

**FABRIKASI DAN KARAKTERISASI NANOFIBER GELATIN DENGAN PENAMBAHAN
CO-SOLVENT MELALUI METODE ELECTROSPINNING**

Ari Setiawan

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Pasifik Morotai
Arstnurrmdhan07@gmail.com

ABSTRAK

Pada penelitian ini telah dibuat *nanofiber* dengan beberapa variasi asam asetat dalam gelatin untuk mengetahui pengaruhnya terhadap morfologi *nanofiber* gelatin. Larutan gelatin dibuat konsentrasi 5 wt% sampai 40 wt% variasi asam asetat 10%, 15% dan 20% dengan penambahan *co-solvent ethylene glycol* 1 ml dan tanpa *co-solvent ethylene glycol*. Rasio perbandingan massa gelatin:*ethylene glycol* 19:1. Proses *electrospinning* dilakukan pada tegangan 15 kV dengan jarak 11 cm antara ujung jarum dan kolektor. Pengukuran pada larutan gelatin mencakup sifat pH, konduktivitas, viskositas dan tegangan permukaan. Hasil pengukuran larutan gelatin menunjukkan bahwa penambahan asam asetat dapat merubah sifat larutan tersebut. Semakin tinggi nilai viskositas larutan gelatin menyebabkan semakin besar diameter *nanofiber*. Semakin besar nilai konduktivitas larutan gelatin menghasilkan *nanofiber* yang seragam. Semakin besar konsentrasi gelatin menyebabkan terjadinya kenaikan nilai pH larutan gelatin dan nilai tegangan permukaan cenderung meningkat. Konsentrasi gelatin 30 wt% dengan menggunakan asam asetat 10%, 15% dan 20% serta penambahan *co-solvent ethylene glycol* 1 ml tanpa disertai *bead-bead*. Diameter *nanofiber* pada konsentrasi gelatin 30 wt% berturut-turut adalah 165 ± 12 nm, 190 ± 31 nm, 190 ± 23 nm. Sedangkan hasil FTIR puncak serapan *nanofiber* gelatin lebih rendah dibandingkan dengan puncak gelatin serbuk.

Kata kunci: *electrospinning, nanofiber, gelatin, ethylene glycol*

ABSTRACT

In this research has been made of nanofiber with some variation of acetic acid in gelatin to determine its effect on the gelatin nanofiber morphology. Gelatin solution was made a concentration of 5 wt% to 40 wt% acetic acid variation 10%, 15% and 20% with the addition of co-solvent ethylene glycol 1 ml and without co-solvent ethylene glycol. The ratio of the mass of gelatin: ethylene glycol 19: 1. Electrospinning process is carried out at a voltage of 15 kV with a distance of 11 cm between the needle tip and the collector. Measurements on gelatin solution include the pH, conductivity, viscosity and surface tension. The measurement result of gelatin solution showed that the addition of acetic acid can change the properties of the solution. Higher viscosity of gelatin solution cause the diameter of the nanofiber enlarge. Higher conductivity of gelatin solution produces homogen nanofiber. Higher concentration of gelatin causes the gelatin solution pH value and the value of surface tension tends to increase. Concentration of 30 wt% gelatin using 10% acetic acid, 15% and 20% and the addition of co-solvent ethylene glycol 1 ml without beads. Nanofiber diameter at a concentration of 30 wt% gelatin in a row is 165 ± 12 nm, 190 ± 31 nm, 190 ± 23 nm. While the results of FTIR shows the peak of gelatin nanofiber absorption is lower than the peak of gelatin powder.

Keyword: *electrospinning, nanofiber, gelatin, ethylene glycol*

1. PENDAHULUAN

Nanofiber dapat dihasilkan dengan beberapa metode yang digunakan diantaranya adalah metode yang menggunakan volume tinggi seperti *meltfibrilasi*, *island-in-sea*, dan teknik gasjet. Namun, penggunaan metode tersebut tidak efisien karena tidak semua bahan bisa difabrikasi dengan metode tersebut dan waktu serta biaya produksi relatif mahal. Untuk mengatasi hal tersebut telah dikembangkan satu metode yang lebih cepat, efisien dan murah untuk menghasilkan *nanofiber* yaitu, dengan menggunakan metode *electrospinning* (Ramakrisna, 2005).

Salah satu polimer yang digunakan dalam proses *electrospinning* adalah gelatin. Gelatin merupakan *biopolymer* turunan dari kolagen yang memiliki ke-

gunaan yang sangat luas. Pada umumnya gelatin yang berasal dari mamalia banyak digunakan karena titik lebur, titik gelasi dan *reversibilitastermal* yang tinggi serta sifatnya yang mudah larut dalam air. Untuk mengatasi hal tersebut maka diperlukan *co-solvent* untuk menurunkan titik beku larutan gelatin. *Co-solvent* yang digunakan untuk menurunkan titik beku larutan gelatin adalah *ethylene glycol*.

2. LANDASAN TEORI

Electrospinning menggunakan prekursor berupa larutan polimer yang disiapkan pada tabung semprot (*syringe*) dengan kecepatan penyemprotan yang dapat diatur oleh pompa secara konstan (*metering pump*). Lalu larutan tersebut dilewatkan melalui sebuah *nozzle*/lubang spin (*Jet*) dengan ujung kecil dan ditarik

dengan medan listrik tegangan arus searah (*direct current/DC*) yang berkekuatan sekitar 30 kVA (Doshi, 1995:151).

3. METODE PENELITIAN

3.1 Metode Elektrospinning

Langkah pertama yang disiapkan dalam proses *elektrospinning* yakni menyiapkan larutan *gelatin/ethylene glycol* yang telah dibuat, Posisi *syringe* diletakkan secara horizontal dan pada jarak 11 cm di depannya diberikan kolektor yang terbuat dari kepingan aluminium berukuran 20x20 cm.. Tegangan diterapkan di antara jarum dan kolektor aluminium dengan menekan tombol pengatur tegangan secara perlahan hingga mencapai 15 kV. Proses *elektrospinning* ditunggu sampai 2 jam hingga didapatkan larutan polimer yang terdepositasi pada kolektor dalam wujud padat.

3.2 Parameter-paramter Elektrospinning

Larutan gelatin yang telah ditambahkan dengan

asam asetat serta gelatin dengan asam asetat dan *ethylene-glycol* sebelum dilakukan proses *electrospinning* terlebih dahulu diukur parameter-parameternya. Parameter yang paling penting yang mempengaruhi proses *electrospinning* dapat dibagi menjadi tiga kategori utama yaitu karakteristik larutan (termasuk viskositas larutan atau konsentrasi, kerapatan muatan larutan, tegangan permukaan, berat molekul polimer, momen dipol, dan konstanta dielektrik). Kedua yaitu kontrol variabel (tegangan, jarak dari ujung *spinneret* ke kolektor, laju alir, kolektor dan desain ujung jarum), dan terakhir faktor lingkungan (suhu, kelembaban, kecepatan udara) (Huang,2004).

3.3 Karakterisasi nanofiber

Sampel yang telah dibuat menjadi *nanofiber* dengan menggunakan metode *electrospinning* diamati struktur morfologinya dengan menggunakan SEM dan FTIR.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 4 Data hasil *electrospinning* gelatin dilarutkan dengan menggunakan asam asetat serta menambahkan *co-solvent ethylen glycol*

No	Konsentrasi gelatin (wt%)	Asam asetat (%)	Ethylene glycol (ml)	Electrospinning
1	5	10	1	Gagal
2	5	15	1	Gagal
3	5	20	1	Gagal
4	10	10	1	Gagal
5	10	15	1	Gagal
6	10	20	1	Gagal
7	15	10	1	Gagal
8	15	15	1	Gagal
9	15	20	1	Gagal
10	20	10	1	Gagal
11	20	15	1	Gagal
12	20	20	1	Gagal
13	25	10	1	Bisa
14	25	15	1	Bisa
15	25	20	1	Bisa
16	30	10	1	Bisa
17	30	15	1	Bisa
18	30	20	1	Bisa
19	35	10	1	Gagal
20	35	15	1	Gagal
21	35	20	1	Bisa
22	40	10	1	Gagal
23	40	15	1	Gagal
24	40	20	1	Gagal

Proses pembuatan larutan gelatin yang dilarutkan dengan dengan menggunakan asam asetat di mulai dari konsentrasi gelatin 5 wt%, 10 wt%, 15 wt%, 20 wt%, 25 wt%, 30 wt%, 35 wt% dan 40 wt%. Gelatin ini kemudian dilarutkan dengan menggunakan asam asetat dengan konsentrasi 10%, 15% dan 20%. Tetapi larutan gelatin ini tidak dapat diproses secara langsung dengan *electrospinning*.

Untuk itu harus dibuat larutan yang baru dengan

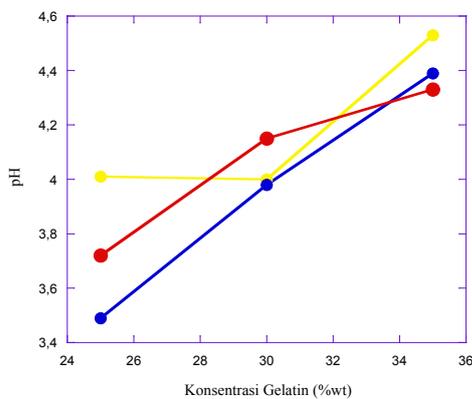
konsentrasi yang sama tetapi akan ditambahkan dengan *co-solvent*. *Ethylene glycol* merupakan *co-solvent* yang digunakan. *Ethylene glycol* ini mampu menurunkan titik beku suatu larutan. *Ethylene glycol* yang digunakan ini hanya 1 ml untuk setiap larutan

4.1. Pengaruh konsentrasi gelatin dan asam asetat (AA) terhadap parameter larutan

Tabel 4.1 Pengaruh konsentrasi gelatin terhadap parameter larutan

Konsentrasi Gelatin (wt%)	Konsentrasi AA (%)	pH	Konduktivitas ($\mu\text{s}/\text{cm}$)	Viskositas (mm^2/sec)	Tegangan Permukaan (mN/meter)
25	10	4,01	6,48	66,94	42,7
30		4,00	5,45	92,01	41,7
35		4,53	5,37	285,7	50,3
25	15	3,49	6,28	44,50	38,8
30		3,98	5,57	92,54	37,2
35		4,39	5,34	264,6	52,0
25	20	3,72	5,48	90,64	41,8
30		4,15	5,18	111,9	40,2
35		4,33	5,74	235,3	42,9

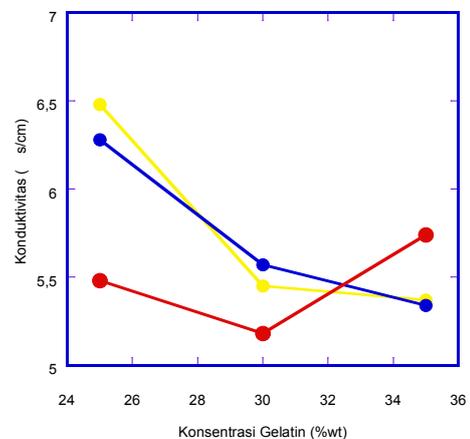
4.1.1. Pengaruh konsentrasi gelatin terhadap pH



Gambar 4.2 Pengaruh massa gelatin terhadap pH dengan konsentrasi Asam Asetat (a) 10%, (b) 15 %, dan (c) 20%

Berdasarkan tabel 5.2 semakin tinggi konsentrasi gelatin maka pH cenderung akan meningkat untuk semua konsentrasi asam asetat. Nilai pH pada konsentrasi gelatin 25 wt% dengan penambahan asam asetat 10%, 15% dan 20% berurutan-turut adalah 4,01, 3,49, dan 3,72. Sedangkan nilai pH pada konsentrasi gelatin 30 wt% dengan penambahan asam asetat 10%, 15% dan 20% berturut-turut adalah 4,00, 3,98, 4,15. Pada konsentrasi gelatin 35 wt% nilai pH yang terukur dengan penambahan asam asetat 10%, 15% dan 20% adalah 4,53, 4,39 dan 4,33.

4.1.2. Pengaruh konsentrasi gelatin terhadap konduktivitas larutan

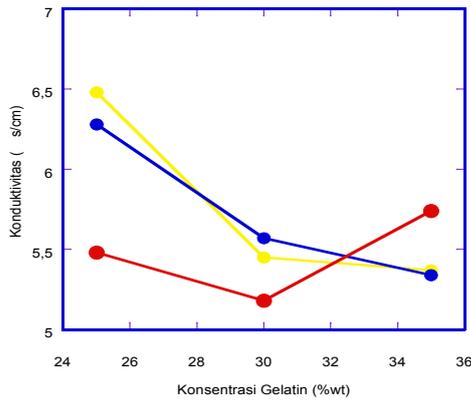


Gambar 4.3 Pengaruh konsentrasi gelatin terhadap konduktivitas dengan konsentrasi Asam Asetat (a) 10%, (b) 15 %, dan (c) 20%

Pada gambar 4.3 menunjukkan bahwa nilai konduktivitas larutan gelatin yang terukur tidak linear. Gelatin dengan konsentrasi 25 wt% ditunjukkan pada warna kuning (a) dengan penambahan asam asetat 10%, 15% dan 20%. Sedangkan gelatin dengan konsentrasi 30 wt% ditunjukkan dengan warna biru (b) dengan penambahan asam asetat 10%, 15% dan 20%.

Warna merah (c) menunjukkan konsentrasi gelatin 30 wt% dengan penambahan asam asetat 10%, 15% dan 20%.

4.1.3. Pengaruh konsentrasi gelatin terhadap konduktivitas larutan

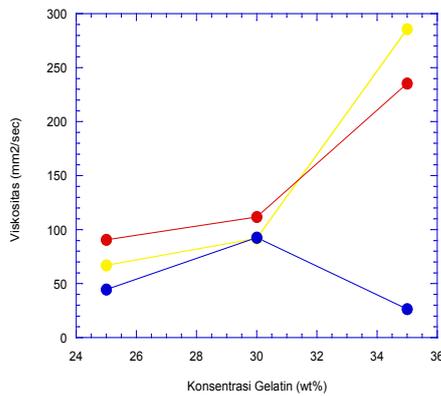


Gambar 4.3 Pengaruh konsentrasi gelatin terhadap konduktivitas dengan konsentrasi Asam

Asetat (a) 10%, (b) 15 %, dan (c) 20%

Pada gambar 4.3 menunjukkan bahwa nilai konduktivitas larutan gelatin yang terukur tidak linear. Gelatin dengan konsentrasi 25 wt% ditunjukkan pada warna kuning (a) dengan penambahan asam asetat 10%, 15% dan 20%. Sedangkan gelatin dengan konsentrasi 30 wt% ditunjukkan dengan warna biru (b) dengan penambahan asam asetat 10%, 15% dan 20%. Warna merah (c) menunjukkan konsentrasi gelatin 30 wt% dengan penambahan asam asetat 10%, 15% dan 20%

4.1.4. Pengaruh konsentrasi gelatin terhadap viskositas larutan

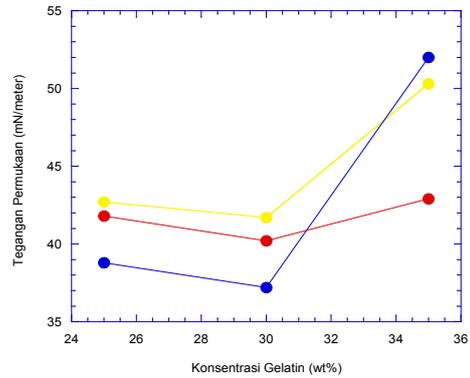


Gambar 4.4 Pengaruh massa gelatin terhadap viskositas dengan konsentrasi Asam Asetat (a) 10%, (b) 15 %, dan (c) 20%

Warna kuning menunjukkan nilai viskositas berturut-turut 66,94 mm²/sec, 92,01 mm²/sec, 285,7 mm²/sec dengan penambahan asam asetat 10%. Warna biru dan merah pada konsentrasi gelatin yang sama diperoleh nilai viskositas 44,50 mm²/sec, 92,54 mm²/sec dan 264,4 mm²/sec untuk konsentrasi asam asetat 20%, sedangkan nilai viskositas 90,64 mm²/sec, 111,9 mm²/sec dan 235,3 mm²/sec untuk konsentrasi asam

asetat 30 wt%.

4.1.5. Pengaruh massa gelatin terhadap tegangan permukaan



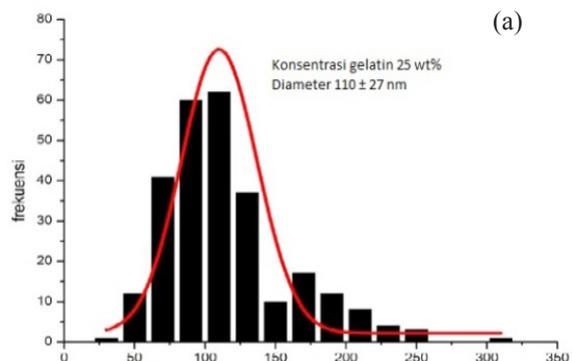
Gambar 4.5 Pengaruh massa gelatin terhadap tegangan permukaan dengan konsentrasi Asam Asetat (a) 10%, (b) 15 %, dan (c) 20%

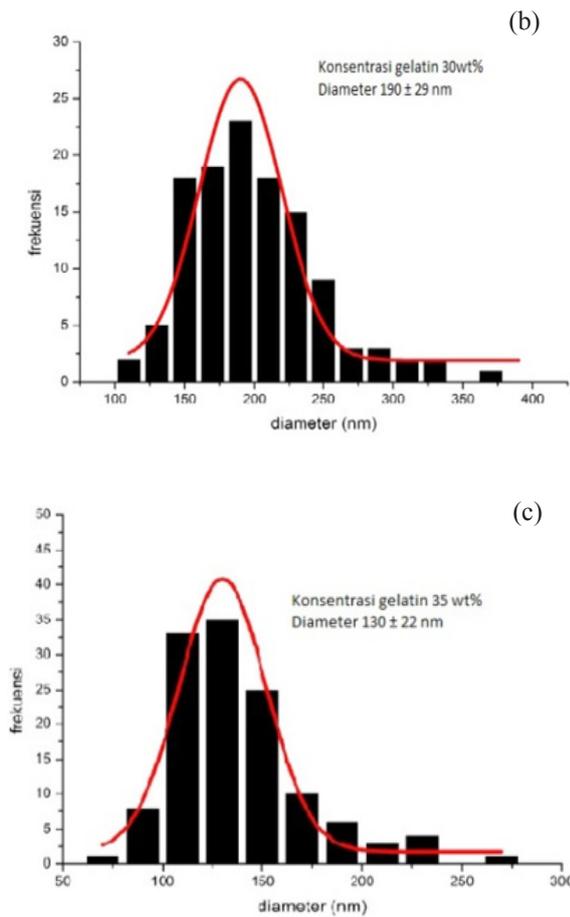
Pada gambar 4.5 menunjukkan bahwa konsentrasi gelatin 25 wt% dengan penambahan asam asetat 10%, 15% dan 20% warna kuning (a). Konsentrasi gelatin 30 wt% dengan penambahan asam asetat 10%, 15% dan 20% warna biru (b). Konsentrasi gelatin 35 wt% dengan penambahan asam asetat 10%, 15% dan 20% warna merah (c). Larutan gelatin yang mempunyai tegangan permukaan yang terlalu tinggi tidak dapat dilakukan proses *electrospinning*. Semakin rendah nilai tegangan permukaan larutan gelatin dapat dilakukan proses *electrospinning*

4.2. Efek Penambahan Ethylene Glycol Terhadap Morfologi Nanofiber

Proses fabrikasi gelatin dengan menggunakan asam asetat tidak terbentuk *fiber* untuk semua konsentrasi asam asetat. Pada proses *electrospinning* ini cairan yang keluar dari *syringe* berbentuk seperti gel dan mengental pada kolektor. Hal ini terjadi karena titik beku pada larutan gelatin terlalu tinggi. Agar titik beku ini turun atau berkurang maka diperlukan *co-solvent*. *Co-solvent* yang dipakai untuk menurunkan titik beku larutan gelatin adalah *ethylene glycol*.

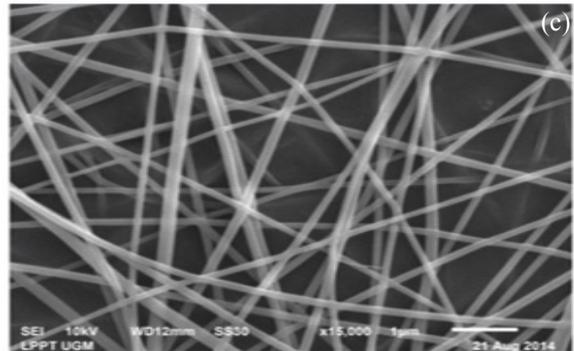
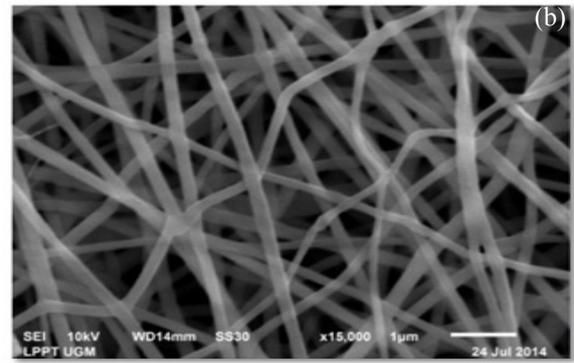
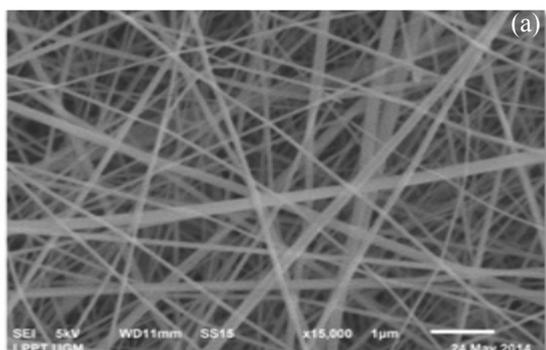
4.3. Efek Konsentrasi Gelatin Terhadap Morfologi Nanofiber





Gambar 4.6 Distribusi ukuran diameter nanofiber gelatin pada konsentrasi gelatin (a) 25 wt%, (b) 30 wt%, dan (c) 35 wt%

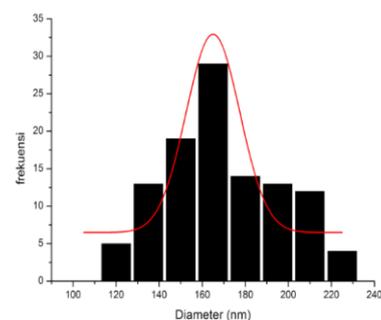
Pada gambar 4.6. Pada gambar (a) konsentrasi gelatin 25 wt% dengan penambahan asam asetat 20% dan *ethylene glycol* 1 ml. Diameter *fiber* yang terbentuk dari larutan ini adalah 110 ± 27 nm. Pada larutan gelatin konsentrasi 30 wt% gambar (b) dengan penambahan asam asetat 20% serta *ethylene glycol* 1 ml menghasilkan *fiber* yang tidak disertai dengan *bead* yang muncul dengan diameter 190 ± 29 nm. Sedangkan larutan gelatin pada konsentrasi 35 wt% gambar (c) menghasilkan *fiber* disertai dengan munculnya *bead* dan dihasilkan diameter 130 ± 22 nm. Diameter *nanofiber* ini dipengaruhi oleh viskositas larutan dan juga densitas muatan.



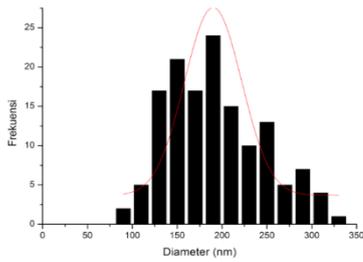
Gambar 4.7 Hasil SEM *electrospinning nanofiber* gelatin dengan asam asetat 20% (a) gelatin 25 wt%, (b) gelatin 30 wt% dan (c) gelatin 35 wt%

Dari gambar 4.7 tersebut diperlihatkan bahwa bentuk *nanofiber* gelatin yang beragam. Pada gambar (a) konsentrasi gelatin 25 wt% dengan asam asetat 20% menunjukkan bahwa *nanofiber* yang telah dibuat melalui *electrospinning* terlihat belum homogen karena bentuk *nanofiber* masih nampak berbeda-beda ukurannya. Sedangkan pada gambar (b) dengan konsentrasi gelatin 30 wt% *nanofiber* yang terbentuk hampir seragam bila dibandingkan dengan konsentrasi gelatin 25 wt%. Pada konsentrasi gelatin 35 wt% *nanofiber* yang terbentuk terlihat lebih berjarak antara satu *fiber* dengan *fiber* yang lain serta keseragaman *fiber* belum terbentuk.

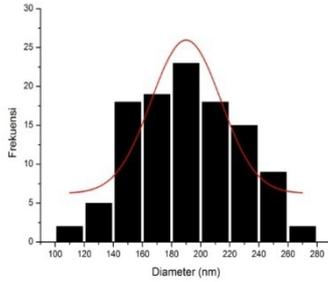
4.4. Efek asam asetat terhadap morfologi *nanofiber*



(a)



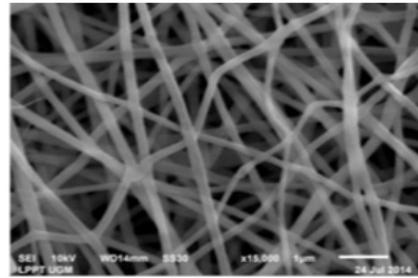
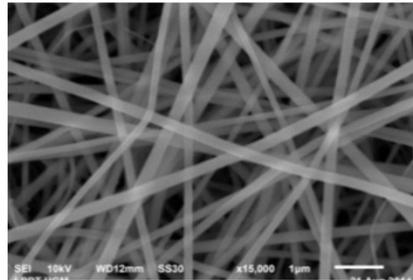
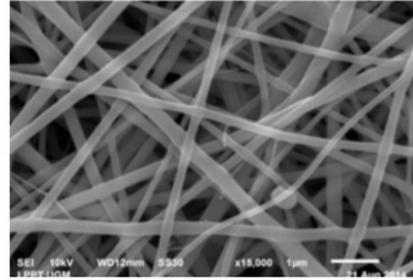
(b)



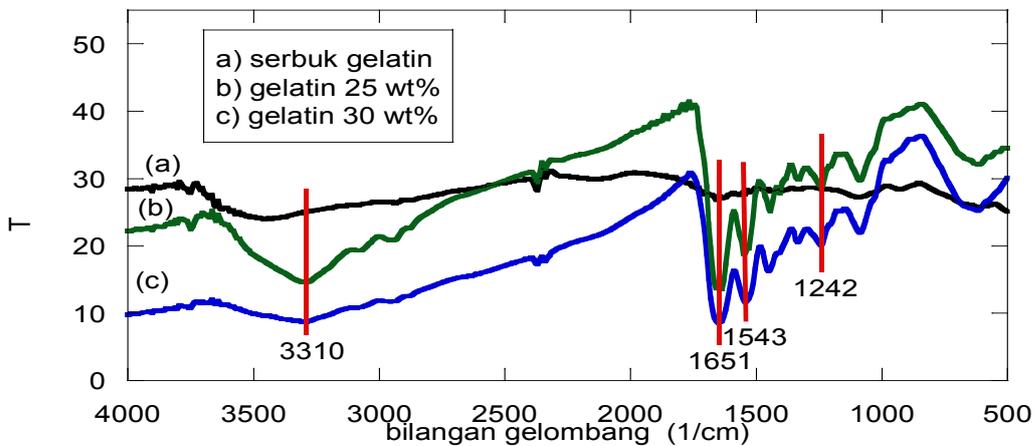
(c)

Gambar 4.8 Distribusi ukuran diameter nanofiber konsentrasi gelatin 30 wt% pada konsentrasi asam asetat (a) 10%, (b) 15% dan (c) 20%

Pada gambar 4.8 menunjukkan konsentrasi gelatin 30 wt% dan penambahan asam asetat 10%, 15% dan 20%. Pada gambar (a) diameter *fiber* 165±12 nm, (b) diameter *fiber* 190±31 nm dan (c) diameter *fiber* 190±23 nm. Morfologi *nanofiber* pada konsentrasi ini dianggap paling baik karena ukuran *fiber* serta tidak adanya *bead* yang muncul. Pada gambar 4.9 merupakan hasil pengamatan SEM dari konsentrasi gelatin 30 wt% dengan penambahan asam asetat 10% (gambar a), 15% (gambar b) dan 20% (gambar c) dengan penambahan *co-solvent ethylene glycol* 1 ml.



Gambar 4.9 Hasil pengamatan SEM terhadap nanofiber gelatin 30 wt% dengan konsentrasi asam asetat (a) 10%, (b) 15%, dan (c) 20%



Gambar 4.10 Spektra FTIR Gelatin

Pada gelatin dengan struktur nanofiber puncak serapan untuk gugus NH-stretching mengalami pergeseran ke bilangan gelombang lebih rendah 3310 cm^{-1} dan terjadi peningkatan pada puncak serapan, pada posisi bilangan gelombang 1651 cm^{-1} , 1543 cm^{-1}

, 1242 cm^{-1} secara berturut-turut dimiliki oleh C=O *stretching*, NH-*bending*, CH-*stretching*, NH-*stretching* serta CH-*bending*. Semakin tinggi konsentrasi gelatin yang digunakan untuk menghasilkan nanofiber menyebabkan puncak serapan yang dihasilkan juga semakin tinggi.

Tabel 5.3 Optimasi sampel gelatin

No	pH	Kode sampel	Konduktivitas (μ/cm)	Kode sampel	Tegangan permukaan (mn/meter)	Kode sampel	Viskositas (mm^2/sec)	Kode sampel
1	3,49	J2	5,18	K2	37,2	K2	44,50	J2
2	3,72	J3	5,34	L2	38,8	J2	66,94	J1
3	3,98	K2	5,37	L1	40,2	K3	90,64	J3
4	4,00	K1	5,45	K1	41,7	K1	92,01	K1
5	4,01	J1	5,48	J3	41,8	J3	92,54	K2
6	4,15	K3	5,57	K2	42,7	J1	111,9	K3
7	4,33	L3	5,74	L3	42,9	L3	235,3	L3
8	4,39	L2	6,28	J2	50,0	L2	264,6	L2

5. KESIMPULAN

1. Proses *electrospinning* dengan menggunakan konsentrasi gelatin sebesar 30 wt% dengan variasi asam asetat 10%, 15%, dan 20% telah berhasil mendapatkan fiber tanpa adanya *bead-bead* yang muncul.
2. Berdasarkan hasil SEM morfologi *nanofiber* yang *bead* nya berkurang, homogenitas fiber nya yang baik serta ukuran diameternya adalah gelatin dengan konsentrasi 30 wt% dengan variasi asam asetat 10%, 15% dan 20%.
3. Hasil karakterisasi dengan menggunakan FTIR puncak *nanofiber* gelatin yang dilarutkan asam asetat dengan menambahkan *co-solvent ethylene glycol* lebih rendah dibandingkan dengan puncak gelatin serbuk.

DAFTAR PUSTAKA

- Ramakrisna, S., Fujihara, K., Teo, W., Lim, T, Ma, Z. 2005, *An Introduction Electrospinning and Nanofibers*. World Scientific. Singapura
- Doshi, J. and Reneker, D. H. (1995), *Electrospinning process and applications of electrospun fiber*. Journal of Electrostatics **35** (2–3): 151.
- Huang, Zheng-Ming., Zhang, Y.Z., Ramakrishna, S., Limb, C.T., 2004, *Electrospinning and mechanical characterization of gelatin nanofibers*. Polymer **45**, 5361–5368.
- Lim, T. C and Ramakrishna, S. 2005, *Next-generation Application for Polymeric Nanofiber*. Editor : Schulte, J. Nanotechnology : Global Strategies, Trend and Application. Wiley, West Sussex.
- Lin, H., Storey, B. D., Oddy, M. H., Chen, C.-H. & Santiago, J. G. 2004, *Instability of electrokinetic microchannel flows with conductivity gradients*. Phys. Fluids **16**, 1922–1935.