

Table Of Content

Journal Cover	2
Author[s] Statement	3
Editorial Team	4
Article information	5
Check this article update (crossmark)	5
Check this article impact	5
Cite this article	5
Title page	6
Article Title	6
Author information	6
Abstract	6
Article content	7

Academia Open

Vol 8 No 2 (2023): December

DOI: 10.21070/acopen.8.2023.7237 . Article type: (Engineering)

Originality Statement

The author[s] declare that this article is their own work and to the best of their knowledge it contains no materials previously published or written by another person, or substantial proportions of material which have been accepted for the published of any other published materials, except where due acknowledgement is made in the article. Any contribution made to the research by others, with whom author[s] have work, is explicitly acknowledged in the article.

Conflict of Interest Statement

The author[s] declare that this article was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.

Copyright Statement

Copyright © Author(s). This article is published under the Creative Commons Attribution (CC BY 4.0) licence. Anyone may reproduce, distribute, translate and create derivative works of this article (for both commercial and non-commercial purposes), subject to full attribution to the original publication and authors. The full terms of this licence may be seen at <http://creativecommons.org/licences/by/4.0/legalcode>

EDITORIAL TEAM

Editor in Chief

Mochammad Tanzil Multazam, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Managing Editor

Bobur Sobirov, Samarkand Institute of Economics and Service, Uzbekistan

Editors

Fika Megawati, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Mahardika Darmawan Kusuma Wardana, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Wiwit Wahyu Wijayanti, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Farkhod Abdurakhmonov, Silk Road International Tourism University, Uzbekistan

Dr. Hindarto, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Evi Rinata, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

M Faisal Amir, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Dr. Hana Catur Wahyuni, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Complete list of editorial team ([link](#))

Complete list of indexing services for this journal ([link](#))

How to submit to this journal ([link](#))

Article information

Check this article update (crossmark)



Check this article impact (*)



Save this article to Mendeley



(*) Time for indexing process is various, depends on indexing database platform

The Effect of Alkalization on the Mechanical Properties of Sansevieria Fiber Bio-Composit

Pengaruh Alkali Basa Terhadap Sifat Mekanik Bio-Komposit Serat Sansevieria

Edi Widodo, ediwidodo@umsida.ac.id, (0)

Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Ali Akbar, ediwidodo@umsida.ac.id, (1)

Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Boy Isma Putra, ediwidodo@umsida.ac.id, (0)

Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

⁽¹⁾ Corresponding author

Abstract

Alkali treatment of natural fibers has a role in removing hemicellulose and lignin layers. This layer prevents the matrix from bonding with the natural fiber cellulose structure. The use of an inappropriate type of alkali will reduce its effectiveness and can even damage the cellulose layer. This study compared the effectiveness of alkaline NaOH, CaOH and KOH in removing lignin and hemicellulose and their ability to maintain cellulose content. The use of the immersion method in alkaline solutions is well controlled. The FTIR characterization test was used to detect functional group changes, the TGV test to detect heat resistance ability, the XRD test to detect structural changes in crystalline and amorphous properties of sansevieria natural fibers. Furthermore, the tensile test to determine the effect of alkaline treatment on changes in mechanical strength Tensile strength. From the test results it was found that the alkaline NaOH gave the best characteristics by detecting the presence of cellulose, tensile strength and the nature of the crystalline atomic structure.

Highlights:

- Effectiveness of Alkali Types: Comparison of NaOH, CaOH, and KOH effectiveness in removing lignin and hemicellulose while preserving cellulose content.
- Characterization Techniques: FTIR, TGA, and XRD tests used for functional group changes, heat resistance, and structural properties evaluation.
- NaOH Superiority: Alkaline NaOH treatment demonstrated best results in maintaining cellulose, enhancing tensile strength, and influencing atomic structure.

Keywords: Alkali treatment, Natural fibers, Lignin removal, Cellulose preservation, Tensile strength.

Published date: 2023-08-14 00:00:00

PENDAHULUAN

Penelitian sebelumnya menganalisis sifat fisik, komposisi kimia, kelompok fungsional kimia, struktur mikro, stabilitas termal, kekuatan tarik serat tunggal, sifat kristal dan kekerasan permukaan dari serat, uji tarik serat tunggal, uji serat optik, mikro, analisis XRD, analisis spektroskopi Fourier Transform infrared (FTIR), analisis termogravimetri (TGA), Differential Scanning Calorimetry (DSC), Scanning Electron Microscopy (SEM), dan atomic force microscopy (AFM) dari sansevieria silindrika. [1]. Komposit dengan matriks poliester diperkuat serat sansevieria silindrika dibuat menggunakan mesin cetak kompresi. Serat scf memberikan peranan kuat dalam memperkuat komposit, meningkatkan gaya tarik antar muka yang memperbaiki properti dinamis. Pada umumnya serat alam memiliki potensi yang baik dalam membentuk material komposit, meningkatkan sifat mekanika dinamis.[2]. Serat sansevieria dapat ditingkatkan nilai ikatan antar muka dengan matrik poliester, penambahan perlakuan alkali sebelum dicetak. [3]. [4]. Analisis serat sansevieria cilindrika memberikan kondisi morfologi dan fisik dari serat yang terbentuk. Memiliki kekuatan tarik yang kuat, serta kandungan selulosa yang menjadikan ikatan antar struktur sel menjadi lebih kuat dan rapi. [5].

Serat sansevieria memiliki potensi yang besar untuk dikembangkan sebagai penguat komposit. Oleh karena itu perlu dilakukan karakterisasi serat sebelum diaplikasikan sebagai penguat komposit. Aplikasi serat sanveria dalam komposit ini berpotensi untuk dikembangkan karena memiliki karakter yang sesuai, kuat dan ramah lingkungan. Pemanfaatan serat ini diharapkan menjadi solusi dan alternatif material untuk berbagai keperluan. Perlakuan kimia, baik kalsium hidroksida, sodium bikarbonat, natrium hidroksida diperkirakan berpengaruh dalam memperbaiki karakteristik mekanik, fisik serta kimia serat sansevieria. Selanjutnya penentuan fraksi berat serat terhadap matrik ditentukan untuk mendapatkan karakteristik mekanik dan fisik komposit. Pembuatan komposit dengan perbandingan fraksi berat serat dan matriks yang sesuai menghasilkan komposit yang memiliki sifat yang baik dan ramah lingkungan. Penelitian ini mengkaji pengaruh jenis dan konsentrasi alkali terhadap karakteristik komposit.

METODE

Karakterisasi serat

Serat alam sansevieria diberikan perlakuan alkali dengan metode imersi, yaitu perendaman serat dalam larutan alkali. Alkali basa dipersiapkan dengan tiga macam jenis alkali yaitu NaOH, KOH dan CaOH. Masing-masing alkali diberikan variasi konsentrasi sebesar 4%, 7% , 10 % , 11 % dan 15%. Perhitungan senyawa alkali menggunakan perbandingan fraksi berat antara senyawa alkali dan aquades (H₂O). Perendaman dilakukan selama 2 jam untuk memberikan waktu interval larutan basa bereaksi dengan lapisan permukaan serat. [6]. Waktu yang cukup memberikan kesempatan larutan basa meluruhkan lapisan hemiselulosa pada permukaan dan lapisan lignin dalam rongga serat. Pemilihan waktu 2 jam sesuai dengan penelitian terdahulu, hasil optimasi interval waktu yang sesuai. Kelebihan waktu berdampak pada rusaknya lapisan selulosa. [7] Uji Tarik serat

Serat hasil perlakuan alkalisasi diuji kekuatan mekanik kekuatan Tarik. Uji ini diharapkan memberikan data valid pengaruh alkalisasi serat terhadap timbulnya tegangan sisa akibat hilangnya sebagian struktur penyusun serat. Uji Tarik serat tunggal menggunakan mesin uji Tarik Zwickroell dengan mengacu standart ASTM E8 , DIN EN ISO 6892-1. Pre load ditentukan sebesar 0,5 N, speed 100 mm/min dan kecepatan pembebanan 150 mm/min.

Perhitungan fraksi berat serat dengan matrik

Perhitungan fraksi volume serat terhadap matriks dihitung dengan menggunakan persamaan perhitungan fraksi berat : [8]

$$V_f = \frac{W_f}{\rho_f} \frac{1}{W_f W_m} \left| \rho_f + \rho_m \right.$$

Figure 1.

Di mana W_f adalah berat fiber, p_f adalah massa jenis serat, w_m adalah berat matriks, p_m adalah massa jenis matriks. V_f adalah volume fiber dalam satuan persen. Fraksi volume komposit dibuat sebesar 10 %, 20%, 30%, 40%, 50% dan 60%. Alat cetak komposit dibuat dari silent silicon, untuk menghindari lengketnya matriks.[9] Ukuran specimen yang diinginkan sebesar 20 cm, 5 cm dan tebal 1 cm sesuai dengan standar ASTM D638-03.

Pencetakan komposit

Proses cetak dilakukan pada suhu ruang 25 °C, tanpa sinar matahari langsung. Proses pengeringan dilakukan pada ruang bebas dari paparan sinar matahari langsung, memiliki sirkulasi udara yang cukup serta memiliki kelembaban standar sebesar 45%-64 % (RH/Relative Humidity). Kelembaban ruangan ini menjaga specimen tetap dalam kondisi stabil terhindar adanya potensi tumbuhnya mikroba yang dapat merusak specimen serat. [10] Specimen komposit Specimen dibuat dengan standar uji Tarik ASTM E8, DIN EN ISO 6892-1 dengan bentuk specimen sesuai ASTM D638 - 03.

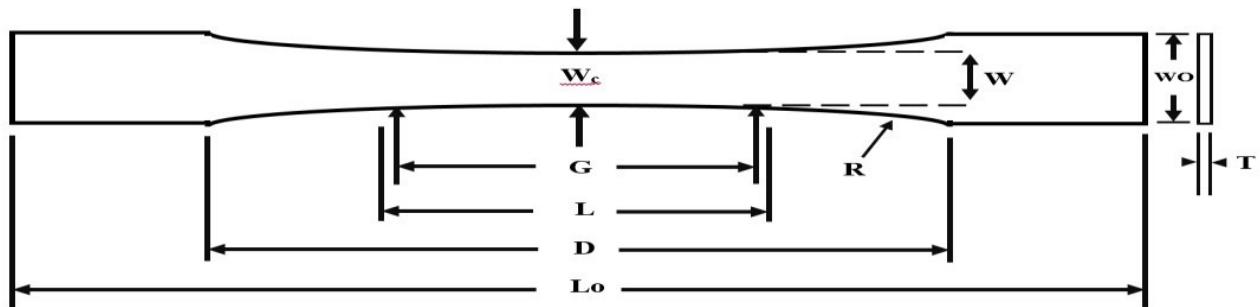


Figure 2. Spesimen Uji Tarik

Nilai kekuatan tarik (tensile strength) sama dengan nilai tegangan tarik maksimum yang diperoleh dari persamaan:

$$\sigma_{max} = F_{max} / A$$

Keterangan :

Σ_{max} : Kekuatan tegangan tarik maksimum (N/mm²)

F_{max} : Gaya tarik maksimum (N)

A : Luasan penampang (mm²)

Regangan tarik dihitung dengan persamaan :

$$\epsilon = \Delta L / L_0$$

Keterangan :

ϵ : Regangan akibat gaya tarik

ΔL : Perubahan panjang (mm) L_0 : Panjang awal (mm)

Modulus elastisitas tarik dihitung dengan persamaan :

$$E = \sigma / \epsilon$$

Keterangan :

E : Modulus elastisitas tarik (N/mm²)

σ : Tegangan tarik (N/mm²)

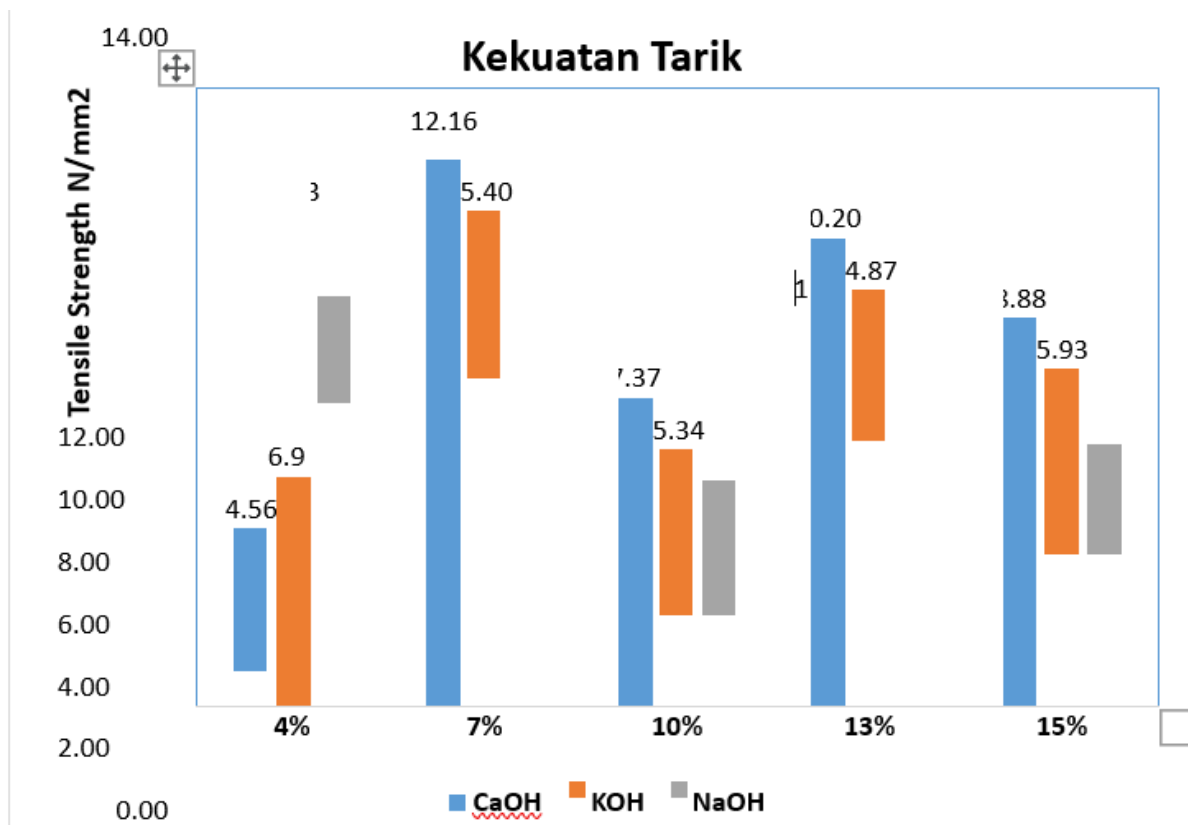
ϵ : Regangan

Pengujian tarik spesimen komposit dilakukan pada laboratorium Politeknik negeri Malang (POLINEMA). Spesifikasi uji meliputi weight 1000 kg, poser AC 220V , 50 Hz, Accuracy ± 0.5 % , display device = PC, elongation accuracy 0,001 mm, capacity 5000 kg.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji Tarik serat

Pelaksanaan uji Tarik Specimen serat tunggal dilakukan di Balai Pusat Industri Persepatuan Sidoarjo. Sebanyak 50 kali pengambilan data specimen dilakukan untuk mendapatkan hasil yang akurat. Uji Tarik serat tunggal dilakukan secara teliti dan cermat mengingat serat memiliki homogenitas rendah, diperlukan kecermatan dalam pemilihan specimen serat tunggal untuk diuji di laboratorium.[11] Pemilihan serat difokuskan mendapat serat yang memiliki morfologi dan penampakan fisik terbaik, rata, dimensi sama dan Panjang yang seragam. Hal ini dilakukan untuk memastikan data diambil dari specimen serat yang terbaik dan homogen. Serat yang digunakan dalam uji ini telah mendapatkan seleksi homogenitas yang baik sehingga data yang diperoleh dapat dihitung dan dianalisa dengan baik dan benar. Pengukuran uji Tarik dari specimen diperoleh data sebagai berikut :



Gambar 1. Kekuatan Tarik serat tunggal hasil perlakuan alkali

Figure 3. Kekuatan Tarik serat tunggal hasil perlakuan alkali

Dari gambar 1 kekuatan Tarik serat tunggal hasil dari perlakuan alkali memberikan data yang bervariasi. Penggunaan alkali secara garis besar memberikan dampak berkurangnya kekuatan Tarik. KOH dan NaOH sebagai basa kuat memberikan pengaruh yang signifikan. Kekuatan Tarik menurun drastis disebabkan perlakuan alkali. Larutan basa menguraikan sebagian dari struktur serat. Kondisi ini memungkinkan terjadinya penurunan kekuatan Tarik. Penurunan yang cukup besar terjadi pada konsentrasi alkali 10% dan 13%. Konsentrasi alkali yang tinggi menyebabkan penghilangan struktur lapisan hemiselulosa dan lignin dari serat.[12] Pengikisan lapisan permukaan serat akibat alkalisasi menyebabkan timbulnya tegangan sisa batang. Disamping itu pengurangan sebagian struktur serat tentu akan menurunkan kekuatan mekanik. Permukaan hemiselulosa memberikan sumbangan yang cukup besar pada kekuatan Tarik. Hilangnya sebagian lapisan hemiselulosa membuat serat kehilangan penopang kekuatan pada lapisan luar. Penghilangan lapisan selulosa ini memang diperlukan dalam rangka membuka pori-pori serat untuk proses ikatan dengan matriks saat pencetakan komposit. Lapisan permukaan yang tersusun atas hemiselulosa menghalangi ikatan serat dengan matriks. Idealnya matriks berikatan dengan kuat dengan selulosa hingga terbentuk struktur komposit yang kuat. Namun adanya lapisan hemiselulosa pada lapisan permukaan serat menjadikan matriks tidak berikatan dengan sempurna dengan matriks. Hemiselulosa lebih bersifat hidrofobik sehingga sulit berikatan dengan unsur lain, dalam hal ini cairan matriks. Ada lagi satu struktur yang berada pada pori-pori selulosa, yang menghalangi interaksi antara matriks dan serat yaitu struktur lignin. Perlakuan alkali juga memiliki fungsi menghilangkan struktur lignin, sehingga ikatan matriks dan selulosa bisa dimaksimalkan.[13] Perlakuan alkali yang berlebihan baik dalam konsentrasi maupun durasi perendaman atau durasi kontak akan

menyebabkan peluruhan sebagian besar struktur selulosa, hemi selulosa maupun lignin. Grafik pada gambar 1 menunjukkan penurunan nilai kekuatan Tarik akibat tingginya konsentrasi alkali. Hal ini menunjukkan banyak struktur penyusun serat yang hilang atau terurai. Pada perlakuan alkali CaOH (kalsium hidroksida) nilai kekuatan Tarik cenderung lebih tinggi. Hal ini disebabkan kandungan CaOH termasuk basa lemah, sehingga reaksi basa CaOH tidak terlalu besar. Pada perlakuan alkali CaOH nilai kekuatan Tarik tetap dapat dipertahankan. Pada perlakuan alkali CaOH 7% kekuatan Tarik mencapai 12.16 N/mm².

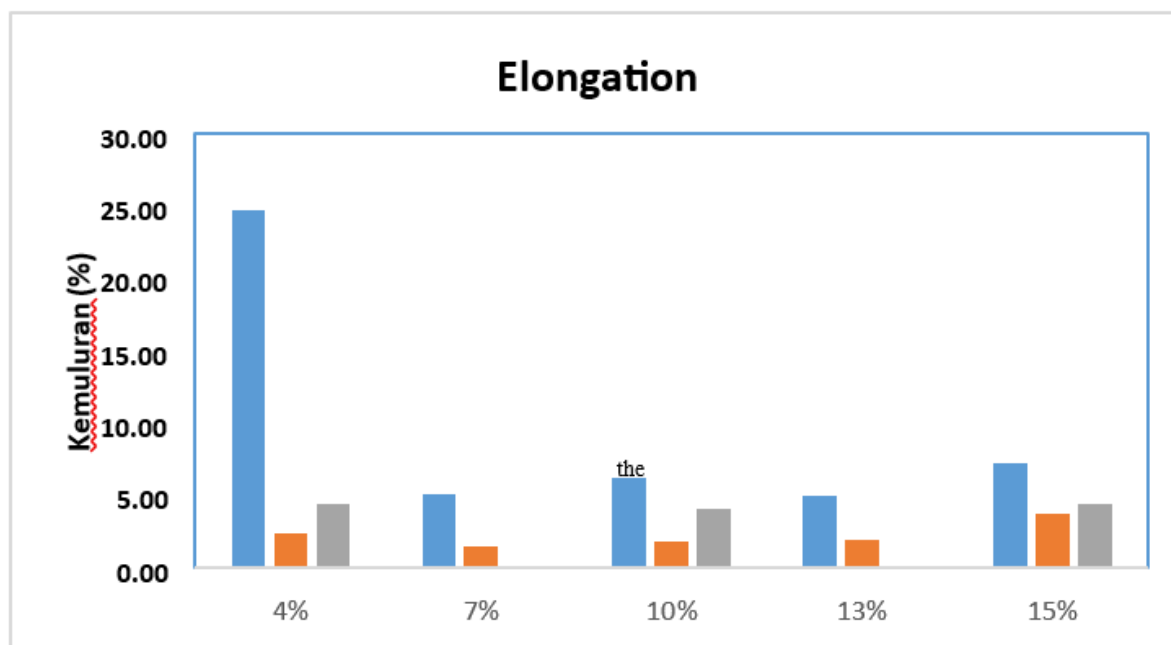


Figure 4. Grafik kemuluran serat tunggal hasil perlakuan alkali

Elongation pada serat dengan perlakuan alkali 4 % memiliki nilai elongation paling tinggi. Kandungan basa rendah . menyebabkan ikatan kimia antara permukaan serat dengan larutan alkali terbatas. Nilai elongation menunjukkan kemampuan material mengalami peregangan tanpa patah. Nilai elongation yg tinggi menjadikan bahan /material komposit memiliki nilai uji lentur yang tinggi.

Kekuatan Tarik komposit akibat perubahan fraksi berat

Penyusunan komposit dilakukan dengan mengukur fraksi beratnya. Presentase Fraksi berat didapatkan dengan perbandingan bobot serat dengan resin dengan menggunakan perbandingan densitasnya masing-masing. Densitas serat dan resin memiliki nilai interval yang jauh berbeda, sehingga diperlukan penggunaan perbandingan densitasnya. Tanpa menggunakan nilai densitas, perhitungan presentase fraksi berat tidak akan pernah didapatkan. Persamaan fraksi berat berfungsi memberikan porsi presentase serat yang proporsional sesuai dengan densitasnya terhadap volume resin yang memiliki densitas jauh lebih tinggi. Hasil perhitungan fraksi berat memberikan presentase volume serat pada masing-masing specimen. Specimen 1 sebesar 10 %, specimen 2 sebesar 20% demikian seterusnya sampai dengan specimen 7 dengan fraksi berat 30%, 40%, 50% dan 60%. Hasil pengujian Tarik specimen didapatkan sesuai dengan grafik kekuatan Tarik pada gambar 3.

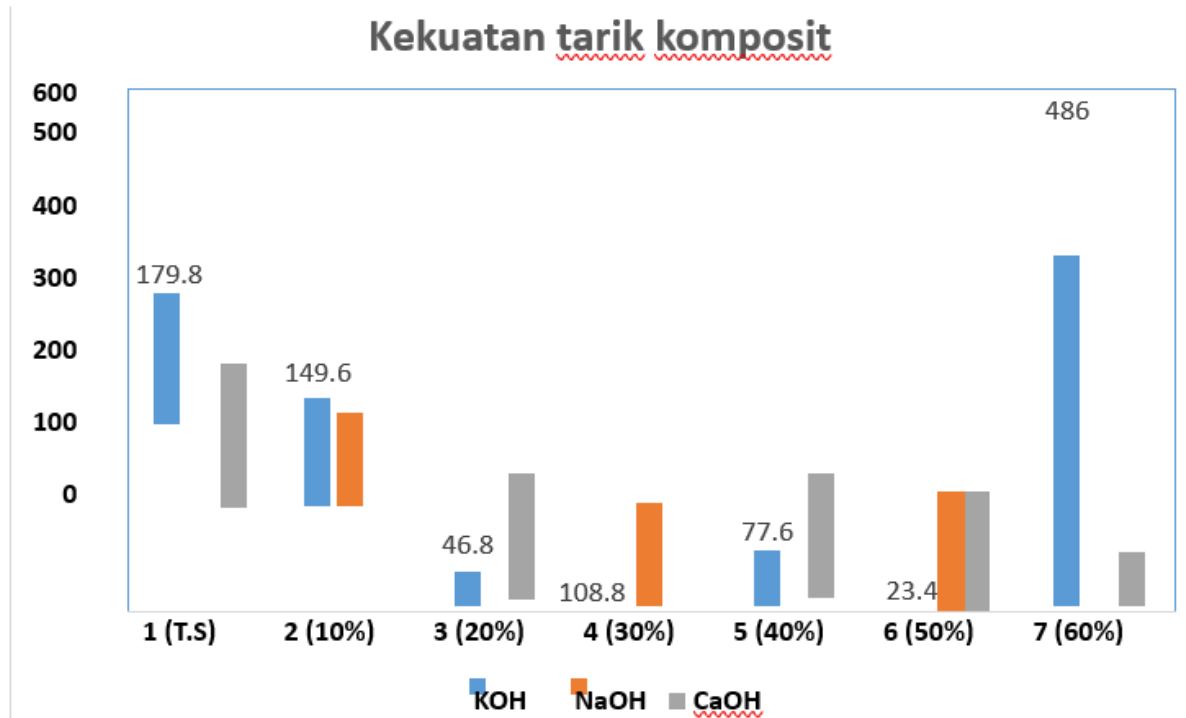


Figure 5. Kekuatan Tarik komposit berdasar fraksi berat

Nilai kekuatan Tarik specimen 2 sampai dengan 7 dengan perbedaan perlakuan alkali serat dapat diamati pada gambar 3. Komposit yang menggunakan serat dengan perlakuan alkali KOH didapatkan memiliki nilai tertinggi pada prosentasi berat 60 %. Namun terendah juga dimiliki specimen ini pada presentase berat 50%. Komposit lain memiliki nilai yang cenderung seragam. Komposit dari serat beralkali KOH memiliki distribusi kekuatan Tarik yang tidak seragam. Sedang komposit hasil serat beralkali NaOH dan CaOH memiliki besar kekuatan Tarik berbeda-beda namun memiliki distribusi yang relative stabil. Nilai kekuatan Tarik dari masing-masing fraksi berat tidak memberikan perbedaan yang mencolok. Sedangkan komposit dari serat beralkali KOH memiliki stabilitas yang berbeda cukup signifikan pada masing-masing presentasi fraksi beratnya. Komposit dari serat dengan perlakuan alkali CaOH memiliki Nilai tertinggi kekuatan Tarik sebesar 259,8 N/mm², sedangkan kekuatan terendah pada prosentase fraksi berat 60 % sebesar 75.13 N/mm². nilai kekuatan Tarik CaOH berada pada interval dua nilai itu. Pada komposit hasil alkali serat dengan larutan NaOH memiliki nilai tertinggi sebesar 186 N/mm², dan nilai terendah pada prosentase berat sebesar 60 % sebesar 68.14 N/mm². Pada komposit dengan serat hasil alkalisasi Larutan KOH, didapatkan nilai tertinggi kekuatan Tarik pada prosentasi fraksi berat 60 % sebesar 486 N/mm², sedangkan nilai kekuatan Tarik terendah pada prosentasi nilai berat 20 % dengan besar kekuatan Tarik sebesar 46,8 N/mm².

KESIMPULAN

Perbedaan alkali pada treatmen serat memberikan perbedaan karakteristik pada masing-masing serat. Alkali CaOH terbukti tidak memberikan penurunan. Penggunaan CaOH sangat disarankan untuk penggunaan perlakuan alkali yang meminimalkan larutnya sebagian dari material induk. CaOH memiliki kemampuan lebih rendah dalam menguraikan lignin dan hemiselulosa. Hal ini dapat diterapkan pada serat alam yang rentan terhadap reaksi terhadap lingkungan basa. Perlakuan alkali NaOH dan KOH memiliki kemampuan yang baik dalam menggerus Sebagian dari material penyusun serat. Hal ini dapat dilihat dari hasil uji Tarik serat tunggal.

References

1. V. S. Sreenivasan, N. Rajini, A. Alavudeen, and V. Arumugaprabu, "Dynamic mechanical and thermogravimetric analysis of Sansevieria cylindrica / polyester composite : Effect of fiber length , fiber loading and chemical treatment," *Compos. Part B*, vol. 69, pp. 76-86, 2015, doi: 10.1016/j.compositesb.2014.09.025.

2. R. B. Ashok, C. V. Srinivasa, and B. Basavaraju, "Dynamic mechanical properties of natural fiber composites— a review," *Adv. Compos. Hybrid Mater.*, vol. 2, no. 4, pp. 586-607, 2019, doi: 10.1007/s42114-019-00121-8.
3. V. S. Sreenivasan, D. Ravindran, V. Manikandan, and R. Narayanasamy, "Influence of fibre treatments on mechanical properties of short *Sansevieria cylindrica* / polyester composites," *J. Mater.*, vol. 37, pp. 111-121, 2012, doi: 10.1016/j.matdes.2012.01.004.
4. K. Ramanaiah, A. V. R. Prasad, and K. H. Chandra, "Material and Design Mechanical, thermophysical and fire properties of *sansevieria* fiber-reinforced polyester composites," *Mater. Des.*, vol. 49, pp. 986-991, 2013, doi: 10.1016/j.matdes.2013.02.056.
5. V. S. Sreenivasan, S. Somasundaram, D. Ravindran, V. Manikandan, and R. Narayanasamy, "Microstructural, physico-chemical and mechanical characterisation of *Sansevieria cylindrica* fibres - An exploratory investigation," *Mater. Des.*, vol. 32, no. 1, pp. 453-461, 2011, doi: 10.1016/j.matdes.2010.06.004.
6. A. L. Murabbi and F. T. Industri, "Pengaruh konsentrasi larutan garam terhadap laju korosi dengan metode polarisasi dan uji kekerasan serta uji tekuk pada plat bodi mobil," *J. Tek. POMITS*, vol. 1, no. 1, pp. 1-5, 2012.
7. M. Lassoued, T. Mnasri, A. Hidouri, and R. Ben Younes, "Thermomechanical behavior of Tunisian palm fibers before and after alkalization," *Constr. Build. Mater.*, vol. 170, pp. 121-128, 2018, doi: 10.1016/j.conbuildmat.2018.03.070.
8. K. Bommanna and G. C. Shanthakumar, "Study of Sisal Fibre Attrition and Characterization during Direct Extrusion Compression Moulding," in *Materials Today: Proceedings*, 2018, vol. 5, no. 5, pp. 13251-13257. doi: 10.1016/j.matpr.2018.02.316.
10. D. Sung, D. Kim, J. Suriboot, M. A. Grunlan, and B. L. Tai, "Feasibility study of silicone stereolithography with an optically created dead zone," *Addit. Manuf.*, vol. 29, no. June, p. 100793, 2019, doi: 10.1016/j.addma.2019.100793.
12. F. J. Aranda-García, R. González-Núñez, C. F. Jasso-Gastinel, and E. Mendizábal, "Water Absorption and Thermomechanical Characterization of Extruded Starch/Poly(lactic acid)/Agave Bagasse Fiber Bioplastic Composites," *Int. J. Polym. Sci.*, vol. 2015, 2015, doi: 10.1155/2015/343294.
13. F. J. Aranda-García et al., "Water Absorption and Thermomechanical Characterization of Extruded Starch/Poly(lactic acid)/Agave Bagasse Fiber Bioplastic Composites," *Int. J. Polym. Sci.*, vol. 2018, 2018, doi: 10.1155/2015/343294.
14. M. S. Mahzabin, L. J. Hock, M. S. Hossain, and L. S. Kang, "The influence of addition of treated kenaf fibre in the production and properties of fibre reinforced foamed composite," *Constr. Build. Mater.*, vol. 178, pp. 518- 528, 2018, doi: 10.1016/j.conbuildmat.2018.05.169.
15. C. Gao, J. Yang, and L. Han, "Systematic comparison for effects of different scale mechanical-NaOH coupling treatments on lignocellulosic components, micromorphology and cellulose crystal structure of wheat straw," *Bioresour. Technol.*, vol. 326, no. January, p. 124786, 2021, doi: 10.1016/j.biortech.2021.124786.