

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Viskositas dan Konduktivitas Larutan PVA/Cs

Hasil uji viskositas dan konduktivitas larutan PVA/Cs dapat dilihat pada tabel 4.1

Tabel 4.1 Hasil Uji Viskositas dan Konduktivitas

Variasi	Hasil	
	Viskositas	Konduktivitas
90:10	553,9	906
85:15	605,9	1057
80:20	809,1	1290

Tabel 4.2 Hasil Uji Viskositas (Rafi 2018)

no	Variasi	Hasil
1	PVA Murni (Rafi)	347,9
2	95:5 (Rafi)	459,9
3	90:10	553,9
4	85:15	605,9
5	80:20	809,1

Hasil penelitian ini menunjukkan penambahan kitosan ke dalam PVA berpengaruh terhadap kenaikan konduktivitas seiring dengan peningkatan jumlah kitosan yang ditambahkan, hal ini sama dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Darmawan dkk (2016). Sedangkan penambahan kitosan pada PVA juga mengakibatkan kenaikan nilai viskositas hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Rafi (2018).

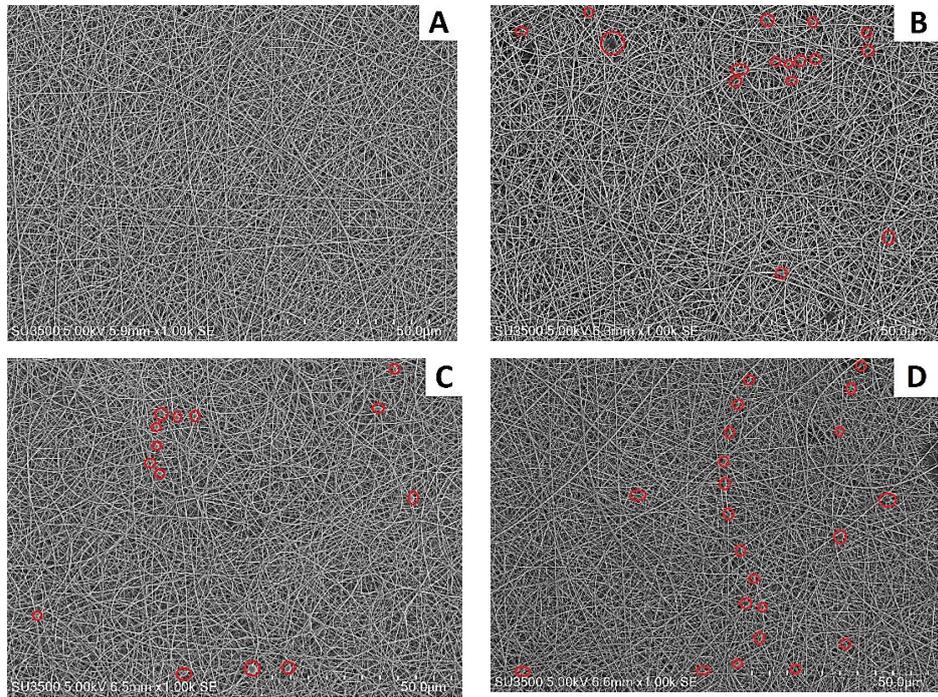
4.2. Analisis Morfologi Membran Nanofiber

Pengamatan morfologi membran *nanofiber* ini menggunakan SEM. Pada gambar 4.1 dan 4.2 adalah membran nanofiber yang berhasil dibuat menggunakan metode *electrospinning*. Penambahan konsentrasi

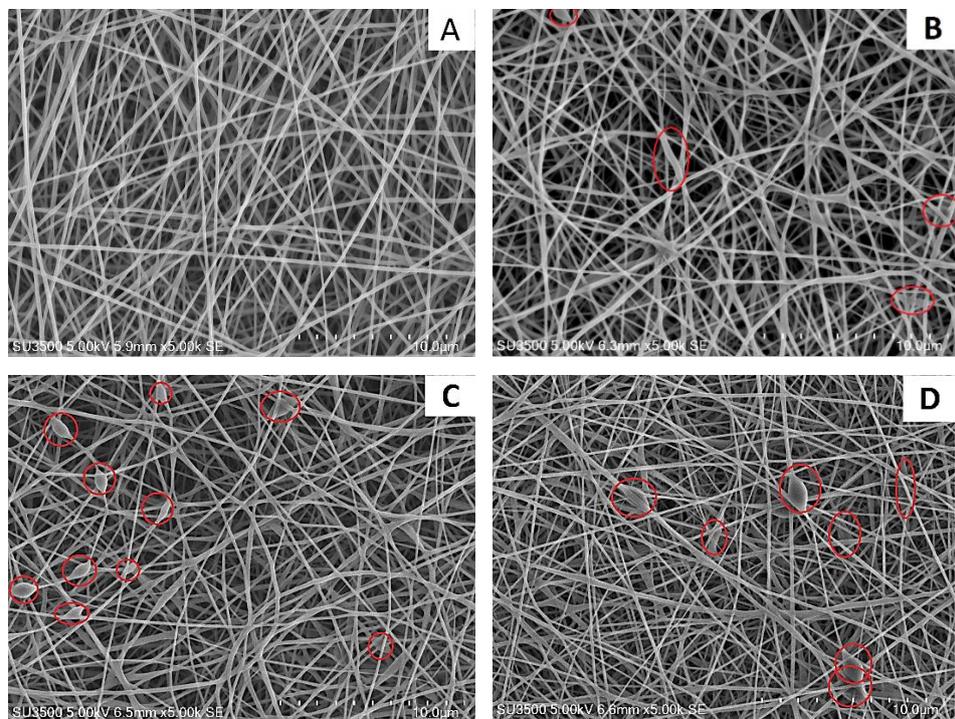
kitosan dalam larutan PVA mengakibatkan bertambah besarnya diameter serat *nanofiber*, semakin banyak konsentrasi kitosan yang ditambahkan semakin bertambah besar pula diameter seratnya (gambar 4.3), diameter naik dari 151,4 (nm) sampai 198,7 (nm). Penambahan diameter ini diakibatkan karena viskositas yang semakin tinggi, larutan dengan nilai viskositas yang tinggi menghasilkan diameter serat nano yang lebih besar karena dapat menahan *Jet Steam* menjadi stabil (Herdiawan dkk., 2013)

Gambar 4.3 menunjukkan distribusi serat nano, pada gambar 4.3B menunjukkan persebaran yang sangat merata pada ukuran 100-200nm yang merupakan membran PVA/kitosan 90:10, namun pada gambar 4.3C sampai dengan 4.3D menunjukkan peserbaran yang mulai tidak merata seiring dengan ditambahkannya konsentrasi kitosan. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh adanya interaksi antar kelompok hydrogen pada penambahan konsentrasi PVA/Cs, sehingga meningkatkan tolakan *columbic* dan kekuatan electrostatic yang mengakibatkan molekul akan menjadi semakin dekat satu sama lain (Abdullah dkk., 2014). Hal ini juga seiring dengan penelitian yang dilakukan Rafi (2018) yang menunjukkan peserbaran yang semakin tidak merata seiring dengan meningkatnya konsentrasi kitosan (gambar 4.3A dengan 4.3E).

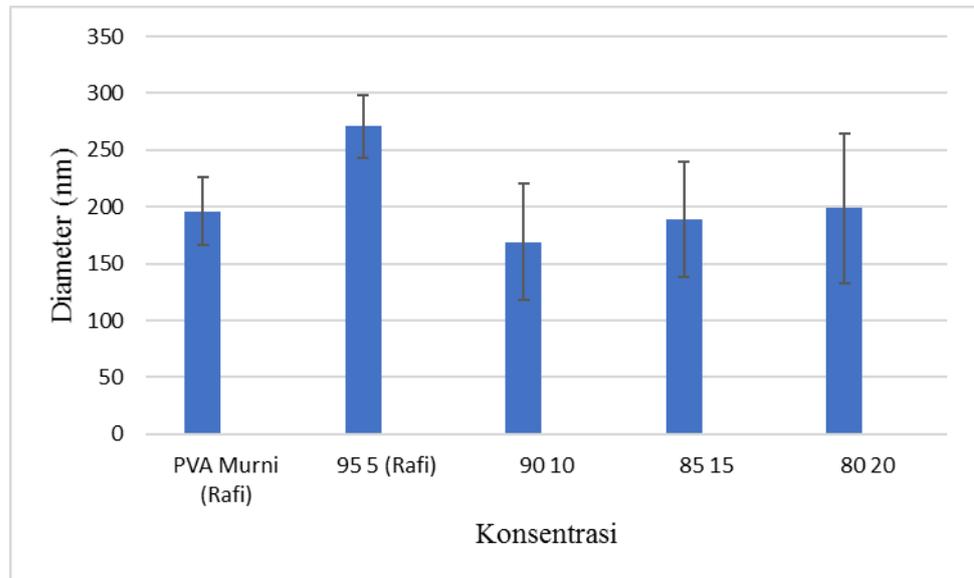
Penambahan kitosan pada larutan PVA menyebabkan timbulnya *bead* pada membran nanofiber, semakin banyak konsentrasi kitosan yang ditambahkan maka semakin besar pula ukuran *bead* yang terbentuk (Darmawan dkk., 2016). Pada gambar 4.2B mulai terlihat ada *bead*, pada gambar 4.2B *bead* sudah mulai terlihat jelas, sedangkan pada gambar 4.2C dan 4.2D *bead* sudah terlihat dengan sangat jelas dan ukurannya pun semakin besar seiring dengan bertambah tebalnya diameter serat.



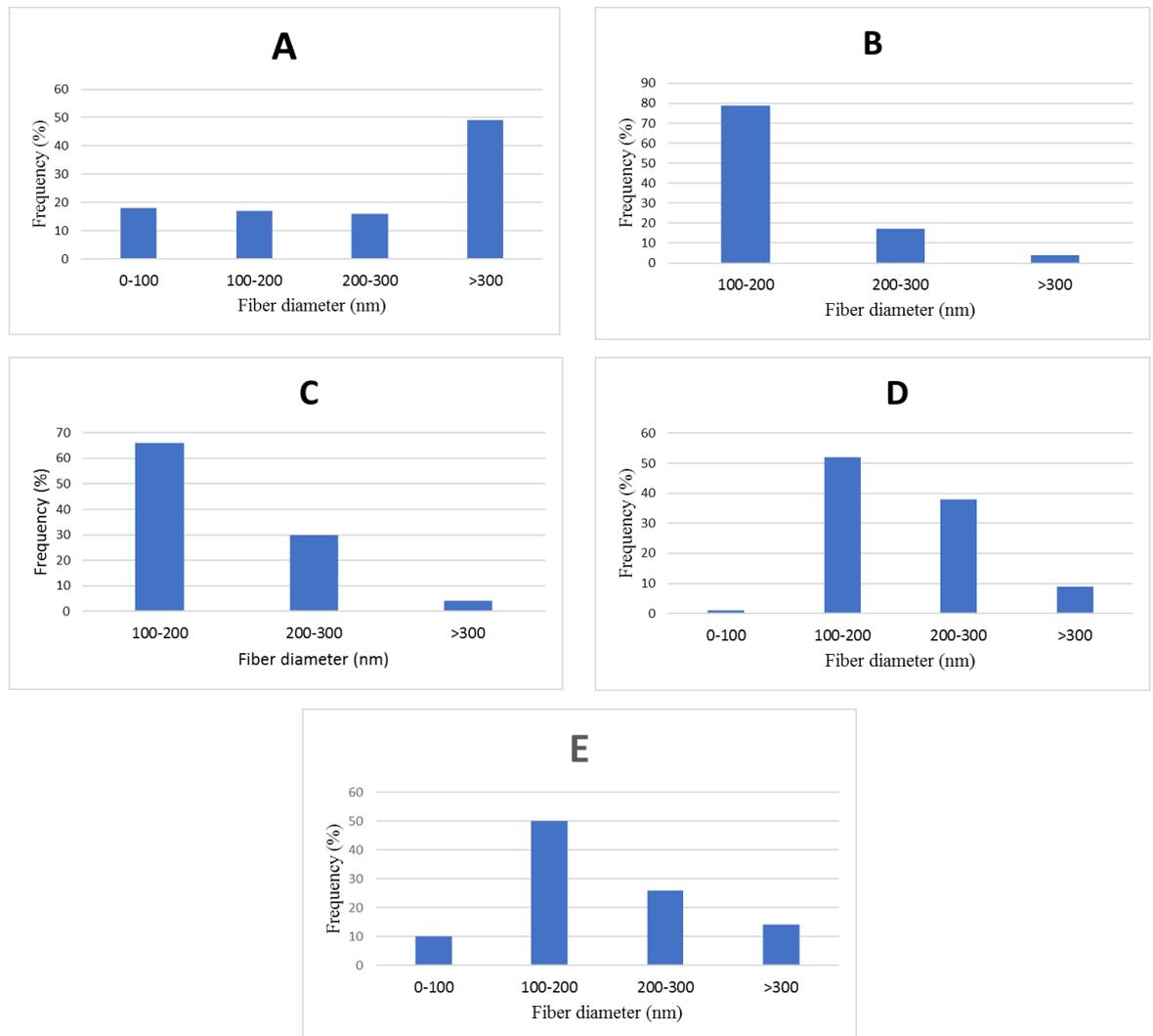
Gambar 4.1 Morfologi hasil SEM membran nanofiber PVA/Cs (A) 95:5 ,(B) 90:10, (C) 85:15, (D) 80:20 dengan perbesaran 1.000 kali.



Gambar 4.2 Morfologi hasil SEM membran nanofiber PVA/Cs (A) 95:5 ,(B) 90:10, (C) 85:15, (D) 80:20 dengan perbesaran 5.000 kali



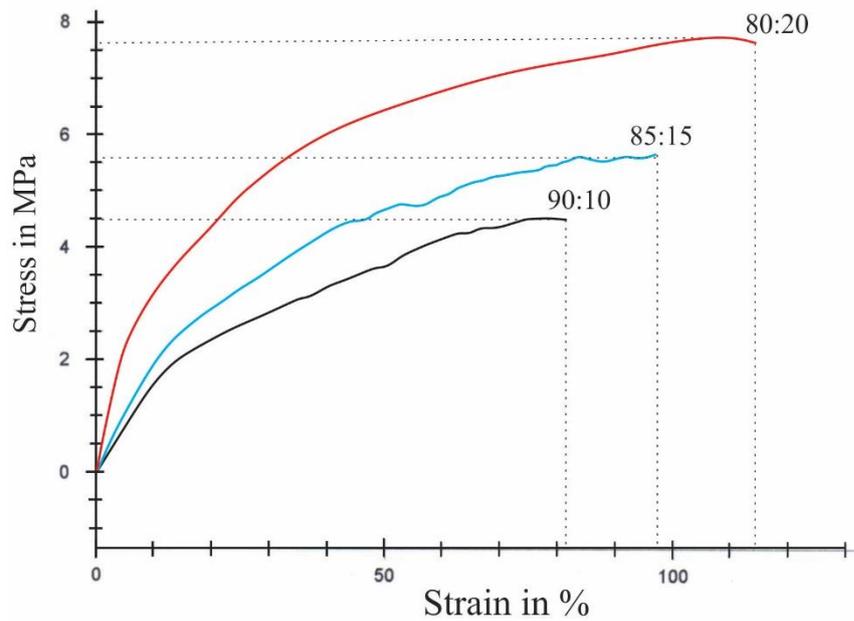
Gambar 4.3 Diameter rata-rata membran nanofiber



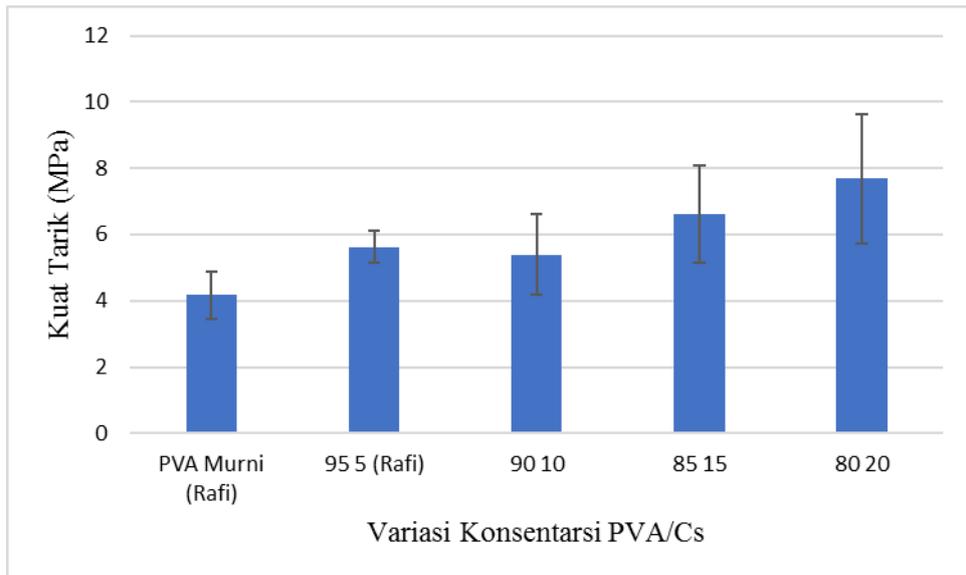
Gambar 4.4 Distribusi diameter serat nanofiber pada membran konsentrasi 95:5 Rafi (A), 90:10 (B), 85:15 (C), 80:20 (D) dan PVA Murni Rafi (E)

4.3. Sifat Tarik Membran Nanofiber PVA/Cs

Analisis sifat mekanik membran nanofiber PVA/Cs menggunakan standar ASTM D882. Untuk menghitung nilai kuat tarik (*tensile strength*), regangan (*elongation*), dan modulus elastisitas dihitung dengan persamaan 2.1, 2.2 dan 2.3. Kurva tegangan-regangan hasil uji tarik membra nanofiber PVA/Cs dapat dilihat pada gambar 4.5.

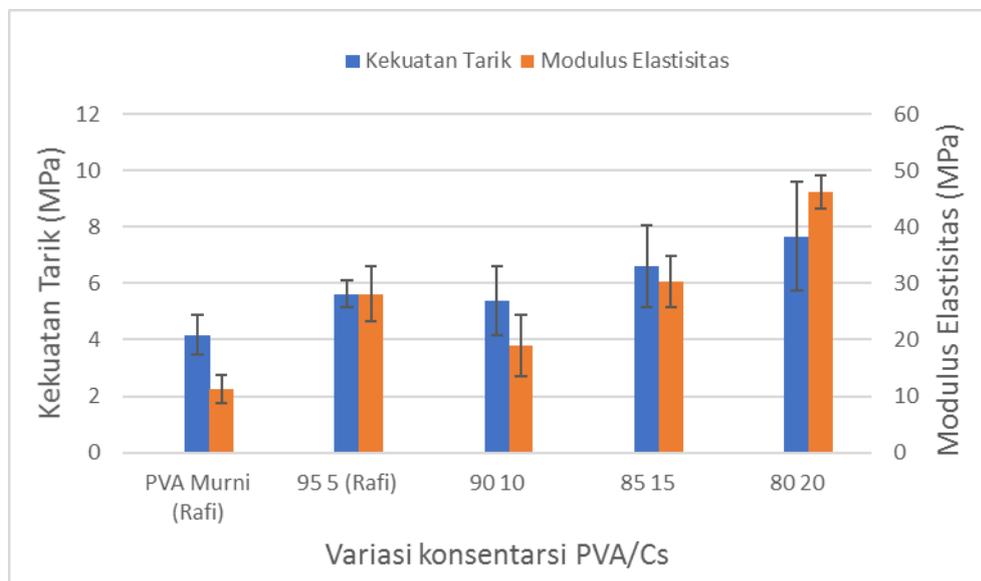


Gambar 4.5 Hasil kurva tegangan – regangan membran PVA/Cs



Gambar 4.6 Nilai kuat tarik rata-rata membran nanofiber

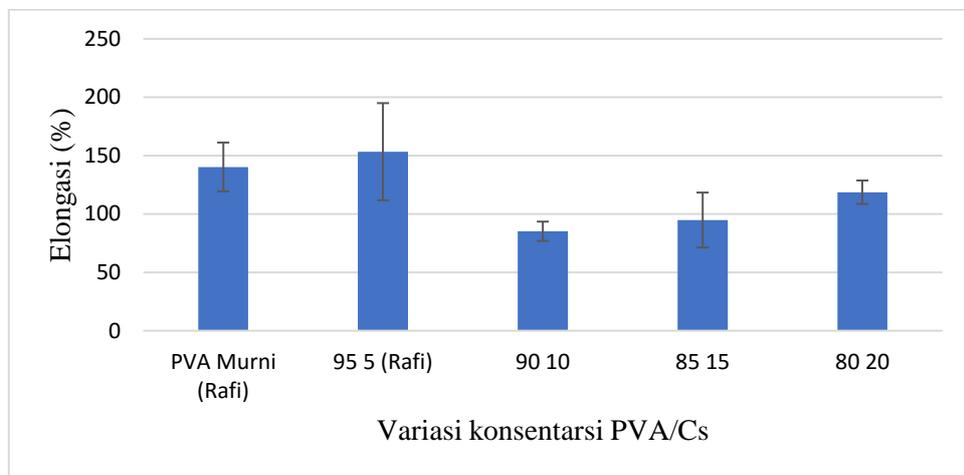
Kuat tarik membran *nanofiber* PVA/Cs memiliki nilai paling rendah yaitu 5,390 MPa dari variasi 90:10, sedangkan nilai kuat tarik paling tinggi yaitu 7,680 MPa dari variasi 80:20. Pada gambar 4.6 nilai kuat tarik bertambah seiring dengan peningkatan konsentrasi kitosan pada larutan PVA, hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Rafi (2018). Hasil kuat tarik diatas sudah masuk standar *tensile strength native skin*, yaitu antara 5,0 – 30 MPa (Miguel dkk., 2017).



Gambar 4.7 Kurva hubungan antara nilai kuat tarik dan modulus elastisitas

Pada gambar 4.7 menunjukkan peningkatan nilai modulus elastisitas dari variasi 90:10 ke 80:20 hal ini seiring dengan meningkatnya nilai kuat tarik, karena nilai modulus elastisitas berbanding lurus dengan kuat tarik. Hal ini juga sesuai dengan penelitian yang dilakukan Rafi (2018). Hasil nilai modulus elastisitas dari variasi 90:10 Sudah masuk standar nilai modulus elastisitas *native skin* 4,6 – 20 MPa (Miguel dkk., 2017).

Berdasarkan data pada gambar 4.8, nilai regangan membran nanofiber PVA/Cs mengalami peningkatan dari variasi 90:10 sampai ke 80:20 seiring dengan peningkatan konsentrasi kitosan, hal ini juga sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Rafi (2018). Nilai regangan paling rendah 85.194% dan paling tinggi 118,658%. Nilai regangan variasi 90:10 dan 85:15 sudah masuk dalam standar regangan *native skin* yaitu 35,00-115,00 % (Miguel dkk., 2017). Namun untuk variasi 80:20 tidak memenuhi standar regangan *native skin* karena terlalu tinggi (118,6577%).



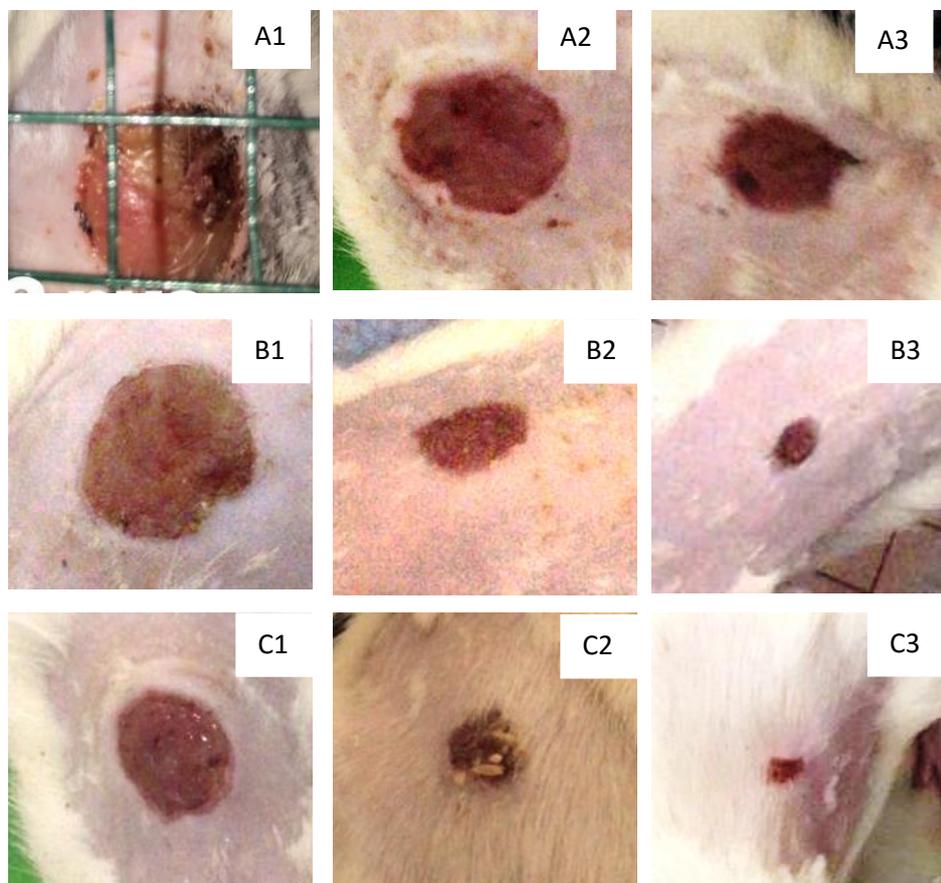
Gambar 4.8 Nilai regangan membran *nanofiber*

Penelitian yang dilakukan Rafi (2018) dan penelitian ini memiliki perbedaan, yaitu, Rafi menggunakan alat elektrospinning (HK-1) dan penelitian ini menggunakan elektrospinning (HK-9), selain itu pada proses pembuatan PVA Rafi melarutkan PVA dengan menggunakan suhu 90°C sedangkan penelitian ini menggunakan suhu 75°C. Parameter inilah yang diduga menyebabkan perbedaan hasil dari kedua penelitian tersebut.

Dari hasil penelitian ini menunjukkan kenaikan perbandingan rasio PVA/kitosan lebih dominan berpengaruh terhadap nilai kuat tarik dari pada ukuran diameter serat, hal ini disebabkan karena pada dasarnya kitosan murni memiliki kuat tarik yang lebih tinggi dari pada PVA (Biazar dkk., 2015)

4.4. Aplikasi In Vivo Pada Luka Tikus Putih

Penelitian ini hanya fokus terhadap pengamatan penyembuhan luka *ulkus diabetikum* secara mikroskopis dengan cara mengukur diameter luka sayat pada hari ke 0 sampai ke hari 12. Pengukuran diameter luka sayat dilakukan pada 18 tikus yang dibagi menjadi 3 kelompok yaitu kelompok positif yang menggunakan *Sofra-tulle*, kelompok negative yang menggunakan membran *nanofiber* PVA murni, dan kelompok kitosan 80:20 yang menggunakan membran *nanofiber* PVA/Cs 80:20.



Gambar 4.9 Hasil penyembuhan luka A (membran nanofiber PVA Murni), B (membran nanofiber PVA/Cs 80:20) dan C (*Sofra-tulle*). (1,2,3) menunjukkan hari ke 3, 6, 12.

Luka yang dibalut dengan menggunakan membran *nanofiber* PVA/Cs 80:20 (gambar 4.9 B1-B3) menghasilkan penyembuhan yang hampir sama dengan hasil dari *Sofra-tulle* (gambar 4.9 C1-C3), rata-rata presentase penyusutan luka yang dibalut dengan *Sofra-tulle* adalah 68,46% sedangkan untuk luka yang dibalut dengan membran *nanofiber* PVA/Cs 80:20 presentase penyusutannya mencapai 66,76%, hasil ini jauh lebih baik daripada penelitian yang telah dilakukan oleh Sundarmurthi (2012) dengan presentase penyusutan hanya 62% pada luka sayat biasa. Untuk luka yang di balut membran *nanofiber* PVA murni diameter rata-ratanya masih besar dan cukup jauh dari pada PVA/Cs 80:20 dan *Sofra-tulle* yaitu 52,38%.

Tabel 4.3 Hasil Uji In Vivo

Variasi		Sofra-tulle			PVA			Kitosan		
Tikus		1	2	3	1	2	3	1	2	3
Diameter Luka (Hari)	3	17,1	18,3	17,2	19	18	20	17,2	16,3	17,9
	6	16,9	11,35	9,925	15,8	12,625	16,2	15,9	12,5	14,075
	9	14,075	7,1	8,62	11,55	7,5	15,025	13,05	9,42	12,3
	12	8,35	2,5	5,525	9,95	4,225	13,4	6,65	5,35	5,05
Presentase penyusutan		51,16	86,33	67,87	47,63	76,52	33	61,33	67,17	71,78
Ratar-rata		68,46			52,38			66,76		