

Kajian Review Aplikasi Serat Sisal (Sisal Fiber) Sebagai Alternatif Komposit Polimer

Anis Khoirun Nisa Nur Fauziah^{1*}, Sovian Aritonang², Riri Murniati³

^{1,2,3} Jurusan Fisika, Fakultas MIPA Militer, Universitas Pertahanan Republik Indonesia

*Email: shaafauziah@gmail.com

ABSTRACT

Sisal fiber is a natural fiber obtained from the sisal plant (*agave sisalana*). In addition to the low price of sisal fiber, its strength is legendary with its high tensile strength and superior stiffness. When used as reinforcement in polymer composites, these fibers can provide additional strength to the material. This makes the composite more resistant to compression, tension and bending. Because it has good strength and resistance to pressure, sisal fiber is often used as a reinforcement in making polymer composites. Sisal fiber is also often used in making ropes, nets, cables and other products that require mechanical resistance. The potential for using sisal fiber in various industries is very large. This fiber can be used as a composite for automotive materials, building construction materials, the shipping industry, other equipment, and even packaging. Sisal fiber shows excellent resilience and strength when tested together with other components. Therefore, sisal fiber has special properties and is often used as an alternative to natural fibers in polymer composites.

Keywords: Sisal Fiber; colimer; composite; physical properties; mechanical properties

PENDAHULUAN

Serat alam tercipta dari alam, yakni bukanlah hasil manipulasi manusia. Serat alam ini sering juga disebut serat alami yang diperoleh dari tumbuhan atau pepohonan lain yang memiliki serat pada daun dan batang mereka [1]. Pilihan filler komposit yang menggunakan serat alam lebih unggul daripada serat sintetis [2]. Serat alam ini sangat mudah dijangkau serta harganya tergolong sangat murah. Oleh karena itu, serat alami tersebut dianggap sebagai solusi yang tepat sebagai alternatif untuk komposit polimer. Serat alami memiliki kekuatan dan kekakuan tertentu yang tinggi sehingga dapat digunakan sebagai penguat dalam matriks resin polimer untuk menciptakan bahan komposit struktural yang bermanfaat [3].

Serat yang diperoleh dari bagian tumbuhan disebut serat alami atau serat nabati [4]. Serat serat tersebut diklasifikasi menjadi 3 jenis kategori (sesuai dengan bagian tanaman tempat serat diekstraksi), yaitu:

1. Serat daun. Misalnya sisal, nanas, pinus sekrap, dsb.
2. Serat kulit pohon atau batang. Misalnya rami, mesta, pisang, dsb.
3. Serat buah-buahan. Misalnya katun, sabut, kelapa sawit, dsb.



Gambar 1. Tanaman Avage Sisalana.

Sisal merupakan serat daun yang penting dan sangat kuat. Serat sisal, juga dikenal sebagai Agave Sisalana, merupakan satu dari beberapa jenis serat alam yang dapat digunakan [5]. Tanaman sisal memiliki karakteristik unik, yaitu batang dan daunnya yang menyatu. Selain itu, tanaman ini juga memiliki serat yang sangat kuat. Tanaman sisal mampu tumbuh dengan baik di lahan yang memiliki lapisan tanah yang tipis, seperti lahan yang banyak mengandung batu permukaan atau dapat dikategorikan sebagai lahan yang kritis [6]. Dengan kapasitas yang lebih tinggi dibandingkan serat lainnya, serat ini sangat cocok untuk terpapar pada jumlah kadar garam yang tinggi. Serat sisal sangat efektif sebagai bahan penguat pada polimer [7]. Orientasi sudut dipengaruhi oleh sifat fisis dan mekanik serat sisal. Tak hanya itu, jumlah lapisan dan persentase serat juga sangat mempengaruhi.

Serat *lignoselulosa* seperti sisal ini telah digunakan sebagai salah satu penguat polimer [8]. Sisal menjadi perhatian khusus karena komposisinya mempunyai kekuatan dampak yang tinggi. Di sisi lain, karakteristik serat sisal memiliki kelenturan dan sifat tarik yang terbilang cukup tinggi dibandingkan serat *lignoselulosa* lainnya [9]. Penggunaan serat sisal sebagai serat tekstil oleh umat manusia dimulai dengan karya Weindling pada tahun 40-an. Serat sisal ini sudah digunakan secara luas dan tergolong sangat mudah dibudidayakan [10]. Di India, Sisal adalah tanaman liar yang tumbuh di sepanjang pagar jalur kereta api. Setiap tahunnya, produksi sisal di dunia mencapai kurang lebih 4.5 juta ton [11]. Brazil dan Tanzania adalah dua negara yang sangat kaya dalam menghasilkan sisal.

Tahap ekstraksi pada serat sisal sudah dilaksanakan oleh Chand et al, pada tahun 1988 dan juga oleh Murherjee dan Satyanarayana, pada tahun 1984. Proses tersebut dilakukan dengan metode pembusukan dan penyisiran serat-serat, atau menggunakan alat bantu dekortikator. Dalam metode ekstraksi mekanis dengan dekortikator, akan diperoleh serat sebanyak 2-4% (15 kg dalam waktu 8 jam) yang berkualitas tinggi dan memancarkan kilau. Saat serat sisal masuk pada proses pemisahan menggunakan metode yaitu pembusukan, hasilnya akan menjadi serat yang kuantitasnya banyak, tetapi kualitasnya rendah. Setelah proses ekstraksi, serat tersebut akan dicuci menggunakan air agar residu seperti lendir daun, klorofil, dan padatan yang menempel dapat dihilangkan. Pada tahun 2008, Mukhopadhyay dan Srikanta melakukan studi mengenai pengaruh dari perendaman terhadap karakteristik serat sisal yang dihasilkan. Hasil penelitian memperlihatkan bahwa serat sisal dalam keadaan segar memiliki kekuatan, tenacity, dan elastisitas yang lebih baik daripada serat sisal yang mengalami proses perendaman. Proses perendaman menyebabkan oksidasi selulosa, yang mengakibatkan kelemahan serat yang signifikan.

Beberapa peneliti yang sudah mengkaji serat sisal ini mengandung beberapa unsur kimia. Kandungan serat sisal yaitu: 10% *hemicelluloses*, 8% *lignin*, 78% *cellulosa*, 10% *hemicelluloses*, 1% ash dan 2% wax. Namun, sisal mengandung 7,9% *lignin*, 43-56% *cellulosa*, 0.6-1.1% ash dan 21-24% pentosan. Serat sisal memiliki kandungan 85-88% *cellulosa*. Terdapatnya variasi pada susunan kimia serat sisal karena perbedaan umur, asal, serat serta cara pengukuran. Jumlah *lignin* dan *cellulosa* yang terkandung dalam sisal bervariasi antara 49.62-60.95 dan 3.75-4.40%, hal tersebut tergantung pada umur tanaman. Diameter sisal juga bervariasi antara 100-300 milimeter dan 1,0-1,5 meter [12].

Meski sisal sudah banyak didayagunakan, tetapi sebagian besar bahan terburukan dan ekonomis ini belum terlalu banyak dimanfaatkan. Serat sisal ini sudah digunakan pada sektor kelautan serta pertanian. Pemanfaatan serat sisal ini digunakan pada produksi bahan tali, pelapis, benang, serta barang kerajinan lainnya. Serat sisal juga diaplikasikan pada produksi panel atap yang murah, kuat, dan tahan api. Sehingga, tujuan dari kajian review ini yaitu untuk mengetahui apa saja kegunaan, sifat-sifat, serta kekuatan dari serat sisal (sisal fiber) jika diaplikasikan sebagai komposit polimer.

Serat sisal memiliki kegunaan yang sangat berpengaruh sebagai komposit bagi komponen otomotif, konstruksi bahan bangunan, industri perkapalan, dan peralatan lainnya [13]. Layaknya komponen otomotif, sisal banyak ditemukan sebagai komposit substitusi pintu, bumper, dan dashboard. Di konstruksi bahan bangunan, serat sisal dapat digunakan untuk mengaitkan atau meningkatkan kekuatan serta kekakuan dari strukturnya, contoh penerapannya yaitu pada panel dinding, papan lantai, dan elemen lainnya. Serat sisal juga bisa digunakan pada peralatan olahraga, misal pada pembuatan raket tenis, raket bulu tangkis, dan papan selancar. Bahan kemasan misalnya pada kontainer, pada awalnya kontainer ini menggunakan kayu, kini menggunakan sisal sebagai

kompositnya, selain itu sering kita temui juga pada tas dan krat. Di dalam industri perkapalan serat sisal digunakan sebagai komposit yang digunakan di kapal sebagai penguatnya.

Struktur dan sifat serat sisal telah diselidiki oleh beberapa peneliti (Barkakaty, 1976; Gram 1983; Kulkarni et al., 1981; Mattoso et al., 1997; McLaughlin, 1980; Mukherjee & Satyanarayana, 1984). Pemahaman mengenai hubungan struktur-properti tidak hanya akan membantu membuka jalan baru bagi serat-serat ini, namun juga menekankan pentingnya bahan pertanian ini, yang merupakan salah satu sumber daya terbarukan yang tersedia melimpah di dunia.

Serat sisal memiliki sifat-sifat yang berfungsi dalam berbagai aplikasi, terutama dalam pembuatan komposit polimer [14]. Beberapa diantaranya sifat utama serat sisal yaitu:

1. Kekuatan, ini berarti serat sisal dapat menahan tekanan atau tegangan dalam aplikasi yang memerlukan kekuatan struktural.
2. Kekakuan, serat sisal relatif kaku sehingga dapat memberikan kekakuan tambahan pada material komposit ketika digunakan sebagai penguat.
3. Biodegradabilitas, karena sifatnya yang biodegradabilitas maka serat sisal dapat terurai alami serta tidak mencemari lingkungan setelah digunakan.



Gambar 2. Serat Sisal.

4. Tahan api, serat sisal memiliki sifat toleransi yang tinggi terhadap suhu tinggi, sehingga dapat digunakan dalam pengaplikasian dimana dalam paparan panas.
5. Isolasi termal, Serat sisal memiliki kemampuan baik untuk mengisolasi panas dan suara. Oleh karena itu, mereka sering digunakan dalam aplikasi yang memerlukan isolasi termal atau akustik, seperti dalam konstruksi.
6. Murah, serat sisal relatif murah dan dapat ditemukan dengan mudah, ini membuatnya menjadi alternatif yang sangat ekonomis dalam pembuatan komposit polimer.

Kekuatan Tarik dan *Impact* Serat Sisal, pada uji kekuatan tarik dan impact ini, diambil dari hasil literatur jurnal uji komposit polimer serat sisal dengan penambahan *polyester* (komposit sisal-*polyester*) dengan fraksi volume 35%, 45%, dan 55% [15]. Untuk melakukan uji tarik terhadap hasil literatur jurnal, digunakanlah dimensi yang sesuai dengan standar uji ASTM D-5942-96 sebagai uji *impact* dan ASTM D638-3 sebagai spesimen uji tarik.

Pengujian spesimen dalam literatur jurnal ini dilakukan dengan pengulangan sebanyak tiga kali untuk masing-masing variasi fraksi volume, sebagai perbandingan. Uji tarik bertujuan untuk mengetahui kekuatan tarik yang dihasilkan oleh regangan suatu spesimen. Sementara itu, uji *impact* dilakukan untuk menguji kekuatan suatu bahan ketika diberi beban pada suhu kerja yang ditentukan.

Tabel 1. Hasil Uji Tarik.

Spesimen	Max Force (N)	Max Stress (N/mm ²)	Max Disp (mm)	Max Strain (%)
35%	7786	857,86	7,72	7,72
45%	6948	722,36	8,94	8,94
55%	7177	861,31	7,25	7,25

Pengujian spesimen dalam literatur jurnal ini dilakukan dengan pengulangan sebanyak tiga kali untuk masing-masing variasi fraksi volume, sebagai perbandingan. Uji tarik bertujuan untuk mengetahui kekuatan tarik yang dihasilkan oleh regangan suatu spesimen. Sementara itu, uji *impact*

dilakukan untuk menguji kekuatan suatu bahan ketika diberi beban pada suhu kerja yang ditentukan.

Berdasarkan data di Tabel 1, terdapat tiga fraksi volume yaitu 35%, 45%, dan 55%. Didapatkan rata-rata kekuatan tarik paling optimal di fraksi volume 55%, dengan hasil 861,31 N/mm². Sedangkan, nilai terentang mencapai 7,25%. Fenomena tersebut terjadi karena penggunaan serat sisal melebihi penggunaan matriks. Sebagai hasilnya, matriks tersebut dapat memasuki pori-pori serat, meningkatkan kekuatan tarik yang lebih tinggi daripada fraksi volume lainnya. Selain itu, komposit juga mengalami peningkatan yang signifikan. Dalam hal ini, penting untuk mencatat bahwa fraksi volume tidak memiliki pengaruh yang konsisten terhadap kekuatan tarik. Penyebabnya adalah serat sisal mempunyai bentuk yang berbeda pada setiap porinya.

Tabel 2. Hasil Uji *Impact*.

Spesimen	Luas (mm ²)	Sudut Awal (α°)	Sudut Akhir (β°)	Energi (J)	HI (J/mm ²)
35%	100	30	21,66	1,07	0,0107
45%	100	30	21	1,14	0,0114
55%	100	30	20	1,25	0,0125

Didapatkan pada pengujian impact, yaitu pada fraksi volume 35%, 45%, 55%. Dari hasil yang disajikan pada Tabel 2, gaya impact paling optimal ditemukan pada fraksi volume serat 55%, energi yang diperoleh sebesar 1,25 J dengan nilai impact sebesar 0,0125 J/mm². Terlihat bahwa dengan meningkatnya persentase volume serat maka energi yang diserap juga meningkat. Karena banyaknya serat yang dapat memikul beban pendulum pada saat benda uji menerima beban, hal ini disebabkan karena jumlah serat semakin banyak yang menahan matriks sehingga komposit menjadi lebih kuat (kuat dan kaku). Dengan demikian, energi serat yang dibutuhkan untuk memecah komposit menjadi lebih tinggi.

METODE PENELITIAN

Dalam penulisan jurnal ini, kami menggunakan jenis penelitian dengan melakukan review atau studi literatur berdasarkan jurnal yang telah ada. Jenis penelitian ini menggunakan metode studi literatur dengan fokus pada aplikasi serat sisal sebagai komposit polimer. Penelitian ini bersifat deskriptif, dimana beberapa jurnal dicari melalui Google Scholar. Jurnal ini fokus pada penjabaran tentang kegunaan, sifat-sifat, dan kekuatan uji tarik dan Impact dari serat sisal. Hal ini bertujuan untuk menjadikannya sebagai alternatif komposit polimer yang dapat diaplikasikan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Serat sisal (Sisal Fiber) merupakan sebuah bahan serat sebagai penguat alternatif polimer yang sangat efektif. Dapat dilihat dari sifat fisis dan mekanismenya, serat sisal ini tidak hanya terpengaruh dari usia, dan asal tanamannya saja, melainkan dengan melihat nilai kondisi pada saat percobaan. Serat sisal sangat berpotensi sebagai penguat komposit polimer yang baik, sebab kepadatannya yang rendah dan dari sifat spesifik yang tinggi. Komposit yang berdasarkan dari serat sisal ini mempunyai impilaksi yang baik dalam pengaplikasian sebagai komposit bagi komponen otomotif, konstruksi bahan bangunan, industri perkapalan, dan peralatan lainnya, hingga kemasan. Kelebihan dari serat sisal ini juga sangat murah dan mudah dibudidayakan, serta dapat mengurangi dari penggunaan abrasi peralatan serta pengurangan dari biaya perkakas ulang, sehingga dapat membuat komposit ini lebih menarik.

Selain itu sifat-sifat dari serat sisal ini dijelaskan bahwa dari sifat kekuatannya yang dapat menahan tekanan atau tegangan dalam aplikasi yang memerlukan kekuatan struktural. Selain itu kekakuan dari serat sisal juga dapat memberikan kekakuan tambahan pada material komposit ketika digunakan sebagai penguat. Serat sisal juga memiliki sifat biodegradabilitas (terurai secara alami), tahan terhadap panas, bersifat isolasi termal dan akustik, serta dapat dengan mudah dicari dan biayanya yang rendah atau murah.

Serat sisal telah melalui pengujian kekuatannya menggunakan metode Uji Kekuatan Tarik dan Impact. Kekuatan tersebut diuji dengan menambahkan polyester pada fraksi volume 55%, 45%, dan 35% menjadi komposit sisal-polyester [16]. Hasil dari Kekuatan Uji Tarik ini membuktikan

bahwa fraksi volume 55% memiliki kekuatan tarik optimal rata-rata 861,31 N/mm², dengan tingkat rengangan terendah 7,25%. Penyebabnya adalah karena jumlah serat sisal yang lebih banyak daripada matriks dalam campuran tersebut, sehingga matriks kemudian masuk ke pori-pori serat. Oleh karena itu, pada komposit, kekuatan tarik dapat ditingkatkan lebih tinggi dari fraksi volume yang lainnya. Selain itu, komposit juga memiliki peningkatan yang baik. Dan pada uji kekuatan impact, peningkatan fraksi volume serat berperan signifikan dalam meningkatkan kekuatan impact. Hasil dari pengujian impact menunjukkan bahwa fraksi volume serat sebesar 55% menghasilkan kekuatan impact yang paling optimal. Pada pengukuran fraksi volume ini, energi impact yang didapatkan 1,25 J dengan harga impactnya sebesar 0,0125 J/mm². Apabila fraksi volume serat ditambahkan, maka energi nilainya juga meningkat. Efek dari fenomena itu adalah bahwa kompositnya menjadi lebih kuat dan kaku. Karena itu, energi serat yang dibutuhkan untuk mematahkan komposit dapat menghasilkan energi yang lebih besar.

SIMPULAN

Serat sisal merupakan serat alami yang sangat efektif digunakan sebagai alternatif komposit polimer yang efektif, selain itu serat sisal merupakan serat alam yang kuat, tahan lama, serta tahan terhadap kondisi ekstrim. Serat sisal ini ramah lingkungan, selain itu juga mudah dibudidayakan, dan biayanya relatif murah. Serat sisal sudah banyak digunakan dalam berbagai aplikasi, termasuk dalam industri otomotif dan transportasi. Terlebih lagi dalam pengurangan abrasi peralatan dan pengurangan biaya perkakas ulang akan membuat komposit ini menarik. Dengan sifatnya yang berfungsi dalam berbagai aplikasi, terutama dalam pembuatan komposit polimer. Serat sisal ini juga memiliki kekuatan Uji Tarik dan Uji *Impact* yang baik apabila digunakan dalam sebuah pengaplikasian. Disimpulkan bahwasanya komposit polimer serat sisal dengan dan tanpa hibridisasi harus dikembangkan dan dikarakterisasi, sehingga menghasilkan serangkaian komposit yang dapat digunakan di beberapa bidang seperti aplikasi kelautan, struktural, barang konsumen dan industri..

DAFTAR PUSTAKA

- [1] E. Putri Haziza and S. Aritonang, "Studi Komparasi Karakteristik Mekanik Serat Alam sebagai Bahan Anti Peluru: Jurnal Review," vol. 7, no. 1, pp. 168–175, 2024, [Online]. Available: <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>
- [2] A. Wiranto and Suhardiman, "Analisa kekuatan komposit polimer dengan penguat serat daun nanas," *J. rekayasa Mater. manufaktur dan energi harga*, vol. 4, no. 1, pp. 47–55, 2021.
- [3] D. S. Anakottapary, T. Gde, and T. Nindhia, "Interaksi antara Proyektil dan Komposit Polimer diperkuat Butiran Silikon Karbid (SiCp) dan Serat Karbon pada Pengujian Balistik," *J. Ilm. Tek. Mesin Cakram*, vol. 4, no. 2, pp. 99–105, 2010.
- [4] P. I. Purboputro and A. Hariyanto, "Analisis Sifat Tarik Dan Impak Komposit Serat Rami Dengan Perlakuan Alkali Dalam Waktu 2,4,6 Dan 8 Jam Bermatrik Poliester," *Media Mesin Maj. Tek. Mesin*, vol. 18, no. 2, pp. 64–75, 2017, doi: 10.23917/mesin.v18i2.5238.
- [5] 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.
- [6] Fikran, M. Balfas, and Mardin, "Analisis Sifat Mekanis Bahan Komposit Lamina Serat Sisal (Sisalana Agave) Bermatriks Polimer," *J. Technol. Process*, vol. 2, no. 1, pp. 1–13, 2022.
- [7] R. H. Setyanto, "Review: Teknik Manufaktur Komposit Hijau dan Aplikasinya," *Performa*, vol. 11, no. 1, pp. 9–18, 2012.
- [8] K. Witono, Y. Surya Irawan, R. Soenoko, and H. Suryanto, "Pengaruh Perlakuan Alkali (NaOH) Terhadap Morfologi dan Kekuatan Tarik Serat Mendong," *J. Rekayasa Mesin*, vol. 4, no. 3, pp. 227–234, 2013.
- [9] J. Juslianto, E. Edowinsyah, and V. Itteridi, "Pengaruh Penambahan Serat Daun Sisal (Agave Sisalana) Terhadap Karakteristik Beton," *J. Unitek*, vol. 16, no. 1, pp. 71–81, 2023, doi: 10.52072/unitek.v16i1.571.
- [10] B. Santoso, B. Penelitian, T. Tembakau, and D. Serat, "Desember2009 : 84-95 Indonesian

- Tobacco and Fiber Crops Research Institute Jl. Raya Karangploso. Kotak Pos 199, Malang 65152 Terima tanggal 20 Januari,” vol. 8, no. 2, p. 16, 2009.
- [11] J. Fajrin, “Mechanical Properties of Natural Fiber Composite Made of Indonesian Grown MECHANICAL PROPERTIES OF NATURAL FIBER COMPOSITE,” *Info Tek.*, vol. 17, no. June 2016, pp. 69–84, 2018.
- [12] E. Nurnasari and N. Nurindah, “Karakteristik Kimia Serat Buah, Serat Batang, dan Serat Daun,” *Bul. Tanam. Tembakau, Serat Miny. Ind.*, vol. 9, no. 2, p. 64, 2018, doi: 10.21082/btism.v9n2.2017.64-72.
- [13] F. Widyawati, “PEMANFAATAN SERAT SISAL (*agave sisalana* L.) DAN LIMBAH PLASTIK PET UNTUK PEMBUATAN BATA RINGAN CLC (CELLULAR LIGHTWEIGHT CONCRETE),” *J. TAMBORA*, vol. 4, no. 1, pp. 21–25, 2020, doi: 10.36761/jt.v4i1.566.
- [14] D. E. N. Siagian, M. Hakiem, and S. Putra, “Serat Alam Sebagai Bahan Komposit Ramah Lingkungan Natural Fiber As an Environmentally Friendly Composite Material,” *Hal*, vol. 5, no. 1, pp. 55–60, 2024, [Online]. Available: <http://jurnalnasional.ump.ac.id/index.php/civeng>
- [15] A. Soebardi, A. E. Kuncoro, and G. A. Pohan, “Analisis Pengaruh Kekuatan Tarik Dan Impact Pada Komposit Dengan Penguat Serat Sisal (*Agave Sisalana*) Dan Polyester Pada Fraksi Volume 35%, 45%, 55%,” *J-Proteksion*, vol. 4, no. 1, p. 1, 2020, doi: 10.32528/jp.v4i1.3015.
- [16] R. E. W. Susanto, M. Maskuri, and S. Arif, “Pengaruh Serat Agave Sisal Terhadap Kekuatan Impak dan Tekan Komposit Nilon Termoplastik Gliserol,” *J. Tecnoscienza*, vol. 6, no. 1, pp. 151–164, 2021, doi: 10.51158/tecnoscienza.v6i1.603.