik berkurang dan gaya tolak muatan menjadi lebih kecil sehingga menyebabkan peningkatan diameter filamen (Fong dkk, 1999).

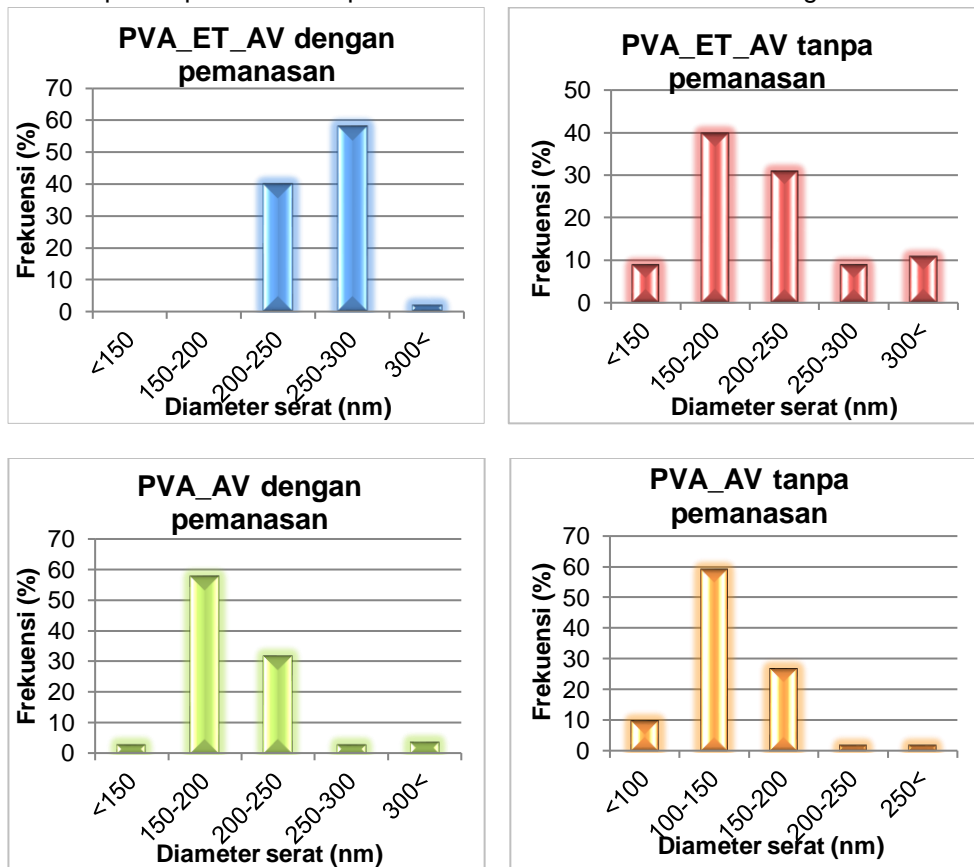
Apabila dibandingkan, penelitian ini memiliki diameter serat lebih besar dengan penelitian Abdullah dkk (2014) yang menghasilkan diameter serat lebih kecil yaitu 123 nm. Hal tersebut dikarenakan karakteristik dari bahan larutan yang digunakan berbeda, sedangkan karakteristik larutan adalah bagian penting dalam parameter yang dapat mempengaruhi morfologi (Muhaimin dkk, 2014), sehingga hal ini menjelaskan bahwa diameter serat pada penelitian Abdullah memiliki diameter yang berbeda.

Perbedaan lain dari penelitian tersebut adalah perbedaan parameter jarak TCD yang digunakan yaitu 8 cm, sedangkan pada penelitian ini menggunakan jarak TCD 16,5 cm, 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 (Thompson dkk, 2007). Namun jika TCD terlalu pendek, medan listrik akan sangat kuat yang menjadikan jet berputar dengan tidak stabil, jika TCD terlalu panjang, medan listrik akan melemah yang akan meningkatkan diameter serat (Park dkk, 2008)



Gambar 3.4 Diameter rata - rata serat nanofiber pada membran

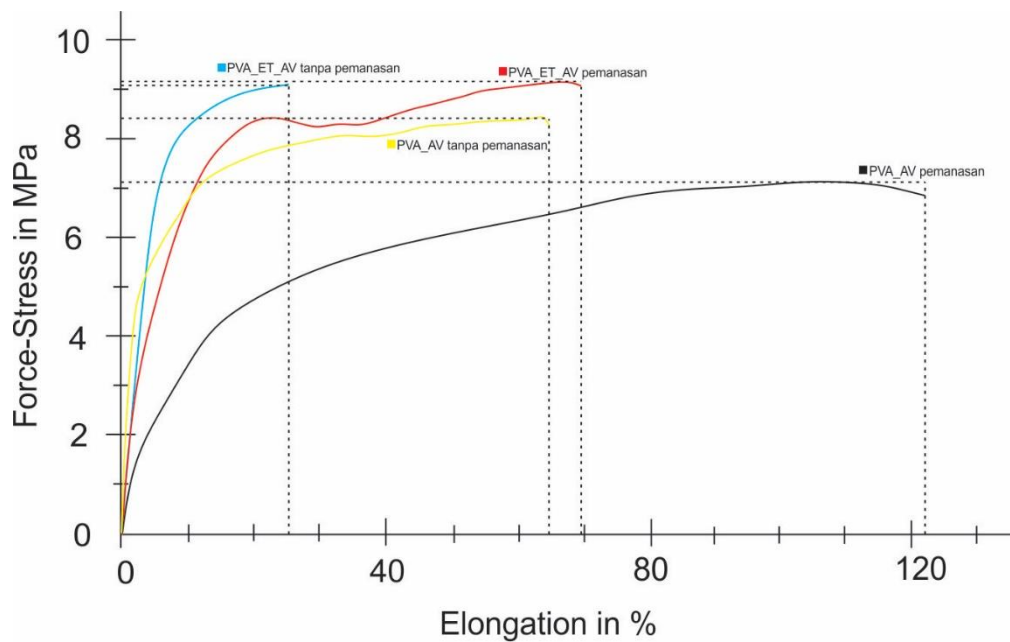
Gambar 3.5 menunjukkan distribusi diameter serat nanofiber pada masing – masing membran, larutan PVA\_ET\_AV dengan pemanasan memiliki diameter serat yang lebih seragam dibandingkan variasi yang lainnya, hal tersebut menunjukkan larutan dengan penambahan etanol dan perlakuan panas pada metode pembuatan larutan lebih bersifat homogen.



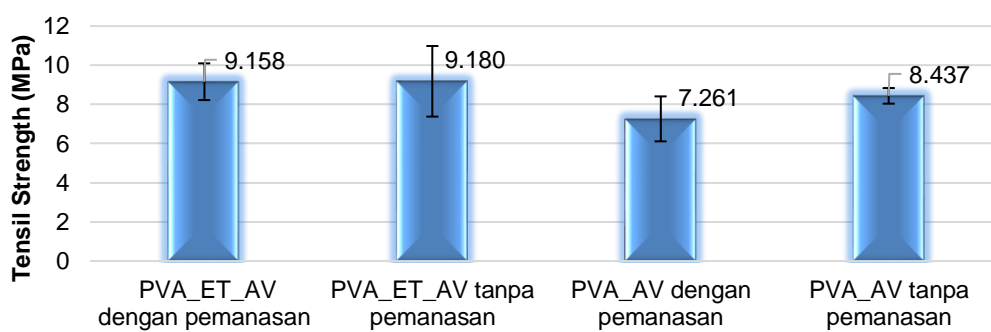
Gambar 3.5 Distribusi diameter serat nanofiber pada membrane

### 3.4 Sifat Tarik Membran Nanofiber

Analisis sifat mekanik membran nano fiber menggunakan hasil pengujian mesin *Universal Testing Machine Zwick 0.5* dengan standar ASTM D882. Analisis nilai kuat tarik dan regangan didapat dari hasil pengujian mekanik dan nilai modulus elastisitas dicari dengan persamaan 2.3. Kuat tarik membran yang diberi penambahan etanol memiliki kuat tarik yang lebih tinggi dibanding tanpa penambahan etanol karena struktur serat pada membran yang diberi penambahan etanol, memiliki struktur yang rapi, banyaknya *cross link* pada serat dan tidak adanya gumpalan pada ikatan serat. Hasil kuat tarik penelitian ini telah masuk standar *tensile strength native skin* yaitu antara 5-30 MPa (Miguel, 2017)



Gambar 3.6 Kurva tegangan regangan membran nanofiber



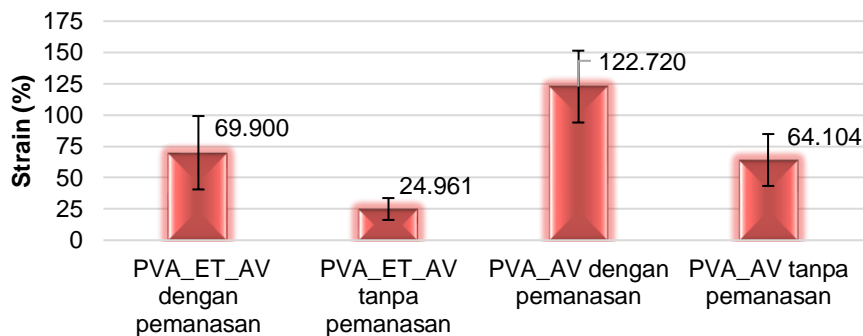
Gambar 3.7 Nilai tensile strength rata – rata membran nanofiber

Berdasarkan data pada gambar 3.8, regangan pada membran yang diberi etanol memiliki nilai regangan yang lebih rendah dibanding membran yang tanpa ditambah etanol, dan pemberian perlakuan panas pada larutan akan meningkatkan regangan, hal tersebut dimungkinkan karena pemberian panas berakibat menurunnya tegangan permukaan



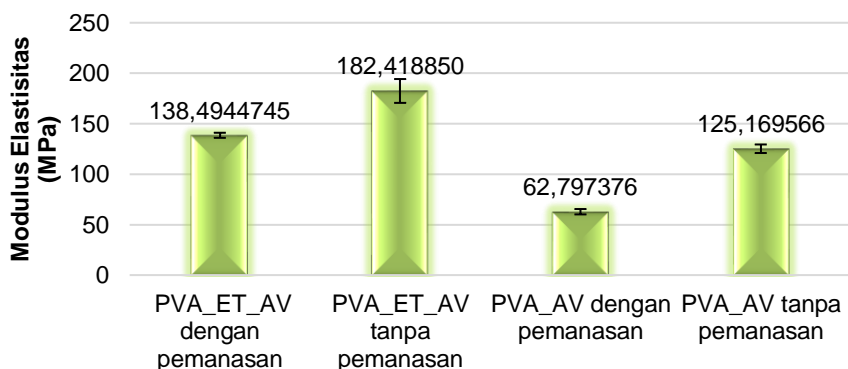
(Alberty, 1992), dimana densitas muatan - muatan atau partikel – partikel larutan tersebut semakin meregang.

Nilai regangan dari penelitian ini telah masuk standar regangan *native skin* yaitu 35 – 115 % (Miguel, 2017), namun variasi PVA\_ET\_AV tanpa pemanasan dan PVA\_AV dengan pemanasan tidak masuk rentang standar regangan karena kurang dari nilai standar dan lebih dari nilai standar pada masing – masing variasi.



Gambar 3. 8 Nilai strain rata – rata membran nanofiber

Pada gambar 4.9 menunjukkan hasil modulus elastisitas dari perhitungan persamaan 2.3, hasil penelitian menunjukkan penambahan etanol meningkatkan modulus elastisitasnya, hal tersebut seiring dengan meningkatnya kuat tarik membran tersebut karena modulus elastisitas berbanding lurus dengan kuat tarik. Penurunan drastis pada modulus elastisitas terjadi pada membran yang tidak diberi perlakuan pemanasan pada metode pembuatan larutannya, hal tersebut kemungkinan karena berubah ikatan senyawa pada larutan yang diberi perlakuan panas pada metode pembuatan, maka perlu adanya penelitian lanjut untuk membuktikan perubahan senyawa pada larutan yang diberi perlakuan panas. Hasil modulus elastisitas penelitian ini tidak masuk pada rentang standar modulus elastisitas *native skin* yaitu 4,6 – 20 MPa (Miguel, 2017), sehingga perlu dilakukan penelitian lanjut agar masuk pada rentang standar regangan.



Gambar 3. 9 Nilai modulus elastisitas rata – rata membran nanofiber

## 4. KESIMPULAN

1. Penambahan etanol pada metode pembuatan larutan menurunkan tegangan permukaannya, akan tetapi meningkatkan nilai viskositas, kuat tarik, modulus elastisitas membran dan diameter serat nanofiber dengan ikatan *cross link* dan struktur serat yang rapi.
2. Dari empat variasi yang digunakan, kuat tarik membran telah masuk rentang standar kuat tarik *native skin* (5 – 30 MPa), namun empat variasi tersebut memiliki nilai modulus elastisitas dibawah standar modulus elastisitas *native skin* (4,6 – 20 MPa) sehingga belum dapat dijadikan kandidat pembedak luka.

## REFERENSI

- Abdullah, N. A., Sekak, K. A., Ahmad, M. R., Effendi, T. J. 2014. *Characteristics of Electrospun PVA-Aloe Vera Nanofibres Produced via Electrospinning*. ICTEFAD : 7–11.
- Alberty, Robert A., Daniels, F. 1992. *Kimia Fisika*. Jakarta : Erlangga
- Chabala, L. F. G., Cuartas, C. E. E. Lopez, M. E. L. 2017. *Release Behavior and Antibacterial Activity of Chitosan/Alginate Blends with Aloe vera and Silver Nanoparticles*. *Marine Drug*. 15 (328).
- Deniz, Ali Ekrem. 2011. *Nanofibrous Nanocomposites via Electrospinning*. Department of Materials Science and Nanotechnology on Program of Graduate School of Engineering And Science of Bilkent University.
- Fatmadona, R., Oktarina, E. 2016. *Aplikasi Modern Wound Care Pada Perawatan Luka Infeksi Di Rs Pemerintah Kota Padang*. *Ners Jurnal Keperawatan*. 12 (2) : 159-165.
- Fong, H., Chun, I., Reneker, D. H. 1999. *Beaded Nanofibers Formed During Electrospinning*. *Polymer*. 40 (16) : 4585-4592.
- Hikmawati, D., Rohmadanik, A. R., Putra, A. P., Aminatun. 2018. *The Effect of Aloe vera Extract Variation in Electrospun Polyvinyl Alcohol (PVA)-Aloe vera-Based Nanofiber Membrane*. *Journal of Physics*. 1120 (1).
- Isfahani, F. R., Tavanai, H., Morshed, M. 2016. *Release of Aloe vera from Electrospun Aloe Vera-PVA Nanofibrous Pad*. *Fibers and Polymers*. 18 (2) : 265.
- Miguel, S. P., Ribeiro, M. P., Coutinho, P., Correia, I.J. 2017. *Electrospun Polycaprolactone/aloe Vera\_Chitosan Nanofibrous asymmetric membranes aimed for wound healing applications*. *Polymers*. 9 (5) : 183.
- Muhaimin, M., Wijayanti, D.A., Sosiati, H. 2014. *Fabrikasi Nanofiber Komposit Nanoselulosa / PVA Dengan Metode Electrospinning*. *Prosiding Pertemuan Ilmiah XXVIII HFI Jateng & DIY* : 62-65.
- Park, J. Y., Lee, I. H., Bea, G. N. 2008. *Optimization of The Electrospinning Conditions for Preparation of Nanofibers from Polyvinylacetate (PVAc) in Ethanol Solvent*. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*. 14 (6) : 707-713.
- Sosiati, H., Widodo, A. N., Nugroho, A. W. 2018. *The Influence of Aloe Vera Concentration on Morphology and Tensile Properties of Electrospun Aloe Vera - Pva Nanofiber*. *Jurnal Sains Materi Indonesia*. 19 (4) : 157-162.

- Thompson, C. J., Chase, G. G., Yarin, A. L., Reneker, D.H. 2007. *Effects of Parameters on Nanofiber Diameter Determined from Electrospinning Model*. *Polymer* 48 (23) : 6913-6922.
- 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) : 19-25.