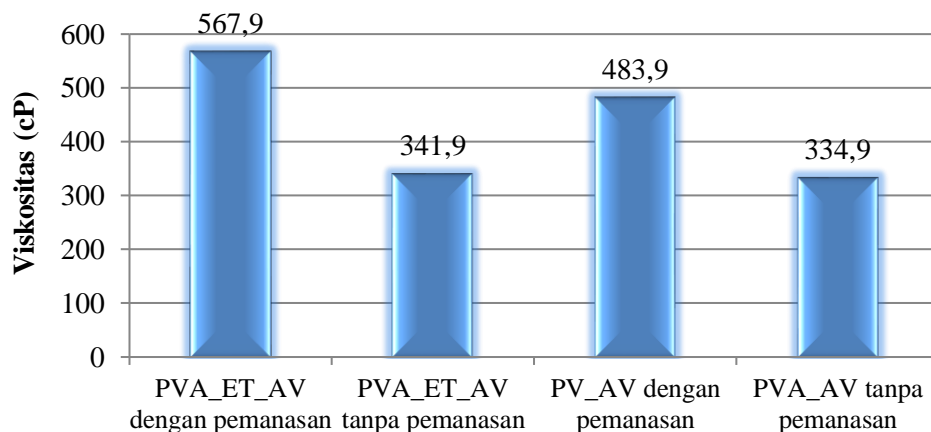


BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 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 4.1 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 4.5, hal tersebut karena berkurangnya

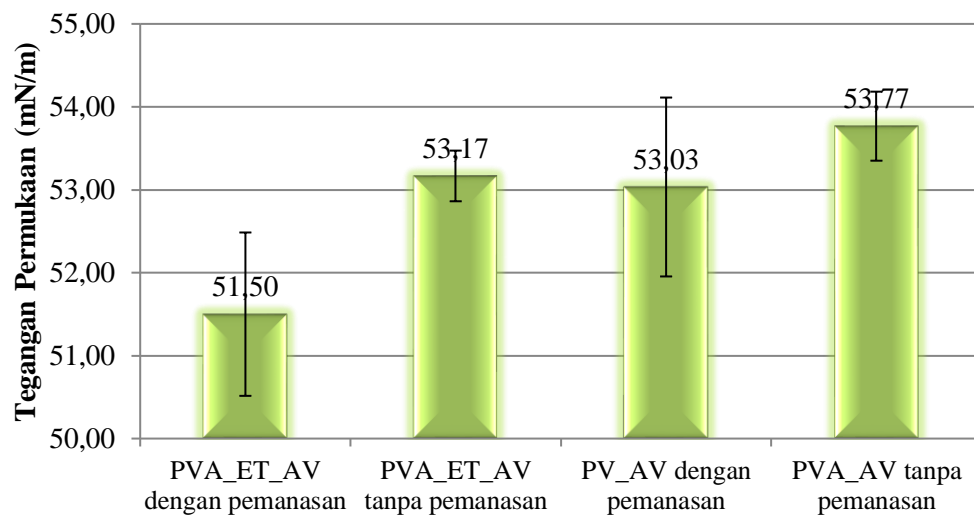
penguapan pada tahap *jet solidification* yang akan mempengaruhi bertambah besarnya diameter serat nano (Deniz, 2011)

4.2 Tegangan permukaan

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

Tabel 4.1 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 4.2 Tegangan permukaan pada setiap variasi larutan

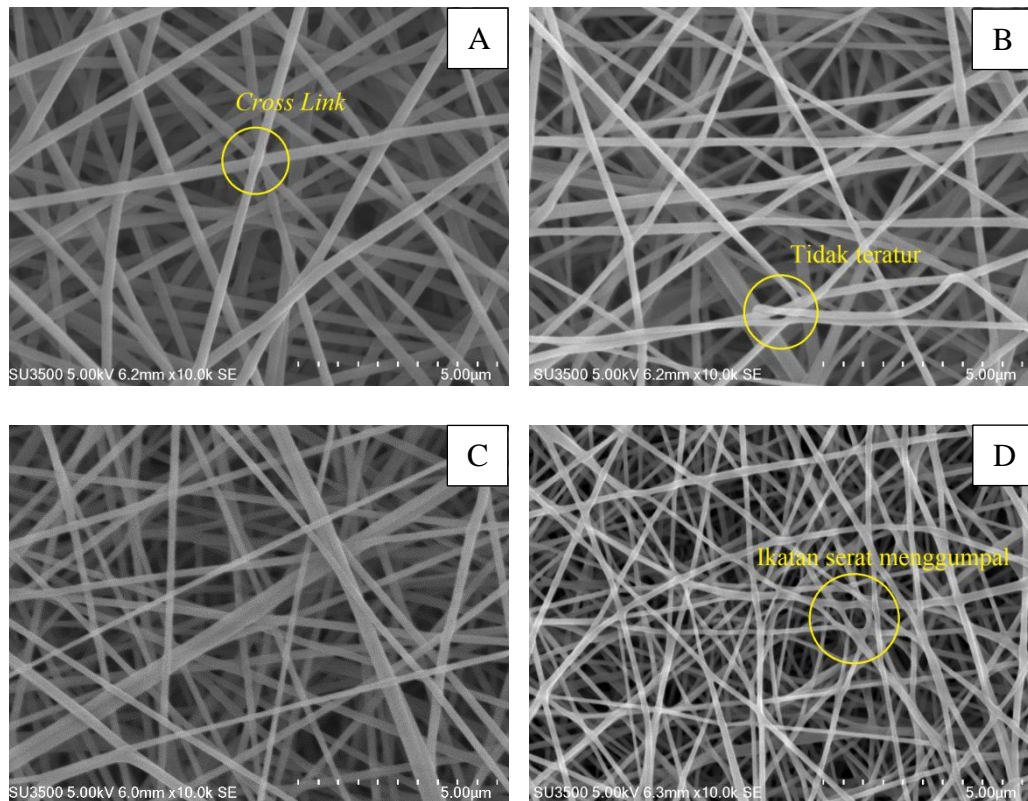
Dari hasil pengujian tegangan permukaan yang ditampilkan dalam grafik membuktikan bahwa pemberian etanol pada larutan akan menurunkan

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.

4.3 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.



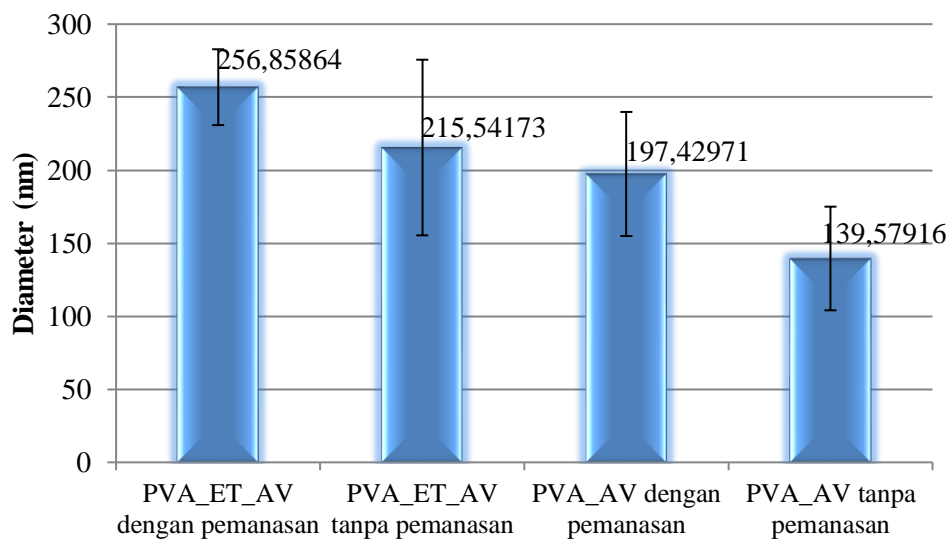
Gambar 4.3 Morfologi hasil SEM membran nanofiber (A) PVA_ET_AV dengan pemanasan, (B) PVA_ET_AV tanpa pemanasan, (C) PVA_AV dengan pemanasan, (D) PVA_AV tanpa pemanasan dengan perbesaran 10.000 kali

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.

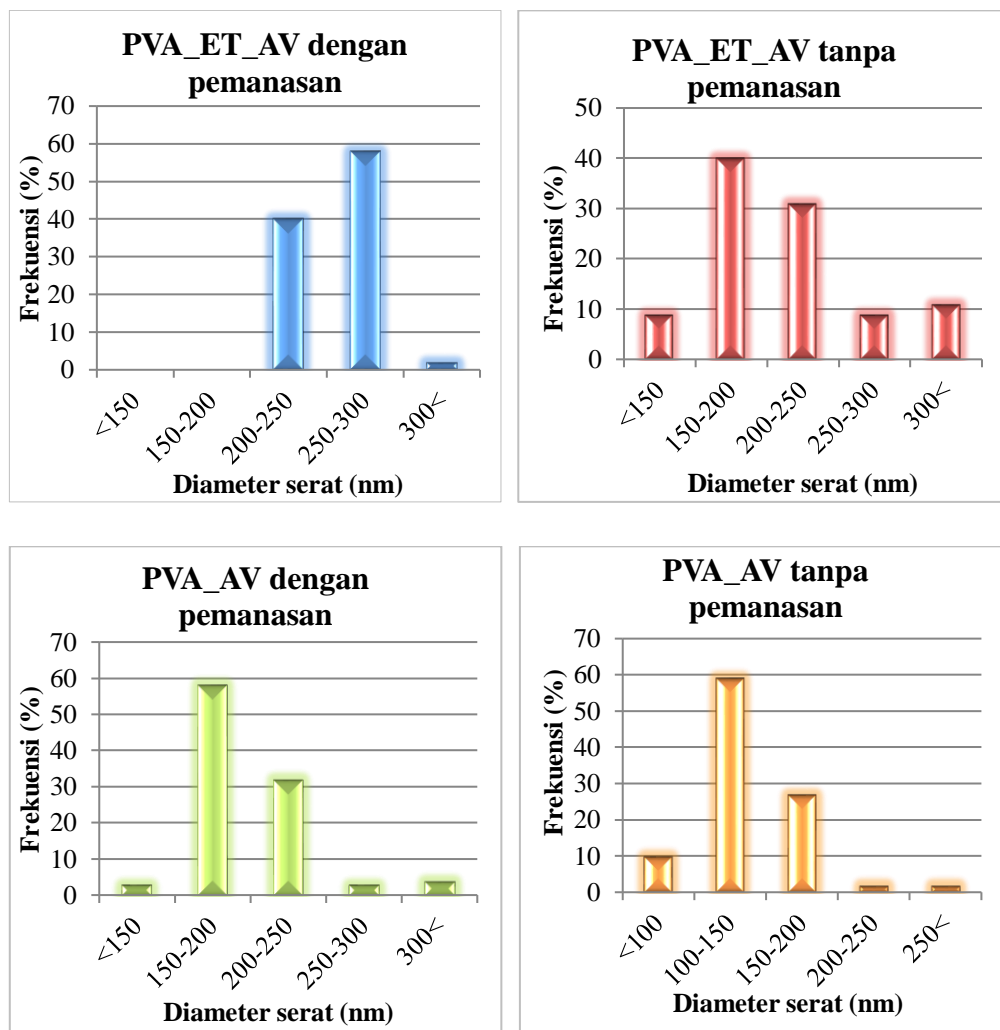
Perbedaan lain dari penelitian tersebut adalah perbedaan parameter jarak TCD yang digunakan yaitu 8 cm, sedangkan pada penelitian ini menggunakan jarak TCD 16,5 cm, semakin besar tegangan yang digunakan dan jarak TCD semakin dekat akan membuat beda potensial antar kutub positif dan negatif juga semakin 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 4.4 Diameter rata - rata serat nanofiber pada membran

Gambar 4.5 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.

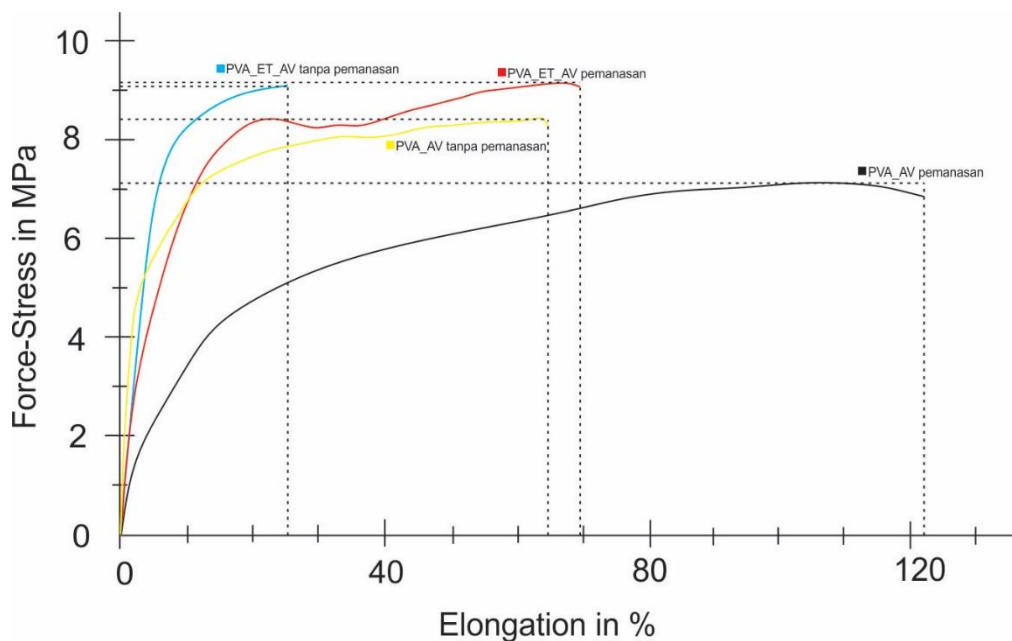


Gambar 4.5 Distribusi diameter serat nanofiber pada membran

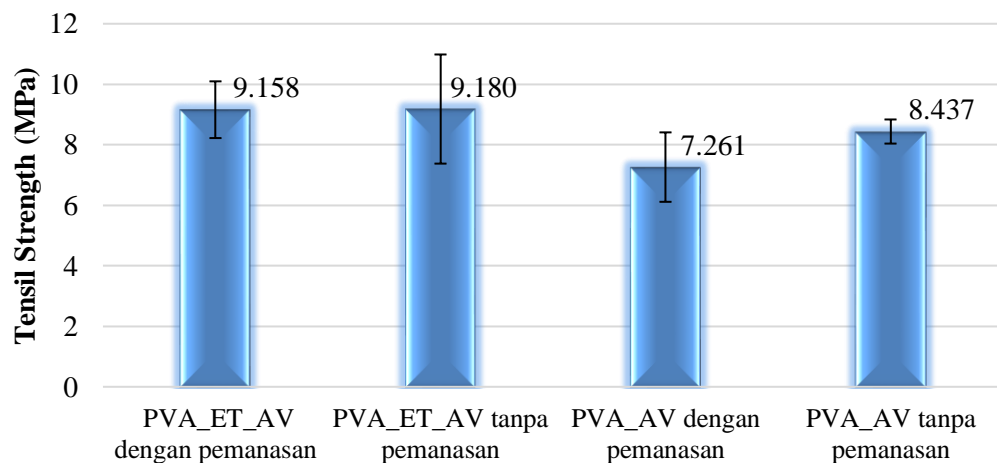
4.4 Sifat Tarik Membran Nanofiber

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 4. 6 Kurva tegangan regangan membran nanofiber

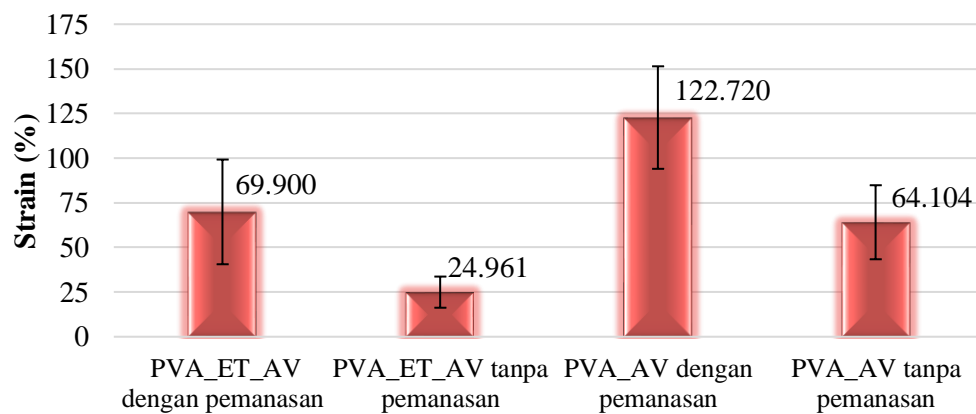


Gambar 4. 7 Nilai *tensile strength* rata – rata membran nanofiber

Berdasarkan data pada gambar 4.8, 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.

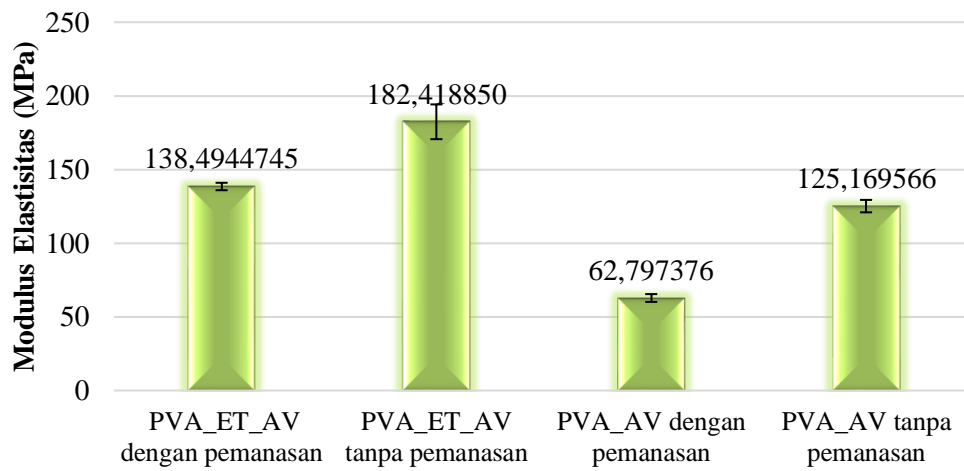
Nilai regangan dari penelitian ini telah masuk standar regangan *native skin* yaitu 35 – 115 % (Miguel, 2017), namun variasi PVA_ET_AV tanpa pemanasan dan PVA_AV dengan pemanasan tidak masuk rentang standar regangan karena kurang dari nilai standar dan lebih dari nilai standar pada masing – masing variasi.



Gambar 4. 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 4. 9 Nilai modulus elastisitas rata – rata membran nanofiber