

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

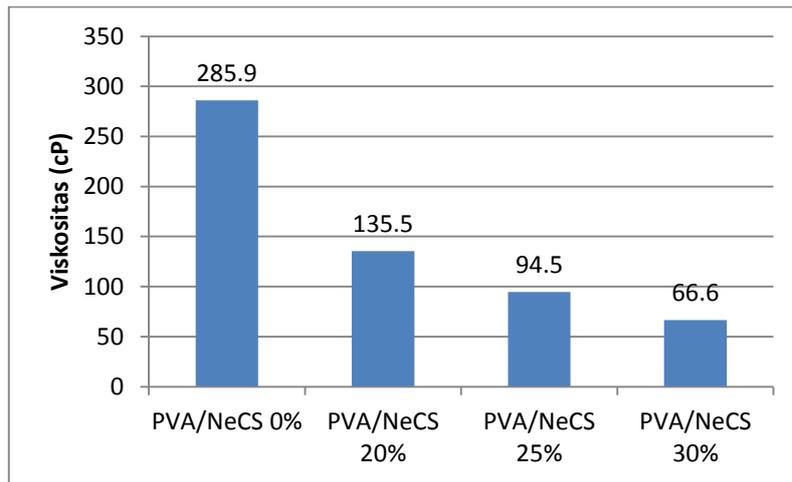
4.1 Viskositas Larutan PVA/NeCS

Salah satu faktor yang berpengaruh dalam proses pembentukan membran *nanofiber* adalah sifat fisis dari larutan suatu larutan, antara lain viskositas (Garg dkk, 2014). Penambahan konsentrasi nanoemulsi kitosan (NeCS) pada larutan PVA/NeCS mengakibatkan nilai dari viskositas menurun. Nilai viskositas yang terlalu rendah akan menyebabkan larutan mudah menetes dari jarum saat proses *electrospinning* dan nilai viskositas yang terlalu tinggi akan menyebabkan fiber sulit terbentuk (Firmansyah, 2018)

Tabel 4.1 Tabel Hasil Uji Viskositas

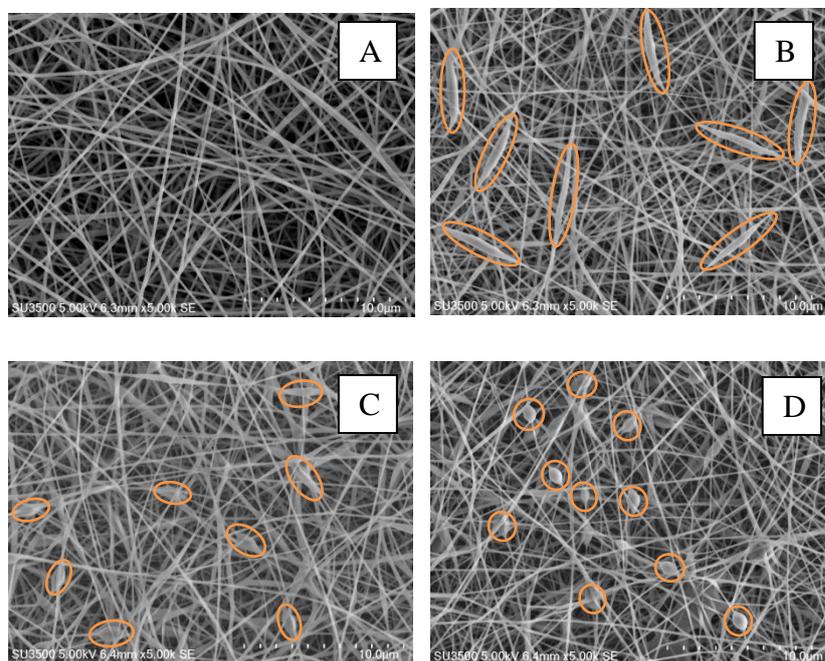
No	Sampel	Viskositas
1	PVA/NeCS 0%	285,9
2	PVA/NeCS 20%	135,5
3	PVA/NeCS 25%	94,5
4	PVA/NeCS 30%	66,6

Viskositas dari larutan berhubungan dengan tingkat ikatan molekul polimer dalam larutan. Jika viskositas rendah, maka ikatan rantai antar polimer rendah sehingga ada kecenderungan terbentuknya *beads* dari pada serat halus (Marno dkk, 2018). Dengan demikian, faktor yang paling berpengaruh dalam viskositas suatu larutan juga akan berpengaruh pada proses *elecrosinning* dan serat yang dihasilkan. Penambahan kitosan pada larutan PVA menyebabkan timbulnya *beads* pada membran nanofiber semakin banyak konsentrasi kitosan yang ditambahkan maka semakin besar ukuran *beads* yang terbentuk (Dermawan., 2016)

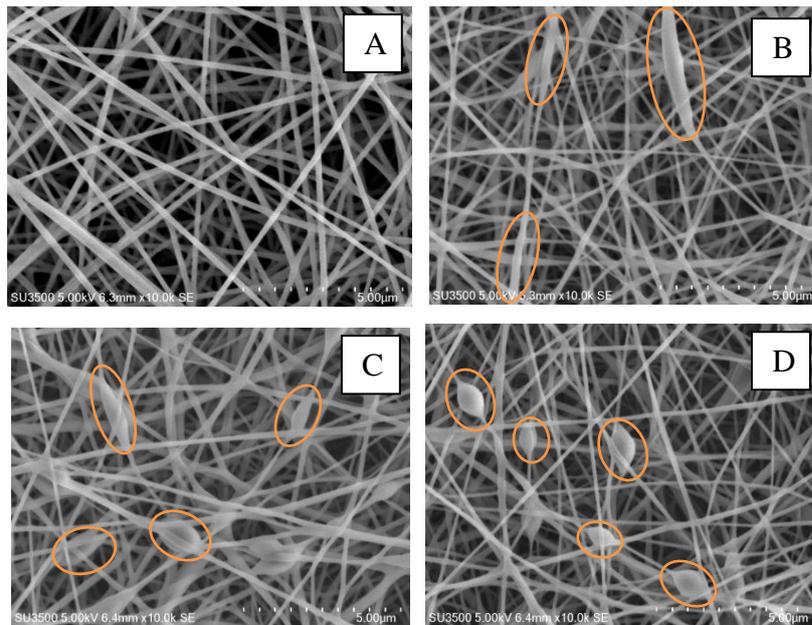


Gambar 4.1 Nilai Viskositas Larutan PVA/NeCS

4.2 Analisis Morfologi Membran Nanofiber



Gambar 4.2 Morfologi hasil SEM membran PVA/NeCS (A) 0%, (B) 20%, (C) 25%, (D) 30%.

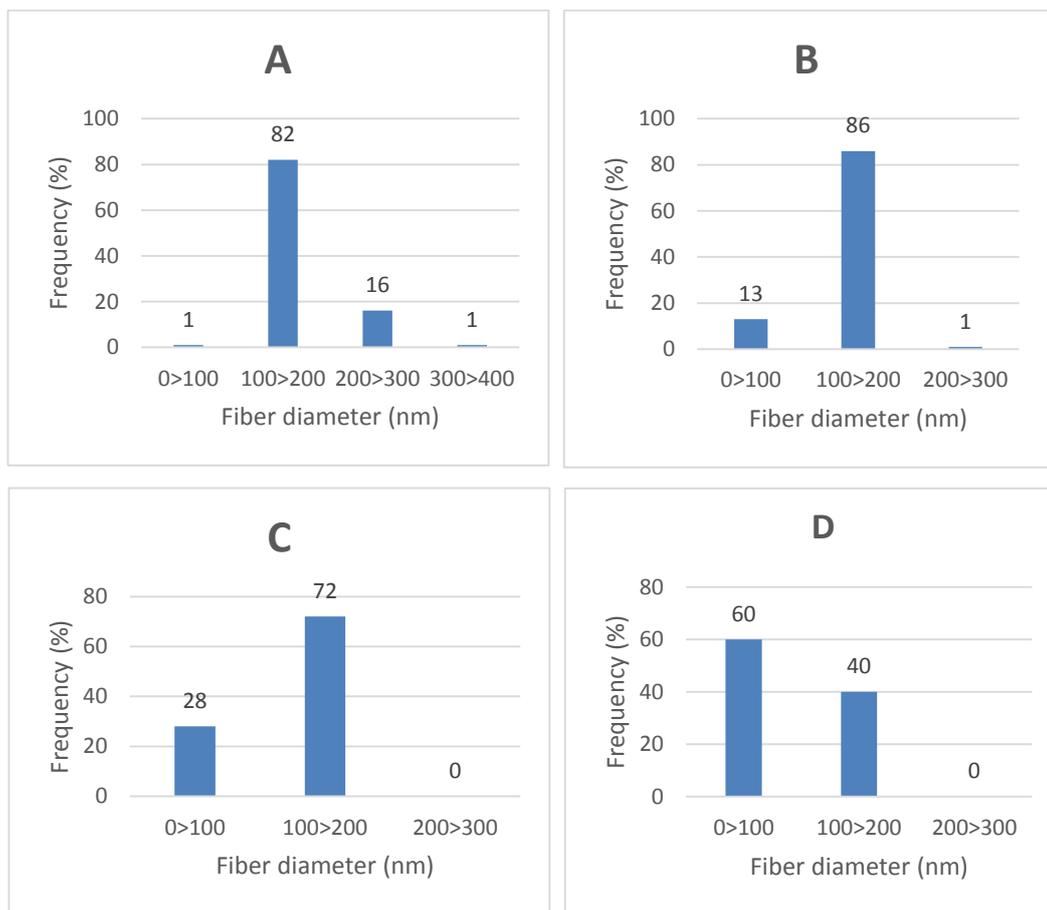


Gambar 4.3 Morfologi hasil SEM membran PVA/NeCS (A) 0%, (B) 20%, (C) 25%,(D) 30%.

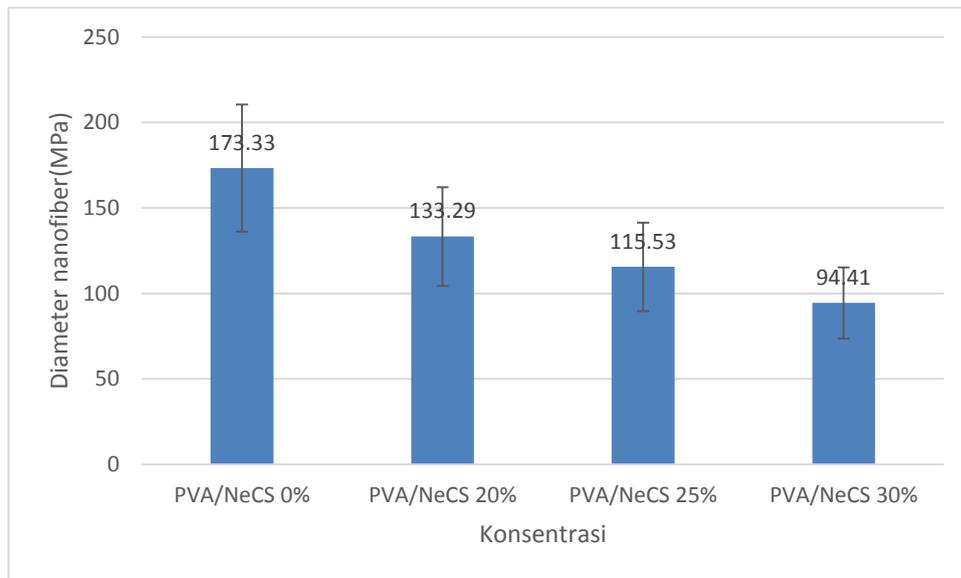
Pengamatan morfologi pada membran *nanofiber* dilakukan menggunakan SEM. Gambar 4.2 dan 4.3 menunjukkan bahwa membran PVA/NeCS berhasil dibuat menggunakan metode *electrospinning*. Peningkatan konsentrasi NeCS pada larutan menyebabkan timbulnya *beads* pada membran *nanofiber* konsentrasi 20%, 25% dan 30% (gambar 4.2 B,C,D dan gambar 4.3 B,C,D). Sedangkan pada konsentrasi 0% (gambar 4.2 A dan 4.3 A) tidak ditemukan adanya *beads* pada membran *nanofiber*.

Pada hasil SEM membran PVA/NeCS 0% (gambar 4.3 A) struktur membran *nanofiber* memiliki diameter serat *nanofiber* yang cenderung berbeda dan tidak seragam. Hal ini disebabkan karena saat *electrospinning* jarum tembak tidak melakukan persebaran secara merata. Hasil SEM membran PVA/NeCS 20% (gambar 4.3 B) menunjukkan terbentuknya serat *nanofiber* mulai seragam. Hal ini menunjukkan bahwa dengan penambahan 20% NeCS dapat membuat seragam serat *nanofiber*. Akan tetapi muncul beberapa *beads* pada konsentrasi ini. Membran PVA/NeCS 25% (gambar 4.3 C) serat *nanofiber*

yang terbentuk semakin seragam satu sama lain dibandingkan sebelumnya. Kemunculan *beads* pada konsentrasi ini juga semakin terlihat jelas dengan bentuk yang mulai membulat. Sedangkan pada membran PVA/NeCS 30% (gambar 4.3 D) serat terlihat seragam secara keseluruhan dan lebih kecil dari membran sebelumnya, tetapi pada konsentrasi ini bentuk *beads* terlihat lebih bulat dan berdekatan satu sama lain dibandingkan konsentrasi sebelumnya.



Gambar 4.4 Distribusi diameter *nanofiber* pada membran dengan konsentrasai (A) PVA/NeCS 0%, (B) PVA/NeCS 20%, (C) PVA/NeCS 25%,(D) PVA/NeCS 30%

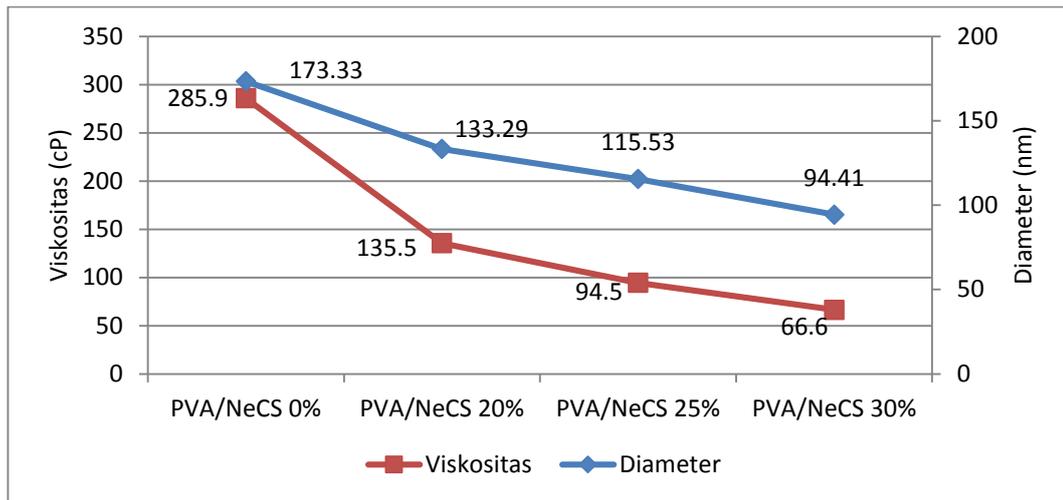


Gambar 4.5 Diameter rata-rata membran nanofiber

Tabel 4.2 Pengaruh viskositas terhadap diameter rata-rata membrane

Konsentrasi	Viskositas	Diameter
0%	285,9	173,33
20%	135,5	133,29
25%	94,5	115,53
30%	66,6	94,41

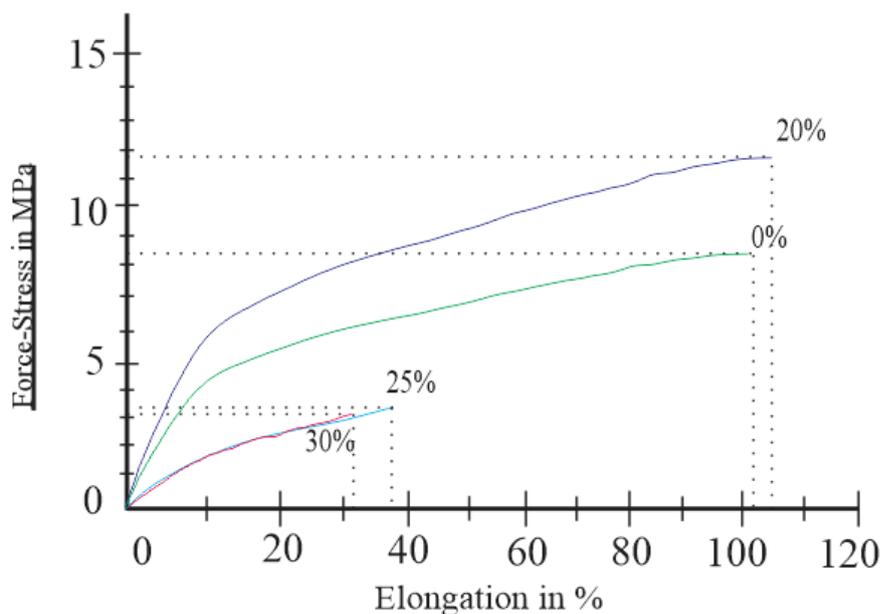
Pada table 4.2 dapat dilihat bahwa pengaruh nilai viskositas terhadap diameter fiber semakin kecil ketika nilai viskositas mengalami penurunan. Hal ini membuktikan bahwa viskositas merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi penurunan diameter *nanofiber*. Larutan yang memiliki nilai viskositas rendah akan lebih mudah untuk menghasilkan *nanofiber* berukuran kecil dibandingkan dengan larutan dengan nilai viskositas yang tinggi karena zat terlarut akan banyak menguap saat proses *electrospinning*. Larutan dengan nilai viskositas yang tinggi menghasilkan *nanofiber* dengan diameter yang lebih besar disebabkan karena dapat menahan jet stream menjadi lebih stabil (Hendriawan dkk., 2013).



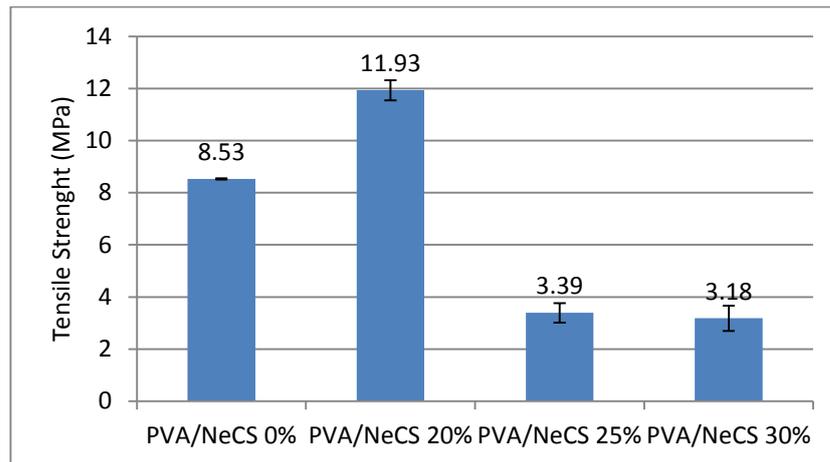
Gambar 4.6 Pengaruh nilai viskositas terhadap diameter nanofiber membran PVA/NeCS

4.3 Sifat Tarik Membran Nanofiber PVA/NeCS

Analisis sifat mekanik dilakukan setelah membran *nanofiber* PVA/NeCS di uji tarik menggunakan standar ASTM D882. Agar dapat dihitung nilai kuat tarik (*tensile strength*), regangan (*elongation*), dan modulus elastisitas dihitung menggunakan persamaan 2.1, 2.2 dan 2.3. Kurva tegangan dan regangan hasil uji tarik membran *nanofiber* PVA/NeCS dapat dilihat pada gambar 4.7.

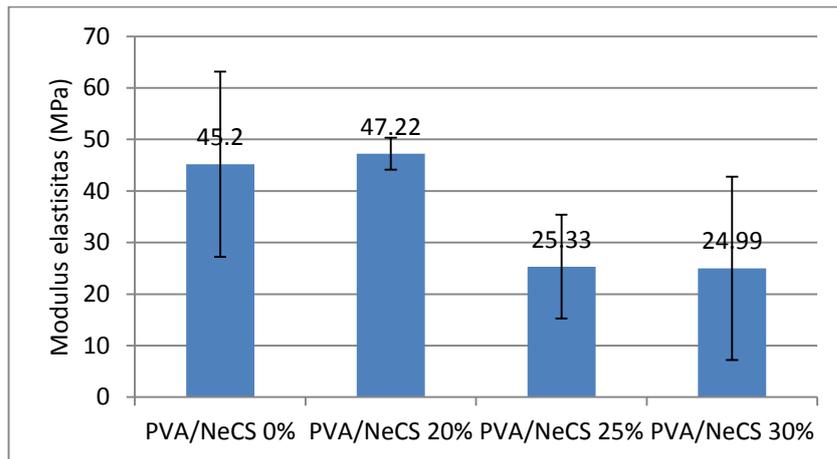


Gambar 4.7 Hasil kurva tegangan - regangan membran PVA/NeCS



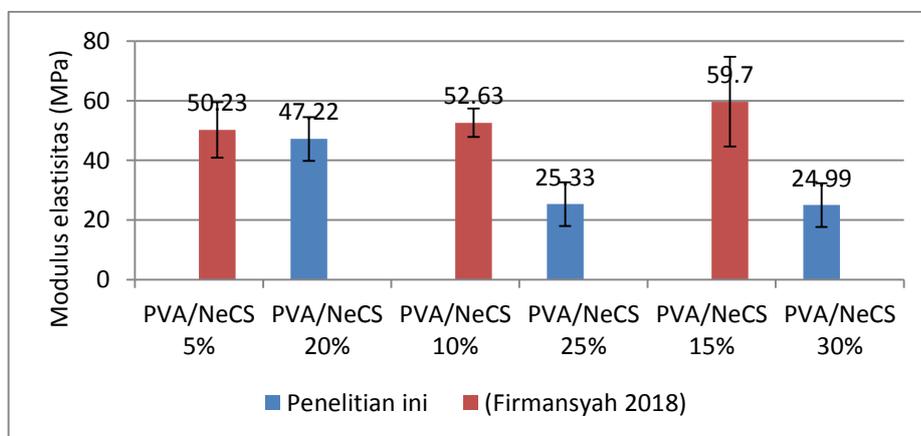
Gambar 4.8 Nilai kuat tarik rata-rata membran *nanofiber*

Kuat tarik membran *nanofiber* PVA/NeCS yang memiliki nilai paling rendah antara lain (PVA/NeCS 30%) yaitu 3,18 MPa, sedangkan nilai kuat tarik paling tinggi (PVA/NeCS 20%) 11,93 MPa. Pada gambar 4.8 nilai kuat tarik dari membran *nanofiber* PVA/NeCS meningkat pada penambahan konsentrasi 20% dan menurun setelah diberikan penambahan NeCS 25% dan 30%. Hal ini terjadi karena jenis *beads* serat lemak yang terbentuk pada konsentrasi 20% mempengaruhi meningkatnya kuat tarik membran *nanofiber*. Menurut jia dkk.,2007 apabila konsentrasi NeCS yang digunakan tidak tersusun secara teratur (*amorf*) menyebabkan membran *nanofiber* bersifat kaku (*brittle*). Selain itu faktor munculnya jenis *beads* kacang polong dengan jumlah yang semakin meningkat pada konsentrasi 25% dan 30% menyebabkan menurunnya nilai kuat tarik dari membran *nanofiber* seperti yang di tunjukan gambar 4.2 dan 4.3.

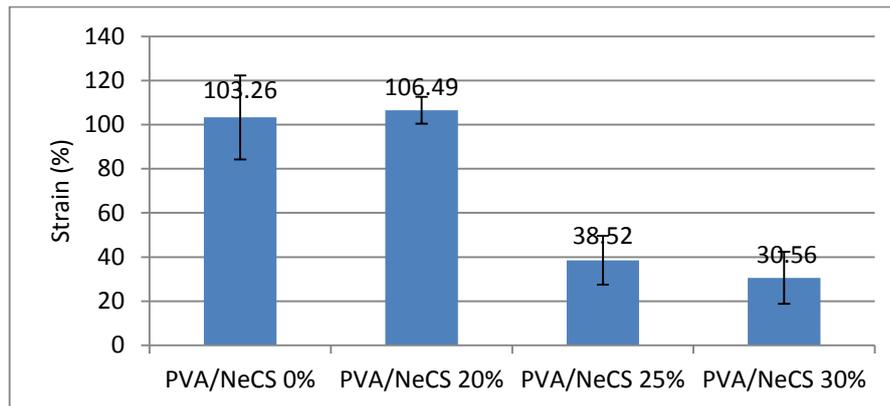


Gambar 4.9 Nilai modulus elastisitas membran *nanofiber*

Pada gambar 4.9 menunjukkan nilai modulus elastisitas rata-rata membran *nanofiber* dengan variasi konsentrasi yang berbeda. Berdasarkan hasil nilai modulus elastisitas pada larutan yang diberikan penambahan NeCS mengalami penurunan modulus seiring bertambahnya konsentrasi NeCS yang di berikan. Penambahan kitosan dengan konsentrasi yang besar menyebabkan peningkatan kekakuan membran (Islam dkk., 2015). Nilai modulus ini lebih kecil dari penelitian (Firmansyah., 2018) dimana dari penelitian PVA/NeCS 5% di peroleh nilai modulus elastisitas 50,23 MPa. Sedangkan dari penelitian ini nilai modulus elastisitas dari membran *nanofiber* PVA/NeCS 30% nilai modulus elastisitas diperoleh 24.99 MPa.



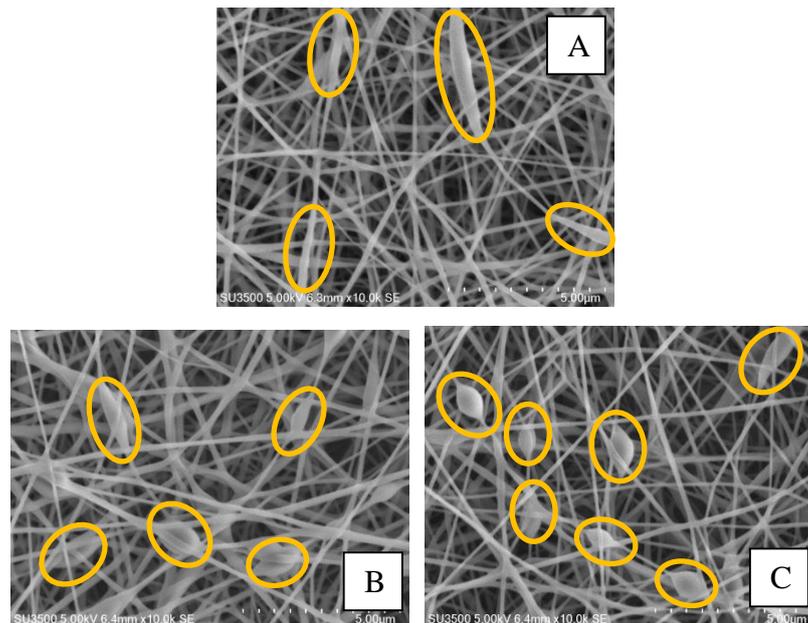
Gambar 4.10 Perbandingan modulus elastisitas PVA/NeCS penelitian ini dan PVA/NeCS (Firmansyah., 2018).



Gambar 4.11 Nilai regangan membran *nanofiber*.

Berdasarkan data pada gambar 4.11 nilai regangan membran *nanofiber* PVA/NeCS mengalami kenaikan pada penambahan NeCS 20% akan tetapi pada konsentrasi 25% dan 30% penurunan. Nilai regangan tertinggi di peroleh pada membran PVA/NeCS 20% dengan nilai regangan 106,49 MPa dan nilai terendah di peroleh pada membran PVA/NeCS 30% dengan nilai 30,56 MPa.

4.4 Bentuk dari masing masing *beads* dan faktor terbentuknya

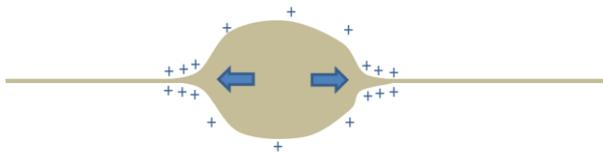


Gambar 4.12 Hasil SEM (A) morfologi membran *nanofiber* PVA/NeCS 20%, (B) morfologi membran *nanofiber* PVA/NeCS 25%, (C) morfologi membran *nanofiber* PVA/NeCS 30%.

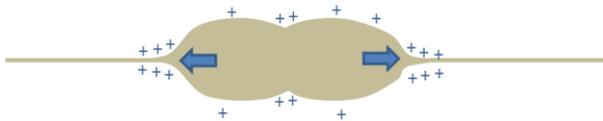
Pada perbedaan konsentrasi 20%, 25%, 30% penambahan NeCS ditemukan sejumlah *beads* dengan ukuran yang berbeda. Penyebab terbentuknya *beads* antara lain karena viskositas terlalu rendah, yang dimana menyebabkan ikatan rantai polimer juga cenderung rendah sehingga *beads* mudah terbentuk dari pada serat halus. (Marno dkk., 2018) Faktor yang paling berpengaruh dalam viskositas adalah berat molekul polimer, ketika berat molekul tinggi dilarutkan viskositasnya akan lebih besar jika dibandingkan dengan polimer yang sama tetapi dengan berat molekul yang lebih rendah (Marno dkk., 2018). Parameter lain yang berpengaruh pada proses *electrospinning* antara lain tegangan yang masuk, suhu dari larutan, dan jarak antara jarum ke kolektor (Marno dkk., 2018).

Tegangan yang dibutuhkan agar terbentuknya *taylor cone* akan meningkat bergantung pada *feedrate* dari larutan yang di atur, tegangan diatas 6 kV dapat mendorong larutan bergerak menuju ujung jarum dan menyebabkan terbentuknya *taylor cone* (Marno dkk., 2018). Tingkat kelembapan yang tinggi menyebabkan perubahan morfologi pada polimer dengan pelarut yang mudah menguap. Selain kelembapan dari lingkungan sekitar, tekanan juga berpengaruh pada proses *electrospinning*. Ketika tekanan yang ada pada *electrospray* lebih kecil dari pada suhu sekitar akan mengakibatkan kecenderungan laju dari larutan yang keluar tidak stabil. (Marno dkk., 2018)

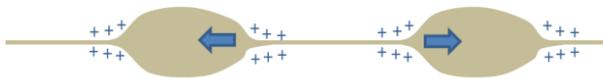
Jenis *beads* kacang polong, serat lemak, bulat berdekatan cenderung mempengaruhi terhadap sifat tarik, jenis *beads* kacang polong dan bulat berdekatan cenderung menurunkan nilai sifat tarik, sedangkan jenis *beads* serat lemak dapat meningkatkan sifat tarik pada membrane PVA/NeCS



Jenis *Beads* kacang polong
Yang terbentuk karena viskositas
dari larutan terlalu rendah



Jenis *Beads* serat lemak.
Terbentuk karena saat jarum *syringe*
menembakan larutan jarum
mengalami kekeringan akibat dari
tegangan tinggi masuk.



Jenis *Beads* Bulat Berdekatan.
Konsentrasi larutan di ujung jarum
terbelah menyebabkan terbentuknya
beads.

Gambar 4.13 Jenis *beads* yang terbentuk dan faktor terbentuknya (Zhu et al 2012)