

Pengembangan dan Penentuan Sifat Mekanik Komposit Poliester yang Diperkuat dengan Serat Bundung

Sulaiman Thalib, Husni, M. Aufar Shiddiq

Jurusan Teknik Mesin dan Industri, Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala

Jl. Tgk. Syech Abdurrauf No. 7 Darussalam – Banda Aceh 23111, Indonesia

E-mail: sulaimanthalib@unsyiah.ac.id

Abstract

The aim of this study is to investigate the flexural, tensile and impact strength of polyester matrices composite reinforced with weed (*Scirpus Grossus*) fiber. In this study the composite materials have been made where using was Yukalac C-108 B type polyester resin and the fiber using was weed which was treated 4 hours immersion using 5% NaOH, then rinsed with clean water, then dried in the sun for 1 day. The composite was made by hand lay-up method, with the composition of fiber and resin used (95%: 5%, 95%: 5% and 15%: 85%). Samples and mechanical testing procedures, following the standard size and testing ASTM D638-I for tensile testing, ASTM D-790 for flexural testing, and ASTM D256 for impact testing. The results of this study indicate a maximum tensile stress value of 16, 672 MPa with a fiber content of 10%, and a maximum tensile strain value of 0.033, with a fiber content of 10%. the yield value at the maximum flexural strength is 70.6 MPa, with a fiber content of 10% continues to decrease until the lowest flexural strength value is 32.73 MPa, with a fiber content of 15%. the maximum impact strength is 11.46 J, with a fiber content of 15%, and the lowest impact strength value is 7.0315 J, with a fiber content of 5%.

Keywords: weed, polyester composite, tensile, flexure, impact

1. Pendahuluan

Penggunaan bahan komposit pada saat ini sudah digunakan secara luas untuk berbagai keperluan bahan teknik ataupun untuk bahan yang bersifat konsumtif. Hal ini dapat kita lihat seperti penggunaan untuk konstruksi, kelautan, peralatan olah raga, peralatan rumah tangga bahkan untuk pakaian sebagai contoh sepatu. Bahan komposit telah menjadi bahan pengganti untuk bahan-bahan yang biasa digunakan seperti baja, aluminium dan bahan logam lainnya karena memiliki rasio berat lebih tinggi dan sulit dalam pemrosesan. Bahan komposit itu sendiri didominasi oleh bahan komposit FRP (Fiber Reinforced Polymer) dimana polimer berfungsi sebagai matriks dan serat sebagai bahan penguat.

Komponen otomotif yang terbuat dari bahan logam semakin lama semakin menurun jumlahnya akibat proses pembentukan yang sukar, dapat mengalami korosi dan biaya produksi yang tinggi. Karena itu dikembangkan bahan yang memiliki sifat menyerupai karakteristik logam yang sudah biasa digunakan, salah satu bahan pengganti tersebut adalah bahan komposit [1]. Komposit matrik polimer yang diperkuat dengan serat buatan yaitu serat gelas, serat karbon dan serat aramid merupakan komposit yang paling banyak digunakan dan paling luas penggunaannya seperti pada otomotif, bangunan dan konstruksi, listrik dan barang-barang elektronik, pembuatan pipa dan tanki, barang konsumsi, tenaga angin, maritim, pertahanan dan penerbangan, dan

penggunaan lainnya. Penggunaan pada bangunan dan konstruksi merupakan jumlah yang paling besar, sedangkan penggunaan pada pertahanan dan penerbangan menempati urutan ke dua. Komposit matriks polimer yang memiliki pangsa pasar terbesar dibandingkan dengan komposit matriks dari bahan yang lain seperti komposit matriks keramik ataupun komposit matriks logam[2].

Komposit matriks polimer yang diperkuat dengan serat buatan dapat menimbulkan masalah dengan lingkungan menyangkut dengan pencemaran yang ditimbulkannya, karena serat buatan tidak mampu terurai secara bio sehingga semakin lama semakin banyak yang terkumpul didalam tanah atau diatas permukaan tanah[3,4,5].

Untuk mengatasi masalah tersebut, maka penggunaan serat alam merupakan suatu pilihan karena mampu terurai secara bio, sehingga dapat mencegah pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh bahan komposit bekas pakai yang terbuang secara sembarangan [6,7].

Penggunaan serat alam sebagai bahan penguat dalam pengembangan bahan komposit sudah dilakukan secara intensif. Berbagai jenis serat alam sudah atau sedang dilakukan penelitian untuk digunakan sebagai bahan penguat komposit matriks polimer [7].

Serat alam yang digunakan sebagai bahan penguat komposit matriks polimer umumnya berasal dari

tumbuhan yaitu yang berasal dari daun, buah, kulit batang pohon, batang pohon maupun biji-bijian[8].

Keuntungan penggunaan serat alam disamping mampu terurai secara bio, serat alam juga tidak beracun, dapat diperbaharui, kekuatan dan kekakuan setara dengan serat buatan[9], murah dan mudah didapat[10,11] di alam baik yang berasal dari budidaya perkebunan maupun yang bersumber sebagai tumbuhan liar. Serat alam juga memiliki sifat mekanik yang baik dan masa jenis rendah [12].

Serat alam ini memiliki kekurangan dalam penggunaan sebagai bahan penguat komposit matriks polimer. Kekurangan ini muncul karena serat alam bersifat hidrofilik sedangkan polimer bersifat hidrofobik[7,13], kedua sifat tersebut menyebabkan ketidaksesuaiannya dengan matriks polimer sehingga rekatan antarmuka matriks dan penguat tidak baik. Permasalahan ketidaksesuaian ini dapat diatasi dengan melakukan modifikasi secara kimia, fisik atau modifikasi gabungan secara kimia dan fisik.

Jenis-jenis serat alam yang dapat digunakan sebagai bahan penguat komposit matriks polimer juga sangat tergantung ketersediaan masing-masing tempat, karena tidak semua tempat menghasilkan serat alam dari sumber yang sama. Penggunaan serat alam yang dihasilkan secara lokal merupakan suatu pilihan sehingga dapat diperoleh dengan mudah seperti serat bundung dan typha yang saat ini dianggap sebagai parasit atau gulma [7,14].

Salah satu serat alam yang berasal dari gulma dan sangat mudah didapat di Aceh adalah serat bundung yang dapat ditemukan dipersawahan dan tumbuh sebagai gulma yang mengganggu petani padi, bundung ini juga dapat tumbuh di rawa-rawa air tawar. Serat bundung ini dapat dimanfaatkan pembuatan kain tenun sangat baik [15], sedangkan di Aceh serat bundung ini digunakan untuk membuat tikar anyaman daun bundung.

Serat bundung memiliki kekuatan serat yang sangat tinggi karena adanya jaringan penyusun epidermis berupa jaringan parenkim. Jaringan parenkim ini sangat banyak, tersebar secara merata dan rapat [15]. Sehingga tanaman bundung sangat berpotensi untuk dimanfaatkan dan dikembangkan dalam kajian ilmu bahan.

Penelitian yang telah dilakukan sebelumnya oleh Khaidar dan kawan-kawan [15] terhadap serat bundung yang telah direndam dalam larutan kimia alkali (NaOH). Konsentrasi larutan NaOH dalam air yang digunakan adalah 2,5% dan 5%, sedangkan waktu perendaman yang dilakukan adalah mulai 10, 30, 60, 90, 120 dan 150 menit. Kekuatan serat bundung tertinggi diperoleh pada perendaman serat

dalam konsentrasi 5% NaOH selama 30 menit yaitu 120 MPa.

Tujuan penulisan artikel ini adalah untuk menyelidiki sifat mekanik pengujian tarik, tekan, lentur dan pengujian impak terhadap komposit matriks poliester yang diperkuat serat bundung yang telah dimodifikasi secara kimia menggunakan larutan kimia NaOH. Konsentrasi larutan dan waktu peredaman yang digunakan mengikuti penelitian yang telah dilakukan sebelumnya yang konsentrasi 5% NaOH selama 30 menit. Sifat mekanik bahan komposit ini sangat dipengaruhi oleh komposisi serat yang ada di dalamnya.

2. Metode dan Peralatan

2.1 Lokasi penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Rekayasa Material Program Studi Teknik Mesin Universitas Syiah Kuala.

2.2 Bahan

Material yang digunakan pada penelitian ini adalah batang bundung atau mensiang (*Scirpus Grossus*) sebagai penguat yang diambil dari rawa-rawa air tawar sekitar Aceh Jaya. Bentuk batang bundung dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Batang mendung

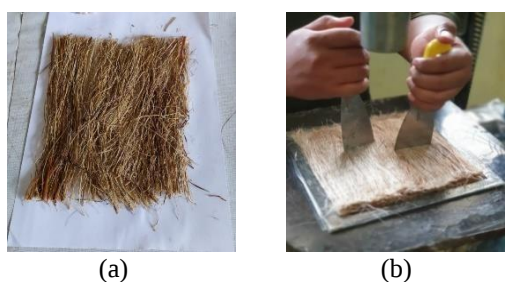
Resin Poliester yang digunakan adalah YUKALAC C-108 B dan katalis jenis MEPOXE untuk pengeras yang digunakan sebagai matriks diperoleh dari toko yang menjual resin di Banda Aceh.

2.3 Pembuatan Komposit

Serat bundung yang digunakan untuk penguat komposit matriks poliester telah dipisahkan dari batangnya dengan cara *retting*, selanjutnya serat tersebut direndam dalam larutan alkali (NaOH) dan kemudian lakukan proses pencucian untuk

menghilang sisa larutan alkali diikuti proses berikutnya yaitu pengeringan serat dengan sinar matahari, pengeringan dilanjutkan dengan pemanasan dalam dapur. Selanjutnya serat dipotong sesuai dengan ukuran cetakan yang sudah dipersiapkan sebelumnya. Poliester bening diperoleh dari pasar bebas digunakan sebagai bahan matriks untuk pembuatan komposit yang diperkuat dengan serat bundung.

Proses pembuatan komposit dilakukan dengan metode *hand lay up* yaitu proses melaminasi resin pada serat dengan menggunakan kuas atau peralatan lainnya secara manual. Proses pembuatan komposit tersebut seperti ditunjukkan Gambar 2, a serat bundung dan b proses *hand lay up*. Komposisi resin dan serat yang digunakan untuk pembuatan komposit dapat dilihat pada Tabel 1.



Gambar 2 (a) Serat bundung (b) proses *hand lay up*

Tabel 1. Komposisi resin poliester dan serat bundung

Nomor	Komposisi berat poliester (%)	Komposisi berat serat bundung (%)
1	95	5
2	90	10
3	85	15

2.4. Penyiapan Sampel

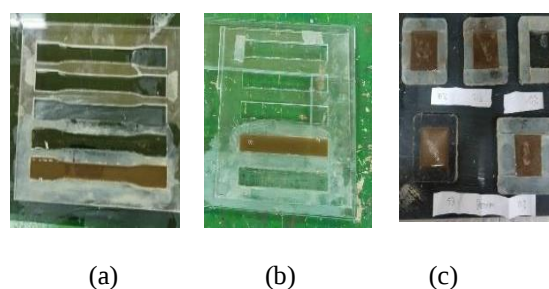
Spesimen yang digunakan untuk pengujian mekanik yaitu pengujian tarik, pengujian *bending* dan pengujian dampak disediakan dengan cara mencetak langsung sesuai dengan masing-masing standar. Dalam hal ini menggunakan standar ASTM D638 untuk pengujian tarik, standar ASTM D790 untuk pengujian *bending* dan standar ASTM D256 untuk pengujian dampak seperti ditunjukkan dalam Gambar 3.

Spesimen yang sudah selesai dipersiapkan ditunjukkan dalam Gambar 4

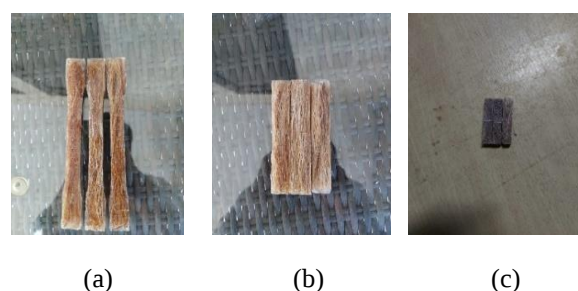
3. Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan hasil yang diperoleh pada pengujian sampel uji *bending* terhadap sampel bahan komposit yang diperkuat dengan serat bundung yang telah

mengalami perlakuan kimia alkali, komposisi serat dalam komposit 5%, 10% dan 15% seperti ditunjukkan dalam Tabel 2. Sampel komposit yang memiliki komposisi serat 10% memiliki kekuatan *bending* paling tinggi dibandingkan dengan komposit pada komposisi serat lainnya. Sedangkan kekuatan terendah pada komposisi 15% komposisi serat. Berdasarkan hasil yang diperoleh pada pengujian sampel uji *bending* terhadap sampel bahan komposit yang diperkuat dengan serat bundung yang telah mengalami perlakuan kimia alkali, komposisi serat dalam komposit 5%, 10% dan 15% seperti ditunjukkan dalam Tabel 2. Sampel komposit yang memiliki komposisi serat 10% memiliki kekuatan *bending* paling tinggi dibandingkan dengan komposit pada komposisi serat lainnya. Sedangkan kekuatan terendah pada komposisi 15% komposisi serat.



Gambar 3. (a) cetakan uji Tarik ASTM D638-I (b) cetakan uji *bending* ASTM D-790 (c) cetakan uji dampak ASTM D256



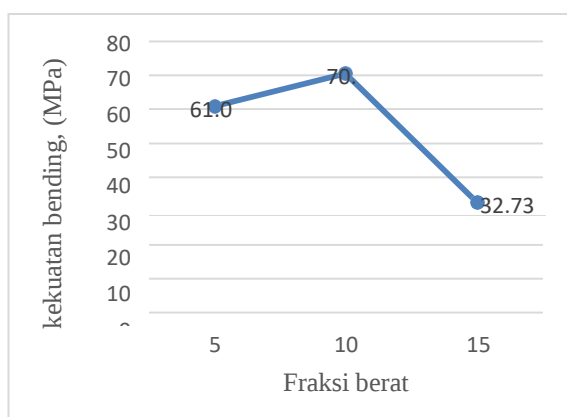
Gambar 4. a. spesimen tarik, b. spesimen *bending* dan c. spesimen dampak.

Hasil pengujian kekuatan *bending* ketika diplot dalam hubungan kekuatan *bending* dan komposisi berat serat menunjukkan adanya kenaikan kekuatan tarik 61,04 MPa pada komposisi 5% menjadi 70,6 MPa pada komposisi 10% serat, kekuatannya menurun menjadi 32,73 MPa pada komposisi 15%, Hubungan kekuatan *bending* dan komposisi berat dapat dilihat pada Gambar 5 Hasil pengujian kekuatan *bending* ketika diplot dalam hubungan kekuatan *bending* dan komposisi berat serat menunjukkan adanya kenaikan kekuatan tarik 61,04 MPa pada komposisi 5% menjadi 70,6 MPa pada

komposisi 10% serat, kekuatannya menurun menjadi 32,73 MPa pada komposisi 15%, Hubungan kekuatan bending dan komposisi berat dapat dilihat pada Gambar 5.

Tabel 2. Hasil pengujian bending

No	Komposisi (%)		Kekuatan Lentur (MPa)
	Serat	Resin	
1	5%	95%	61,04
2	10%	90%	70,6
3	15%	85%	32,73



Gambar 5 Hubungan kekuatan bending terhadap komposisi dalam persen berat serat.

Pengujian tarik yang merupakan pengujian sifat mekanik utama bahan juga sudah dilakukan pada komposit matriks poliester yang diperkuat dengan serat bundung yang telah mengalami perlakuan kimia dengan cara yang sama seperti yang telah dilakukan terhadap sampel pada pengujian bending. Dari hasil pengujian tarik diperoleh kekuatan tarik dan regangan tarik seperti dicantumkan dalam Tabel 3. Kekuatan tarik dan regangan tarik menunjukkan kenaikan. Kekuatan tarik dan regangan tarik komposit yang mengandung 5% serat adalah 9,51 MPa dan 0,025, kekuatan tarik dan regangan tarik pada komposit 10% serat 10,27 MPa dan 0,028, sedangkan kekuatan tarik dan regangan tarik pada komposit yang mengandung 15% serat adalah sebesar 16,67 MPa dengan regangan 0,033. Hasil pengujian tarik ini dicantumkan dalam Tabel 3. Hubungan kekuatan tarik dan komposisi berat serat diplot dalam Gambar 6 sedangkan hubungan regangan tarik dan komposisi berat serat diplot dalam Gambar 7.

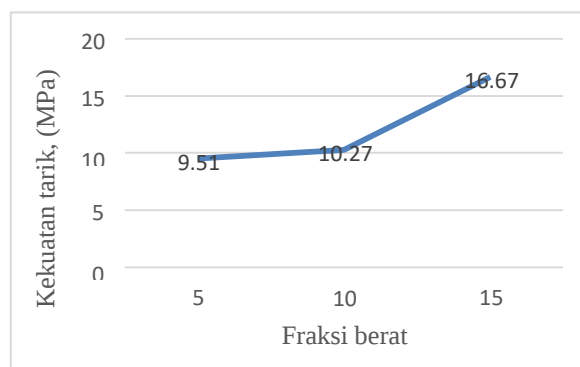
Dari hubungan kekuatan tarik dan komposisi berat serat dan hubungan regangan tarik dengan komposisi berat serat menunjukkan kenaikan yaitu

kekuatan dan regangan tertinggi ditemukan pada komposisi berat yang tinggi 15% dengan kekuatan tarik 16,67 MPa dan regangannya 0,033.

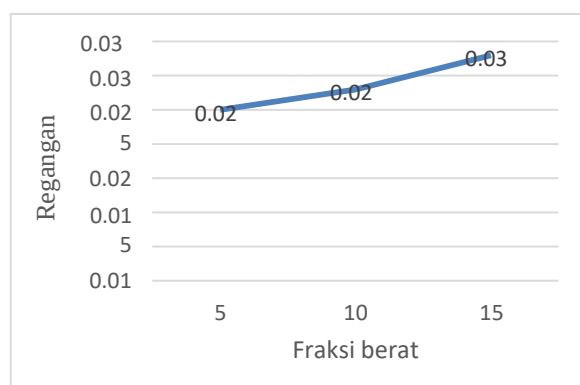
Tabel 3 Hasil pengujian Tarik

NO	Komposisi (%)		Regangan tarik	Kekuatan tarik (MPa)
	Serat	Resin		
1	5%	95%	0,025	9.51
2	10%	90%	0,028	10,27
3	15%	85%	0,033	16,67

Pengujian impak merupakan pengujian yang dilakukan untuk mengetahui ketangguhan dari bahan terhadap beban tumbukan atau beban yang muncul secara tiba-tiba dalam waktu yang sangat cepat. Pada bahan komposit yang telah dikembangkan ini juga dilakukan pengujian impak, bahan komposit dipersiapkan dengan cara yang sama seperti untuk pengujian bending dan pengujian tarik. Hasil pengujian impak dicantumkan dalam Tabel 4. Hubungan energi yang diserap atau kekuatan impak dengan komposisi berat serat diplot dalam Gambar 8



Gambar 6. Hubungan kekuatan tarik dan komposisi berat



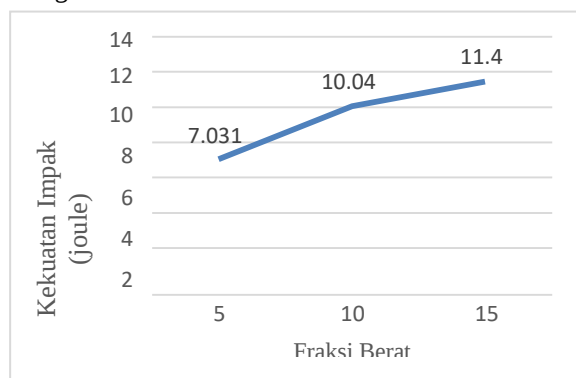
Gambar 7. Hubungan regangan tarik dan komposisi berat.

Dari hubungan tersebut menunjukkan kenaikan kekuatan impak dengan naiknya komposisi berat serat, Kekuatan impak untuk komposit yang mengandung 5% serat adalah 7,0315 J, untuk komposit dengan 10% serat 10,045 J, dan untuk komposit yang mengandung 15% serat kekuatan impaknya adalah 11,46 J. Pada pengujian impak juga menunjukkan trend kenaikan kekuatan dengan naiknya komposisi serat.

Tabel 4. Hasil pengujian impak

o.	Komposisi		Energi Impak (J)
	Serat	resin	
1	5%	95%	7,0315
2	10%	90%	10,045
3	15%	85%	11,460

Dari hasil pengujian bending, pengujian tarik dan pengujian impak menunjukkan bahwa dengan meningkatnya komposisi serat bundung akan meningkatnya sifat mekanik komposit poliester yang diperkuat dengan serat bundung, hal ini sesuai seperti yang dilaporkan oleh Sutrisno dan Azmal [16], Walaupun demikian terdapat penyimpangan pada pengujian bending, yang mana sampel komposit poliester dengan komposisi 15%, diperoleh kekuatan bending yang paling rendah dibandingkan dengan kekuatan bending pada komposisi lainnya. Menuurunya kekuatan bending komposit komposisi 15% serat karena sukarnya resin membasahi atau memasuki celah-celah diantara serat sehingga ikatan atau rekatan antara serat dan matriks tidak baik dan terjadinya *delaminating*. Buruknya ikatan antarmuka antara matriks poliester dengan serat bundung diduga karena proses pembuatan yang dilakukan secara manual dan tanpa memberikan tekanan pada saat proses pencetakan komposit, sehingga resin tidak mengalir diantara celah-celah serat.



Gambar 8. Hubungan kekuatan impak dengan komposisi berat serat

4. Kesimpulan

Berdasarkan data hasil pengujian sifat mekanik komposit poliester yang diperkuat dengan serat bundung, menunjukkan adanya pengaruh komposisi terhadap kenaikan sifat mekanik, yaitu kekuatan bending, kekuatan tarik, regangan tarik, dan kekuatan impak. Kekuatan bending menunjukkan nilai paling rendah pada komposisi serat 15% yaitu 32.73 MPa sedangkan kekuatan bending maksimum pada komposisi serat 10% yaitu 70.64 MPa. Kekuatan tarik maximum dan regangan tarik maksimum adalah pada komposisi 15% serat yaitu 16,672 MPa, dan 0,033 mm, sedangkan kekuatan tarik dan regangan tarik minimum terdapat pada komposisi serat 5%, Pengujian impak menunjukkan kekuatan maksimum pada komposisi serat 15% sedangkan kekuatan terendah pada komposisi 5% serat. Secara umum menunjukkan kenaikan sifat mekanik dengan meningkatnya komposisi serat bundung.

Daftar Pustaka

- [1] Mohd. Iqbal, Y. Aminanda, T. Firsia, M. Ali, 2020, **Bending Strength of Polyester Composites Reinforced with Stitched Random Orientation and Plain Weave Abaca Fiber**, Materials Science and Engineering, 2–9
- [2] Anonim, 2020. **Fortune Business Insights, Market Research Report, composites market** <https://www.fortunebusinessinsights.com/composites-market-102295>, diakses tanggal 3 Maret 2022
3. S.N. Monteiro, F.P.D. Lopes, A.S. Ferreira, D.C.O. Nascimento. **Natural fiberpolymer matrix composites: cheaper, tougher and environmentally friendly**, JOM: the journal of the Minerals, Metals & Materials Society 61(1):17-22, 2009. doi: 10.1007/s11837-009-0004-z
4. P. Wambua, I. Ivens, I. Verpoest. **Natural fibers: can they replace glass in fibre reinforced plastics?** Composites Science and Technology, 2003, 63(9), 1259–1264,. [https://doi.org/10.1016/S0266-3538\(03\)00096-4](https://doi.org/10.1016/S0266-3538(03)00096-4)
5. Sulaiman Thalib, Nurdin Ali, Husni, Frendy Imanuddin, 2020. **Fracture Surface of Polyester/Areca Nut Fiber Composite Under Impact and Tensile Loading**, International Journal of Emerging Trends in Engineering Research. 8(6), 25232526, <https://doi.org/10.30534/ijeter/2020/51862020>

6. D. Fouad, D, and M. Farag. 2019. **Design for Sustainability with Biodegradable Composites**, Design Engineering and Manufacturing. <https://doi.org/10.5772/intechopen.88425>
7. Samsul Rizal, Ikramullah, Deepu A. Gopakumar, Sulaiman Thalib, Syifaul Huzni and H. P. S. Abdul Khalil. 2018. **Interfacial Compatibility Evaluation on the Fiber Treatment in the Typha Fiber Reinforced Epoxy Composites and Their Effect on the Chemical and Mechanical Properties**, *Polymer*, 2018,10(1316)<https://doi.org/10.3390/polym10121316>
8. Sanjay, M.R.; Arpitha, G.R.; Yogesha, B, 2015. Study on Mechanical Properties of Natural—Glass Fibre Reinforced Polymer Hybrid Composites: A Review. *Mater. Today Proc.* 2, 2959–2967.
9. J. Sliseris, L. Yan, B. Kasal. 2016. **Numerical modelling of flax short fibre reinforced and flax fibre fabric reinforced polymer composites**. *Compos. Part B Engineering*, , 89, 143–154.
10. V.G. Gethamma, K.T. Mathew, R. Lakshminarayanan, R, and S. Thomas. 1998. **Composite of Short Coir Fibres and Natural Rubber: Effect on Chemical Modification, Loading and Orientation of Fibre**, *Journal Polymer*. 1998, 39(6-7): 1483-1491,. [https://doi.org/10.1016/S0032-3861\(97\)00422-9](https://doi.org/10.1016/S0032-3861(97)00422-9)
11. P.H. Joseph, M.S. Robello, L.H.C. Mattoso, K. Joseph , and S. Thomas. 2002. **Environment Effect on The Degredation Behaviour of Sisal Fibre Reinforced Polypropylene Composites**, *Journal Composite Science and Technology*, 2002, 62(10-11), 1357-1372 [https://doi.org/10.1016/S0266-3538\(02\)00080-5](https://doi.org/10.1016/S0266-3538(02)00080-5)
12. Ponnukrishnan, P.; Chithambara, T.M.; Richard, S. 2014. Mechanical Characterisation of Typha Domingensis. *Am. Int. J. Res. Sci. Technol. Eng. Math.*, 6, 241–244.
13. A. Ayensu. 2000. **Interfacial Debonding of Natural Fiber Reinforced Composite**, *Quart Sci Vision*, 6, 25-34.
14. Ramanaiah, K.; Ratna Prasad, A.V.; Chandra Reddy, K.H. 2011. **Mechanical Properties and Thermal Conductivity of Typha angustifolia Natural Fiber–Reinforced Polyester Composites**. *Int. J. Polym. Anal. Charact.* 16, 496–503.
15. Hafidh Rayana Khaidar, Irfana Diah Faryuni, dan Asifa Asri, 2019. **Analisis Kekuatan Tarik Serat Bundung (Scirpus Grossus) dengan Variasi Perlakuan Alkali**. Universitas Tanjungpura, Pontianak, Indonesia.
16. Sutrisno dan Azmal, 2020. **Analisa Sifat Mekanik Pengaruh Variasi Perendaman dan Penekanan Pada Komposit Berbahan Serat Bundung**, *Journal Elkha*, 12(2), 119 - 124