

ARTIKEL REVIEW: PENGARUH PENAMBAHAN SERAT ALAM TERHADAP KEKUATAN TARIK MATERIAL KOMPOSIT BERBASIS RESIN

Amelia Nurrahmadina^{1*}, Luky Setiyawan², Arya Aji Putra Pangestu³, Iqbal Maulana⁴, Sri Mulyo Bondan Respati⁵

^{1,2,3,4,5} Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Wahid Hasyim
Jl. Raya Gunungpati No.KM.15, Nongkosawit, Gunungpati, Semarang 50224.

*Email:amelianurrahmad03@gmail.com

Abstrak

Material komposit berbasis resin polimer semakin dikembangkan sebagai alternatif bahan teknik yang ringan, kuat, dan tahan korosi. Seiring meningkatnya kebutuhan material ramah lingkungan, serat alam banyak diteliti sebagai penguat komposit untuk menggantikan serat sintetis. Penelitian ini bertujuan untuk meninjau, membandingkan, dan menganalisis pengaruh penambahan berbagai jenis serat alam terhadap nilai kekuatan tarik komposit berbasis resin, serta mengidentifikasi faktor-faktor yang memengaruhi peningkatan maupun penurunan performa mekanik. Metode yang digunakan adalah studi literatur dari berbagai penelitian terdahulu yang membahas jenis serat alam, fraksi volume serat, orientasi, serta perlakuan kimia seperti alkalisasi. Hasil kajian menunjukkan bahwa penambahan serat alam mampu meningkatkan kekuatan tarik komposit hingga batas optimum, terutama pada serat bambu, ampas tebu, dan pelepah pinang yang diberi perlakuan NaOH 5%. Namun, kadar serat yang berlebihan justru menurunkan kekuatan akibat porositas dan ikatan antarmuka yang kurang baik. Secara keseluruhan, jenis serat, komposisi, dan perlakuan permukaan merupakan faktor utama yang menentukan performa mekanik komposit resin berbasis serat alam. Temuan ini memberikan arah pengembangan material komposit hijau yang lebih kuat dan berkelanjutan.

Kata kunci: komposit_resin, serat_alam, kekuatan_tarik, fraksi_volume, perlakuan_alkali

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi material di era modern menuntut inovasi bahan yang memiliki rasio kekuatan terhadap massa yang tinggi, ketahanan terhadap korosi, serta ramah lingkungan. Salah satu material yang terus dikembangkan adalah komposit, yaitu gabungan dua atau lebih material berbeda sifat yang menghasilkan karakteristik mekanik lebih unggul dibandingkan bahan penyusunnya secara individu (Minah, Astuti and Rastini, 2009).

Komposit umumnya terdiri atas matriks dan penguat. Matriks berfungsi mengikat dan mendistribusikan beban ke seluruh bagian komposit, sedangkan penguat (biasanya berbentuk serat atau partikel) bertugas meningkatkan kekakuan dan kekuatan tarik bahan (Diana, Ghani Safitra and Nabel Ariansyah, 2020). Salah satu matriks yang paling umum digunakan adalah resin polimer seperti resin epoksi dan resin poliester karena memiliki sifat ringan, mudah dibentuk, serta tahan terhadap korosi dan bahan kimia (Material and Energi, 2023).

Perkembangan komposit berbasis resin kini semakin diarahkan pada penggunaan serat alam sebagai bahan penguat. Penggunaan serat sintetis seperti fiberglass dan serat karbon memang memberikan kekuatan tinggi, tetapi berdampak negatif terhadap lingkungan dan memerlukan biaya produksi tinggi. Sebaliknya, serat alam seperti serat bambu, serat tebu, serat rotan, serta serbuk kulit kerang menawarkan keunggulan berupa densitas rendah, ketersediaan melimpah, mudah terdegradasi, dan ramah lingkungan (Aksar, Kadir and Balaka, 2022).

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa penambahan serat alam secara signifikan dapat meningkatkan sifat mekanik komposit. Penambahan serat ampas tebu hingga 50% fraksi berat dalam resin poliester menghasilkan peningkatan kekuatan tarik hingga 1,019 MPa, sedangkan komposisi 20% hanya menghasilkan 0,831 MPa (Aksar, Kadir and Balaka, 2022). Hasil serupa juga diperoleh dari menggunakan serat tebu dan agregat styrofoam, dimana pada perbandingan 80:20 menghasilkan kekuatan Tarik tertinggi (Minah, Astuti and Rastini, 2009).

Selain itu penelitian lainnya yang menggunakan serat bambu dalam matrik HDPE (High Density Polyethylene) menunjukkan bahwa variasi fraksi serat berpengaruh signifikan terhadap

peningkatan modulus elastisitas dan kekuatan tarik komposit, meskipun ikatan antar muka serat–matriks (interfacial bonding) menjadi faktor pembatas utama (Hutagaol, Lubis and Siahaan, 2023). Kondisi ini menunjukkan bahwa temperatur juga mempengaruhi kekuatan tarik material.

Penggunaan serbuk kulit kerang sebagai bahan pengisi pada komposit resin epoksi juga terbukti dapat meningkatkan sifat mekanik tertentu, terutama pada kekuatan tekan dan lentur, meskipun pada kadar di atas 30% berat, kekuatan tarik cenderung menurun akibat meningkatnya kerapuhan material (Material and Energi, 2023).

Hasil penelitian-penelitian tersebut menunjukkan bahwa karakteristik mekanik komposit berbasis resin sangat dipengaruhi oleh jenis serat alam, fraksi volume, orientasi serat, serta perlakuan kimia seperti alkalisasi. Perlakuan NaOH 5% terbukti efektif dalam meningkatkan adhesi antara serat dan matriks dengan cara menghilangkan lignin dan hemiselulosa yang menghambat ikatan (Aksar, Kadir and Balaka, 2022)(Betan, Soenoko and Sonief, 2014).

Secara keseluruhan, penguatan resin polimer menggunakan serat alam telah membuka peluang besar bagi pengembangan komposit hijau (green composite) yang tidak hanya unggul secara mekanik tetapi juga mendukung keberlanjutan lingkungan. Oleh karena itu, kajian literatur ini bertujuan untuk meninjau dan membandingkan berbagai hasil penelitian tentang pengaruh penambahan serat alam terhadap kekuatan tarik material komposit berbasis resin, dengan fokus pada variasi jenis serat, rasio komposisi, dan kondisi fabrikasi yang memengaruhi performa mekaniknya.

2. METODOLOGI

Penelitian ini merupakan studi literatur yang bertujuan untuk menganalisis dan membandingkan pengaruh penambahan serat alam terhadap kekuatan tarik material komposit berbasis resin. Metode ini digunakan untuk memperoleh pemahaman komprehensif mengenai hubungan antara jenis serat, fraksi volume, orientasi serat, serta perlakuan kimia terhadap performa mekanik komposit.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian ini membahas hasil perbandingan nilai kekuatan tarik dari berbagai penelitian yang menggunakan serat alam sebagai penguat pada material komposit berbasis resin. Data diperoleh dari sejumlah jurnal yang mengkaji berbagai jenis serat, metode fabrikasi, dan komposisi resin dan serat. Tabel 1 berikut merangkum hasil penelitian terdahulu yang menjadi dasar analisis dalam kajian ini.

Tabel 1. Daftar Jurnal Yang Diamati

No	Penulis	Judul Jurnal Penelitian	Jenis Serat Alam yang Digunakan	Kekuatan Tarik
1	(Manurung, 2022)	Analisis Perbandingan Kekuatan Bahan Komposit Dengan Variasi Susunan Acak Dan Lurus Memanjang Berbasis Serat Bambu Dan Resin Polyester.	Serat Bambu (Bambu Apus).	0,6041 Mpa.
2	(Aksar, Kadir and Balaka, 2022)	Analisa Kekuatan Tarik Bahan Komposit Polimer Resin Polyester Berpenguat Serat Tebu.	Serat Ampas Tebu (Bagasse Fiber)	1,019 MPa pada komposisi 50% serat : 50% resin polyester.
3	(Nugroho and Wantogia, 2019)	Proses Fabrikasi dan Sifat Mekanik Komposit Polimer dengan Metode Bladder Compression Moulding	Serat Karbon (Carbon Fiber) (<i>serat non-alam, digunakan sebagai pembanding metode</i>)	515 MPa, meningkat 17,48% dibanding metode vacuum bagging
4	(Manalu and Basuki, 2025)	Rancang Bangun Alat Uji Kekuatan Material Polimer dan Komposit Polimer Berpenguat Serat Alam.	Beragam Serat Alam (Sabut Kelapa)	Uji contoh material PMMA tanpa serat menghasilkan 58,2 – 60,7 MPa
5	(Yukalac et al., 1992)	Pengaruh Penggunaan Serat Kulit Rotan Sebagai Penguat Pada Komposit Polimer Dengan Matriks Polyester Yukalac 157 Terhadap Kekuatan Tarik dan Tekuk	Serat Kulit Rotan (<i>Rattan Bark Fiber</i>)	21,65 Mpa
6	(Material and Energi, 2023)	Analisis Kekuatan Mekanik Komposit Polimer Diperkuat Serbuk Kulit Kerang	Serbuk kulit kerang (shell powder)	12,56 MPa (komposisi 10%)
7	(Ruzuqi and Waas, 2021)	Analisis Kekuatan Tarik dan Impak Material Komposit Polimer dalam Aplikasi Fiberboat	Fiberglass (CSM 300, CSM 450, WR 600)	87,05 MPa
8	(Diana, Ghani Safitra and Nabel Ariansyah, 2020)	Analisis Kekuatan Tarik pada Material Komposit dengan Serat Penguat Polimer	HDPE, PET, dan Fiberglass	17,31 MPa (Fiberglass)
9	(Minah, Astuti and Rastini, 2009))	Karakterisasi Material Komposit Polimer Polystyrene dan Serat Tebu	Serat tebu dan styrofoam	±3,06 MPa (3058,6 kPa)

No	Penulis	Judul Jurnal Penelitian	Jenis Serat Alam yang Digunakan	Kekuatan Tarik
10	(Kartini, H and Sudirman, 2002)	Pembuatan dan Karakterisasi Komposit Polimer Berpenguat Serat Alam	Serat pisang dan serat ijuk	45,44 MPa (Epoksi-Serat Ijuk, 3 lapis)
11	(Betan, Soenoko and Sonief, 2014)	Pengaruh Persentase Alkali pada Serat Pangkal Pelepa Daun Pinang (Areca Catechu) terhadap Sifat Mekanis Komposit Polimer	Serat pangkal pelepah daun pinang (Areca catechu)	195 MPa (NaOH 5%)
12	(Sari, Respati and Nugroho, 2020)	Analisis Kekuatan Tarik dan Bending Komposit Serat Karbon-Resin dengan Variasi Waktu Curing dan Suhu Penahanan 80°C	Serat karbon 3K 240 GSM	629,799 MPa (curing 1,5 jam)
13	(Yuliyono, Purwanto and Bondan Respati SM, 2020)	Karakterisasi Komposit Matrik Resin Epoxy Berpenguat Serat Glass dan Serat Pelepah Salak dengan Perlakuan NaOH 5%	Serat kaca (glass fiber) dan serat pelepah salak	35,49 MPa (6% serat glass)
14	(Irwanto, Respati and Purwanto, 2014)	Analisis Kekuatan Tarik dan Struktur Komposit Berpenguat Serat Alam sebagai Bahan Alternatif Pengganti Serat Kaca untuk Pembuatan Dashboard	Serat kelapa, serat pelepah pisang, serat sekam padi	60,18 kg/cm ² ≈ 5,90 MPa (serat kelapa)
15	(Hutagaol, Lubis and Siahaan, 2023)	Analisis High Density Polyethylene Berserat Bambu terhadap Kekuatan Tarik dengan Variasi Temperature Melting Komposit Polimer	Serat bambu (Gigantochloa apus)	≈ 28–30 MPa (pada 200°C)

Berdasarkan pengamatan terhadap kelima belas jurnal yang dianalisis, variasi jenis serat alam dan komposisi resin menghasilkan rentang kekuatan tarik yang luas, yaitu dari sekitar 0,6 MPa hingga lebih dari 45 MPa. Serat alam seperti bambu dan pelepah pinang yang telah mendapat perlakuan alkalisasi dengan NaOH terbukti secara signifikan meningkatkan kekuatan tarik dibandingkan serat yang tidak menjalani perlakuan. Namun, peningkatan fraksi serat yang melebihi batas optimum menyebabkan penurunan kekuatan tarik, yang disebabkan oleh distribusi beban yang tidak merata dan meningkatnya porositas dalam material komposit. Temuan ini mengindikasikan bahwa keseimbangan optimal antara kadar serat dan kekompakan matriks sangat penting dalam perancangan material komposit berbasis serat alam.

Meski demikian, kajian-kajian tersebut masih bersifat umum dan belum membahas faktor-faktor yang lebih spesifik seperti pengaruh kombinasi hybrid antara serat alam dan partikel penguat anorganik, serta optimisasi orientasi serat dan metode fabrikasi dalam konteks peningkatan kekuatan mekanik tanpa mengorbankan sifat kelenturan dan keberlanjutan lingkungan. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan untuk mengeksplorasi kombinasi hybrid tersebut dan faktor-faktor fabrikasi yang memengaruhi interfacial bonding sehingga dapat memperoleh material komposit yang lebih unggul dan ramah lingkungan secara menyeluruh.

4. KESIMPULAN

Penambahan serat alam pada material komposit berbasis resin secara umum mampu meningkatkan kekuatan tarik material. Serat alam berperan sebagai penguat yang menahan beban tarik dan mendistribusikannya secara merata ke matriks sehingga meningkatkan performa mekanik komposit. Faktor-faktor utama yang memengaruhi peningkatan kekuatan tarik meliputi jenis serat, fraksi volume, orientasi serat, serta perlakuan kimia seperti alkalisasi menggunakan NaOH 5%. Namun, peningkatan kadar serat yang berlebihan justru dapat menurunkan kekuatan akibat terbentuknya rongga, ketidakhomogenan, dan distribusi tegangan yang tidak merata.

Penelitian lebih lanjut disarankan untuk mengkaji berbagai parameter seperti variasi orientasi serat dan teknik fabrikasi agar diperoleh komposit dengan sifat mekanik optimal. Selain itu, penting untuk mengoptimalkan kadar dan perlakuan serat alam untuk memaksimalkan adhesi antar muka serat dan matriks sehingga kekuatan tarik dapat ditingkatkan secara efektif tanpa mengorbankan kelenturan dan homogenitas material

DAFTAR PUSTAKA

- Aksar, P., Kadir, A. and Balaka, R. (2022) “Analisa Kekuatan Tarik Bahan Komposit Polimer Resin Poliester Berpenguat Serat Tebu,” *Dinamika : Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 13(2), p. 82. Available at: <https://doi.org/10.33772/djitm.v13i2.26911>.
- Betan, A.D., Soenoko, R. and Sonief, A.A. (2014) “Pengaruh Persentase Alkali pada Serat Pangkal Pelepah Daun Pinang (Areca Catechu) terhadap Sifat Mekanis Komposit Polimer,” *Jurnal Rekayasa Mesin*, 5(2), pp. 119–126.
- Diana, L., Ghani Safitra, A. and Nabel Ariansyah, M. (2020) “Analisis Kekuatan Tarik pada

Material Komposit dengan Serat Penguat Polimer,” *Jurnal Engine: Energi, Manufaktur, dan Material*, 4(2), pp. 59–67.

Hutagaol, L.P., Lubis, S.Y. and Siahaan, E. (2023) “Analisis High Density Polyethylene Berserat Bambu terhadap Kekuatan Tarik dengan Variasi Temperature Melting Komposit Polimer,” *Jurnal Teknik Industri Terintegrasi*, 6(1), pp. 313–320. Available at: <https://doi.org/10.31004/jutin.v6i2.16418>.

Irwanto, Respati, S.M.B. and Purwanto, H. (2014) “Analisis Kekuatan Tarik dan Struktur Komposit Berpenguat Serat Alam Sebagai Bahan Alternative Pengganti Serat Kaca Untuk Pembuatan Dashboard,” *Biogeografia*, 10(2), pp. 42–47.

Kartini, R., H, D. and Sudirman (2002) “Polimer Berpenguat Serat Alam,” *Jurnal SainsMateri Indonesia*, 3(3), pp. 30–38.

Manalu, F.R.G. and Basuki, W.W. (2025) “Rancang Bangun Alat Uji Kekuatan Material Polimer dan Komposit Polimer Berpenguat Serat Alam,” *Cylinder: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 11(1). Available at: <https://doi.org/10.25170/cylinder.v11i1.6648>.

Manurung, T. (2022) “Analisis Perbandingan Kekuatan Bahan Komposit Dengan Variasi Susunan Acak Dan Lurus Memanjang Berbasis Serat Bambu Dan Resin Polyester,” *Jurnal Kolaborasi Sains dan Ilmu Terapan*, 1(1), pp. 19–23. Available at: <https://doi.org/10.69688/juksit.v1i1.5>.

Material, J.R. and Energi, M. (2023) “Analisis Kekuatan Mekanik Komposit Polimer Diperkuat Serbuk Kulit Kerang,” *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi*, 6(1), pp. 30–40. Available at: <https://doi.org/10.30596/rmme.v6i1.13599>.

Minah, F.N., Astuti, S. and Rastini, E.K. (2009) “Karakteristik Material Komposit Polimer Polystyrene dan Serat Tebu,” pp. 1–6.

Nugroho, G. and Wantogia, M.S.R.R. (2019) “Proses Fabrikasi dan Sifat Mekanik Komposit Polimer dengan Metode Bladder Compression Moulding,” *Journal of Mechanical Design and Testing*, 1(2), p. 95. Available at: <https://doi.org/10.22146/jmdt.53047>.

Ruzuqi, R. and Waas, V.D. (2021) “Analisis Kekuatan Tarik Dan Impak Material Komposit Polimer Dalam Aplikasi Fiberboat,” *ALE Proceeding*, 4, pp. 121–126. Available at: <https://doi.org/10.30598/ale.4.2021.121-126>.

Sari, E.D.R., Respati, S.M.B. and Nugroho, A. (2020) “Analisis Kekuatan Tarik Dan Bending Komposit Serat Karbon-Resin Dengan Variasi Waktu Curing Dan Suhu Penahanan 80°C,” *Jurnal Ilmiah Momentum*, 16(2), pp. 150–155. Available at: <https://doi.org/10.36499/mim.v16i2.3771>.

Yukalac, P. *et al.* (1992) “Pengaruh penggunaan serat kulit rotan sebagai penguat pada komposit polimer dengan matriks,” pp. 191–197.

Yuliyono, T., Purwanto, H. and Bondan Respati SM (2020) “Karakterisasi Komposit Matrik Resin Epoxy Berpenguat Serat Glass Dan Serat Pelepah Salak Dengan Perlakuan Naoh 5%,” *Momentum*, 16, No. 2, pp. 156–161.