

PENGARUH PENAMBAHAN SERAT PURUN TIKUS (*ELEOCHARIS DULCIS*) PADA KOMPOSIT POLIESTER TERHADAP SIFAT MEKANIKA

The Effect of Adding Rat Honey (Eleocharis dulcis) Fibers to Polyester Composites on The Mechanical Properties

**Pardi¹, Herawati², Kurnia Rahmayanti³, Putri Serianti⁴, Melda Sofia⁵,
Cut Nursadrina⁶, Syarifah Asyura⁷, Abdul Mukti⁸, Ismiati⁹**

Universitas Ubudiyah Indonesia, Jln. Alue Naga, Ds. Tibang, Kec. Syiah Kuala, Kota Banda Aceh

*Corresponding Author: pardi@uui.ac.id

Abstrak

Masyarakat di Desa Stambul Jaya, Kabupaten Aceh Tenggara, memanfaatkan tanaman purun tikus (*Eleocharis dulcis*) sebagai bahan baku untuk pembuatan kerajinan tangan. Produk-produk yang dihasilkan meliputi tikar, topi, keranjang belanja, tas, dan bakul. Serat purun juga dapat diolah menjadi papan komposit. Dalam penelitian ini, pembuatan material komposit menggunakan metode pengepresan cetakan dengan ukuran 20x20x0,5 cm. Penelitian ini mempelajari pengaruh variasi komposisi serat purun (5%, 10%, dan 15%) terhadap resin poliester, serta susunan serat (sejajar, acak, dan anyaman). Analisis sifat mekanika komposit meliputi Uji tarik (*tensile test*) dengan hasil penelitian menunjukkan bahwa *tensile strength* komposit pada sampel sejajar 5% cukup tinggi, menurun pada 10%, lalu sedikit naik pada 15%. Pada sampel acak, nilai naik pada 5%, menurun sedikit pada 10%, dan sangat menurun pada 15%. Sementara itu, pada sampel anyaman, nilai naik pada 5%, menurun sedikit pada 10%, dan sangat menurun pada 15%. Penelitian menunjukkan bahwa semakin banyak rasio serat purun dapat meningkatkan *flexural strength* komposit karena serat ini membentuk ikatan kuat dengan matriks poliester. Perlakuan treatment pada serat juga meningkatkan jumlah sisi aktif yang berikatan dengan matriks. Sedangkan Uji lentur (*flexural test*) dengan hasil penelitian menunjukkan bahwa pada sampel sejajar, nilai *flexural strength* menurun pada 5%, naik pada 10%, dan naik lagi pada 15%. Pada sampel acak, nilai naik pada 5%, menurun pada 10%, lalu naik lagi pada 15%. Sementara pada sampel anyaman, nilai naik sedikit pada 5%, menurun pada 10%, dan pada 15% sama dengan 5%. Variasi 10% pada semua pola menunjukkan tren naik dan turun.

Kata Kunci: Serat purun tikus (*Eleocharis dulcis*), komposit, poliester, sifat mekanika.

Abstract

The community in Stambul Jaya Village, Southeast Aceh Regency, utilizes purun tikus plants (Eleocharis dulcis) as raw materials for making handicrafts. The products produced include mats, hats, shopping baskets, bags, and baskets. Purun fiber can also be processed into composite boards. In this study, the manufacture of composite materials used a mold pressing method with a size of 20x20x0.5 cm. This study examines the effect of variations in purun fiber composition (5%, 10%, and 15%) on polyester resin, as well as fiber arrangement (parallel, random, and woven).

Analysis of the mechanical properties of the composite includes a tensile test with the results of the study showing that the tensile strength of the composite in the 5% parallel sample is quite high, decreases at 10%, then increases slightly at 15%. In random samples, the value increases at 5%, decreases slightly at 10%, and decreases significantly at 15%. Meanwhile, in woven samples, the value increases at 5%, decreases slightly at 10%, and decreases significantly at 15%. The study shows that the higher the ratio of purun fiber can increase the flexural strength of the composite because this fiber forms a strong bond with the polyester matrix. Treatment of fibers also increases the number of active sites that bond with the matrix. Meanwhile, the flexural test with the research results showed that in parallel samples, the flexural strength value decreased at 5%, increased at 10%, and increased again at 15%. In random samples, the value increased at 5%, decreased at 10%, then increased again at 15%. While in woven samples, the value increased slightly at 5%, decreased at 10%, and at 15% was the same as 5%. The 10% variation in all patterns showed an upward and downward trend.

Keywords: *Rat purun (Eleocharis dulcis) fiber, composite, polyester, Mechanical properties.*

PENDAHULUAN

Masyarakat Desa Stambul Jaya, Kabupaten Aceh Tenggara, memanfaatkan tanaman purun tikus (*Eleocharis dulcis*) sebagai bahan utama berbagai kerajinan tangan, seperti tikar, topi, keranjang, tas, dan bakul. Purun tikus merupakan serat alami yang paling banyak digunakan di daerah tersebut karena mudah tumbuh tanpa perlu budidaya intensif. Tumbuhan ini berkembang pesat di daerah rawa dan sering dianggap sebagai gulma. Batangnya dapat dipanen setiap dua bulan setelah tumbuh kembali (Safi'i dkk., 2021).

Purun yang siap panen memiliki tinggi sekitar 1,5–2 meter dan dapat dipetik dengan cara ditarik atau dipotong. Selain sebagai bahan kerajinan, penelitian juga menunjukkan bahwa purun tikus dapat dimanfaatkan sebagai biofilter, penyerap logam berat, bahan komposit papan semen, dan arang aktif. Tanaman ini termasuk jenis rumput teka-teki dengan batang lurus dan berongga, tumbuh di rawa-rawa pada ketinggian 0–1350 meter di atas permukaan laut, serta mampu beradaptasi dengan tanah asam. Selain purun tikus, ada juga jenis purun lain seperti purun danau dan purun bajang. Sisa tanaman purun juga dapat diolah menjadi berbagai produk anyaman. Keunggulan purun tikus terletak pada seratnya yang kuat, tahan lama, dan memiliki kandungan selulosa tinggi sekitar 32,62%, sehingga berpotensi menjadi alternatif bahan baku untuk produk komposit (Yuwita dkk., 2018).

Daun purun memiliki bentuk yang mengecil di bagian pangkal dengan pelepah tipis menyerupai membran, ujungnya asimetris, dan berwarna cokelat kemerahan. Saat ini, banyak ilmuwan tertarik mengembangkan produk ramah lingkungan berbahan serat alami untuk menggantikan sumber daya minyak yang semakin menipis. Penggunaan serat alami dinilai lebih ekonomis karena ketersediaannya yang melimpah, sehingga dapat menekan biaya produksi. Beberapa penelitian sebelumnya telah memanfaatkan serat kapas, linen, rami, kenaf, dan sisal dalam pembuatan papan komposit. Serat purun memiliki potensi besar sebagai bahan komposit karena murah, berkelanjutan, ramah lingkungan, dan kompetitif (Sunsrdi dkk., 2012).

Indonesia memiliki sumber serat alami yang melimpah berkat kekayaan sumber daya alamnya. Serat purun, yang sebelumnya dianggap limbah, dapat dimanfaatkan sebagai filler dalam komposit, sehingga membantu mengurangi limbah yang tidak termanfaatkan (Wirawan dkk.,

2018). Saat ini, industri komposit polimer terus berkembang, terutama dalam penggunaan serat alami sebagai bahan pengisi. Komposit sendiri terbentuk dari kombinasi dua atau lebih material dengan sifat berbeda untuk menghasilkan bahan dengan karakteristik lebih baik (Hairiyah, 2016).

Penelitian ini akan mengkaji pengaruh penambahan serat purun tikus (*Eleocharis dulcis*) pada komposit poliester terhadap sifat fisiknya. Penelitian serupa telah dilakukan sebelumnya, seperti pemanfaatan limbah kulit jagung sebagai penguat material komposit guna mengurangi limbah pertanian sekaligus meningkatkan nilai tambahnya (Ibrahim dkk., 2019). *Fourier* menyatakan bahwa aktivasi serat meningkatkan ikatan hidrogen antarmolekul. Kwon dan kawan-kawan., (2013) meneliti pemanfaatan serat kenaf dan tepung kulit jagung dalam bio-komposit hibrida yang dapat terurai secara hayati. Namun, komposit ini cenderung menyerap air dalam jumlah besar, yang dapat melemahkan ikatan antara serat selulosa dan polietilen serta menyebabkan degradasi. Penyerapan air dan pengembangan komposit meningkat seiring bertambahnya kandungan serat selulosa. Komposit dengan 20% serat selulosa dan 80% polietilen menunjukkan tingkat penyerapan air terendah, yaitu 2,39% setelah enam hari perendaman.

Tujuan penelitian ini adalah untuk (1) mendapatkan karakterisasi awal serat purun menggunakan Uji tarik (*tensile test*), Uji lentur (*flexural test*) dan (2) mendapatkan karakterisasi sifat mekanika serat purun pada variasi susunan serat (sejajar, acak, anyaman) dan variasi rasio serat purun terhadap resin poliester (5%, 10%, 15%). Pada sampel sejajar 10%, nilai *tensile strength* mengalami peningkatan, sedangkan pada sampel acak 10% mengalami penurunan. Sementara itu, pada sampel anyaman 10%, nilai *tensile strength* kembali menurun, sedangkan Pada sampel dengan variasi serat sejajar, acak, dan anyaman pada konsentrasi 10%, terjadi variasi dalam perubahan nilai *flexural strength*, di mana beberapa sampel mengalami peningkatan, sementara yang lain mengalami penurunan. Gambar di bawah ini menggambarkan lebih lanjut bagaimana serat purun memengaruhi *flexural strength* pada komposit. Penelitian ini diharapkan bermanfaat untuk menangani limbah alam dan menciptakan material komposit berbasis serat purun. Hasilnya juga dapat digunakan untuk pembuatan karpet (tikar) sebagai bahan komposit.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan dari Januari 2025 hingga Januari 2025 di Laboratorium Dasar, Jurusan Teknik Kimia, Universitas Syiah Kuala. Pengujian tarik (*tensile test*) sesuai standar ASTM D638-10 dilakukan di Laboratorium Lingkungan Teknik Kimia, Universitas Syiah Kuala, Uji lentur (*flexural test*) berdasarkan standar ASTM D790, serta pengujian *elongation* dan *tensile modulus* komposit juga dilaksanakan di laboratorium yang sama. Berbagai peralatan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi neraca analitik, oven pengering, cetakan komposit, spatula, gelas kimia, gelas ukur, dan gunting. Adapun bahan utama yang digunakan terdiri dari serat purun, resin poliester, natrium hidroksida (NaOH), metil etil keton peroksida (MEKPO), dan air suling.

Penelitian ini menggunakan beberapa variabel tetap, di antaranya konsentrasi NaOH sebesar 6%, waktu perlakuan alkali selama 30 menit pada suhu 50°C, serta proses pengeringan serat purun dalam oven pada suhu 60°C hingga mencapai berat konstan. Ukuran serat yang digunakan adalah 4 cm, dengan proses pencucian setelah perlakuan alkali menggunakan air suling sebanyak tiga kali. Selain itu, tekanan pencetakan komposit ditetapkan sebesar 250 bar, dan waktu curing dilakukan selama 24 jam. Komposisi material dalam penelitian ini terdiri dari 15% berat resin poliester, sementara serat purun disusun dalam tiga pola berbeda, yaitu sejajar, acak, dan anyaman.

HASIL DAN PEMBAHASAN

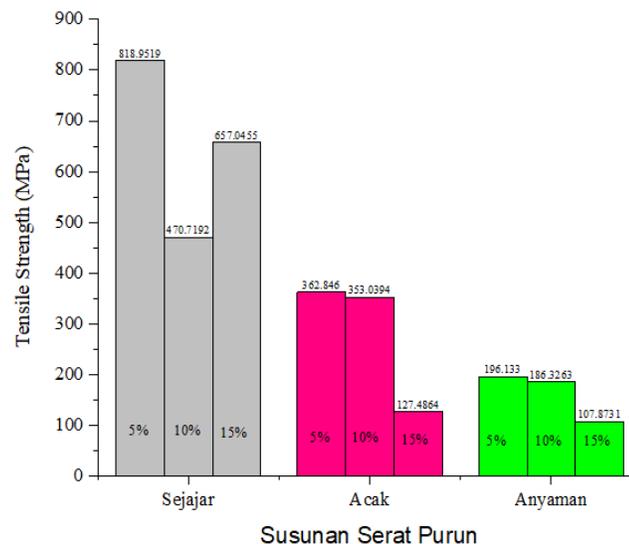
Hasil Penelitian

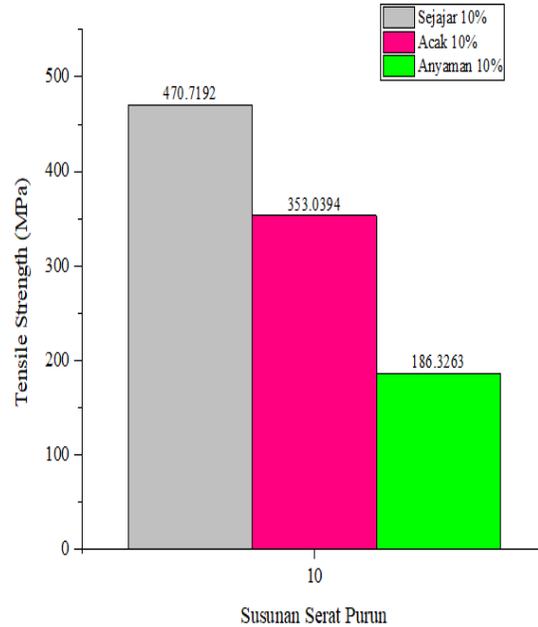
A. Mekanika Komposit

1. *Tensile Strength* Komposit

Gambar 1 menunjukkan pengaruh serat purun terhadap *tensile strength* komposit yang mengandung serat tersebut. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, diperoleh bahwa *tensile strength* komposit dengan serat sejajar 5% memiliki nilai yang cukup tinggi. Namun, pada konsentrasi sejajar 10%, terjadi penurunan *tensile strength*, sementara pada sejajar 15%, nilainya kembali mengalami sedikit peningkatan. Untuk sampel dengan penyebaran serat secara acak, *tensile strength* pada konsentrasi 5% menunjukkan peningkatan. Namun, pada konsentrasi 10%, nilai *tensile strength* mengalami sedikit penurunan, dan pada konsentrasi 15%, penurunannya menjadi lebih signifikan. Hal serupa juga terjadi pada pola anyaman, di mana *tensile strength* meningkat pada konsentrasi 5%, sedikit menurun pada 10%, dan mengalami penurunan yang cukup drastis pada 15%.

Menariknya, pada sampel sejajar 10%, *tensile strength* kembali menunjukkan peningkatan. Sebaliknya, pada sampel acak 10%, nilai *tensile strength* mengalami penurunan, yang kemudian semakin berkurang pada sampel dengan pola anyaman 10%. Peningkatan *tensile strength* pada komposit yang telah diberikan perlakuan disebabkan oleh adanya transfer stres yang lebih baik antara *matriks* dan filler. Selain itu, serat purun yang telah melalui proses *treatment* berperan sebagai penghubung antara material organik dan anorganik, sehingga memperkuat ikatan antarmuka dalam komposit dibandingkan dengan yang tidak mengalami perlakuan. Hasil penelitian ini sejalan dengan temuan yang telah dipublikasikan oleh Asim dkk. (2016), yang juga menunjukkan pengaruh signifikan serat purun terhadap *tensile strength* komposit. Detail pengaruh tersebut dapat dilihat pada gambar berikut.





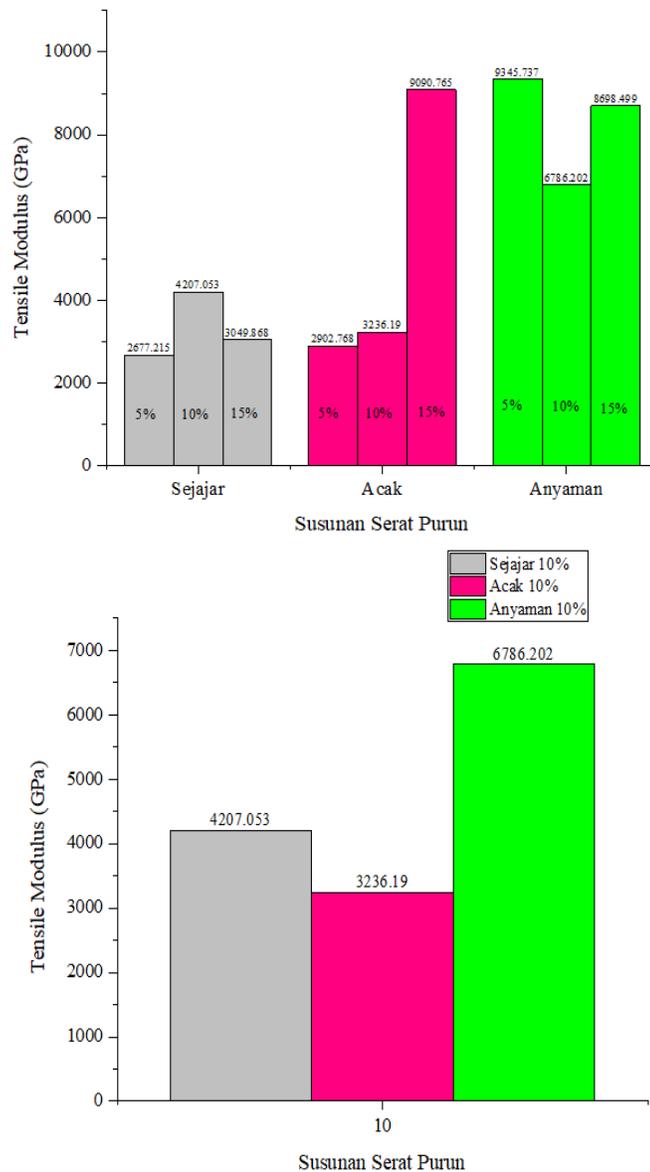
Gambar 1. Pengaruh serat purun terhadap *tensile strength* komposit

2. *Tensile Modulus* Komposit

Gambar 2 menunjukkan pengaruh serat purun terhadap *tensile modulus* komposit yang mengandung serat tersebut. *Tensile modulus* menggambarkan tingkat kekakuan dan ketahanan material terhadap deformasi elastis dalam struktur komposit. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, diperoleh bahwa *tensile modulus* pada sampel dengan pola sejajar 5% mengalami penurunan. Namun, pada konsentrasi sejajar 10%, terjadi peningkatan nilai *tensile modulus*, sebelum kembali menurun pada konsentrasi sejajar 15%.

Sementara itu, pada sampel dengan distribusi serat secara acak, *tensile modulus* pada konsentrasi 5% juga mengalami penurunan. Namun, pada konsentrasi 10%, nilai *tensile modulus* menunjukkan sedikit peningkatan, dan pada konsentrasi 15%, terjadi lonjakan signifikan dalam nilai *tensile modulus*. Pada sampel dengan pola sejajar 10%, *tensile modulus* mengalami sedikit kenaikan, sementara pada sampel dengan pola acak 10%, nilainya justru mengalami sedikit penurunan. Di sisi lain, pada sampel dengan pola anyaman 15%, *tensile modulus* mengalami peningkatan yang cukup besar.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Odera dkk. (2019), peningkatan *tensile modulus* pada komposit yang telah diberikan perlakuan dipengaruhi oleh peningkatan sifat hidrofobisitas material. Meningkatnya hidrofobisitas ini terjadi akibat terbentuknya lebih banyak gugus hidroksil (-OH) yang terdeteksi, yang pada akhirnya meningkatkan kekuatan dan ketahanan komposit terhadap tekanan mekanis. Gambar di bawah ini menunjukkan lebih lanjut pengaruh serat purun terhadap *tensile modulus* komposit.

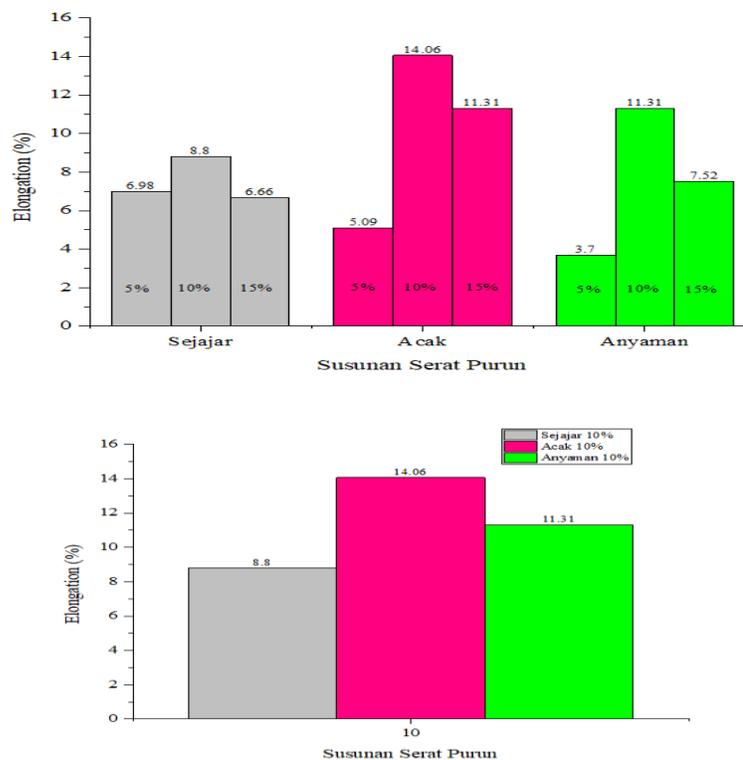


Gambar 2. Pengaruh serat purun terhadap *tensile modulus* komposit

3. Elongation Komposit

Gambar 3 menunjukkan pengaruh serat purun terhadap *elongation* pada komposit yang mengandung serat tersebut. *Elongation* merupakan perubahan panjang suatu material ketika mengalami tarikan hingga mencapai titik putus. Parameter ini mencerminkan seberapa elastis atau fleksibel suatu komposit sebelum mengalami kegagalan struktur. Berdasarkan hasil penelitian, *elongation* tertinggi diperoleh pada sampel dengan pola acak 10% (AC 10%), acak 15% (AC 15%), dan anyaman 10% (AY 10%), dengan nilai masing-masing sebesar 14.06%, 12.57%, dan 11.31%. Sebaliknya, *elongation* terendah ditemukan pada sampel dengan pola sejajar 15% (SE 15%), acak 5% (AC 5%), dan anyaman 5% (AY 5%), yang berturut-turut memiliki nilai sebesar 6.66%, 5.09%, dan 3.70%.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa perlakuan (*treatment*) yang diberikan pada serat purun cenderung menyebabkan penurunan nilai elongation komposit. Hal ini sejalan dengan temuan Sabri dkk. (2013), yang mengamati bahwa elongation pada komposit berbasis *polypropylene* mengalami penurunan dari 14.06% menjadi 3.70% setelah diberi perlakuan. Penurunan ini disebabkan oleh adanya gugus hidroksil (-OH) pada permukaan filler, yang membentuk ikatan kuat antara *matriks* dan filler. Ikatan yang lebih kuat ini meningkatkan kekakuan komposit, sehingga material menjadi lebih kaku dan lebih rentan terhadap kegagalan saat mengalami gaya tarik. Peningkatan kekakuan ini berdampak pada berkurangnya fleksibilitas komposit, yang pada akhirnya membuat material lebih mudah patah ketika ditarik. Gambar di bawah ini menggambarkan lebih lanjut pengaruh serat purun terhadap elongation pada komposit.

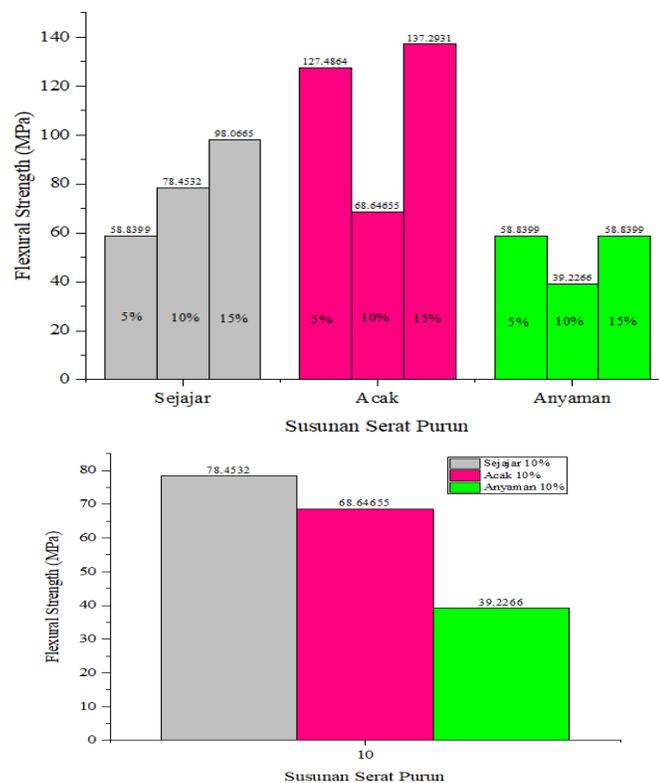


Gambar 3. Pengaruh serat purun terhadap *elongation* komposit

4. *Flexural Strength* Komposit

Gambar 4 menunjukkan pengaruh serat purun terhadap *flexural strength* komposit. Berdasarkan hasil penelitian, dapat diketahui bahwa semakin tinggi rasio filler serat purun dalam komposit, semakin besar pula peningkatan nilai *flexural strength*. Hal ini terjadi karena serat purun mampu membentuk ikatan yang kuat dengan matriks, sehingga meningkatkan ketahanan komposit terhadap gaya lentur. Serat purun merupakan material organik yang secara alami memiliki afinitas tinggi terhadap poliester, yang juga merupakan resin organik. Ikatan yang terbentuk antara serat dan matriks ini berkontribusi pada peningkatan sifat mekanik komposit. Selain itu, ketika serat purun diberikan perlakuan (*treatment*), muncul lebih banyak sisi aktif yang dapat berinteraksi lebih efektif dengan matriks, sehingga memperkuat struktur komposit secara keseluruhan (Pai dkk., 2021).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai *flexural strength* pada komposit dengan serat sejajar 5% mengalami penurunan, namun meningkat kembali pada konsentrasi sejajar 10% dan terus bertambah pada 15%. Untuk sampel dengan penyebaran serat secara acak, nilai *flexural strength* meningkat pada konsentrasi 5%, kemudian mengalami sedikit penurunan pada 10%, sebelum kembali meningkat pada 15%. Sementara itu, pada sampel dengan pola anyaman, nilai *flexural strength* mengalami sedikit peningkatan pada 5%, kemudian menurun pada 10%, dan kembali ke nilai yang sama seperti pada 5% ketika mencapai 15%. Pada sampel dengan variasi serat sejajar, acak, dan anyaman pada konsentrasi 10%, pola perubahan nilai *flexural strength* terlihat bervariasi, dengan beberapa sampel mengalami peningkatan sementara yang lain mengalami penurunan. Gambar di bawah ini menunjukkan lebih lanjut pengaruh serat purun terhadap *flexural strength* komposit.



Gambar 4. Pengaruh serat purun terhadap *flexural strength* komposit

KESIMPULAN

Berdasarkan pengujian yang dilakukan pada papan komposit berpenguat serat purun tikus (*Eleocharis dulcis*), dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Analisis *Tensile Strength* Komposit menunjukkan bahwa *tensile strength* komposit dengan serat sejajar 5% memiliki nilai yang cukup tinggi.
2. Analisis *Tensile Modulus* Komposit menunjukkan bahwa tensile modulus pada sampel dengan pola sejajar 5% mengalami penurunan. Namun, pada konsentrasi sejajar 10%, terjadi peningkatan nilai tensile modulus, sebelum kembali menurun pada konsentrasi sejajar 15%.
3. *Elongation* Komposit menunjukkan bahwa *elongation* tertinggi diperoleh pada sampel

dengan pola acak 10% (AC 10%), acak 15% (AC 15%), dan anyaman 10% (AY 10%), dengan nilai masing-masing sebesar 14.06%, 12.57%, dan 11.31%.

4. *Flexural Strength* Komposit menunjukkan bahwa nilai *flexural strength* pada komposit dengan serat sejajar 5% mengalami penurunan, namun meningkat kembali pada konsentrasi sejajar 10% dan terus bertambah pada 15%.

SARAN

Beberapa rekomendasi untuk penelitian selanjutnya terkait komposit berbasis serat purun adalah sebagai berikut:

1. Optimalisasi Susunan dan Perlakuan Serat; Penelitian lebih lanjut diperlukan untuk menentukan susunan serat yang paling optimal serta perlakuan serat yang tepat guna meningkatkan kekuatan mekanik komposit. Selain itu, proses analisis yang lebih mendalam dan teliti diharapkan dapat menghasilkan data mekanik yang lebih akurat dan representatif.
2. Identifikasi Susunan Serat dengan Kekuatan Maksimum; Studi lanjutan dapat difokuskan pada eksplorasi susunan serat purun tikus (*Eleocharis dulcis*) yang memiliki kekuatan maksimum untuk pengembangan komposit yang lebih tahan lama dan dapat diaplikasikan secara luas dalam berbagai kebutuhan masyarakat, baik dalam industri konstruksi, otomotif, maupun bidang lainnya.
3. Pengembangan Material Berbasis Serat Alam; Mengingat ketersediaan serat purun tikus yang melimpah, disarankan untuk melakukan penelitian lebih lanjut mengenai pemanfaatan material komposit berbasis serat alam ini. Selain itu, proses pembuatan papan komposit harus dilakukan dengan lebih cermat dan sistematis guna memastikan kualitas yang optimal serta meningkatkan potensi aplikatifnya dalam berbagai sektor industri.

DAFTAR PUSTAKA

- Brum A. M., Luz, S. M. Winowlin Jappes, J. T., & Amico, S. C. (2019). Effect of silane treatment on the Curaua fibre/polyester interface. *Plastics, Rubber and Composites*, 48(4), 160–167.
- Bhagat, V. K., Biswas, S., & Dehury, J. (2014). Physical, Mechanical, and Water Absorption Behavior of Coir/Glass Fiber Reinforced Epoxy Based Hybrid Composites. *Polymer Composites*, 35(5), 925–930.
- Hairiyah, Nina. (2017). ‘Karakteristik mekanik mikrokomposit dari tongkol jagung dan limbah plastik polipropilene’. *Jurnal Teknologi Agro-Industri Volume 4 Nomor 1*.
- Ibrahim, Dkk. (2019). “Potensi Penggunaan Serat Kulit Jagung Multiskala Sebagai Pengisi Penguat Dalam Biokomposit Berbasis Tepung Jagung”. *Jurnal Of Advanced Engineering Materials And Composites Research Centre, Department Of Mechanical And Manufacturing Engineering, Universiti Putra Malaysia, 43400 UPM Serdang, Selangor, Malaysia*.
- Kwon, Dkk. (2013). “Sifat Tarik Serat Keanf dan Tepung Kulit Jagung Reinforced poly (asam laktat) Bio-Komposit Hibrida: Peran Rasio Aspek Serat Alam”. *Jurnal Of Laboratorium. Adhesi & Bio-Komposit, Program Ilmu Material Lingkungan, Universitas Nasional Seoul, 151-921, Republik Korea*.
- Silva, I., Winowlin Jappes, J. T., & Amico, S. C. (2019). Effect of silane treatment on the Curaua fibre/polyester interface. *Plastics, Rubber and Composites*, 48(4), 160–167.

- Syarief, A. (2011). “Uji Lentur Komposit Poliester – Serat Purun Tikus (*Eleocharis dulcis*)”. *Jurnal Staf Pengajar Fakultas Teknik Unlam Banjarmasin*.
- Siakeng, R., Jawaid, M., Ariffin, H., & Salit, M. S. (2018). Effects of Surface Treatments on Tensile, Thermal and Fibre-matrix Bond Strength of Coir and Pineapple Leaf Fibres with Poly Lactic Acid. *Journal of Bionic Engineering*, 15(6), 1035–1046.
- Song, H., Tang, M., Lei, X., Feng, Z., & Cheng, F. (2020). Preparation of ultrafine fly ash-based superhydrophobic composite coating and its application to foam concrete. *Polymers*, 12(10).
- Sunardi dan Istikowati, W.T. (2012). ‘Analisis Kandungan Kimia Dan Sifat Serat Tanaman Purun Tikus (*Eleocharis ulcis*) Asal Kalimantan Selatan’. *Jurnal Bioscientiae* Volume 9, Nomor 2, Halaman 15-25.
- Sari, Dkk. (2020). “Pengaruh Perendaman Air dan Kadar Serat Terhadap Sifat Serat Sekam Jagung Yang Diperkuat Komposit Poliester Termoset”. *Jurnal Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Mataram, Nusa Tenggara Barat, Indonesia*.
- Sari, N. H., & Sinarep, S. (2011). Analisa Kekuatan Bending Komposit Epoxy Dengan Penguatan Serat Nilon. *Dinamika Teknik Mesin*, 1(1).
- Singh, Y., Singh, J., Sharma, S., Lam, T.-D., & Nguyen, D.-N. (2020). Fabrication and characterization of coir/carbon-fiber reinforced epoxy based hybrid composite for helmet shells and sports-good applications: influence of fiber surface modifications on the mechanical, thermal and morphological properties. *Journal of Materials Research and Technology*, 9(6), 15593–15603.