

**[KM-03] OPTIMASI
KEKUATAN TARIK
MATERIAL KOMPOSIT
DENGAN ANYAMAN BILAH
BAMBU PETUNG
(*Dendrocalamus asper*) SEBAGAI
PENGUAT**

**Frans Robert Bethoni^{1*}, Chendri
Johan²**

¹²Jurusan Teknik Mesin
Universitas Kristen Indonesia Toraja
*E-mail : frobethony@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan kekuatan tarik yang optimum material komposit dengan anyaman bilah bambu petung (*Dendrocalamus asper*) sebagai bahan penguat. Untuk mendapatkan kekuatan tarik optimum dengan melakukan pengujian menggunakan alat uji tarik universal.

Bambu petung dibuat berbentuk bilah setebal 1 mm, lebar 10 mm, dan panjang 300 mm lalu dianyam lalu direndam didalam air payau dengan variasi salinitas 10, 20, dan 30 *parts per million* (‰) selama 0, 2, 4, 6, dan 8 minggu. Komposit yang dicetak terdiri dari resin epoksi 60% dan 40% katalis sebagai pengeras dengan anyaman bilah 1, 2, dan 3 lapis dan ditahan selama 12 jam. Pencetakan komposit dengan metode *hand lay-up*, yaitu mencetak komposit dengan manual. Untuk komposit 1 lapis anyaman, resin epoksi dituang ke cetakan lalu anyaman dan ditutup dengan resin epoksi kemudian dipres. Untuk komposit 2, 3 lapis anyaman proses yang sama dengan komposit 1 lapis anyaman. Komposit yang sudah dilepas dari wadah cetakannya, kemudian didiamkan didalam ruangan selama satu minggu. Komposit direparasi untuk memeriksa apakah ada cacat atau tidak terutama pada bagian permukaan. Proses selanjutnya adalah pembuatan sampel uji, untuk uji tarik berdasarkan ASTM (D638-02) dan uji bending sesuai ASTM (D790-02). Sebelum pengujian dilakukan sampel direparasi terlebih dahulu untuk memastikan bahwa sampel sudah dalam keadaan standar untuk siap diuji.

Hasil pengujian kekuatan tarik optimal komposit berpenguat anyaman bilah

bambu petung tanpa perendaman 1 lapis (36,436 MPa), 2 lapis (45,840 MPa), dan 3 lapis (58,143 MPa). Kekuatan tarik optimal komposit dengan anyaman 1 lapis, 10 ‰, dan waktu perendaman 8 minggu (43,962 MPa) mengalami kenaikan (17,119 ‰). Kekuatan tarik optimal komposit dengan anyaman 2 lapis, 10 ‰, waktu perendaman 2 minggu (56,443 MPa) mengalami kenaikan (18,785 ‰). Kekuatan tarik optimal komposit dengan anyaman 3 lapis, 10 ‰, dan waktu perendaman 2 minggu (65,479 MPa) mengalami kenaikan (11,204 ‰). Kekuatan tarik optimal komposit dengan anyaman 1 lapis 20 ‰ dan waktu perendaman 4 minggu (46,437 MPa) mengalami kenaikan (21,537 ‰). Kekuatan tarik optimal komposit dengan anyaman 2 lapis 20 ‰, dan waktu perendaman 4 minggu (50,921) mengalami kenaikan (9,978 ‰). Kekuatan tarik optimal komposit dengan anyaman 3 lapis 20 ‰ 4 minggu (61,534) mengalami kenaikan (5,511 ‰). Kekuatan tarik optimal komposit dengan anyaman 1 lapis, 30 ‰, dan waktu perendaman 6 minggu (45,337 MPa) mengalami kenaikan (6,851 ‰). Kekuatan tarik optimal komposit dengan anyaman 2 lapis, 30 ‰, dan waktu perendaman 4 minggu (48,946 MPa) mengalami kenaikan (6,346 ‰). Kekuatan tarik optimal komposit dengan anyaman 3 lapis, 30 ‰, dan waktu perendaman 4 minggu (61,408 MPa) mengalami kenaikan (5,317 ‰). Dengan memperhatikan perubahan yang terjadi pada masing-masing lapisan dan perlakuan tersebut, maka dapat dinyatakan bahwa yang paling mengalami peningkatan kekuatan tarik yang signifikan adalah pada perendaman 4 minggu pada salinitas 20 ‰ dan anyaman 1 lapis, yaitu mengalami kenaikan (21,537 ‰).

Kata-kata kunci: bilah bambu petung, air payau, lama perendaman, kekuatan tarik.

Abstract

*This study aims to obtain the optimum tensile strength of composite materials with woven petung bamboo (*Dendrocalamus asper*) as a reinforcing material. To get the optimum tensile strength by testing using a universal tensile tester.*

Petung bamboo is made in the form of blades 1 mm thick, 10 mm wide, and 300 mm long and then woven and then soaked

in brackish water with variations in salinity of 10, 20, and 30 parts per million (‰) for 0, 2, 4, 6, and 8 week. The molded composite consisted of 60% epoxy resin and 40% catalyst as hardener with 1, 2, and 3 ply woven blades and held for 12 hours. Composite printing using the hand lay-up method, namely printing composites manually. For composites of 1 layer woven, the epoxy resin is poured into a mold and then woven and covered with epoxy resin and then pressed. For composites of 2, 3 layers of webbing, the process is the same as for composites of 1 layer of webbing. The composite that has been removed from the mold container is then left in the room for one week. Composites are repaired to check whether there are defects or not, especially on the surface. The next process is the manufacture of test samples, for tensile tests based on ASTM (D638-02) and bending tests according to ASTM (D790-02). Before the test is carried out, the sample is repaired first to ensure that the sample is in a standard state to be ready to be tested.

The results of testing the optimal tensile strength of petung bamboo slat reinforced composite without immersion were 1 layer (36,436 MPa), 2 layers (45.840 MPa), and 3 layers (58,143 MPa). The optimal tensile strength of composite with 1 ply woven, 10, and immersion time of 8 weeks (43.962 MPa) increased (17,119 %). The optimal tensile strength of composite with 2 layers of woven, 10, 2 weeks immersion time (56.443 MPa) increased (18.785%). The optimal tensile strength of composites with 3 layers of woven, 10, and 2 weeks of immersion (65,479 MPa) increased (11,204%). The optimal tensile strength of the composite with 1 ply woven 20 and an immersion time of 4 weeks (46.437 MPa) increased (21.537%). The optimal tensile strength of the composite with 2 layers of woven 20, and the immersion time of 4 weeks (50,921) increased (9.978 %). The optimal tensile strength of the composite with 3 layers of woven 20 4

weeks (61,534) increased (5,511 %). The optimal tensile strength of composite with 1 ply woven, 30, and immersion time of 6 weeks (45.337 MPa) increased (6.851 %). The optimal tensile strength of composite with 2 layers of woven, 30, and immersion time of 4 weeks (48.946 MPa) increased (6.346 %). The optimal tensile strength of composites with 3 layers of woven, 30, and 4 weeks of immersion time (61.408 MPa) increased (5.317%). By paying attention to the changes that occur in each layer and the treatment, it can be stated that the most significant increase in tensile strength was at 4 weeks immersion at 20 salinity and 1 layer woven, which increased (21.537 %).

Keywords: petung bamboo slats, brackish water, immersion time, tensile strength.

I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi rekayasa material secara khusus material komposit akhir-akhir ini telah mengalami kemajuan yang sangat signifikan, terutama dibidang aplikasi pada industri manufaktur. Salah satu teknologi rekayasa dan inovasi material komposit tersebut adalah penggunaan bahan alam sebagai penguat (Pavla, T. 2011 & M.R. Nurul, F. *et al.* 2016).

Penggunaan bahan alam sebagai bahan penguat material komposit, pada umumnya berupa bilah, seperti bilah rami, nanas, sabuk kelapa, kenaf, palem, batang pisang, bambu, dan sebagainya. Termoplastik berbasis minyak bumi banyak digunakan dalam berbagai aplikasi, terutama dalam pengemasan. Namun, penggunaannya telah menyebabkan emisi polutan yang melonjak. Jadi, peneliti didorong untuk mencari bahan kemasan alternatif yang ramah lingkungan yang dapat didaur ulang serta dapat terurai secara hayati (T. Dhanujay, S. & M. Sasikumar. 2020).

Alam Tana Toraja cukup menyediakan tumbuhan yang beragam, tak terkecuali bambu petung yang melimpah hanya saja penggunaannya masih terbatas pada acara-acara pesta

orang mati dan kerajinan tangan seperti souvenir. Bambu petung memiliki sifat-sifat mekanis bawaan baik, dimana sangat dipengaruhi oleh komposisi kimia yang terkandung didalamnya. Salah satu sifat mekanis yang penting pada bambu petung adalah kekuatan tarik, hal ini sesuai dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh (Frans R.B. dan Chendri J. 2018) dengan judul optimasi perendaman air belerang panas terhadap kekuatan tarik dan *strip* bambu petung (*Dendrocalamus asper*). Penelitian lain yang menggunakan anyaman *strip* bambu petung sebagai bahan penguat komposit adalah analisis kekuatan komposit berpenguat anyaman bambu petung (*Dendrocalamus asper*) yang dilakukan oleh (Frans R.B. et al. 2020).

II. METODOLOGI PENELITIAN

Metode yang dilakukan dalam penelitian ini adalah :

1. Persiapan peralatan penelitian.
2. Pembuatan komposit.
3. Pengujian dan pengumpulan data.

2.1 Alat dan Bahan yang Akan Digunakan

a. Alat Penelitian

Adapun alat yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu :

1. Parang Digunakan untuk menebang pohon bambu petung sebagai bahan penelitian.
2. Mistar geser dan mistar aluminium. Untuk mengukur tebal dan panjang bilah bambu petung.
3. Gergaji Digunakan untuk memotong bambu petung yang disiapkan sebagai bahan pengujian.
4. Wadah perendaman bilah bambu petung.

b. Bahan Penelitian

Adapun bahan yang digunakan pada penelitian adalah :

1. Anyaman bilah bambu petung.
2. *Epoxy resin*.
3. *Hardener*

4. Air payau

3.1 Persiapan Proses Penelitian

Adapun langkah-langkah yang akan dilakukan dalam penelitian ini, yaitu :

1. Menyiapkan material komposit benda kerja/ sampel.
2. Mengukur sampel berdasarkan ukuran uji tarik sebelum pengujian.
3. Memastikan sampel tidak ada yang bermasalah.
4. Menguji kekuatan tarik dan mengumpulkan data.

2.2 Peubah yang diamati

Dalam penelitian ini variabel penelitian dirancang sebagai berikut :

a. Variabel bebas :

1. Lama perendaman dalam air payau (0, 2, 4, 6, dan 8 minggu).
2. Besar kandungan zat kimia/COD dalam air payau.

b. Variabel Terikat :

Kekuatan tarik material komposit.

2.3 Teknik Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini pengujian sifat mekanis komposit dengan alat uji tarik.

Dari penelitian tersebut akan diperoleh hasil penelitian berupa nilai kekuatan tarik yang diamati baik sebelum perlakuan maupun setelahnya perlakuan. Demikian pula kekuatan tarik komposit diperoleh dalam bentuk hasil uji tarik yang memungkinkan dapat dilakukan dengan analisis data.

2.4 Teknik Analisis Data

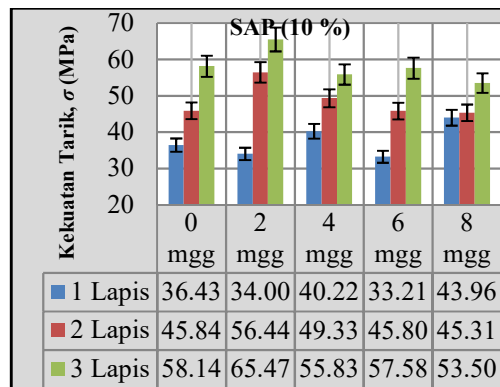
Dalam penelitian ini data-data hasil penelitian dianalisis dengan menggunakan teknik analisis secara deskriptif yaitu statistik yang dimanfaatkan untuk menganalisis data dengan cara mendeskripsikan data yang telah terkumpul sebagaimana adanya tanpa bermaksud membuat generalisasi hasil penelitian. Dalam teknik analisis data statistik deskriptif termasuk didalamnya

antara lain penyajian data melalui tabel dan grafik.

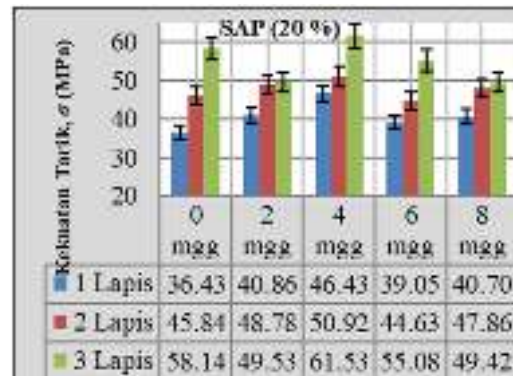
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data-data yang digunakan dalam penelitian ini adalah nilai rata-rata kekuatan tarik dari setiap sampel pada masing-masing lapisan anyaman bilah bambu petung, baik yang mengalami perlakuan maupun tanpa perendaman atau yang normal. Pengujian dilakukan untuk mengetahui nilai yang optimal yang terjadi pada komposit berpenguat anyaman bilah bambu petung dengan perendaman media air payau dengan salinitas 10, 20, 30 % dan variasi lama perendaman 0, 2, 4, 6, dan 8 minggu.

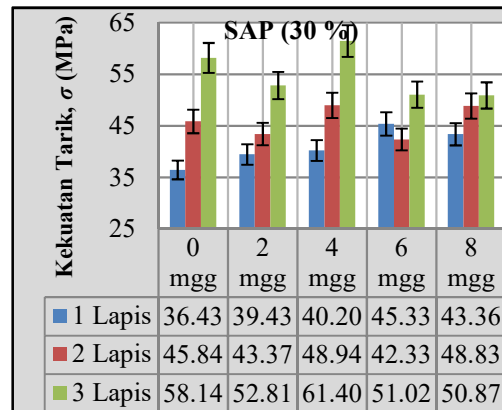
Adapun nilai kekuatan tarik rata-rata yang dihasilkan dari pengujian sampel komposit berpenguat anyaman bilah bambu petung baik yang normal atau tanpa perlakuan maupun yang mengalami perendaman, seperti disajikan dibawah ini dalam bentuk grafik.



Gambar 1. Grafik pengaruh waktu perendaman terhadap kekuatan tarik pada salinitas air payau 10 %



Gambar 2. Grafik pengaruh waktu perendaman terhadap kekuatan tarik pada salinitas air payau 20 %



Gambar 3. Grafik pengaruh waktu perendaman terhadap kekuatan tarik pada salinitas air payau 30 %

1. Pembahasan

Pada gambar (1) menunjukkan bahwa variasi waktu perendaman dengan media air payau (0, 2, 4, 6, 8 minggu) pada salinitas (10 %) berpengaruh terhadap perubahan kekutan tarik rata-rata optimal komposit resin epoksi yang diperkuat dengan anyaman bilah bambu petung. Kekuatan tarik rata-rata optimal komposit berpenguat anyaman bilah bambu petung tanpa perendaman 1 lapis (36,436 MPa), 2 lapis (45,840 MPa), dan 3 lapis (58,143 MPa). Selanjutnya nilai inilah yang dijadikan sebagai pembanding untuk nilai kekuatan tarik optimal komposit yang berpenguat anyaman bilah bambu petung yang mengalami perendaman.

Pada komposit yang berpenguat anyaman bilah bambu petung 1 lapis dengan perendaman air payau pada salinitas 10 ‰, nilai kekuatan tarik optimal diperoleh pada perendaman 8 minggu sebesar 43,962 MPa. Sedangkan kekuatan tarik pada perendaman 0 minggu sebesar 36,436 MPa dengan selisih sebesar 17,119 %. Untuk komposit berpenguat anyaman bilah bambu petung 2 lapis pada 10 ‰ kekuatan tarik optimal komposit diperoleh pada perendaman 2 minggu sebesar 56,443 MPa, dan kekuatan tarik pada waktu perendaman 0 minggu sebesar 45,840 MPa dengan selisih sebesar 18,785 %. Pada komposit yang diperkuat anyaman bilah bambu petung 3 lapis dengan perendaman air payau pada salinitas 10 ‰, nilai kekuatan tarik optimal komposit diperoleh pada perendaman 2 minggu sebesar 65,479 MPa, sedangkan kekuatan tarik pada perendaman 0 minggu sebesar 58,143 MPa dengan selisih sebesar 11,204 %.

Pada gambar (2) menunjukkan bahwa variasi waktu perendaman dengan media air payau (0, 2, 4, 6, 8 minggu) pada salinitas (20 ‰) berpengaruh terhadap perubahan kekuatan tarik rata-rata optimal komposit resin epoksi yang diperkuat dengan anyaman bilah bambu petung.

Kekuatan tarik rata-rata optimal komposit berpenguat anyaman bilah bambu petung tanpa perendaman 1 lapis (36,436 MPa), 2 lapis (45,840 MPa), dan 3 lapis (58,143 MPa). Selanjutnya nilai inilah yang dijadikan sebagai pembandingan untuk nilai kekuatan tarik optimal komposit yang berpenguat anyaman bilah bambu petung yang mengalami perendaman.

Pada komposit yang diperkuat anyaman bilah bambu petung 1 lapis dengan perendaman air payau pada salinitas 20 ‰, nilai kekuatan tarik optimal diperoleh pada perendaman 4 minggu sebesar 46,437 MPa, sedangkan kekuatan tarik pada perendaman 0 minggu sebesar 36,436 MPa dengan selisih sebesar 21,537 %. Untuk komposit berpenguat anyaman bilah bambu petung 2 lapis pada 20 ‰

kekuatan tarik optimal komposit diperoleh pada waktu perendaman 4 minggu sebesar 50,921 MPa, dan kekuatan tarik pada waktu perendaman 0 minggu dengan kekuatan tarik 45,840 MPa dengan selisih sebesar 9,978 %. Pada komposit yang diperkuat anyaman bilah bambu petung 3 lapis dengan perendaman air payau pada salinitas 20 ‰, nilai kekuatan tarik optimal komposit diperoleh pada waktu perendaman 4 minggu sebesar 61,534 MPa dan kekuatan tarik yang diperoleh pada waktu perendaman 0 minggu sebesar 58,143 MPa dengan selisih sebesar 5,511 %.

Pada gambar (3) menunjukkan bahwa variasi waktu perendaman dengan media air payau (0, 2, 4, 6, 8 minggu) pada salinitas (20 ‰) berpengaruh terhadap perubahan kekuatan tarik rata-rata optimal komposit resin epoksi yang diperkuat dengan anyaman bilah bambu petung.

Kekuatan tarik rata-rata optimal komposit berpenguat anyaman bilah bambu petung tanpa perendaman 1 lapis (36,436 MPa), 2 lapis (45,840 MPa), dan 3 lapis (58,143 MPa). Selanjutnya nilai inilah yang dijadikan sebagai pembandingan untuk nilai kekuatan tarik optimal komposit yang berpenguat anyaman bilah bambu petung yang mengalami perendaman.

Pada komposit yang berpenguat anyaman bilah bambu petung 1 lapis dengan perendaman air payau dengan salinitas 30 ‰, nilai kekuatan tarik optimal diperoleh pada waktu perendaman 6 minggu sebesar 45,337 MPa dan kekuatan tarik pada waktu perendaman 0 minggu sebesar 36,436 MPa, maka selisihnya sebesar 19,633 %. Untuk komposit berpenguat anyaman bilah bambu petung 2 lapis pada 20 ‰ kekuatan tarik optimal komposit diperoleh pada waktu perendaman 4 minggu sebesar 48,946 MPa, dan kekuatan tarik pada waktu perendaman 0 minggu dengan kekuatan tarik 45,840 MPa dengan selisih sebesar 6,346 %. Pada komposit yang berpenguat anyaman bilah bambu petung 3 lapis dengan perendaman air payau pada

salinitas 30 ‰, nilai kekuatan tarik optimal komposit diperoleh pada waktu perendaman 4 minggu sebesar 61,408 MPa dan kekuatan tarik pada waktu perendaman 0 minggu sebesar 58,143 MPa dengan selisih sebesar 5,317 ‰.

IV. KESIMPULAN

Pengaruh waktu perendaman terhadap sifat mekanis komposit berpenguat anyaman bilah bambu petung, seperti diuraikan sebagai berikut. Kekuatan tarik optimal komposit berpenguat bilah bambu petung tanpa perendaman 1 lapis (36,436 MPa), 2 lapis (45,840 MPa), dan 3 lapis (58,143 MPa).

- a. Kekuatan tarik optimum komposit dengan anyaman bilah bambu petung 1 lapis, 10 ‰, dan waktu perendaman 8 minggu (43,962 MPa) mengalami kenaikan (17,119 ‰). Kekuatan tarik optimal komposit dengan anyaman bilah bambu petung 2 lapis, 10 ‰, waktu perendaman 2 minggu (56,443 MPa) mengalami kenaikan (18,785 ‰). Kekuatan tarik optimal komposit dengan anyaman bilah bambu petung 3 lapis, 10 ‰, dan waktu perendaman 2 minggu (65,479 MPa) mengalami kenaikan (11,204 ‰).
- b. Kekuatan tarik optimum komposit dengan anyaman bilah bambu petung 1 lapis 20 ‰ dan waktu perendaman 4 minggu (46,437 MPa) mengalami kenaikan (21,537 ‰). Kekuatan tarik optimal komposit dengan anyaman bilah bambu petung 2 lapis 20 ‰, dan waktu perendaman 4 minggu (50,921) mengalami kenaikan (9,978 ‰). Kekuatan tarik optimal komposit dengan anyaman bilah bambu petung 3 lapis 20 ‰ 4 minggu (61,534) mengalami kenaikan (5,511 ‰).
- c. Kekuatan tarik optimum komposit dengan anyaman bilah bambu petung 1 lapis, 30 ‰, dan waktu perendaman 6 minggu (45,337 MPa) mengalami kenaikan (6,851 ‰). Kekuatan tarik optimal komposit dengan anyaman bilah bambu petung 2 lapis, 30 ‰, dan waktu perendaman 4 minggu (48,946

MPa) mengalami kenaikan (6,346 ‰). Kekuatan tarik optimal komposit dengan anyaman bilah bambu petung 3 lapis, 30 ‰, dan waktu perendaman 4 minggu (61,408 MPa) mengalami kenaikan (5,317 ‰). Dengan memperhatikan perubahan yang terjadi pada masing-masing lapisan dan perlakuan tersebut, maka dapat dinyatakan bahwa yang paling mengalami peningkatan kekuatan tarik yang signifikan adalah pada perendaman 4 minggu pada salinitas 20 ‰ dan anyaman 1 lapis, yaitu mengalami kenaikan (21,537 ‰).

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima Kasih kepada seluruh civitas akademik di Universitas Kristen Indonesia Toraja khususnya jurusan teknik mesin karena berkat dukungan prodi yang baik sehingga penulisan ini dapat terselesaikan dengan baik

REFERENSI

- [1] Arma, L.H. 2011. Analisis Perilaku Mekanik Komposit Laminat Bilah Bambu dengan Metode Makromekanik. Prosiding 2011. ©Hasil Penelitian Fakultas Teknik, Volume 5 : Desember 2011. SBN : 978-979-127255-0-6. E-mail: armalh@eng.unhas.ac.id.
- [2] Bellini, A. et al. 2019. Experimental and Numerical Evaluation of Fiber-Matrix Interface Behavior of different FRCC Systems. Composites Part B 161 (2019) 411–426. E-mail address: marco.bovo@unibo.it.
- [3] Bethony, F.R. dan Johan, C. 2018. Optimasi Perendaman Air Belerang Panas Terhadap KEKUATAN TARIK DAN Strip Bambu Petung (*Dendrocalamus asper*). DYNAMIC SAINT. JDS, Jilid III no. 2, April 2018. e-mail: fransbethoni@yahoo.co.id, chendrijo@yahoo.com
- [4] Bethony, F.R. et al. 2020. Tensile

- Strength Analysis of Composite Reinforced *Petung* Bamboo Woven (*Dendrocalamus asper*). International Journal of Mechanical and Production Engineering Research and Development (IJMPERD). ISSN(P): 2249-6890; ISSN(E): 2249-8001. Vol. 10, Issue 3, Jun 2020, 8227-8232. ©TJPRC Pvt. Ltd. www.tjprc.org.
- [5] Chang, F. et al. 2015. Effect of Hot-Compressed Water Treatment of Bamboo Fiber on the Properties of Polypropylene/Bamboo Fiber Composite. *BioResources* 10(1), 1366-1377. Corresponding author: lshyhk@kangwon.ac.kr.
- [6] Chaowana, P. 2013. Bamboo: An Alternative Raw Material for Wood and Wood- Based Composites. *Journal of Materials Science Research*; Vol. 2, No. 2; 2013. ISSN 1927-0585 E-ISSN 1927-0593. doi:10.5539/jmsr.v2n2p90. <http://dx.doi.org/10.5539/jmsr.v2n2p90>.
- [7] Dan-mallam, Y. et al. 2015. Mechanical Characterization and Water Absorption Behaviour of Interwoven Kenaf/PET Fibre Reinforced Epoxy Hybrid Composite. Hindawi Publishing Corporation. *International Journal of Polymer Science*. Volume 2015, Article ID 371958, 13 pages. <http://dx.doi.org/10.1155/2015/371958>.
- [8] Irawan, A.P. dan Sukania, I.W. 2013. Kekuatan Tekan dan Flexural Material Komposit Bilah Bambu Epoksi. *Jurnal Teknik Mesin*, Vol. 14, No. 2, Oktober 2013, 59-63. DOI: 10.9744/jtm.14.2.59-63 ISSN 1410-9867. e-mail: agustinus@untar.ac.id.
- [9] Kadir, Abd. dkk. 2014. Pengaruh Pola Anyaman Terhadap Kekuatan Tarik dan Bending Komposit Berpenguat Bilah Bambu. *Dinamika Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*. Vol. 6, No. 1. November 2014. ISSN: 2085-8817. Date modified 08/02/2016, 15:49.
- [10] Mahesh, K. et al. 2020. Wear Analysis of Rice Husk Shell Powder Reinforced Epoxy Composite. *International Journal of Mechanical and Production Engineering Research and Development (IJMPERD)*. ISSN(P): 2249-6890; ISSN(E): 2249-8001. Vol. 9, Issue 5, Oct 2019, 997-1004. ©TJPRC Pvt. Ltd. www.tjprc.org.
- [11] Zulkifli dan Hermansyah, H. 2016. Analisa Pengaruh Penyerapan Air Sungai Mahakam terhadap Kekuatan Tarik Material Komposit dengan Variasi Perbandingan Matriks dan Hardener. *Journal INTEK*. 2016, Volume 3 (1): 50-53. zulkifli.as@poltekba.ac.id.