

Original Article

e-ISSN: 2581-0545 - <https://journal.itera.ac.id/index.php/jsat/>

Received 00th January
20xx
Accepted 00th February
20xx
Published 00th March
20xx

Open Access

SINTESIS MEMBRAN NANOFIBER DARI SAMPAH STYR

Wahyu Kumalasari ^a, Abdul Rajak ^b^a Jurusan Sains, Program Studi Fisika, Institut Teknologi Sumatera^b Jurusan Sains, Program Studi Fisika, Institut Teknologi Sumatera*Corresponding E-mail: journal@itera.ac.id

DOI:

10.35472/x0xx0000

Abstract: The most of the marine pollution comes from offshore oil mining leaks and spills in the ship refueling process. One of the efforts offered in this research is to use a material that has oleophilic properties. This a oleophilic property is generally owned by materials that are a hydrophobic. The styrofoam is a material that has these two properties. The solution parameters used in the manufacture of nanofiber membranes from a styrofoam waste are with variations in the concentration of 15; 17,5 ; 20 ; 22,5 ; and 25%, with the electrospinning process parameters is used the variation of voltage, flow rate, needle to collector distance, and spinning time. The results showed that the fiber diameter was getting bigger as the concentration of a styrofoam increased with an average diameter of 1 - 2,4 μm . At the contact angle, the nanofiber membrane become hydrophobic and oleophilic with a contact angle of 90 - 138° for water, while at 0° for oil, so that the nanofiber membrane can be used as a separation medium between oil and water, this is evident when measuring the filtering of a mixture of oil and water with 2 variations, such as the concentration variation and the second the flowrate variation with the large volume of the solution that comes out 2 - 14cm³ at various concentrations and 2 - 16cm³ in flowrate variation.

Key words: marine pollution, nanofiber, styrofoam waste, oleophilic.

Abstrak: Sebagian besar pencemaran laut berasal dari kebocoran penambangan minyak bumi di lepas pantai dan tumpahan pada proses pengisian bahan bakar kapal. Salah satu upaya yang ditawarkan dalam penelitian ini adalah dengan menggunakan material yang memiliki sifat oleofilik (menyerap minyak). Sifat oleofilik ini umumnya dimiliki oleh material yang bersifat hidrofobik. *Styrofoam* merupakan salah satu material yang memiliki kedua sifat ini. Parameter larutan yang digunakan pada pembuatan membran *nanofiber* dari sampah *styrofoam* yaitu dengan variasi konsentrasi 15 ; 17,5 ; 20 ; 22,5 ; dan 25%, dengan parameter proses elektrosinning yang digunakan yaitu variasi tegangan, laju alir, jarak jarum terhadap kolektor, dan waktu pemintalan. Hasil penelitian diperoleh bahwa diameter serat semakin besar seiring bertambahnya konsentrasi pada *styrofoam* dengan diameter rata-rata yang diperoleh 1 - 2,4 μm . Pada sudut kontak yang dihasilkan membran *nanofiber* bersifat hidrofobik dan oleofilik dengan sudut kontak pada air 90 - 138° sedangkan pada minyak 0°, sehingga membran *nanofiber* dapat digunakan sebagai media pemisahan antara minyak dan air, hal ini terbukti pada saat pengukuran penyaringan campuran minyak dan air dengan 2 variasi yaitu pertama variasi konsentrasi, kedua variasi *flowrate* dengan besar volume larutan yang keluar 2-14 cm³ pada variasi konsentrasi dan 2-16 cm³ pada variasi *flowrate*.

Kata kunci: pencemaran laut, *nanofiber*, sampah *styrofoam*, oleofilik.



Original Article

e-ISSN: 2581-0545 - <https://journal.itera.ac.id/index.php/jsat/>



Introduction / Pendahuluan

Minyak dan gas bumi (migas) sampai saat ini masih merupakan sumber energi yang menjadi pilihan utama untuk digunakan manusia pada berbagai kebutuhan industri, transportasi dan rumah tangga. Salah satu potensi terbesar keberadaan sumber daya alam tersebut adalah di lepas pantai atau di tengah laut [1]. Sampai saat ini proses penambangan minyak bumi di laut selalu dihadapkan pada permasalahan pencemaran ekosistem laut. Pencemaran laut dapat didefinisikan sebagai masuknya bahan kimia, partikel, industri, pertanian, dan limbah perumahan ke dalam lautan yang berdampak besar pada kehidupan organisme laut [2]. Sebagian besar pencemaran laut berasal dari kebocoran penambangan minyak bumi di lepas pantai maupun tumpahan pada proses pengangkutan hasil penambangan.

Penanganan yang umumnya dilakukan untuk mengatasi tumpahan minyak di lepas pantai adalah secara fisika, kimia dan secara biologi [1]. Penanganan ini dilakukan untuk mengurangi dampak buruk minyak terhadap ekosistem laut. Namun, sampai saat ini metode yang dilakukan tersebut belum optimal dapat memisahkan atau mengambil kembali minyak yang tumpah akibat beberapa faktor seperti cuaca, ombak dan pasang surut air laut. Akibatnya, pencemaran minyak terhadap ekosistem laut tidak bisa dihindari.

Salah satu cara yang ditawarkan dalam penelitian ini adalah dengan cara menyerap minyak dengan material yang memiliki sifat oleofilik. Sifat oleofilik merupakan sifat material yang memiliki kemampuan menyerap (*absorb*) minyak yang sangat baik, umumnya material yang memiliki sifat ini juga memiliki sifat hidrofobik (tidak suka air) seperti karet dan bahan plastik *polystyrene* [4,5]. *Styrofoam* merupakan salah satu jenis material *polystyrene* yang dilaporkan oleh beberapa peneliti memiliki sifat hidrofobik bahkan super-hidrofobik [5–8]. Maka dari itu *styrofoam* akan digunakan dalam penelitian ini. Sampah *styrofoam* dibuat menjadi membran *nanofiber* agar memiliki struktur pori yang baik dan untuk meningkatkan kemampuan penyerapan minyak.

Pada penelitian ini, metode eksperimen yang dilakukan yaitu dengan cara melewati campuran air laut dan minyak melalui membran *nanofiber styrofoam* yang sudah dibuat melalui teknik *electrospinning*, karena sifat *styrofoam* yang menolak air (hidrofobik) dan menyerap minyak (oleofilik) maka air laut akan tertahan dan minyak akan lolos melalui filter *styrofoam*.

Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

Pembuatan membran *nanofiber* dari sampah *styrofoam* untuk aplikasi pemisahan air dan minyak.

Mengetahui jenis minyak apa saja yang dapat terserap oleh *nanofiber styrofoam*.

Mempelajari sifat fisis *nanofiber styrofoam* dan pengaruhnya terhadap efisiensi penyerapan minyak.

Method / Metode

Gambaran Umum Penelitian

Berdasarkan paparan latar belakang yang telah diuraikan pada Bab 1, penelitian tugas akhir ini bertujuan untuk mengatasi tumpahan minyak di laut dengan metode pemisahan melalui proses penyaringan menggunakan membran *nanofiber*. Penelitian dilakukan dalam skala laboratorium yang meliputi: sintesis membran *nanofiber* menggunakan teknik *electrospinning* serta optimasi beberapa parameternya dan pengujian kinerja penyaringan campuran minyak dan air. Sampah *styrofoam* digunakan sebagai bahan dasar polimer dalam pembuatan membran *nanofiber* karena telah diketahui bersifat menyerap minyak (oleofilik) dan menolak air (hidrofobik) [5]. Sampel campuran air dan minyak diperoleh dari pencampuran air laut dengan berbagai macam jenis minyak yang berasal dari minyak bumi seperti mineral oil, minyak pertalite, dan minyak solar (*diessel oil*).

Tahapan Penelitian

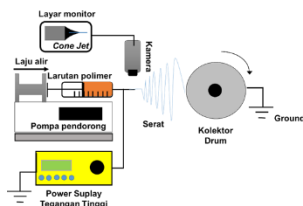
Membuat larutan *styrofoam* menggunakan campuran pelarut DMF dan d-limonene yang merupakan ekstrak kulit jeruk. Larutan yang telah homogen akan dipintal menjadi serat menggunakan teknik *electrospinning* untuk memperoleh lembaran nanoserat *styrofoam* untuk aplikasi pemisahan air dan minyak.

Sistem Electrospinning

Electrospinning merupakan salah satu teknik pembuatan serat dengan cara pemberian muatan pada pelarut yang dilewatkan pada medan listrik tinggi. Larutan polimer dilewatkan pada sebuah *nozel* yang kemudian larutan tersebut diinjeksikan melalui daerah yang memiliki medan



listrik tinggi. *Nanofiber* yang dihasilkan ditampung pada sebuah kolektor [12].



Gambar 1. Skema proses *electrospinning*

Prosedur Pembuatan *Nanofiber*

- Parameter Larutan
- Parameter Proses
- Karakterisasi Larutan dan Lembaran *Nanofiber Styrofoam*
- Karakterisasi Larutan
- Karakterisasi Lembaran *Nanofiber*

Setelah proses *electrospinning* lembaran membran *nanofiber* dari sampah *styrofoam* dengan dimensi 12 x 18 cm diperoleh, selanjutnya akan dilakukan beberapa karakterisasi meliputi: morfologi dan diameter serat, ketebalan.

1. Pengukuran morfologi dan diameter serat
Morfologi dan diameter serat dapat dilihat dengan menggunakan peralatan berupa mikroskop. Mikroskop hanya dapat melihat benda atau sampel dengan perbesaran umumnya hanya sampai 1.000 kali, sehingga hanya dapat melihat serat yang berukuran di atas 1 μm . Sedangkan mikroskop yang berbasis elektron atau SEM (*scanning electron microscopy*) dapat melihat benda berukuran di bawah 1 μm sampai sekitar 100an nm. Pengukuran diameter serat dari gambar yang telah diperoleh melalui pengamatan mikroskop optik dan SEM dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak ImageMIF.

2. Pengukuran ketebalan
Ketebalan serat diukur menggunakan mikrometer sekrup digital dengan ketelitian pengukuran sebesar 0,001 mm atau 1 μm . Ketebalan serat diperlukan untuk perhitungan kerapatan serat dan porositas.

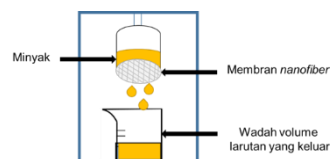
Pengujian Penyaringan

1. Pengukuran Fluks

Fluks adalah kemampuan membran dalam melewatkan sejumlah cairan dalam volume per satuan luas dan waktu [24,28]. Fluks diekspresikan pada persamaan berikut [24,28]:

$$J = \frac{V}{A \cdot t}, \text{ dengan } J \text{ adalah nilai fluks (Lm}^{-2}\text{jam}^{-1}\text{), } V \text{ adalah}$$

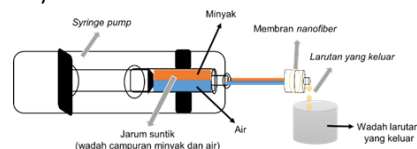
volume cairan (Liter), A adalah luas permukaan membran (m^2), dan t adalah waktu (jam). Nilai fluks menunjukkan kecepatan alir permeat (hasil penyaringan) saat melewati membran yang sangat tergantung pada jumlah dan ukuran pori-pori membran [27]. Dalam pengukuran fluks ini, dilakukan dengan cara melewatkan minyak tanpa campuran air, dengan waktu dan volume minyak yang ditentukan. Waktu yang digunakan yaitu selama 20 detik, dan variasi volume yang digunakan yaitu 10, 20, 30, 40, dan 50 mL. Media filter yang ideal seharusnya memiliki nilai fluks yang cukup tinggi, hal ini berarti bahwa resistansi filter rendah [27–29].



Gambar 2. Skema pengukuran fluks.

2. Pengukuran Campuran Air dan Minyak

Penyaringan campuran air dan minyak dilakukan dengan menggunakan alat jarum suntik yang dirangkai sedemikian rupa seperti pada gambar 3. Terdapat 2 variasi pada pengukuran ini yaitu variasi konsentrasi dan variasi flowrate. Untuk variasi konsentrasi yang digunakan yaitu sebesar 15 ; 17,5 ; 20 ; 22,5 ; 25% dan flowrate sebesar 0,3 ; 0,5 ; 0,7 ; 0,9 ; dan 1,1 mL/menit. Prosedur yang dilakukan pada saat pengukuran penyaringan campuran minyak dan air dengan menggunakan alat bantu syringe pump. Waktu dan laju alir yang digunakan tetap yaitu, waktu selama 2 menit dan laju alir yang digunakan yaitu sebesar 0,7 mL/menit untuk variasi konsentrasi. Untuk variasi flowrate yang dijaga tetap yaitu konsentrasi sebesar 20% dan waktu selama 2 menit. Hasil yang diperoleh pada pengukuran ini yaitu pengaruh konsentrasi dan flowrate terhadap volume larutan yang keluar (cm^3).



Gambar 3. Skema penyaringan campuran air dan minyak

Hasil dan Pembahasan

Nanofiber yang Dihasilkan

Gambar 4 menunjukkan hasil *nanofiber* dari sampah *styrofoam* yang dipintal di atas mesh stainless (no. 130) sebagai penopang serat. Proses *electrospinning* dijalankan selama 150 menit dengan parameter larutan: konsentrasi sebesar 20%, parameter proses: tegangan sebesar 12 kV, *flowrate* 7 $\mu\text{L}/\text{menit}$ dan jarak jarum antar kolektor sejauh 10 cm.



Gambar 4. Lembaran *nanofiber styrofoam*.

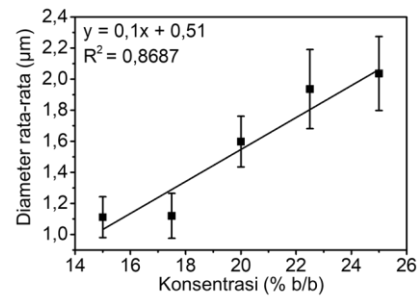
Pengaruh Parameter *Electrospinning* Terhadap Diameter Serat

Pengaruh Parameter Proses terhadap diameter serat.

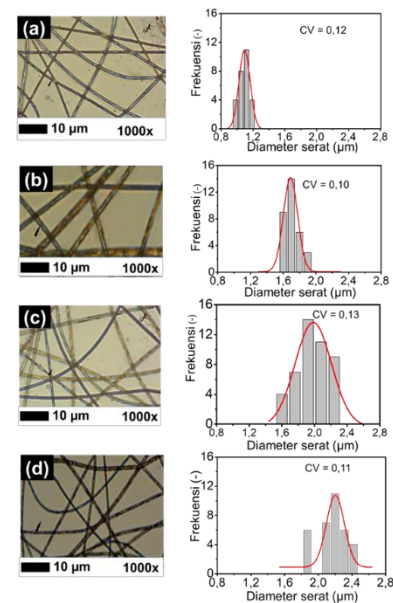
Pada proses *electrospinning*, konsentrasi larutan, tegangan, laju alir (*Flowrate*) dan jarak jarum ke kolektor merupakan salah satu parameter untuk menentukan diameter serat rata-rata. Konsentrasi larutan terhadap koefisien variasi (*cv*) yang berfungsi untuk melihat keseragaman dari serat *nanofiber*. Jika koefisien dibawah 0,3 maka serat dikatakan seragam, dan apabila koefisien variasi (*cv*) lebih dari 0,3 maka serat tersebut tidak seragam. Untuk menentukan koefisien variasi (*cv*) nilai standar deviasi dibagi dengan nilai diameter rata-rata serat untuk semua variasi.

1. Pengaruh Konsentrasi Larutan Terhadap Diameter Serat

Larutan yang digunakan adalah larutan *styrofoam* yang di campur dengan pelarut. Konsentrasi larutan *styrofoam* diperoleh dari perbandingan massa zat terlarut yaitu sampah *styrofoam* dan pelarut yaitu DMF dan D-Limonene. Hubungan konsentrasi larutan dengan diameter serat rata-rata adalah berbanding lurus, jika semakin besar konsentrasi larutan maka diameter rata-rata serat akan semakin besar. Sedangkan Gambar 5 menyajikan grafik distribusi normal dari variasi konsentrasi larutan. Larutan yang digunakan dalam distribusi ini adalah 15%, 17,5%, 20%, 22,5% dan 25%.



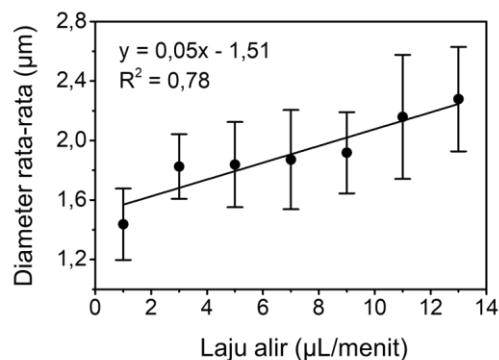
Gambar 5. Grafik pengaruh konsentrasi larutan terhadap diameter rata-rata serat.



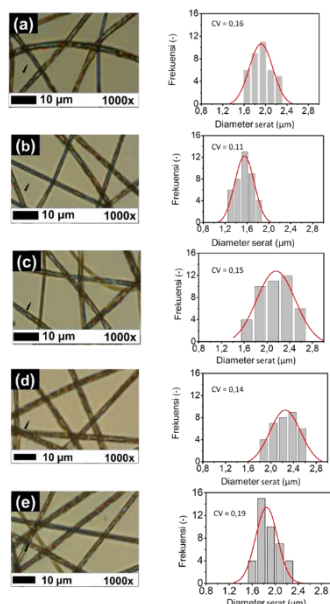
Gambar 8. Distribusi normal Variasi Konsentrasi (a) 17,5%, (b) 20%, (c) 22,5%, dan (d) 25%.

2. Pengaruh *Flowrate* Terhadap Diameter Serat

Laju alir (*flowrate*) merupakan parameter proses pada *electrospinning* yang berpengaruh terhadap diameter serat rata-rata. Laju alir terjadi akibat adanya dorongan dari *syringe pump* yang searah dengan *collector drum*. Pada parameter proses ini mudah terganggu akibat ketidakstabilan pada saat proses *electrospinning* sedang bekerja. Hal ini disebabkan jarum suntik terjadi penyumbatan oleh larutan sehingga larutan tidak keluar dari ujung jarum.



Gambar 6. Grafik pengaruh *flowrate* terhadap diameter rata-rata serat.

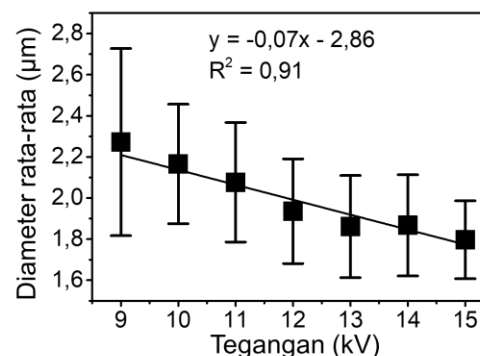


Gambar 7. Distribusi normal diameter serat pengaruh dari laju alir, a). 1 ; b). 3 ; c). 5 ; d). 9 ; e). 11 µL/menit.

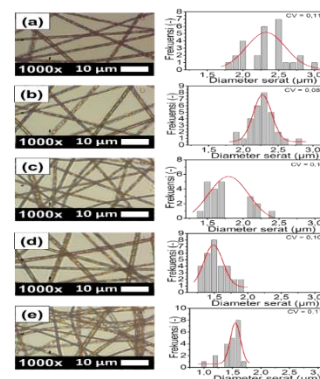
3. Pengaruh Tegangan Terhadap Diameter Serat

Parameter tegangan mempengaruhi kecenderungan larutan untuk membentuk serat sehingga pada saat menentukan variasi tegangan sesuai nilai maksimal kemampuan alat *electrospinning* yang digunakan. Gambar 8 menunjukkan hubungan berbanding lurus flowrate dengan diameter serat rata-rata menunjukkan hubungan berbanding terbalik antara tegangan dan diameter serat.

Sedangkan Gambar 9 menyajikan grafik distribusi normal dari variasi tegangan Tegangan yang digunakan dalam distribusi ini adalah 11, 12, 14 dan 15kv.



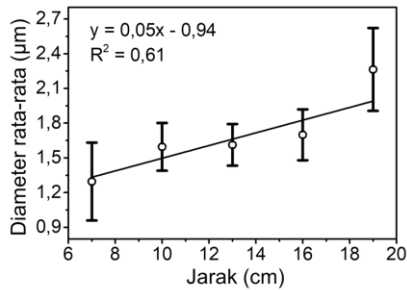
Gambar 8. Grafik pengaruh tegangan terhadap diameter rata-rata serat.



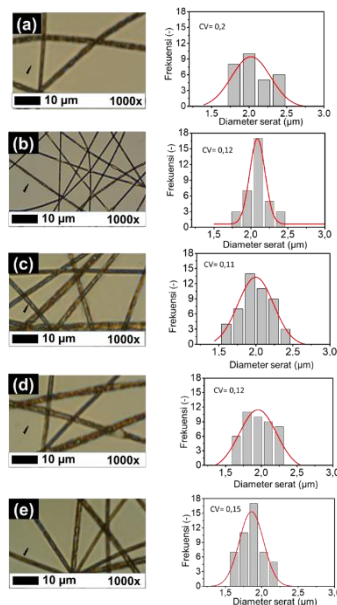
Gambar 9. Distribusi normal diameter serat pengaruh dari tegangan, a). 11 ; b). 12 ; c). 14 ; d). 15 kv

4. Pengaruh Jarak Jarum ke Kolektor terhadap Diameter Serat

Pada proses *electrospinning*, terdapat gaya coulomb yang menunjukkan hubungan gaya yang berbanding terbalik dengan jarak kuadrat dua buah muatan. Pada proses *electrospinning* ujung jarum suntik yang berperan sebagai muatan positif bergerak ke arah muatan yang negatif (yang lebih rendah) yaitu pada *colector drum*. Jarak antara dua buah muatan tersebut mempengaruhi nilai gaya coulomb. Gaya coulomb berbanding lurus dengan tegangan dan berbanding terbalik dengan diameter serat rata-rata. Semakin besar gaya coulomb maka diameter serat rata-rata akan semakin kecil. Jarak jarum ke kolektor yang digunakan dalam distribusi ini adalah 5 cm, 10 cm, 15 cm, dan 20 cm.



Gambar 10. Grafik pengaruh jarak terhadap diameter rata-rata serat.



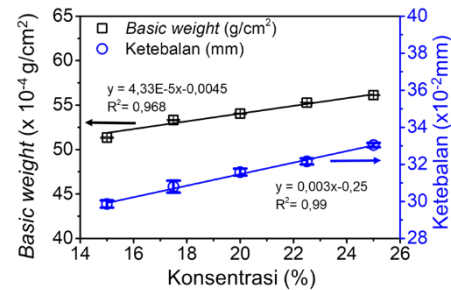
Gambar 11 Distribusi normal diameter serat pengaruh dari jarak, a). 7 ; b). 10 ; c). 13 ; d). 16 ; e). 19cm.

Karakterisasi Lembaran *Nanofiber*

Pengukuran Ketebalan dan *Basic Weight*

Karakterisasi membran *nanofiber* juga dilakukan pada pengukuran ketebalan dan *basic weight* dengan memvariasikan parameter konsentrasi. Dimana *basic weight* diperoleh dari nilai massa per luas pada *nanofiber*. Gambar 4.12 merupakan grafik hubungan antara variasi konsentrasi terhadap ketebalan serat rata-rata dengan waktu pemintalan serat selama 2 jam, tegangan 12 kV, laju alir 15μL/menit, dan jarak jarum terhadap kolektor drum sejauh 10cm. Dalam grafik tersebut dapat dilihat bahwa kenaikan konsentrasi berpengaruh terhadap *basic weight* dan ketebalan membran *nanofiber*, dimana semakin tinggi konsentrasi maka ketebalan dan *basic weight* semakin tinggi. Hal ini disebabkan oleh sifat fisis dari larutan tersebut,

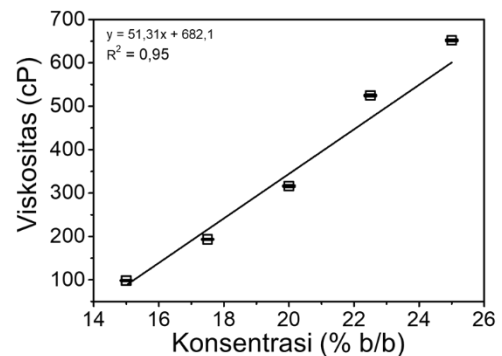
sehingga membuat kenaikan pada ketebalan membran *nanofiber* [31].



Gambar 12. Hubungan variasi konsentrasi terhadap ketebalan dan *basic weight*.

Karakterisasi Larutan

Pengukuran Viskositas Larutan. Pengaruh variasi konsentrasi terhadap viskositas. Dapat dilihat bahwa jika semakin besar konsentrasi larutan maka viskositas akan semakin besar, dengan viskositas air sebesar 0,82.



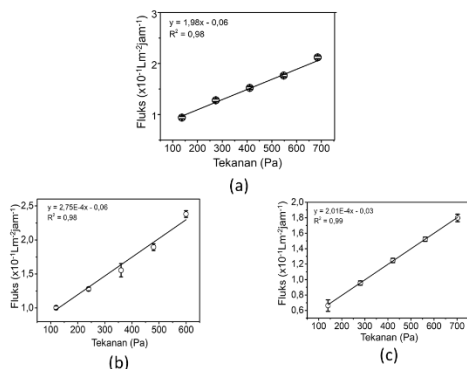
Gambar 13. Grafik Pengaruh konsentrasi terhadap viskositas.

Pengujian Kinerja Penyaringan

Pengujian kinerja penyaringan membran *nanofiber* dilakukan dengan mengukur fluks pada saat larutan minyak murni dan larutan campuran minyak dan air.

1. Pengukuran Fluks Terhadap Minyak Murni

Pada gambar 14 menyajikan hasil dari hubungan tekanan terhadap fluks pada mineral oil, pertalite dan solar. Pada mineral oil mempunyai fluks yang lebih besar dibandingkan dengan pertalite dan solar. Hal ini terjadi karena pertalite mudah menguap pada suhu ruang, sedangkan pada solar mengandung sulfur yang tinggi sehingga pada saat pengujian fluks hasil yang didapat lebih rendah.



Gambar 14. Hubungan tekanan terhadap fluks pada a). mineral oil, b). minyak pertalite, c). minyak solar

Pada tabel 1 dapat dilihat bahwa dari ketiga grafik minyak tersebut memiliki sebuah kemiringan garis *fitting* yang berbeda. Kemiringan garis *fitting* berpengaruh terhadap hubungan antara tekanan dan fluks. Semakin miring garis *fitting* maka perubahan tekanan terhadap fluks semakin signifikan akibatnya pengaruh tekanan terhadap fluks semakin besar. Pada tabel 4.2 mineral oil mempunyai nilai kemiringan garis *fitting* yang besar, mineral oil merupakan minyak murni tanpa campuran apapun, beda halnya dengan pertalite dan solar, maka dari itu dalam pengujian tekanan terhadap fluks kemiringan pada mineral oil lebih signifikan dibandingkan dengan pertalite dan solar.

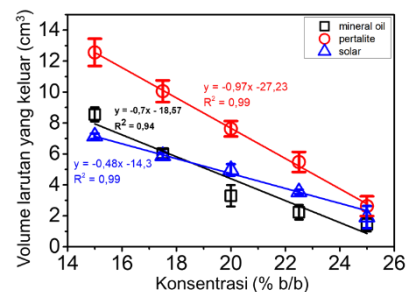
Tabel 1. Kemiringan hubungan antara tekanan terhadap fluks.

Minyak	Kemiringan garis <i>fitting</i>
Solar	2,01E-4
Mineral oil	1,98
Pertalite	2,75E-4

2. Pengaruh Variasi Konsentrasi Terhadap Campuran Air dan Minyak.

Pengujian filter penyaringan minyak dan air menghasilkan grafik hubungan konsentrasi terhadap volume larutan yang keluar. Pada grafik dihasilkan bahwa semakin tinggi konsentrasi yang diberikan maka volume larutan yang keluar semakin sedikit. Belum adanya teori pada pengujian penyaringan campuran minyak dan air dengan variasi konsentrasi. Dengan hasil yang seperti ini bahwa kenaikan konsentrasi pada membran nanofiber sangat berpengaruh atas volume larutan yang keluar. Semakin tinggi konsentrasi maka

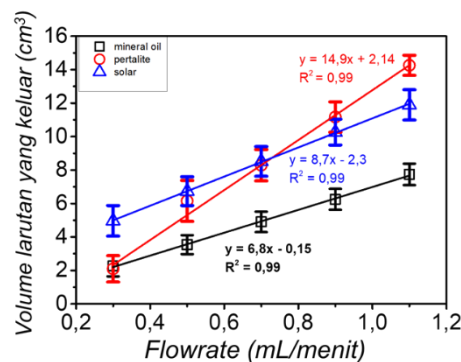
membran nanofiber akan semakin banyak menyerap larutan terlebih dahulu sebelum mengeluarkannya [37].



Gambar 15. Hubungan antara konsentrasi terhadap volume larutan yang keluar.

3. Pengaruh Variasi Flowrate Terhadap Campuran Air dan Minyak.

Selain variasi konsentrasi, variasi flowrate juga digunakan dalam pengukuran uji filtrasi campuran minyak dan air. Gunanya untuk mengetahui seberapa banyak volume larutan yang keluar pada waktu yang ditentukan dengan flowrate yang divariasikan. Dari hasil tersebut disajikan dengan sebuah grafik pada gambar 4.16. Variasi flowrate yang diberikan yaitu, 0,3 ; 0,5 ; 0,7 ; 0,9 ; dan 1,1 mL/menit dengan konsentrasi dan waktu tetap yaitu pada konsentrasi 20% dan waktu yang diberikan yaitu selama 2 menit. Dengan pemberian variasi tersebut didapatkan hasil, semakin tinggi flowrate yang diberikan volume larutan yang keluar akan semakin tinggi juga. Semakin tinggi flowrate maka dorongan yang diberikan pada suntikan akan semakin cepat, sehingga akan membuat pengeluaran larutan lebih cepat juga dan menghasilkan volume yang semakin banyak dengan pertambahan flowrate tersebut [37].



Gambar 16 Hubungan *flowrate* terhadap volume larutan yang keluar.

Conclusions / Kesimpulan

Pada penelitian ini telah berhasil disintesis membran *nanofiber* dari sampah *styrofoam* untuk aplikasi pemisahan minyak dan air dengan kesimpulan sebagai berikut:

1. Membran *nanofiber* dari sampah *styrofoam* untuk aplikasi pemisahan minyak dan air menggunakan metode elektrospinning telah berhasil dilakukan yaitu dengan variasi konsentrasi 15 ; 17,5; 20; 22,5 ; dan 25% .
2. Karakterisasi, pengukuran dan pengujian yang telah dilakukan, dapat diketahui jenis minyak solar, pertalite dan mineral oil dapat terserap oleh membran *nanofiber*. Hal ini dapat dilihat dari pengujian kinerja peyaringan campuran minyak dan air dengan 2 variasi yaitu variasi konsentrasi dan variasi *flowrate* dengan besar volume larutan yang keluar 2 - 14 cm³ pada variasi konsentrasi dan 2-16 cm³ pada variasi *flowrate*. Dengan sudut kontak membran *nanofiber* terhadap minyak 0°.
3. Dengan melakukan karakterisasi larutan dan lembaran *nanofiber styrofoam* dapat mempelajari pengaruh parameter fisis larutan terhadap morfologi dan diameter serat yang dihasilkan. Hal ini dapat ditunjukkan pada pengaruh konsentrasi larutan terhadap viskositas dan terhadap diameter serat, dimana dengan variasi konsentrasi 15 ; 17,5 ; 20 ; 22,5 ; dan 25% menghasilkan viskositas sebesar 98, 193, 316, 524, dan 651 cP dan untuk diameter rata-rata serat sebesar 1-2,4 µm. Hal ini terjadi berpengaruh dari sifat fisis larutan, semakin kental larutan maka akan menghasilkan diameter serat yang semakin halus. Dimana jika membran *nanofiber* semakin halus maka akan menghasilkan diameter serat yang besar [30].

Conflicts of interest

Tidak ada konflik untuk dideklarasikan.

Acknowledgements

Ucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah berkontribusi dalam penelitian ini, sehingga penelitian dapat terlaksana dengan baik.

References

- M. Marno, E. Widiyanto, J. Sumarjo, A. Santoso, INVOTEK: Jurnal Inovasi Vokasional dan Teknologi. (2018). Doi : 10.24036/invotek.v18i2.394
- A. Fauzi, D. Hapidin, M. Munir, cellulose membran and

characterization as potential water filtration media. (2020). Doi : 10.1039/d0ra01077d.

A. Rajak, D.A. Hapidin, F. Iskandar, M.M. Munir, K. Khairurrijal, Electrospun nanofiber from various source of expanded polystyrene (EPS) waste and their characterization as potential air filter media, Waste Manag. 103 (2020)76–86. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2019.12.017>

et al S. Ramakrishna, An Introduction to Electrospinning And Nanofibers., World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd, Singapore, n.d.

A Cooper, R. Oldinski , J.D. Bryers and M. Zhang., Chitosan-based nanofibrous membrans for antibacterial filter applications., 2013.

J. Matulevicius, L. Kliucininkas, T. Prasauskas, D. Buivydiene, D. Martuzevicius, The comparative study of aerosol filtration by electrospun polyamide, polyvinyl acetate, polyacrylonitrile and cellulose acetate nanofiber media, J. Aerosol Sci. 92 (2016) 27–37. <https://doi.org/10.1016/j.jaerosci.2015.10.006>.