

## Pembuatan Dan Karakterisasi Membran Berbahan Dasar Limbah Styrofoam Menggunakan Metode Elektrosinning

Rena Juwita Sari<sup>1</sup>, Maria Ratih Puspita<sup>2</sup>, Fitria Basuki Sukandaru<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup>Jurusan Teknik Perminyakan, Universitas Proklamasi 45 Yogyakarta

e-mail penulis : [renajuwitasari21@gmail.com](mailto:renajuwitasari21@gmail.com)

### ABSTRAK

Styrofoam merupakan jenis bahan kimia organik yang tidak bisa terurai oleh alam. Keberadaan sampah styrofoam yang semakin banyak memiliki dampak buruk terhadap kesehatan dan lingkungan, sehingga perlu dicari solusi agar penggunaannya dapat diminimalisir serta usaha untuk mengurangi dampak buruk tersebut. Salah satunya usaha yang dilakukan adalah mengubah sampah styrofoam menjadi membran. Penelitian ini bertujuan untuk mensintesis dan karakterisasi penggunaan limbah styrofoam sebagai membran menggunakan metode elektrosinning. Styrofoam sebanyak 2 gram dilarutkan kedalam perasan air kulit jeruk masing-masing 5 ml, 10 ml, 15 ml dan 20 ml. Membran styrofoam terbentuk sempurna pada larutan styrofoam dengan air kulit jeruk 10 ml dan 15 ml. Hasil spektrum FTIR menjelaskan terjadi pergeseran gugus -OH ke angka gelombang  $3277,48\text{ cm}^{-1}$  dengan puncak lebih lebar dan gugus ester bergeser pada angka gelombang  $2084,49\text{ cm}^{-1}$  dengan spektrum serapan yang tajam. Sedangkan, hasil SEM membran styrofoam dengan air kulit jeruk 10 ml dan 15 ml, memiliki morfologi yang sangat baik dan tidak ada *beads*. Ukuran diameter rata-rata fiber styrofoam dengan air kulit jeruk 10 ml adalah  $237 \pm 26\text{ nm}$  dan styrofoam dengan air kulit jeruk 15 ml adalah  $334 \pm 40\text{ nm}$ . Dengan segala kelebihan yang dimiliki membran diharapkan dapat memberikan keuntungan bagi lingkungan maupun kesehatan.

Kata Kunci : styrofoam, membran, air kulit jeruk, elektrosinning

### ABSTRACT

*Styrofoam is a type of organic chemical that cannot be broken down by nature. The existence of Styrofoam waste which has more and more adverse impacts on health and the environment, so it is necessary to find a solution so that its use can be minimized as well as efforts to reduce these adverse effects. One of the efforts made is to convert styrofoam waste into membranes. This study aims to synthesize and characterize the use of styrofoam waste as a membrane using the electrospinning method. 2 gram of Styrofoam was dissolved into the orange peel water of 5 ml, 10 ml, 15 ml and 20 ml. Styrofoam membranes are perfectly formed in styrofoam solution with 10 ml and 15 ml orange peel water. The FTIR spectrum results explain the shift of the -OH group to the wave number  $3277.48\text{ cm}^{-1}$  with a wider peak and the ester group shifting at the wave number of  $2084.49\text{ cm}^{-1}$  with a sharp absorption spectrum. Meanwhile, the results of SEM styrofoam membrane with 10 ml orange peel water and 15 ml, have a very good morphology and no beads. The average diameter of styrofoam fiber with 10 ml orange peel water is  $237 \pm 26\text{ nm}$  and styrofoam with 15 ml orange peel water is  $334 \pm 40\text{ nm}$ . With all the advantages of the membrane is expected to provide benefits for the environment and healthy.*

*Keywords: styrofoam, membrane, orange peel water, electrospinning*

### 1. PENDAHULUAN

Salah satu faktor yang mempengaruhi lingkungan adalah sampah. Sampah adalah bahan buangan sebagai akibat dari aktivitas manusia yang merupakan bahan yang sudah tidak dapat dipergunakan lagi. Kemasan makanan sampai saat ini masih menjadi salah satu sumber terbesar pemasok sampah bagi lingkungan hidup. Salah satu masalah utamanya adalah banyak jenis bahan kemasan pembungkus makanan tersebut merupakan bahan-bahan yang sulit terurai secara langsung oleh alam apabila dibuang langsung ke lingkungan. Seperti plastik, styrofoam, botol plastik dan lain-lain.

Styrofoam sebagai kemasan makanan, sebaiknya penggunaannya bukan sekedar sebagai bungkus tetapi perlu diperhatikan keamanannya, karena fungsi dari kemasan makanan yaitu untuk kesehatan, pengawetan dan kemudahan. Menurut beberapa penelitian telah diketahui bahwa styrofoam berbahaya bagi kesehatan. Menurut Mulyanto, bahaya styrofoam berasal dari butiran-butiran styrene, yang diproses dengan menggunakan benzana. Benzana inilah yang termasuk zat yang dapat menimbulkan banyak penyakit [1]. Styrofoam bukan barang yang bisa didaur ulang, seperti gelas, kertas, atau metal, yang dapat didaur ulang menjadi material mentah untuk dibuat kembali menjadi barang serupa. Selama ini metode yang digunakan

untuk mengurangi sampah styrofoam adalah pembakaran lewat *incinerator*. Padahal pembakaran styrofoam dapat menghasilkan gas karbon dioksida, gas karbon monoksida, dan gas CFC yang dapat merusak lapisan ozon. Salah satu cara yang aman, efektif, dan mudah untuk memecahkan masalah menumpuknya sampah styrofoam menggunakan kulit jeruk.

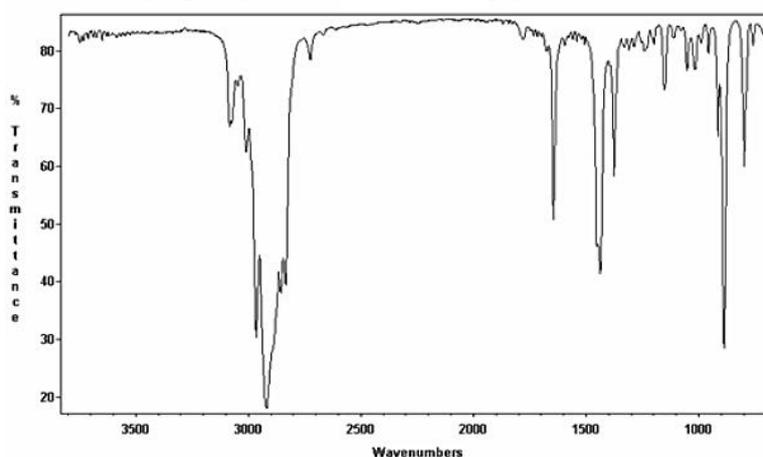
Peluruhan styrofoam dengan pelarut alami limonene diperkenalkan pertama kali oleh Tsutomu Noguchi 1998 untuk mendaur ulang styrofoam. *D-limonene* adalah salah satu terpen yang paling umum di alam. *D-limonene* adalah konstituen utama dalam beberapa minyak jeruk (jeruk, lemon, jeruk mandarin, jeruk nipis). *D-limonene* memiliki toksisitas yang cukup rendah. Penelitian membuktikan bahwa *D-limonene* tidak menimbulkan mutagenik, karsinogenik atau risiko nefrotoksik untuk manusia [2]. Selain Tsutomu Noguchi, penelitian juga telah dilakukan oleh Fitrianti dkk, tentang penentuan kadar minyak atsiri kulit jeruk sunkist (*Citrus sinensis L. Osbeck*) sebagai alternatif peluruh styrofoam alami. Minyak atsiri kulit jeruk sunkist dapat digunakan sebagai peluruh styrofoam alami. Peluruhan styrofoam dilakukan dengan formulasi tiga bahan yaitu minyak atsiri jeruk sankis, etanol dan alkohol seperti yang di tunjukkan oleh Tabel 1.

Tabel 1. Hasil penelitian mengenai kadar efektif minyak atsiri untuk meluruhkan styrofoam

Formula	Kadar Minyak Atsiri (%v/v) (MA:E:A)	Waktu hancur (detik)			
		I	II	III	IV
A.	100 MA	10,450	19,804	46,842	153,670
B.	50 MA : 50 E (1 : 1 : 0)	8,845	19,183	43,681	161,982
C.	50 MA : 25 E : 25 A (2 : 1 : 1)	6,707	17,957	40,961	165,381
D.	25 MA : 25 E : 50 A (1 : 1 : 2)	6,925	17,441	45,123	182,967
E.	25 MA : 75 A (1 : 0 : 3)	8,602	26,221	52,819	195,071 (tidak seluruhnya hancur)
F.	25 MA : 50 E : 25 A (1 : 2 : 1)	14,051	14,872	29,100	159
G.	10 MA : 30 E : 60 A (1 : 3 : 6)	30,372	38,271	67,352	261 (tidak seluruhnya hancur)

Keterangan: MA: Minyak Atsiri Kulit Jeruk Sunkist ; E : Etanol; A : Air, I : Sterofoam papan pengumuman; II : Sterofoam kemasan elektronik; III : Sterofoam wadah makanan; IV : Sterofoam mie instan seduh.

Berdasarkan data pada Tabel 1. diperoleh kadar yang efektif adalah formula D yaitu dengan kadar minyak atsiri kulit jeruk sunkist 25%; dengan perbandingan minyak atsiri : etanol : air, yaitu 1 : 1 : 2. Pada Formula F yaitu dengan kadar minyak atsiri yang sama yaitu 25%; dengan perbandingan minyak atsiri : etanol : air, yaitu 1:2:1 waktu yang digunakan untuk meluruhkan styrofoam lebih cepat dibandingkan formula D, namun penggunaan air yang lebih banyak pada formula D lebih aman bagi lingkungan. Penggunaan etanol sendiri ditujukan untuk melarutkan minyak atsiri dan mempermudah distribusi partikel minyak atsiri dalam styrofoam. Sedangkan untuk membuktikan bahwa minyak atsiri yang didapatkan mengandung limonene, maka dilakukan analisis kualitatif dengan menggunakan spektrofotometer inframerah. Hasil analisis yang dilakukan terhadap minyak atsiri menunjukkan bahwa spektrum yang dihasilkan mirip dengan pustaka spektrum inframerah limonene yang ditunjukkan pada Gambar 1[3].



Gambar 1. spektrum inframerah *limonene* [3]

Telah banyak penelitian yang mengembangkan metode ini untuk mengubah styrofoam menjadi bahan-bahan lain yang sangat berguna. Seperti pembuatan batako berbahan dasar *styrofoam* [4], pengolahan limbah *styrofoam* menjadi produk *fashion* [5] dan elemen interior berbahan baku pengolahan sampah *styrofoam* dan sampah kulit jeruk [6]. Namun dari beberapa penelitian terkait belum ada yang menjelaskan tentang pembuatan dan karakterisasi membran berbahan dasar limbah styrofoam menggunakan metode elektrospinning.

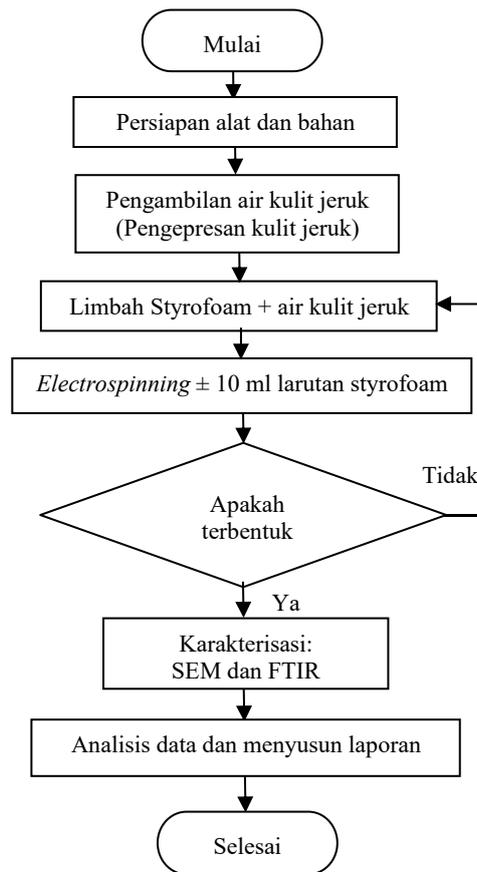
Berdasarkan uraian tersebut, maka dalam penelitian ini difokuskan pada pembuatan dan karakterisasi membran berbahan dasar styrofoam menggunakan metode elektrospinning. Material-material pada membran yang telah dibuat akan diidentifikasi dengan menggunakan FT-IR, sedangkan morfologi permukaan membran akan diamati dengan SEM.

## 2. METODE PENELITIAN

Penelitian pembuatan dan karakterisasi membran berbahan dasar styrofoam dilaksanakan dalam 3 tahap, yaitu :

1. Tahap persiapan  
Melakukan studi pustaka serta persiapan alat dan bahan yang dibutuhkan.
2. Tahap pengepresan kulit jeruk  
Pengepresan kulit jeruk dilakukan dengan menggunakan alat press hidrolik dengan cara kulit jeruk yang sudah dikupas dipotong-potong dengan ukuran  $\pm 0,5-1 \text{ cm}^2$  dengan maksud agar saat dipress kandungan air dan minyak pada kulit jeruk dapat keluar dari pori-pori dengan sempurna.
3. Tahap pembuatan membran styrofoam  
Penelitian dimulai dengan melarutkan styrofoam kedalam air kulit jeruk yang sudah disiapkan pada gelas beker masing-masing 5 ml, 10 ml, 15 ml dan 20 ml. Larutan diaduk menggunakan *magnetic stirrer* pada suhu  $30 \text{ }^\circ\text{C}$  dengan kecepatan putar 250 rpm. Kemudian dilanjutkan pembuatan membran menggunakan elektrospinning dengan cara larutan dimasukkan kedalam *syringe* ukuran 10 mL. Pada proses elektrospinning digunakan tegangan 15 kV, ukuran jarum *syringe* 0,5 mm dan jarak antara ujung jarum dengan kolektor sebesar 12 cm.
4. Tahap karakterisasi membran styrofoam  
Karakterisasi sampel membran styrofoam menggunakan mikroskop optik, *Scanning Electron Microscope* (SEM) dan Spektroskopi FTIR.

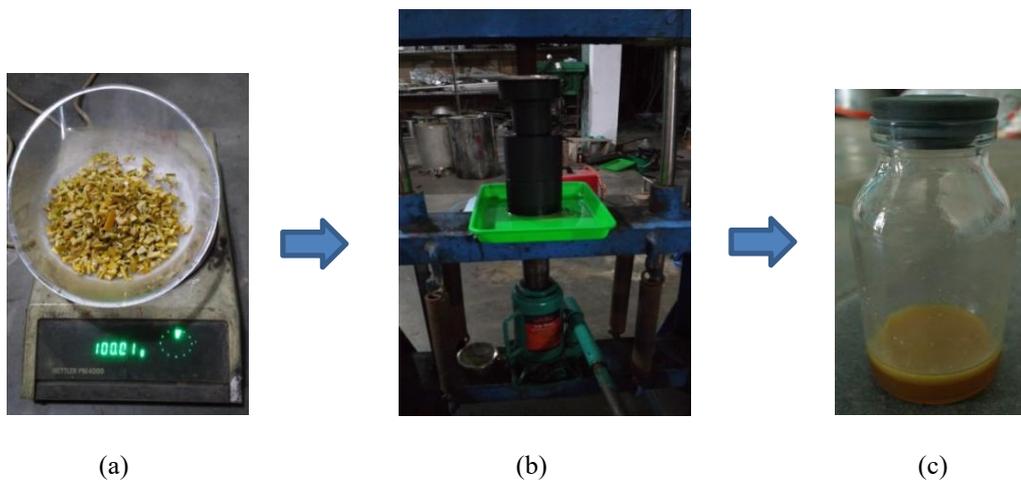
Secara umum metode penelitian pembuatan dan karakterisasi membran berbahan dasar styrofoam menggunakan elektrospinning sebagaimana terlihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Flow Chart Penelitian

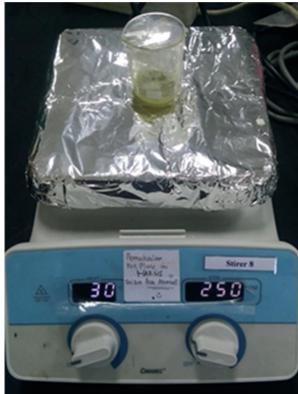
### 3. HASIL DAN ANALISIS

Telah dilakukan penelitian pembuatan dan karakterisasi membran berbasis dasar styrofoam menggunakan metode elektrospinning. Membran styrofoam terbuat dari air kulit jeruk hasil pengepresan dengan limbah styrofoam. Pengepresan kulit jeruk dilakukan dengan menggunakan alat pres hidrolis, kulit jeruk yang sudah dikupas dipotong-potong dengan ukuran  $\pm 0,5-1 \text{ cm}^2$  agar saat dipres atau diperas kandungan air dan minyaknya dapat keluar dari pori-pori dengan sempurna. Proses pengepresan kulit jeruk ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. (a). Menimbang kulit jeruk ukuran  $\pm 0,5-1 \text{ cm}^2$  (b) Proses pengepresan kulit jeruk menggunakan alat pres hidrolis (c). Cairan hasil pengepresan kulit jeruk.

Pembuatan larutan styrofoam dilakukan dengan cara memanaskan air kulit jeruk hasil pengepresan dalam gelas beker dengan variasi masing-masing 5 ml, 10 ml, 15 ml dan 20 ml menggunakan *hotplate*. Massa styrofoam sebesar 2 gram dimasukkan kedalam gelas beker dan diaduk menggunakan *magnetic stirrer* pada suhu 30 °C dengan kecepatan putar 250 rpm sampai semuanya benar-benar larut sempurna (Gambar 4 (a)). Setelah styrofoam benar-benar terlarut, larutan dibiarkan sampai suhunya turun mencapai suhu ruangan.



(a)



(b)

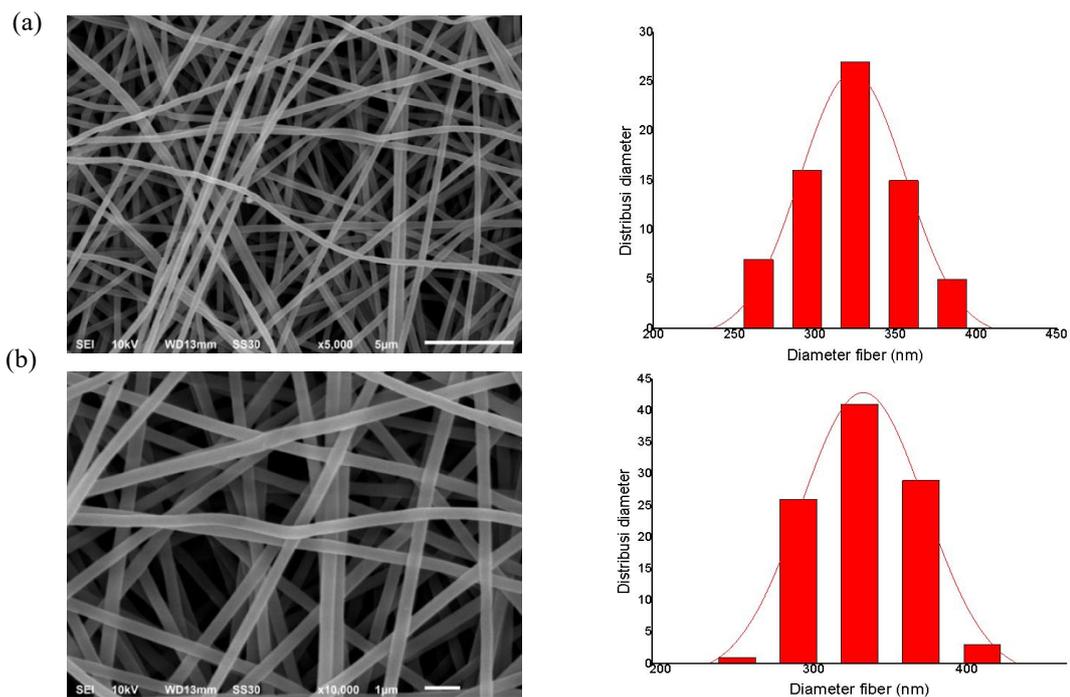
Gambar 4. (a). Proses pembuatan larutan styrofoam, (b) Proses pembuatan membran elektrosinning

Tahap selanjutnya proses pembuatan membran dengan menggunakan elektrosinning. Pembuatan membran dilakukan dengan cara menempatkan larutan styrofoam ke dalam jarum suntik berdiameter 0,5 mm dan elektrospon menggunakan peralatan elektrosinning skala laboratorium. Membran nanofiber dibuat dengan menerapkan tegangan 15 kV dan 12 cm jarak antara pemintal dan *collector* (Gambar 4 (b)). Pembuatan satu membran styrofoam dibutuhkan waktu 2 jam proses elektrosinning. Hasil membran styrofoam ditunjukkan pada Gambar 5.

Larutan styrofoam yang dibuat harus memiliki viskositas yang tepat agar dapat membentuk fiber yang baik. Jika viskositas kurang maka tidak akan terbentuk fiber dengan baik (terdapat *bead* dan *spray*), namun jika viskositas terlalu besar maka larutan akan sulit keluar dari *syringe*. Pada pembentukan membran styrofoam nanofiber dengan pelarut air kulit jeruk 10 ml dan 15 ml terbentuk dengan baik, sedangkan pelarut air kulit jeruk 5 ml dan 20 ml tidak terbentuk membran dikarenakan larutan terlalu kental dan encer. Saat proses elektrosinning larutan styrofoam menyebar merata ke seluruh bagian *collector* sehingga membran yang dihasilkan memiliki permukaan yang luas. Karakterisasi menggunakan SEM dilakukan untuk menganalisis morfologi dan ukuran diameter membran. Berikut ini morfologi dan distribusi diameter nanofiber styrofoam dengan air kulit jeruk 10 ml dan 15 ml ditunjukkan dalam Gambar 6.



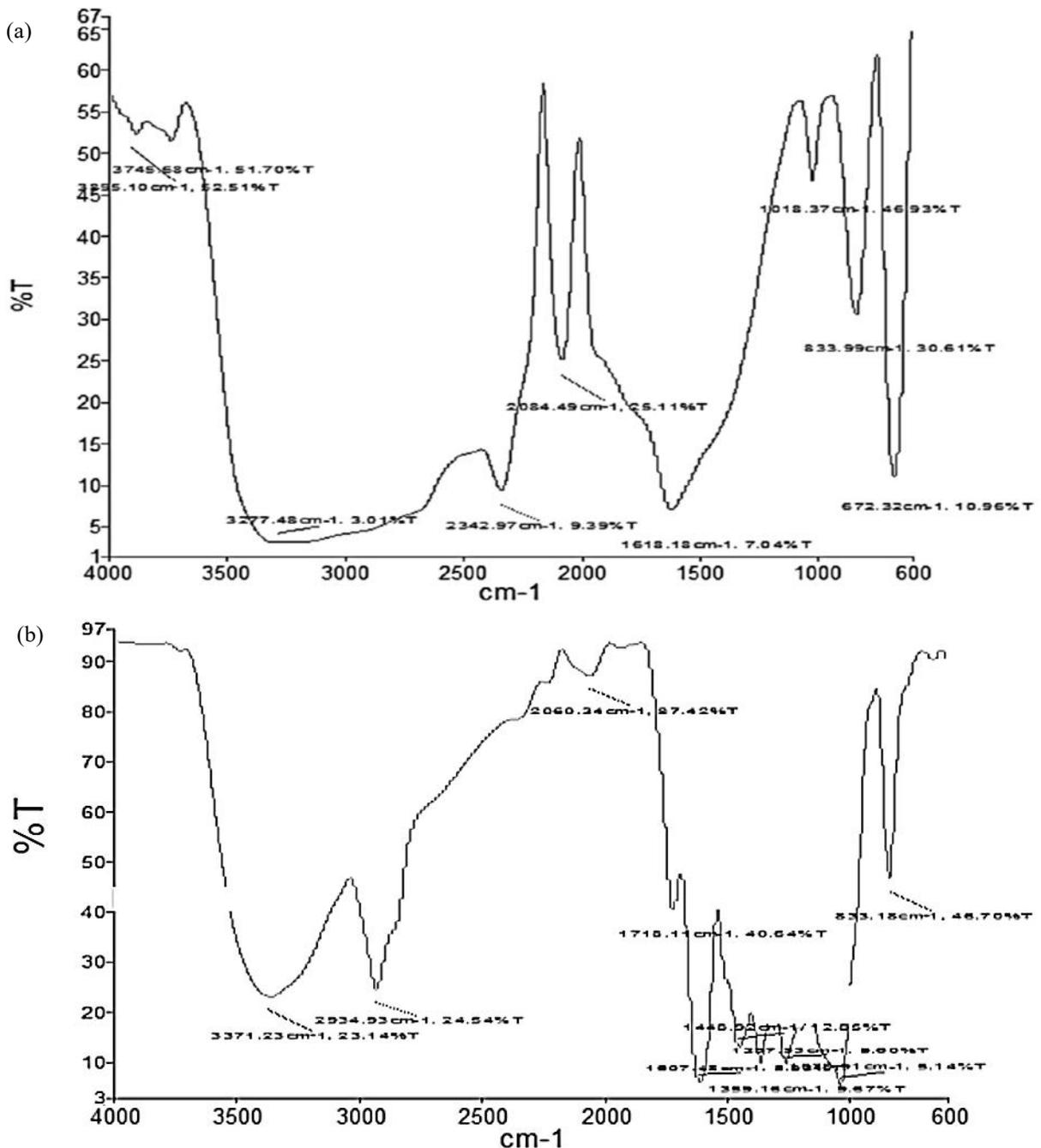
Gambar 5. Membran styrofoam hasil elektrosinning



Gambar 6. Morfologi dan distribusi diameter nanofiber styrofoam dengan (a) air kulit jeruk 10 ml dan (b) air kulit jeruk 15 ml

Gambar 6 merupakan hasil SEM membran styrofoam dengan air kulit jeruk 10 ml dan 15 ml, dengan morfologi yang sangat baik dan tidak ada *beads*. Namun, membran styrofoam dengan air kulit jeruk 10 ml memiliki diameter fiber lebih kecil dibandingkan pada membran styrofoam dengan air kulit jeruk 15 ml. Ukuran diameter rata-rata fiber styrofoam dengan air kulit jeruk 10 ml adalah  $237 \pm 26$  nm dan styrofoam dengan air kulit jeruk 10 ml adalah  $334 \pm 40$  nm.

Selanjutnya karakterisasi FT-IR dilakukan untuk mengetahui puncak-puncak serapan pada minyak kulit jeruk serta untuk mengetahui perubahan puncak serapan vibrasi molekuler pada membran nanofiber styrofoam (Gambar 7). Gambar 7 (a) menunjukkan bahwa gugus O-H (alkohol) pada angka gelombang  $3371,23 \text{ cm}^{-1}$ , gugus C-H pada angka gelombang  $2934,93 \text{ cm}^{-1}$ , gugus ester pada angka gelombang  $2060,34 \text{ cm}^{-1}$  dengan spektrum serapan yang lemah, gugus -CO- pada angka gelombang  $1718,11 \text{ cm}^{-1}$ , dan gugus eter pada angka gelombang  $1257,53 \text{ cm}^{-1}$ . Sedangkan, Gambar 7 (b) terlihat bahwa gugus -OH bergeser ke angka gelombang  $3277,48 \text{ cm}^{-1}$  dengan puncak lebih lebar dan gugus ester bergeser pada angka gelombang  $2084,49 \text{ cm}^{-1}$  dengan spektrum serapan yang tajam. Pergeseran angka gelombang yang ditunjukkan spektrum infra merah mengindikasikan bahwa terjadi interaksi antara senyawa yang terkandung di dalam ekstrak kulit jeruk (fenolik, flavonoid dan triterpenoid) dengan styrofoam melalui adsorpsi. Dengan demikian ekstrak kulit jeruk memiliki efek melarutkan bahan-bahan yang memiliki kandungan sama dengan styrofoam.



Gambar 7. (a) Hasil FT-IR air kulit jeruk dan (b) Hasil FT-IR membran styrofoam hasil electrospinning

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut.

1. Telah berhasil dibuat membran styrofoam dengan pelarut air kulit jeruk 10 ml dan 15 ml yang paling optimal dengan massa styrofoam 2 gram.
2. Hasil spektrum FTIR menjelaskan bahwa terjadi pergeseran gugus -OH ke angka gelombang 3277,48 cm<sup>-1</sup> dengan puncak lebih lebar dan gugus ester bergeser pada angka gelombang 2084,49 cm<sup>-1</sup> dengan spektrum serapan yang tajam. mengindikasikan bahwa terjadi interaksi antara senyawa yang terkandung di dalam ekstrak kulit jeruk (fenolik, flavonoid dan triterpenoid) dengan styrofoam melalui adsorpsi.
3. Hasil SEM membran styrofoam dengan air kulit jeruk 10 ml dan 15 ml, memiliki morfologi yang sangat baik dan tidak ada *beads*. Ukuran diameter rata-rata fiber styrofoam dengan air kulit jeruk 10 ml adalah 237 ± 26 nm dan styrofoam dengan air kulit jeruk 15 ml adalah 334 ± 40 nm.

## 5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Direktorat Pengembangan Penyehatan Lingkungan Permukiman, “Modul-4 Tata Cara Pembangunan Prasarana Air Limbah Rumah Tangga”, Dirjen Cipta Karya Kementerian Pekerjaan Umum. Jakarta, 2011.
- [2] Rodiansono, “Activity test and Regeneration of Ni-Mo/ Zeolit catalyst for Hydrocracking of water plastic fraction to gasoline fraction, Indonesian Journal of Chemistry, vol. 5, no. 3, pp. 261 – 268, 2005.
- [3] S. Khairunissa. “Pengolahan Limbah Styrofoam Menjadi Produk Fashion”. E-proceeding of Art & Design, Vol. 3, No. 2, pp 253, Agustus 2016.
- [4] M. Wirahadi, “Elemen Interior Berbahan Baku Pengolahan Sampah Styrofoam dan Sampah Kulit Jeruk”. Jurnal INTRA, Vol. 3, No.2 , 144-153, 2017.
- [5] Wei, X., Wang, Z., Wang, J. & Wang, S., “A Novel Method of Surface Modification to Polysulfone ultrafiltration Membrane by Preadsorption of Citric Acid or Sodium Bisulfite. Membrane Water Treatment”, 2012
- [6] Nazri, N.A.M., Lau, W.J., Ismail, A.F. & Saidin, M.A.R., “A Facile Modification Approach for Polyacrylonitrile-based UF Hollow Fiber Membrane Utilizing Polyacrylonitrile-g-Poly (Vinyl Alcohol) Graft Copolymer”. J Polym Re, 2014