

Karakterisasi Mekanik Komposit Serat Hybrid Serat Lidah Mertua dan Serat Eceng Gondok

Zuldesmi Mansjur¹⁾, Wail²⁾, Jemmy Charles Kewas³⁾

^{1),2),3)}Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Manado

E-mail: ¹⁾zuldesmi@unima.ac.id

Abstrak

Penggunaan dan pemanfaatan komposit serat alam sebagai pengganti serat sintesis merupakan langkah yang bijak dalam meningkatkan nilai ekonomis serat alam mengingat keterbatasan sumber daya alam yang tidak dapat diperbarui. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui karakterisasi (kekuatan tarik, kekerasan, dan struktur mikro) komposit serat alam, yaitu serat eceng gondok, serat lidah mertua, dan serat hybrid. Metode pembuatan komposit yang digunakan adalah hand lay-up dengan fraksi volume 35% serat dan 65% matrik. Panjang serat yang digunakan ialah 10 mm dengan perendaman menggunakan NaOH 5% selama 2 jam. Dari hasil pengujian yang didapatkan, komposit serat eceng gondok memiliki kekuatan tarik sebesar 18.48 Mpa dengan elongasi sebesar 4.226% dan nilai kekerasan sebesar 45.15 HRC. Komposit serat lidah mertua memiliki kekuatan tarik sebesar 43.58 Mpa dengan elongasi 5.22% dan nilai kekerasan sebesar 50.86 HRC, kemudian serat hybrid memiliki kekuatan tarik 23.53 Mpa dengan nilai elongasi 4.653% dan kekerasan 47.40 HRC. Dari ketiga variasi serat yang telah diuji, maka didapat kekuatan tarik, elongasi dan kekerasan tertinggi yaitu komposit serat lidah mertua dan komposit dengan kekuatan tarik, elongasi dan kekerasan terendah didapat pada komposit serat eceng gondok.

Kata Kunci: Komposit, serat, hybrid, Lidah Mertua, Eceng Gondok

Abstract

*The use and utilization of natural fiber composites as a substitute for synthetic fibers is a wise step in increasing the economic value of natural fibers given the limitations of natural resources that cannot be replenished. The purpose of this study was to determine the characterization (tensile strength, stiffness, and microstructure) of natural fiber composites, namely, Eceng Gondok (*Eichornia crassipes*) fiber, Lidah Mertua (*Sansevieria*) fiber, and combination (hybrid) fiber. The method of making composites used is hand lay-up with a volume fraction of 35% fiber and 65% matrix, the length of the fiber used is 10 mm with soaking using 5% NaOH for 2 hours. From the test results obtained, the Eceng Gondok fiber composite has a tensile strength of 18.48 MPa with an elongation of 4.226% and a hardness value of 45.15 HRC. The Lidah Mertua fiber composite has a tensile strength of 43.58 MPa with an elongation of 5.22% and a hardness value of 50.86 HRC, then the hybrid fiber has a tensile strength of 23.53 MPa with an elongation value of 4.653% and a hardness of 47.40 HRC. From the three fiber variations that have been tested, the highest tensile strength, elongation, and hardness are obtained in the Lidah Mertua fiber composite, and the composite with the lowest tensile strength, elongation, and hardness is obtained in the Eceng Gondok fiber composite.*

Keywords: Composite, fiber, hybrid, Lidah Mertua, Eceng Gondok

1. PENDAHULUAN

Material komposit adalah material yang tersusun dari kombinasi dua atau lebih unsur utama yang secara makro berbeda bentuk dengan komposisi yang tidak dapat dipisahkan [1]. Penggunaan dan pemanfaatan komposit saat ini terus berkembang mulai dari penggunaan komposit di industri skala kecil maupun skala besar sudah menggunakan komposit [2]. Salah satu penggunaan komposit yang sering digunakan adalah komposit *fiberglass* yang memiliki keunggulan yaitu kuat dan ringan [3]. Selain memiliki keunggulan *fiberglass* juga memiliki kekurangan diantaranya, gatal-gatal pada kulit, iritasi dan tidak dapat terurai oleh alam sehingga mencemari lingkungan, oleh sebab itu pemanfaatan komposit tidak hanya pada komposit sintesis akan tetapi juga mengarah pada komposit alam karena sifatnya yang terbarukan [4].

Serat alam adalah serat yang berasal dari alam (bukan rekayasa manusia). Serat alam atau serat alami biasanya didapat dari serat tumbuhan [5] seperti serat kayu, serat tandan kelapa sawit, serat rami, serat sisal, serat bambu, serat pisang dan lain sebagainya. Serat alam merupakan serat yang cocok untuk menggantikan serat sintesis, hal ini dikarenakan keterbaruan dan ketersediannya yang sangat melimpah, serat alami menawarkan keunggulan seperti nilai massa jenis rendah, kekuatan spesifik tinggi dan terbarukan, berkelanjutan dan ramah lingkungan [6].

Pada penelitian yang dilakukan (Putu lokantara 2012) dengan memvariasikan fraksi volume dan panjang serat, hasil yang didapat yaitu kekuatan impact meningkat seiring dengan meningkatnya fraksi volume dan panjang serat, hal ini dikarenakan serat yang lebih panjang akan mengurangi *crack deflection* sehingga kekuatan impactnya baik, begitu juga dengan fraksi volume, semakin tinggi fraksi volume maka kekuatannya baik karena matrik *flow* berkurang sehingga kekuatan impactnya baik [7]. Faktor yang mempengaruhi serat dan matrik diantaranya ialah, Faktor serat, letak serat, panjang serat dan bentuk serat. Bentuk Serat dalam pembuatan komposit tidak begitu berpengaruh yang mempengaruhi adalah diameter seratnya.

Pada umumnya, semakin kecil diameter serat maka akan menghasilkan kekuatan komposit yang lebih tinggi. Selain bentuknya kandungan seratnya juga mempengaruhi sifat mekanis komposit [8]. Penggunaan dan pemanfaatan komposit serat alam sebagai pengganti serat sintesis merupakan langkah yang bijak dalam meningkatkan nilai ekonomis serat alam mengingat keterbatasan sumber daya alam yang tidak dapat diperbarui, oleh sebab itu pada penelitian ini penulis mengambil serat eceng gondok lidah mertua dan *hybrid* atau gabungan antara serat eceng gondok dan lidah mertua sebagai *filler* dalam pembuatan komposit.

Eceng gondok merupakan tumbuhan yang hidup dan tumbuh dipermukaan perairan seperti sungai dan danau. Pertumbuhan eceng gondok yang sangat cepat dan tak terkendali dapat merusak lingkungan perairan dan dapat mengakibatkan pendangkalan karena eceng gondok yang sudah mati atau telah membusuk akan turun ke dasar perairan [9]. Oleh sebab itu dari permasalahan yang terjadi maka sangat tepat eceng gondok dijadikan dan dikembangkan sebagai *filler* pada komposit serat alam yang ramah lingkungan.

Lidah mertua (*Sansevieria cylindrica*) merupakan salah satu tanaman yang mempunyai serat yang kuat. Sesuai dengan namanya, tumbuhan ini memiliki daun yang tumbuh memanjang ke atas dan berbentuk silinder, daunnya kaku dan sangat tebal dengan warna hijau tua dengan alur-alur hitam keabu-abuan bercampur hijau [10]. Daun lidah mertua memiliki unsur kimia lignin dan selulosa yang sangat tinggi itu sebabnya tanaman lidah mertua dapat digunakan sebagai bahan alternatif untuk pembuatan serat alam [11]. Masih sedikitnya pemanfaatan serat lidah mertua menjadi alasan peneliti ingin mengembangkan lidah mertua menjadi *filler* pada komposit untuk membandingkan karakterisasi mekanik dengan tumbuhan eceng gondok.

Penelitian ini juga menggabungkan antara serat eceng gondok dan serat daun lidah mertua (*Hybrid*) untuk mencari nilai optimal pada kedua serat. Komposit hybrid adalah komposit memiliki setidaknya dua jenis penguat yang berbeda [12]. Belum optimalnya penggunaan komposit hybrid merupakan peluang yang baik untuk diteliti lebih lanjut untuk pemakaian aplikasi struktur komposit secara luas. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui karakterisasi mekanik komposit serat alam yaitu, serat eceng gondok, serat daun lidah mertua dan serat *hybrid*.

2. METODE PENELITIAN

a. Bahan dan Alat yang Digunakan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu: Serat eceng gondok, serat daun lidah mertua, resin polyester BTQN-157, larutan NaOH 5%, katalis mekpo, amplas dan *mirror Glass*. Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu: cetakan komposit, gunting, timbangan digital, gelas ukur 150 ml, kuas, sikat kawat, gerinda potong, amplas 200, 400, 800, 1000, 2000, 2500, 5000. Pengambilan data karakteristik mekanik dan struktur mikro-makro menggunakan *universal testing machining testometric*, mesin uji kekerasan *rockwell* tipe C dan mikroskop optic merk HIROX HR dengan pembesaran 20-2500X.

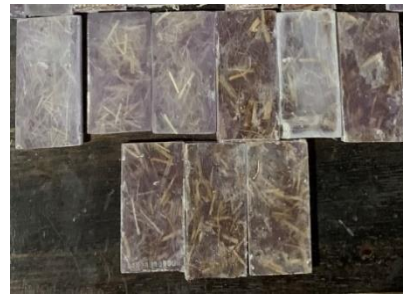
b. Proses Pembuatan Komposit dan Spesimen Uji

Tahapan pengambilan serat : (1) Pengambilan serat eceng gondok dan daun lidah mertua di Tondano Selatan, Sulawesi Utara. (2) Pembersihan batang eceng gondok dan daun lidah mertua. (3) Eceng gondok dikeringkan selama 10 hari dan daun lidah mertua direndam 7 hari agar lebih mudah saat proses pengambilan serat. (4) Eceng gondok disikat menggunakan sikat kawat dan daun lidah mertua disikat dengan sendok mebusur searah. (5) Serat direndam menggunakan NaOH 5% selama dua jam, setelah itu dicuci kembali dan dikeringkan pada suhu ruangan. (6) Dilakukan perhitungan fraksi volume yang dibutuhkan.

Tahapan pembuatan spesimen uji: (1) Setelah didapatkan hasil perhitungan yaitu (58,5 ml resin dan 3,15 g serat) kemudian serat dan matrik ditimbang sesuai perhitungan yang didapat. (2) Olesi *mirror Glazes* pada cetakan kemudian tuangkan resin pada cetakan lalu masukan serat. Proses ini dilakukan sampai resin dan serat habis. Saat bituang, juga dilakukan penekanan menggunakan plat datar untuk mengeluarkan sisa resin. (3) Cetakan ditutup selama 24 jam. (4) Setelah kering, komposit dikeluarkan dari cetakan dan dibentuk sesuai spesimen uji tarik dan uji kekerasan dengan standar uji tarik ASTM D-638 tipe 1 dan standar uji kekerassan *rockweel C* yaitu ASTM D785. Adapun bentuk spesimen dapat dilihat seperti gambar 1 dan 2 berikut.



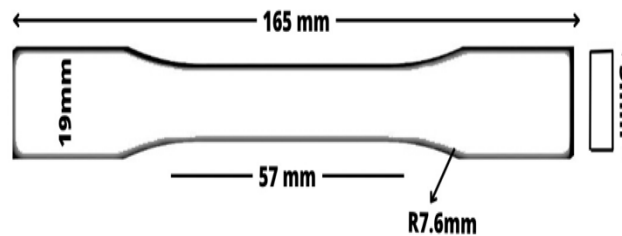
Gambar 1. Spesimen Uji Tarik 1



Gambar 2. Spesimen Uji Kekerasan

c. Pengujian Tarik

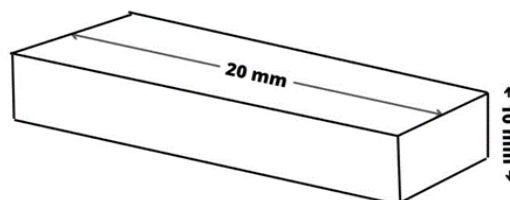
Mesin uji tarik yang digunakan dalam penelitian ini adalah *universal testing machining testometric* dengan pembebanan 20 kg/N. Standar yang digunakan ASTM-D638 Tipe 1. Adapun bentuk dan ukuran spesimen dapat dilihat seperti gambar 3 berikut :



Gambar 3. Dimensi uji tarik ASTM D-638 1 1

d. Pengujian Kekerasan

Proses pengujian kekerasan dilakukan dengan pengujian kekerasan mesin *rockwell* tipe C. Dalam pengujian ini, beban yang digunakan ialah 60 kg (beban minor) dan 120 kg (beban mayor). Adapun bentuk spesimen kekerasan dapat dilihat seperti gambar 4 berikut.

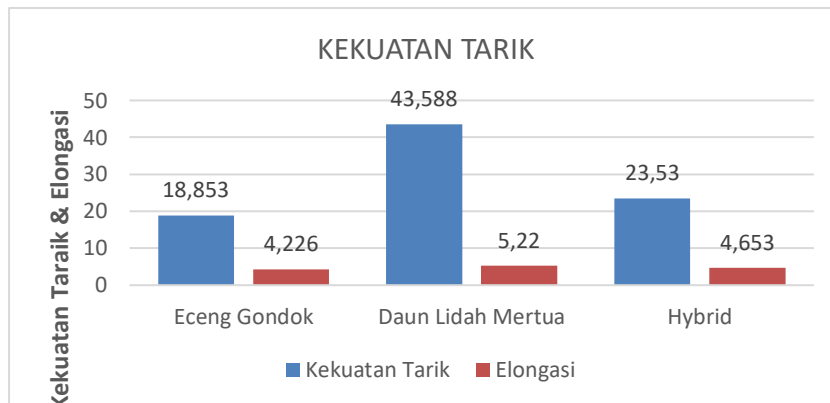


Gambar 4. Dimensi bentuk spesimen kekerasan

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Hasil Pengujian Tarik

Setelah didapatkan hasil uji tarik pada komposit, kemudian data dibuat dalam bentuk grafik untuk menganalisa lebih lanjut hubungan antara kekuatan tarik dan regangan. Grafik kekuatan tarik dan regangan dapat dilihat seperti gambar 5 di bawah.



Gambar 5. Grafik hasil uji tarik dan elongasi

Dari hasil pengujian tarik yang telah dilakukan, didapat perbandingan nilai rata-rata kekuatan tarik dan elongasi pada komposit eceng gondok, daun lidah mertua, dan *hybrid*. Dari gambar 5, komposit lidah mertua memiliki kekuatan tarik paling tinggi yaitu sebesar 43,53 MPa, kemudian diikuti komposit *hybrid* dengan kekuatan tarik sebesar 23,53 MPa dan kekuatan tarik paling rendah yaitu komposit serat eceng gondok dengan nilai 18,486 MPa.

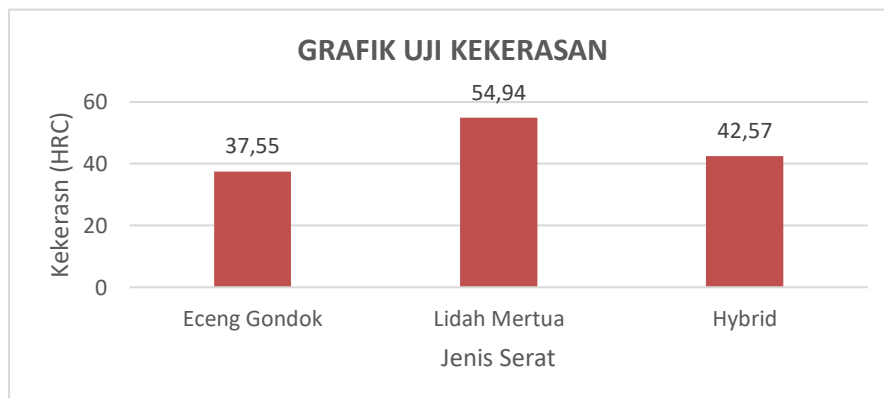
Salah satu pengaruh tinggi dan rendahnya kekuatan tarik komposit eceng gondok, daun lidah mertua dan *hybrid* dikarenakan adanya perbedaan diameter serat yang menyebabkan adanya jarak matriks dan serat atau kurang sempurnanya ikatan antara serat dan matriks. Pada penelitian ini didapat ukuran diameter serat eceng gondok lebih besar dibanding serat lidah mertua. Hal ini sejalan dengan penelitian yang telah dilakukan dimana hasil dari penelitian yang memvariasikan diameter serat menunjukkan kekuatan tarik mengalami peningkatan seiring kecilnya diameter serat. Semakin kecil diameter suatu serat maka kekuatannya akan semakin tinggi, hal ini disebabkan kecilnya rongga antara serat pada matriks dan ikatan molekulnya lebih banyak sehingga kekuatannya tinggi.

Semakin besar diameter suatu serat maka semakin rendah kekuatan tariknya karena kurangnya ikatan antara serat dan matrik (*debonding*) dan membentuk rogga yang lebih besar dan ikatan molekulnya sedikit sehingga kekuatan tariknya rendah [13].

Pada gambar 5 terlihat bahwa perbedaan nilai regangan pada setiap variasi komposit tidak terlalu signifikan, dimana terlihat lidah mertua memiliki elongasi sebesar 5,220% sedikit lebih tinggi jika dibandingkan dengan serat *hybrid* dengan nilai elongasi 4,652% dan eceng gondok sebesar 4,226%. Hasil patahan komposit setelah diuji tarik ialah patah getas. Semakin getas suatu bahan maka nilai elongasi rendah, semakin lunak suatu bahan maka semakin tinggi nilai elongasinya [14].

b. Hasil Pengujian Kekerasan

Hasil uji kekerasan komposit eceng gondok, lidah mertua dan *hybrid* dapat dilihat pada gambar 6 berikut.



Gambar 6. Grafik Hasil Uji Kekerasan

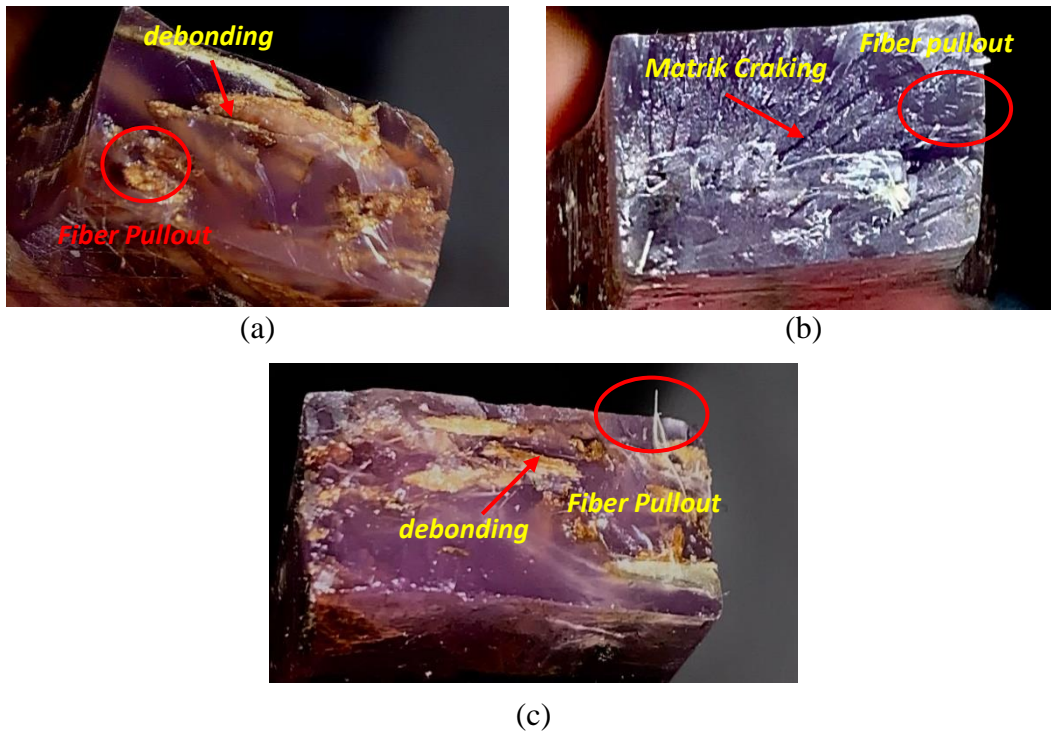
Grafik yang ditampilkan pada gambar 6 menunjukkan perbedaan rata-rata kekerasan pada setiap variasi serat. Pada serat lidah mertua memiliki nilai kekerasan yang paling tinggi yaitu sebesar 54,94 HRC, diikuti serat *hybrid* yang memiliki nilai kekerasan sebesar 42,57 HRC, dan nilai kekerasan yang paling rendah didapat pada komposit serat eceng gondok dengan nilai kekerasan yaitu sebesar 37,55 HRC. Dari hasil yang ditampilkan pada gambar 6, nilai kekerasan daun lidah mertua memiliki kekerasan yang paling tinggi jika dibandingkan komposit serat *hybrid* dan eceng gondok.

Salah satu penyebab tinggi dan rendahnya nilai kekerasan pada komposit dikarenakan adanya perbedaan bentuk serat. Serat yang berbentuk lembaran memiliki nilai kekerasan yang rendah jika dibandingkan dengan serat yang

bentuknya silinder. Serat yang memiliki bentuk lembaran tidak semua mengisi bagian pada matrik karena kurangnya pendistribusian serat ke matrik. Sedangkan bentuk serat silinder mampu mendistribusikan serat dengan merata pada matrik [15].

c. Bentuk Patahan

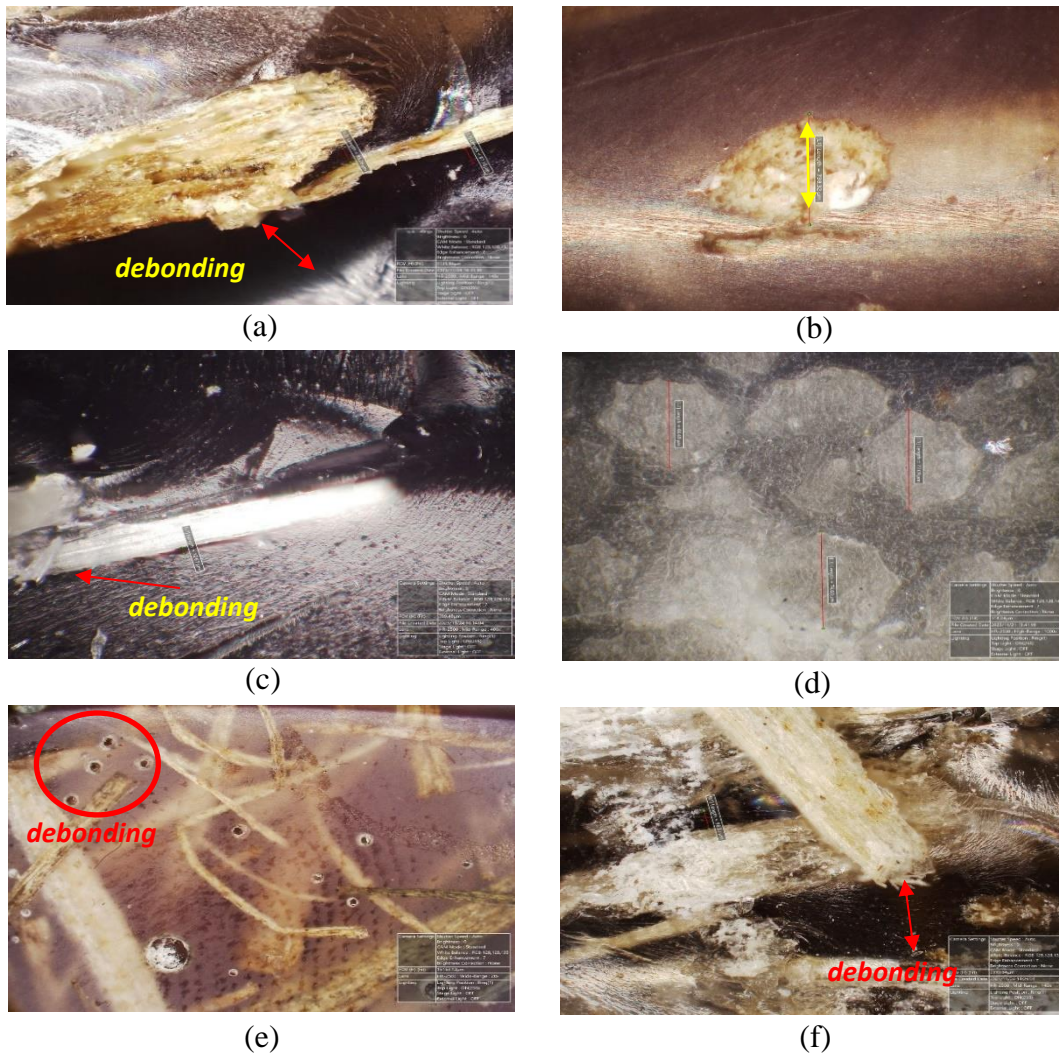
Pengamatan makro dilakukan untuk melihat patahan yang terjadi pada komposit serat eceng gondok, daun lidah mertua dan serat *hybrid*. Adapun bentuk patahan dapat dilihat gambar 7 berikut.



Gambar 7. Patahan komposit (a) Eceng gondok, (b) Lidah mertua, (c) *Hybrid*

Pada pengamatan struktur makro patahan uji tarik komposit serat eceng gondok, serat lidah mertua dan *hybrid* seperti terlihat pada gambar 7, terlihat patahan dari hasil uji tarik berupa patah getas, hal ini ditandai dengan bentuk patahan rata dan mengkilap. Selain itu, terlihat fenomena seperti *fiber pullout*, matrik *cracking*, dan *debonding* (kurangnya daya ikat serat dan matrik) yang dapat menyebabkan terjadinya patah getas pada komposit [17].

d. Struktur Mikro



Gambar 8. Hasil foto struktur mikro, (a) komposit eceng gondok, (b) ukuran diameter serat eceng gondok, (c) komposit daun lidah mertua, (d) ukuran diameter serat lidah mertua, (e) komposit *hybrid*, (f) *Debonding* komposit *hybrid*.

Pengujian struktur mikro dilakukan bertujuan untuk mengetahui bentuk dan fenomena yang terjadi pada pengujian tarik [16]. Adapun hasil dari pengujian struktur mikro komposit serat daun lidah mertua, serat eceng gondok, dan serat *hybrid* dapat dilihat seperti gambar 8. Pada hasil pengamatan struktur mikro komposit serat enceng gondok (gambar 8.a), ditemukan adanya *debonding* atau kurang sempurnanya ikatan antara matriks dan juga serat. *Debonding* inilah yang menjadi salah satu penyebab kurangnya kekuatan mekanis pada komposit enceng gondok sehingga membuat interaksi antara serat dan matriks lemah. Akibatnya

beban yang diberikan kepada matriks tidak tersalurkan dengan baik pada serat yang akhirnya membuat bahan komposit kurang kuat dalam pembebanan [15]. Selanjutnya pada gambar 8(b) terlihat diameter serat komposit enceng gondok memiliki ukuran sebesar 844 mikro meter. Faktor diameter serat yang besar membuat nilai kekuatan tarik komposit menjadi rendah. Hal ini terjadi karena rongga pada pada serat besar dan ikatan molekulnya sedikit sehingga kekuatan tariknya rendah [13].

Selanjutnya dari hasil pengamatan struktur mikro komposit daun lidah mertua seperti terlihat pada gambar 8(d) menunjukkan bahwa faktor utama kuatnya nilai mekanis serat lidah mertua adalah kecilnya diameter serat. Ukuran diameter serat komposit lidah mertua seperti terlihat pada gambar 8(d) ialah 72.80 μm (mikro meter), hal ini sangat berpengaruh terhadap nilai mekanisnya. Semakin kecil diameter suatu serat maka kekuatan tariknya besar. Hal tersebut terjadi karena rongga pada serat menjadi lebih kecil dan pengikat antara molekulnya menjadi lebih banyak sehingga kekuatannya meningkat. Selain itu pada gambar 8(c) menunjukkan adanya *debonding* pada komposit lidah mertua dengan jarak ukuran *debonding* serat dan matrik adalah sekitar 12,42 μm .

Pada hasil pengujian struktur mikro pada komposit serat *hybrid* (gabungan), terlihat pada gambar 8(e) adanya *void* (ruang kosong diantara matriks) dan juga *debonding* pada komposit serat *hytbrid*. *Void* dapat mempengaruhi sifat mekanis karena dapat menyebabkan konsentrasi tegangan dan mereduksi kinerja strukturalnya [16]. Selain adanya *void* terlihat jugat pada gambar 8(f) terjadinya *debonding* pada komposit *hybrid*.

4. SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh dari pengujian karakteristik mekanik 3 variasi serat, maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

- 1) Komposit serat eceng gondok memiliki kekuatan tarik sebesar 18.48 MPa dengan elongasi sebesar 4.226% dan nilai kekerasan sebesar 45.15 HRC. Komposit serat lidah mertua memiliki kekuatan tarik sebesar 43.58 MPa dengan elongasi 5.22% dan nilai kekerasan sebesar 50.86 HRC.

Komposit serat *hybrid* memiliki kekuatan tarik 23.53 MPa dengan nilai elongasi 4.653% dan kekerasan 47.40 HRC.

- 2) Dari ketiga variasi serat yang telah diuji, maka didapat kekuatan tarik, elongasi dan kekerasan tertinggi yaitu komposit serat lidah mertua. Sedangkan komposit dengan kekuatan tarik, elongasi dan kekerasan terendah didapat pada komposit serat eceng gondok.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Utama, F. Y., & Zakiyya, H. (2016). Pengaruh variasi arah serat komposit berpenguat hibrida fiberhybrid terhadap kekuatan tarik dan densitas material dalam aplikasi body part mobil. *Mekanika*, 15(2).
- [2] Material komposit merupakan material yang tersusun dari kombinasi dua atau lebih unsur utama yang secara makro berbeda bentuk dengan komposisi yang tidak dapat dipisahkan (Firman Yasa Utama 2016).
- [3] Adriansyah, Y. I. (2021). Analisis Uji Bending Komposit Sandwich Yang Digabungkan 3D Printing.
- [4] Ezekweb, D. (2016). Composite Materials Literature review for Car bumper.
- [5] Widiarta, I. W., Nugraha, I. N. P., & Dantes, K. R. (2017). Pengaruh Orientasi Serat Terhadap Sifat Mekanik Komposit Berpenguat Serat Alam Batang Kulit Waru (*Hibiscus Tiliaceust*) Dengan Matrik Polyester. *Jurnal Jurusan Pendidikan Teknik Mesin (JJPTM)*, 8(2)
- [6] Siagian, D. E. N., & Putra, M. H. S. (2024). SERAT ALAM SEBAGAI BAHAN KOMPOSIT RAMAH LINGKUNGAN. *CIVeng: Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*, 5(1), 55-60.
- [7] TRI, Y. (2024). STUDI PAPARAN AIR TERHADAP KINERJA KOMPOSIT PAPAN PARTIKEL YANG DIPERKUAT SERAT KULIT JAGUNG (Doctoral dissertation, Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa).
- [8] Zuhra, B., & Dewi, R. (2023). PENGOLAHAN KULIT KAYU KERETENG (*TRIUMFETTA PILOSA*) MENJADI SERAT ALAM. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pendidikan Kesejahteraan Keluarga*, 8(2), 61-71.
- [9] Indrayani, N. L. (2016). Studi pengaruh ekstrak eceng gondok sebagai inhibitor korosi untuk pipa baja SS400 pada lingkungan air. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 4(2), 47-56.
- [10] Husman, H., Armin, A. H., & Yuliyanto, Y. (2023). Pengaruh Panjang Serat dan Fraksi Volume Komposit Lidah Mertua Terhadap Pengujian Tarik. *Manutech: Jurnal Teknologi Manufaktur*, 15(02), 215-221.
- [11] Manurung, M. S. (2021). pembuatan dan karakterisasi komposit polimer berpenguat serat lidah mertua (*sansevieria trifasciata*) dan serat eceng gondok (*eichhornia crassipes*) (doctoral dissertation, unimed)

-
- [12] Laksana, A. H., & Waluyo, M. B. (2021). Pengaruh Komposisi Serat Kenaf dan Serbuk CaCO₃ Terhadap Kekuatan Tekuk dan Water Absorption Komposit Hybrid-Poliester. *Injection: Indonesian Journal of Vocational Mechanical Engineering*, 1(2), 58-64 b
- [13] Samara, M. A. (2024). PENGARUH WAKTU PENCAMPURAN TERHADAP SIFAT MEKANIK DAN FISIK KOMPOSIT HIGH DENSITY POLYETHYLENE DENGAN SERAT LUFFA CYLINDRICA.
- [14] Kirono, S. (2016). Tegangan padaspar cap sayap pesawat terbang. *Siptekgan*, 11, 127-136.
- [15] Kartini, R., Darmasetiawan, H., Karo, A. K., & Sudirman, S. (2018). Pembuatan Dan Karakterisasi Komposit Polimer Berpenguat Serat Alam. *Jurnal Sains Materi Indonesia*, 3(3), 30-38
- [16] Azmi, H. (2019). Kekuatan Tarik Komposit Serat Karbon Dibuat | Proses *No Oven No Autoclave Metode Ultraviolet Curing* (Doctoral Dissertation, Universitas Islam Indonesia).
- [17] F. A., & Yuono, L. D. (2017). Pengaruh Komposisi Serat Terhadap Kekuatan Impak Komposit Yang Diperkuat Serat Bambu. *Turbo: Jurnal Program Studi Teknik Mesin*, 4(2).