

Pengaruh Variasi Serat Rami, Limbah Rami, dan Rami Kerok sebagai Penguat Terhadap Kekuatan Tarik Papan Komposit Polipropilena Daur Ulang

Ade Primananda, Faroh Sabila, Rina Afiani Rebia*

Rekayasa Tekstil, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta

*Koresponden email: rinarebia@uii.ac.id

Diterima: 25 Februari 2025

Disetujui: 4 Maret 2025

Abstrak

The purpose of this study was to evaluate the mechanical properties of composites made from recycled polypropylene reinforced with natural ramie fiber (SR), ramie waste fiber (LR), and scraped ramie fiber (RK). Recycled polypropylene was used as the binder material, while ramie fiber (SR), ramie waste fiber (LR), and scraped ramie fiber (RK) were processed by alkalization to improve the adhesion between the layers. Composite fabrication was performed by varying the ratio between matrix and reinforcer A (70/30), B (60/40), and C (50/50) using a hot press machine. Tensile test was performed according to ASTM D-638 standard. The test results showed that the composite reinforced with scraped ramie fibers (RK) produced a maximum stress of 9.26 MPa at the A3 (70/30) ratio, and the highest strain reached 7.6% at the B3 (60/40) and C3 (50/30) ratios. The more uniform structure of scraped ramie fibers (RK) was shown to contribute to a better stress distribution compared to ramie fibers (SR) and ramie waste (LR). Thus, scraped ramie fibers (RK) can be identified as the most optimal reinforcing material for recycled polypropylene composites.

Keyword: *ramie fiber, ramie waste fiber, scraped ramie fiber, composite, recycled polypropylene, tensile strength*

Abstract

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi sifat mekanik dari papan komposit yang terbuat dari polipropilena daur ulang yang diperkuat dengan serat rami (SR), limbah rami (LR), dan rami kerok (RK). Sebagai material pengikat, digunakan polipropilena daur ulang, sementara serat rami (SR), limbah rami (LR), dan rami kerok (RK) diproses melalui alkalisasi untuk meningkatkan adhesi antar lapisan. Pembuatan papan komposit dilakukan dengan variasi rasio antara matriks dan penguat dengan variasi A (70/30), B (60/40), dan C (50/50) menggunakan mesin *hot press*. Uji tarik dilakukan sesuai dengan standar ASTM D-638. Hasil pengujian menunjukkan bahwa papan komposit yang diperkuat dengan serat rami kerok (RK) menghasilkan tegangan maksimum sebesar 9,26 MPa pada rasio A3 (70/30), serta regangan tertinggi mencapai 7,6% pada rasio B3 (60/40) dan C3 (50/50). Penggunaan rami kerok (RK) terbukti berkontribusi pada distribusi tegangan yang lebih baik dibandingkan dengan serat rami (SR) dan limbah rami (LR). Dengan demikian, serat rami kerok dapat diidentifikasi sebagai material penguat yang paling optimal untuk komposit berbahan polipropilena daur ulang.

Kata Kunci: *serat rami, limbah rami, rami kerok, komposit, polipropilena daur ulang, kekuatan tarik*

1. Pendahuluan

Masalah lingkungan hidup adalah isu yang memerlukan perhatian serius. Tantangan untuk menanganinya melibatkan berbagai aspek, seperti polusi udara, tanah, dan air, yang sebagian besar disebabkan oleh meningkatnya jumlah sampah setiap harinya. Di antara beragam jenis sampah, plastik muncul sebagai yang paling dominan karena sulitnya terurai secara alami. Bahkan, sebagian besar plastik tidak dapat terurai sama sekali.

Salah satu solusi untuk mengatasi permasalahan ini adalah melalui daur ulang plastik [1]. Dalam proses ini, plastik dapat diolah menjadi berbagai produk, seperti souvenir atau alat-alat yang tidak memerlukan standar kebersihan yang tinggi. Seiring dengan kemajuan teknologi, inovasi baru telah muncul, menghasilkan material-material yang dapat menggantikan sampah plastik, yang dikenal sebagai polimer [2]. Berkat perkembangan ini, plastik yang dulunya dianggap limbah kini memiliki potensi besar untuk diolah menjadi material baru dengan nilai tambah yang lebih tinggi. Salah satu contohnya adalah komposit.

Komposit merupakan sistem material multi fasa yang terbentuk dari penggabungan dua atau lebih bahan dengan sifat yang berbeda. Secara makroskopik komposit, pencampuran material yang dilakukan

menghasilkan ikatan mekanik yang tampak homogen. Namun, jika dilihat secara mikroskopik, material tersebut menunjukkan sifat heterogen. Material baru yang terbentuk dari proses ini memiliki sifat yang lebih unggul dibandingkan dengan material asalnya [3]. Struktur penyusun komposit memiliki pengaruh signifikan terhadap karakteristik akhir yang dihasilkan. Pemilihan komponen, proporsi, distribusi, serta tingkat kristalinitasnya merupakan faktor-faktor kunci dalam menciptakan komposit dengan sifat tertentu. Komposit menjadi pilihan menarik sebagai material untuk industri karena sejumlah keunggulannya, seperti berat yang lebih ringan dibandingkan logam, kekuatan dan kekakuan yang tinggi, ketahanan terhadap korosi, serta konduktivitas termal yang baik [4]. Struktur material komposit umumnya terdiri dari dua komponen. Salah satu komponen berfungsi sebagai penguat (*reinforcer*), sementara komponen lainnya berperan sebagai unsur pengikat (*matrix*) [5].

Matriks berfungsi meliputi beberapa aspek penting, antara lain: mengisi sela-sela serat dan memadatkannya sehingga berperan sebagai pengikat serat, mentransfer beban ke serat, melindungi serat dari potensi kerusakan yang dapat ditimbulkan oleh lingkungan, serta memberikan bentuk pada komposit. Sehingga serat-serat tersebut dapat saling menempel dengan kokoh [6]. Pemilihan material yang tepat untuk matriks dalam komposit merupakan hal yang sangat penting. Komposit membutuhkan ikatan permukaan yang kuat antara serat dan matriks, sehingga material matriks harus memiliki kecocokan kimia yang baik [7]. Hal ini bertujuan untuk mencegah terjadinya reaksi yang tidak diinginkan pada permukaan kontak antara keduanya. Selain itu, beberapa sifat matriks juga perlu diperhatikan, seperti ketahanan terhadap panas, cuaca ekstrem, dan guncangan. Polipropilena (PP) merupakan salah satu polimer termoplastik yang paling banyak digunakan sebagai matriks [8]. Hal ini dipengaruhi oleh karakteristik PP yang mempunyai kekuatan mekanik kuat, keras, tahan terhadap bahan kimia, fleksible, harga terjangkau, dan dapat dijadikan bahan baku pembuatan komposit polimer [9][10]. Selain penggunaan PP murni, PP daur ulang juga mempunyai kestabilan dimensi yang cukup baik dan cocok digunakan sebagai material pengikat pada komposit [11][12].

Selain unsur pengikat (*matrix*), komponen penguat (*reinforcer*) juga perlu diperhatikan. Saat ini terdapat trend yang berkembang pada penggunaan penguat (*reinforcer*) dari serat sintetis menjadi serat alam dikarenakan isu lingkungan dan kelangkaan bahan dasar serat sintetis [8]. Serat rami adalah jenis serat yang berasal dari tanaman rami, yang banyak ditemukan di berbagai daerah di Indonesia. Tanaman rami, dengan nama ilmiah *Boehmeria nivea L. Gaud*, termasuk dalam keluarga *Urticaceae* dan dikenal sebagai tanaman penghasil serat yang berasal dari batangnya. Tanaman ini awalnya tumbuh di bagian tengah dan barat Cina. Di Indonesia, tanaman rami banyak dijumpai di daerah seperti Wonosobo, Lahat, Lampung, Sumatera, dan berbagai lokasi lainnya [13]. Serat rami adalah serat alami yang berasal dari tanaman rami. Penggunaan serat ini sangat populer dalam industri tekstil dan sebagai bahan komposit, berkat sifat mekanisnya yang unggul. Seperti serat alami lainnya, serat rami mengandung komponen penting seperti selulosa, hemiselulosa, lignin, dan pektin. Kandungan selulosa pada serat rami berkisar antara 69% hingga 91%, yang jauh lebih tinggi dibandingkan hemiselulosa yang hanya mencapai 5% hingga 15%. Tingginya kandungan selulosa ini berkontribusi pada kekuatan serat rami, yang memiliki tensile strength antara 400 hingga 938 MPa [14].

Hal ini menjadikan serat rami salah satu pilihan untuk dijadikan *reinforcer* pada komposit, karena memiliki sifat mekanik yang tinggi dibandingkan serat alam lain [15]. Proses tanaman rami menjadi serat rami harus melalui proses dekatikator untuk membantu menghilangkan atau melemahkan lapisan luar serat. Kemudian limbah rami adalah sisa-sisa dari proses pengolahan serat rami yang tidak digunakan dalam produk utama. Limbah ini bisa berupa potongan serat pendek, bagian kulit tanaman yang tersisa, atau residu dari proses ekstraksi serat [16]. Selain itu, terdapat variasi serat rami yang dihasilkan, yaitu serat rami kerok yang diperoleh dengan metode tradisional yaitu mengerok tanaman rami hingga tersisa kulit dari serat rami.

Pada penelitian ini dilakukan pengabungan material yang berbeda berupa PP daur ulang sebagai pengikat (*matrix*) dan varian serat rami yang berupa serat rami, limbah rami serta rami kerok sebagai penguat (*reinforcer*). Penelitian ini ditujukan untuk membandingkan pengaruh kekuatan tarik serat rami, limbah rami dan rami kerok sebagai penguat papan komposit yang bermatriks polipropilena daur ulang.

2. Metode Penelitian

2.1. Alat dan Bahan

Dalam penelitian ini, alat yang digunakan yaitu kempa panas (*hot press*), cetakan kayu, cetakan besi 20 cm × 20 cm × 1 cm, alumunium foil, plat besi, gelas beker, pengaduk. Kemudian bahan baku yang digunakan yaitu polipropilena (PP) daur ulang sebagai pengikat (*matrix*) yang diperoleh dari PT. Surya Indo Utama. Serat rami, limbah rami, dan rami kerok sebagai komponen penguat (*reinforcer*) disediakan

oleh CV. Ramindo Berkah Persada Sejahtera yang berlokasi di Wonosobo, Jawa Tengah. Selanjutnya, NaOH teknik yang digunakan untuk proses alkalisasi varian serat rami.

2.2. Tempat dan Waktu Penelitian

Pembuatan sampel dilakukan di Laboratorium Tekstil Fungsional, prodi Rekayasa Tekstil, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia. Pemotongan sampel uji dan pengujian lengkung statis dilakukan di Laboratorium Rekayasa Biomaterial, Teknologi Hasil Hutan, Fakultas Kehutanan, Universitas Gadjah Mada, Pengujian tarik dilakukan di Laboratorium Bahan Teknik, Departemen Teknik Mesin Universitas Gajah Mada.

2.3. Prosedur Penelitian

2.3.1. Alkalisasi Serat

Alkalisasi pada serat alam merupakan metode yang efektif untuk menghasilkan serat berkualitas tinggi. Proses ini dilakukan dengan merendam serat dalam larutan basa alkali [17]. Alkalisasi dapat menghilangkan hemiselulosa, lignin, dan pektin dari serat, serta dapat meningkatkan kemampuannya untuk menyerap bahan matriks. Proses ini juga membuat permukaan serat menjadi kasar, meningkatkan *interlocking* mekanis dan memperkuat interaksi antar muka [16]. Pada penelitian ini serat rami, limbah serat rami dan serat rami kerok dilakukan pretreatment menggunakan NaOH 5% yang dilarutkan menggunakan air sebanyak 500 ml di gelas beker selama ± 120 menit yang berfungsi untuk menghilangkan kandungan lignin, mengurangi tegangan permukaan, serta meningkatkan tegangan antarmuka antara serat alam dan matriks polimer. Setelah itu, serat dibersihkan dengan air mengalir dan dijemur hingga kering pada suhu ruangan.

2.3.2. Pembuatan Papan Komposit

Pembuatan papan komposit menggunakan perbandingan antara polipropilena daur ulang (PP) sebagai matriks dengan penguat serat rami (SR), limbah serat rami (LR) dan serat rami kerok (RK) dengan masing-masing rasio perbandingan 70/30, 60/40, dan 50/50, sesuai dengan **Tabel 1**.

Tabel 1. Rasio perbandingan komposit PP berpenguat serat rami (SR), limbah rami (LR), dan rami kerok (RK).

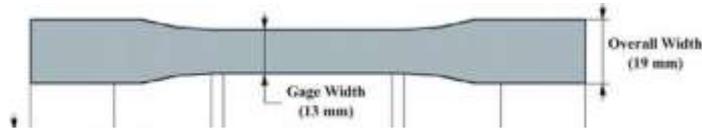
Kode	Variasi Komposit (%)			
	PP	Serat Rami (SR)	Limbah Serat Rami (LR)	Serat Rami Kerok (RK)
PP	100		-	
A1	70	30		-
A2	70	-	30	-
A3	70			30
B1	60	40		-
B2	60	-	40	-
B3	60			40
C1	50	50		-
C2	50	-	50	-
C3	50			50

Berat total material yang dibutuhkan untuk membuat papan komposit adalah 320 gr. Setelah material tersebut ditimbang, kemudian dicampur dan ditata pada cetakan besi berukuran 20 cm x 20 cm x 1 cm yang diletakkan diatas plat besi yang sudah dilapisi alumunium. Selanjutnya dimasukkan ke mesin kempa panas (*hot press*) selama 40 menit dengan suhu 200°C dan tekanan 100 bar. Mesin *hot press* merupakan suatu alat yang didesain untuk berfungsi untuk penekanan panas yang dapat di aplikasikan untuk pengerjaan pembuatan produk seperti besi, plastik, dan pemadatan partikel dan serat menjadi papan komposit [18]. Papan komposit yang telah keluar dari alat *hot press* dapat dikondisikan pada suhu ruang selama ± 7 hari kemudian dilakukan pemotongan sampel dan pengujian tarik.

2.4. Pengujian Tarik

Uji Tarik merupakan salah satu metode uji mekanik yang mengetahui hubungan antara *stress-strain*, dengan tujuan untuk mengukur tegangan, regangan, dan modulus elastisitas bahan. Proses ini dilakukan dengan menarik spesimen hingga batas putus. Kekuatan tarik, dalam konteks ini, diartikan

sebagai kapasitas maksimum material untuk menahan beban sebelum akhirnya mengalami kerusakan putus [19]. Pengujian tarik papan komposit ini menggunakan standar ASTM D-638 *Dog-Bone* menggunakan mesin *Universal Testing Machine (UTM)* sesuai dengan **gambar 1**. Prinsip dasar dari uji tarik ini adalah menjepit sampel pada kedua ujungnya dan kemudian menariknya secara perlahan dengan kecepatan konstan. Hasil dari pengujian tarik ini berupa tegangan (*stress*) dan regangan (*strain*), yang digunakan untuk menentukan kekuatan tarik dan modulus elastisitas komposit [19].



Gambar 1. Sampel uji tarik *dog-bone*.

3. Hasil dan Pembahasan

Hasil pengujian tarik komposit PP berpenguat serat rami (SR), limbah rami (LR), dan rami kerok (RK) menunjukkan nilai tegangan (MPa) dan regangan (%) yang ditampilkan pada **Tabel 2**. Dimana, dengan bertambahnya persentase tiap varian serat rami (SR, LR, dan LR) pada komposit PP mempengaruhi hasil nilai tegangan dan regangannya.

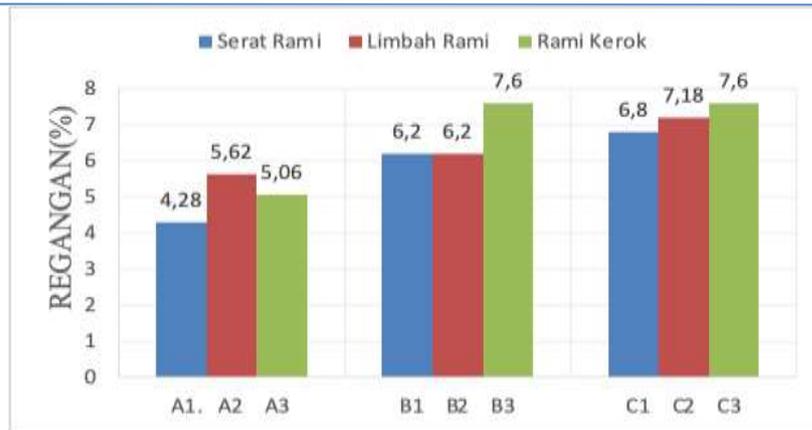
Tabel 2. Nilai kekuatan tarik komposit PP berpenguat serat rami (SR), limbah rami (LR), dan rami kerok (RK).

Variabel	Variasi Sampel	Tegangan (MPa)	Regangan (%)
A1	70/30 SR	4,51	4,28
A2	70/30 LR	8,18	5,62
A3	70/30 RK	9,26	5,06
B1	60/40 SR	4,07	6,20
B2	60/40 LR	7,20	6,20
B3	60/40 RK	8,56	7,60
C1	50/50 SR	5,42	6,80
C2	50/50 LR	4,28	7,18
C3	50/50 RK	8,56	7,60

Uji tarik menunjukkan nilai regangan (%) yang dapat dilihat pada **Gambar 2**. Grafik tersebut memperlihatkan hasil dari ketiga jenis variasi penguat yaitu serat rami (SR), limbah rami (LR), dan rami kerok (RK) dengan variasi rasio yang berbeda pada komposit PP. Nilai regangan merupakan parameter penting yang digunakan mengukur elastisitas material, yaitu kemampuannya untuk meregang ketika diberikan gaya tarik tertentu. Semakin tinggi nilai regangan, semakin baik tingkat elastisitas material tersebut [12]. Hal ini dikarenakan suatu material mampu menahan deformasi sebelum mencapai titik patah [20].

Hasil pengujian menunjukkan bahwa secara keseluruhan peningkatan fraksi serat (SR, LR, dan RK) dalam komposit bermatrik PP memberikan pengaruh terhadap nilai regangan yang dihasilkan. Rami kerok (RK) memiliki nilai regangan tertinggi dibandingkan dengan serat rami (SR) dan limbah rami (LR) pada hampir keseluruhan variasi rasio. Pada variasi A yaitu rasio 70/30, sampel A2 mencatatkan nilai regangan sebesar 5,62%, yang lebih tinggi dibandingkan dengan A1 (4,28%), sementara A3 yang menggunakan rami kerok (RK) memiliki nilai 5,06%. Pada variasi B yaitu rasio 60/40, sampel B3 yang menggunakan rami kerok (RK) dihasilkan nilai tertinggi sebesar 7,6%, sedangkan sampel B1 dan B2 memiliki nilai regangan yang sama, yaitu 6,2%. Pada variasi C, yaitu rasio 50/50 tren yang sama juga terlihat, dengan nilai regangan tertinggi pada sampel C3 (7,6%).

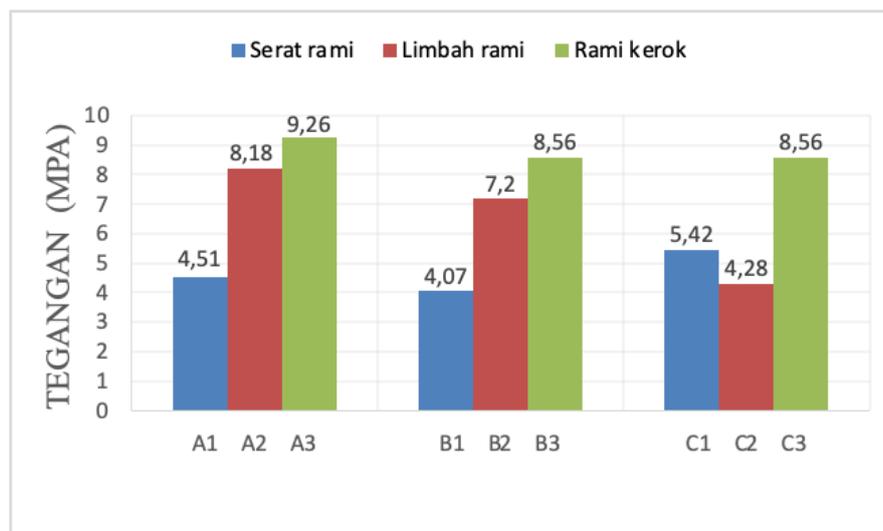
Perbedaan nilai regangan ini erat kaitannya dengan sifat fisik dan struktur yang digunakan. Serat rami (SR) menunjukkan nilai regangan yang lebih rendah karena memiliki struktur yang lebih kaku dan kasar. Hasil ini selaras dengan komposit *polypropylene high impact* berpenguat serat rami dimana serat yang lebih kaku cenderung memiliki kemampuan regangan yang lebih rendah karena tidak dapat beradaptasi dengan baik terhadap tegangan yang diberikan [21].



Gambar 2. Nilai regangan (%) komposit PP berpenguat serat rami (SR), limbah rami (LR), dan rami kerok (RK).

Permukaan serat yang tidak seragam juga dapat menyebabkan adhesi yang kurang optimal dengan matriks polipropilena, sehingga distribusi tegangan menjadi tidak merata. Sementara itu, limbah rami (LR) menunjukkan nilai regangan yang sedikit lebih tinggi dibandingkan dengan serat rami, tetapi lebih rendah dibandingkan dengan rami kerok (RK). Hal ini dapat dikaitkan dengan kualitas limbah rami yang tidak seragam akibat adanya sisa produksi yang dapat mengandung kotoran atau serat dengan ukuran yang bervariasi. Hasil yang kurang optimal pada penggunaan ukuran serat yang beragam juga dinyatakan dalam penelitian komposit serat sabut kelapa dan rami pada komposit polipropilena, dimana keberagaman ukuran serat dalam limbah rami dapat menyebabkan konsentrasi tegangan dan berkurangnya kemampuan tegangan material [16].

Rami kerok (RK) menunjukkan nilai regangan tertinggi di setiap kelompok pengujian. Hal ini dapat dijelaskan oleh sifat fisiknya yang lebih homogen dan distribusi serat yang lebih merata di dalam matriks polipropilena. Menurut penelitian oleh [12], serat yang memiliki distribusi lebih baik dalam matriks polimer cenderung meningkatkan elastisitas komposit, karena memungkinkan transfer tegangan yang lebih merata. Struktur yang lebih halus dari rami kerok juga memfasilitasi interaksi yang lebih baik dengan matriks, sehingga meningkatkan fleksibilitas material. Selain itu, adhesi antara serat dan matriks merupakan faktor penting dalam menentukan sifat mekanik komposit.



Gambar 3. Nilai tegangan (MPa) komposit PP berpenguat serat rami (SR), limbah rami (LR), dan rami kerok (RK).

Gambar 3 memperlihatkan hasil uji tarik berupa nilai tegangan (MPa). Pada variasi A, sampel dengan rasio 70/30 memperlihatkan bahwa serat rami (SR) sebagai penguat pada komposit matrik PP memperlihatkan nilai tegangan terendah yakni 4,51 MPa. Sedangkan penggunaan limbah rami (LR) dan rami kerok (RK) sebagai penguat komposit PP menunjukkan kenaikan nilai sebesar 8,18 MPa dan 9,26

MPa berturut-turut. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan limbah rami (LR) dan rami kerok (RK) sebagai bahan penguat lebih efektif dibandingkan serat rami (SR) pada peningkatan ketahanan tarik komposit PP. Pada variasi B yaitu sampel dengan rasio 60/40, hasil tegangan yang sama masih terlihat, di mana serat rami (SR) memiliki nilai tegangan terendah sebesar 4,07 MPa. Sementara, limbah rami (LR) menunjukkan peningkatan hingga 7,2 MPa, dan rami kerok (RK) menunjukkan performa terbaik dengan nilai 8,56 MPa. Hasil ini mengindikasikan bahwa peningkatan kandungan serat dalam komposit dapat meningkatkan kekuatan mekaniknya, terutama penggunaan limbah rami (LR) atau rami kerok (RK) sebagai penguat utama.

Pada variasi C yaitu sampel dengan rasio 50/50, terjadi sedikit variasi pada nilai tegangan. Serat rami (SR) menunjukkan sedikit peningkatan yakni nilai 5,42 MPa, tetapi limbah rami (LR) mengalami penurunan menjadi 4,28 MPa. Sebaliknya, rami kerok (RK) tetap memiliki performa terbaik dengan nilai tegangan tertinggi, yaitu 8,56 MPa. Ini menunjukkan bahwa meskipun peningkatan persentase serat dalam komposit dapat meningkatkan ketahanan mekanik, efektivitasnya tetap bergantung pada jenis serat yang digunakan. Perbedaan ini disebabkan oleh struktur fisik, sifat mekanik, dan interaksi masing-masing dengan matriks polipropilena. Serat rami memiliki struktur yang lebih kaku dan kasar, dengan permukaan yang tidak seragam, sehingga adhesi antara serat dan matriks polipropilena menjadi kurang optimal. Akibatnya, serat rami (SR) kurang mampu mendistribusikan tegangan secara merata dalam komposit, membuat material tersebut lebih rentan terhadap kerusakan saat menerima gaya tarik. Secara keseluruhan, analisis nilai tegangan dari ketiga jenis penguat menunjukkan bahwa rami kerok (RK) memberikan performa terbaik dalam hal kekuatan tarik, diikuti oleh limbah rami (LR), dan terakhir serat rami (SR). Konsistensi nilai tegangan yang tinggi pada rami kerok (RK) menunjukkan bahwa bahan ini memiliki potensi yang besar sebagai penguat yang efektif dalam aplikasi komposit berbahan polipropilena.

4. Kesimpulan

Hasil uji tarik pada material komposit menunjukkan bahwa, peningkatan fraksi serat dalam komposit PP berpenguat serat rami (SR), limbah rami (LR), dan rami kerok (RK) berpengaruh terhadap sifat mekaniknya, terutama tegangan dan regangan. Secara keseluruhan, rami kerok (RK) menunjukkan performa terbaik dibandingkan dengan serat rami (SR) dan limbah rami (LR). Rami kerok (RK) sebagai penguat PP matrik pada rasio PP/RK (70/30) menghasilkan nilai tegangan tertinggi yaitu 9,26 MPa. Lebih lanjut, nilai regangan tertinggi diperoleh pada sampel komposit rasio (PP/RK) 60/40 (B3) dan 50/50 (C3) rami kerok yakni dengan nilai sama 7,6%. Struktur serat yang lebih homogen dan distribusi yang lebih baik dalam matriks polipropilena menyebabkan rami kerok (RK) memiliki elastisitas serta ketahanan tarik yang lebih tinggi. Serat rami memiliki tegangan dan regangan lebih rendah karena sifatnya yang lebih kaku dan permukaan yang kurang seragam, sehingga adhesinya dengan matriks kurang optimal. Limbah rami (LR) berada di antara keduanya, dengan performa yang lebih baik daripada serat rami (SR) tetapi masih di bawah rami kerok sebagai penguat komposit PP matrik. Hasil ini menunjukkan bahwa pemilihan jenis serat sangat menentukan sifat mekanik komposit, di mana rami kerok (RK) menjadi pilihan terbaik untuk meningkatkan elastisitas dan ketahanan tarik material.

5. Ucapan Terimakasih

Penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada Prodi Rekayasa Tekstil Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia atas dukungan dan fasilitas yang telah diberikan selama proses penelitian ini. Selain itu terimakasih penulis sampaikan kepada CV. Ramindo Berkah Persada Sejahtera Wonosobo Jawa tengah yang telah bersedia menyuplai serat rami kerok pada penelitian ini.

6. Notasi

%	Persentase
MPa	Megapascal
UTM	Universal Testing Machine
±	Kurang lebih
°C	Derajat celsius

7. Referensi

- [1] F. Kehutanan, U. Mulawarman, S. Jalan Penajam Kampus Gn Kelua, and K. Timur, "Pengaruh Rasio Limbah Plastik Polipropilena (PP) Dengan Campuran Serbuk Kayu Sangon (*Paraserianthes falcataria* L.I.C. Nielsen) dan Sekam Padi (*Oryza sativa*) Terhadap Kualitas Papan Komposit," *J.*

- At., vol. 08, no. 1, pp. 9–16, 2023.
- [2] L. Diana, A. Ghani Safitra, and M. Nabel Ariansyah, “Analisis Kekuatan Tarik pada Material Komposit dengan Serat Penguat Polimer,” *J. Engine Energi, Manufaktur, dan Mater.*, vol. 4, no. 2, pp. 59–67, 2020.
- [3] S. A. Budiman, S. Sulardjaka, and ..., “Analisis Kekuatan Lentur Komposit Berpenguat Serat Rami Dengan Matriks Gondorukem Pada Fraksi Massa 15% Dan 30%,” <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/jtm/article/view/37736%0Ahttps://ejournal3.undip.ac.id/index.php/jtm/article/download/37736/29156>
- [4] Z. Fauziah, E. Sari, E. Melyna, I. Wulansari, P. Studi, and T. Kimia, “Pengaruh Penambahan Zinc Oxide (ZnO) terhadap Kuat Tarik , Kuat Impak , dan Kristalinitas Komposit PP Daur Ulang / Serat Rami,” vol. 2, no. 1, 2024, doi: 10.52330/jpcet.v2i1.346.
- [5] Nugroho, *Optimalisasi Kekuatan Bending Dan Foto Makro Komposit Berpenguat Sisal (Agave Sisalana) Untuk Aplikasi Body Sepeda Motor*. 2022.
- [6] G. T. Gunari, “Ta: Analisa Komposit Polimer Polypropylene High Impact (Pphi) Berpenguat Serat Rami Dengan Fraksi Volume 15% Menggunakan Metode Hand Lay-Up,” *Dr. Diss. Inst. Teknol. Nas. Bandung*, pp. 10–17, 2020.
- [7] H. Fakhrin, “Pemanfaatan Serat Tebu Sebagai Penguat Pada Komposit Dengan Matriks Polyester Untuk Pembuatan Papan Skateboard,” *Tugas Akhir, Univ. Muhammadiyah Sumatera Utara*, pp. 1–74, 2019.
- [8] R. A. Rebia, F. Sabila, A. Primananda, “Potential of Shredded Ramie Fibers as Reinforcer in Recycled Polypropylene Composites: Analysis of Tensile and Bending Strength,” *Indo. J. Chem. Res.*, vol 12, no. 3, pp. 206-212, 2025.
- [9] R. A. Rebia, A.S. Budiman, F. N. Hidayah, D. W. Septyani, & S. A. Isla, “Preparasi dan Karakteristik Lembaran Plastik Limbah Masker Berdasarkan Variasi Lapisan Luar, Tengah, dan Dalam,” *Jurnal Serambi Engineering*, vol. 7, no. 4, pp. 4151-4158, 2022.
- [10] Sudirman, K. K. Aloma, U. Gunawan, A. Handayani, E. Hertinvyana, “Sintesis dan Karakteristik Komposit Polipropilena/Serbuk Kayu Gergaji,” *Indonesian Journal of Materials Science*, vol. 4, no. 1, pp. 20–25, 2002.
- [11] J. E. Galve, D. Elduque, C. Pina, I. Claveria, R. Aceo, A. Fernandez, and C. Javierre, “Dimensional Stability and Process Capability of An Industrial Component Injected with Recycled Polypropylene,” *Polymers (Basel)*, vol. 11, no. 6, pp. 1063, 2019.
- [12] A. E. Latief, N. D. Anggraeni, and D. Hernady, “Karakterisasi Mekanik Komposit Matriks Polipropilena High Impact Dengan Serat Alam Acak Dengan Metode Hand Lay Up Untuk Komponen Automotive,” *J. Rekayasa Hijau*, vol. 3, no. 3, pp. 241–247, 2020, doi: 10.26760/jrh.v3i3.3434.
- [13] D. Penambahan Plasticizer Gliserol Dan Pati Jagung, K. Anderas Sitompul, and N. Iskandar, “Analisis Kekuatan Tarik Komposit Serat Rami Berpenguat Matriks Gondorukem,” *J. Tek. Mesin S-I*, vol. 11, no. 3, pp. 450–459, 2023.
- [14] P. Ilmiah, “Leody ilham pradika d 200 110 127,” vol. 40, 2016.
- [15] I. P. Putra, “Analisa Uji Tarik Dan Impak Penguat Karbon, Campuran Epoxy-Karet Silikon 30%,40%,50%, Rami, Dan Kapas Matrik Epoxy,” *Itenas Malang*, pp. 4–31, 2020.
- [16] E. Hidayah, Sujito, and E. Purwandari, “Studi Pengaruh Serat Sabut Kelapa Dan Serat Rami Terhadap Sifat Tarik Komposit Polipropilena,” *IJMS Indones. J. Math. Nat. Sci.*, vol. 01, <https://jurnal.academiacenter.org/index.php/IJMS>
- [17] R. D. Tuasalamony, “Analisis Statistik Kekuatan Tarik Bahan Komposit Serat Rami-Epoksi yang Menggunakan Alkalisasi,” *J. Tek. Mesin Sinergi*, vol. 9, no. 1, pp. 77–92, 2019, doi: 10.31963/sinergi.v9i1.1069.
- [18] E. W. Rizal Hanifi, Marno, Kardiman, “Rancang bangun mesin hotpress untuk pembuatan papan komposit berbasis limbah sekam padi dan plasik hdpe,” *J. Infrastruct. Sci. Eng.*, vol. 2, no. 1, pp. 38–44, 2019.
- [19] K. Diharjo, “Pengaruh Perlakuan Alkali terhadap Sifat Tarik Bahan Komposit,” *J. Tek. Mesin*, 2008.
- [20] R. F. Andretta and M. A. Irfa’i, “Pengaruh Panjang Serat Rami Terhadap Kekuatan Tarik Komposit Sebagai Material Penyusun Kaki Palsu,” *J. Tek. Mesin*, vol. 9, no. 1, pp. 123–128, 2021.
- [21] N. D. S. Putri, Mardiyati, R. Suratman, and Steven, “Pembuatan Filamen Komposit Pembuatan Filamen Komposit Polypropylene High Impact Berpenguat Serat Rami Dengan Mesin Ekstrusi Sederhana,” *Semin. Nas. Metal. dan Mater.*, no. November, pp. 9–15, 2017.