

SIFAT MEKANIK MATERIAL KOMPOSIT SERAT NATURAL ECENG GONDOK (EG)

Muhammad Arsyad Suyuti¹⁾, Rusdi Nur²⁾, Pria Gautama³⁾, Muhammad Afif Murtadha⁴⁾, Cristina Agatha⁵⁾
^{1,2,3)} Dosen Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar
^{4, 5)} Mahasiswa D4 Teknik Manufaktur Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar

ABSTRACT

The purpose of this study was to determine the mechanical properties (tensile strength and bending strength) of the water hyacinth fiber-reinforced composite material. The matrix materials used are epoxy resin A type Bisphenol A and Epoxy hardener B Type Polyaminoamide. The composition of the matrix material is the mass fraction of epoxy resin A as much as 60% and epoxy hardener B as much as 40%. Water hyacinth fiber has various dimensions, including 20x10 mm, 30x10 mm and 40x10 mm, with a composition between matrix and fiber of 95% matrix and 5% fiber. In this study, the mechanical properties were tested using ASTM D 638-02 type 1 standards for tensile tests and ASTM D 790-02 for bending tests. From the results of the study, the tensile strength of the composite without fiber was 81.51 N/mm² and the tensile strength of the composite with fiber was 48.75 to 53.60 N/mm². While the bending strength of the composite without fiber is 71.56 N/mm² and the bending strength of the composite with fiber is 22.66 N/mm² to 34.54 N/mm². When compared to the tensile strength of the composite without fiber, the tensile strength of the composite with fiber decreased significantly between 34.241% to 40.192%, as well as the bending strength also experienced a very significant decrease between 51.732% to 68.334%. This decrease may be due to the high lignin and hemicellulose content of water hyacinth stem fibers and also the resulting voids in the composite panels.

Keywords: water hyacinth, composite material, mechanical properties

1. PENDAHULUAN

Berbagai jenis serat alami tersedia di negara tropis. Salah satu tumbuhan yang melimpah di Indonesia adalah eceng gondok. Tanaman air ini mengapung di atas permukaan air, tumbuh sangat pesat, sering menutupi permukaan air dan menimbulkan beberapa masalah seperti penurunan produksi di sektor perikanan, cepatnya penguapan air dan berkembangnya sektor pembiakan nyamuk. Karena bahan baku yang melimpah dan biaya yang murah, pengrajin souvenir tradisional di Indonesia mengembangkan tanaman eceng gondok menjadi beberapa produk komersial, dan ternyata memberikan manfaat dan keuntungan yang tinggi. Jenis produk yang dikembangkan adalah tas tangan, dompet, keranjang yang menunjukkan performa yang kuat. Sebagai tumbuhan alami, kekuatan serat eceng gondok bergantung pada kandungan selulosa [1]. Eceng gondok merupakan salah satu sumber serat alami yang harganya murah, tidak beracun, dan melimpah di Indonesia. Ini memiliki sekitar 40% kandungan selulosa yang sebanding dengan kandungan serat dari sumber lain [2]. Kandungan selulosa memiliki pengaruh penting terhadap sifat-sifat biokomposit. Kandungan selulosa yang lebih tinggi mengarah pada sifat mekanik dan termal yang lebih baik seperti yang dilaporkan dalam penelitian sebelumnya [3]. Eceng gondok merupakan tumbuhan air yang umum, umumnya mengandung 60% serat selulosa [4]. Namun, kandungan serat selulosa mungkin bergantung pada lingkungan tempat tumbuhnya. Di Indonesia tanaman ini tumbuh cepat dengan produksi 125 ton / ha dalam 6 bulan [5-6]. Eceng gondok merupakan salah satu jenis gulma yang bermasalah di Indonesia. Iklim tropis dan faktor lingkungan yang menguntungkan telah membantu memicu pertumbuhan besar-besaran gulma ini. Oleh karena eceng gondok merupakan tanaman invasif dengan pertumbuhan yang sangat cepat, maka tindakan pengendalian sangat perlu dilakukan untuk menghilangkan tanaman ini dari lingkungan air. Cara penanganan yang lebih baik dari tanaman eceng gondok ini adalah dengan mendaur ulangnya sebagai sumber baru produk serat alami. Serat alami eceng gondok dapat diaplikasikan sebagai bahan penguat pada komposit polimer karena sifatnya yang menarik yaitu isi selulosa relatif tinggi dan diameter selulosa kecil [7]. Saat ini pemanfaatan material komposit berkembang pesat. Keunggulan komposit adalah mudah dibentuk sehingga mendorong penggunaan komposit sebagai pengganti material logam pada berbagai produk. Serat alami diperkuat komposit polimer matriks menarik perhatian dalam aplikasinya karena memberikan banyak keuntungan seperti kepadatan rendah, efektivitas biaya, dan ketersediaan [8]. Umumnya serat alam terdiri dari tiga komponen utama; selulosa, hemiselulosa, dan lignin [9]. Kandungan selulosa yang lebih tinggi berkaitan dengan sifat mekanik yang lebih kuat. Selulosa adalah struktur kristal yang tersusun dari monomer β -D-glukopiranososa [10]. Dengan demikian serat eceng gondok sangat potensial untuk dikembangkan menjadi

¹ Korespondensi penulis: Muhammad Arsyad Suyuti, 081341573347, muhammadarsyadsuyuti@poliupg.ac.id

material komposit natural untuk berbagai penggunaan seperti pembuatan komponen kendaraan listrik, komponen elektronik, otomotif dan lain-lain.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Material

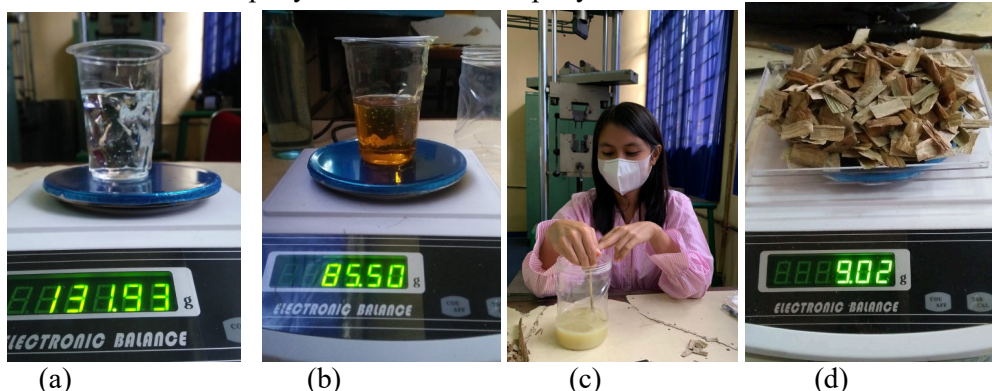
Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Pengujian Bahan dan Metrologi Politeknik Negeri Ujung Pandang. Material matrik yang digunakan yaitu epoxy resin A type Bisphenol A dan Epoxy hardener B Type Polyaminoamide yang dibeli pada PT. Justus Kimia Raya Surabaya. Sedangkan serat menggunakan serat natural dari tumbuhan eceng gondok. Tumbuhan eceng gondok diambil dari danau UNHAS Tamalanrea kota Makassar Sulawesi Selatan. Tumbuhan eceng gondok diekstrak dengan terlebih dahulu kemudian dipisahkan menjadi tiga bagian yaitu batang, akar dan tangkai daun eceng gondok. Batang eceng gondok kemudian dipisahkan, dikumpulkan dan dibersihkan lalu dikeringkan di bawah sinar matahari. Proses ekstrak serat eceng gondok ditunjukkan pada gambar 1 berikut ini.



Gambar 1. Proses batang eceng gondok sebagai bahan baku serat natural

2.2. Pembuatan Panel Komposit

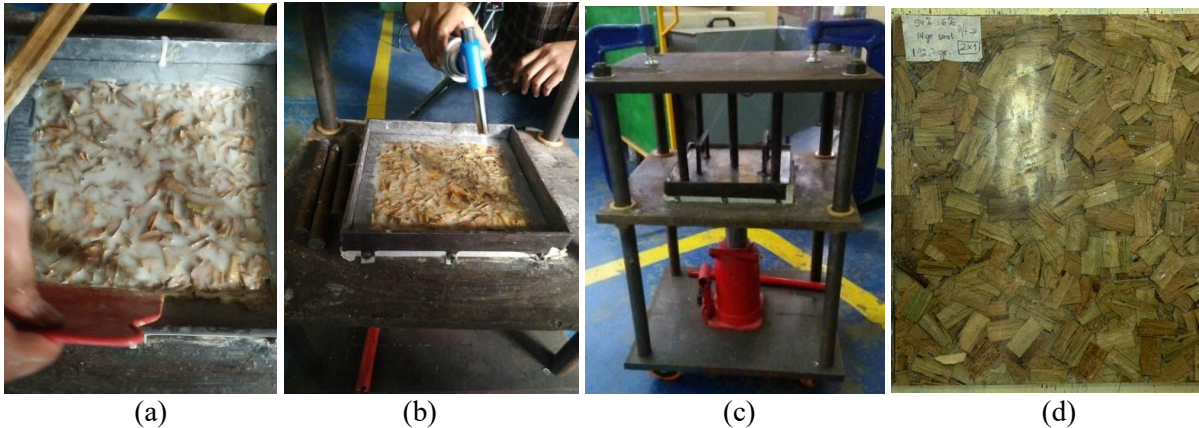
Batang eceng gondok yang kering diekstrak menjadi serat batang eceng gondok. Proses ekstrak dilakukan dengan terlebih dahulu membelah batang eceng gondok. Kemudian menggerus lignin dan hemiselulosa yang terdapat pada batang dengan menggunakan sikat baja. Serat yang telah digerus dipotong-potong menggunakan gunting dengan dimensi 20 x 10 mm, 30 x 10 mm dan 40 x 10 mm. Serat eceng gondok selanjutnya ditimbang dengan perbandingan komposisi fraksi massa antara matrik dengan serat sebesar 95% matrik : 5% serat. Sedangkan jenis matrik yang digunakan yaitu material merek Eposchon yang merupakan campuran antara epoxy resin A type Bisphenol A dan Epoxy hardener B Type Polyaminoamide dengan perbandingan fraksi massa 60% epoxy resin A dan 40% epoxy hardener B.



Gambar 2. Pengukuran volume serat dan matrik: (a). Resin, (b) Hardener, (c). Matrik (Campuran resin dan hardener), (d) serat batang EG

Dalam mencetak panel komposit terlebih dahulu dipersiapkan serat, resin dan hardener sesuai dengan perbandingan komposisi massa yang diinginkan seperti terlihat pada Gambar 2. diatas. Perbandingan komposisi massa diukur dengan menggunakan timbangan digital merek *electronic balance* dengan ketelitian

0,01 gram. Setelah komposisi bahan resin epoxy dan hardener epoxy diperoleh maka selanjutnya dicampur dalam satu wadah, diaduk sampai resin dan hardener tercampur dengan merata (lihat Gambar 2c). Langkah selanjutnya mencetak komposit dengan memasukkan matrik dan serat kedalam cetakan berukuran 200x200x4 mm³ (Gambar 3a). Untuk mengurangi atau menghilangkan void/rongga udara maka komposit dipanaskan beberapa menit sebelum dipress (Gambar 3b). Komposit pada cetakan yang sudah dipanaskan kemudian dipress dengan menggunakan alat press dongkrak hidrolik 20 ton selama 10 jam (Gambar 3c). Setelah dipress selama 10 jam komposit pada cetakan dibuka sehingga diperoleh panel komposit sebagai bahan spesimen pengujian sifat mekanis dengan ukuran 200x200x4 mm³ (Gambar 3d)



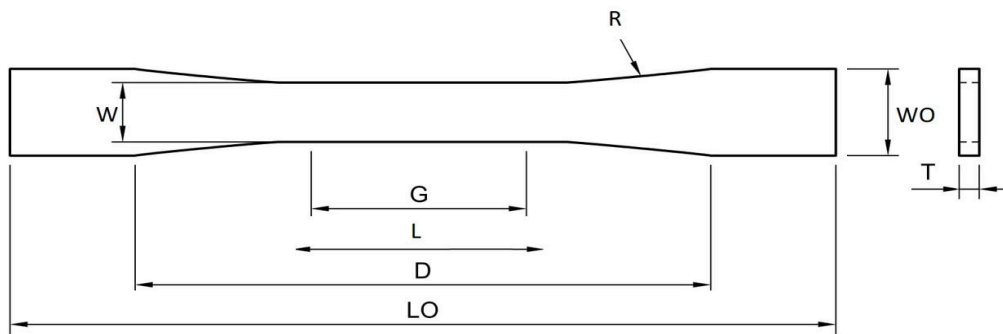
Gambar 3. Proses pembuatan komposit: (a). Matrik dan serat dituang ke cetakan, (b). Komposit dipanaskan, (c). Komposit dipress (d). Panel komposit setelah dicetak.

2.3. Pembuatan Spesimen Uji

Pada penelitian ini pembuatan sampel mengacu pada standar uji tarik ASTM D 638-02 tipe 1 dan standar uji bending ASTM D 790-02 [11]. Adapun syarat dan ketentuan standar tersebut sebagai berikut:

- Spesimen Uji Tarik

Adapun standar spesimen uji tarik ASTM D 638-02 tipe 1 sebagai berikut:



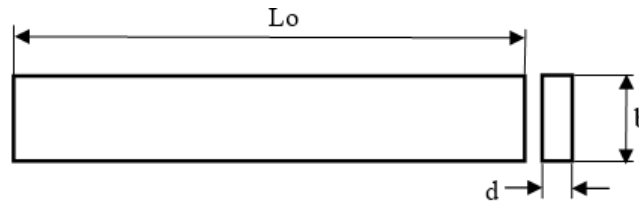
Gambar 4. Spesimen uji tarik ASTM D 638-02 type I

Tabel 1 Dimensi spesimen uji tarik berdasarkan ASTM D 638-02 type I

Simbol	Keterangan	Ukuran (mm)
W	Lebar ukur	13 ± 0.5
L	Panjang paralel	57 ± 0.5
W ₀	Lebar bagian jepit, min	19 ± 6.4
L ₀	Panjang total	165 (no max)
G	Panjang ukur	50 ± 0.25
D	Jarak antara pengecaman	115 ± 5
R	Radius fillet	13 ± 0.5
T	Ketebalan (diambil dari ketebalan komposit)	4

- Spesimen Uji Bending

Sedangkan pengujian kekuatan bending mengacu pada standar ASTM D 790-02.

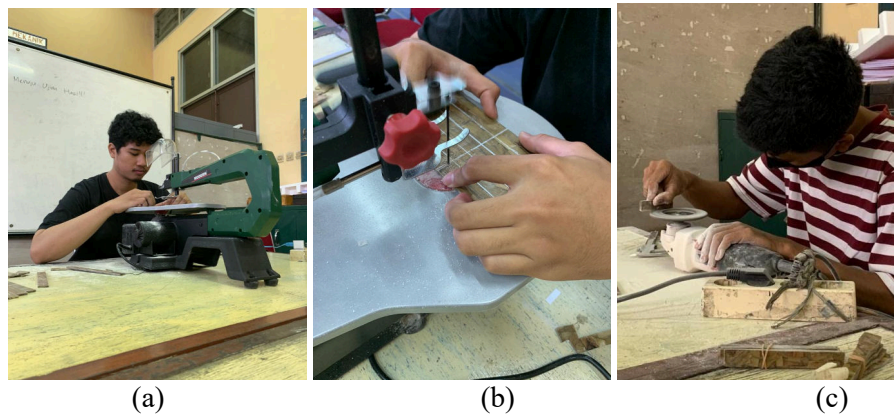


Gambar 5. Spesimen uji bending ASTM D 790-02

Tabel 2 Dimensi spesimen uji bending berdasarkan ASTM D 790-02

Simbol	Keterangan	Rumus	Ukuran (mm)
d	Tebal	Sesuai tebal spesimen uji	4
L	Jarak tumpuan	16 x d	64
Lo	Panjang total	L + 10%	120
b	Lebar	4 x d	16

Pada panel komposit yang telah dicetak dengan ukuran 200x200x4 mm³ dapat dibuat spesimen uji untuk uji tarik, uji bending dan uji dampak sesuai dengan standar ASTM masing-masing sebanyak 5 spesimen. Pembentukan panel komposit menjadi spesimen uji dikerjakan dengan menggunakan mesin *scroll saw* agar hasil pembuatan spesimen ukuran dan bentuknya presisi sesuai dengan persyaratan standar ASTM diatas. Spesimen uji tarik sebelum dibentuk terlebih dahulu digambar mal pembentuk melalui software autodesk fusion 360. Spesimen yang telah dibentuk selanjutnya dilakukan proses finising menggunakan gerinda tangan. Berikut ini gambar pembuatan specimen uji tarik dan uji bending.



Gambar 6. Proses Pembuatan Spesimen: (a). mesin *scroll saw*, (b) Proses pemotongan specimen, (c) Finising specimen yang telah dipotong

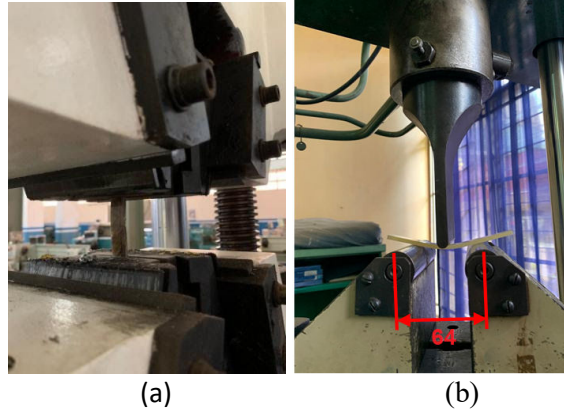
Berikut ini merupakan salah satu dari spesimen uji tarik dan uji bending yang telah dibentuk:



Gambar 7. Hasil pembuatan spesimen uji: (a) Uji tarik, (b) Uji bending

2.4. Pengujian material

Untuk mengetahui sifat mekanik komposit serat eceng gondok tersebut maka kekuatan tarik dan kekuatan bending diuji menggunakan mesin *Universal Testing Machine* (UTM) Merek Galdabini Type PM 100, kapasitas beban 20 kN dengan kecepatan langkah 5 mm/menit. Sebelum diuji tarik dan uji lentur maka terlebih dahulu diukur lebar, tebal dan panjang awal sampel. Proses pengujian tarik dan pengujian bending dapat dilihat pada Gambar 8. berikut ini.



Gambar 8. Proses pengujian pada mesin UTM: (a). Uji Tarik, (b). Uji Lentur

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

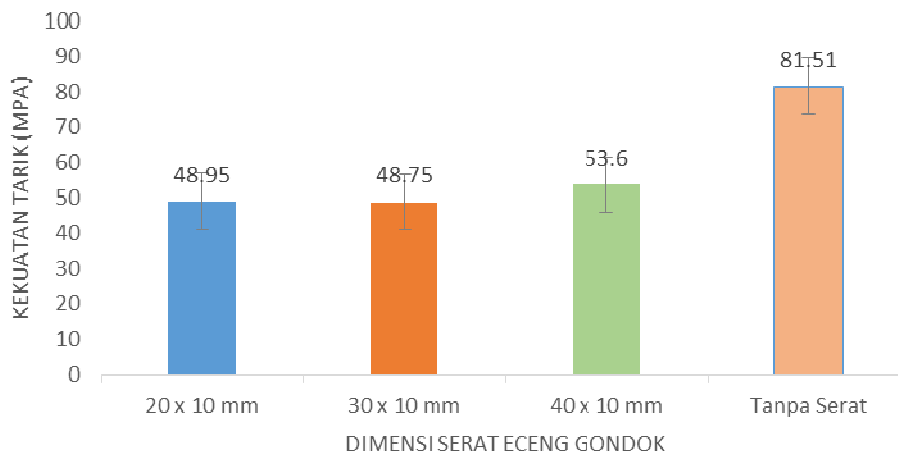
3.1. Kekuatan Tarik

Kekuatan tarik dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

Dimana : σ = Kekuatan Tarik (N/mm²), F = beban Tarik (N) dan A = luas penampang awal (mm²)

Grafik Gambar 9 dibawah ini menunjukkan ukuran dimensi serat penguat eceng gondok terhadap kekuatan tarik komposit.



Gambar 9. Pengaruh dimensi serat eceng gondok terhadap kekuatan tarik pada komposit

Dari grafik pada Gambar 9 di atas memperlihatkan bahwa dengan penggunaan serat semakin panjang ukuran serat maka kekuatan tarik komposit cenderung semakin tinggi. Kekuatan tarik terendah terjadi pada panjang serat 30x10 mm sebesar 48.75 N/mm² namun hanya memiliki perbedaan kekuatan tarik sangat kecil dibanding dengan panjang serat 20x10 mm² dengan selisi 0.2 N/mm². Kekuatan tarik tertinggi diperoleh pada panjang serat 40x10 mm sebesar 53.6 mm. Sedangkan jika dibandingkan dengan kekuatan tarik komposit tanpa serat maka semua komposit dengan serat eceng gondok mengalami penurunan kekuatan tarik antara 34,241% s.d 40,192%. Penurunan yang sangat signifikan ini mungkin disebabkan oleh serat batang eceng gondok yang masih banyak mengandung senyawa lignin dan hemiselulosa. Dimana didalam serat natural mengandung tiga unsur senyawa yaitu senyawa selulosa, lignin dan hemiselulosa. Senyawa Lignin dan

hemiselulosa memiliki kekuatan rendah. Selain juga mungkin disebabkan masih banyak terjadi void atau rongga udara didalam komposit yang dihasilkan.

3.2. Kekuatan Bending

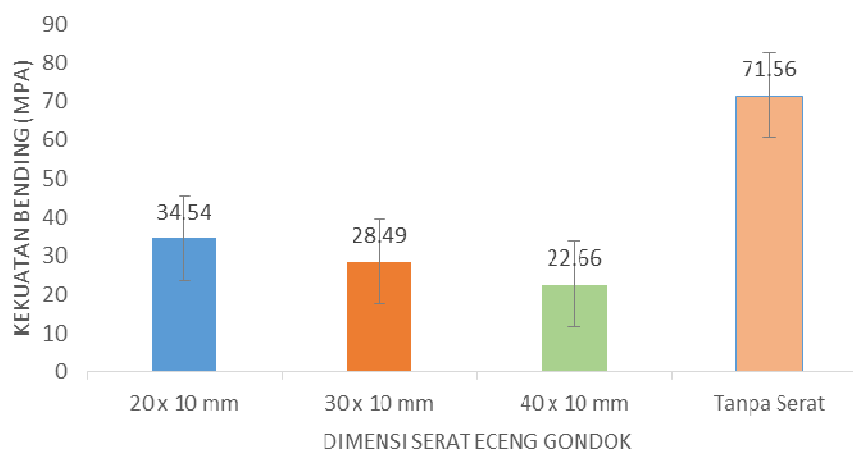
Kekuatan bending dihitung dengan menggunakan persamaan pada ASTM D 790-02 sebagai berikut:

$$\sigma_b = \frac{3FL}{2bd^2}$$

Dimana : σ_b = kekuatan bending (N/mm^2), F = gaya bending (N), L = jarak tumpuan (mm), b = lebar specimen (mm) dan d = tebal (mm).

Pada grafik Gambar 10 menunjukkan pengaruh variasi ukuran serat penguat eceng gondok terhadap kekuatan bending material komposit.

Berdasarkan grafik pada gambar 10 dibawah ini memperlihatkan bahwa kekuatan bending mengalami penurunan seiring dengan pertambahan panjang serat. Kekuatan bending yang diperoleh dari tertinggi ke terendah yaitu pada panjang serat 20 mm = 34,54 N/mm^2 , panjang serat 30 mm = 28,49 N/mm^2 dan panjang serat 40 mm = 22,66 N/mm^2 .



Gambar 10. Pengaruh dimensi serat eceng gondok terhadap kekuatan bending komposit

Kekuatan bending komposit dengan serat jika dibandingkan dengan kekuatan bending tanpa serat, juga terjadi seperti pada kekuatan tarik dimana kekuatan bending tanpa serat mengalami penurunan yang sangat signifikan jika dibandingkan dengan kekuatan bending tanpa serat. Penurunan tersebut berkisar antara 51,732% s.d 68,334%. Penyebab penurunan tersebut diperkirakan sama dengan penurunan kekuatan tarik yaitu karena masih tingginya kandungan lignin dan hemiselulosa pada serat batang eceng gondok, juga karena masih terdapat banyak void atau rongga udara didalam panel material komposit yang dicetak.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian material komposit dengan menggunakan serat batang eceng gondok maka dapat disimpulkan bahwa: 1) Kekuatan tarik dan kekuatan bending material komposit dengan menggunakan serat batang eceng gondok sebagai penguat mengalami penurunan yang sangat signifikan dibandingkan material komposit tanpa serat. Hal tersebut kemungkinan disebabkan oleh masih banyaknya kandungan lignin dan hemisolulosa yang terdapat pada serat batang eceng gondok sehingga menyebabkan menurunnya kekuatan material komposit, 2) Kekuatan tarik material komposit serat eceng gondok sebesar 48,75 N/mm^2 s.d 53,60 N/mm^2 sedangkan kekuatan bending sebesar 22,66 N/mm^2 s.d 34,54 N/mm^2

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Abral, Hairul, Putra, H., Sapuan, S. M., & Ishak, M. R. (2013). Effect of Alkalization on Mechanical Properties of Water Hyacinth Fibers-Unsaturated Polyester Composites. *Polymer - Plastics Technology and Engineering*, 52(5), 446–451. <https://doi.org/10.1080/03602559.2012.748804>
- [2] Asrofi, M., Abral, H., Kasim, A., & Pratoto, A. (2017). XRD and FTIR Studies of Nanocrystalline Cellulose from Water Hyacinth (<i>Eichornia crassipes</i>) Fiber. *Journal of Metastable*

- and Nanocrystalline Materials*, 29, 9–16. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/JMNM.29.9>
- [3] Sumrith, N., Techawinyutham, L., Sanjay, M. R., Dangtungee, R., & Siengchin, S. (2020). Characterization of Alkaline and Silane Treated Fibers of ‘Water Hyacinth Plants’ and Reinforcement of ‘Water Hyacinth Fibers’ with Bioepoxy to Develop Fully Biobased Sustainable Ecofriendly Composites. *Journal of Polymers and the Environment*, 28(10), 2749–2760. <https://doi.org/10.1007/s10924-020-01810-y>
- [4] Asrofi, M., Abral, H., Kasim, A., Pratoto, A., Mahardika, M., Park, J. W., & Kim, H. J. (2018). Isolation of Nanocellulose from Water Hyacinth Fiber (WHF) Produced via Digester-Sonication and Its Characterization. *Fibers and Polymers*, 19(8), 1618–1625. <https://doi.org/10.1007/s12221-018-7953-1>
- [5] Istirokhatun, T., Rokhati, N., Rachmawaty, R., Meriyani, M., Priyanto, S., & Susanto, H. (2015). ScienceDirect Cellulose Isolation from Tropical Water Hyacinth for Membrane Preparation. *Procedia Environmental Sciences*, 23, 274–281. <https://doi.org/10.1016/j.proenv.2015.01.041>
- [6] Abral, H., Kadriadi, D., Rodianus, A., Mastariyanto, P., Ilhamdi, Arief, S., Sapuan, S. M., & Ishak, M. R. (2014). Mechanical properties of water hyacinth fibers - polyester composites before and after immersion in water. *Materials and Design*, 58, 125–129. <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2014.01.043>
- [7] Widhata, D., & Ismail, R. (2020). *Development of water hyacinth (Eceng Gondok) as fibre reinforcement composite for prosthetics socket Development of Water Hyacinth (Eceng Gondok) as Fibre Reinforcement Composite for Prosthetics Socket. 060013*(September).
- [8] Rohit, K., & Dixit, S. (2016). A review - future aspect of natural fiber reinforced composite. *Polymers from Renewable Resources*, 7(2), 43–60. <https://doi.org/10.1177/204124791600700202>
- [9] Abraham, E., Deepa, B., Pothan, L. A., Jacob, M., Thomas, S., Cvelbar, U., & Anandjiwala, R. (2011). Extraction of nanocellulose fibrils from lignocellulosic fibres: A novel approach. *Carbohydrate Polymers*. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2011.06.034>
- [10] Abdul Khalil, H. P. S., Davoudpour, Y., Islam, M. N., Mustapha, A., Sudesh, K., Dungani, R., & Jawaid, M. (2014). Production and modification of nanofibrillated cellulose using various mechanical processes: A review. In *Carbohydrate Polymers*. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2013.08.069>
- [11] Arsyad, M., Suyuti, M. A., Hidayat, M. F., & Pajarrai, S. (2014). Pengaruh Variasi Arah Susunan Serat Sabut Kelapa Terhadap Sifat Mekanik. *Sinergi*, 2, 101–113.

6. UCAPAN TERIMA KASIH

Pada kesempatan ini penulis dengan tulus mengucapkan terima kasih kepada: 1). Kemenristekdikti atas dana desentralisasi program penelitian dan pengabdian masyarakat tahun 2021 yang telah diberikan. 2). Direktur dan Ketua UPPM Politeknik Negeri Ujung Pandang yang memberikan kesempatan untuk mengikuti program Penelitian Dasar Unggulan Perguruan Tinggi ini. 3) Semua pihak yang terlibat dalam penelitian ini. Semoga hasil penelitian ini dapat memenuhi tujuan yang diharapkan dan dirasakan manfaatnya oleh masyarakat, khususnya bagi industri yang banyak melakukan proses pabrikasi untuk pembuatan material komposit. Akhirnya kepada Allah-lah kami serahkan semuanya, semoga segala aktivitas kita dinilai-Nya sebagai ibadah dan mendapatkan amal jariah dari-Nya. Aamiin.