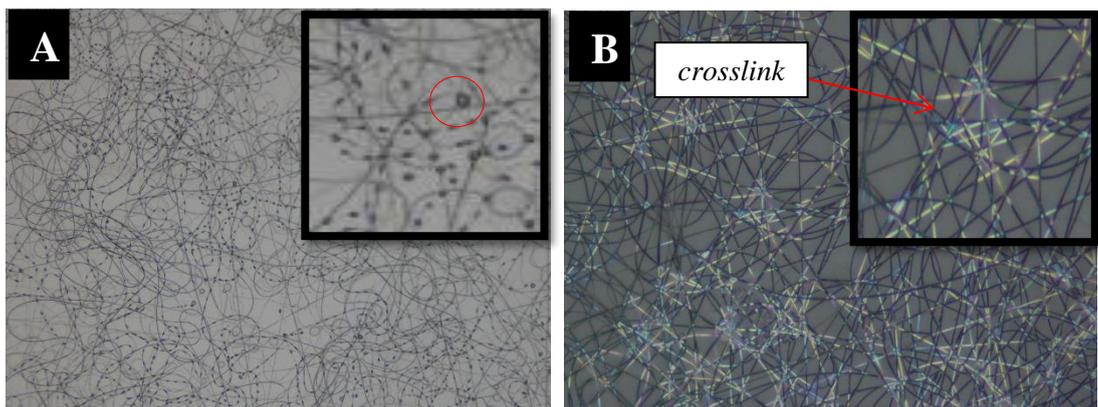


## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1. Hasil Optimasi Parameter Elektrosinning

Dari beberapa parameter proses *electrospinning* yang digunakan, parameter jarak ujung jarum ke kolektor atau TCD dan juga tegangan yang digunakan merupakan faktor yang sangat penting. Dalam pembuatan membran nanofiber perlu dilakukan optimasi untuk menentukan TCD dan tegangan yang paling optimal, sehingga nantinya mampu menghasilkan serat nanofiber yang baik dan mempunyai diameter yang kecil. Hasil yang didapatkan dari optimasi *electrospinning* dapat dilihat pada Gambar 4.1 dibawah ini.



**Gambar 4.1.** Hasil optimasi elektrosinning menggunakan *optical microscope*; (A) tegangan 12,5 kV dan TCD 15 cm. (B) tegangan 15 kV dan TCD 16 cm.

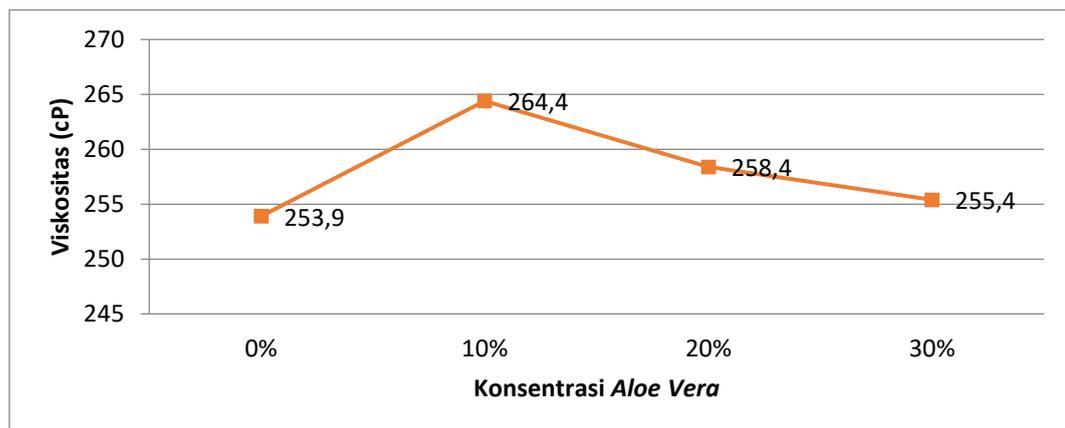
Dimana pada Gambar 4.1 (A) menggunakan tegangan 12,5 kV dan TCD 15cm, menunjukkan bahwa serat nano memiliki jumlah *beads* yang banyak dan belum terbentuknya serat nano. Adapun Gambar 4.1 (B) menggunakan tegangan 15 kV dan TCD 16 cm, menunjukkan bahwa serat nano telah terbentuk tanpa terdapat *beads* serta memiliki struktur yang teratur dan memiliki banyak ikatan silang (*crosslink*). Maka dari itu parameter proses yang digunakan dalam pembuatan serat nano fiber yaitu pada Gambar 4.1 (B) dengan menggunakan tegangan 15 kV dan TCD 16 cm.

#### 4.2. Hasil Uji Viskositas

Banyak parameter yang mempengaruhi sifat dari larutan salah satunya yaitu viskositas, yang merupakan salah satu parameter utama yang dapat mempengaruhi ukuran diameter serat (Uslu dkk, 2010). Hasil dari pengujian viskositas ditunjukkan Tabel 4.1 dan Gambar 4.2 dibawah ini.

**Tabel.4.1.** Viskositas larutan spinning PVA/AV

NO	Sample PVA/AV	Ulangan 1 (cP)	Ulangan 2 (cP)	Rata-Rata
1	0%	253,9	253,9	253,9
2	10%	264,4	264,9	264,9
3	20%	258,4	258,4	258,4
4	30%	255,4	255,4	255,4

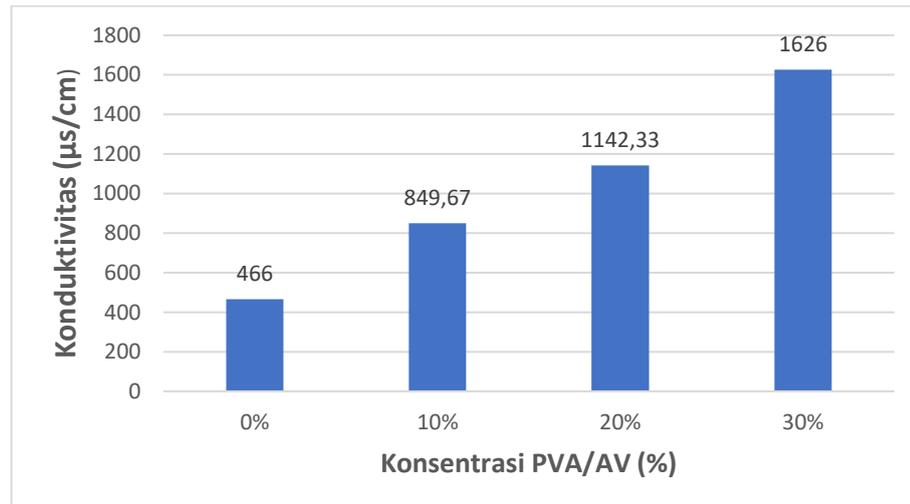


**Gambar 4.2.** Grafik hubungan antara viskositas dan konsentrasi AV

Tabel 4.1 dan Gambar 4.2 merupakan data hasil uji viskositas dengan menggunakan alat viskometer. Adapun hasil yang didapat menunjukkan bahwa semakin banyak konsentrasi AV yang diberikan maka nilai viskositasnya akan semakin turun, tetapi perubahannya tidak terlalu signifikan. Nilai viskositas tertinggi berada pada konsentrasi 10% dengan kekentalan 264,4 cP, serta nilai viskositas terendah berada pada konsentrasi 0% dengan kekentalan 253,9 cP.

### 4.3. Hasil Pengujian Daya Hantar Listrik (DHL)

Konduktivitas larutan spinning memiliki peranan yang penting dalam proses elektrospinning. Gambar 4.3 merupakan hasil pengujian Daya Hantar Listrik (DHL) atau konduktivitas yang dilakukan Laboratorium Penelitian dan Pengujian Terpadu Universitas Gadjah Mada.



**Gambar 4.3.** Diagram hubungan antara konduktivitas dan konsentrasi AV

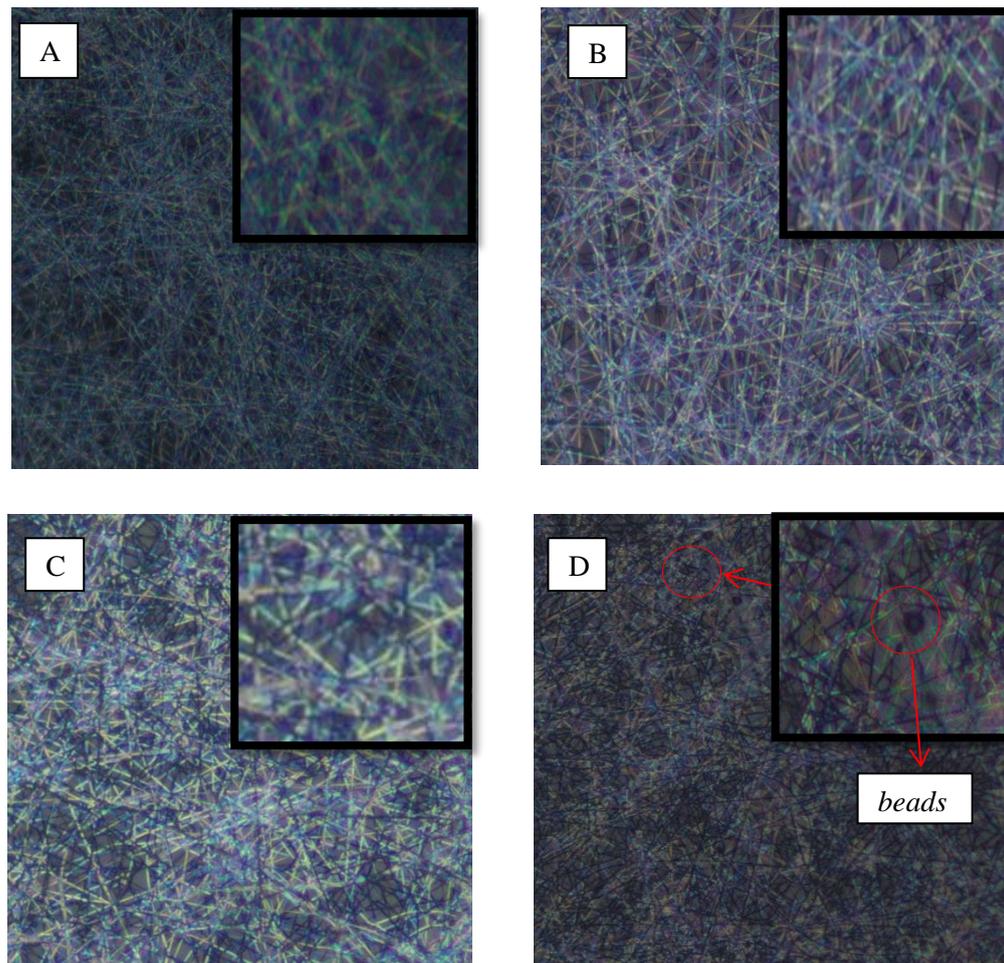
Dari gambar 4.3 menunjukkan hasil bahwa semakin bertambahnya konsentrasi AV maka konduktivitas akan mengalami kenaikan. Hal ini sesuai dengan penelitian Uslu dkk (2010) yang mengatakan peningkatan konsentrasi AV dari 1% sampai 3% menyebabkan meningkatnya konduktivitas dari 908  $\mu\text{s}/\text{cm}$  menjadi 925  $\mu\text{s}/\text{cm}$ . Konduktivitas terendah berada pada konsentrasi AV 0% dengan nilai konduktivitas 466  $\mu\text{s}/\text{cm}$  sedangkan untuk nilai konduktivitas tertinggi berada pada konsentrasi AV 30% dengan nilai konduktivitas 1623  $\mu\text{s}/\text{cm}$ .

#### 4.4. Analisis Morfologi Membran Nanofiber

Membran nanofiber difabrikasi menggunakan perbandingan berat yang sudah dijelaskan dalam bab metode penelitian dengan perbedaan penambahan konsentrasi AV 0, 10, 20 dan 30%.

##### 4.4.1 Analisis Morfologi dilakukan menggunakan *Optical Microscope*.

Hasil yang didapatkan dapat dilihat pada gambar 4.4. dibawah ini:



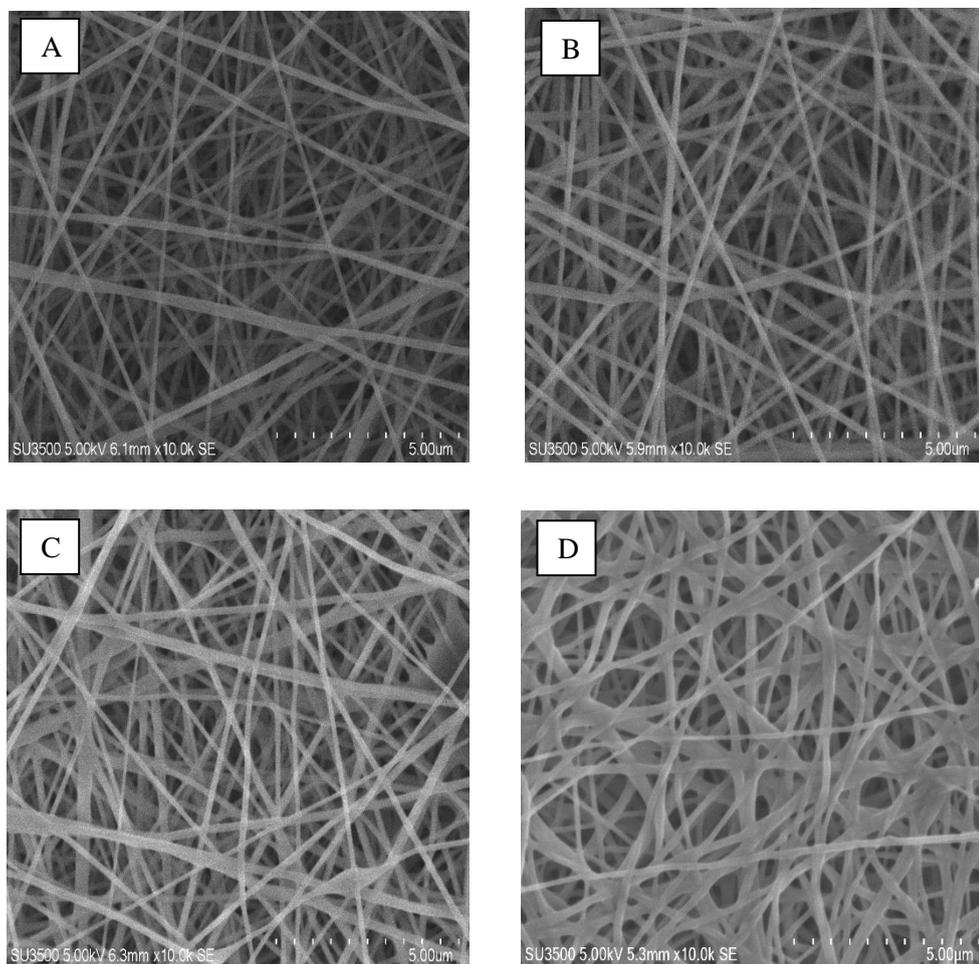
**Gambar 4.4.** Hasil foto morfologi serat PVA/*Aloe Vera* (PVA/AV) menggunakan *optical microscope*. A. 0% ; B. 10% ; C. 20% ; D. 30%

Dari hasil foto morfologi menggunakan *optical microscope* bahwa keempat sampel menunjukkan struktur serat yang merata serta terdapat banyak ikatan silang yang terjadi. Pada konsentrasi 30% masih ditemukannya butiran *beads*, sedangkan pada konsentrasi 0, 10 dan 20% sama sekali tidak

ditemukannya *beads*. Butiran *beads* yang terjadi pada konsentrasi 30% kemungkinan dikarenakan pada tahapan preparasi larutan *spinning*, AV tidak terdispersi dengan sempurna sehingga mengakibatkan larutan menjadi tidak homogen. Larutan yang tidak homogen dapat menimbulkan terjadinya butiran manik manik (*beads*) (Abdullah dkk, 2014).

#### 4.4.2 Analisa Morfologi menggunakan *Scanning Electron Microscope* (SEM)

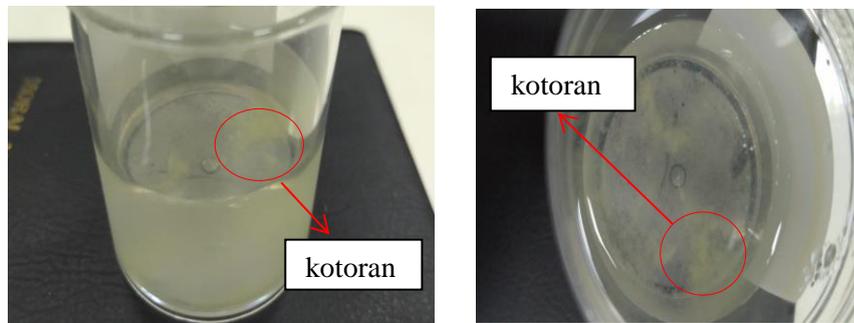
Analisis membran ini berfungsi untuk mengetahui morfologi membran dengan melihat struktur serat dan diameter serat, menggunakan SEM.



**Gambar 4.5.** Foto morfologi serat *PVA/Aloe Vera* (PVA/AV) menggunakan SEM, A. 0% ; B. 10% ; C. 20% ; D. 30%.

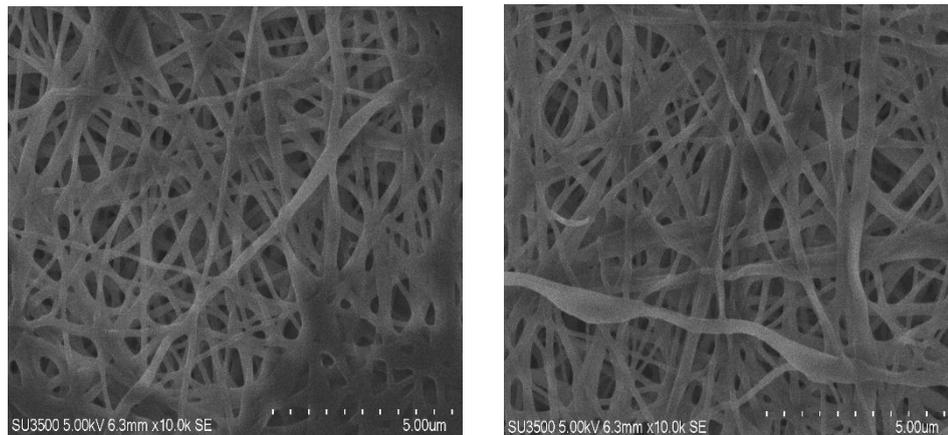
Gambar 4.5 merupakan hasil analisa morfologi menggunakan SEM dengan konsentrasi 0, 10, 20 dan 30% (w/w) PVA/AV. Pada konsentrasi 0% dan 10% menunjukkan hasil nanofiber dengan struktur serat yang teratur tanpanya adanya *beads* dan terlihat ukuran diameter serat yang hampir sama.

Adapun pada konsentrsai 20% dan 30% masih ditemukannya *beads* tetapi ukurannya kecil, terutama pada konsentrasi 30% terlihat ukuran diameter serat yang tidak rata. Hal ini kemungkinan disebabkan masih terdapat kotoran pada larutan *spinning* karena pada tahap penyaringan AV menggunakan kertas saring kotoran tidak tersaring dengan sempurna yang dapat dilihat pada gambar 4.6 dibawah ini :



**Gambar 4.6.** Kotoran sisa dari penyaringan *Aloe Vera*

. Semakin banyak konsentrasi AV yang digunakan maka kotoran yang terdapat dalam AV juga semakin banyak, dengan demikian maka AV tidak terdispersi secara sempurna menyebabkan larutan menjadi tidak homogen dan menyebabkan ukuran diameter serat tidak rata. Larutan yang tidak homogen dapat menimbulkan terjadinya butiran manik manik (*beads*) (Abdullah dkk, 2014). Gambar 4.6 merupakan hasil citra SEM konsentrasi PVA/AV 30% dengan banyak kotoran gel AV yang ikut tercampur pada proses pembuatan larutan *spinning* sehingga menyebabkan larutan menjadi tidak homogen.

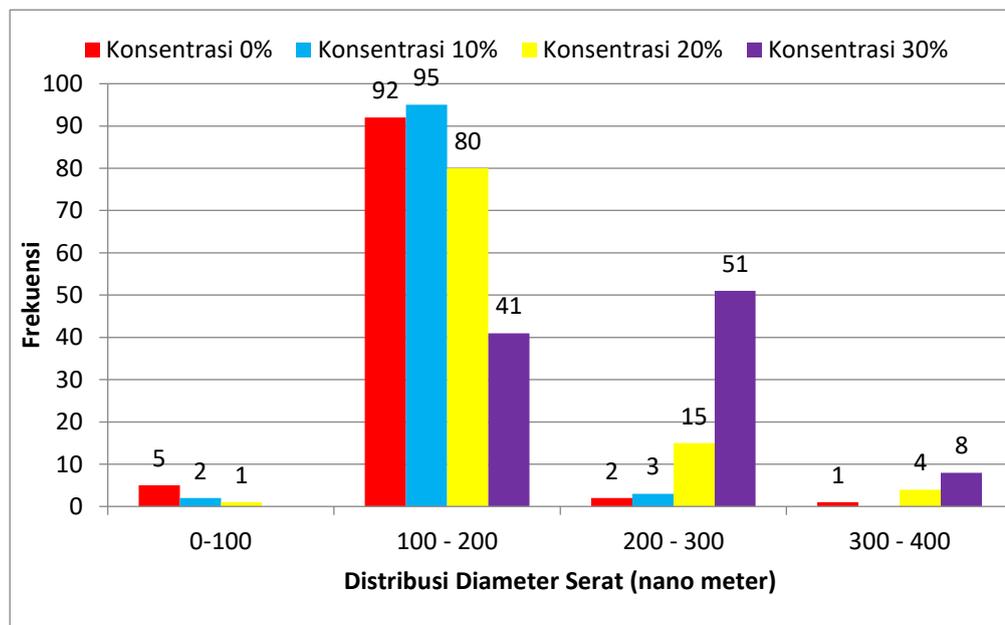


**Gambar 4.7.** Hasil citra SEM PVA/AV 30% dengan kotoran yang ikut tercampur dalam proses pembuatan larutan.

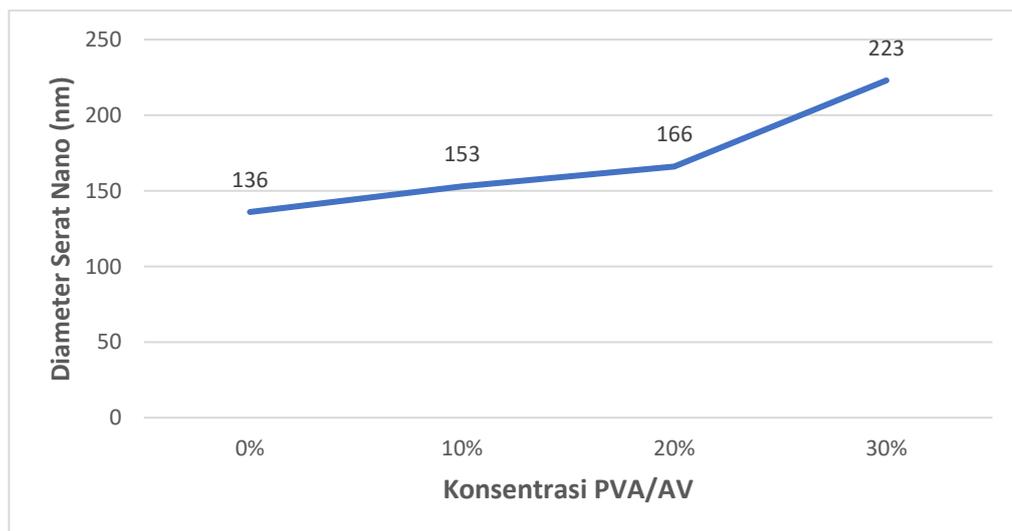
Terlihat jelas gambar 4.7 dari hasil pengujian SEM bahwa kotoran yang ikut tercampur dalam proses pembuatan larutan *spinning* menyebabkan terjadinya *beads* dan ukuran diameter serat tidak rata. Proses penyaringan sebaiknya dikakukan dengan menggunakan penyaring yang lebih efektif dalam menyaring kotoran gel AV sehingga kotoran akan tersaring dengan sempurna. Ataupun dengan mendingkan cairan AV selama 24 jam sehingga kotoran yang masih tertinggal akan mengendap dibawah cairan kemudian pada saat pembuatan larutan *spinning* mengambil bagian atas cairan AV menggunakan sedotan.

#### 4.5 Analisis Distribusi Diameter Serat

Adapun tujuan dari analisis distribusi diameter serat ini adalah untuk mengetahui diameter serat nanofiber secara detail pada setiap titiknya. Hasil pengukuran diameter serat dapat dilihat pada gambar 4.8 dibawah ini:



**Gambar 4.8** Distribusi diameter serat nanofiber PVA/AV



**Gambar 4.9** Korelasi diameter rata – rata nanofiber terhadap konsentrasi PVA/AV

Gambar 4.8 merupakan hasil dari pengukuran diameter serat yang dilakukan dengan mengukur secara acak 100 titik pada dua hasil citra SEM setiap konsentrasinya. Hasil yang didapatkan yaitu pada konsentrasi 0% dan 10% rentang diameter serat nano antara 0 nm – 300 nm, dengan diameter serat nano paling dominan antara 100 - 200 nm. Hal ini menunjukkan bahwa pada konsentrasi 0% dan 10% menghasilkan serat yang hampir seragam, terutama pada konsentrasi 10% bisa dikatakan ukuran diameter seratnya sangat seragam.

Adapun untuk konsentrasi 20% dan 30% rentang diameter serat nano antara 0 – 400 nm dengan diameter serat paling dominan untuk konsentrasi 20% antara 100 – 200 nm dan konsentrasi 30% antara 200 – 300 nm, akan tetapi pada konsentrasi 20% dan 30% mempunyai diameter serat yang kurang seragam. Terutama pada konsentrasi 30% diameter serat cenderung tidak seragam dan terjadinya penumpukan serat (aglomerasi) yang dapat dibuktikan dengan terdapat 8 titik diameter serat mencapai 400 nm.

Korelasi diameter rata – rata nanofiber terhadap konsentrasi PVA/AV dapat dilihat pada gambar 4.9. Hasil yang didapatkan bahwa semakin banyak konsentrasi AV yang digunakan akan menghasilkan ukuran diameter yang semakin besar. Hal ini berbanding terbalik dengan dengan penelitian Abdullah dkk (2014) bahwa penambahan konsentrasi AV akan meningkatkan tolakan *coulombic* dan kekuatan elektrostatis, sehingga molekul akan semakin dekat satu sama lain yang menyebabkan diameter serat akan semakin mengecil. Konduktivitas juga mempengaruhi diameter serat nanofiber, pada penelitian tersebut mengatakan bahwa kemungkinan penambahan AV dapat menurunkan nilai konduktivitas dan menyebabkan pembentukan nanofiber tanpa *beads*. Pada penelitian yang lain Uslu dkk (2010) menyatakan bahwa penambahan konsentrasi AV mengakibatkan nilai konduktivitas listrik meningkat dan diameter nanofiber menurun. Akan tetapi pada penelitian ini semakin bertambahnya konsentrasi AV menyebabkan nilai konduktivitas mengalami kenaikan dan menyebabkan ukuran diameter serat mengalami kenaikan juga. Adapun kemungkinan hal ini bisa terjadi dikarenakan AV yang digunakan pada penelitian ini merupakan AV alami sedangkan pada

penelitian Abdullah (2014) dan Uslu (2010) menggunakan *AV powder*. Adapun pengaruh hubungan DHL pada keseragaman diameter membran nanofiber PVA/AV alami dapat dilihat pada Tabel 4.2.

**Tabel 4.2.** Hubungan DHL dengan keseragaman diameter membran nanofiber PVA/AV alami

No	Konsentrasi PVA/AV	DHL ( $\mu\text{s/cm}$ )	Diameter (nm)
1	PVA/AV 0%	466	136
2	PVA/AV 10%	849,67	153
3	PVA/AV 20%	1142,33	166
4	PVA/AV 30%	1626	223

Hasil dari penelitian ini mempunyai diameter rata - rata yang lebih kecil dibandingkan dengan penelitian Widodo (2017) dengan diameter rata – rata pada keempat konsentrasi yaitu 468,75 nm sedangkan pada penelitian ini mampu menghasilkan diameter rata – rata yaitu 169,5 nm. Hal ini disebabkan karena perbedaan viskositas larutan spinning, pada penelitian Widodo (2017) menggunakan *AV powder* yang mempunyai nilai viskositas larutan yang lebih tinggi dibandingkan dengan penelitian ini yang menggunakan *AV alami*. Larutan dengan nilai viskositas rendah mampu menghasilkan diameter lebih kecil dibandingkan larutan dengan viskositas tinggi karena zat terlarut pada larutan viskositas rendah lebih banyak mengalami penguapan sehingga zat terlarut yang membentuk nanofiber tersisa sedikit (Hendiawan dkk,2013).

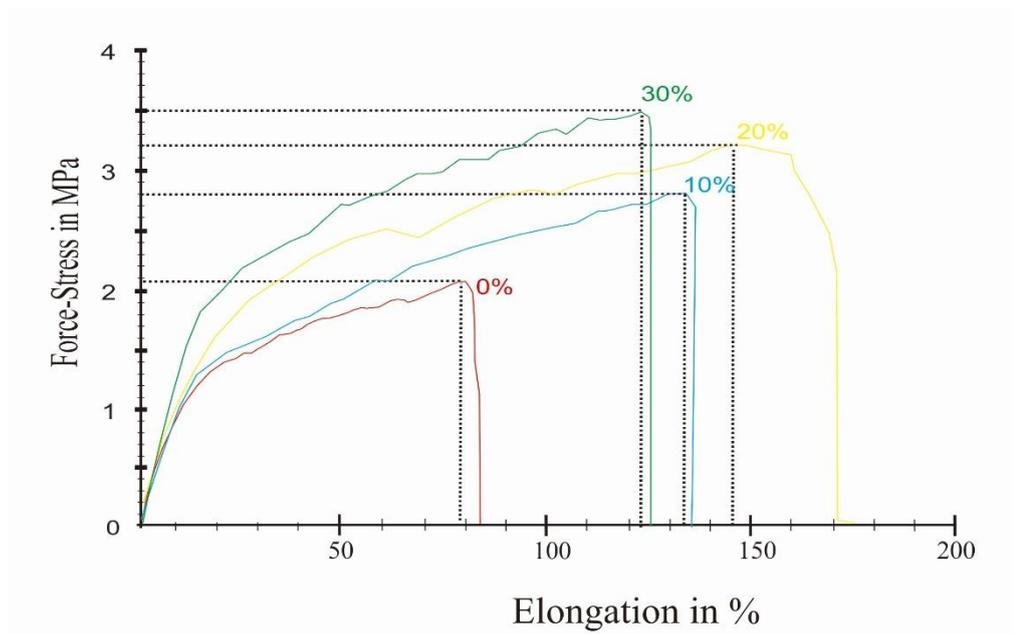
Meskipun memiliki nilai viskositas yang lebih rendah dari pada penelitian Widodo (2017), penurunan nilai viskositas penelitian ini tidak terlalu signifikan. Tabel 4.3 merupakan pengaruh viskositas larutan terhadap pembentukan diameter nanofiber.

**Tabel 4.4** Pengaruh viskositas larutan terhadap diameter serat nanofiber PVA/AV alami

No	Konsentrasi PVA/AV	Viskositas (cP)	Diameter (nm)
1	PVA/AV 0%	253,9	136
2	PVA/AV 10%	264,4	153
3	PVA/AV 20%	258,4	166
4	PVA/AV 30%	255,4	223

#### 4.6 Hasil Analisis Sifat Mekanik

Analisis sifat mekanik dilakukan dengan pengujian tarik sesuai ASTM D 882 untuk mengetahui nilai kuat tarik, regangan (*elongansi*), dan modulus elastisitas pada membran nanofiber PVA/AV. Pada analisis nilai kuat tarik dan regangan menggunakan hasil dari pengujian mekanik, Di bawah ini menunjukkan grafik analisis sifat mekanik :

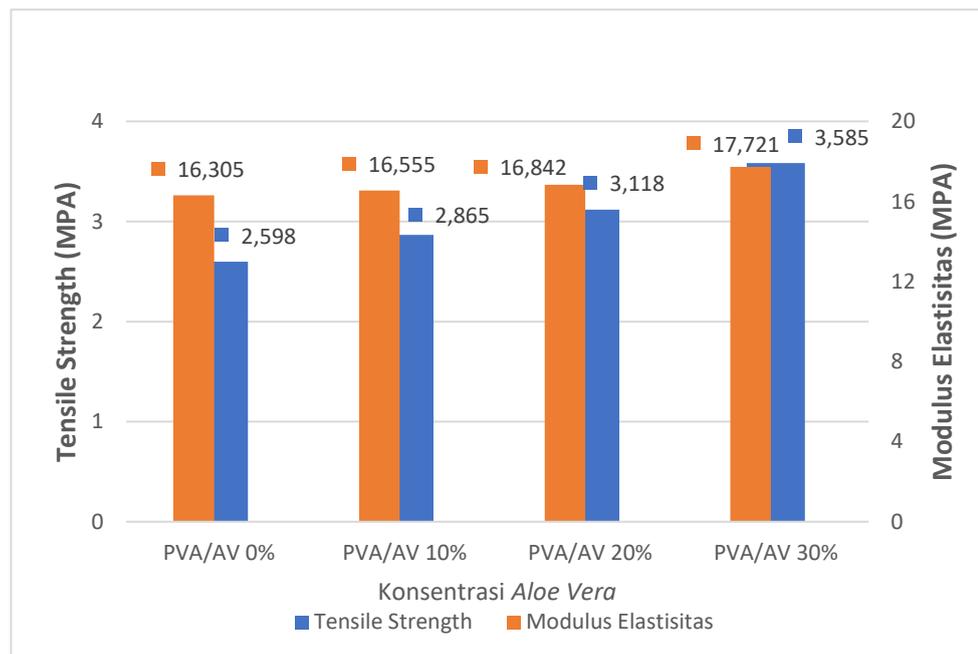


**Gambar 4.10** Kurva tegangan-regangan serat nano PVA/AV

Gambar 4.10 kurva tegangan-regangan merupakan hasil pengujian tarik dengan menggunakan lima data pada setiap konsentrasi AV. Hasil pengujian menunjukkan bahwa penambahan konsentrasi AV mampu meningkatkan nilai kuat tarik dan nilai regangan, akan tetapi pada konsentrasi 30% didapatkan

nilai regangan yang lebih rendah. Adapun untuk nilai kuat tarik tertinggi berada pada konsentrasi 30% dan nilai terendah berada pada konsentrasi 0%, sedangkan untuk nilai regangan tertinggi berada pada konsentrasi 20% dan nilai regangan terendah berada pada konsentrasi 0%.

#### 4.6.1 Analisis Kuat Tarik dan Modulus Elastisitas



**Gambar 4.11.** Grafik pengaruh variasi konsentrasi AV terhadap nilai kuat tarik (*Tensile Strength*) dan modulus elastisitas.

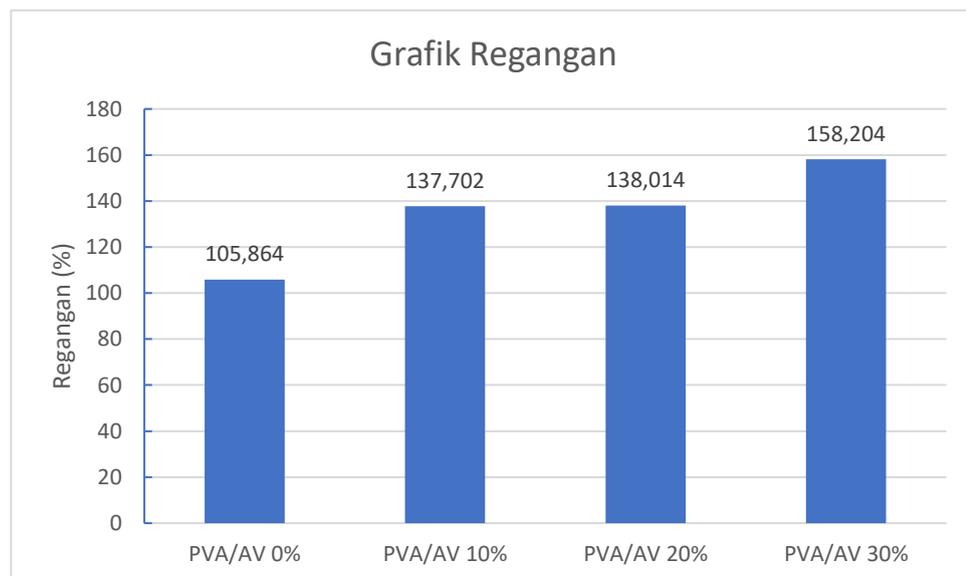
Berdasarkan hasil pengujian dapat dilihat pada Gambar 4.11 menunjukkan bahwa semakin bertambahnya konsentrasi AV yang digunakan maka sifat kuat tarik yang dihasilkan akan meningkat juga. Nilai kuat tarik tertinggi berada pada konsentrasi 30% dengan nilai kuat tarik sebesar 3,585 MPa sedangkan nilai kuat tarik terendah berada pada konsentrasi 0% dengan nilai kuat tarik sebesar 2,598 MPa.

Adapun untuk nilai modulus elastisitas tidak terjadi perubahan yang signifikan dan mengalami peningkatan dengan bertambahnya konsentrasi AV, namun pada konsentrasi 20% mempunyai nilai modulus elastisitas yang paling rendah. Nilai modulus elastisitas tertinggi berada pada konsentrasi

30% dengan nilai 17,721 MPa, sedangkan nilai terendahnya berada pada konsentrasi 20% dengan nilai 12,975 MPa.

Berdasarkan Annaidh dkk (2011) pada penelitian Jansen and Rottier (1958) standar material medis yang dihasilkan yaitu dengan nilai kuat tarik antara 1MPa - 24 MPa dan nilai modulus elastisitas 5,7 MPa – 21,9 MPa. Hasil penelitian ini mempunyai nilai kuat tarik membran antara 2,598 – 3,585 MPa dan nilai modulus elastisitas membran antara 12,975 – 17,721 MPa, sehingga hasil penelitian ini berpotensi besar untuk untuk diaplikasikan sebagai pembalut luka (*wound dressing*).

#### 4.6.2 Analisis Regangan (*elongansi*)



**Gambar 4.12.** Grafik pengaruh variasi konsentrasi PVA/AV

Gambar 4.12 menunjukkan nilai regangan yang didapatkan dari hasil pengujian sifat mekanik, di mana nilai regangan mengalami peningkatan seiring bertambahnya konsentrasi AV yang digunakan. Nilai tertinggi regangan berada pada konsentrasi 30% dengan nilai sebesar 158,204% sedangkan nilai terendah berada pada konsentrasi 0% dengan nilai sebesar 105,864%. Adapun standar material medis untuk regangan mempunyai nilai regangan antara 17%-207% (Jansen dan Rottier, 1958), sehingga hasil dari penelitian ini dengan nilai regangan membran antara 105,864 – 158,204%

memenuhi standar tersebut dan berpotensi besar untuk diaplikasikan sebagai membrane pembalut luka (*wound dressing*).