

STUDI KEKUATAN KEKERASAN DAN KEKUATAN *IMPACT* PADA KOMPOSIT DIPERKUAT SERAT *SANSEVIERIA* DENGAN VARIASI PENAMBAHAN *AMILUM* 6%-10%

Oleh:

Wisty Nugroho

NIM : 211020200008

Dosen Pembimbing:

Edi Widodo, S.T., M.T.

NIDN. 0704068004

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SIDOARJO
2025**

PENDAHULUAN

1 Komposit adalah gabungan dari dua bahan atau lebih memiliki sifat mekanik lebih kuat dari material dasarnya. Pada umumnya material komposit berasal dari dua unsur, yaitu serat sebagai bahan penguat dan matriks sebagai bahan pengikat serat. Komposit polimer dengan bahan penguat serat alam memiliki banyak kelebihan dari pada penggunaan komposit berpenguat serat sintetis.

2 Bahan penguat dalam pembuatan komposit pada penelitian ini yaitu tanaman lidah mertua atau *sansevieria* . Serat lidah mertua (*sansevieria*) memiliki potensi sebagai bahan penguat komposit karena mempunyai sifat mekanik yang baik. Penelitian ini membahas tentang penambahan *amilum* sebagai bahan tambahan dalam pembuatan komposit polimer untuk mengetahui sifat mekanik pada komposit polimer tersebut.

TUJUAN PENELITIAN

1

Untuk mengetahui pengaruh penambahan variasi konsentrasi *amilum* (6%, 7%, 8%, 9%, 10%) terhadap sifat mekanik komposit polimer menggunakan serat *sansevieria*

2

Untuk mengetahui pengaruh penambahan variasi konsentrasi *amilum* (6%, 7%, 8%, 9%, 10%) terhadap kekuatan mekanis komposit polimer serat *sansevieria* pada uji impact dan uji kekerasan shore D

3

Mengidentifikasi konsentrasi *amilum* yang menghasilkan kombinasi terbaik antara kekuatan *impact* dan kekerasan Shore D pada komposit polimer

RUMUSAN MASALAH

1

Bagaimana pengaruh variasi penambahan amilum terhadap kekuatan *impact* pada komposit polimer yang diperkuat dengan serat *sansevieria* ?

2

Bagaimana pengaruh variasi konsentrasi *amilum* terhadap kekerasan material komposit berdasarkan uji Shore D ?

3

Berapa konsentrasi *amilum* yang optimal untuk menghasilkan sifat mekanik terbaik pada komposit polimer serat *sansevieria*

METODE

Pada pembuatan komposit polimer dengan bahan penguat menggunakan serat *sansevieria* menggunakan metode *Hand Lay Up* berupa teknik pembuatan komposit yang paling sederhana dan sering digunakan karena memiliki kelebihan seperti biaya yang rendah, fleksibilitas tinggi dan tidak membutuhkan peralatan khusus. Dimana serat *sansevieria* ini dipotong dengan ukuran 1 cm dengan orientasi serat acak. Metode ini merupakan proses laminasi serat secara manual, proses ini dilakukan dengan melaminasi campuran resin, katalis, bahan tambahan berupa *amilum* (tepung pati) dan serat *sansevieria* pada cetakan spesimen dengan cara mengaduk semua bahan pada gelas plastik kemudian dituangkan kedalam cetakan *silicon*. Dari metode *hand lay up* ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan *amilum* dalam pembuatan komposit polimer pada hasil uji *impact* dan uji kekerasan Shore D.

PERLAKUAN ALKALI SERAT *SANSEVIERIA*

Perlakuan alkali terhadap serat *sansevieria* (lidah mertua) berfungsi untuk meningkatkan daya ikat antara serat dan matrik. Proses ini biasanya dilakukan dengan merendam serat dengan menggunakan larutan alkali berupa natrium hidroksida (NaOH) dan konsentrasi NaOH 5% selama 2 jam untuk menghilangkan lapisan lignin pada serat *sansevieria* (lidah mertua). Berikut dibawah ini persamaan rumus untuk menghitung konsentrasi NaOH :

$$m_{NaOH} = \text{variasi alkali} \times v \text{ aquadest}$$

$$m_{NaOH} = 5\% \times 500 \text{ (ml)} = 25 \text{ (gram)}$$

Dimana :

$$m_{NaOH} = \text{Massa NaOH (gram)}$$

$$\text{variasi alkali} = \text{Konsentrasi NaOH (Natrium Hidroksida) (\%)}$$

$$v \text{ aquadest} = \text{Banyaknya volume aquades (ml)}$$



PERHITUNGAN FRAKSI VOLUME

Salah satu faktor utama dalam pembuatan komposit polimer adalah fraksi volume serat. Rumus menghitung fraksi volume serat ini digunakan untuk mengukur berat serat serat lidah mertua (*sansevieria*) sebagai bahan penguat dalam pembuatan komposit polimer. Berikut persamaan rumus untuk menghitung fraksi volume serat :

$$v_f = \frac{w_f/p_f}{w_f/p_f + m_k/p_m} = \dots(\%)$$

$$v_f = \frac{0,95/0,05}{0,95/0,05 + 50/1,15} = 30(\%)$$

Keterangan :

v_f = Fraksi volume serat (%)

m_k = Massa matriks Komposit dalam satu cetakan penuh (gram)

w_f = Massa Berat serat (gram)

p_f = Massa jenis serat (gr/mm^3)

p_m = Massa jenis matrik(gr/mm^3)

Perhitungan Komposisi Pada Pembuatan Komposit Polimer

A. Perhitungan Massa Matriks

Perhitungan massa matriks sangat penting dalam pembuatan komposit karena menentukan keseimbangan antara matriks dan serat dalam komposit. Berikut dibawah ini menjelaskan persamaan rumus untuk menghitung komposisi matriks ;

$$m_m = m_k - v_k$$

Dimana:

m_m = Massa Matriks (gram)

m_k = Massa matriks komposit dalam satu cetakan penuh (gram)

v_k = Variasi Konsentrasi *Amilum* (%)

B. Perhitungan berat *amilum*

Perhitungan berat *amilum* terhadap komposisi komposit memberikan gambaran yang jelas tentang berapa banyak *amilum* yang digunakan dalam setiap variasi presentase *amilum* dan untuk mengetahui nilai kekuatannya. Berikut dibawah ini persamaan rumus untuk menghitung massa berat *amilum* dalam komposisi pembuatan komposit polimer ;

$$m_a = \frac{v_k}{100\%} \times m_k$$

Dimana:

m_a = Massa amilum (gram)

v_k = Variasi Konsentrasi *Amilum* (%)

m_k = Massa matriks komposit dalam satu cetakan penuh (gram)

C. Mencari Konsentrasi *Amilum* (%)

Berikut ini menjelaskan tentang perhitungan variasi konsentrasi *amilum* berupa parameter sangat penting yang perlu dihitung untuk mengetahui berapa presentase dari setiap komposisi dalam pembuatan komposit ini karena mengacu dalam judul artikel ini tentang variasi penambahan *amilum*. Berikut dibawah ini persamaan rumus untuk menghitung variasi konsentrasi *amilum*.

$$v_k = \frac{m_a}{m_k} \times 100\% = \dots(\%)$$

Dimana:

v_k = Variasi Konsentrasi *Amilum* (%)

m_k = Massa matriks komposit dalam satu cetakan penuh (gram)

m_a = Massa *amilum* (gr)

PEMBUATAN KOMPOSIT

Proses pengolahan serat dari daun lidah mertua



Metode hand lay up untuk proses pembuatan komposit serat *sansevieria*



Pengujian Komposit

1. Alat Uji *Impact*



Pengujian *impact* ini menggunakan alat uji berjenis *Promes Charpy Impact Test* dengan kapasitas maksimal energi yang diserap oleh alat uji ini sebesar 200 *Joule* milik laboratorium teknik mesin politeknik negeri malang. Alat uji *impact* ini digunakan untuk mengukur ketangguhan suatu material, yaitu kemampuan material untuk menyerap energi sebelum mengalami kerusakan atau patah.

2. Alat Uji Kekerasan Shore Durometer Digital



Pengujian kekerasan shore D ini bertujuan untuk mengetahui nilai ketahanan benda uji terhadap penetrasi suatu bahan yang lebih keras dengan bentuk dan pengaruh gaya tertentu sehingga akan diperoleh nilai kekerasan benda uji

HASIL

Dari proses penelitian pada pembuatan komposit yang diperkuat menggunakan serat *sansevieria* dengan variasi penambahan amilum 6%, 7%, 8%, 9%, 10% Maka didapatkan data yang akan dituankan dalam bentuk tabel guna mempermudah dalam mengamati hasil yang sudah diperoleh, seperti pada tabel 1 menjelaskan mengenai komposisi pembuatan spesimen komposit polimer.

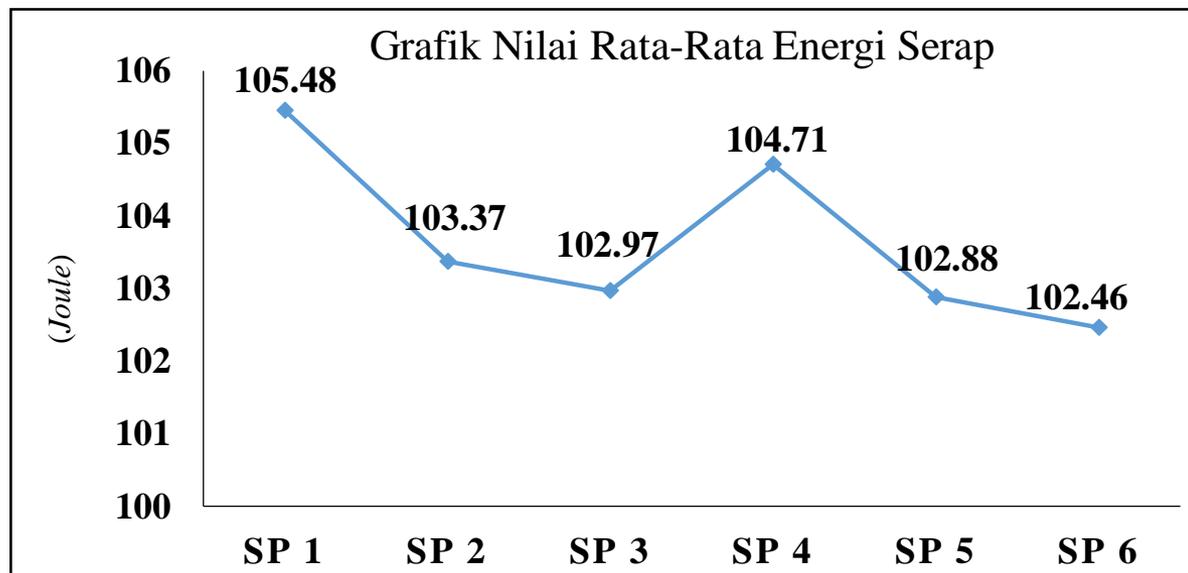
Tabel 1. Komposisi Pembuatan Spesimen

No	Resin (Gram)	Katalis (Gram)	Pati (Gram)	Variasi Presentase <i>Amilum</i> (%)
1	50	1	0	0%
2	47	1	3	6%
3	46,5	1	3.5	7%
4	46	1	4	8%
5	45,5	1	4.5	9%
6	45	1	5	10%

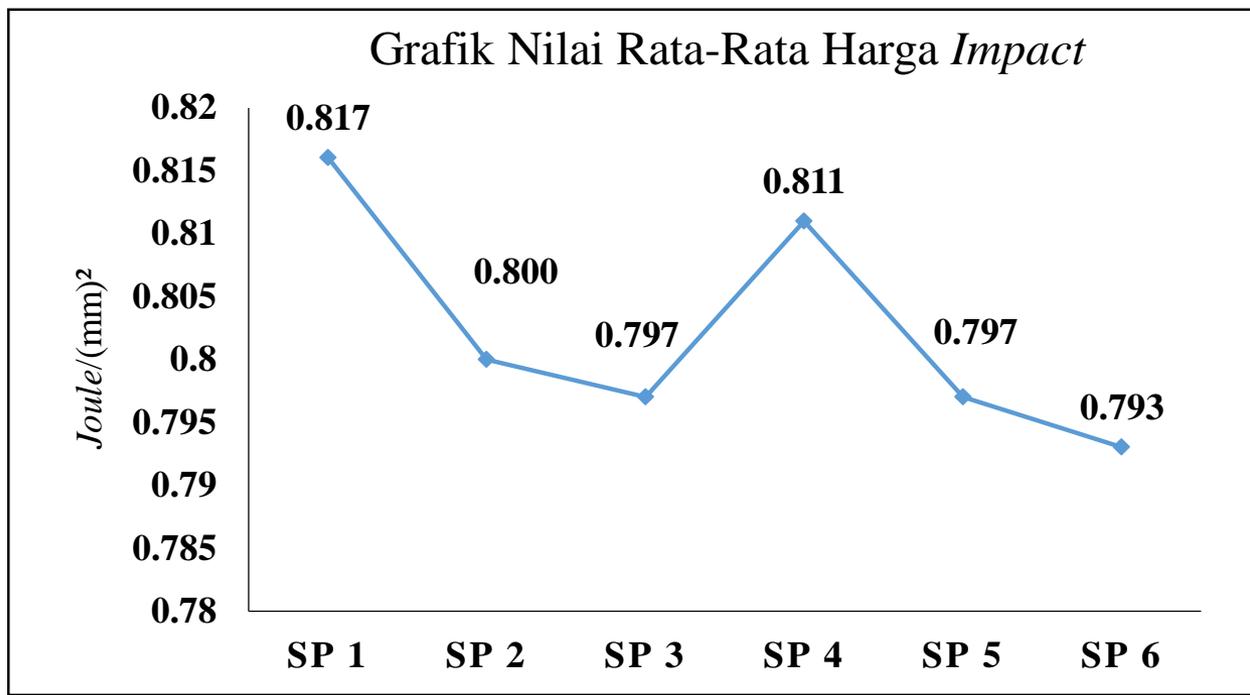
HASIL UJI *IMPACT*

Hasil pengujian *impact* menggunakan ASTM 5942-96 sesuai standar dan hasil uji *impact* didapatkan nilai energi serap dan harga *impact*. Hasil pengujian *impact* pada komposit polimer berpenguat serat *sansevieria* dengan variasi penambahan *amilum* 6%, 7%, 8%, 9%, 10%. Maka hasil yang didapat berupa data energi serap dan harga *impact* pada spesimen komposit polimer. Berikut pada table 2 dibawah ini menampilkan nilai rata-rata energi serap dan harga *impact* ;

Kode Spesimen	Energi Serap Rata-Rata (Joule)	Harga Impact Rata-Rata (joule/mm ²)
SP 1	105,48	0.817
SP 2	103,37	0.800
SP 3	102,97	0.797
SP 4	104,71	0.811
SP 5	102,88	0.797
SP 6	102,46	0.793



Dilihat dari grafik rata-rata energi serap pada grafik diatas menjelaskan adanya penurunan nilai energi serap spesimen yang berarti menunjukkan bahwa kemungkinan besar disebabkan oleh pengaruh penambahan *amilum* terhadap sifat mekanik material komposit polimer. Pada spesimen SP 1 pada variasi penambahan *amilum* 0% memiliki nilai rata-rata energi serap tertinggi dari jumlah 3 spesimen yaitu A1, A2, A3 dengan nilai tertinggi sebesar 105,48 *joule*. Sedangkan pada SP 2 pada variasi penambahan *amilum* 6% mengalami penurunan pada nilai rata rata energi serap dari jumlah 3 spesimen yaitu B1, B2, B3 dengan nilai penurunan menjadi 103,37 *joule*. Menariknya, pada SP 4 variasi penambahan *amilum* 8%, memiliki nilai rata-rata energi serap mengalami kenaikan sementara menjadi 104,71 *joule*, menunjukkan spesimen pada variasi 8%. Penurunan berlanjut pada SP 5 variasi penambahan *amilum* 9% memiliki nilai rata-rata energi serap 102,88 *joule* dan SP 6 variasi penambahan *amilum* 10% dengan hasil nilai rata-rata energi serap terendah menjadi 102,46 *joule*.

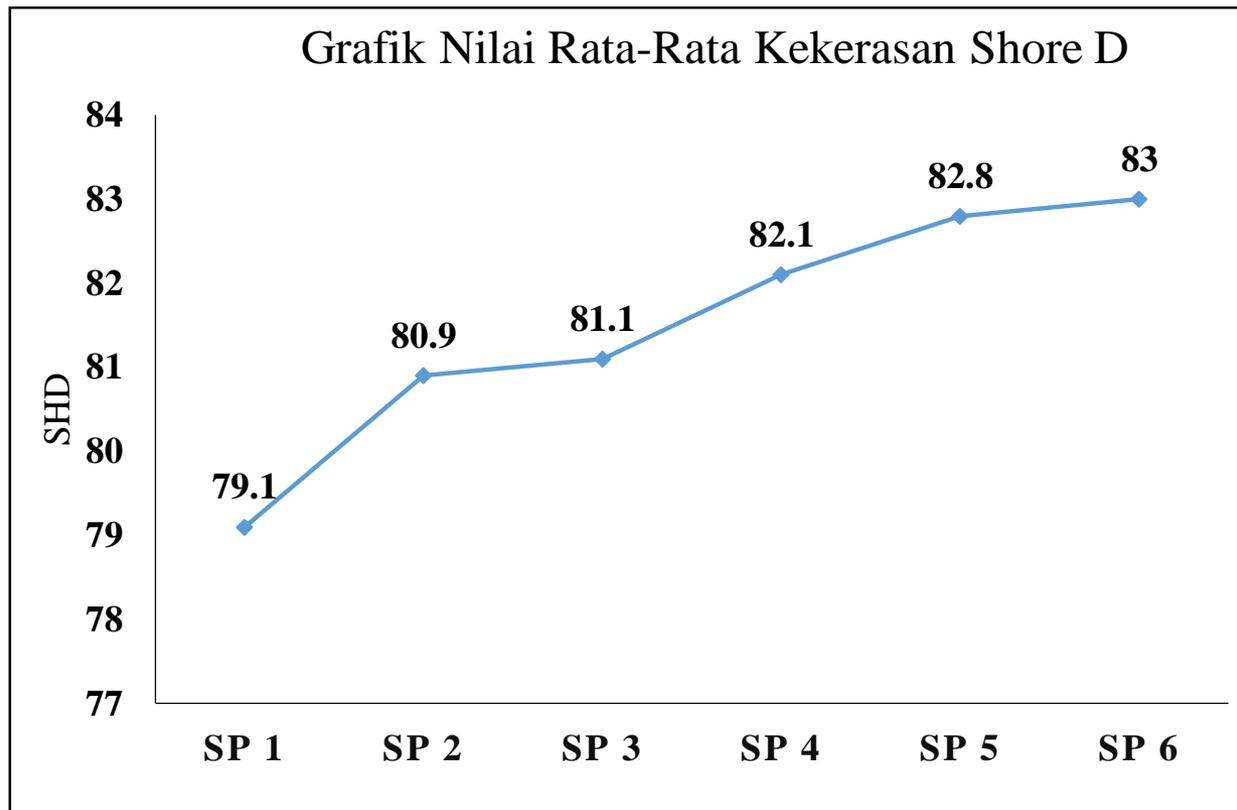


Dilihat pada grafik nilai rata rata harga *impact* pada grafik diatas menunjukkan kurva kenaikan nilai kekuatan *impact* dari variasi tanpa penambahan *amilum* atau 0% SP 1 memiliki nilai harga *impact* sebesar 0,817 mencapai *joule/mm²* dan mengalami penurunan ketika presentase *amilum* semakin meningkat pada variasi penambahan *amilum* 6% dan 7% atau SP 2 dan SP 3 dengan nilai 0,800 dan 0,797 *joule/mm²*. Menariknya pada hasil nilai harga *impact* pada spesimen SP 4 yaitu variasi presentase *amilum* 8% dengan nilai rata-rata harga *impact* sebesar 0,811 *joule/mm²*. Terjadinya penurunan lagi pada spesimen SP 5 dan SP 6 dari variasi presentase *amilum* 9% dan 10% dengan nilai rata-rata harga *impact* menjadi 0,797 dan 0,793 *joule/mm²*.

Hasil pengujian *kekerasan* menggunakan ASTM D 2240 sesuai standar dan hasil uji kekerasan ini didapatkan nilai kekerasan shore D. Hasil pengujian kekerasan *Shore D* pada komposit polimer berpenguat serat *sansevieria* dengan variasi penambahan *amilum* 6%, 7%, 8%, 9%, 10%. Maka hasil yang didapat berupa data kekerasan Shore D pada spesimen komposit polimer bisa dilihat pada table 3 dibawah ini ;

Tabel 3. Nilai Rata-Rata Kekerasan Shore D Pada Hasil Uji Kekerasan Shore D

Kode Spesimen	Nilai Kekerasan Shore D (SHD)
SP 1	79,1
SP 2	80,9
SP 3	81,1
SP 4	82,1
SP 5	82,8
SP 6	83



Grafik nilai rata – rata kekerasan shore D diatas, spesimen yang didapatkan nilai kekerasan paling rendah pada komposit yang diperkuat serat *sansevieria* yaitu spesimen variasi tanpa penambahan *amilum* 0% memiliki nilai kekerasan material sebesar 79,1 SHD. Sedangkan untuk nilai kekerasan yang tertinggi diperoleh pada komposit dengan variasi penambahan *amilum* 10% yaitu sebesar 83 SHD.

KESIMPULAN

- Berdasarkan hasil pengujian *impact* pada komposit yang diperkuat serat alam *sansevieria* dengan variasi konsentrasi *amilum* sebesar 6%, 7%, 8%, 9%, dan 10%, dapat disimpulkan bahwa penambahan tepung pati (*amilum*) sebagai pengisi pada matriks komposit memengaruhi kemampuan material dalam menyerap energi benturan secara tiba-tiba. Jadi kesimpulannya bertambahnya peningkatan konsentrasi *amilum* cenderung dapat menurunkan nilai kekuatan *impact* dan energi serap material. Namun, penurunan ini tidak bersifat linier, di mana pada konsentrasi *amilum* 8% ditemukan nilai energi serap dan harga *impact* yang relatif lebih optimal dibandingkan konsentrasi lebih tinggi. Sedangkan dari hasil analisa data pada pengujian kekerasan Shore D bahwa penambahan *amilum* pada matriks polimer memperkuat struktur material sehingga dapat meningkatkan nilai kekerasan material.
- Nilai kekuatan *impact* yang tertinggi didapatkan pada spesimen tanpa penambahan *amilum* atau 0% dengan nilai energi serap sebesar 105,48 *joule* dan nilai harga *impact* 0,817 *joule/mm²*, sedangkan nilai kekuatan *impact* yang terendah didapatkan dari spesimen dengan penambahan *amilum* 10% dengan nilai energi serap mencapai 102,46 *joule* dan harga *impact* menjadi 0,793 *joule/mm²*.
- Nilai kekerasan Shore D tertinggi ditemukan pada konsentrasi *amilum* sebesar 10%, dengan nilai kekerasan keseluruhan sebesar 83 SHD, sedangkan nilai kekerasan Shore D terendah didapatkan dari spesimen tanpa penambahan *amilum* 0% dengan nilai kekerasan sebesar 79,1 SHD.

Maka akan bagus hasilnya untuk uji *impact* jika pembuatan komposit tidak menggunakan bahan tambahan berupa *amilum* atau tepung tapioka dimana kekuatan material komposit akan lebih menurun. karena tepung tapioka mempunyai sifat pengikat yang tidak baik ketika di campur dengan serat *sansevieria* dan resin sehingga sifat material tersebut menjadi getas dan mudah putus. Akan tetapi sebaliknya penambahan konsentrasi *amilum* atau tepung tapioka untuk uji kekerasan shore D pada spesimen komposit polimer dapat meningkat nilai kekuatan kekerasannya jika dibandingkan spesimen tanpa penambahan *amilum*.

DAFTAR PUSTAKA

1. H. Husman, A. H. Armin, and Y. Yuliyanto, “Pengaruh Panjang Serat dan Fraksi Volume Komposit Lidah Mertua Terhadap Pengujian Tarik,” *Manutech J. Teknol. Manufaktur*, vol. 15, no. 02, pp. 215–221, 2023, doi: 10.33504/manutech.v15i02.281.
2. T. H. Ningsih, A. Fiveriati, and F. W. Irfani, “Kekuatan Dan Momen Bending Serta Energi Impak Komposit Serat Kulit Kersen Akibat Variasi Fraksi Volume,” *J. Inov. Teknol. Manufaktur, Energi, dan Otomotif*, vol. 1, no. 2, pp. 95–104, 2023, [Online]. Available: <http://jurnal.poliwangi.ac.id/index.php/jinggo/>
3. E. Widodo and I. Dwiyooga, “ANALISIS PENGARUH ALKALISASI NaOH TERHADAP SERAT NANAS SEBAGAI PENGUATAN BIO KOMPOSIT,” *Otopro*, vol. 18, no. 1, pp. 1–6, 2022, doi: 10.26740/otopro.v18n1.p1-6.
4. D. E. Natanael Siagian and M. H. Sedo Putra, “Serat Alam Sebagai Bahan Komposit Ramah Lingkungan,” *CIVeng J. Tek. Sipil dan Lingkung.*, vol. 5, no. 1, p. 55, 2024, doi: 10.30595/civeng.v5i1.17879.
5. I. P. G. Suartama, I. N. P. Nugraha, and K. R. Dantes, “Pengaruh Fraksi Volume Serat Terhadap Sifat Mekanis Komposit Matriks Polimer Polyester Diperkuat Serat Pelepah Gebang,” *J. Pendidik. Tek. Mesin Undiksha*, vol. 4, no. 1, 2020, doi: 10.23887/jjtm.v4i1.8312.
6. M. Mastur, B. Sugiantoro, A. Kurniawan, and N. Artati, “Pengaruh Orientasi Cloth dan Roving Serat Sensivera dengan Perlakuan Alkali dan Penguat CNTs Terhadap Kekuatan Bending dan Morfologi (Uji SEM),” *Iteks*, vol. 1, no. 1, pp. 1–10, 2022.
7. Sayudin, B. Sugiantoro, and S. Sakuri, “Iteks Pengaruh Bentuk Flake Dan Continous Serat Sensivera Yang Telah Dialkali Berpenguat Cnts dan Non-Cnts Terhadap Kekuatan Mekanik dan Struktur Mikro The Influence of Flake Shape and Continuous Sensivera Fibers that have been Toughened with Cnts and Non,” vol. 14, no. 1, pp. 89–96, 2022.
8. T. T. Kurniawan and E. Widodo, “Experimental Study on Sansivera Composite Fibers Against the Administration of Alkaline NaOH (Sodium Hydroxide),” *Procedia Eng. Life Sci.*, vol. 4, no. June, pp. 7–13, 2023, doi: 10.21070/pels.v4i0.1411.
9. R. Rodiawan, S. Suhdi, and F. Rosa, “Analisa Sifat-Sifat Serat Alam Sebagai Penguat Komposit Ditinjau Dari Kekuatan Mekanik,” *Turbo J. Progr. Stud. Tek. Mesin*, vol. 5, no. 1, pp. 39–43, 2020, doi: 10.24127/trb.v5i1.117.
10. F. Husaini, S. M. B. Respati, and M. Dzulfikar, “PENGARUH VARIASI FRAKSI VOLUME DAN ARAH SERAT PADA KOMPOSIT MATRIK RESIN POLYESTER BERPENGUAT SERAT PELEPAH LONTAR (BORASSUS FLABELLIFER) DENGAN PERLAKUAN NaOH 5% TERHADAP KEKUATAN UJI TARIK,” *J. Ilm. Momentum*, vol. 16, no. 1, 2020, doi: 10.36499/mim.v16i1.3349.

11. L. P. Ayu Ariska, M. A. Sahlan, and U. Hikmah, “Analisis Sifat Mekanis Komposit Matriks Polyester dengan Penguat Cangkang Kerang Hijau,” *J. Fis.*, vol. 13, no. 1, pp. 20–28, 2023, doi: 10.15294/jf.v13i1.38835.
12. Asmeati, M. Yusuf Ali, I. Purnama, and M. Paloboran, “Analisis Uji Mekanik dan Struktur Makro dan Mikro Terhadap Material Komposit dengan Arah Acak Serat Ampas Tebu,” *J. Media Komun. Pendidikan Teknol. dan Kejuru.*, vol. 9, no. 2, pp. 91–102, 2022.
13. I. G. N. J. . Arisanti, C.I.S, Dewi, D.P.R.P., Prasetya, “PENGARUH RASIO AMILUM:AIR TERHADAP SPESIFIKASI AMILUM SINGKONG (MANIHOT ESCULENTA CRANTZ) FULLY PREGELATINIZED,” *Sustain.*, vol. 11, no. 1, pp. 1–14, 2019.
14. P. N. Zulvianti, P. M. Lestari, and N. Nining, “Review Komposit Pati–Kitosan: Perannya dalam Berbagai Sistem Penghantaran Obat,” *Maj. Farmasetika*, vol. 7, no. 1, p. 18, 2022, doi: 10.24198/mfarmasetika.v7i1.36496.
15. W. Sumanti, R. Kusmiadi, and R. Apriyadi, “Aplikasi Edible Coating Tepung Tapioka Dengan Oleoresin Daun Kemangi untuk Memperpanjang Umur Simpan Buah Jambu Air Cincalo (*Syzygium samarangense* [Blume] Merrill & L.M. Perry),” *AGROSAINSTEK J. Ilmu dan Teknol. Pertan.*, vol. 4, no. 1, pp. 70–78, 2020, doi: 10.33019/agrosainstek.v4i1.35.
16. C. I. S. Arisanti, N. M. A. Wiradewi, and N. P. A. D. Wijayanti, “Pengaruh Perbandingan Amilum Singkong (Manihot esculenta Crantz.) Fully Pregelatinized dan Gom Akasia terhadap Sifat Fisik Eksipien Co-processing,” *J. Farm. Udayana*, vol. 3, no. 1, pp. 91–98, 2019.
17. G. Mega *et al.*, “Penerapan Lidah Mertua dan Sirih Gading dalam My Little PAP untuk Mengurangi Emisi CO di Ruang Merokok sebagai Konsep Penerapan Smart City,” *J. Student Res.*, vol. 1, no. 5, pp. 325–342, 2023, [Online]. Available: <https://doi.org/10.55606/jsr.v1i5>
18. L. O. Br Napitupulu, A. Widyasanti, A. Thoriq, and A. Yusuf, “The Study of Process and Characteristics of Woven Fabric from Plant Fibers of Lidah Mertua (*Sansevieria trifasciata* P.),” *J. Ilm. Rekayasa Pertan. dan Biosist.*, vol. 7, no. 2, pp. 207–220, 2019, doi: 10.29303/jrpb.v7i2.137.
19. E. H. Umi Lailatul Jamilah1, “MODIFIKASI SERAT ALAM DAN KARAKTERISASINYA SEBAGAI PENGUAT MATERIAL KOMPOSIT,” *J. Educ. Appl. Sci.*, vol. 1, no. 1, pp. 25–31, 2023.
20. F. R. Titani, “Pemanfaatan Serat Sabut Kelapa sebagai Material Penguat Pengganti Fiberglass pada Komposit Resin Polyester untuk Aplikasi Bahan Konstruksi Pesawat Terbang,” *Techno (Jurnal Fak. Tek. Univ. Muhammadiyah Purwokerto)*, vol. 19, no. 1, p. 23, 2018, doi: 10.30595/techno.v19i1.2397.
21. A. Alamsyah, T. Hidayat, and A. N. Iskandar, “Pengaruh Perbandingan Resin Dan Katalis Terhadap Kekuatan Tarik Komposit Fiberglass-Polyester Untuk Bahan Pembuatan Kapal,” *Zo. Laut J. Inov. Sains Dan Teknol. Kelaut.*, vol. 2, no. 2, pp. 26–32, 2020, doi: 10.62012/zl.v1i2.10760.
22. Y. Y. Fikri Firdausi 1, Ubaidillah Nawwaf Al Fanni2, Agus Widayoko3, “Pembuatan Styrofoam Ramah Lingkungan Dari Pati Singkong (Amilum manihot) Dengan Penambahan serbuk Cangkang Telur (Ova) Sebagai Filler. Fikri,” *J. Integr. SAINS DAN QUR’AN*, vol. 3, no. 2, pp. 300–307, 2024.
23. S. B. S. Awaluddin Suprayogi1, Indra Permana2,* , “GAYA TARIK MAKSIMAL KOMPOSIT GFRP DENGAN METODE,” *J. Teknol. REKAYASA ELEKTRO, Mater. DAN MANUFAKTUR*, pp. 26–31.

24. R. Lumintang, F. A. Rauf, and G. D. Soplanit, “Ketahanan Bending Komposit Matriks Poliester Berpenguat Serat Sabut Kelapa,” *J. Tekno Mesin*, vol. 5, no. 2, pp. 88–94, 2019.
25. S. Syukran, A. Syahri, and A. S. Ismy, “The Effect of Heat Input on the Tensile Strength and Toughness of welded SS400 Materials by SMAW,” *J. Weld. Technol.*, vol. 5, no. 1, pp. 21–25, 2023, doi: 10.30811/jowt.v5i1.3508.
26. Y. Nuhgraha, M. K. A. Rosa, and I. Agustian, “Perancangan Alat Uji Impak Digital dengan Metode Charpy Untuk Mengukur Kekuatan Material Polimer,” *J. Amplif. J. Ilm. Bid. Tek. Elektro Dan Komput.*, vol. 10, no. 2, pp. 15–19, 2020, doi: 10.33369/jamplifier.v10i2.15316.
27. S. T. M. T. Andi Yulio1)Prof.Dr.HendraSuherman, “ANALISA KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO BIO KOMPOSIT RESIN EPOXY ORIENTASI HORIZONTAL MENGGUNAKAN COMPRESSION MOLDING Andi,” *Jur. Tek. Mesin, 2)Universitas Bung Hatta*, vol. 47, no. 4, pp. 124–134, 2021, doi: 10.31857/s013116462104007x.
28. M. Pramudia, T. Prasetyo, R. M. Yusron, and M. Safiudin, “Analisa Beban Penekanan Hidrolis Terhadap Kekerasan Komposit Resin Epoksi Berpenguat Serbuk Kulit Jagung dan Fly Ash Menggunakan Metode Compression ...,” *Infotekmesin*, vol. 14, no. 02, pp. 69–75, 2024, doi: 10.35970/infotekmesin.v15i1.2153.
29. R. Wanti, H. Dzulfikar, and R. Rudy, “Ekstraksi dan Karakterisasi Serat Alam dari Daun Sansevieria Laurenti dan Sansevieria Zeylinic,” *Texere*, vol. 18, no. 2, pp. 88–104, 2020, doi: 10.53298/texere.v18i2.59.
30. K. R. Dantes, E. Elisa, and I. M. P. B. Susila, “Analisis Kekuatan Impact Dan Model Perpatahan Komposit Polyester Berpenguat Serat Alam Ijuk,” *J. Rekayasa Mesin*, vol. 14, no. 2, pp. 401–408, 2023, doi: 10.21776/jrm.v14i2.1105.
31. L. Dinia Eka Indarti, S. Purnavita, and M. Asih Pratiwi, “Komposit Bioplastik Kolang-Kaling dan Tepung Tapioka dengan Penambahan Berbagai Jenis Plasticizer,” *Juni*, vol. 17, no. 1, pp. 7–14, 2021.
32. M. L. Zultiansyah *et al.*, “ANALISA PENGARUH VARIASI PENAMBAHAN SERBUK ALUMINA (Al₂O₃) TERHADAP SIFAT MEKANIK PADA KOMPOSIT RESIN EPOXY,” vol. 8, no. 2, 2024.

33. T. A. Sutrisno, N. D. Cahyono, K. A. Widi, F. Rahmadianto, R. Febritasari, and G. A. Pohan, “Analisa Pengaruh Variasi Penambahan Serbuk Tepung Sagu Terhadap Kekuatan Impact Pada Material Komposit Resin Polyester Berpenguat Serat Kulit Jagung Effect Analysis of Fly Ash addition variations on Impact strength behaviour on Polyester Resin Composite Material wit,” *J. Mech. Eng. Manuf. Mater. Energy*, vol. 7, no. 1, pp. 27–35, 2023, doi: 10.31289/jmemme.v7i1.7553.
34. S. Nurrahmi, S. Nuraisyah, and H. Hernawati, “Pengaruh Penambahan Pati dan Plasticizer Gliserol Terhadap Sifat Mekanik Plastik Biodegradable,” *J. Fis. dan Ter.*, vol. 7, no. 2, pp. 128–138, 2020, doi: 10.24252/jft.v7i2.18267.
35. Deswita, A. K. Karo, G. T. Sulungbudi, and Sudirman, “Polipropilen Dengan Filler Tepung Tapioka Untuk Bahan Kemasan,” *Indones. J. Mater. Sci.*, vol. 12, no. 1, pp. 24–29, 2010.
36. A. Putra and A. Salsabilla, “PENGARUH PENAMBAHAN CROSSLINKER TERHADAP KARAKTERISTIK KOMPOSIT SELULOSA BAKTERI-EKSTRAK DAUN CINCAU (*Cyclea barbata*),” *CHEDS J. Chem. Educ. Sci.*, vol. 6, no. 2, pp. 66–73, 2022, doi: 10.30743/cheds.v6i2.6129.
37. K. O. S. Yasa, I. N. P. Nugraha, and K. R. Dantes, “Pengaruh Orientasi Serat Terhadap Kekuatan Impak Dan Model Patahan Komposit Polyester Berpenguat Serat Kelapa (*Cocos Veridis*),” *J. Pendidik. Tek. Mesin Undiksha*, vol. 6, no. 1, p. 8, 2018, doi: 10.23887/jjtm.v6i1.11236.
38. A. Firdaus, A. Tjahjono, and S. A. Saptari, “Analisis Pengaruh Bentuk Filler Pada Komposit Batang Bambu Terhadap Nilai Kekerasan (Hardness Shore D),” *Al-Fiziya J. Mater. Sci. Geophys. Instrum. Theor. Phys.*, vol. 1, no. 2, pp. 1–6, 2019, doi: 10.15408/fiziya.v1i2.9506.
39. A. A. Hakim, “Studi Komparasi Penambahan Filler Organik Terhadap Peningkatan Sifat Mekanik Dan Thermal Komposit Biodegradable Poly (Lactic Acid) Pada Aplikasi Plastik Green Material,” *Inst. Teknol. Sepuluh Nopember, Surabaya*, pp. 1–82, 2018.
40. A. J. S. Ella Melyna, “Sintesis Biokomposit Resin Epoksi/Serat Ijuk/Serat Kelapa dengan Alkalisasi KOH,” *J. Teknol.*, vol. 2, no. 2, pp. 19–25, 2013, [Online]. Available: www.jurnalteknologi.utm.my



TERIMA KASIH



“Man Jadda Wajada (Barang siapa yang berusaha (inshaallah) akan mendapatkan apa yang di usahakan)”