



Homepage Journal: <https://jurnal.unismuhpalu.ac.id/index.php/JKS>

## Pengaruh Variasi Karbon Aktif Terhadap Kekuatan Mekanik Membran Kitosan–Pva Untuk Aplikasi Filtrasi Air

*The Effect of Activated Carbon Variation on the Mechanical Strength of Chitosan–PVA Membranes for Water Filtration Applications*

Ayu Lingga Ratna Sari<sup>1</sup>, Dady Sulaiman<sup>2</sup>, Siti Maria Ulva<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Program Studi Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Kaltara

\*Corresponding Author: E-mail: [dadysulaiman92@gmail.com](mailto:dadysulaiman92@gmail.com)

### Artikel Penelitian

#### Article History:

Received: 06 Dec, 2025

Revised: 07 Jan, 2026

Accepted: 21 Jan, 2026

#### Kata Kunci:

Karbon Aktif;  
Kitosan-PVA;  
Membran Filtrasi;  
Uji Mekanik

#### Keywords:

Activated carbon;  
Chitosan–PVA;  
Filtration membrane;  
Mechanical testing

DOI: [10.56338/jks.v9i1.9487](https://doi.org/10.56338/jks.v9i1.9487)

### ABSTRAK

Membran komposit kitosan–PVA merupakan material ramah lingkungan yang banyak dikembangkan untuk aplikasi filtrasi air karena memiliki stabilitas kimia dan kemampuan adsorpsi yang baik. Namun, efektivitas membran dalam proses filtrasi sangat dipengaruhi oleh kekuatan mekaniknya agar mampu menahan gaya dorong air selama operasi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi penambahan karbon aktif terhadap kekuatan mekanik membran kitosan–PVA. Empat jenis membran (M1–M4) dengan variasi karbon aktif (0%, 1%, 2%, dan 3%) diuji untuk memperoleh nilai stress. Hasil menunjukkan bahwa variasi karbon aktif memberikan pengaruh signifikan terhadap kekuatan tarik membran. Sampel tanpa penambahan karbon aktif (M1) memiliki nilai stress tertinggi sebesar 25,17 MPa, menunjukkan struktur membran yang lebih kompak. Sebaliknya, penambahan karbon aktif dalam jumlah lebih tinggi menyebabkan penurunan kekuatan tarik, dengan nilai terendah pada M4 sebesar 7,04 MPa. Penurunan ini berkaitan dengan meningkatnya porositas serta ketidakhomogenan dispersi karbon aktif, yang mengakibatkan terbentuknya celah antarmolekul dan lemahnya ikatan polimer. Temuan ini menegaskan bahwa penggunaan karbon aktif pada membran kitosan–PVA perlu dioptimalkan agar keseimbangan antara kemampuan adsorpsi dan stabilitas mekanik dapat tercapai. Penelitian lanjutan direkomendasikan untuk melakukan optimasi komposisi dan karakterisasi lanjutan seperti SEM, porositas, dan analisis swelling untuk memahami hubungan struktur–kinerja secara lebih komprehensif.

### ABSTRACT

*Chitosan–PVA composite membranes are environmentally friendly materials widely developed for water filtration applications due to their chemical stability and good adsorption capability. However, the effectiveness of membranes during filtration is strongly influenced by their mechanical strength, which enables them to withstand hydraulic pressure during operation. This study aims to analyze the effect of varying activated carbon content on the mechanical strength of chitosan–PVA membranes. Four membrane types (M1–M4) with activated carbon variations*

---

*(0%, 1%, 2%, and 3%) were tested to obtain stress values. The results indicate that activated carbon variation significantly affects the tensile strength of the membranes. The membrane without activated carbon (M1) showed the highest stress value of 25.17 MPa, indicating a more compact structure. In contrast, higher activated carbon content resulted in decreased tensile strength, with the lowest value observed in M4 at 7.04 MPa. This decrease is associated with increased porosity and non-uniform dispersion of activated carbon, which leads to the formation of intermolecular gaps and weaker polymer bonding. These findings emphasize the need to optimize activated carbon composition to balance adsorption capability and mechanical stability. Further studies are recommended to optimize composition and conduct additional characterizations such as SEM, porosity analysis, and swelling tests to better understand the structure–performance relationship. The abstract should stand alone, meaning that no citations are in the abstract. The abstract should concisely inform the reader of the manuscript’s purpose, its methods, its findings, and its value. The abstract should be relatively nontechnical, yet clear enough for an informed reader to understand the manuscript’s contribution. The manuscript’s title, but neither the author’s name nor other identification designations, should appear on the abstract page. An abstract between 100-250 words, should be presented in English on a separate page immediately preceding the text of the manuscript.*

---

## PENDAHULUAN

Kebutuhan akan teknologi filtrasi air yang efektif dan ramah lingkungan semakin meningkat seiring dengan bertambahnya pencemaran sumber air serta meningkatnya kebutuhan air bersih bagi masyarakat (Ambarwati et al., 2024; Sari et al., 2024, 2025). Berbagai metode pengolahan air telah dikembangkan, salah satunya adalah penggunaan membran sebagai media filtrasi (Fathanah et al., 2019). Membran memiliki kemampuan selektif dalam memisahkan kontaminan berdasarkan ukuran pori dan sifat permukaan, sehingga banyak digunakan dalam proses pemurnian air skala rumah tangga maupun industri (Fathanah & Meilina, 2021). Namun, performa membran tidak hanya ditentukan oleh kemampuan filtrasi saja, melainkan juga oleh sifat fisis dan mekaniknya (Rizkina et al., 2023). Membran yang memiliki nilai mekanik rendah akan mudah mengalami kerusakan, deformasi, atau sobek akibat tekanan dan gaya dorong air selama proses filtrasi berlangsung. Oleh karena itu, pengembangan material membran yang kuat dan stabil secara mekanik menjadi sangat penting.

Salah satu material yang berpotensi untuk dikembangkan sebagai membran ramah lingkungan adalah kitosan, yaitu biopolimer alami hasil deasetilasi kitin yang banyak ditemukan pada limbah kulit udang. Kitosan memiliki keunggulan seperti sifat biodegradabel, biokompatibel, serta kemampuan adsorpsi yang baik (Fathanah et al., 2019; Sari et al., 2025). Selain itu, kitosan juga dapat meningkatkan kinerja membran (Sari et al., 2025). Untuk meningkatkan sifat mekaniknya, kitosan sering dipadukan dengan polivinil alkohol (PVA) (Fadli et al., 2021; Purwandari & Tarigan, 2022; Sari et al., 2024, 2025). PVA merupakan polimer sintetik yang memiliki sifat fleksibel, kuat, dan mampu membentuk film yang stabil (Fath et al., 2024). Kombinasi kitosan dan PVA dapat menghasilkan membran komposit yang memiliki karakteristik mekanik dan kimia lebih baik dibandingkan material tunggal.

Selain itu, penambahan karbon aktif sebagai bahan pengisi (filler) pada membran kitosan–PVA menjadi salah satu pendekatan yang banyak diteliti. Karbon aktif dikenal memiliki luas permukaan yang tinggi, sifat adsorptif yang kuat, serta mampu meningkatkan kapasitas penyisihan kontaminan organik (Sariman et al., 2023). Hal ini menjadikan karbon aktif sebagai salah satu material yang umum digunakan dalam filtrasi air (Respati et al., 2024). Berdasarkan hal ini, peneliti ini ingin mengetahui pengaruh variasi karbon aktif terhadap kekuatan mekanik membran kitosan–PVA. Pengujian mekanik, khususnya melalui uji tarik, diperlukan untuk memastikan bahwa membran memiliki ketahanan struktural yang memadai sebelum diuji sebagai media filtrasi air. Dengan memahami bagaimana variasi karbon aktif memengaruhi sifat mekanik membran, pengembangan membran

komposit kitosan–PVA dapat lebih terarah menuju material yang tidak hanya efektif dalam filtrasi, tetapi juga stabil dan tahan lama dalam penggunaannya

## METODE

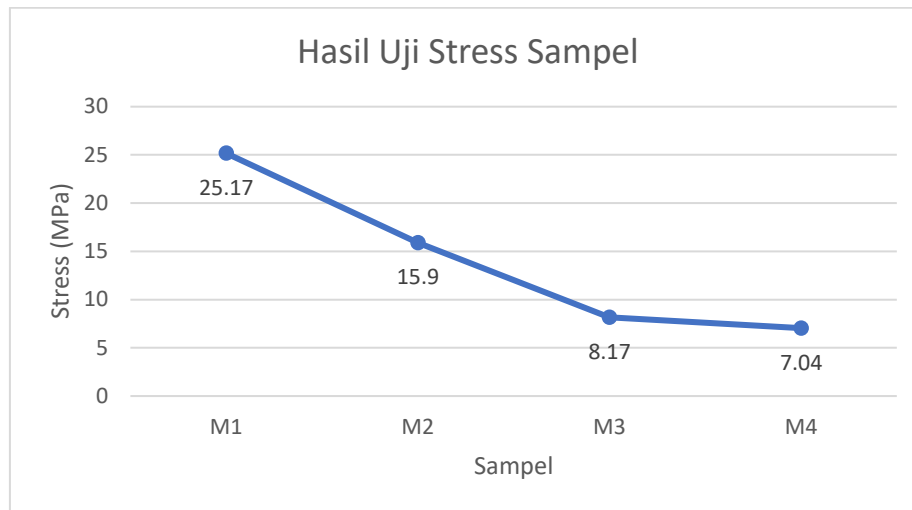
Proses pembuatan kitosan diawali dengan persiapan kulit udang, yaitu mencuci kulit udang hingga bersih, mengeringkannya, kemudian menghaluskannya menggunakan blender dan mortar sebelum diayak hingga diperoleh serbuk yang halus. Jika hasil ayakan belum halus, proses penggilingan diulangi hingga didapatkan ukuran serbuk yang sesuai. Tahap berikutnya adalah sintesis kitin, yang diawali dengan proses demineralisasi. Demineralisasi dilakukan dengan merendam serbuk dalam larutan HCl 1 M dengan perbandingan 1:10 sambil diaduk hingga homogen. Campuran kemudian disaring, dicuci hingga pH netral, dan dikeringkan. Setelah demineralisasi, proses dilanjutkan dengan deproteinasi melalui perendaman serbuk dalam larutan NaOH 3,5% dengan perbandingan yang sama, diikuti penyaringan, pencucian hingga netral, dan pengeringan kembali. Tahap terakhir adalah deasetilasi, yaitu proses mencampurkan serbuk kitin dengan larutan NaOH 60% dengan perbandingan 1:10, diaduk hingga homogen, kemudian disaring, dicuci hingga mencapai pH netral dan dikeringkan.

Pembuatan larutan kitosan dilakukan untuk mempermudah proses pencampuran dengan bahan lain, yaitu dengan menyiapkan larutan asam asetat 3% dan melarutkan 1 gram serbuk kitosan ke dalam 47,61 ml larutan tersebut. Selanjutnya, proses pembuatan membran dilakukan untuk empat jenis dengan komposisi Larutan Kitosan 5%, PVA 18% dan variasi karbon aktif (M1 0%, M2 1%, M3 2%, dan M4 3%). Tahapannya dimulai dengan melarutkan PVA menggunakan pelarut 77% dari volume total larutan dope pada suhu 75°C hingga homogen. Setelah itu, tambahkan larutan kitosan dan diaduk hingga tercampur sempurna, kemudian karbon aktif ditambahkan sesuai komposisi. Larutan yang telah homogen kemudian dicetak pada cawan petri dan dikeringkan pada suhu ruang sebelum dioven pada suhu 70°C selama 10 menit untuk mengurangi kadar air. Proses ini diulangi untuk menghasilkan sampel M2, M3, dan M4 dengan komposisi yang berbeda.

Pengambilan data uji mekanik dilakukan menggunakan Universal Testing Machine (UTM) tipe MCT-2150 dengan kapasitas beban 500 N. Sampel membran kitosan–PVA dengan variasi penambahan karbon aktif dipotong dalam ukuran standar, yaitu panjang 10 cm dan lebar 2 cm, kemudian masing-masing dipastikan dalam kondisi rata, tidak rusak, dan memiliki ketebalan yang seragam. Hasil pengujian berupa nilai maksimal beban tarik (load), nilai strain, nilai stress (MPa), serta kurva hubungan stress–strain direkam secara otomatis dan disimpan sebagai data uji mekanik.

## HASIL

Hasil Uji tegangan membran dapat dilihat pada Gambar 1. Pada Gambar 1 dapat diketahui bahwa membran kitosan-PVA dengan variasi penambahan karbon memiliki kekuatan tarik yang berbeda-beda. Pada sampel M1, yaitu membran kitosan-PVA tanpa penambahan karbon memiliki nilai kuat tarik sebesar 25.17 MPa, dimana nilai kuat tarik ini lebih besar jika dibandingkan dengan sampel membran yang lain. Pada sampel M2, yaitu membran kitosan-PVA dengan penambahan karbon sebanyak 1 % memiliki nilai kuat tarik sebesar 15,90 MPa, sampel M3 dengan penambahan karbon 2 % memiliki nilai kuat tarik sebesar 8.17 MPa. Sedangkan sampel M4, yaitu membran kitosan-PVA dengan penambahan karbon 3 % memiliki nilai kuat tarik paling rendah dibandingkan sampel membran yang lain yaitu sebesar 7,04 MPa. Perbedaan kekuatan tarik pada masing-masing membran terjadi karena adanya komposisi dari bahan material dari membran yang berbeda, sehingga menyebabkan struktur yang terbentuk pada membran juga berbeda.



**Gambar 1** Grafik Kuat Tarik Membran

Dari gambar 1 juga dapat diketahui adanya penurunan kekuatan tarik pada membran seiring dengan bertambahnya konsentrasi karbon yang digunakan. Pada grafik dapat diketahui bahwa sampel membran M1 memiliki kuat tarik yang lebih besar dibandingkan dengan sampel membran yang lain, hal ini terjadi karena sampel membran M1 hanya terdiri dari campuran kitosan-PVA tanpa penambahan karbon aktif. Larutan kitosan pada membran mampu meningkatkan kuat tarik pada membran, dimana campuran larutan kitosan pada membran menyebabkan jarak antar molekul lebih rapat karena adanya pembentukan ikatan hidrogen yang terjadi sehingga menyebabkan M1 memiliki struktur lebih rapat (Fadli et al., 2021). Penambahan karbon pada sampel M2, M3, dan M4 menyebabkan terjadinya penurunan kekuatan tarik pada membran, dimana semakin banyak komposisi karbon aktif yang digunakan maka kekuatan tarik membran akan semakin menurun. Pada penelitian ini hal tersebut dapat terjadi akibat butir karbon aktif yang digunakan memiliki ukuran butir yang berbeda dan menyebabkan pori-pori yang terbentuk pada permukaan membran tidak rata dan jarak antar molekul yang terbentuk pada membran tidak rapat karena pencampuran larutan yang tidak merata sehingga terdapat banyak celah yang terbentuk pada permukaan membran dan menyebabkan struktur membran menjadi lemah. Akibat dari hal tersebut sampel M2, M3 dan M4 dengan penambahan karbon memiliki kuat tarik yang lebih kecil dibandingkan dengan M1, yaitu membran tanpa tambahan karbon aktif, dimana sampel dengan penambahan karbon aktif memiliki sifat lebih mudah patah ketika diberikan gaya tarik.

## DISKUSI

Terdapat beberapa faktor yang dapat mempengaruhi uji tarik pada membran, diantaranya adalah komposisi material penyusun membran dan metode fabrikasi membran. Membran berbahan dasar polimer dimana dalam penelitian ini membran dibuat dengan bahan dasar kitosan yang termasuk pada bahan polimer jika diperkuat dengan penambahan bahan aditif seperti karbon aktif dalam ukuran nanopartikel akan memiliki peningkatan kekuatan mekanis yang tinggi dan kinerja membran dalam memfilter air dalam proses pengolahan air akan lebih baik jika dibandingkan dengan membran konvensional (Li et al., 2017; Zhao et al., 2022). Namun pada penelitian ini hal tersebut tidak terjadi akibat penggunaan karbon aktif komersial yang memiliki ukuran butir yang tidak halus dan rata, sehingga menyebabkan membran memiliki pori-pori yang tidak rata dan struktur molekul yang tidak rapat karena banyak terbentuk celah-celah pada permukaan membran, sehingga menyebabkan membran memiliki sifat lebih kaku dan mudah patah ketika dilakukan uji mekanik. Selain itu metode fabrikasi membran juga sangat mempengaruhi sifat mekanis membran (Kumar et al., 2022). Pada penelitian ini fabrikasi membran dilakukan dengan teknik inversi fasa dengan menggunakan magnetic stirrer untuk

mencampur bahan material dan cawan petri untuk mencetak membran. Pembuatan membran dengan metode ini dapat menghasilkan membran yang memiliki struktur dan ketebalan membran yang tidak rata, yang disebabkan proses pengadukan yang tidak homogen, proses pencetakan yang masih konvensional dan bahan material salah satunya adalah karbon aktif yang memiliki ukuran tidak rata, sehingga menyebabkan kuat tarik pada membran kurang maksimal.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian mengenai pengaruh variasi karbon aktif terhadap kekuatan mekanik membran kitosan–PVA untuk aplikasi filtrasi air, dapat disimpulkan bahwa penambahan karbon aktif memberikan pengaruh signifikan terhadap nilai kekuatan tarik membran. Membran tanpa atau dengan jumlah karbon aktif terendah (sampel M1) menunjukkan nilai stress tertinggi yaitu sekitar 25 MPa, yang menandakan struktur membran lebih kompak, kuat, dan mampu menahan gaya dorong air selama proses filtrasi. Sementara itu, peningkatan konsentrasi karbon aktif pada sampel M2, M3, dan M4 menyebabkan penurunan nilai stress secara bertahap, dengan nilai terendah sekitar 7 MPa pada sampel M4.

## REKOMENDASI

Berdasarkan hasil penelitian, disarankan untuk melakukan optimasi komposisi karbon aktif dengan variasi yang lebih bertahap agar diperoleh konsentrasi yang mampu meningkatkan kemampuan adsorpsi tanpa mengurangi kekuatan mekanik membran secara signifikan. Selain itu, penelitian lanjutan perlu melibatkan karakterisasi tambahan seperti analisis morfologi menggunakan SEM, pengukuran porositas, contact angle, dan tingkat swelling agar hubungan antara komposisi bahan, struktur membran, dan sifat mekaniknya dapat dipahami lebih mendalam. Untuk meningkatkan validitas hasil, jumlah ulangan pada uji mekanik sebaiknya ditambah sehingga data dapat dianalisis secara statistik.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ambarwati, S. A., Hidayati, N. A., & Hutapea, H. P. (2024). Sintesis Membran Kitosan/Poli Vinil Alkohol (Pva) Untuk Menurunkan Kadar Limbah Pewarna Tekstil. *Dalton : Jurnal Pendidikan Kimia Dan Ilmu Kimia*, 7(1), 75. <https://doi.org/10.31602/dl.v7i1.14360>
- Fadli, M., Khausar, A., Sofyana, & Fathanah, U. (2021). Karakteristik Membran Komposit Polietersulfon, Polivinilpirolidon dan Kitosan. *Jurnal Serambi Engineering*, 6(4), 2310–2319. <https://doi.org/https://doi.org/10.32672/jse.v6i4.3476>
- Fath, M. T. Al, Dalimunthe, N. F., Sidabutar, R., Samosir, N., & Tjandra, T. M. (2024). Karakteristik Sifat Fisik Membran Elektrolit Polimer Berbasis Kitosan Larva Black Soldier Fly/Polivinil Alkohol/Poliakrilonitril dengan Penambahan Ammonium Klorida. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 13(1), 63–70. <https://doi.org/https://doi.org/10.32734/jtk.v13i1.15595>
- Fathanah, U., Machdar, I., Riza, M., Rahman, N. A., Lubis, M. R., Qibtiyah, M., & Jihannisa, R. (2019). Pembuatan dan Karakterisasi Membran Polyethersulfone (PES)-Kitosan Secara Blending Polimer. *Prosiding Seminar Nasional Politeknik Negeri Lhokseumawe*, 3(1), 62.
- Fathanah, U., & Meilina, H. (2021). Karakterisasi dan Kinerja Membran Polyethersulfone Termodifikasi Aditif Anorganik secara Blending Polimer. *Jurnal Serambi Engineering*, 6(4), 2407–2414. <https://doi.org/10.32672/jse.v6i4.3515>
- Kumar, S., Sharma, R., Gupta, A., Dubey, K. K., Khan, A. M., Singhal, R., Kumar, R., Bharti, A., Singh, P., & Kant, R. (2022). TiO<sub>2</sub> based Photocatalysis membranes: An efficient strategy for pharmaceutical mineralization. *Science of The Total Environment*, 845, 157221.

- Li, N., Tian, Y., Zhang, J., Sun, Z., Zhao, J., Zhang, J., & Zuo, W. (2017). Precisely-controlled modification of PVDF membranes with 3D TiO<sub>2</sub>/ZnO nanolayer: enhanced anti-fouling performance by changing hydrophilicity and photocatalysis under visible light irradiation. *Journal of Membrane Science*, 528(73), 359–368. <https://doi.org/10.1016/j.memsci.2017.01.048>
- Purwandari, V., & Tarigan, M. (2022). Preparasi Film Nanokomposit Polivinil Alkohol (Pva)/Nanokarbon Dari Cangkang Buah Sawit (Nccs) Dengan Metode Pencampuran Larutan. *Jurnal Kimia Saintek Dan Pendidikan*, 6(1), 11–16. <https://doi.org/10.51544/kimia.v6i1.2977>
- Respati, S. M. B., Purwanto, H., Kholis, N., & Nuha, U. (2024). Penambahan Arang Batok Kelapa ke Zeolit Alam untuk Filter Air Keramik. *Creative Research in Engineering (CERIE)*, 4(1), 9. <https://doi.org/10.30595/cerie.v4i1.17197>
- Rizkina, P., Arfi, F., & Nasution, R. S. (2023). Karakterisasi dan Modifikasi Membran Kitosan dengan Ekstrak Etanol Maman Ungu ( *Cleome rutidospermae* ). *AMINA (Ar-Raniry Chemistry Journal)*, 5(1), 26–35.
- Sari, A. L. R., Sulaiman, D., & Ulva, M. (2024). Karakterisasi Membran Kitosan Kulit Udang-PVA dengan Variasi Karbon Aktif sebagai Filter Air. *Jurnal Literasi Pendidikan Fisika (JLPF)*, 5(2), 198–210.
- Sari, A. L. R., Sulaiman, D., & Ulva, S. M. (2025). Kinerja Filter Membran Kitosan-Kulit Udang / PVA Berbasis Karbon. *JFT: Jurnal Fisika Dan Terapannya*, 12(1), 60–74. <https://doi.org/10.24252/jft.v12i1.57186>
- Sariman, S., Swandi, A., Ratnawati, R., Buraerah, M. F., & Dipalaya, T. (2023). Desain Prototipe Filter Air Bersih Berbasis Tenaga Surya. *Jurnal Ilmiah Ecosystem*, 23(2), 414–422. <https://doi.org/10.35965/eco.v23i2.2877>
- Zhao, Y., Zhao, Y., Yu, X., Kong, D., Fan, X., Wang, R., Luo, S., Lu, D., Nan, J., & Ma, J. (2022). Peracetic acid integrated catalytic ceramic membrane filtration for enhanced membrane fouling control: Performance evaluation and mechanism analysis. *Water Research*, 220(May), 118710. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2022.118710>