

Program Studi Teknik Mesin

Lembar Persetujuan Naskah Publikasi dan Abstrak Tugas Akhir (TA)

Judul TA: Pengaruh Waktu Alkalisasi terhadap Sifat Serat Abaka dan Sifat Tarik Komposit Hibrid Abaka/Karbon/PMMA

Judul Naskah Publikasi: Pengaruh Waktu Alkalisasi terhadap Sifat Serat Abaka dan Sifat Tarik Komposit Hibrid Abaka/Karbon/PMMA

Nama Mahasiswa: Beni Firiya

NIM: 20150130133

Pembimbing 1: Dr. Ir. Harini Sosiati, M.Eng.

Pembimbing 2: Muhammad Budi Nur Rahman, S.T., M.Eng.

Hal yang dimintakan persetujuan *:

<input checked="" type="checkbox"/> Abstrak berbahasa Indonesia	<input checked="" type="checkbox"/> Naskah Publikasi	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Abstrak berbahasa Inggris	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

*beri tanda ✓ di kotak yang sesuai



Tanda Tangan
Beni Firiya

Tanggal 23 - 7 - 2019

Persetujuan Dosen Pembimbing dan Program Studi

Disetujui



Tanda Tangan
Dr. Ir. Harini Sosiati, M.Eng.

Tanggal 13 - 7 - 2019

Tanda Tangan
Beril Panjuma Kamler, S.T., M.Eng.Sc., Ph.D.

Tanggal 26 - 7 - 2019

Formulir persetujuan ini mohon diletakkan pada lampiran terakhir pada naskah TA.

PENGARUH WAKTU ALKALISASI TERHADAP SIFAT SERAT ABAKA DAN SIFAT TARIK KOMPOSIT HIBRID ABAKA/KARBON/PMMA

Beni Firiya^a, Harini Sosiati^b, Muh. Budi Nur Rahman^c

^a Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
 Jl. Brawijaya, Tamantirto, Bantul, Yogyakarta 55183
 benifiriya36@gmail.com

Abstrak

Komposit hibrid dari serat abaka dan karbon sebagai penguat *polymethyl methacrylate* (PMMA) berpotensi digunakan untuk aplikasi perangkat biomedis. Sifat-sifat serat dapat mempengaruhi sifat mekanik komposit yang terkait. Dengan demikian, dalam penelitian ini, alkalisasi dilakukan pada serat abaka untuk mengetahui efek perubahan sifat serat abaka dan sifat tarik komposit yang terkait. Komposit abaka / karbon / PMMA dengan pemuatan serat 20% dibuat menggunakan teknik *hand-lay up* dalam cetakan dingin dengan tekanan 2,185 MPa selama 60 menit. Sebelum fabrikasi, serat abaka diperlakukan alkali dalam larutan NaOH 6% pada suhu kamar untuk berbagai durasi (0, 4, 12, dan 36 jam). Serat karbon direndam dalam cairan N₂ selama sekitar 10 menit. Sifat kimia dan tingkat kristalinitas serat abaka sebelum dan setelah dialkali diperiksa dengan *fourier transformed infrared* (FTIR) *spectroscopy* dan *fourier transformed infrared* (XRD). Uji tarik dilakukan pada semua spesimen komposit berdasarkan ASTM D638-01. Hasil analisis FTIR menunjukkan bahwa *peak* yang terkait dengan hemiselulosa tidak teridentifikasi setelah alkalisasi. Namun, *peak* dikaitkan dengan residu lignin diidentifikasi. Hasil XRD menunjukkan bahwa derajat kristalinitas serat abaka meningkat setelah alkalisasi di mana nilai maksimum (68,12%) tercapai setelah alkalisasi selama 36 jam. Semakin lama alkalisasi serat abaka hingga 36 jam, semakin tinggi sifat tarik komposit yang terkait. Kekuatan tarik tertinggi, regangan, dan modulus elastisitas pada komposit tertinggi pada variasi 36 jam masing-masing 100,31 MPa, 0,00172 dan 5,87 GPa. Dapat disimpulkan bahwa sifat kimia dan kristalinitas serat abaka telah memberikan dampak pada sifat tarik komposit abaka / karbon / PMMA

Kata kunci: serat abaka, alkalisasi, *fourier transformed infrared*, *fourier transformed infrared*, komposit hibrid

1. PENDAHULUAN

Pada dunia saat ini, *dis-ability* memiliki permasalahan dalam menjalankan aktivitas sehari-hari. Para *engineer* dan *researcher* telah mengembangkan alat bantu anggota tubuh manusia yaitu prothesis yang terbuat dari logam. Namun, material logam memiliki kelemahan yaitu rentan terhadap korosi, berat dan harganya mahal. Hal itu memicu dikembangkannya komposit, suatu material baru hasil rekayasa yang tahan korosi, ringan dan memiliki harga ekonomis.

Inovasi material komposit dikembangkan secara intensif saat ini, salah satunya komposit *hybrid* sebagai bahan alternatif prothesis. Bahan alternatif komposit hybrid yang memiliki potensi dikembangkan adalah PMMA, serat karbon dan serat abaka, karena memiliki sifat-sifat yang kompatibel dengan persyaratan bahan untuk aplikasi biomedis (Bombač, 2007; Chandramohan & Marimuthu, 2011). Bahan untuk aplikasi Biomedis memerlukan sifat mekanis tinggi. Salah satu untuk meningkatkan sifat mekanis komposit serat alam adalah memberi perlakuan yang sesuai pada serat alam.

Banyak hal yang mempengaruhi performa komposit salah satunya adalah ikatan antara serat dengan matrik. Serat alam mempunyai sifat *hidrofilik* dan polimer mempunyai sifat *hidrofobik* (Holbery et al. 2006). Hal ini mengakibatkan lemahnya ikatan yang terjadi antara serat dengan matrik. Jika ikatannya lemah maka sifat mekanis dari komposit tersebut akan rendah (Roy et al., 2012). Perlakuan alkalisasi pada serat abaka dapat memperbaiki ikatan antara serat dan matrik (Cai et al., 2016)

Perlakuan alkalisasi merupakan metode kimia yang paling mudah dan memberikan pengaruh terhadap kekuatan mekanik serat abaka (Cai et al., 2016). Perlakuan alkalisasi pada suhu kamar dapat menghilangkan hemiselulosa, tetapi tidak untuk lignin (Sosiati et al. 2019). Karena itu, optimalisasi perlakuan kimia diperlukan untuk meningkatkan sifat mekanis serat abaka pada komposit

Beberapa penelitian sebelumnya terkait dengan perlakuan serat alam telah dilaporkan, diantaranya yaitu perlakuan NaOH 5% selama 2 jam, serat abaka menunjukkan peningkatan kristalinitas, kekuatan tarik dan modulus Young dibandingkan dengan serat yang tidak diolah, dan juga meningkatkan kekuatan geser antarmuka dengan epoksi (Cai et al., 2016). Perlakuan NaOH 6% selama 0, 4, 10, 24, dan 36 jam. Hasilnya durasi 36 jam meningkatkan kekuatan tarik kenaf / polypropylene (PP) dan dispersi serat yang sangat baik di komposit (Sosiati et al. 2019).

Selain itu, penelitian yang terkait dengan komposit polimer PMMA dengan penguat serat karbon dan sisal sebagai aplikasi biomedis telah dilakukan oleh Sosiati et al. (2019) yaitu melaporkan serat sisal yang diperlakukan dengan alkali dan serat karbon yang diolah dengan asam nitrit telah meningkatkan kekuatan tarik sebesar 49 MPa dan modulus elastisitas 1,3 GPa dari komposit hibrida sisal / karbon / PMMA.

Meskipun banyak penelitian tentang perlakuan alkalisasi pada serat alam. Namun, belum ada yang mengeksplorasi hubungan antara komposisi kimia, kristalinitas dan sifat tarik komposit *hybrid* abaka/karbon/PMMA sebagai bahan alternatif biomedis. FTIR dan XRD digunakan untuk menganalisa perubahan kimia dan kristalinitas serat abaka. Perubahan sifat (kimia dan kristalinitas) serat abaka yang diperoleh, dikaitkan dengan sifat tarik komposit hybrid abaka/karbon/PMMA untuk aplikasi perangkat biomedis.

2. METODE PENELITIAN

Bahan utama yang digunakan pada penelitian ini adalah serat abaka, serat karbon dan PMMA. Serat abaka dibeli dari Balai Penelitian Tanaman Pemanis dan Serat (Balittas), Malang, Jawa Timur. Serat karbon dengan kuat tarik dan modulus masing-masing 4,9 GPa dan 250 GPa dibeli di Hobbyrover, China. Sedangkan PMMA (ISO 1567 Type II Class I) diberi di Toko Dental Jaya, Indonesia.

Pertama serat abaka dicuci bersih dengan air mengalir dan dikeringkan didalam oven pada suhu kurang lebih 100°C selama 30 menit. Kemudian serat abaka dialkalisasi dalam larutan 6% NaOH pada suhu ruangan selama (0, 4, 12 dan 36 jam) dan dinetralkan dengan larutan 1% asam asetat. Untuk perlakuan terhadap serat karbon dilakukan dengan perendaman serat karbon dalam nitrogen cair (*liquid N₂*) selama 10 menit.

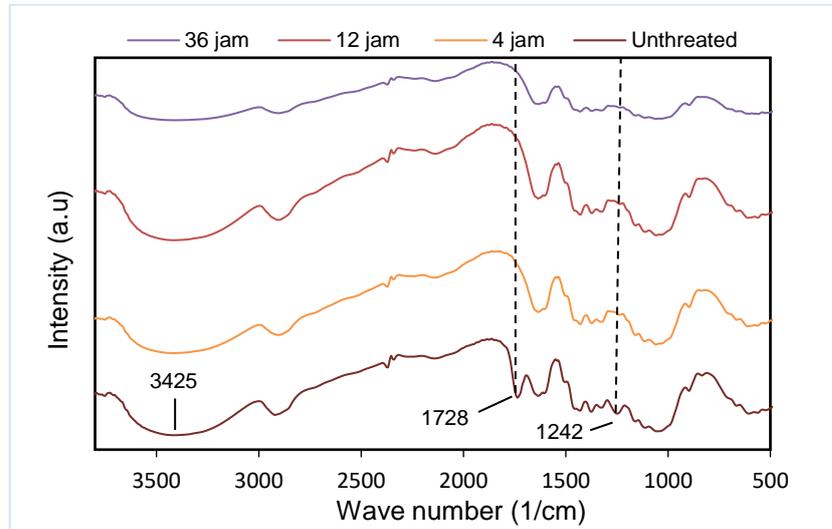
Setelah serat abaka dan karbon diberi perlakuan, selanjutnya dipotong masing-masing sepanjang 6 mm dan 10 mm dan disiapkan untuk fabrikasi komposit dengan fraksi volume serat (abaka dan karbon) 20%. Proses fabrikasi komposit dilakukan menggunakan *cold press molding* dan metode *hand lay-up* dengan tekanan 2,185 MPa selama 60 menit. Semua specimen komposit yang dihasilkan, diuji tarik dengan mengacu pada ASTM D638. Pada penelitian ini, serat abaka sebelum dan sesudah alkalisasi diuji dengan fourier transformed infrared (FTIR) spectroscopy dan x-ray diffraction (XRD) untuk mengetahui perubahan sifat (kimia dan kristalinitas) serat abaka.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 FTIR Serat Abaka

Hasil uji serat abaka dengan FTIR (gambar 1) menunjukkan perbedaan yang jelas antara serat abaka sebelum dan sesudah dialkali. Peak selulosa terdapat pada serat yang tidak diberi perlakuan, bersama dengan peak tambahan pada gelombang 1728 cm^{-1} dan 1242 cm^{-1} yang masing-masing menunjukkan gugus C=O dan C-O, peak pada 1728 cm^{-1} adalah karakteristik untuk peregangan karbonil kelompok karbosilat di hemiselulosa (Morán et al., 2008). Setelah alkalisasi baik jangka waktu pendek maupun lama pick tersebut tidak teridentifikasi. Hal ini menunjukkan bahwa hemiselulosa terlarut secara keseluruhan dalam larutan 6% NaOH baik jangka waktu pendek maupun lama (Sosiati et al., 2019) Peak pada posisi 1242 cm^{-1} menunjukkan gugus C-O dari kelompok asetil pada lignin. Setelah durasi alkali semakin lama peak tersebut terlihat semakin berkurang

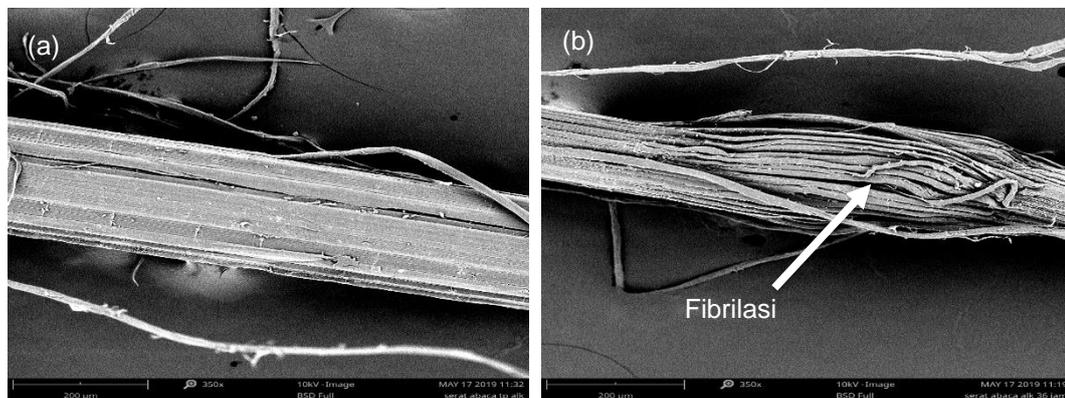
ketajamannya, mengindikasikan jumlah lignin yang berkurang akibat alkalisasi. Dapat disimpulkan bahwa hemiselulosa yang terkandung dalam serat abaka larut karena perlakuan alkali, tetapi lignin secara bertahap berkurang karena penambahan waktu alkali.



Gambar 1 Spektra FTIR dari serat abaka

3.2 Foto Scanning Electron Microscope (SEM) Permukaan Serat abaka

Foto SEM serat abaka (gambar 2) juga menunjukkan adanya perbedaan morfologi antara serat sebelum dan setelah alkali. Sebelum alkalisasi serat selulosa tergabung/terikat oleh lignin menjadi satu bundel serat. Akan tetapi, setelah alkalisasi selama 36 jam terlihat bahwa sebagian serat selulosa terurai dari ikatannya (terfibrilasi) akibat terlarutnya sebagian lignin dalam NaOH (gambar b). Dalam hal ini karakteristik serat abaka hasil uji SEM dan FTIR menunjukkan hasil yang sesuai.



Gambar 2 Foto SEM serat abaka

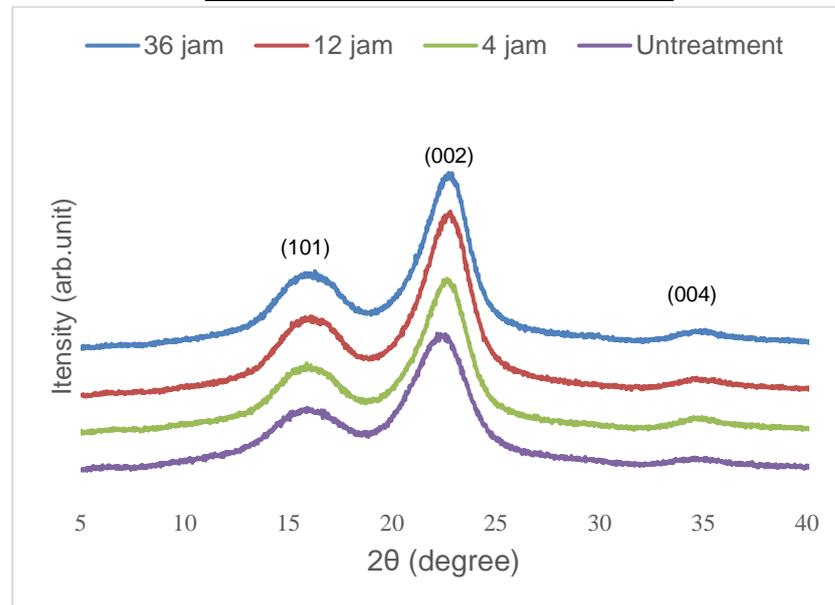
3.3 Hasil XRD serat abaka

Dari analisa XRD dan terlihat pada (gambar 3), menunjukkan bahwa durasi waktu alkali pada serat abaka semakin lama yaitu 36 jam dapat meningkatkan indeks kristalinitas selulosa sebesar 68,12 % dibandingkan dengan tanpa alkali dan, alkali 4, dan 12 jam yang disajikan pada (Tabel 1). Hal ini membuktikan bahwa proses alkali menyebabkan larutnya komponen selain kristal selulosa yang cenderung bersifat amorf (diskusi Harini Sosiati). Peningkatan kristalinitas pada alkali 36 jam kemungkinan disebabkan oleh kandungan lignin yang semakin sedikit dibandingkan tanpa alkalisasi dan, alkali 4, dan 12 jam yang dikuatkan pada FTIR dan SEM.

Dari XRD yang dilakukan dengan variasi alkali serat abaka, dapat ditarik kesimpulan bahwa indeks kristalinitas tertinggi pada alkali 36 jam dibandingkan dengan tanpa alkali dan, alkali 4, dan 12 jam. Untuk selanjutnya dilakukan karakterisasi komposit hibrid PMMA/karbon/abaka yang telah dibuat, Sehingga diperoleh pengaruh waktu alkalisasi serat abaka terhadap sifat tarik komposit hibrid

Tabel 1 indeks kristalinitas serat abaka

Waktu Alkalisasi	Indeks Kristalinitas (%)
Untreated	57,48
4 jam	65,87
12 jam	66,93
36 jam	68,12

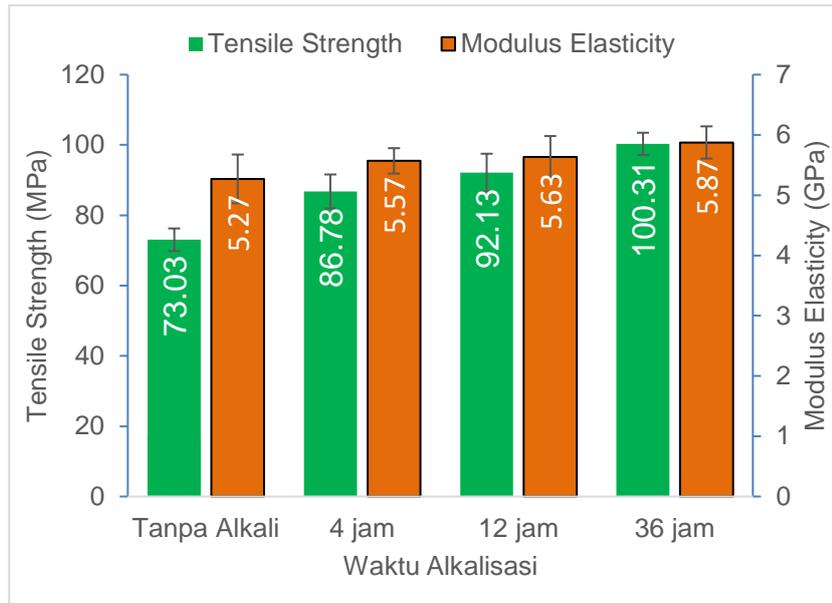


Gambar 3 XRD serat abaka

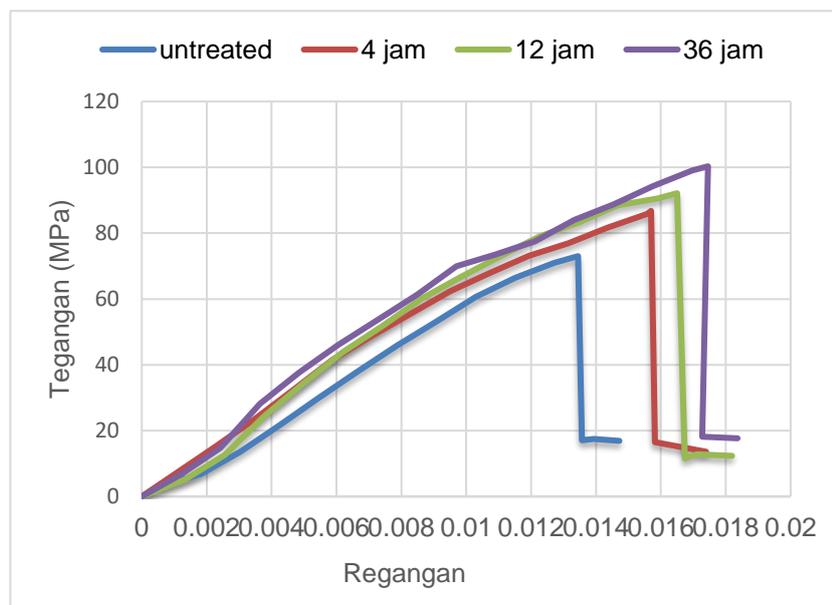
3.4 Sifat Tarik Komposit Hibrid Abaka/Karbon/PMMA

Dari hasil pengujian berdasarkan ASTM D638 tipe 1 didapatkan grafik sifat tarik komposit yang terlihat pada (gambar 4 dan 5).

Dari hasil pengujian tarik komposit *hybrid* abaka/karbon/PMMA pada Gambar 4 menunjukkan semakin lama durasi waktu perlakuan alkali meningkatkan kuat tarik dan modulus elastisitas yang ditunjukkan pada variasi 36 jam masing-masing sebesar 100.31 MPa dan 5.87 GPa. Nilai sifat tarik yang dihasilkan dari penelitian ini dibandingkan dengan hasil penelitian sebelumnya (Sosiati et al., 2019.), secara signifikan menunjukkan nilai yang lebih tinggi. Kuat tarik dan modulus elastisitas sisal/karbon/PMMA masing-masing 54.21 MPa dan 1.42 GPa.



Gambar 4 Grafik batang uji tarik komposit



Gambar 5 Grafik hubungan tegangan dan regangan uji tarik komposit

Dari (gambar 5) hubungan tegangan dan regangan komposit hibrid menunjukkan semakin tinggi kekuatan tarik juga meningkatkan regangan dan grafik menunjukkan bahwa komposit hibrid abaka/karbon/PMMA merupakan material getas. Dikarenakan disaat menerima beban tarik maksimum, material langsung mengalami patah dan tidak ada daerah plastis

Hasil penelitian ini menunjukkan perubahan komposisi kimia dan kristalinitas serat abaka dengan variasi lama alkalisasi yang ditunjukkan pada (Bagian 3.1, 3.2 dan 3.3) berpengaruh terhadap kuat tarik komposit hibrid abaka/karbon/PMMA untuk aplikasi bahan alternatif biomedis.

4. KESIMPULAN

Kesimpulan yang didapat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pengaruh lama alkalisasi menunjukkan bahwa hemiselulosa yang terkandung dalam serat abaka terlarut karena perlakuan alkalisasi, tetapi lignin secara bertahap berkurang karena penambahan waktu alkalisasi.
2. Pengaruh lama alkalisasi menunjukkan tingkat kristalinitas serat abaka meningkat seiring bertambahnya durasi waktu perlakuan alkalisasi dikarenakan penghapusan komponen amorf yaitu larutnya lignin secara bertahap yang memungkinkan serat selulosa untuk mengadopsi struktur yang lebih kristalin.
3. Komposit abaka/karbon/PMMA dengan variasi alkalisasi (0, 4, 12 dan 36 jam) berhasil dibuat dan hasil kuat tarik, tegangan dan modulus elastisitas pada komposit *hybrid* tertinggi pada variasi 36 jam masing-masing 100,31 MPa 0,0172 dan 5,87 GPa.
4. Hasil penelitian ini menunjukkan perubahan komposisi kimia dan peningkatan kristalinitas serat abaka setelah alkalisasi berpengaruh terhadap kuat tarik komposit hibrid abaka/karbon/PMMA sebagai bahan alternatif biomedis

DAFTAR PUSAKA

- ASTM Standard. D638. (2014). Standard Test Method for Tensile Properties of Plastics. United States. ASTM International.
- Bombač, D. (2007). *Review of Material in Medical Applications, Material and Geoenvironment*. 54(4), 471–499.
- Cai, M., Takagi, H., Nakagaito, A. N., Li, Y., & Waterhouse, G. I. N. (2016). Effect of alkali treatment on interfacial bonding in abaca fiber-reinforced composites. *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing*, 90, 589–597. <https://doi.org/10.1016/j.compositesa.2016.08.025>
- Chandramohan, D., & Marimuthu, K. (n.d.). *Tensile and Hardness Tests on Natural Fiber Reinforced Polymer Composite Material*. (6), 97–104.
- Holbery, J., & Houston, D. (2006). *Natural-Fiber-Reinforced Polymer Composites in Automotive Applications*. (November)..
- Morán, J. I., Alvarez, V. A., Cyras, V. P., & Vázquez, A. (2008). Extraction of cellulose and preparation of nanocellulose from sisal fibers. *Cellulose*, 15(1), 149–159. <https://doi.org/10.1007/s10570-007-9145-9>
- Roy, A., Chakraborty, S., Kundu, S. P., Basak, R. K., Basu Majumder, S., & Adhikari, B. (2012). Improvement in mechanical properties of jute fibres through mild alkali treatment as demonstrated by utilisation of the Weibull distribution model. *Bioresource Technology*, 107, 222–228. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2011.11.073>.
- Sosiati, H., Anugrah, R., Binangun, Y. A., Rahmatullah, A., & Budiyanoro, C. (2019). Characterization of tensile properties of alkali-treated kenaf/polypropylene composites. *AIP Conference Proceedings*, 2097(April). <https://doi.org/10.1063/1.5098288>
- Sosiati, H., Binangun, Y. A., & Utama, A. P. (2019). *The Mechanical Properties of Sisal / PMMA and Sisal / Carbon / PMMA Biomedical Composites*.