

Original Article

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

Open Access

NANOSERAT KOMPOSIT STYROFOAM/ POLYVINYL PIRROLIDONE (PVP) SEBAGAI MEDIA FILTER AIR

Prima Leny Ariani Purba¹, Abdul Rajak²^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 styrofoam waste included in inorganic waste which is difficult to decompose by nature, causing environmental pollution. Along with the problem of styrofoam waste, the condition of clean water in Indonesia also needs attention. Currently, a technology to filter water are ineffective, so other filter need to be made. One of them is using membran technology, because nanostructured membranes have a better pore structure than membranes in general. To produce a good nanofiber as a water filter, the hydrophilic material is needed, namely PVP (Polyvinyl pyrrolidone). PVP is used to reduce the hydrophobic properties of the styrofoam. The purpose of this research was to take a styrofoam/Polyvinyl pirrolidone nanofiber composite as the water filter application, to study the physical properties of composite and the effect of adding PVP on the physical propoerties of the nanofiber produced. The nanofiber were synthesized using the electrospinning method. Based on the results, it was found that the composite styrofoam/PVP nanofibers as a water filter media were successfully carried out on the mixture of 85:15, with a contact angle value of 70,07°. The value of the contact angle obtained was getting smaller with the addition of Polyvinyl pyrrolidone. Other than it, the resulting fiber diameter increase in the percentage of Polyvinyl pyrrolidone. This is because the viscosity value of PVP is greater than that of styrofoam, which is 355,60 cP. The largest fiber diameter in the mix variation 75:25 is 1,32 µm.

Key words : water, nanofiber, electrospinning, styrofoam waste

Abstrak: Sampah *styrofoam* termasuk dalam sampah anorganik yang sulit terurai oleh alam sehingga menyebabkan pencemaran lingkungan. Seiring dengan permasalahan sampah *styrofoam*, keadaan air bersih di Indonesia juga perlu diperhatikan. Upaya penyaringan air saat ini masih kurang efektif sehingga perlu dilakukan upaya lain. Salah satunya adalah menggunakan teknologi membran, karena membran berstruktur nano memiliki struktur pori yang lebih baik dibandingkan membran pada umumnya. Untuk menghasilkan nanoserat yang baik sebagai filter air, dibutuhkan bahan yang bersifat hidrofilik (suka air) yaitu PVP (*Polyvinil pirrolidone*). PVP digunakan untuk menurunkan sifat hidrofobik dari *styrofoam*. Nanoserat disintesis menggunakan metode *electrospinning* karena merupakan metode yang sederhana. Tujuan penelitian ini adalah membuat nanoserat komposit *styrofoam/Polyvinil pirrolidone* sebagai aplikasi filter air, mempelajari sifat fisis komposit dan pengaruh penambahan PVP terhadap sifat fisis nanoserat yang dihasilkan. Berdasarkan hasil penelitian diperoleh nanoserat komposit *styrofoam/PVP* sebagai media filter air telah berhasil dilakukan pada campuran 85:15, dengan nilai sudut kontak 70,07°. Nilai sudut kontak yang diperoleh semakin kecil seiring penambahan *Polyvinil pirrolidone*. Selain itu, diameter serat yang dihasilkan semakin besar seiring dengan pertambahan persentase *Polyvinil pirrolidone*. Hal ini karena nilai viskositas PVP lebih besar daripada *styrofoam* yaitu 355,60 cP. Diameter serat paling besar pada variasi campuran 75:25 sebesar 1,32µm.

Kata kunci : air, nanoserat, *electrospinning*, sampah *styrofoam*

Introduction / Pendahuluan

Sampah styrofoam ini tergolong dalam sampah anorganik yang sulit terurai dan berdampak buruk bagi lingkungan [1,2]. Produk styrofoam dirancang untuk sekali pakai, sehingga seringkali mengakibatkan sampah yang

menumpuk, dibutuhkan jutaan tahun untuk styrofoam terurai secara alami oleh lingkungan, sehingga dapat menyebabkan penurunan kualitas lingkungan [3].



Original Article

Journal of Science and Applicative Technology

Kegiatan industri, domestik, dan kegiatan lainnya yang berdampak pada penurunan kualitas air [4]. Penyaringan air saat ini memiliki beberapa kendala, diantaranya penyumbatan oleh kotoran di sistem saringan (*fouling*) dan masalah energi, yaitu diperlukan pompa untuk melewati air ke filter dengan energi yang cukup besar [5].

Membran berstruktur nano atau nanoserat saat ini menjadi perhatian karena menjawab kebutuhan teknologi filtrasi yang efektif karena memiliki struktur pori yang baik dibanding dengan membran pada umumnya dan hemat biaya [6]. *Electrospinning* merupakan salah satu metode pembuatan nanoserat atau serat berukuran nano dengan bahan dasar polimer. Untuk menghasilkan serat polimer yang baik sebagai filter air, dibutuhkan bahan yang bersifat hidrofilik (suka air). Styrofoam diketahui merupakan bahan yang memiliki sifat sangat hidrofobik (tidak suka air) [8]. Untuk menurunkan sifat hidrofobik styrofoam, salah satu cara yang dapat dilakukan adalah mencampur atau menambahkan bahan polimer yang bersifat hidrofilik, seperti PVP (*Polyvinil Pirrolidone*).

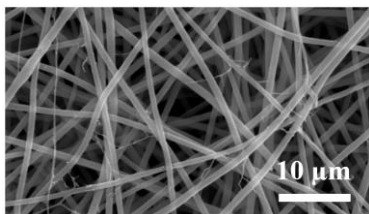
Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :
Membuat nanoserat komposit *styrofoam*/*Polyvinil pirrolidone* sebagai aplikasi filter air, mempelajari sifat fisis komposit dan pengaruh penambahan PVP terhadap sifat fisis nanoserat yang dihasilkan.

Method / Metode

Gambaran Umum Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode *electrospinning* untuk menghasilkan membran nanoserat dari komposit *styrofoam*. Membran nanoserat yang dihasilkan, akan digunakan sebagai filter air dengan menambahkan polimer PVP (*Polyvinil pirrolidone*) untuk mengubah sifat hidrofobik dari *styrofoam* menjadi hidrofilik.



Gambar 1. Nanoserat

Alat

Alat – alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah gelas beaker, pipet tetes, spatula, botol vial, pingset, timbangan,

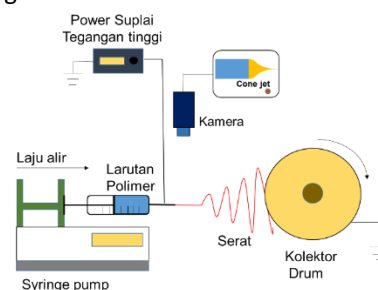
magnet pengaduk, suntikan + jarum, *magnetic stirrer*, mikrometer sekrup digital, kamera pengujian sudut kontak.

Bahan

Bahan – bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sampah styrofoam, pelarut d-Limone, N,N Dimethylformamide (DMF), Polyvinyl pirrolidone (PVP), dan Antasid.

Sistem Electrospinning

Nachriebe 650 adalah sistem *electrospinning* yang digunakan dalam eksperimen pembuatan nanoserat. Sistem ini dilengkapi dengan *syringe pump*, kolektor serat berupa silinder, kamera dan LCD, dan pengatur kelembapan. Komponen utama dari peralatan ini terdiri dari: 1) power suplai tegangan tinggi, 2) *syringe pump*, 3) kamera, 4) LCD monitor, 5) drum kolektor, 6) sensor kelembapan dan 7) tabung silika gel.



Gambar 2. Skema proses *electrospinning*.

Prosedur Eksperimen Pembuatan Nanoserat Styrofoam dan PVP

Parameter Larutan

Variasi campuran styrofoam dengan PVP yang digunakan dalam penelitian ini adalah 100:0, 95:5, 90:10, 85:15, 80:20, 75:25, 0:100.

Parameter Proses

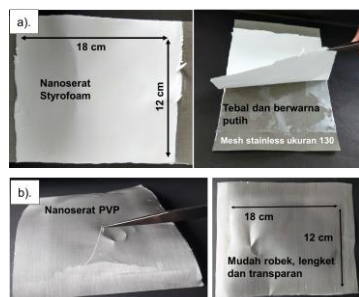
Parameter proses meliputi 3 parameter yaitu : variasi tegangan 7kV - 15kV, laju alir 10μL/menit – 20μL/menit, dan variasi jarak 7cm, 10cm, 13cm, 16cm, 19cm.

Results And Discussion

Nanofiber yang Dihasilkan

Gambar 3 menunjukkan hasil nanoserat *styrofoam* dan PVP yang dipintal di atas mesh stainless (no. 130) sebagai penopang serat. Proses *electrospinning* dijalankan selama 2 jam dengan parameter larutan: konsentrasi sebesar 20%,

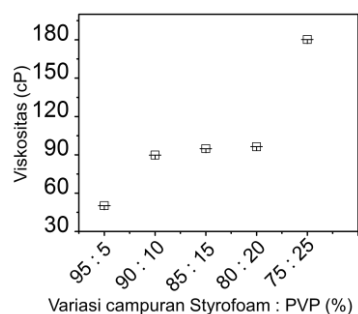
parameter proses: tegangan sebesar 13 kV, *flowrate* 10 $\mu\text{L}/\text{menit}$ dan jarak jarum antar kolektor sejauh 10 cm.



Gambar 3. Lembaran nanoserat a). *Styrofoam*, dan b). PVP

Pengukuran Viskositas

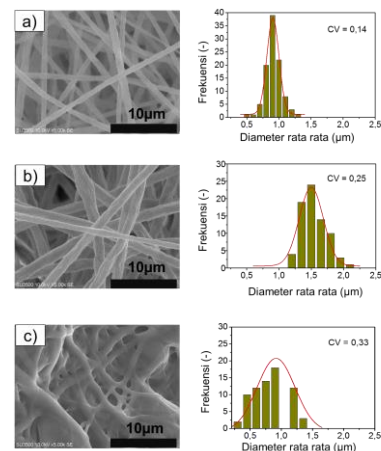
Viskositas variasi campuran *styrofoam* : PVP semakin besar dengan semakin bertambahnya persentase PVP, sehingga diperoleh nilai viskositas yang paling besar pada perbandingan 75 : 25 yaitu 164,80 cP. Nilai viskositas PVP yaitu 355,60 cP sedangkan nilai viskositas larutan *styrofoam* 275,41 cP. Grafik hubungan variasi campuran dan viskositas dapat dilihat pada gambar 4 dibawah ini.



Gambr 4. Grafik hubungan antara variasi campuran *styrofoam* : PVP (%) dengan viskositas.

Hasil Karakterisasi SEM (*Scanning Electron Microscopy*)

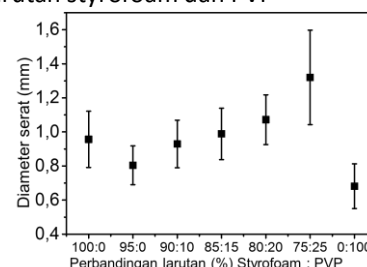
Nilai CV yang dihasilkan pada nanoserat *styrofoam* dan campuran 85:15 kurang dari 0,3 hal ini menunjukkan diameter serat yang dihasilkan seragam. Sedangkan pada nanoserat PVP nilai CV yang dihasilkan lebih dari 0,3, hal ini berarti diameter serat yang dihasilkan tidak seragam. Dari hasil morfologi SEM juga dapat dilihat bahwa nanoserat PVP tidak seragam seratnya. Hal ini disebabkan karena PVP bersifat hidrofilik sehingga menyerap uap air di udara dan seratnya sangat lengket satu sama lain. Grafik distribusi normal diameter serat variasi campuran hasil karakterisasi SEM dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5. Distribusi normal diameter serat hasil karakterisasi SEM variasi campuran (*styrofoam* : PVP) a). 100:0, b). 85:15, dan c). 0:100.

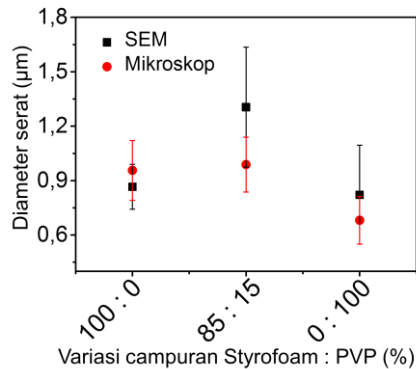
Hasil Mikroskop Optik Variasi campuran

Hasil mikroskop optik akan diperoleh citra mikroskop dengan perbesaran 100, 400, dan 1000x. Diameter nanoserat pada *styrofoam* murni (100:0) adalah 0,96 μm dan diameter nanoserat dari PVP (0:100) adalah 0,68 μm . Pada gambar 6 menunjukkan grafik hubungan variasi perbandingan campuran larutan *styrofoam* dan PVP



Gambar 6. Grafik hubungan perbandingan variasi campuran dengan diameter serat.

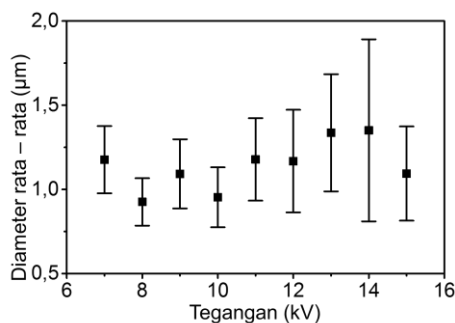
Diameter serat yang dihasilkan dari hasil karakterisasi SEM dan mikroskop memiliki perbedaan, seperti yang terlihat pada gambar 7 Diameter serat *styrofoam* yang dihasilkan pada karakterisasi SEM lebih kecil dibandingkan dengan hasil mikroskop optik. Namun pada nanoserat campuran dan PVP diameter serat yang dihasilkan lebih besar pada karakterisasi SEM. Hal ini kemungkinan disebabkan karena SEM dapat melihat sampel dengan perbesaran sampai 300.000x sedangkan mikroskop optik hanya sampai perbesaran 1000x.



Gambar 7. Perbedaan diameter serat hasil karakterisasi SEM dan mikroskop optik.

Variasi Tegangan

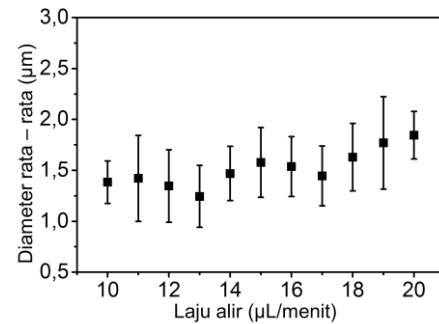
Diameter serat paling kecil pada tegangan 8 kV yaitu 0,93µm dan paling besar pada tegangan 14 kV yaitu 1,35 µm, yang mana seharusnya diameter serat paling besar tegangan 7 kV dan paling kecil pada tegangan pada 15 kV. Hal ini menunjukkan bahwa variasi tegangan tidak terlalu signifikan mempengaruhi morfologi nanoserat yang dihasilkan. Grafik hubungan variasi tegangan yang diberikan dengan diameter serat yang dihasilkan dapat dilihat pada gambar 8.



Gambar 8. Grafik hubungan tegangan dengan diameter serat.

Variasi Laju Alir

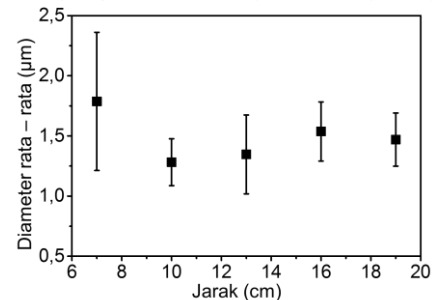
Pada gambar 4.4 dapat dilihat bahwa diameter serat cenderung meningkat dengan bertambahnya laju alir yang digunakan. Namun pada laju alir 12, 13, dan 17 µL/menit terjadi penurunan besar diameter nanoserat yang dihasilkan. Hanya sebagian saja yang ditarik membentuk serat sebagian lain membentuk tetesan pada kolektor. Grafik hubungan variasi laju alir yang diberikan dengan diameter serat yang dihasilkan dapat dilihat pada gambar 9.



Gambar 9. Grafik hubungan laju alir dengan diameter serat.

Variasi Jarak

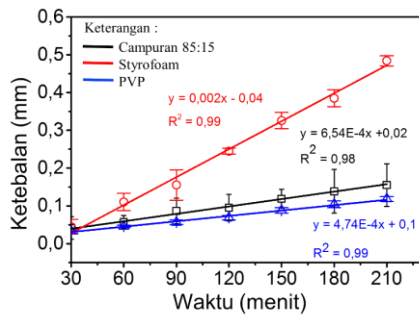
Variasi jarak yang digunakan pada penelitian ini ada 5 yaitu, 7 cm, 10 cm, 13 cm, 16 cm, dan 19 cm, dengan variasi tegangan dan laju alir konstan pada 11kv dan 15µL/menit. Gambar 4.5 memperlihatkan grafik hubungan diameter serat dengan diameter serat yang dihasilkan. Diameter serat yang dihasilkan pada jarak 10, 13, dan 16 cm meningkat. Namun pada jarak 19 cm diameter serat yang dihasilkan menurun sedangkan pada jarak 7 cm diameter seratnya terlalu besar. Grafik hubungan variasi jarak yang diberikan dengan diameter serat yang dihasilkan dapat dilihat pada gambar 10.



Gambar 10. Grafik hubungan jarak dengan diameter serat.

Pengaruh variasi waktu *electrospinning* terhadap ketebalan

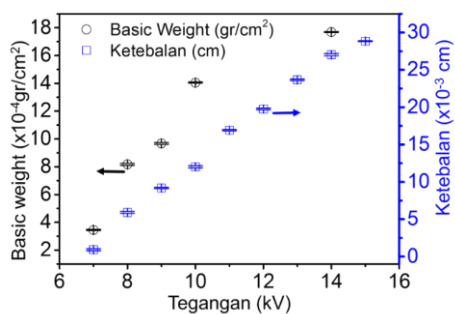
Gambar 11 menunjukkan grafik hubungan waktu pemintalan dengan ketebalan serat, dan dapat dilihat grafik yang dihasilkan berbentuk linier, dimana y adalah ketebalan dan x adalah waktu. Nilai ketebalan paling besar dengan waktu pemintalan 210 menit adalah serat *styrofoam* dengan nilai 0,48 mm, kemudian serat campuran larutan 85:15 dengan nilai 0,155 mm dan serat PVP dengan ketebalan 0,12 mm. Tegangan, laju alir dan jarak dijaga tetap konstan pada 1 kV, 15 µL/menit, dan 13 cm.



Gambar 11. Grafik hubungan variasi waktu dengan ketebalan nanoserat campuran, *styrofoam*, dan PVP.

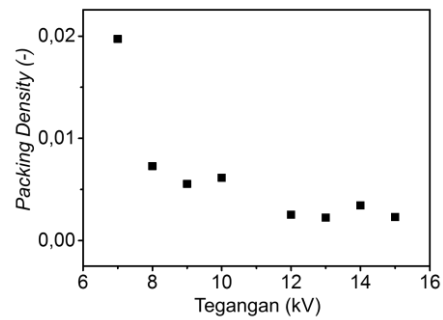
Pengukuran *Packing Density*

Grafik hubungan tegangan, *basic weight* dan ketebalan ditunjukkan pada gambar 12. Semakin besar nilai massa maka nilai *basic weight* yang diperoleh juga akan semakin besar. Hal ini karena nilai *basic weight* diperoleh dari nilai massa per luas. Ketika nilai massa dan *basic weight* meningkat begitu juga dengan ketebalan. Semakin besar ketebalan nanoserat yang dihasilkan maka ketebalannya juga semakin besar karena nanoserat yang terkumpul pada mesh juga semakin banyak.



Gambar 12. Grafik hubungan tegangan, *basic weight* dan ketebalan.

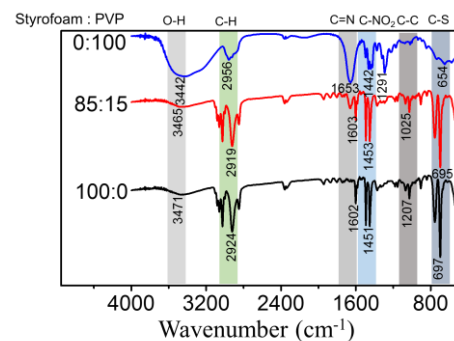
Untuk mendapatkan nilai *packing density* harus menghitung dahulu nilai *basic weight* pada gambar 12. Grafik hubungan tegangan dan *packing density* dapat dilihat pada gambar 13. Berdasarkan gambar tersebut, dapat dilihat bahwa kerapatan serat paling besar pada tegangan 7 kV dan semakin turun seiring dengan kenaikan tegangan.



Gambar 13. Grafik hubungan tegangan dan *packing density*

Karakterisasi FTIR

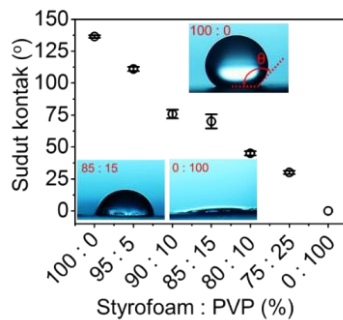
Gugus O-H yang terdapat pada PVP memiliki puncak absorpsi yang lebih lebar. Hal ini menunjukkan bahwa PVP memiliki ikatan O-H yang kuat, yang berarti bersifat sangat hidrofilik. Sedangkan pada nanoserat komposit dan *styrofoam* gugus O-H yang dihasilkan puncak absorpsinya tidak terlalu lebar. Nanoserat komposit *styrofoam*/PVP pita absorpsi yang dihasilkan cenderung hampir sama dengan *styrofoam* karena persentase *styrofoam* yang ditambahkan jauh lebih banyak dibandingkan PVP yaitu 85% dan PVP hanya 15%. Hasil karakterisasi FTIR dapat dilihat pada gambar 14.



Gambar 14. Grafik hasil karakterisasi FTIR.

Uji Sudut Kontak

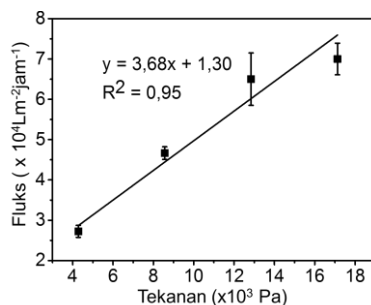
Gambar 15, pada nanoserat 100:0 atau *styrofoam* murni dapat dilihat air yang ditetaskan diatas serat tidak diserap oleh serat *styrofoam* dan tetap utuh dipermukaan serat, hal ini menunjukkan bahwa *styrofoam* bersifat sangat hidrofobik. Nilai sudut kontak *styrofoam* yang diperoleh adalah 136,48°. Sedangkan pada nanoserat 0:100 atau PVP murni air yang ditetaskan pada serat diserap langsung oleh serat dan permukaannya hampir rata, hal ini menunjukkan bahwa PVP bersifat hidrofilik.



Gambar 15. Uji sudut kontak nanoserat komposit *Styrofoam*/PVP.

Pengukuran Fluks

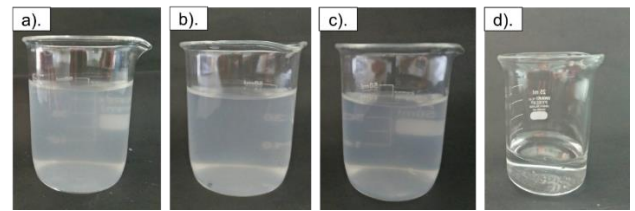
Gambar 16 menunjukkan grafik hubungan tekanan dengan fluks. Nilai fluks dihitung untuk mengetahui kemampuan membran dalam melewatkan cairan dalam volume per satuan luas dan waktu. Nanoserat yang digunakan untuk pengukuran ini adalah nanoserat komposit *styrofoam*/PVP dengan perbandingan 85:15. Variasi volume yang digunakan dalam penelitian ini adalah 250 mL, 500 mL, 750 mL, dan 1000 mL. Volume air yang keluar melalui nanoserat dihitung dalam waktu 1 menit.



Gambar 16. Grafik hubungan tekanan dengan fluks

Pengujian Filter Air

Larutan yang digunakan untuk difilter adalah larutan antasid 1600 ppm yaitu 0,4 gr antasid dilarutkan dalam 250 mL aquades yang dimisalkan sebagai air keruh. Gambar 17 menunjukkan larutan antasid 1600 ppm sebelum difilter, setelah difilter menggunakan serat PVP, setelah difilter menggunakan serat *styrofoam*, setelah difilter menggunakan serat komposit 85:15. Berdasarkan gambar tersebut dapat dilihat bahwa larutan antasid 1600 ppm setelah difilter menggunakan serat PVP dan serat *styrofoam* masih keruh. Sedangkan setelah difilter menggunakan nanoserat komposit *styrofoam*/PVP dengan perbandingan 85:15 larutannya lebih jernih.



Gambar 17. a). Larutan antasid 1600 ppm sebelum difilter, b). Setelah difilter menggunakan serat PVP, c). Setelah difilter menggunakan serat *styrofoam*, d). Setelah difilter menggunakan serat komposit 85:15

Conclusions / Kesimpulan

Adapun kesimpulan yang diperoleh dari hasil penelitian adalah sebagai berikut :

1. Nanoserat dari komposit *styrofoam* dan *polyvinyl pirrolidone* (PVP) untuk aplikasi filter air menggunakan metode *electrospinning* telah berhasil dilakukan yaitu pada variasi campuran *styrofoam* 85:15.
2. Komposit nanoserat yang telah dibuat adalah bersifat hidrofilik. Sehingga nanoserat dapat digunakan untuk aplikasi filter air. Jika nanoserat yang digunakan hanya larutan PVP saja atau larutan *styrofoam* saja tidak efektif untuk aplikasi filter air.
3. Penambahan *polyvinyl pirrolidone* (PVP) menghasilkan diameter nanoserat yang dihasilkan semakin besar seiring dengan bertambahnya persentase *polyvinyl pirrolidone* (PVP). Diameter serat paling besar pada variasi campuran 75:25 sebesar 1,32 μm .

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

- [1] S. Khairunnisa, A. Arumsari, Pengolahan Limbah Styrofoam Menjadi Produk Fashion, EProceedings Art Des. 3 (2016).
- [2] N.L. Fitidarini, E. Damanhuri, TIMBULAN SAMPAH STYROFOAM DI KOTA BANDUNG, J. Tek. Lingkung. 17 (2011) 87–97.
- [3] M.D. Tata Kartasudjana, B. Irwan, S. Sn, others, PERANCANGAN KAMPANYE SOSIAL TENTANG STYROFOAM. Denny Khrisna Maulana 146010070, Desain Komunikasi Visual, 2018.
- [4] H. Effendi, Telaah kualitas air, bagi pengelolaan

- sumber daya dan lingkungan perairan, Kanisius, 2003.
- [5] D. Susanto, T.U. Kalsum, others, ALAT PENYARINGAN AIR KOTOR MENJADI AIR BERSIH MENGGUNAKAN MIKROKONTROLLER ATMEGA 32, J. Media Infotama. 10 (2014).
 - [6] V.E. Krisnandika, Produksi nanofiber dan aplikasinya dalam pengolahan air, Bandung Inst. Technol. (2017). <https://doi.org/10.5281/zenodo.1133804>.
 - [7] S. Arsyad, Konservasi tanah dan air, (1989).
 - [8] A. Rajak, D.A. Hapidin, F. Iskandar, M.M. Munir, K. Khairurrijal, Controlled morphology of electrospun nanofibers from waste expanded polystyrene for aerosol filtration, Nanotechnology. 30 (2019). <https://doi.org/10.1088/1361-6528/ab2e3b>.
 - [9] E.B. Sasongko, E. Widyastuti, R.E. Priyono, Kajian Kualitas Air Dan Penggunaan Sumur Gali Oleh Masyarakat Di Sekitar Sungai Kaliyasa Kabupaten Cilacap, J. Ilmu Lingkung. 12 (2014) 72. <https://doi.org/10.14710/jil.12.2.72-82>.
 - [10] E. Dede, Pengembangan Elektrospinning, Sistem Fabrikasi Nanoserat, (2018). <https://fmipa.itb.ac.id/pengembangan-elektrospinning-sistem-fabrikasi-nanoserat/>.
 - [11] S. E. D, Water and wastewater treatment, Mc Graw-Hill, 1977.
 - [12] S. E. D, Water and wastewater treatment, Mc Graw-Hill, 1977.