



Sintesis Papan Komposit Serat Bambu Apus dan Serbuk Kayu Jati dengan Metode Hot Press untuk Aplikasi Door Trim Mobil

Synthesis Composite Board Apus Bamboo Fiber and Teak Wood Particles with Hot Press Method for Car Door Trim Applications

Silviana Simbolon

Departemen Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pamulang,

Jl. Surya Kencana No.1 Pamulang, Tangerang Selatan, 15417

*Corresponding Author. Email: dosen01923@unpam.ac.id

Received: 9th June 2022; Revised: 14th July 2022; Accepted: 16th July 2022

Abstract

Research has been carried out on composites from apus bamboo fiber and teak wood particles for car door trim applications. The research method used is compression molding using a hot press machine and testing is based on ISO 527-2 & ASTM D790 standards. This analysis uses the independent variable, namely the ratio of the volume fraction of apus bamboo fiber and teak wood particles 10:30, 20:20, 30:10%. While the fixed variables are 60% epoxy volume fraction, hot press temperature 100°C, pressing load 30 psi, and for 20 minutes. From the tensile test data, it is found that the variation of 30:10% fiber and particles which the variation with the best result is 84.69 MPa, then followed by a variation of 20:20%, is 42.60 MPa. The two variations above the minimum standard value of high-density fiberboard SNI 01-4449-2006:5-9 is 35 MPa. While the variation of 10:30% gets a value of 21.61 MPa which is below the minimum standard. For the bending test, the variation of 30:10% is the variation with the best result, which is 60.24 MPa and is above the minimum standard. Meanwhile, the variation of 10:30% and 20:20% has the lowest bending strength value with a value of 15.43 MPa and 29.61 MPa and is still below the minimum standard that has been set. For the fracture surface results, all variations resulted in fiber pull-out failure but the 30:10% variation which has ductile fracture properties and is considered safer for car door trim applications.

Keywords: volume fraction, apus bamboo fiber, teak wood particles, hot press

Abstrak

Telah dilakukan penelitian komposit dari serat bambu apus dan partikel kayu jati untuk aplikasi *door trim* mobil. Metode penelitian yang digunakan adalah *compression molding* menggunakan mesin *hot press* dan pengujian berdasarkan standar ISO 527-2 dan ASTM D790. Analisis ini menggunakan variabel bebas yaitu perbandingan fraksi volume serat bambu apus dan partikel kayu jati 10:30, 20:20, 30:10%. Sedangkan variabel tetapnya fraksi volume epoxy 60%, suhu *hot press* 100°C, beban penekanan 30 psi, dan selama 20 menit. Dari data hasil pengujian tarik didapat bahwa variasi 30:10% serat dan partikel merupakan variasi dengan hasil terbaik yaitu 84,69 MPa, lalu diikuti variasi 20:20% yaitu 42,60 MPa. Kedua variasi tersebut mampu memenuhi nilai standar minimal papan serat kerapatan tinggi SNI 01-4449-2006:5-9 yaitu ≥ 35 MPa. Sedangkan pada variasi 10:30% hanya 21,61 MPa tidak memenuhi standar minimal. Untuk pengujian bending, variasi 30:10% merupakan variasi dengan hasil terbaik yaitu 60,24 MPa dan memenuhi standar minimal. Sedangkan untuk variasi 10:30% dan 20:20% memiliki nilai kekuatan bending terendah yaitu 15,43 MPa dan 29,61 MPa sehingga tidak memenuhi standar minimal yang telah ditetapkan. Untuk hasil permukaan patahan, semua variasi menghasilkan kegagalan fiber *pull out* tetapi variasi 30:10% yang memiliki sifat patah ulet dan dinilai lebih aman untuk aplikasi *door trim* mobil.

Kata kunci: fraksi volume, serat bambu apus, partikel kayu jati, *hot press*

Copyright © 2022 by Authors, Published by JITK. This is an open-access article under the CC BY-SA License (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0>).

How to cite: Simbolon, S., & Simbolon, S. (2022). Synthesis Composite Board Apus Bamboo Fiber and Teak Wood Particles with Hot Press Method for Car Door Trim Applications. *Jurnal Ilmiah Teknik Kimia*, 6(2), 97-103.

Permalink/DOI: 10.32493/jitk.v6i2.21084



PENDAHULUAN

Industri otomotif di dunia terus meningkat setiap tahunnya, berdasarkan data OICA (*Organisation Internationale des Constructeurs d'Automobiles*), total produksi mobil secara global di seluruh segmen tahun 2020 mencapai 77,7 juta unit dan meningkat pada tahun berikutnya 2021 yaitu menginjak angka 80,1 juta unit (Bisnis.com, 2022). Begitupun di Indonesia, total produksi mobil pada tahun 2021 mencapai 1.121.967 unit, yang di tahun sebelumnya hanya 690.176 unit (Gaikindo, 2021). Selama ini, problem umum yang terjadi pada komponen mobil khususnya interior seperti *door trim*, *dashboard*, *plafon* adalah karakteristik dari bahan penyusun itu sendiri. Karakteristik utama bahan baku yang cenderung tidak ramah lingkungan serta tidak dapat dimanfaatkan kembali mengakibatkan banyak dari negara maju serta berkembang menerapkan regulasi ketat yang mengatur tercapainya revolusi hijau dalam dunia industri sehingga dibuatlah material komposit berkuat serat alam.

Indonesia yang dikenal sebagai negara agraris, perlu mengencangkan penelitian mengenai serat alam ini untuk komponen otomotif sehingga mempunyai nilai keuntungan ekonomi dan lingkungan yang lebih.

Komposit adalah material yang terdiri dari dua atau lebih bahan baku penyusun yang saling berikatan menjadi satu produk jadi. Material gabungan tersebut menghasilkan material baru yang mempunyai sifat unggul dari material pembentuknya. Dengan penggabungan dua atau lebih material yang berbeda maka akan menghasilkan sifat mekanik dan sifat fisik yang baru.

Komposit serat matriks polimer merupakan komposit yang terdiri dari serat sebagai penguatnya, baik serat alam ataupun serat sintesis dan matriks polimer sebagai pengikatnya.

Kaw (2006: 54) menerangkan bahwa, komposit *Hybrid* adalah komposit yang memiliki lebih dari satu jenis serat atau matriks dalam satu laminasi.

Mohammed, dkk (2015) melakukan review terkait dengan studi komposit polimer yang diperkuat serat alami (NFPC) serta berbagai aplikasinya. Dalam *review* tersebut dijelaskan bahwa perlakuan kimia pada serat alami meningkatkan adhesi antara permukaan serat dan matriks polimer yang pada akhirnya meningkatkan sifat fisikomekanis dan termokimia NFPC. Dalam penelitian lainnya, Jani, dkk (2015) membahas terkait pembuatan komposit yang terdiri dari bahan pengisi yang diperkuat dengan serat alami untuk meningkatkan kualitas dan sifat bahan komponen berdasarkan persyaratan dan aplikasi. Dalam makalah ini, komposit serat alam hibrida dikembangkan dengan dan tanpa bahan pengisi sebagai penguat. Dari hasil tersebut komposit serat hibrida dengan pengisi telah membuktikan bahwa komposit tersebut dapat menghasilkan material tanpa adanya delaminasi dan polusi fiber selama proses fabrikasi. Dalam penelitiannya Anand, dkk (2018) melakukan fabrikasi komposit alami dari serat rami/kenaf yang bertujuan untuk mengidentifikasi sifat mekaniknya. Perlakuan pada permukaan serat dilakukan untuk meningkatkan ikatan antara serat dan resin dan untuk mengurangi kelembaban. Hasilnya menunjukkan sifat mekanik komposit epoksi yang diperkuat serat hibrida menunjukkan nilai yang sangat baik dibandingkan bahan polimer diperkuat serat konvensional lainnya yang dapat digunakan secara luas di industri produk otomotif dan bangunan.

Di Indonesia memiliki berbagai macam material alami yang sangat potensial digunakan sebagai bahan baku komposit serat alam seperti, serat bambu, kayu, rotan, sabut kelapa, dan lain-lain. Salah satu komoditas yang banyak tumbuh di Indonesia yang dapat dimanfaatkan yaitu serat bambu. Serat bambu memiliki persentase holoselulosa (selulosa dan hemiselulosa) yang tinggi yaitu 83,8 %. *Pulp* dengan kandungan selulosa tinggi memiliki warna yang lebih putih, lebih tahan terhadap bahan kimia dalam pemisahan dan pemurnian, bambu memiliki kekuatan tarik 140-230 MPa.



Pohon jati dapat tumbuh mencapai tinggi 45 m, dengan panjang batang bebas cabang 15-20 m, diameter batang 50-220 mm, bentuk batang beralur dan tidak teratur. Kandungan kimia kayu jati terdiri dari 47,5% selulosa, lignin 29,9%, dan zat lain (termasuk zat gula) 12%, dinding sel tersusun sebagian besar oleh selulosa (C₆H₁₀O₅). Sedangkan, komponen lapisan luar terdiri atas fraksi-fraksi yang dihasilkan oleh kayu selama pertumbuhan, komponen ini sering disebut dengan zat ekstraktif atau senyawa lemak, lilin, resin, dan lain-lain. Kayu jati juga memiliki sifat mekanis lentur yang baik yaitu mencapai 558,30 kg/cm² untuk kualitas super (Nurwati Hadjib, dkk 2016).

Epoxy resin merupakan suatu bahan kimia matriks yang dihasilkan dari polimerisasi epoxyda. Resin polimerisasi tersebut kemudian dikenal dengan nama resin thermoset yang membentuk ikatan molekul yang erat dalam suatu struktur antar polimer dan memiliki *flexural strength* 110 MPa.

Oleh sebab itu, penelitian ini bertujuan menganalisa sifat mekanik papan komposit berpenguat serat bambu apus dan partikel kayu jati bermatriks epoxy resin dengan metode pembuatannya menggunakan *hot press machine* untuk diaplikasikan pada *door trim* mobil

METODOLOGI PENELITIAN

Alat yang digunakan peneliti adalah Timbangan Digital Analytic, Timbangan Digital, Gelas Ukur 100 ml, Gelas *Beaker* 1000 ml, Labu Ukur 1000 ml, Piknometer 50 ml, Oven, *CNC Router*, Mesin *Hot Press*, dan *Universal Testing Machine* LAW-1000G. Sedangkan bahan yang digunakan dalam penelitian adalah Serat bambu apus, Partikel kayu jati, NaOH 5%, *Epoxy & hardener*, Metanol 98%, dan Akuades.

Metode pengumpulan data meliputi persiapan bahan yaitu larutan NaOH 5% 1000 ml dibuat dari NaOH 48%, pengolahan

serat bambu apus dan partikel kayu jati dimulai dari alkalisasi NaOH 5%, dicuci dengan akuades, dan dikeringkan dengan menggunakan oven. Selanjutnya massa jenis serat bambu apus dan massa jenis partikel kayu jati diukur dengan menggunakan gelas ukur dan menggunakan piknometer, fraksi volume dihitung dari nilai volume cetakan, kemudian massa total dari *epoxy resin & hardener* serat bambu, dan partikel kayu juga dihitung,. Perhitungan massa dilakukan dengan cara mengalikan nilai massa jenis dari masing-masing bahan dengan nilai volume cetakan. Lalu jumlahkan massa ketiganya. Terakhir, menentukan persentase volume dengan perbandingan antara epoxy:serat bambu:partikel kayu jati masing-masing yaitu 60:10:30, 60:20:20, dan 60:30:10 dari massa total yang didapat tersebut.

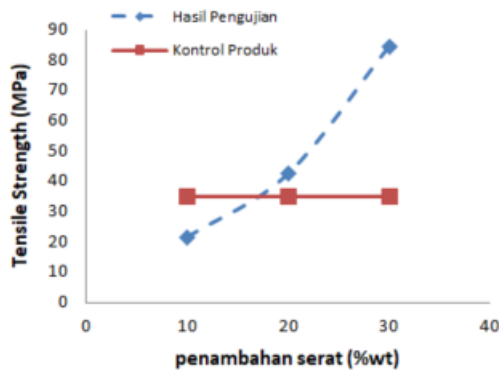
Dilakukan Pencampuran dilakukan dengan menggunakan cetakan dengan *wax molding*, *epoxy & hardener* dicampur sampai homogen, lalu ditambahkan matriks dengan bahan organik, kemudian campuran dituangkan ke cetakan dan lalu dilakukan pengepresan menggunakan mesin *hot press* dengan tekanan 30 psi suhu 100°C selama 20 menit.

Pengujian sifat mekanik dilakukan dengan melakukan uji tarik dan uji bending menggunakan *universal testing machine* LAW-1000G dengan bentuk spesimen mengacu pada ISO 527-2 dan ASTM D790.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Data Pengujian Tarik (*Tensile Test*)

Hasil pengujian tarik pada papan komposit yang terbuat dari campuran epoxy, serat bambu, dan partikel kayu jati ditampilkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Grafik Hasil Pengujian *Tensile Test* terhadap Penambahan Persentase Berat Serat

Dari Gambar 1 di atas terlihat bahwa nilai kekuatan tarik tertinggi terdapat pada spesimen komposit dengan penambahan 30% serat dan 10 % partikel yaitu sebesar 84,69 MPa diikuti oleh penambahan 20% serat yaitu 42,60 MPa, kedua variasi tersebut mampu memenuhi nilai standar minimal papan serat kerapatan tinggi SNI 01-4449-2006:5-9 yaitu 35 MPa. Sedangkan nilai kekuatan tarik terendah terdapat pada spesimen komposit variasi 1 dengan perbandingan 10% serat dengan 30% partikel yaitu sebesar 21,61 MPa.

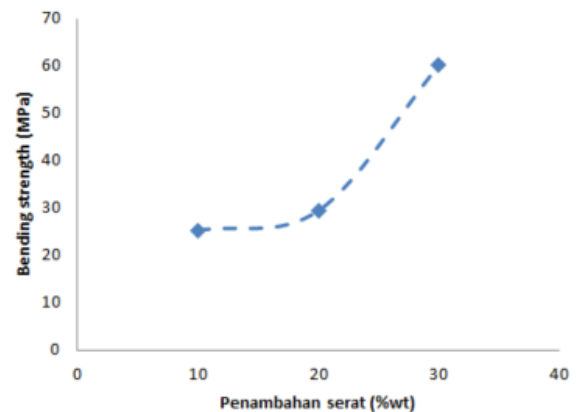
Berdasarkan Gambar 1, seiring dengan bertambahnya fraksi volume dari serat bambu apus menghasilkan kekuatan tarik yang terus meningkat. Hal ini dikarenakan, penambahan serat bambu apus akan meningkatkan interaksi antara penguat yang memiliki permukaan tidak rata atau berongga dengan matriks epoxy resin. Sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh J. D. Ondihon Situmeang (2021), dalam penelitian tersebut terdapat 3 variasi fraksi volume serat bambu yaitu 20%, 30%, dan 40%. Hasil dari pengujian tarik komposit bermatriks poliester menunjukkan meningkat seiring dengan bertambahnya fraksi volume serat bambu, hasil tertinggi ada pada fraksi serat 40%.

Sedangkan untuk spesimen dengan komposisi partikel kayu jati yang tinggi justru menghasilkan nilai kekuatan tarik yang terus menurun. Hal tersebut disebabkan karena partikel kayu jati yang banyak akan

menghalangi matriks dan serat untuk berikatan. Seperti pada penelitian yang pernah dilakukan oleh F. Gapsari dan P.H. Setyarini (2010), penambahan serbuk kayu di atas 15% dalam pembuatan komposit bermatriks resin menyebabkan penurunan terhadap kekuatan tarik komposit, hal ini disebabkan karena serat dan resin tidak mampu berikatan dengan baik karena terhalang oleh serbuk.

Analisis Data Pengujian *Bending Test*

Hasil pengujian *bending* pada papan komposit yang terbuat dari campuran epoxy, serat bambu, dan partikel kayu jati ditampilkan pada Gambar 1 dengan 3 variasi yang berbeda.



Gambar 2. Grafik Hasil Pengujian *Bending Test* terhadap Penambahan Persentase Berat Serat

Dari Gambar 2 di atas terlihat bahwa nilai kekuatan tekuk tertinggi terdapat pada spesimen komposit variasi 3 (30:10% serat-partikel) yaitu sebesar 60,24 MPa dan mampu memenuhi nilai standar minimal papan serat kerapatan tinggi SNI 01-4449-2006:5-9 yaitu sekitar 35 MPa. Sedangkan nilai kekuatan tarik terendah terdapat pada spesimen komposit variasi 1 (10:30%) dan 2 (20:20%) yaitu 15,43 MPa dan 29,61 MPa. Kedua variasi tersebut belum mampu memenuhi nilai standar minimal PSKT SNI 01-4449-2006:5-9.

Berdasarkan Gambar 2, seiring dengan bertambahnya fraksi volume dari serat bambu apus menghasilkan kekuatan bending



yang terus meningkat, sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Erdinanto (2016), seiring dengan penambahan fraksi massa serat bambu menghasilkan kekuatan bending lebih baik dari sebelumnya untuk pembuatan menggunakan metode *hand lay-up* dengan matriks polyurethane. Hal tersebut dikarenakan, serat bambu apus yang memiliki rongga-rongga sehingga memungkinkan terjadinya area kontak permukaan yang lebih besar dengan matriks yaitu epoxy. Sedangkan spesimen dengan komposisi partikel kayu jati yang tinggi justru menghasilkan nilai kekuatan tekuk yang terus menurun. Hal tersebut disebabkan karena partikel kayu jati yang banyak akan menghasilkan void atau gelembung yang dapat menyebabkan penurunan interaksi antara serat bambu apus dan matriks *epoxy resin*.

Analisis Permukaan Patahan

Patahan yang terjadi pada spesimen variasi 1 adalah patah getas (*brittle fracture*). Dimana, retakan terjadi secara cepat tanpa adanya deformasi plastis terlebih dahulu. Material yang mempunyai sifat getas dinilai cukup berbahaya karena dapat terjadi patah begitu saja tanpa disadari.



Gambar 3. Komposit Variasi 1

Patahan yang terjadi pada spesimen variasi 2 adalah patah getas (*brittle fracture*). Dimana, retakan terjadi secara cepat tanpa

adanya deformasi plastis terlebih dahulu. Material yang mempunyai sifat getas dinilai cukup berbahaya karena dapat terjadi patah begitu saja tanpa disadari.



Gambar 4. Komposit Variasi 2

Patahan yang terjadi pada spesimen variasi 3 adalah patah ulet (*ductile fracture*). Dimana, retakan diawali dengan adanya deformasi plastis terlebih dahulu. Permukaan patah ulet mempunyai ciri nampak kasar dan juga berserabut (*fibrous*). Patah ulet dinilai lebih aman karena berlangsung secara perlahan dan jika beban dihilangkan maka penyebaran patahan akan berhenti.



Gambar 5. Komposit Variasi 3

Pada gambar 3,4,5 di atas, terjadi beberapa permukaan patahan atau sifat patah yang menunjukkan sifat getas (*brittle*) dan sifat ulet (*ductile*). Variasi 1 dan 2 menunjukkan sifat patah getas sedangkan variasi 3 menunjukkan sifat patah ulet. Kegagalan yang terjadi pada semua varian adalah *fiber pull out* atau terjadinya



penarikan serat ke arah luar sehingga menyebabkan penguat berupa serat terpisah dari matriks.

Menurut Jufra Daud J.A, dkk (2012) dalam penelitiannya yang membahas tentang pengaruh fraksi volume serat terhadap sifat mekanik pada komposit bermatriks epoksi, fraksi volume serat dari 0% sampai dengan 70% akan menghasilkan mekanisme kegagalan berupa *fiber pull out*. Dimana pada ujung patahan terlihat ada pemutusan serat bahkan kondisi serat tercabut dari matriksnya. Pada penelitian ini juga, seluruh varian komposit menunjukkan sifat patah getas (*brittle*) artinya pengecilan penampang tidak dapat dilihat secara langsung.

KESIMPULAN

Berdasarkan analisis data yang telah dilakukan, maka diperoleh kesimpulan variasi serat dan partikel berpengaruh terhadap kekuatan tarik serta kekuatan *bending* papan komposit. Dimana, peningkatan fraksi volume serat yang lebih banyak akan menghasilkan kekuatan tarik dan *bending* yang lebih tinggi. Pada penelitian ini didapatkan kondisi optimum diperoleh pada papan komposit dengan komposisi 30% penambahan serat dan 10% partikel kayu jati. Dari hasil penelitian ini diharapkan dapat dioptimalisasi dengan proses perlakuan kimia lainnya dan variasi presentasi serat lainnya agar dihasilkan komposit dengan kekuatan mekanik yang lebih tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- A. Budiman and S. Sugiman, "Karakteristik Sifat Mekanik Komposit Serat Bambu Resin Polyester Tak Jenuh Dengan Filler Partikel Sekam," *Din. Tek. Mesin*, vol. 6, no. 1, pp. 76–82, 2016, doi: 10.29303/d.v6i1.28.
- A. Pambudi, "Proses manufaktur komposit berpenguat serat bambu betung (*dendrocalamus asper*) dan matriks unsaturated polyester dengan metode hand lay-up untuk aplikasi otomotif," p.

102, 2017, [Online]. Available: <http://repository.its.ac.id/43277/>.

- Akca, E. dan A. Gursel. 2018. A Review on the Matrix Toughness of Thermoplastic Materials. *Periodicals of Engineering and Natural Sciences* 3(2): 1-8.
- Anand, P., Rajesh, D., Kumar, M. S. & Raj, I.S., "Investigations on the performances of treated jute/Kenaf hybrid natural fiber reinforced epoxy composite," *Journal of Polymer Research* (2018) 25:94
- ASM Metal Handbook Vol. 21.
- ASTM D790-02, Standard Test Methods for Flexural Properties of Unreinforced and Reinforced Plastics and, Electrical Insulating Materials.
- Bledzki, A.K., Faruk, O., Sperber, V.E. 2006. Cars from Bio-Fibers. *Macromolecular Materials Engineering* 291: 449-457.
- Callister, W. D. and J. D. G. Rethwisch. 2009. *Materials Science and Engineering an Introduction*. 8th ed. Wiley: John Wiley & Sons, Inc. E-Book.
- Campbell, F. C. 2010. *Structural Composite Materials*. ASM International The Materials Information Society. E-Book.
- Carli, S.A. Widyanto dan Ismoyo Haryanto. 2012. "Analisis Kekuatan Tarik dan Lentur Komposit Serat Gelas Jenis Woven dengan Matriks Epoxy dan Polysester Berlapis Simetri dengan Metoda Manufaktur *Hand Lay-Up*". *Teknis*. Vol.7, No.1.
- D. Sianturi, "UNIVERSITAS SUMATERA UTARA Poliklinik UNIVERSITAS SUMATERA UTARA," *J. Pembang. Wil. Kota*, vol. 1, no. 3, pp. 82–91, 2021.
- Efri Mahmuda, Shirley Savetlana Dan Sugiyanto., 2013, Pengaruh Panjang Serat Terhadap Kekuatan Tarik Komposit Berpenguat Serat Ijuk Dengan Matrik Epoxy , *Jurnal Fema*, Volume 1, Nomor 3.
- Gaikindo (Gabungan Industri Kendaraan Bermotor Indonesia). 2022. *Production Data* 2020-2021. <http://www.gaikindo.or.id>.
- Gibson, Ronald F. 1994. "Principle of Composite Material Mechanics". Mc



- Graw Hill. Singapore.
- Ghozali, M. Y., H. Sosiati, dan C. Budiantoro. 2017. Karakterisasi Sifat Tarik Komposit Laminat Hibrid Kenaf-E-Glass/Polyethylene (Pe). *Jurnal Material dan Proses Manufaktur* 1(1): 31-35.
- H. N. Beliu, Y. M. Pelle, and J. U. Jarson, "Analisa kekuatan tarik dan bending pada komposit widuri - polyester," *Lontar*, vol. 03, no. 02, pp. 11–20, 2016.
- Harsi, N. H. Sari, dan Sinarep. 2015. Karakteristik Kekuatan Bending dan Kekuatan Tekan Komposit Serat Hybrid Kapas/Gelas Sebagai Pengganti Produk Kayu. *Dinamika Teknik Mesin* 5(2): 59-65.
- I. Standard, "INTERNATIONAL STANDARD Plastics — Determination of dynamic," vol. 2008, 2008.
- Jani, S. P., Kumar, A.S., Khan, M.A. & Kumar M.U.," Machinability of Hybrid Natural Fibre Composite with and Without Filler as Reinforcement," *Materials and Manufacturing Processes*, DOI: 10.1080/10426914.2015.1117633
- Kaw, A. K. 2006. *Mechanical of Composites Materials*. 2nd ed. New York: Taylor & Francis Group. E-Book.
- L. Mohammed, M. N. M. Ansari, G. Pua, M. Jawaid, and M. S. Islam, "A Review on Natural Fiber Reinforced Polymer Composite and Its Applications," *International Journal of Polymer Science*, Volume 2015, Article ID 243947
- M. Sulaiman and M. H. Rahmat, "Kajian Potensi Pengembangan Material Komposit Polimer Dengan Serat Alam Untuk Produk Otomotif," *Sistem*, vol. 4, no. 1, pp. 9–15, 2018.
- Mallick K P. 2007. *Fiber Reinforced Composite Materials, Manufacture, and Design*. Michigan : CRC Press Taylor and Francis Group.
- Maryanti, B., A. A. Sonief, dan S. Wahyudi. 2011. Pengaruh Alkalisasi Komposit Serat Kelapa-Poliester Terhadap Kekuatan Tarik. *Jurnal Rekayasa Mesin* 2(2): 123-129.
- Mochamad Nur Hudha, Gatot Eka Pramono, & Roy Waluyo (2019). Pengaruh Variasi Ukuran Mesh Serbuk Gergaji Kayu Kelapa Terhadap Sifat Mekanis Wood Plastic Composite (WPC). *Almikanika*, vol.1, no.3.
- Muslim, J., N. H. Sari, dan E. Dyah. 2013. Analisis Sifat Kekuatan Tarik dan Kekuatan Bending Komposit Hibryd Serat Lidah Mertua dan Karung Goni Dengan Filler Abu Sekam Padi 5% Bermatrik Epoxy. *Dinamika Teknik Mesin* 3(1): 26-33.
- Pramono, M. D., M. Farid, dan S. T. Wicaksono. 2016. Pengaruh Komposisi Material Biokomposit dengan Matriks Polyester Berpenguat Serat Alam Terhadap Kekuatan Mekanik dan Fisik. *Jurnal Teknik ITS* 5(2): D212-D215.
- Sideris, E., J. Venetis, dan V. Kytopoulos. 2018. The Stiffness of Short and Randomly Distributed Fiber Composites. *Wseas Transactions On Applied And Theoretical Mechanics* 13(1): 53-75.
- SNI 01-4449-2006. Standar Nasional Indonesia Papan Serat. Badan Standarisai Nasional: 1-37.
- Suddell, B.C. and Evans, W.J. 2015. Natural Fiber Composites in Automotive Applications. In: *Natural Fibers, Biopolymers, and Biocomposites* (Eds.: Mohanty, Misra, Drzal). CRC Press. pp. 231-260.
- T. Mesin, J. T. Mesin, and F. Teknik, "Kekuatan Bending Dan Kekuatan Tarik Komposit Berpenguat Serat Eceng Gondok – Tebu Dengan Matrik Epoxy," 2020.