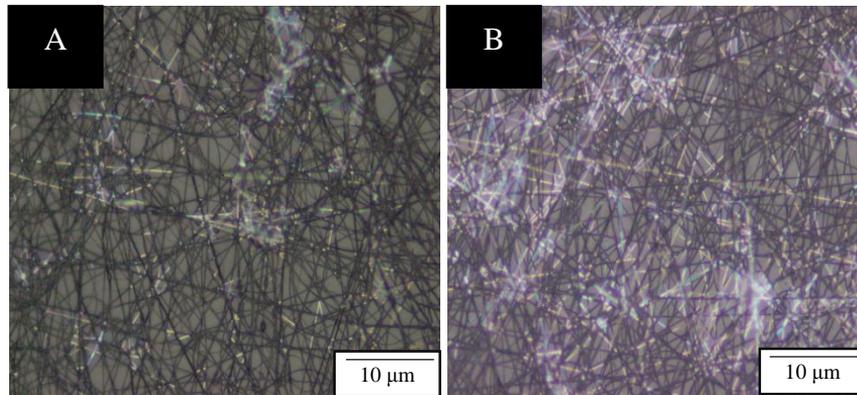


BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Optimasi Parameter Elektrosinning

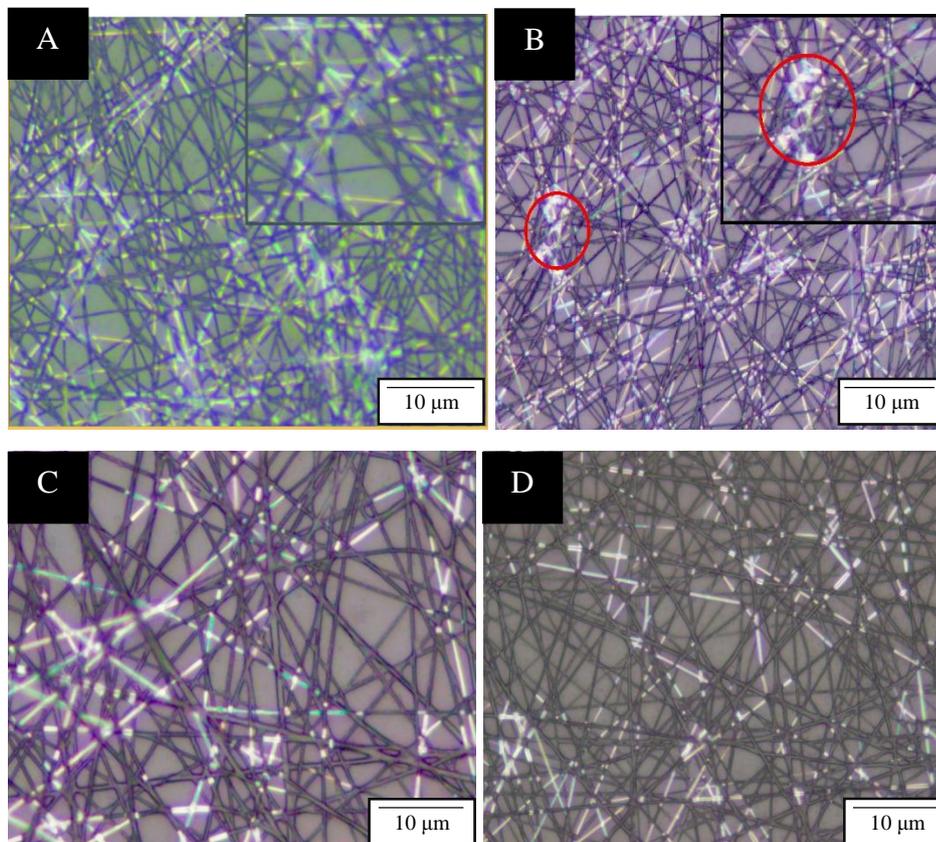
Dalam pembuatan membran nanofiber agar menghasilkan nanofiber yang baik perlu dilakukannya optimasi elektrosinning. Optimasi elektrosinning yaitu menentukan parameter jarak ujung jarum ke papan kolektor TCD (*Tip to collector distance*) dan tegangan yang sesuai, sehingga menghasilkan nanofiber yang teratur dan serat berdiameter kecil. Adapun hasil optimasi elektrosinning dapat dilihat pada Gambar 4.1 dibawah ini.



Gambar 4.1. Hasil optimasi elektrosinning ; (A) Tegangan 15kV dengan TCD 15 cm, (B) Tegangan 18kV dengan TCD 16,5 cm.

Dari hasil pada Gambar 4.1. (A) menggunakan tegangan 15kV dengan TCD 15 cm, menghasilkan nanofiber yang terdapat *beads* dan susunan nanofiber belum teratur. Adapun hasil dari Gambar 4.1. (B) yang menggunakan tegangan 18Kv dengan TCD 16,5 cm, menghasilkan nanofiber tidak terdapat *beads* dan susunan nanofiber yang terbentuk lurus-lurus dan bersilangan (*crosslink*) satu dengan yang lain. Sehingga dari hasil optimasi parameter elektrosinning diatas yang digunakan sebagai dalam pembuatan membran nanofiber yaitu Gambar 4.1. (B) menggunakan tegangan 18kV dan TCD 16,5 cm.

4.2. Hasil optimasi penambahan konsentrasi *Aloe Vera Gel* (AVG) terhadap membran AVG (2%)/PVA



Gambar 4.2. Hasil optimasi penambahan konsentrasi serbuk *Aloe Vera Gel* (AVG) terhadap membran AVG (2%)/PVA ; (A) 2%, (B) 3%, (C) 4% dan (D) 5%.

Gambar 4.2. (A) dengan AVG 2% (w) menghasilkan serat yang baik dan lurus. Pada Gambar 4.2. (B) dengan AVG 3% (w) menghasilkan serat yang baik tetapi susunan serat ada yang melingkar, sedangkan pada Gambar 4.2. (C) dan (D) dengan AVG 4% dan 5% (w) menghasilkan serat yang saling menempel satu sama lain dan nanofiber yang dihasilkan tampak basah dan diameter serat besar. Nanofiber yang tampak basah biasanya terjadi karena kurangnya penguapan sebelum nanofiber mencapai kolektor (Hikmawati dkk, 2018), sehingga dari hasil diatas yang dijadikan sebagai bahan dasar yaitu Gambar 4.2. (A) yang menggunakan AVG 2% (w).

4.3. Hasil Uji Viskositas

Viskositas merupakan salah satu parameter elektrospinning yang dapat mempengaruhi morfologi dan keseragaman nanofiber yang terbentuk (Deniz, 2011). Dalam penelitian ini alat yang digunakan untuk mengukur viskositas yaitu viskometer. Hasil pengujian viskositas dapat dilihat pada tabel 4.1. dan Gambar 4.3. dibawah ini.

Tabel 4.1. Viskositas larutan

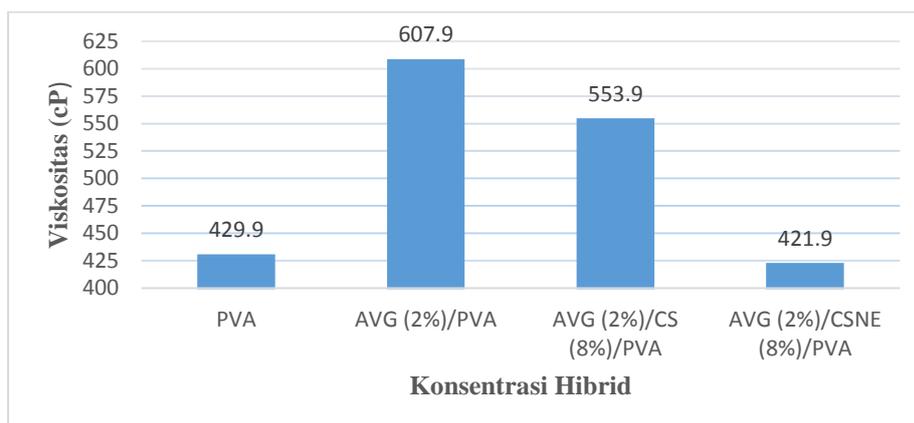
Sampel	Ulangan 1 (cP)	Ulangan 2 (cP)	Rata-rata
PVA	429,9	429,9	429,9
AVG (2%)/PVA	607,9	607,9	607,9
AVG (2%)/CS (8%)/PVA	553,9	553,9	553,9
AVG (2%)/CSNE (8%)/PVA	421,9	421,9	421,9

Keterangan :

CSNE : Kitosan Nano-emulsi

CS : larutan kitosan

AVG : serbuk *Aloe Vera Gel*



Gambar 4.3. Grafik hasil viskositas

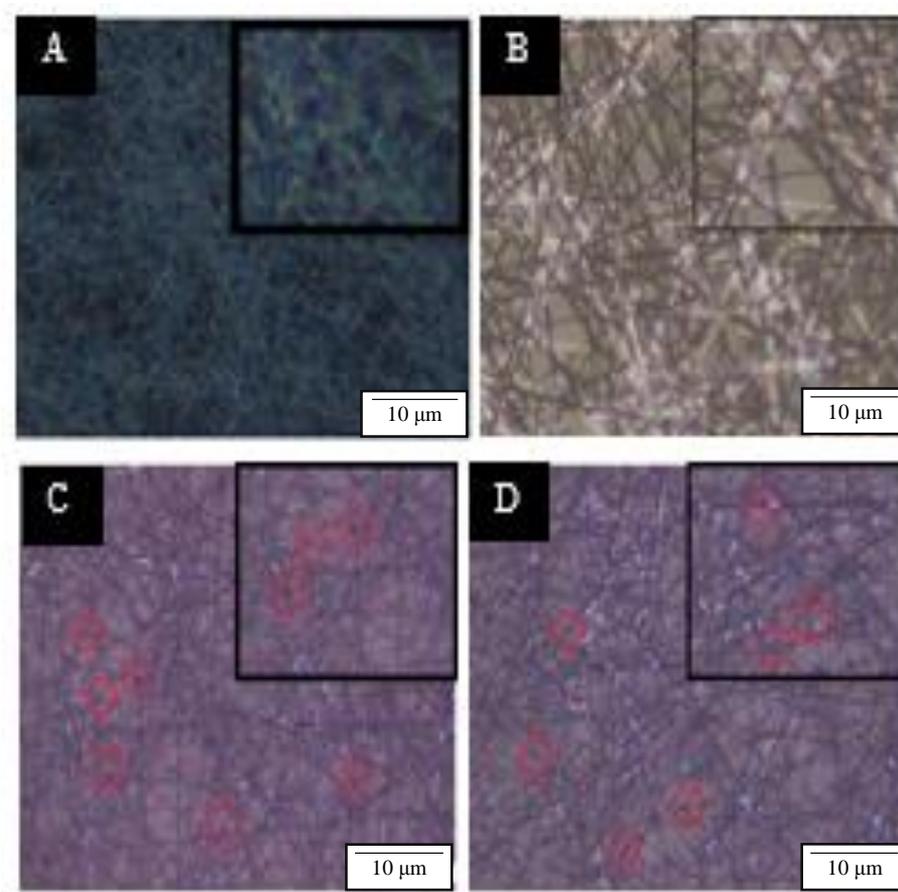
Dari tabel 4.1. dan Gambar 4.3. dapat dilihat bahwa pada penambahan konsentrasi serbuk *Aloe Vera Gel* (AVG) nilai pada konsentrasi PVA viskositas naik, tetapi setelah dihibrid dengan kitosan nilainya semakin turun.

Nilai viskositas tertinggi pada larutan AVG (2%)/PVA dengan kekentalan 607,9 cP dan nilai viskositas terendah pada konsentrasi larutan hibrid AVG (2%)/CSNE (8%)/PVA dengan kekentalan 421,9 cP.

4.4. Analisis Morfologi Membran Nanofiber

4.4.1. Analisa Morfologi menggunakan *Optical Microscope*

Dibawah ini merupakan hasil *Optical Microscope* yang dapat dilihat pada Gambar 4.4.

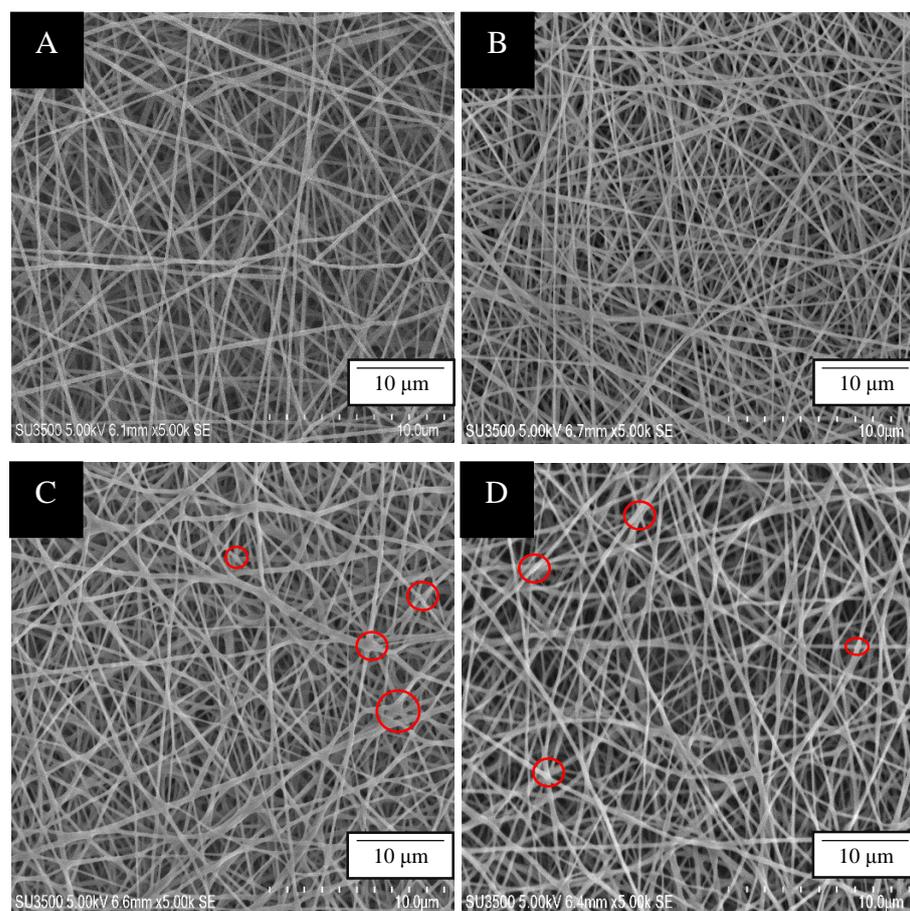


Gambar 4.4. Hasil foto morfologi dengan *optical microscope* dengan konsentrasi ; (A) PVA, AVG (2%)/PVA, (C) AVG (2%)/CS (8%)/PVA, dan (D) AVG (2%)/CSNE (8%)/PVA.

Pada hasil foto morfologi nanofiber menggunakan *optical microscope* yang terdapat pada Gambar 4.4. dapat dilihat bahwa keempat sampel menghasilkan struktur serat yang teratur serta setiap membran saling

bersilangan lurus secara teratur. Pada konsentrasi AVG (2%)/PVA yang dihibrid dengan kitosan dapat dilihat pada Gambar 4.4. C dan D mengakibatkan timbulnya *beads* pada nanofiber yang dihasilkan, sedangkan pada Gambar 4.4. A dan B tidak terdapat *beads* sama sekali.

4.4.2. Analisa Morfologi dan distribusi diameter nanofiber menggunakan *Scanning Electron Microscope*



Gambar 4.5. Hasil morfologi dengan menggunakan SEM ; (A) PVA, (B) AVG (2%)/PVA, (C) AVG (2%)/CS (8%)/PVA, (D) AVG (2%)/CSNE (8%)/PVA perbesaran 5000 kali.

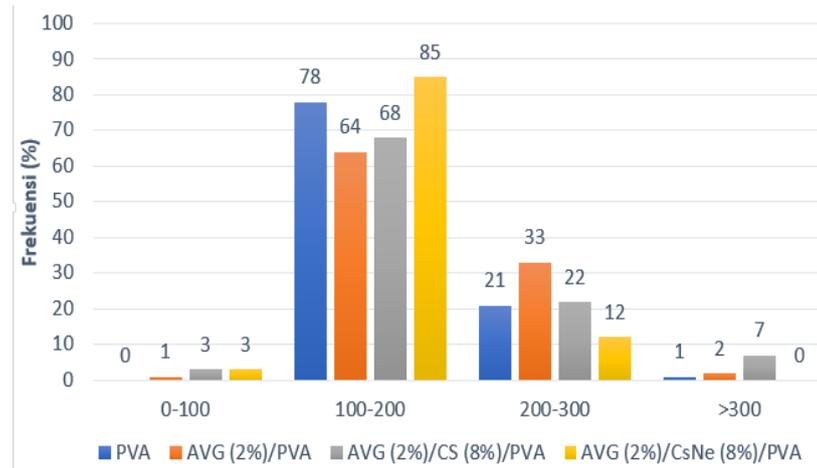
Gambar 4.5. merupakan hasil foto morfologi menggunakan SEM dengan konsentrasi yang disebutkan diatas. Pada Gambar 4.5. A dan B dapat dilihat bahwa serat yang dihasilkan teratur dengan tidak adanya *beads* dan terlihat ukuran diameter pada Gambar 4.5. A hampir merata, adapun hasil dari Gambar

4.5. C dan D dapat dilihat bahwa serat yang dihasilkan terdapat adanya *beads*, tetapi pada Gambar 4.5. D terlihat ukuran diameter yang dihasilkan hampir merata dengan ukuran yang kecil. Dengan demikian bahwa penambahan kitosan pada AVG (2%)/PVA menimbulkan adanya *beads* yang terdapat pada Gambar 4.5. C dan D. *Beads* yang timbul pada konsentrasi hibrid kitosan diakibatkan karena viskositas mengalami penurunan, menurut peneliti Judawisastra dkk, (2012) mengatakan ketika viskositas meningkat akan menunjukkan terjadinya peningkatan massa molekul relatif polimer dari larutan, sehingga larutan yang mempunyai viskositas yang tinggi akan meningkatkan ketahanan tarik polimer sehingga dalam pembuatan nanofiber dapat meningkatkan kemampuan larutan polimer tanpa adanya *beads* akan meningkat.

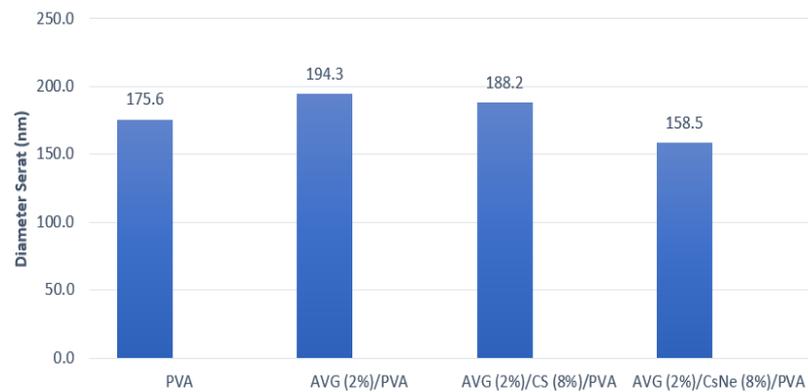
Pada Gambar 4.6. merupakan hasil dari pengukuran diameter yang dilakukan dengan mengukur secara acak 100 titik pada hasil foto SEM di setiap konsentrasinya. Dari ke empat konsentrasi hasil pengukuran diameter semuanya dominan pada angka 100 – 200 nm. Hasil yang didapatkan pada konsentrasi PVA ukuran diameter hampir seragam pada ukuran 100 – 200 nm (61%), ukuran 200 – 300 nm (35%) dan ukuran 300 – 400 nm (4%). Hal sama juga terjadi pada konsentrasi AVG (2%)/CSNE (8%)/PVA yang menghasilkan diameter yang seragam. Pada konsentrasi AVG (2%)/PVA ukuran diameter kurang seragam karena variasi diameter banyak dengan diameter yang dominan antara 0 – 100 nm (1%), ukuran 100 – 200 nm (64%), ukuran 200 – 300 nm (33%) dan ukuran 300 – 400 nm (2%). Hal yang sama juga terjadi pada konsentrasi AVG (2%)/CS (8%)/PVA yang menghasilkan diameter kurang seragam. Dari ke empat konsentrasi dapat diamati bahwa konsentrasi AVG (2%)/CSNE (8%)/PVA menghasilkan diameter rata – rata paling kecil yang dapat dilihat pada Gambar 4.7.

Gambar 4.17. di bawah ini menunjukkan diameter rata-rata yang dihasilkan dari pembuatan membran nanofiber yang mengalami kenaikan dan penurunan. Hasil yang didapatkan dengan penambahan serbuk *Aloe Vera Gel* (AVG) pada PVA menghasilkan diameter semakin naik dan penambahan kitosan pada AVG

(2%)/PVA menghasilkan diameter semakin menurun. Suatu membran nanofiber yang mempunyai nilai viskositas tinggi akan menghasilkan diameter yang lebih besar dibandingkan nanofiber yang memiliki nilai viskositas rendah (Herdiawan dkk, 2013). Adapun pengaruh viskositas dengan pembentukan nanofiber dapat dilihat pada tabel 4.2.



Gambar 4.6. Distribusi diameter nanofiber pada setiap konsentrasi



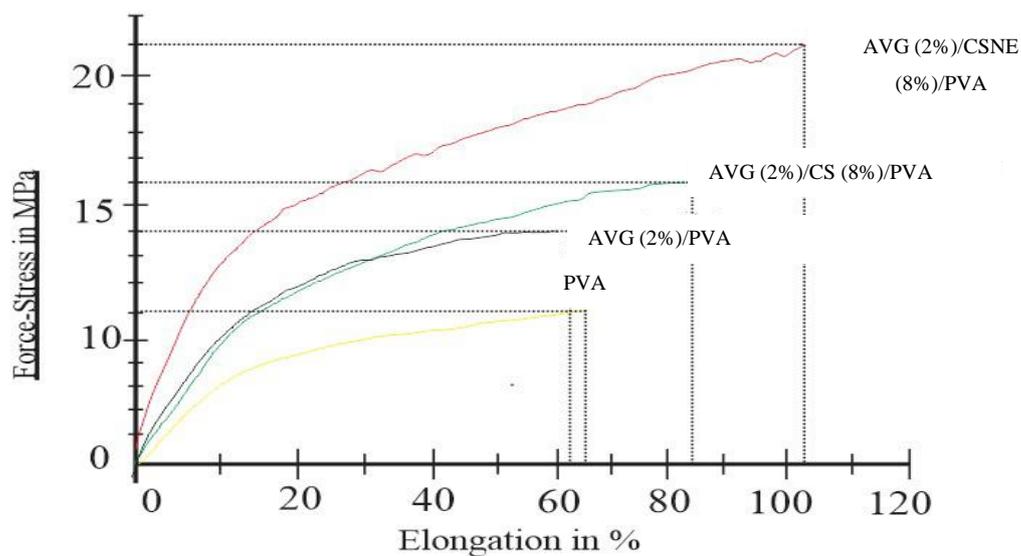
Gambar 4.7. Diameter rata – rata pada setiap konsentrasi

Tabel 4.2. Pengaruh viskositas larutan terhadap diameter nanofiber

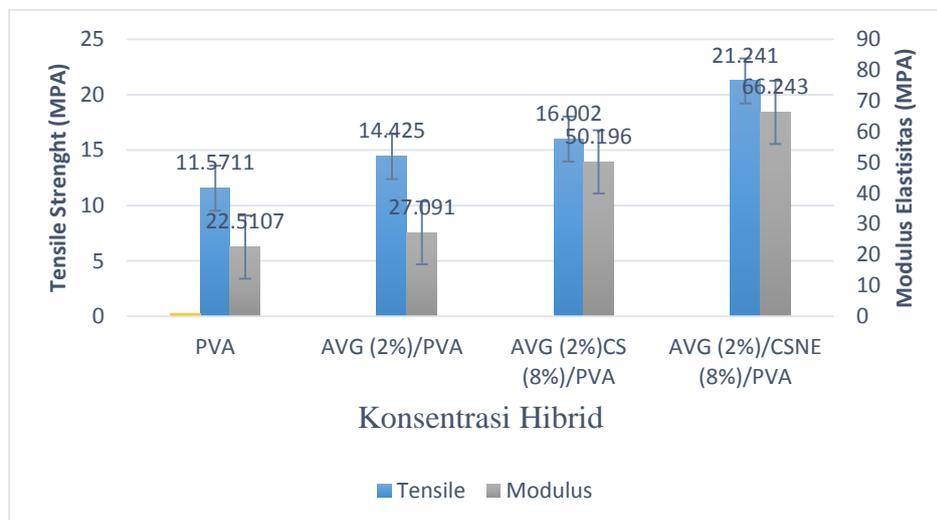
NO	Sampel	Viskositas	Diameter (nm)
1	PVA	429.9	175.6
2	AVG (2%)/PVA	607.9	194.3
3	AVG (2%)/CS (8%)/PVA	553.9	188.2
4	AVG (2%)/CSNE (8%)/PVA	421.9	158.5

4.5. Analisis Sifat Mekanik Membran

Analisis sifat mekanik membran dilakukan setelah membran di uji tarik, adapun pengujian yang dilakukan sesuai dengan ASTM D882. Pengujian tarik membran bertujuan untuk mengetahui nilai kuat tarik (*tensile strength*), regangan (*elongation*), dan modulus elastisitas.

**Gambar 4.8.** Kurva tegangan – regangan nanofiber

4.5.1. Analisis Kuat Tarik dan Modulus Elastisitas



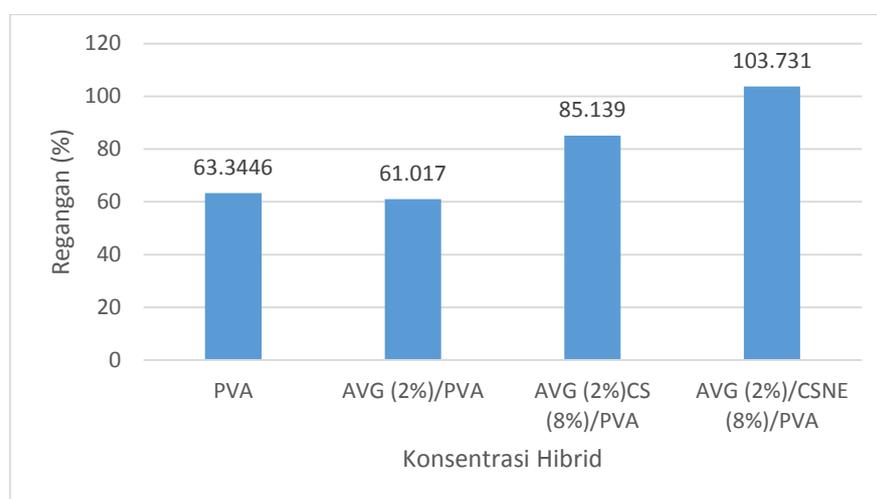
Gambar 4.9. Grafik pengaruh variasi konsentrasi terhadap nilai kuat tarik dan modulus elastisitas.

Berdasarkan hasil pada Gambar 4.9. menunjukkan bahwa nilai kuat tarik membran setelah penambahan serbuk *Aloe Vera Gel* (AVG) mengalami kenaikan, hal tersebut disebabkan karena *crosslink* (persilangan) meningkat. Hal yang sama juga terjadi setelah dihibrid dengan kitosan, baik dengan larutan kitosan (CS) maupun CSNE (kitosan nano-emulsi). Kenaikan kuat tarik pada penambahan kitosan disebabkan karena strukturnya yang rapat sehingga menyebabkan jarak antar molekul dalam membran semakin dekat sehingga kuat tarik menjadi besar (Farha dan Kusumawati, 2012). Nilai kuat tarik tertinggi pada membran AVG (2%)/CSNE (8%)/PVA dengan nilai kuat tarik sebesar 21,241 MPa, tetapi kuat tarik terendah pada membran PVA murni dengan nilai kuat tarik sebesar 11,571 MPa.

Adapun nilai modulus elastisitas pada Gambar 4.9. menunjukkan kenaikan, hasil tersebut berbanding lurus dengan nilai kuat tarik. Nilai modulus elastisitas tertinggi pada membran AVG (2%)/PVA/CSNE 8% yaitu sebesar 66,243 MPa, sedangkan nilai modulus elastisitas dengan nilai terendah pada membran PVA murni sebesar 22,51 Mpa.

Pada Gambar 4.5. menunjukkan nilai regangan mengalami penurunan pada membran AVG (2%)/PVA, hal ini disebabkan membran pada komposisi ini

telah didominasi perilaku plastis yang rendah sehingga kekuatan tarik tinggi tapi regangan yang dihasilkan rendah (Farha dan Kusumawati, 2012). Sedangkan setelah dihibrid dengan kitosan (CSNE dan CS) nilai regangan mengalami kenaikan, dengan hasil tersebut berbanding lurus dengan nilai kuat tarik. Pada penelitian ini nilai regangan tertinggi pada membran AVG (2%)/CSNE (8%)/PVA dengan nilai regangan sebesar 103,731, adapun nilai regangan terendah terdapat pada membran AVG (2%)/PVA dengan nilai regangan sebesar 61,107.



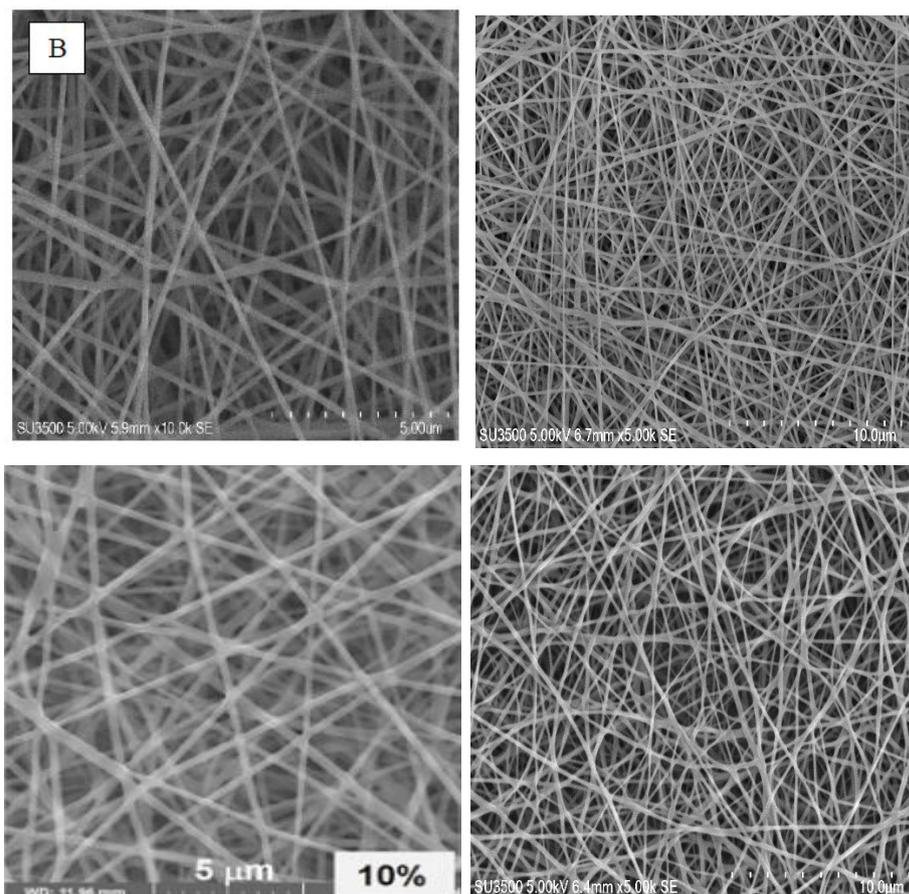
Gambar 4.10. Grafik pengaruh variasi konsentrasi terhadap regangan (*elongation*).

Berdasarkan pada penelitian Miguel dkk, (2017) standar material *native skin* yang dihasilkan yaitu dengan nilai kuat tarik antara 5,0 – 30 MPa, modulus elastisitas 5,0 – 20 MPa, dan regangan 35,00 – 115,00 %. Hasil penelitian yang dapat direkomendasikan untuk aplikasi pembalut luka adalah membran PVA dan AVG (2%)/PVA karena menghasilkan sifat tarik mendekati standar *native skin*, sedangkan untuk membran hibrid kitosan karena memiliki nilai modulus terlalu tinggi dapat direkomendasikan untuk filter udara/masker.

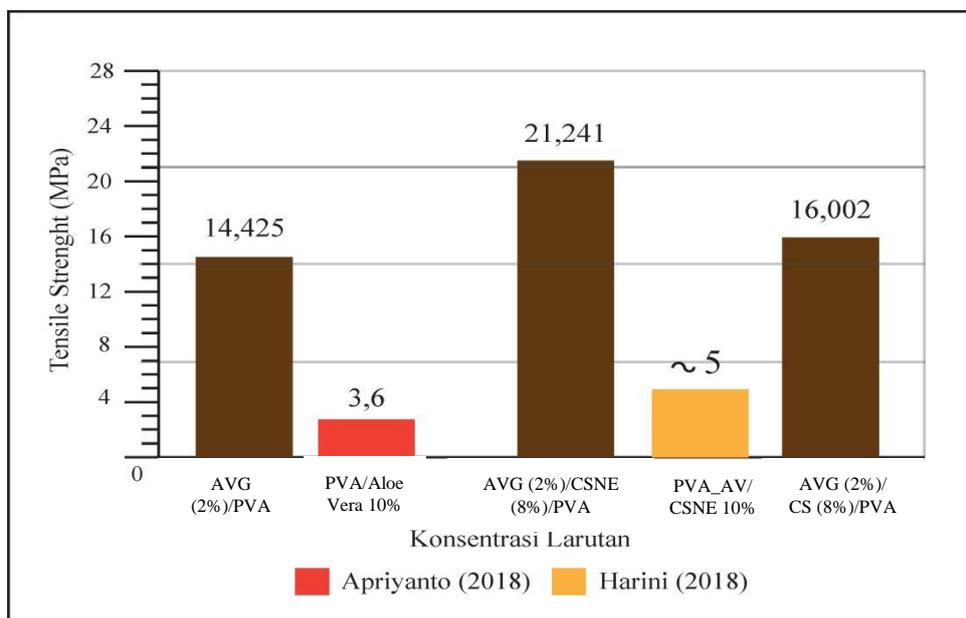
4.6. Perbandingan Hasil Penelitian

Pada penelitian ini dilakukan perbandingan hasil penelitian morfologi dan sifat tarik dengan penelitian yang dilakukan oleh Apriyanto, (2018) dan penelitian yang dilakukan oleh Sosiati dkk, (2018B).

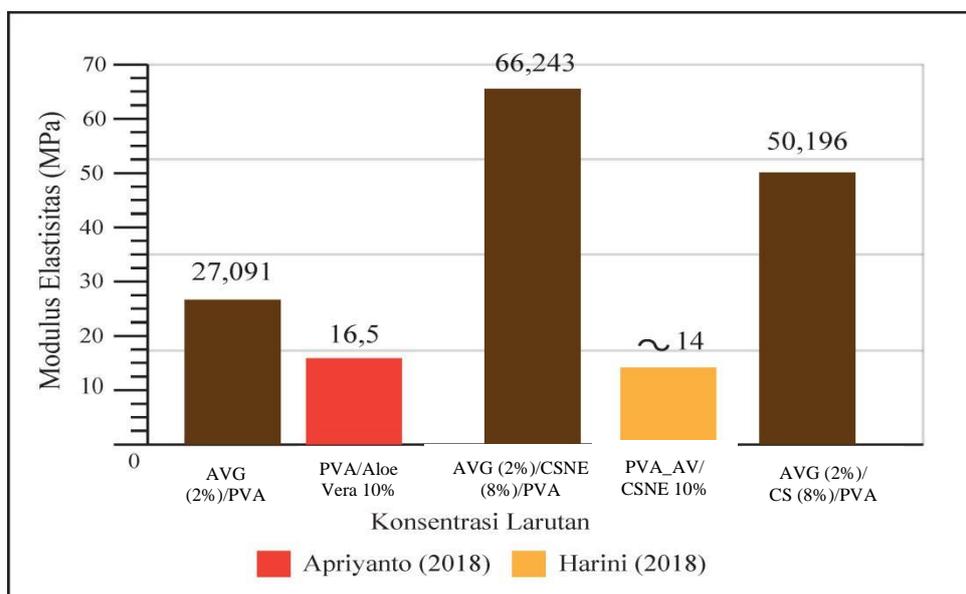
Adapun hasil penelitian membran AVG (2%)/PVA (Gambar 4.12B) ini menghasilkan struktur nanofiber yang lebih rapat dan persilangan (*crosslink*) lebih banyak dibandingkan dengan struktur nanofiber penelitian yang dilakukan oleh Apriyanto (2018) (Gambar 4.12A) dapat dilihat pada Gambar 4.12. Hasil struktur nanofiber pada membran hibrid AVG (2%)/CSNE (8%)/PVA (Gambar 4.12D) pada penelitian ini menghasilkan diameter tampak lebih kecil dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan oleh Sosiati dkk, (2018B) (Gambar 4.12C) dapat dilihat pada Gambar 4.12.



Gambar 4.12. Perbandingan morfologi dengan penelitian (Apriyanto, 2018) dan (Sosiati dkk, 2018B)



Gambar 4.13. Perbandingan kuat tarik dengan penelitian (Apriyanto, 2018) dan (Sosiati dkk, 2018B).



Gambar 4.14. Perbandingan modulus elastisitas dengan (Apriyanto, 2018) dan (Sosiati dkk, 2018B).

Berdasarkan pada Gambar 4.13. dan Gambar 4.14. menunjukkan sifat tarik AVG (2%)/PVA lebih tinggi dari pada PVA/air filtrasi AVG (Apriyanto, 2018), hal ini membuktikan bahwa AVG lebih baik dari pada air hasil filtrasi AVG. Pada perbandingan membran hibrid kitosan nano-emulsi (CSNE)

penelitian ini memiliki sifat tarik lebih tinggi apabila dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan oleh Sosiati dkk, (2018B) dapat dilihat pada Gambar 4.13. dan Gambar 4.14. Hal ini disebabkan karena *Aloe vera* yang digunakan berbeda, serta kondisi parameter elektrospinning yang berbeda. Pada penelitian ini menggunakan parameter elektrospinning dengan tegangan 18kV, diameter jarum 0,6 mm, sedangkan pada penelitian Sosiati dkk, (2018B) parameter yang digunakan tegangan 15kV, diameter jarum 0,8 mm. Pada hasil perbandingan sifat tarik AVG (2%)/CSNE (8%)/PVA dengan AVG (2%)/CS (8%)/PVA menghasilkan bahwa membran AVG (2%)/CSNE (8%)/PVA menghasilkan sifat yang lebih tinggi, hal ini membuktikan bahwa dengan penambahan bahan yang berukuran nano dapat meningkatkan sifat tarik secara signifikan.