

Pembuatan Komposit dari Serat Sabut Kelapa dan Resin Polyester sebagai Material untuk Helm

Cory Dian Al'farisi^a, Nurfatihayati^{a*}, Drastinawati^a, Khairat^a,
Muhammad Akbar^{a,b}, Chantika Maharani^a

^aProgram Studi D3 Teknik Kimia, Universitas Riau, Pekanbaru 28293, Indonesia

^bPT Riau Andalan Pulp and Paper, Jl. Lintas Timur Pangkalan Kerinci, Pelalawan 28300, Indonesia

ARTICLE HISTORY

Received : 04-09-2023

Accepted : 23-11-2023

Published : 28-11-2023

KEYWORDS

Helmet

Composite

Resins

Impacts

Pull

*correspondence author:

Email: nurfatihayati@lecturer.unri.ac.id



ABSTRACT

A composite is a material made from a combination of two or more materials. The purpose of this study was to determine the feasibility of a reinforced configuration of coco fiber. The method of making this composite used the hand lay-up method or an open mold process. The test results of the coir fiber composite had an actual density value of 60% fiber and 40% resin composition of 1.19 g/cm³ and the lowest porosity value of 0.58% in the random arrangement fiber impact test specimen. The best value of impact toughness was found in the composition of 50% fiber and 50% resin of 271,311.29 J/m² in straight fiber specimens with ductile mechanical properties. This value was much higher than the impact toughness of SNI 18111-2007 helmet material of 9,720 J/m². Based on these results, the composite material, polyester resin reinforced with coconut fiber, is suitable as an alternative material in the manufacture of SNI helmets when viewed from the value of impact toughness and tensile strength.

1. PENDAHULUAN

Serat alam adalah serat yang berasal dari alam dan bukan serat buatan atau serat hasil rekayasa manusia. Salah satu sumber serat alam adalah serat tumbuhan seperti sabut kelapa, enceng gondok, rami, rosela, nanas, kapuk, dan bambu. Serat alam termasuk sumber alam terbaharukan dan memiliki beberapa kelebihan dari serat buatan, yaitu banyak tersedia di alam, bobotnya lebih ringan, kekuatan yang relatif tinggi, mudah diolah secara alami dan tidak menghasilkan gas berbahaya, tidak bersifat abrasif pada alat-alat proses, tidak menimbulkan iritasi pada kulit, dan ramah lingkungan (Kiruthika, 2017; Ahmad dkk, 2014; Saba dkk, 2016). Beberapa kekurangan serat alami adalah memiliki dimensi yang tidak teratur, kaku, rentan terhadap panas, mudah menyerap air dan cepat lapuk (Astika dkk, 2013).

Serat dapat dimanfaatkan sebagai penguat dan meningkatkan kekuatan tarik dan kekakuan (Rodiawan dkk, 2016). Sifat-sifat khusus serat alam ini dapat dimanfaatkan sebagai material komposit/ Komposit terbentuk dari kombinasi dua atau lebih campuran yang heterogen, dimana sifat mekanik pada setiap material pembentuknya berbeda. Proses pembuatan komposisi melalui dua atau lebih tahap yang bervariasi karena material pada tahap pertama menjadi penguat pada tahap kedua. Tahap kedua ini disebut dengan matriks. (Manurung dkk, 2020).

Sabut kelapa merupakan salah satu limbah alam yang dapat dimanfaatkan sebagai komposit. Beberapa penelitian telah dilakukan untuk menggali potensi serat yang terkandung pada sabut kelapa. Menurut Astika dkk (2013), kekuatan tarik, kekuatan lentur, dan kekuatan

impact komposit dari serat sabut kelapa berbanding lurus dengan ukuran panjang dan volume serat yang digunakan. Manurung dkk (2020) menggunakan penambahan NaOH untuk membersihkan kotoran, mengurangi kadar air, dan menghilangkan kandungan lignin pada sabut kelapa. Hasil optimum diperoleh menggunakan rasio fraksi volume serat terhadap resin sebesar 30:70 dengan nilai bending 115,06 MPa. Hasil uji modulus elastisitas bending komposit dari serat sabut kelapa terbaik diperoleh oleh Oroh dkk (2013) sebesar 619047,619 MPa pada komposisi rasio serat terhadap resin sebesar 40% : 60%. Hasil terbaik diperoleh Judilla (2021) pada rasio serat: resin yang sama dengan nilai uji *impact* sebesar 30,240 J/mm² dan uji tarik sebesar 72,88 MPa.

Pada penelitian ini dilakukan pembuatan komposit dari serat sabut kelapa yang diawali dengan penambahan NaOH 6% pada proses perendaman sabut kelapa selama 1 jam. Selanjutnya dilakukan pembuatan komposit dengan variasi susunan serat sabut lurus dan acak, serta komposisi rasio serat sabut kelapa terhadap resin BTQN 157 adalah 0% : 100%, 10% : 90%, 20% : 80%, 30% : 70%, 40% : 60%, 50% : 50%, 60% : 40% dan 70% : 30%. Pada masing-masing komposit dilakukan uji mekanik yaitu uji tarik, uji *impact*, uji densitas dan uji porositas dan dibandingkan dengan nilai standar material untuk helm berdasarkan SNI 18111-2007.

2. METODE

2.1 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah mixer, timbangan digital, amplas, cetakan silikon, gelas kimia 100 ml, spuit 1 ml, labu ukur 1000 ml, wadah perendaman (ember), cawan porselen, batang pengaduk, kikir gergaji, jangka sorong, densitometer, alat uji tarik mini, dan alat uji *impact*. Bahan yang digunakan adalah serat sabut kelapa, resin polyester, katalis resin *hardener* MEKP, dan NaOH 5% dan aquadest.

2.2 Prosedur Penelitian

Berdasarkan penelitian Judilla (2021), proses pembuatan komposit diawali dengan menyiapkan bahan-bahan dan peralatan yang diperlukan dalam pengerjaan pembuatan komposit. Kemudian pemilihan serat sabut kelapa yang tebal dan kaku. Serat tersebut dibersihkan dengan cara merendam menggunakan NaOH 5% selama 60 menit. Proses ini bertujuan agar kotoran yang menempel pada serat tersebut terbuang. Setelah itu, dilakukan pembilasan serat menggunakan aquadest hingga warna serat menjadi terang. Selanjutnya serat ditiriskan dan dilakukan pengeringan di bawah terik matahari selama 3 hari.

Komposisi perbandingan serat dengan resin polyester sesuai dengan perbandingan 60% serat dan 40% resin. Kemudian dilakukan pencampuran resin polyester dengan katalis *hardener* sebanyak 1% dari jumlah komposisi resin di dalam gelas kimia sampai kedua bahan tercampur secara merata. Bahan yang sudah tercampur dilakukan pencetakan komposit dengan menggunakan cetakan yang berbahan silikon berdasarkan standar ASTM uji *impact* dan uji tarik. Proses pencetakan dilakukan dengan cara mencampurkan serat sabut kelapa dengan resin polyester secara merata dalam cetakan sesuai dengan variasi susunan serat yaitu lurus dan acak.

Kemudian cetakan yang sudah berisi campuran serat sabut kelapa dan resin polyester tersebut 24 didinginkan pada temperatur ruangan selama 3 hari. Setelah spesimen mengeras, spesimen tersebut dikeluarkan dari cetakan, dirapikan, dibersihkan dan diratakan semua sisinya menggunakan amplas. Selanjutnya dilakukan pengujian mekanik terhadap spesimen yaitu uji densitas, uji porositas, uji *impact* dan uji tarik.

2.3 Prosedur Uji Densitas Aktual Komposit Spesimen

Uji densitas aktual spesimen diawali dengan menimbang sampel dan mencatat berat sampel. Kemudian diukur dan dicatat panjang, lebar dan tinggi sampel, dan dihitung volume sampel. Hitung densitas aktual sampel menggunakan persamaan (1).

$$\rho = \frac{m}{V} \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan:

ρ = densitas (g/cm³)

m = massa (g)

V = volume (cm³) = panjang (cm) x lebar (cm) x tinggi (cm)

2.4 Prosedur Uji Porositas Komposit Spesimen Uji Tarik dan Uji Impact

Porositas adalah rasio volume pada rongga-rongga pori terhadap volume total seluruh bahan. Pada umumnya porositas dinyatakan sebagai porositas terbuka. Uji porositas dilakukan dengan menggunakan data densitas actual dan densitas teoritis yaitu 1,2 g/cm³ (Nuryati dkk, 2020). Perhitungan untuk menentukan nilai porositas sampel komposit dengan menggunakan persamaan (2) (Sulardjaka dkk, 2011).

$$\text{Porositas (\%)} = \left[1 - \left(\frac{\text{densitas aktual}}{\text{densitas teoritis}} \right) \right] \times 100\% \dots\dots\dots (2)$$

2.5 Prosedur Uji Tarik Komposit (ASTM D 638-03)

Uji tarik dilakukan menggunakan alat uji tarik mini dan aplikasi C-TAP yang ada pada komputer. Peralatan ini beroperasi menggunakan listrik. Setelah semua peralatan hidup, masukkan data dimensi spesimen ke aplikasi C-TAP dan spesimen dipasang pada mesin uji tarik. Alat uji tarik mulai bergerak dan tunggu sampai specimen patah. Kemudian simpan data yang diperoleh. Selanjutnya dilakukan pengambilan data pada file komputer, yaitu tegangan/kekuatan tarik, regangan, dan modulus elastisitas.

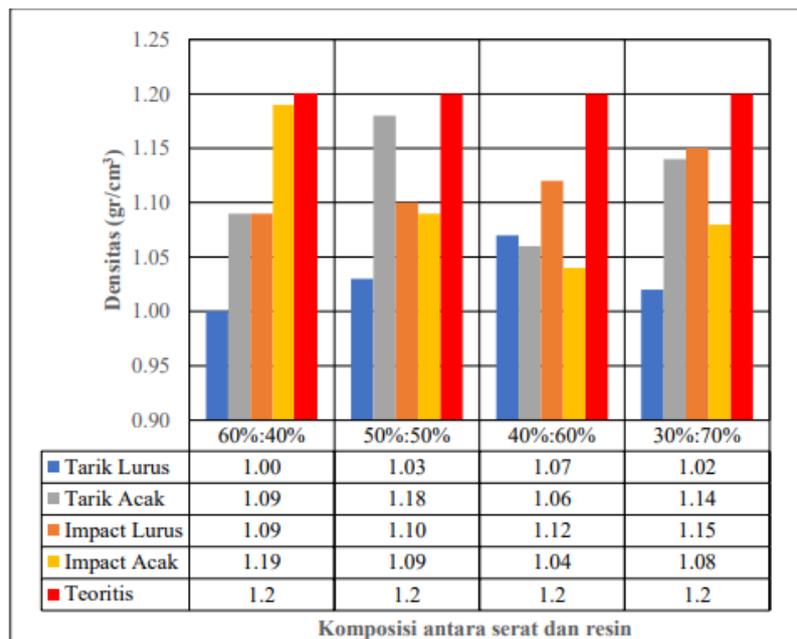
2.6 Prosedur Uji Impact Komposit (ASTM D 265)

Uji *impact* ini diawali dengan memutar poros engkol berlawanan arah jarum jam agar lengan hammer terpasang. Kemudian putar engkol searah jarum jam sehingga hammer mencapai ketinggian yang diinginkan. Tuas ditekan agar hammer dapat lepas dari pengait. Setelah hammer melewati daerah uji, ditarik tuas rem agar hammer berhenti dan catat nilai sudut yang ditunjukkan oleh jarum penunjuk pada skala warna merah (β).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Uji Densitas Komposit

Pada hasil pengujian ini dilakukan pengujian *impact* untuk mengetahui energi serap dan ketangguhan *impact*-nya, uji tarik untuk mengetahui tegangan/kekuatan tarik, regangan, dan modulus elastisitas sebuah spesimen, uji densitas untuk mengetahui densitas yang sebenarnya dan uji porositas. Dari pengujian *impact*, uji tarik, uji densitas aktual dan uji porositas yang telah dilakukan dapat diperoleh beberapa data. Berikut adalah parameter-parameter proses pembuatan komposit yang terdiri dari serat sabut kelapa dan resin polyester dengan rasio perbandingan yaitu, 60% : 40%, 50% : 50%, 40% : 60%, 30%:70%. Hasil pengujian densitas komposit dapat dilihat pada Gambar 1.

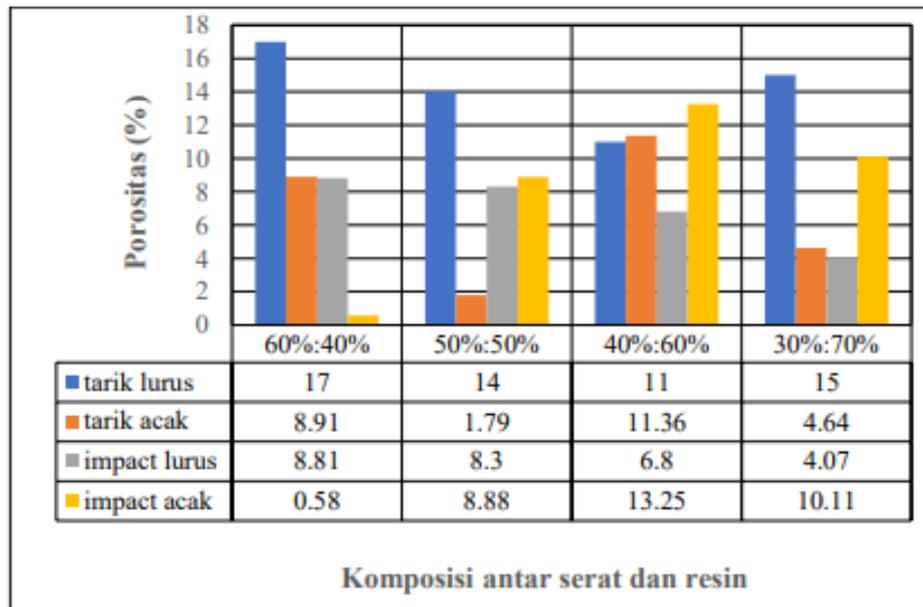


Gambar 1. Hubungan Densitas dengan Uji Tarik dan Uji *Impact*

Berdasarkan Gambar 1 dapat dilihat bahwa hasil uji densitas aktual yang terendah yaitu 1 g/cm^3 komposisi serat 60% dan resin 40% pada spesimen uji tarik serat susunan lurus dan nilai densitas yang tertinggi yaitu $1,19 \text{ g/cm}^3$ komposisi serat 60% dan resin 40% pada spesimen uji *impact* serat susunan acak. Nilai densitas aktual lebih rendah dibandingkan dengan nilai densitas teoritis. Hal ini karena pengukuran densitas aktual menggunakan data volume komposit berdasarkan dimensi komposit yang terlihat secara visual. Selain itu, banyaknya serat yang terkandung di dalam komposit tidak mempengaruhi besar atau kecilnya nilai densitas, karena densitas serat dan resin sama dengan $1,2 \text{ g/cm}^3$ (Nuryati dkk, 2020). Pada proses akhir pembuatan komposit terjadi penyusutan volume karena resin yang masuk ke dalam pori-pori serat dan komposit yang mengeras dari fasa cair menjadi padatan sehingga volumenya berkurang.

3.2 Hasil Uji Porositas Spesimen Uji Tarik dan Uji Impact

Hasil pengujian porositas terhadap uji tarik dan uji *impact* dapat dilihat pada Gambar 2.

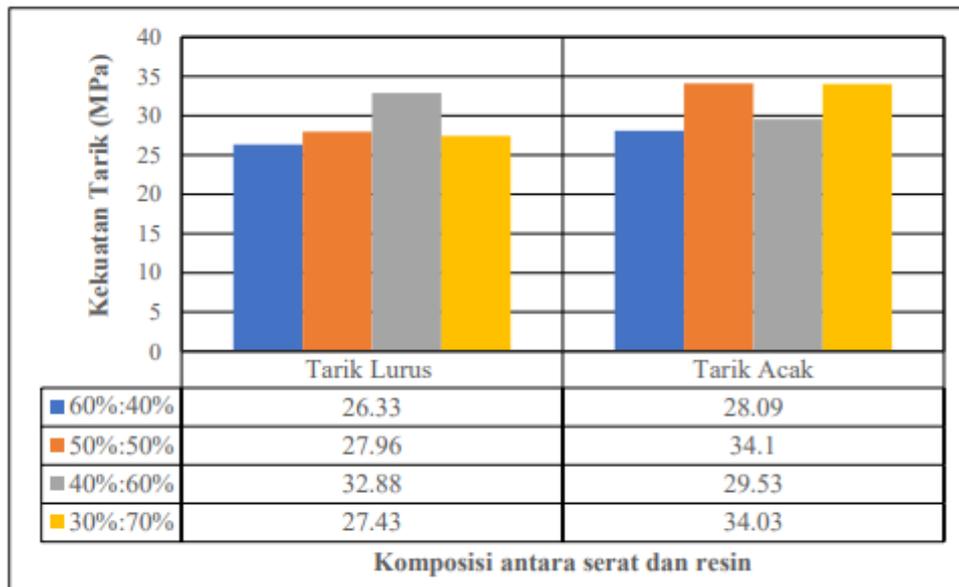


Gambar 2. Hubungan Porositas Komposit dengan Uji Tarik dan Uji *Impact*

Gambar 2 menunjukkan bahwa nilai porositas tertinggi yaitu 17% untuk komposisi serat 60% dan resin 40% pada spesimen uji tarik serat susunan lurus. Sedangkan nilai porositas terendah yaitu 0,58% untuk komposisi serat 60% dan resin 40% pada spesimen uji *impact* serat susunan acak. Hal ini sesuai dengan bahasan pada pengujian densitas dari komposit. Nilai porositas suatu bahan berbanding terbalik dengan densitas bahan komposit tersebut. Hal ini karena porositas adalah rongga yang terdapat pada bahan komposit dan akan mempengaruhi densitas bahan tersebut. Semakin padat suatu bahan maka densitasnya akan semakin tinggi dan porositasnya akan semakin kecil, begitu juga sebaliknya. Porositas pada bahan dapat menurunkan sifat bahan seperti kekuatan tarik dan regangan tarik, yang pada akhirnya mempengaruhi sifat mekanik bahan tersebut (Sunardi dkk, 2015).

3.3 Hasil Uji Tarik

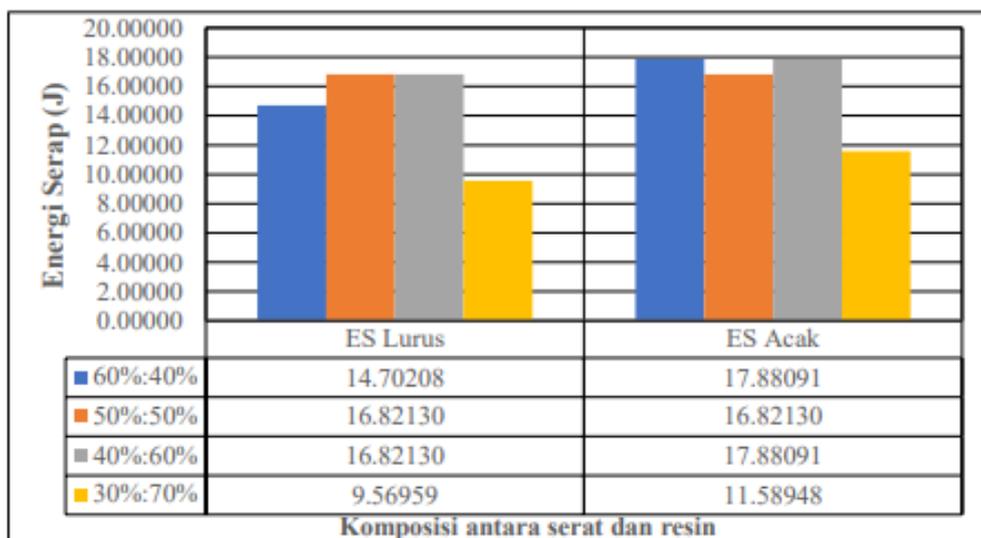
Nilai kekuatan tarik 34,10 MPa pada penelitian ini jauh lebih rendah dibandingkan hasil penelitian Judilla (2021), yaitu memiliki nilai kekuatan tarik komposit susunan lurus yaitu 72,88 MPa. Jika dibandingkan nilai kekuatan tarik antara serat susunan lurus dan serat susunan acak maka dapat dilihat serat susunan acaklah yang memiliki nilai kekuatan tarik yang terbaik. Hal lain yang menyebabkan serat susunan acak lebih baik dibandingkan serat susunan lurus adalah kurang merata antara serat dan resin pada komposit serat susunan lurus sehingga menyebabkan ketidakhomogenan. Adapun pengaruh komposisi serat terhadap kekuatan tarik berbanding terbalik dengan hasil yang didapat disebabkan oleh pengaturan yang tidak merata dan pencampuran yang tidak homogen (Gulo, 2013). Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Hasil Uji Tarik Komposisi

3.4 Hasil Uji Impact

Berdasarkan Gambar 4, pengujian *impact* yang telah dilakukan didapatkan nilai energi serap tertinggi yaitu sebesar 17,88 J untuk komposisi serat 60% dan resin 40% pada spesimen uji *impact* serat susunan acak dan energi serap terendah yaitu sebesar 9,57 J untuk komposisi serat 30% dan resin 70% pada spesimen uji *impact* susunan lurus. Namun nilai tersebut lebih rendah dibandingkan penelitian Judilla (2021) yaitu 20,44 J. Hal ini dikarenakan ketidakseragaman antara serat dan resin sehingga serat tidak terdistribusi secara merata disemua permukaan spesimen. Faktor lain disebabkan oleh variasi jumlah komposisi yang mempengaruhi nilai energi serap komposit. Pada perbandingan serat yang tinggi maka nilai energi serap juga akan tinggi karena ikatan antara matrik dan serat semakin kuat sehingga mampu menyerap energi yang lebih besar. Adapun untuk lebih memahami dapat dilihat pada Gambar 4 berikut.



Gambar 4. Perhitungan Energi Serap dari Komposit

4. KESIMPULAN

Kesimpulan yang diperoleh yaitu: hasil pengujian komposit serat sabut kelapa nilai ketangguhan *impact* yang terbaik terdapat pada komposisi 50% serat dan resin 50% dengan nilai sebesar 271.311,29 J/m² pada spesimen serat susunan lurus yang sifat mekaniknya cukup terbilang ulet atau kuat, nilai ini jauh lebih tinggi dibandingkan ketangguhan *impact* bahan helm SNI 1811-2007 sebesar 9.720 J/m². Untuk pengujian kekuatan tarik nilai yang terbaik terdapat pada komposisi 50% serat dan 50% resin dengan nilai 34,10 MPa pada spesimen serat susunan acak yang sifat mekaniknya cukup terbilang ulet atau kuat, nilai ini sedikit lebih tinggi dibandingkan kekuatan tarik bahan helm SNI 1811-2007 yang sebesar 33,93 MPa. Pengaruh variasi komposisi juga mempengaruhi kualitas komposit, perbandingan serat yang tinggi maka kualitas komposit juga akan tinggi dikarenakan ikatan antara matrik dan serat semakin kuat. Pengaruh porositas bahan komposit ini saling berhubungan dengan nilai kekuatan tarik karena semakin kecil porositas maka nilai kekuatan tarik akan semakin besar begitu juga sebaliknya.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, F., Choi, H.S., & Park, M.K. (2014). A review: Natural Fiber Composite Selection in View Mechanical, Light Weight, and Economic Properties. *Macromolecular Materials and Engineering*, 300(1): 10-24. <https://doi.org/10.1002/mame.201400089>
- Arsyad, M., Suyuti, M. A., Hidayat, M. F., & Pajarrai, S. (2014). Pengaruh Variasi Arah Susunan Serat Sabut Kelapa Terhadap Sifat Mekanik Komposit serat Sabut Kelapa. *Jurnal Sinergi*, 1(2): 101-113.
- Astika, I.M., Lokantara, I.P., & Karohika, I.M.G. (2013). Sifat Mekanis Komposit Polyester dengan Penguat Serat Sabut Kelapa. *Jurnal Energi dan Manufaktur*, 6(2): 115-122.
- ASTM D.265. (2016). Standard Test Methods for Determining the Izod Pendulum Impact Resistance of Plastics. Annual Books of ASTM Standards, USA.
- ASTM D.638-03. (2002). Standard Test Methods for Tensile Properties of Plastics. Annual Books of ASTM Standards, USA.
- ASTM D.790-03. (2019). Standard Test Methods for Flexural Properties of Unreinforced and Reinforced Plastics and Electrical Insulating Materials. Annual Books of ASTM Standards, USA.
- Judilla, M. F. (2021). Analisis Sifat Mekanik Komposit Serat Sabut Kelapa dengan Susunan Lurus untuk Aplikasi Bahan Konstruksi Helm. *Skripsi*. Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Bung Hatta, Padang.
- Kiruthika, A.V. (2017). A review on physico-mechanical properties of bust fibre reinforced polymer composite. *Journal of Building Engineering*, 9: 91-99. <https://doi.org/10.1016/j.jobee.2016.12.003>
- Manurung, R., Simanjuntak, S., Sembiring, J., Zaluku, E.C., Napitulu, R.A.M., & Sihombing, S. (2020). Analisa Kekuatan Bahan Komposit yang Diperkuat Serat Bambu Menggunakan Resin Polyester dengan Memvariasikan Susunan Serat secara Acak dan Lurus Memanjang. *SJoME*, 2(1): 28-35.

- Nuryati., Amalia, R.R., & Hairiyah, N. (2020). Pembuatan Komposit dari Limbah Plastik *Polyethylene Terephthalate* (PET) Berbasis Serat Alam Daun Pandan Laut (*Pandanus tectorius*). *Jurnal Agroindustri*, 10(2): 107-117. <https://doi.org/10.31186/j.agroindustri.10.2.107-117>
- Oroh, J., Sappu, F. P., & Lumintang, R. (2013). Analisis Sifat Mekanik Material Komposit dari Serat Sabut Kelapa. *Jurnal Teknik Mesin*, 1(1): 1-10.
- Rodiawan., Suhdi., & Rosa, F. (2016). Analisa Sifat-Sifat Serat Alam sebagai Penguat Komposit Ditinjau dari Kekuatan Mekanik. *TURBO*, 5(1): 39-43.
- Saba, N., Paridah, M.T., Abdan, K., & Ibrahim, N.A. (2016). Dynamic mechanical properties nano filler/kenaf/epoxy hybrid nanocomposites. *Construction and Building Materials*, 124: 133-138. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2016.07.059>
- Sulardjaka., Wibowo, D.B., Arijanto., & Setiaji, E.F. (2013). Pengaruh Temperatur Tuang pada Proses Pengecoran Stir Casting Terhadap Densitas dan Porositas Komposit Aluminium Diperkuat Serbuk Besi. *ROTASI*, 13(3): 19-21. <https://doi.org/10.14710/rotasi.13.3.19-21>
- Sunardi., Fawaid, M. & Noor, F. R. (2015). Variasi Campuran Fly Ash Batubara untuk Material Komposit. *Jurnal Teknik Mesin UNTIRTA*, 1(1): 90-102.