

Sintesa Karbon Aktif menggunakan Asam Fosfat sebagai Campuran Membran Polyvinylidene Fluoride dalam Proses Desalinasi Air Laut menjadi Air Siap Minum

Amanda Dwi Ariastuti^{ab}, I Made Awidiya Kasobagian^{ab},

Ni Wayan Sugiarti^b, Dewa N Kt. Putra Negara^a, I Dewa Gede Ary Subagia^{ab1}

^aProgram Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Udayana, Bukit Jimbaran, 80361

^bLaboratorium Rekayasa Material, Universitas Udayana, Bukit Jimbaran, 80361

¹arsubmit@unud.ac.id

ABSTRACT

This research was conducted as an experiment to purify seawater as raw water in coastal and remote areas. Membranes are essential in desalination and are designed to utilize coffee skin waste. Coffee skin is converted into activated carbon. The study aimed to increase evaporation from the seawater desalination process as pure water. The research method is an experiment that processes coffee skin into carbon. The carbonization process was carried out at a temperature of 500°C with the impregnation method with H₃PO₄ activated for 3 hours. The results of the TGA analysis obtained the highest fixed carbon of 66.27% and ash content of 3.01%; FTIR analysis obtained with the composition of the temperature obtained has functional groups OH, CH, and C = C. Polyvinylidene fluoride (PVDF) membranes are mixed with coffee skin nanocarbon. From the results of SEM observations, the membrane's pores are large enough so that the evaporation that occurs has an efficiency above 60%. These results show that the coffee skin mixture membrane effectively manages energy and desalination.

Keywords: membrane, desalination, fresh water, coffee skin, activated carbon

Received 2 September 2024; **Presented** 2 Oktober 2024; **Publication** 20 Januari 2025

DOI: 10.71452/590647

PENDAHULUAN

Kelangkaan air merupakan salah satu masalah utama yang dihadapi umat manusia di abad ke-21. Pertumbuhan penduduk dan pertumbuhan ekonomi merupakan faktor utama yang mempengaruhi ketersediaan sumber daya air tawar [1]. Salah satu solusi yang potensial adalah desalinasi air laut, yakni proses menghilangkan garam dan mineral lain dari air laut untuk menghasilkan air tawar. Pertimbangan pengembangan dan perbaikan lebih lanjut dengan menggunakan teknologi baru, seperti penggunaan teknologi membran [2].

Saat ini pengolahan air murni dengan teknologi membran merupakan salah satu metode pengolahan yang menjanjikan dengan kualitas yang sangat baik, membran memiliki banyak keunggulan dan juga cocok untuk pengolahan air minum [3]. Berbagai teknologi digunakan untuk proses desalinasi dan pemurnian air, seperti mikrofiltrasi (MF), ultrafiltrasi (UF), reverse osmosis (RO), elektrodialisis (ED), pemisahan gas (GS), dan penguapan (PV) [4]. Keunggulan teknologi membran adalah kualitas air yang dihasilkan sangat baik, menggunakan lebih sedikit bahan kimia dan dapat menghasilkan air dengan kualitas yang stabil [3]. Beberapa teknologi desalinasi telah

dikembangkan, salah satunya adalah pemanfaatan energi surya. Proses desalinasi memerlukan sumber panas untuk menjalankan proses distilasi, dan salah satu sumber panas yang tersedia adalah energi matahari. Dengan kata lain, salah satu cara untuk meningkatkan kinerja dan efisiensi desalinasi adalah dengan menambahkan bahan pada salah satu komponen peralatan desalinasi [5]. Karbon aktif merupakan suatu bahan berupa karbon amorf yang sebagian besar tersusun dari atom karbon bebas dan mempunyai kapasitas adsorpsi yang sangat baik pada permukaan bagian dalamnya [6]. Limbah biomassa yang dapat dimanfaatkan adalah ampas kulit kopi yang telah mengalami proses dehidrasi, karbonisasi, dan aktivasi. Menghasilkan karbon aktif yang dapat digunakan sebagai adsorben sebagai bahan baku alternatif dari limbah sekam kopi [7]. Karbon aktif sangat efektif dalam mengurangi salinitas air laut, dan karbon aktif merupakan bahan arang amorf dengan luas permukaan besar yang dibangun oleh struktur pori internal melalui proses karbonisasi dan aktivasi [8]

Untuk meningkatkan sifat dan sifat karbon aktif dari limbah biji kopi pada sistem fototermal untuk desalinasi brine (air laut), maka pada penelitian ini dilakukan evaluasi sifat-sifat karbon aktif dengan memvariasikan suhu karbonisasi dan laju

impregnasi activator. Tujuan untuk meningkatkan daya adsorben dari karbon aktif. Analisa dan karakterisasi dengan menggunakan *fourier transform infrared* (FTIR) , kemudian uji *scanning electron microscope* (SEM) dilakukan untuk mendapatkan gambaran mikroskopis morfologi permukaan membrane [9] serta untuk mengetahui jumlah zat atau komponen yang dapat diserap suatu membran dengan uji porositas.

METODOLOGI

Bahan dan alat

Bahan yang digunakan kulit kopi, activator asam fosfar (H_3PO_4), aquades untuk proses aktivasi karbon aktif dari kulit kopi. Bahan yang digunakan untuk pembuatan membrane polimer *polyvinylidene fluoride* (PVDF), *dimetilformamida* (DMF), acetone. Alat utama yang digunakan adalah *furnance*, bath, blender, erlenmeyer, refluks kondensor dan Beaker glass

Sintesa CA Nano Kulit Kopi

Kulit kopi yang sudah dicuci sampai bersih dan dikeringkan dibawah sinar matahari atau pada oven pengering, kemudian kulit kopi yang sudah kering dikarbonisasi kedalam *furnance* untuk dibakar pada suhu $500^{\circ}C$, proses karbonisasi dilakukan selama 2. Kulit kopi yang sudah dikarbonisasi kemudian dihaluskan dan diayak ukuran mesh 230. Arang kulit kopi kemudian diaktivasi, penelitian ini menggunakan aktivasi kimia berupa asam fosfat (H_3PO_4) 15% sebagai aktivator selama 2 jam. Setelah itu larutan disaring dan dioven pada suhu $105^{\circ}C$. Karbon aktif yang diperoleh kemudian dicuci berulang kali dengan air suling hingga pH menjadi netral. Karbon aktif dipanaskan dengan oven suhu $110^{\circ}C$ selama 24 jam [10]

Sintesa membrane PVDF-CA Nano Kulit Kopi

Membran PVDF diaduk pada suhu $60^{\circ}C$. Perbandingan larutan terdiri dari 10% berat PVDF dalam DMF, dan konsentrasi CA Nano Kulit Kopi 2% dalam 100% berat larutan. Awal mula, polimer PVDF dilarutkan dalam DMF diikuti dengan penambahan persentase Ca Nano kulit kopi . campuran diaduk menggunakan kecepatan 250 rpm selama 2 jam pada suhu $60^{\circ}C$ selanjutnya larutan dituangkan ke cetakan berupa plat kaca, teknik percetakan yang digunakan adalah flat sheet kemudian segera direndam ke dalam bak koagulasi air pada suhu ruangan untuk menginduksi presipitasi PVDF melalui pertukaran non-pelarut/pelarut

DMF/air) dan untuk membentuk membran yang homogen. Setelah membran dikelupas dari cawan kaca, membran dikeringkan di udara pada suhu ruangan dan disimpan. [1]

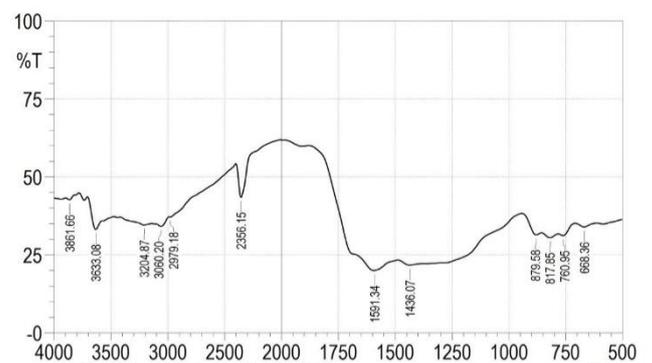
Karakteristik membran PVDF-Ca Nano Kulit Kopi

Alat analisa termogravimetri TGA 701 digunakan untuk mengukur kandungan air, abu, zat mudah menguap dan karbon padat dalam sampel. Perangkat Scanning Electron Microscope (SEM) digunakan untuk mengamati morfologi permukaan sampel, serta untuk mengetahui jumlah zat atau komponen yang dapat diserap suatu membran dengan uji porositas

HASIL DAN PEMBAHASAN

Peningkatan *fixed carbon* dipengaruhi oleh penghilangan bahan-bahan yang mudah menguap dan non-karbon pada proses karbonisasi secara pirolisis [11]. Setelah aktivasi, karbon tetap pada karbon aktif meningkat pada kisaran 66,27% hingga 68,61%.

Analisis Fourier transform infrared (FTIR)



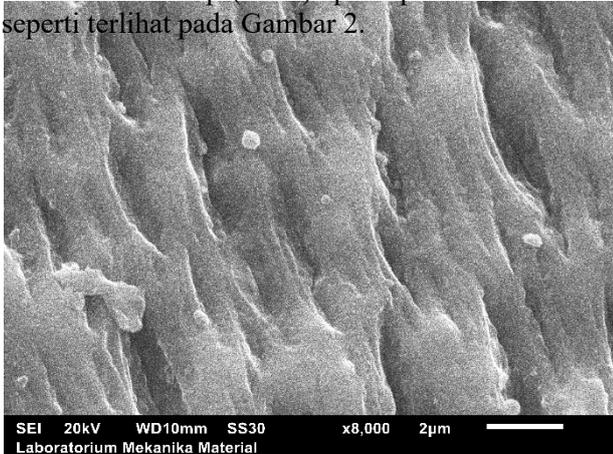
Gambar 1. Spektrum Fourier Transform Infra Red (FTIR) Hasil Aktivasi menggunakan Asam Fosfat (H_3PO_4)

Analisis Fouruer Transform Infraread (FTIR) dilakukan terhadap karbon aktif kulit seperti pada Gambar 1 menunjukkan adanya gugus fungsi O-H pada bilangan 3861.66 cm^{-1} , vibrasi pada bilangan gelombang 2979.18 cm^{-1} hal ini menunjukkan terbentuknya ikatan ulur C-H alifatik , kemudian mengindikasikan adanya gugus karbonil ($C=O$) pada gelombang 2356.15 cm^{-1} . Analisa FTIR terhadap karbon aktif kulit kopi hasil aktivasi H_3PO_4 menunjukkan adanya perubahan bentuk spectra, pergeseran, dan pengurangan intensitas serta penambahahn puncka baru setelah aktivasi. Karbon aktif yang diaktivasi dengan asam fosfat mempunyai fungsi O-H yang meningkat seiring dengan meningkatnya konsentrasi asam fosfat yang digunakan. Hal ini disebabkan oleh adanya gugus O-

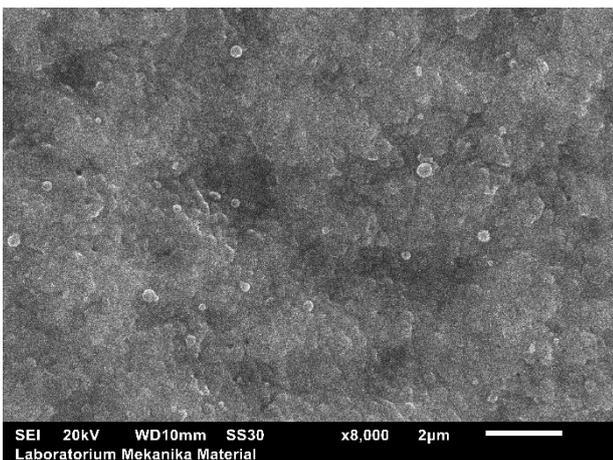
H dari senyawa asam fosfat dan gugus O-H yang terbentuk dari uap air dan permukaan karbon aktif [12].

Karakterisasi SEM pada Morfologi Permukaan Membran

Morfologi permukaan membran PVDF/CA Kulit Kopi diukur menggunakan scanning electronmicroskop (SEM) pada perbesaran $\times 8000$ seperti terlihat pada Gambar 2.



(a)



(b)

Gambar 2. Morfologi Permukaan Hasil SEM (a) Membran PVDF tanpa Campuran CA Kulit Kopi (b) Membran PVDF dengan campuran CA Kulit Kopi

Karakterisasi SEM bertujuan untuk menentukan morfologi dari permukaan membran yang terbentuk. Morfologi permukaan membran diamati dengan perangkat SEM. Pada penelitian ini dilakukan perbesaran $\times 8000$ dan hasil yang diperoleh dapat dilihat dan ditunjukkan pada Gambar 2a membran PVDF tanpa campuran karbon aktif pada terdapat pori-pori kecil di antara serat-serat tersebut, serta terdapat pori-pori kecil di antara partikel-partikel karbon aktif dan serat PVDF, adanya interaksi antara

partikel karbon aktif dengan matriks PVDF pada gambar 2b.

Uji Porositas

Untuk mengetahui jumlah zat atau komponen yang dapat diserap suatu membran dengan uji porositas, ukuran dan distribusi pori akan menentukan jenis partikel atau molekul yang dapat melewati membran. Merendam membran dalam air bersuhu ruangan selama 24 jam kemudian mengukur berat membran. Hasil uji porositas dari membran PVDF tanpa campuran karbon kulit kopi didapat sebesar 48,64% dan membran campuran PVDF/ Ca Nano Kulit Kopi didapat nilai sebesar 43,47%.

KESIMPULAN

Kulit kopi berhasil disintesa menjadi karbon aktif dengan melalui proses aktivasi dengan bahan aktivator H_3PO_4 yang dijadikan campuran membran PVDF. Karbon aktif dikarakterisasi menggunakan FTIR, Spektrum FTIR memunjukkan adanya gugus fungsi O-H pada bilangan 3861.66 cm^{-1} , vibrasi pada bilangan gelombang 2979.18 cm^{-1} hal ini menunjukkan terbentuknya ikatan ulur C-H alifatik, kemudian mengindikasikan adanya gugus karbonil (C=O) pada gelombang 2356.15 cm^{-1} . Permukaan membran PVDF tanpa CA dan Membran PVDF/CA Nano Kulit Kopi adanya perubahan morfologi permukaan membran akibat penambahan karbon aktif. Hal ini dapat mempengaruhi sifat-sifat membran seperti hidrofobisitas, permeabilitas, dan selektivitas. Uji porositas menghasilkan membran PVDF tanpa campuran karbon kulit kopi didapat sebesar 48,64% dan membran campuran PVDF/ Ca Nano Kulit Kopi didapat nilai sebesar 43,47%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada tim dan lab mekanika material yang telah mendukung terwujudnya paper ini sehingga paper ini dapat dipresentasikan pada Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin 2024.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] T. L. S. Silva, S. Morales-Torres, J. L. Figueiredo, and A. M. T. Silva, "Multi-walled carbon nanotube/PVDF blended membranes with sponge- and finger-like pores for direct contact membrane distillation," *Desalination*, vol. 357, pp. 233–

- 245, 2015, doi: 10.1016/j.desal.2014.11.025.
- [2] A. Meidinariasty, M. Zamhari, and D. Septiani, "Uji Kinerja Membran Mikrofiltrasi Dan Reverse Osmosis Pada Proses Pengolahan Air Reservoir Menjadi Air Minum Isi Ulang Performance Test Of Microfiltration And Reverse Osmosis Membrane In Processing Reservoir Water Become Refilled Drinking Water," *J. Kinet.*, vol. 10, no. 03, pp. 35–41, 2019.
- [3] V. Indriyani, Y. Novianty, A. Mirwan, J. A. Yani, K. 36 Banjarbaru, and K. Selatan, "Pembuatan Membran Ultrafiltrasi Dari Polimer Selulosa Asetat Dengan Metode Inversi Fasa," vol. 6, no. 1, 2017.
- [4] S. Roy and N. R. Singha, "Polymeric nanocomposite membranes for next generation pervaporation process: Strategies, challenges and future prospects," *Membranes (Basel)*, vol. 7, no. 3, Sep. 2017, doi: 10.3390/membranes7030053.
- [5] F. A. Ojan, B. V Tarigan, and D. G. H. Adoe, "Analisis Pengaruh Variasi Massa Material Arang Terhadap Proses Desalinasi Air Laut Tenaga Surya," vol. 09, no. 01, pp. 101–109, 2022, [Online]. Available: <http://ejournal.undana.ac.id/index.php/LJTM> U
- [6] G. Gilang, L. Agustina, and J. Teknologi Industri Pertanian Fakultas Pertanian, "Proses Aktivasi Arang Aktif Dari Cangkang Kemiri (Aleurites Moluccana) Dengan Variasi Jenis Dan Konsentrasi Aktivator Kimia," vol. 42, pp. 247–256, 2017.
- [7] F. Redha, "Penyerapan Emisi Co Dan Nox Pada Gas Buang Kendaraan Menggunakan Karbon Aktif Dari Kulit Cangkang Biji Kopi," pp. 37–47, 2018.
- [8] S. Teke, W. O. N. T. Dewi, and W. Jali, "Pembuatan Dan Karakterisasi Arang Aktif Ijuk Pohon Aren (Arenga Pinnata) Sebagai Media Filtrasi Desalinasi Air Payau," vol. 24, no. 1, pp. 10–21, 2021.
- [9] W. Maulina, "Kajian Membran Komposit Nilon-Arang Melalui Karakterisasi Ffir Dan Sem," pp. 56–60, 2016, [Online]. Available: <http://e-journal.ikipgrimadiun.ac.id/index.php/JPF> K
- [10] D. Ricky, P. Wijaya, Y. Martono, and A. Riyanto, "Synthesis and Characterization of Nano Activated Carbon Tea Waste (Camellia sinensis L.) Viewed from the Content and Ratio of Orthophosphoric Acid," vol. 3, no. 2, pp. 12–21, 2018, doi: 10.20885/ijcr.vol3.iss2.art2.
- [11] D. N. K. P. Negara, T. G. T. Nindhia, Lusyana, I. M. Widiyarta, I. M. Astika, and C. I. P. Kusuma Kencanawati, "The effect of impregnation ratio on the surface characteristics of gigantochloa verticillata bamboo-activated carbon," *Mater. Sci. Forum*, vol. 1045 MSF, pp. 59–66, 2021, doi: 10.4028/www.scientific.net/MSF.1045.59.
- [12] R. Eso, Luvi, and Ririn, "Efek Variasi Konsentrasi Zat Aktivator H3PO4 Terhadap Morfologi Permukaan dan Gugus Fungsi Karbon Aktif Cangkang Kemiri," *Gravitasi*, vol. 20, no. 1, pp. 19–23, 2021, doi: 10.22487/gravitasi.v20i1.15519.