

Pengaruh Besar Tekanan Pada Serat Styrofoam Rotary Forc spinning Yang Dipress Untuk Aplikasi Filter Air

Rahman Syam

Program studi Fisika, Universitas Muslim Maros,
Jl. Dr. Ratulangi No. 62 Maros, Sulawesi Selatan 90511, Indonesia
rahmansyam56@gmail.com

ABSTRAK

Pemanfaatan *rotary forc spinning* dalam pembuatan serat terus mendapatkan perhatian akhir-akhir ini dikarenakan kemampuannya dalam menghasilkan serat dengan laju produksi yang tinggi. Di samping itu berbagai bentuk preparat material baik dalam bentuk lelehan maupun larutan dapat digunakan pada teknik ini. Untuk menghasilkan serat, teknik *rotary forc spinning* ini memanfaatkan gaya sentrifugal yang berasal dari putaran motor berkecepatan tinggi dan bertorsi besar. Pada penelitian ini, membran yang digunakan untuk aplikasi filter air dibuat dengan menggunakan tehnik *rotary forc spinning* tersebut. Serat yang dibentuk dari *rotary forc spinning* tersebut kemudian dioptimasi pada tekanan 3 ton/m², 4 ton/m², 5 ton/m². Sehingga didapatkan fluks yang baik pada tekanan 4 ton/m² dan efisiensi rata-rata yaitu 94%.
Kata kunci : Rotary forc spinning, membran, fluks, efisiensi.

ABSTRAC

*The benefits of using swivel strength in fiber manufacturing continue to receive attention lately due to its ability to produce fibers with high production speeds. In addition, various dosage forms that are good in melt form can also be used in this technique. To produce fiber, the rotary technique forces to use centrifugal force obtained from changes in high-speed motors and large torque. In this study, the membrane used for air filter applications was made using a rotating force rotating technique. The fiber formed from the swivel force is then optimized at a pressure of 3 tons / m², 4 tons / m², 5 tons / m². Good flux can be obtained at a pressure of 4 tons / m² and an average efficiency of 94%.
Key word: Rotary forc spinning, membran, fluks, efisiensi.*

I. PENDAHULUAN

Secara umum berkurangnya air bersih telah menjadi masalah serius dan menumbuhkan perhatian pada pencemaran lingkungan, penjernihan air harus dibuat lebih efisien dan lebih efektif terkait dalam hal biaya (Wang dkk., 2012; Kumar dkk., 2014; Shen dkk., 2016). Prosesan filter seperti *microfiltration* (MF), *ultrafiltration* (UF), *nanofiltration* (NF) and *reverse osmosis* (RO) merupakan beberapa teknologi *treatment* air yang paling ekonomis, praktis, relative cepat dan efisien (Shahabadi, dk., 2016). *High rejection* dan *high flux* merupakan target utama dalam menyiapkan filtrasi membran (Shen dkk., 2016). Masalah utama dalam membran filter akhir-akhir ini adalah pengotoran membran yang dapat mengakibatkan penurunan fluks. Masalah pengotoran dapat dikurangi dengan mendesain modul membran yang lebih efisien namun belum dapat dihilangkan [7]. Diantara filter membran, *microfiltration* merupakan proses filtrasi dengan kebutuhan energi yang paling rendah, yang dapat diterapkan untuk *pre-treatment* penjernihan air dan menghilangkan bakteri, alga, atau protozoa dari air yang terkontaminasi dengan melewatkannya melalui sebuah membran penyerap dengan ukuran lubang/pori mulai 0,1 µm hingga 10 µm (Shen dkk., 2016)

Pembuatan serat berupa membran telah dilakukan dengan menggunakan Pemintal elektrik (Zang dan Lu, 2014). Sedangkan kami menggunakan *rotary forc spinning* yang tidak memanfaatkan gaya listrik tetapi gaya sentrifugal untuk membentuk serat (Sharkar dkk., 2010). Kekurangannya ialah serat yang dibentuk dengan menggunakan *rotary forc spinning* ini tidak dalam bentuk lembaran melainkan hanya kumpulan serat dalam bentuk gumpalan. Olehnya itu untuk membuat serat tersebut menjadi membran maka kami menggunakan press hidrolik. Material yang

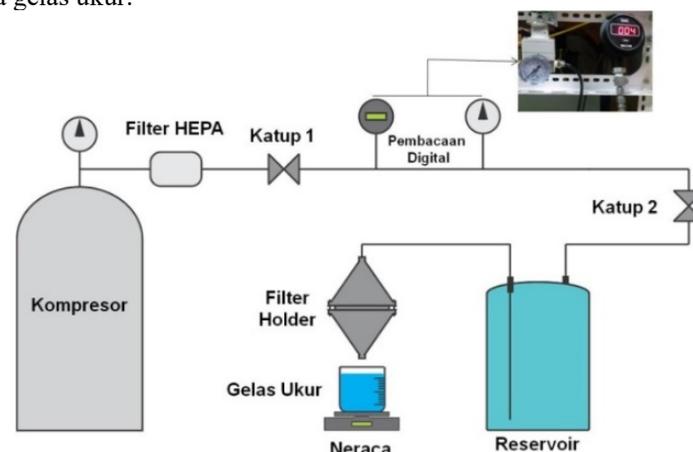
digunakan untuk membuat membrane ialah *Styrofoam*. *Styrofoam* berperan sebagai bahan pengikat dan menyebabkan penurunan sifat mekanik lapisannya (Demirlik dkk., 2013). Dengan sifat keunggulan yang dimilikinya, *styrofoam* akan menjadi serat yang lembut dan ringan. Oleh *styrofoam* yang dibuat jadi membran dalam proses filtrasi.

II. EKSPERIMEN

Bahan-bahan yang digunakan pada eksperimen ini antara lain adalah *styrofoam* yang diperoleh dari sampah yang tak terpakai dan d'limonen. Proses pembuatan prekursor, peralatan yang digunakan antara lain spatula, gelas kimia, timbangan analitik AsOne, dan *magnetic stirrer*. *Styrofoam* dilarutkan ke dalam d'limonen dibuat dengan konsentrasi 28% b/b dengan perbandingan 5:2. Larutan ini diaduk dengan menggunakan pengaduk magnet pada suhu 85°C selama 4 jam. Kemudian larutan dimasukkan ke dalam suntik dengan diameter jarum 0,6 mm pada volume 5 mL dan diletakkan pada kedudukan suntik.

Alat yang digunakan pada proses pembuatan serat adalah *rotary forcespinning*. Bagian-bagian dari *rotary forcespinning* antara lain jarum suntik, dengan diameter dalam *syringe* 1.5 cm, *Syringe pump* (Harvard Apparatus), pengontrol motor, reservoir, dan aluminium foil. Salah satu kelebihan dari teknik *forcespinning* adalah tidak menggunakan tegangan tinggi dan ramah lingkungan sehingga perlunya medan listrik yang tinggi, produktivitas rendah, dan tingginya biaya produksi dapat dihilangkan dengan menggunakan teknik *forcespinning*. Bahan konduktif maupun nonkonduktif dapat dipintal menjadi serat melalui teknik *forcespinning*. Bahkan sejumlah material padatan dapat dilelehkan atau secara langsung dipintal menjadi serat tanpa pengolahan kimia melalui teknik ini. Untuk membuat serat menjadi membran digunakan alat hidrolik press yang berfungsi untuk menekan serat agar lebih padat sehingga terbuat menjadi membran.

Sedangkan pada proses filtrasi, peralatan yang digunakan adalah alat uji filtrasi yang ditunjukkan pada Gambar 1. Kompresor berfungsi sebagai penyuplai udara. *Filter hepa* berfungsi untuk menyaring udara yang kotor dari kompresor menjadi bersih. Katup 1 berfungsi untuk membuka atau menutup aliran udara yang telah disaring oleh filter hepa ke pembacaan digital. Pembacaan digital berfungsi untuk memberikan tekanan udara yang diinginkan. Katup 2 berfungsi membuka atau menutup aliran udara ke reservoir. Reservoir 1 L berfungsi sebagai tempat penampungan larutan uji. *Filter holder* berfungsi sebagai wadah membran untuk menyaring larutan uji. Gelas ukur 500 ml berfungsi untuk menampung larutan yang telah di saring. Neraca BC-500 berfungsi untuk menimbang volume larutan yang tersaring dan ditampung pada gelas ukur.



Gambar 1 Peralatan uji filtrasi untuk uji fluks

Pada penelitian ini digunakan membran dengan tiga parameter tekanan masing-masing 3 ton/m², 4 ton/m², dan 5 ton/m² seperti tertera pada Tabel 1. Untuk mendapatkan nilai fluks dilakukan pengujian untuk masing-masing parameter tekanan. Pada uji fluks digunakan aquades sebagai larutan uji. Data diambil setiap satu menit untuk setiap tekanan udara yang diberikan. Volume air yang keluar kemudian dicatat. Efisiensi membran dengan variasi tekanan data diambil pada dua menit pertama dan dua menit berikutnya, selanjutnya lima menit hingga empat kali. Hasil pengukuran efisiensi menggunakan UV-Vis pada larutan uji dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan (1).

$$R = \left(1 - \frac{C_p}{C_f} \right) \times 100\% \quad (1)$$

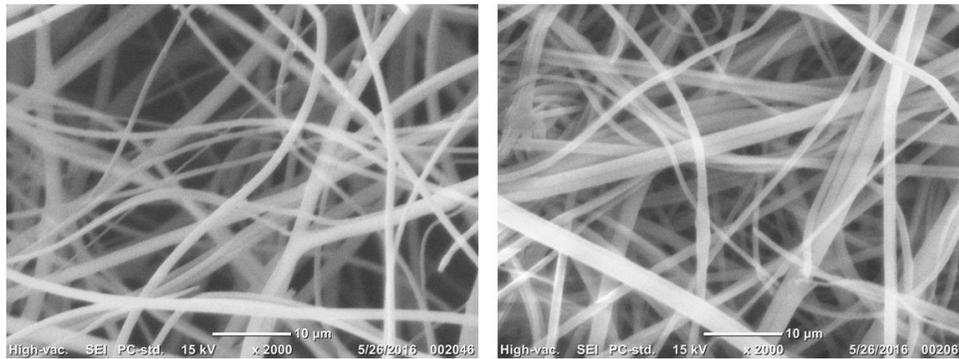
Dengan R adalah koefisien rejeksi (%), C_p adalah konsentrasi zat terlarut dalam permeat, C_f konsentrasi zat terlarut dalam feed. Rejeksi membran adalah kemampuan suatu membran untuk menahan komponen tertentu yang terdapat dalam larutan umpan. Rejeksi (R) ditunjukkan dengan harga fraksi konsentrasi zat terlarut yang tertahan oleh membran (Wenten, 1996).

Tabel 1. Membran *styrofoam* dengan tekanan berbeda

Sampel	Massa (gr)	Tekanan (ton/m ²)
I	5	3
II	5	4
III	5	5

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini, serat yang dibuat menjadi membran dihasilkan melalui proses *rotary forcespinning*. Larutan yang dibuat menjadi serat yaitu *styrofoam* dengan konsentrasi 28% b/b. Hasil serat yang dibuat membran sebelum di press dan setelah di press dapat dilihat pada gambar 2. Gambar diambil menggunakan SEM. Gambar 2 citra SEM di atas menunjukkan bahwa gambar (a) serat sebelum diproses dan gambar (b) serat setelah diperas tidak menyebabkan seratnya menjadi rusak namun serat setelah dipress menyebabkan seratnya yang awalnya renggang menjadi rapat. Dari gambar juga terlihat bahwa serat *styrofoam* tidak rusak setelah dipress. Tentu ini baik disamping *styrofoam* merupakan limbah yang mudah ditemukan.



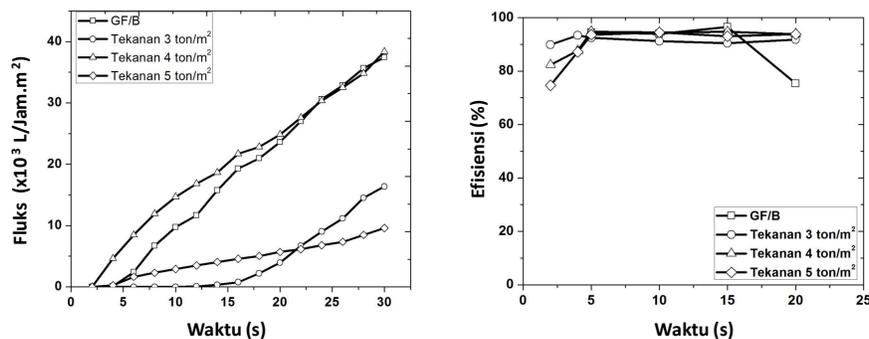
Gambar 2 Citra SEM (a) Serat sebelum dipress (b) Serat setelah dipress

Pada pengujian ini serat *styrofoam* yang telah dibuat untuk uji filter dengan variasi ketebalan, dimasukkan ke dalam filter holder. Udara dari kompresor terlebih dahulu dialirkan tanpa mengisi air selama lima menit, agar dapat mengurangi kemungkinan udara kotor yang dialirkan. Selama proses pengujian, pastikan bahwa tidak ada kebocoran udara sedikit pun.

Pengambilan data untuk variasi ketebalan dilakukan setiap satu menit untuk setiap tekanan udara yang diberikan, volume air yang keluar dicatat. Dari data yang tercatat kemudian di buat grafik fluks seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3(a).

Gambar 3(a) menunjukkan bahwa semakin besar tekanan udara yang diberikan maka nilai fluks semakin besar. Hal ini sesuai dengan teori yang dikemukakan oleh Kyunghwan dkk bahwa semakin tinggi tekanan udara yang diberikan maka semakin tinggi pula nilai fluks yang terjadi. aquades dialirkan melalui reservoir yang diberi tekanan udara hingga mengalir masuk ke filter holder dan melewati membran. Serat yang digunakan sebagai membran terbuat dari *styrofoam*. Tekanan membran yang bervariasi yang dipress menggunakan tekanan 5 ton/m². (a), membran *styrofoam* 3ton/m² (b), membran *styrofoam* 4 ton/m² (c), membran *styrofoam* 5 ton/m². Pada setiap rentang ketebalan, nilai fluks dibandingkan dengan fluks kontrol yaitu membran *Glass fiber* (GF/b). Membran dengan tebal 0,35 mm memiliki nilai fluks paling besar. nilai efisiensi dari membran dapat dilihat pada Gambar 3(b).

Nilai efisiensi membran pada empat menit awal nilainya dibawah 90% baru setelah lima menit setelahnya nilai efisiensinya di atas 90 %. Pada menit awal magnetik bar memutar larutan pada permukaan sehingga menjadi rata (*cake fouling*). Hal ini menyebabkan partikel yang kecil dapat lolos masuk ke bagian dalam membran (*depth fouling*), partikel yang lolos menyebabkan fluks tinggi namun nilai efisiensi berkurang. Lima menit berikutnya partikel yang lolos menumpuk di bagian dalam membran sehingga fluksnya menjadi rendah dan efisiensinya menjadi tinggi.



Gambar 3 (a) Grafik fluks terhadap tekanan (b) Grafik efisiensi terhadap waktu

Data untuk efisiensi membran dengan variasi tekanan diambil pada menit kedua, menit keempat, menit kelima, selanjutnya diambil dengan selang waktu lima menit hingga didapatkan 6 data. Data yang telah diambil kemudian disajikan dalam bentuk Tabel 2.

Tabel 2. Efisiensi tekanan membran

Waktu (menit)	Sampel Uji GF/B	Efisiensi (%)		
		Tekanan 3 ton/m ²	Tekanan 4 ton/m ²	Tekanan 5 ton/m ²
2	0,00	89,85	82,35	74,64
4	0,00	93,41	87,62	87,19
5	94,53	92,45	94,77	93,64
10	94,00	91,25	94,50	94,50
15	96,50	90,39	94,75	93,07
20	75,30	91,79	93,86	93,82

IV. KESIMPULAN

Serat *styrofoam* dengan variasi tekanan yaitu 3 ton/m², 4ton/m², dan 5 ton/m² digunakan sebagai membran filtrasi air telah berhasil disintesis. Karakterisasi serat yang optimum terdapat pada membran dengan konsentrasi 28% b/b. Membran ini memiliki kemampuan memurnikan air. Hasil karakterisasi dan pengujian filtrasi menunjukkan bahwa membran serat dengan konsentrasi 28% b/b memiliki potensi untuk diaplikasikan sebagai membran filter air yang efektif. Hasil fluks menunjukkan bahwa pada tekanan 4 ton/m² fluks cukup tinggi namun hampir sama dengan GF/B sebagai kontrol dibanding tekanan dengan variasi 3 ton/m². Sedangkan efisiensi dari variasi tekanan mempunyai rata-rata kurang lebih 90%.

DAFTAR PUSTAKA

- Wang R., Liu Y., Li B., Benjamin S.H., Benjamin C., 2012. Electrospun Nanofibrous Membranes for High Flux Microfiltration *Journal of Membrane Science*, 392–393, 167–174
- Zhang, X., & Lu, Y.. 2014. Centrifugal Spinning: An Alternative Approach to Fabricate Nanofibers at High Speed and Low Cost *Polymer Reviews*, 54, 677-701.
- Sarkar K., Gomez C., Zambrano S., Ramirez M., de Hoyos, E., Vasquez H., Lozano K., 2010. Electrospinning to ForcespinningTM. *Mater Today* 12.
- Kumar S.P., Sundaramurthy J, Subramanian S, Babu V.J., Singh G., Suleyman I.A., Ramakrishna S. 2014. Hierarchical electrospun nanofibers for energy harvesting, production and environmental remediation,. *Energy & Environ. Sci.* 7, 3192-3222
- Shahabadi S.M., Mousavi S.A., Bastani D. 2016. High flux electrospun nanofiberous membrane: Preparation by statistical approach, characterization, and microfiltration assessment. *Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers.* 59, 474–483
- Shen L, Yu X, Cheng C, Song C, Wang X, Zhu M, Benjamin SH. 2016. High filtration performance thin film nanofibrous composite membrane prepared by electrospaying technique and hot-pressing treatment. *Journal of Membrane Science.* 499, 470–479
- Liu Y, Wang R, Ma H.Y., Benjamin S.H., Benjamin C., 2013. High-flux microfiltration filters based on electrospun polyvinylalcohol nanofibrous membranes *Polymer* 54, 548-556
- Wenten I.G., 1996. Reverse Osmosis - State Of The Art In Indonesia. Dept. Of Chemical Engineering ITB.
- Demirkir C., Colak S., & Aydin, I., 2013. Some technological properties of wood–styrofoam composite panels *Composites*, 55, 513-517.