

Kajian Sifat Mekanik Serat Alam Limbah Tumbuhan Sebagai Bahan Baku Bio-Komposit

Study on Mechanical Properties of Plant Waste Natural Fibers as Bio-Composite Raw Materials

Vandri Ahmad Isnaini^{1*}, Rahmi Putri Wirman¹, Indrawata Wardhana¹, Try Susanti², dan Shabri Putra Wirman³

¹Program Studi Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Sulthan Thaha Saifuddin Jambi,
Jl. Arif Rahman Hakim No.111, Simpang IV Sipin, Kec. Telanaipura, Kota Jambi, Jambi 36361

²Program Studi Tadris Biologi, Fakultas Tarbiyah dan Keguruan, Jl. Arif Rahman Hakim No.111, Simpang IV
Sipin, Kec. Telanaipura, Kota Jambi, Jambi 36361

³Program Studi Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Muhammadiyah Riau,
Kota Pekanbaru, Riau 28294

*E-mail: vandri@uinjambi.ac.id

Diterima 16 Oktober 2022, direvisi 10 November 2022, disetujui 15 November 2022

ABSTRAK

Kajian Sifat Mekanik Serat Alam Limbah Tumbuhan Sebagai Bahan Baku Bio-Komposit. Serat alam adalah bahan baku yang banyak terdapat di alam dan merupakan bahan yang ramah lingkungan. Pemanfaatan limbah perkebunan atau hutan sebagai sumber serat alam juga ikut berkontribusi sebagai solusi masalah lingkungan. Penelitian ini dirancang untuk melakukan eksplorasi dan pengukuran sifat mekanik beberapa jenis serat alam yang terdapat di wilayah Provinsi Jambi. Sifat mekanik dari sampel serat alam diuji dengan alat *universal testing machine* yaitu penentuan nilai kuat tarik bahan (*tensile test*). Pengujian kuat tarik dilakukan dengan metode serat tunggal dengan panjang pengukuran 3 cm. Sebelum diuji, diameter sampel diukur sebagai variabel penentu luas sampel dengan menggunakan analisis gambar digital dari mikroskop dengan aplikasi ImageJ. Sedangkan tensile test digunakan untuk mencari nilai kekuatan maksimum dari serat alam. Dari hasil eksperimen, ukuran dari serat alam berkisar dari 0.0131 cm dengan ukuran terkecil dan nilai 0.0896 cm ukuran yang terbesar. Serat alam yang memiliki kekuatan tertinggi adalah serat dari daun nipah (*Nypa fruticans*), yaitu sebesar 13.54 Kg/cm². Pola pengukuran nilai kuat tarik terhadap perubahan waktu menunjukkan bahwa serat alam merupakan serat berjenis elastis.

Kata kunci: Bio-komposit, kuat tarik, serat alam, sifat mekanis.

ABSTRACT

Study on Mechanical Properties of Plant Waste Natural Fibers as Bio-Composite Raw Materials. The natural fiber is a raw material that is abundant in nature and eco-friendly materials. The utilization of plantation or forest waste as a source of natural fiber also contributes to a solution of environmental problems. This research aims to explore and collect samples of natural fibers in Jambi Province. The mechanical properties of natural fiber were tested using a universal testing machine to determine the tensile strength (*tensile test*) by single fiber method with a measurement length of 3 cm. Prior to the test, the diameter of a sample was measured by a means of digital image analysis from a microscope with the ImageJ application. Meanwhile, the tensile test was applied to find the maximum strength score of natural fibers. The experiment found that the size of natural fibers was between 0.0131 cm (the smallest) and 0.0896 cm (the largest). The strongest natural fiber is Nipah leaves (*Nypa fruticans*) with amount of 13.54 Kg/cm². The measurement pattern of the tensile strength score over time shows that natural fiber is an elastic fiber.

Keywords: Bio-composite, mechanical properties, natural fibers, tensile strength

1. Pendahuluan

Indonesia adalah negara yang besar dan memiliki keanekaragaman hayati yang kaya dan beragam. Posisi Indonesia sangat diunggulkan dari segi suhu dan kondisi iklim yang menguntungkan bagi kehidupan tumbuhan. Dengan demikian, Indonesia memiliki banyak Sumber Daya Alam (SDA) yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku disegala bidang material maju, baik dalam skala industri maupun dalam pengembangan teknologi bahan yang ramah lingkungan.

Pesatnya perkembangan teknologi material maju, khususnya material bio-sintetis membuat penelitian dibidang ini menjadi menarik untuk dikembangkan, termasuk penggunaan serat alam pada komposisi material maju. Salah satu perkembangan teknologi material yang diminati dunia adalah penggunaan serat alam sebagai bahan baku. Misalnya dalam pengembangan bahan bio-sintetis seperti komposit yang berbahan dasar serat alam sebagai penguat atau menggunakan sifat-sifat unggul dari serat tersebut (Nikaen, Yousefinejad, Rahmdel, Samari, & Mahdavinia, 2020). Bahan sintetis yang mengandung serat alam bisa lebih kuat, lebih tahan panas (Chandramohan & Presin Kumar, 2017), lebih kedap suara, dan memiliki sifat unggul lainnya.

Salah satu pengembangan komposit dari serat alam yaitu penambahan serat alam pada *nanoclay*. Kombinasi *nanoclay* dengan serat alam dapat meningkatkan sifat mekanik material komposit sehingga komposit menjadi lebih kuat dengan biaya produksi yang lebih rendah (Deepak, Vattikuti, & Venkatesh, 2015). Penelitian lebih lanjut adalah pengembangan komposit polimer dengan penambahan serat alam untuk industri otomotif. Serat alam yang digunakan adalah serat selulosa dari tumbuhan dan dikembangkan menjadi selulosa nanokristalin dan selulosa nanofiber (Ferreira, Pinheiro, de Souza, Mei, & Lona, 2019). Terdapat juga penelitian

pengembangan dan pembuatan komposit polimer hibrida berbasis campuran serat alam (Milosevic, Stoof, & Pickering, 2017). Campuran polimer hibrida adalah nanoteknologi terbaru di masa depan dan teknologi hijau ramah lingkungan (Saba, Tahir, & Jawaaid, 2014). Serat yang diekstraksi dari daun nanas juga digunakan sebagai bahan tambahan komposit. Penambahan serat daun nanas akan meningkatkan nilai kekuatan bio-komposit, dengan peningkatan hasil uji tarik sebesar 22%, peningkatan kekuatan lentur sebesar 19%, dan peningkatan modulus elastisitas sebesar 60% (Jaramillo, Hoyos, & Santa, 2016).

Penelitian serat alam kini semakin populer dengan berkembangnya kajian keilmuan dan teknologi ramah lingkungan. Diantaranya, hasil kajian Pecas Paulo memberikan deskripsi perkembangan pemanfaatan serat alam untuk aplikasi teknologi material. Salah satu yang sedang tren adalah pengembangan bio-komposit yang ramah lingkungan atau teknologi *eco-friendly*. Serat alam yang paling banyak dijadikan sebagai bahan baku pengembangan bio-komposit adalah serat dari kapas, nanas, dan tumbuhan berjenis bambu. Pengembangan bahan bio-komposit telah banyak diaplikasikan pada sektor konstruksi bangunan, industri mobil, tekstil, farmasi, energi ramah lingkungan, furnitur, dan teknologi masa depan lainnya seperti teknologi nanomaterial. Dapat diambil kesimpulan bahwa serat alam sebagai bahan baku komposit adalah material yang efisien untuk peningkatan kualitas produk baik dari segi aspek ekonomi, ramah lingkungan, dan standar kelayakan teknis (Peças, Carvalho, Salman, & Leite, 2018). Penelitian Sanjay dkk juga memberikan wawasan tentang penerapan pemanfaatan serat alam dalam aplikasi kehidupan sehari-hari. Pengembangan penelitian menggunakan serat alam merupakan sebuah solusi yang tepat karena serat alam adalah material yang

mudah dibentuk, mudah diperoleh karena banyak tersedia di alam, dapat diaplikasikan pada teknologi terbarukan, isolasi panas serta suara yang baik, hemat biaya atau gratis di alam bebas, dan bahannya sangat ramah terhadap lingkungan. Serat alam sebagai material maju, merupakan hal yang menjanjikan untuk teknologi masa depan (Sanjay, Arpitha, Naik, Gopalakrishna, & Yogesha, 2016). Serat alam terdiri dari tiga kelompok yaitu selulosa/lignoselulosa seperti kulit pohon, daun, biji, buah, dan rumput; yang kedua serat dari binatang seperti wol, rambut, dan sutera; dan yang ketiga serat mineral seperti asbes, keramik, besi (Peças *et al.*, 2018).

Penelitian-penelitian di atas telah menggambarkan bahwa serat alam adalah salah satu material masa depan yang sejalan dengan perkembangan teknologi komposit sebagai solusi dalam menyelesaikan masalah lingkungan di masyarakat. Observasi serat alam jenis baru masih sangat luas untuk diteliti sehingga perlu pendataan (*database*) mengenai karakteristik atau sifat dari bahan serat alam tersebut. Dengan pendataan ini, masyarakat dapat mengetahui lebih jauh tentang pemanfaatan serat alam dalam dunia industri dan perkembangan teknologi material. Penguasaan iptek ini bisa meningkatkan perekonomian masyarakat dan berdampak positif karena lingkungan akan menjadi bersih dari sampah perkebunan serta pembakaran sisa-sisa tumbuhan.

Penelitian ini dirancang untuk mengukur sifat fisika yaitu kekuatan

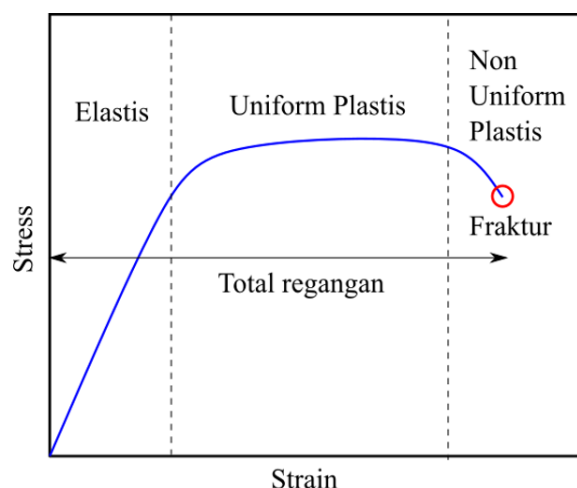
maksimum beberapa serat alam yang berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai material maju. Fisika bahan adalah ilmu yang mengkaji tentang sifat-sifat parameter fisika dari material. Ada tiga faktor penentu sifat dari bahan yaitu parameter fisika, parameter kimia, dan parameter biologi. Parameter fisika sangat penting untuk dipelajari karena menggambarkan fenomena dan karakteristik fisis dari material, salah satunya adalah sifat mekanik dari bahan. Sifat mekanik bahan merupakan perilaku bahan saat mengalami gaya eksternal. Gaya eksternal yang datang dapat menyebabkan bentuk fisis bahan berubah (deformasi), dapat bersifat elastik dan bisa mengalami putus atau patah. Perubahan bentuk atau deformasi dari material dapat digambarkan dengan persamaan $s = P/A_0$ dan, $e = \Delta L/L_0 = (L - L_0)/L_0$ dengan S adalah nilai kuat tekan bahan, P adalah gaya tekan atau gaya eksternal, adalah luasan sampel, e adalah regangan yang terjadi pada sampel, L adalah panjang sampel setelah mendapatkan gaya eksternal, dan adalah panjang awal dari sampel (Kuhn, Howard; Medlin, 2000).

2. Metodologi

Penelitian dimulai dengan eksplorasi sampel di lapangan, kemudian tahapan eksperimen di laboratorium, dan selanjutnya analisa data hasil pengukuran. Waktu pelaksanaan penelitian ini berlangsung sejak Tahun 2021 yaitu untuk tahap pengumpulan sampel dan pengujian sampel dilaksanakan pada Tahun 2022. Eksplorasi sampel

Tabel 1. Perbandingan karakteristik serat alam dan serat buatan manusia (Sanjay *et al.*, 2016)

Parameter	Karakteristik	Serat Alam	Serat Buatan
Teknikal	Mekanik	Sedang	Tinggi
	Kelembapan	Tinggi	Rendah
	Isolasi thermal	Tinggi	Rendah
Lingkungan	Sumber	Tak terbatas	Terbatas
	Tingkat produksi	Rendah	Tinggi
	Daur Ulang	Bagus	Sedang



Sumber: (Kuhn, Howard; Medlin, 2000)

Gambar 1. Sifat mekanik material saat proses uji tarik



Sumber: <https://tanahair.indonesia.go.id/map>

Gambar 2. Peta wilayah pengambilan sampel

dilakukan di wilayah Provinsi Jambi, yaitu di daerah Kabupaten Muaro Jambi, Kabupaten Batanghari, Kabupaten Tanjung Jabung Timur, dan Kabupaten Tanjung Jabung Barat. Proses uji karakterisasi, klasifikasi, dan analisis data (Kuhn, Howard; Medlin, 2000) dilakukan di Laboratorium Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sulthan Thaha Saifuddin Jambi.

Tahapan awal dengan melakukan pengumpulan referensi berupa mencari

data dukungan dari buku-buku, jurnal, media massa, diskusi teman sejawat, dan diskusi bersama ahli. Pengumpulan data referensi memberikan gambaran jenis-jenis tumbuhan yang memiliki serat alami yang kuat dan menjadi bahan dasar material maju (*advanced materials*). Hasil diskusi dan data referensi dibutuhkan dalam menentukan titik-titik pencaharian tumbuhan, sehingga dimudahkan dalam pencaharian sampel serta habitat dari tumbuhan.

Hasil diskusi dan pengamatan di lapangan menunjukkan tumbuhan yang memiliki serat bagus dan banyak digunakan oleh masyarakat adalah tumbuhan berjenis daun sejajar (*monokot*), seperti jagung, nenas, dan jenis palem. Tumbuhan jenis ini sangat banyak sekali terdapat di wilayah Provinsi Jambi, sesuai dengan habitat tumbuhan ini berada di wilayah dataran dan rawa-rawa serta tanah gambut. Provinsi Jambi berada pada titik koordinat geografis 0° 45'-2° 45' Lintang Selatan dan 101° 10'-104° 55' Bujur Timur, dengan luas wilayah 53.436 Km² dengan rincian luas laut sebesar 3.275 Km² dan daratan sebesar 50.160 Km² (Sosilowati, 2017). Bentangan alam Provinsi Jambi memiliki wilayah dataran rendah sampai dataran tinggi, yaitu dari Tanjung Jabung Timur ke wilayah Kerinci. Menurut data BPS tahun 2020 Provinsi Jambi memiliki wilayah pertumbuhan pohon kelapa seluas 119.000 Ha dan pohon kelapa sawit seluas 1.074.000 Ha (BPS, 2021). Dua jenis tumbuhan ini merupakan bahan serat alam yang bagus serta mudah ditemukan.

Pada pengamatan di lapangan, wilayah Provinsi Jambi merupakan daerah yang memiliki potensi yang sangat besar terhadap sumber atau bahan baku dari serat alam. Dengan melihat potensi ini, bahan sisa dari perkebunan, seperti pelepah kelapa, pelepah sawit, daun atau batang setelah pemanenan, yang selama ini hanya dibuang atau dibakar

dapat dimanfaatkan sebagai material tepat guna atau material maju. Pemilihan wilayah eksplorasi pada Provinsi Jambi bagian timur dikarenakan merupakan dataran rendah yang banyak terdapat tumbuhan daun sejajar (*monokot*). Wilayah pinggiran sungai juga dijadikan fokus pencaharian, karena wilayah ini ditumbuhi dengan tumbuhan berjenis pandan (*Pandanaceae*) dan palem (*Arecaceae*), dimana tumbuhan ini memiliki serat alam yang banyak, kuat, dan sudah banyak dimanfaatkan oleh masyarakat sejak zaman dahulu.

Sampel tumbuhan daun sejajar tidak hanya diambil untuk tumbuhan yang ukuran besar saja, akan tetapi juga diambil dari tumbuhan berukuran kecil dan sedang, contohnya rumput-rumputan, tebu, jagung, dan lain sebagainya. Tanaman-tanaman seperti ini juga banyak terdapat di wilayah ini, terutama pada perkebunan-perkebunan sekitar pemukiman masyarakat. Salah satu contoh potensi serat alam pada tanaman ukuran kecil adalah padi, daun padi termasuk kepada tanaman yang memiliki serat alam yang baik. Menurut data BPS Provinsi Jambi, luas wilayah panen padi di Provinsi Jambi adalah sebesar 84.770 Ha (BPS Jambi, 2021).

Sebelum dilakukan pengujian, sampel diolah terlebih dahulu dengan cara pengeringan dan disimpan di tempat yang steril serta tidak lembab untuk menghindari



Gambar 3. Proses eksplorasi dan pengumpulan sampel serat alam

pembusukan atau penumbuhan jamur atau mikroba. Pertumbuhan jamur dan mikroba dapat merusak struktur dari serat alam sehingga bisa mengurangi kekuatan mekanik suatu material. Pengujian sampel dilakukan di laboratorium, ada beberapa parameter fisik yang diamati, yaitu uji tarik material (*tensile test*) dan pengamatan ukuran sampel dengan mikroskop. Untuk kekuatan uji tarik digunakan alat *Universal Testing Machine* (UTM) dengan kekuatan tarik sampai 5 Kg dengan resolusi 0.001 Kg. Alat dengan kekuatan tarik ini dipilih untuk mendapatkan akurasi pengukuran yang cukup detail, karena sampel yang diukur memiliki ukuran yang sangat kecil sehingga membutuhkan sensor ukur dengan resolusi yang sensitif. Sampel yang dipersiapkan menggunakan standar ASTM D3379-75, dengan panjang ukur serat sebesar 30 mm (Guin, Wang, Zhang, & Smith, 2014).

Setelah proses eksplorasi atau pengumpulan sampel serat alam dilakukan, terdapat 32 sampel yang memenuhi kriteria sebagai bahan baku serat alam. Sampel ini dibawa ke laboratorium untuk pengukuran lebar (d) dari serat. Serat diamati menggunakan mikroskop, kemudian dianalisis menggunakan aplikasi ImageJ untuk mendapatkan ukuran lebar sampel secara akurat. Penggunaan image processing atau video analysis merupakan metode yang mudah dan murah dalam identifikasi atau klasifikasi sampel. Pengembangan image processing dalam identifikasi suatu objek merupakan suatu metode yang sangat akurat meskipun objek yang diamati bergerak (Narahari & Deepak, 2021). Tidak hanya kuantitas dari objek, kualitas dari suatu objek juga bisa diamati dengan teknik image processing (Li, Feng, Liu, & Han, 2021). Selanjutnya pengukuran nilai kuat tarik maksimum sampel dilakukan dengan metode tensile test, perubahan sifat mekanik serat terhadap waktu juga diamati dan dianalisis sebagai penentu karakteristik serat apakah elastis atau tidak elastis. Dan data hasil

pengukuran dianalisis untuk mendapatkan gambaran dari sifat mekanik serat alam. Pengujian sampel dilakukan untuk sampel serat tunggal dimana hanya satu helai serat saja yang diuji sesuai ketentuan ASTM, serat alam yang digunakan juga tanpa campuran bahan tambahan.

3. Hasil dan Pembahasan

Hasil pengukuran dan analisis menunjukkan bahwa diameter (lebar) serat alam yang dikumpulkan berada pada rentang 0.013 cm dengan ukuran terkecil dan nilai 0.09 cm ukuran terbesar. Sebaran hasil pengukuran lebar atau diameter serat (d) di tiap sampel dapat dilihat pada tabel berikut

Tabel 3 menunjukkan nilai kuat tarik maksimum sampel tanpa melihat nilai luasan dari sampel, data ini digunakan apabila mau melihat pengaruh komposisi penyusun dari serat alam atau melihat perbandingan komposisi dari masing-masing serat alam. Dari pengukuran lima serat alam yang paling kuat adalah serat daun nipah (*Nypa fruticans*), serat batang pinang (*Areca catechu*), serat daun sawit (*Elaeis*), serat daun serai (*Cymbopogon citratus*), dan serat batang jagung (*Zea mays*). Nilai tertinggi serat alam yang paling kuat menahan gaya tarik sebesar 3.3 Kg, dan nilai terendah adalah serat dari serabut buah jagung yang nilainya tidak terdeteksi (tidak terbaca sensor) atau nilainya di bawah 0.001 Kg.

Menurut penelitian Bhattacharyya, susunan dari serat alam terdiri dari selulosa, miselulosa, lignin, pectin, dan bahan waxy lainnya (Bhattacharyya, Subasinghe, & Kim, 2015). Jika komposisi serat alam dianggap sama, maka Tabel 4 menunjukkan nilai kuat tarik serat alam berdasarkan variabel luasan dari sampel. Nilai kuat tarik serat alam tertinggi adalah 13.54 Kg/cm², yaitu serat daun nipah. Urutan kekuatan lima serat alam dari yang tertinggi adalah serat daun nipah (*Nypa fruticans*), serat batang pinang (*Areca catechu*), serat batang pisang (*Musa*), serat batang bambu kuning (*Bambusa vulgaris*

Tabel 2. Hasil pengukuran diameter serat tumbuhan

No.	Serat Tumbuhan	Diameter (cm)
1	Sabut Buah Kelapa	0,020
2	Serabut Batang Kelapa	0,031
3	Pelepah Pisang	0,014
4	Batang Pisang	0,013
5	Serat Batang Sawit	0,042
6	Serat Batang Pinang Merah	0,041
7	Batang Tebu	0,042
8	Daun Bambu Kuning	0,036
9	Daun Bambu Hijau (Betung)	0,054
10	Batang Bambu Hijau (Betung)	0,024
11	Daun Serai	0,067
12	Batang Bayam Besar	0,050
13	Serabut Buah Jagung	0,017
14	Ijuk (aren)	0,013
15	Daun Padi	0,080
16	Tangkai Daun Nipah	0,054
17	Tangkai Daun Kelapa	0,029
18	Batang Lengkuas Merah	0,045
19	Akar Sawit	0,063
20	Eceng gondok	0,024
21	Batang bambu kuning	0,023
22	Daun akasia	0,070
23	Batang pinang	0,050
24	Tangkai daun sawit	0,059
25	Daun rumput gajah	0,076
26	Serat daun ilalang	0,090
27	Serat daun nipah	0,082
28	Daun mahoni	0,085
29	Daun agave	0,038
30	Batang jagung	0,067
31	Daun sawit	0,069
32	Daun palem	0,085

Tabel 3. Hasil pengukuran kuat tarik serat tumbuhan

No.	Serat Tumbuhan	Kuat Tarik (Kg)
1	Sabut Buah Kelapa	0,44
2	Serabut Batang Kelapa	0,34
3	Pelepah Pisang	0,21
4	Batang Pisang	0,47
5	Serat Batang Sawit	0,34
6	Serat Batang Pinang Merah	1,17
7	Batang Tebu	0,28
8	Daun Bambu Kuning	1,11
9	Daun Bambu Hijau (Betung)	0,64
10	Batang Bambu Hijau (Betung)	0,45
11	Daun Serai	1,65
12	Batang Bayam Besar	0,50
13	Serabut Buah Jagung	0,00
14	Ijuk (aren)	0,24
15	Daun Padi	0,35
16	Tangkai Daun Nipah	0,56
17	Tangkai Daun Kelapa	0,72
18	Batang Lengkuas Merah	0,63
19	Akar Sawit	0,75
20	Eceng gondok	0,08
21	Batang bambu kuning	0,79
22	Daun akasia	1,33
23	Batang pinang	2,02
24	Tangkai daun sawit	1,42
25	Daun rumput gajah	0,64
26	Serat daun ilalang	1,06
27	Serat daun nipah	3,31
28	Daun mahoni	1,38
29	Daun agave	0,50
30	Batang jagung	1,56
31	Daun sawit	1,91
32	Daun palem	0,25

var. striata), dan serat daun bambu kuning (*Bambusa vulgaris* var. striata).

Jika dilihat korelasi antara diameter serat alam dengan kekuatan uji tariknya, tidak menunjukkan suatu pola tertentu, namun saat diambil trend liniernya kekuatan tarik serat mengalami penurunan sedikit

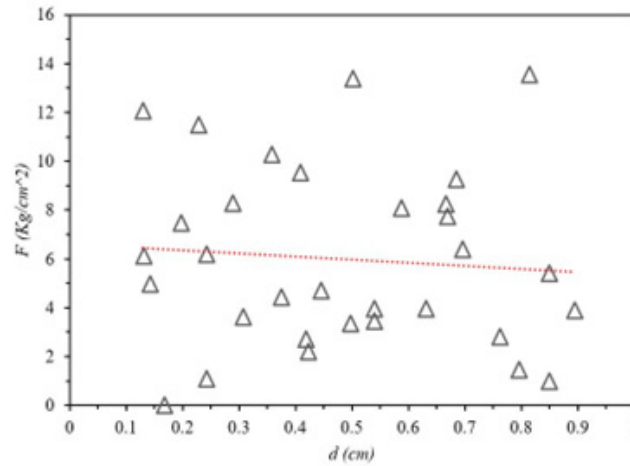
terhadap semakin besarnya ukuran diameter serat. Dari pola acak pada Gambar 4 menunjukkan bahwa tiap-tiap serat alam yang diukur memiliki komposisi atau unsur penyusun yang berbeda-beda. Pola korelasi ini dapat dilihat pada Gambar 4.

Tabel 4. Hasil pengukuran kuat tarik per luasan serat tumbuhan

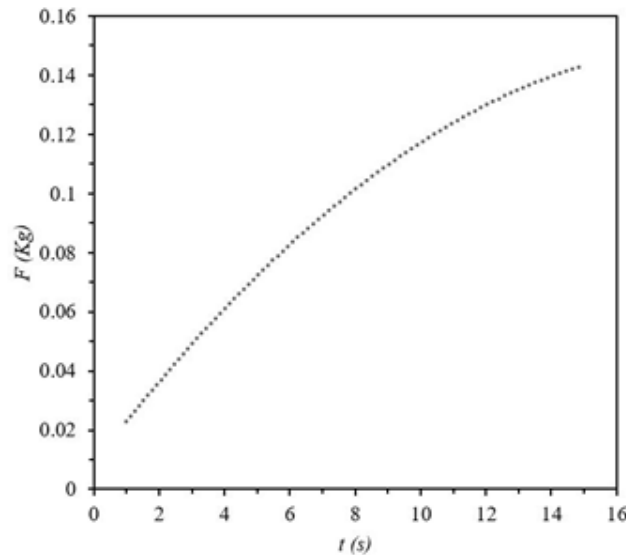
No.	Serat Tumbuhan	Kuat Tarik per luasan (Kg/cm ²)
1	Sabut Buah Kelapa	7,50
2	Serabut Batang Kelapa	3,65
3	Pelepah Pisang	4,96
4	Batang Pisang	12,09
5	Serat Batang Sawit	2,70
6	Serat Batang Pinang Merah	9,54
7	Batang Tebu	2,21
8	Daun Bambu Kuning	10,30
9	Daun Bambu Hijau (Betung)	3,96
10	Batang Bambu Hijau (Betung)	6,16
11	Daun Serai	8,24
12	Batang Bayam Besar	3,34
13	Serabut Buah Jagung	0,00
14	Ijuk (aren)	6,14
15	Daun Padi	1,48
16	Tangkai Daun Nipah	3,46
17	Tangkai Daun Kelapa	8,30
18	Batang Lengkuas Merah	4,72
19	Akar Sawit	3,98
20	Eceng gondok	1,09
21	Batang bambu kuning	11,46
22	Daun akasia	6,38
23	Batang pinang	13,40
24	Tangkai daun sawit	8,05
25	Daun rumput gajah	2,80
26	Serat daun ilalang	3,93
27	Serat daun nipah	13,54
28	Daun mahoni	5,43
29	Daun agave	4,47
30	Batang jagung	7,75
31	Daun sawit	9,29
32	Daun palem	0,98

Data hasil pengukuran juga menunjukkan jenis serat alam memiliki karakteristik elastis, hal ini terlihat pada pola perubahan gaya (F) saat adanya pemberian gaya tarik terhadap waktu (t) dimana terdapat pola zona elastis pada pengukuran sesuai dengan yang diilustrasikan pada penelitian Kuhn (Kuhn, Howard; Medlin, 2000). Pola elastis ini disebabkan oleh komposisi penyusun serat alam yang terdiri dari bahan selulosa dan lignin. Susunan selulosa pada serat alam merupakan zat yang paling banyak terkandung dengan strukturnya berupa *crystalline* mencapai 80 %, kemudian kandungan lainnya adalah lignin yang bersifat amorphous. Lignin terdapat pada bagian luar menyelubungi selulosa dan juga sebagai pelindung/bagian luar serat alam. *Pectin* dan hemiselulosa juga bersifat amorphous yang berada pada cangkang terluar serat alam (*primary wall*) (Bhattacharyya *et al.*, 2015). Kemudian pada bagian tengah terdapat lumen atau lacuna, yang merupakan suatu struktur kosong yang sangat mempengaruhi sifat mekanik serat alam, terutama saat dijadikan bahan dasar bio-komposit.

Untuk kajian analisis lebih dalam terhadap komposisi atau karakteristik lumen dapat mengurangi ketidakpastian atau *error* pengukuran uji tarik suatu sampel serat alam. Di saat pengujian kuat tarik serat alam, yang terlebih dahulu mengalami fraktur adalah bagian struktur amorphous-nya, contohnya pada eksperimen uji tarik serat jute ditemukan bahwa struktur yang paling pertama mengalami patah adalah *pectin* (Hossain, Islam, Van Vuure, & Verpoest, 2014). Dengan parameter-parameter yang telah digambarkan dari penelitian ini, serat alam bisa menjadi bahan baku atau bahan tambahan untuk campuran komposit, contohnya untuk serat rumput gajah yang dicampurkan pada komposit *Poly Lactic*



Gambar 4. Hubungan kuat tarik terhadap diameter serat alam



Sumber grafik referensi: (Kuhn, Howard; Medlin, 2000)

Gambar 5. Pola gaya tarik terhadap waktu pengujian kuat tarik serat batang sawit

Acid (PLA) dapat meningkatkan kekuatan tariknya sebesar 24% dari PLA yang murni (Gunti, Prasad, & Gupta, 2018). Gambar 5 menunjukkan pola perubahan kekuatan tarik terhadap perubahan waktu saat proses pengujian sampel serat batang sawit dan untuk sampel lainnya juga memiliki pola yang sama pada saat eksperimen uji tarik.

4. Simpulan

Serat alam adalah salah satu bahan baku bio-komposit yang bagus dan banyak

terdapat di alam. Bio-komposit yang berasal dari serat limbah tumbuhan dapat menjadi solusi mengurangi sampah perkebunan atau menghindari penggunaan bahan-bahan tidak ramah lingkungan. Dari hasil penelitian ini serat alam yang diperoleh dari tumbuh-tumbuhan wilayah Jambi memiliki sifat yang elastis serta kuat. Terutama untuk serat dari nipah, pinang, dan kelapa yang merupakan tumbuhan yang sangat banyak terdapat di Provinsi Jambi, sehingga bahan baku untuk bio-komposit

sangat berlimpah. Dengan mengetahui sifat-sifat serat alam, limbah perkebunan atau hutan yang sebelumnya dibuang atau dibakar bisa dimanfaatkan menjadi bahan bernilai ekonomi dan dapat meningkatkan perekonomian masyarakat. Hasil penelitian ini juga bisa menjadi referensi untuk riset-riset material maju seperti komposit isolator panas, komposit kedap suara, beton, dan produk ekonomi lainnya. Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa lima serat alam yang paling kuat adalah serat daun nipah (*Nypa fruticans*), serat batang pinang (*Areca catechu*), serat daun sawit (*Elaeis*), serat daun serai (*Cymbopogon citratus*), dan serat batang jagung (*Zea mays*).

5. Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Pusat Penelitian UIN Sulthan Thaha Syaifuddin Jambi yang telah memberikan dukungan anggaran dalam penelitian ini. Penelitian didukung atas bantuan Program Bantuan Penelitian Kementerian Agama Tahun 2021.

6. Kepengarangan

Kontribusi penulis pada penelitian ini adalah, Vandri Ahmad Isnaini: Koordinator Penelitian dan penulis laporan, Rahmi Putri Wirman: Eksperimen Laboratorium, Indrawata Wardhana: Pembantu Lapangan, Try Susanti: Identifikasi sampel, dan Shabri Putra Wirman: Pengolah data.

Daftar Pustaka

- Bhattacharyya, D., Subasinghe, A., & Kim, N. K. (2015). *Natural fibers: Their composites and flammability characterizations. Multifunctionality of Polymer Composites*. Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-26434-1.00004-0>.
- BPS. (2021). No Title. Retrieved November 6, 2021, from <https://www.bps.go.id/indicator/54/131/1/luas-tanaman-perkebunan-menurut-provinsi.html>
- Chandramohan, D., & Presin Kumar, A. J. (2017). Experimental data on the properties of natural fiber particle reinforced polymer composite material. *Data in Brief*, *13*, 460–468. <https://doi.org/10.1016/j.dib.2017.06.020>
- Deepak, K., Vattikuti, S. V. P., & Venkatesh, B. (2015). Experimental investigation of jute fiberreinforced nano clay composite. *Procedia Materials Science*, *10*(Cnt 2014), 238–242. <https://doi.org/10.1016/j.mspro.2015.06.046>.
- Ferreira, F., Pinheiro, I., de Souza, S., Mei, L., & Lona, L. (2019). Polymer Composites Reinforced with Natural Fibers and Nanocellulose in the Automotive Industry: A Short Review. *Journal of Composites Science*, *3*(2), 51. <https://doi.org/10.3390/jcs3020051>.
- Guin, W., Wang, J., Zhang, X., & Smith, J. (2014). Carbon nanotube-reinforced hybrid composites enabled by the PopTube Approach. *Proceedings of the American Society for Composites - 29th Technical Conference, ASC 2014; 16th US-Japan Conference on Composite Materials; ASTM-D30 Meeting*, (February 2015).
- Gunti, R., Prasad, R., & Gupta. (2018). Mechanical and degradation properties of natural fiber reinforced pla composites: Jute, sisal, and elephant grass. *Polimer Composites*, *39*(4), 1125–1136. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/pc.24041>.
- Hossain, M. R., Islam, M. A., Van Vuure, A., & Verpoest, I. (2014). Quantitative analysis of hollow lumen in jute. *Procedia Engineering*, *90*, 52–57. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2014.11.813>.
- Jambi, B. (2021). No Title. Retrieved November 6, 2021, from <https://jambi.bps.go.id/subject/53/tanaman-pangan.html#subjekViewTab4>.
- Jaramillo, N., Hoyos, D., & Santa, J. F. (2016). Composites with pineapple-leaf fibers manufactured by layered compression molding. *Ingeniería y Competitividad*, *18*(2), 151–162.
- Kuhn, Howard; Medlin, D. (2000). *ASM hand book, mechanical testing and evaluation* (Vol. 8). ASM International.

- Li, Y., Feng, X., Liu, Y., & Han, X. (2021). Apple quality identification and classification by image processing based on convolutional neural networks. *Scientific Reports*, *11*(1), 1–15. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-96103-2>.
- Milosevic, M., Stoof, D., & Pickering, K. L. (2017). Characterizing the mechanical properties of fused deposition modelling natural fiber recycled polypropylene composites. *Journal of Composites Science*, *1*(1). <https://doi.org/10.3390/jcs1010007>.
- Narahari, P., & Deepak, K. (2021). Analysis and identification of aeroplane images using transform based methods. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education*, *12*(13), 343–352.
- Nikaeen, G., Yousefinejad, S., Rahmdel, S., Samari, F., & Mahdavinia, S. (2020). Central composite design for optimizing the biosynthesis of silver nanoparticles using plantago major extract and investigating antibacterial, antifungal and antioxidant activity. *Scientific Reports*, *10*(1), 1–16. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-66357-3>.
- Peças, P., Carvalho, H., Salman, H., & Leite, M. (2018). Natural Fibre Composites and Their Applications: A Review. *Journal of Composites Science*, *2*(4), 66. <https://doi.org/10.3390/jcs2040066>.
- Saba, N., Tahir, P. M., & Jawaid, M. (2014). A review on potentiality of nano filler/natural fiber filled polymer hybrid composites. *Polymers*, *6*(8), 2247–2273. <https://doi.org/10.3390/polym6082247>.
- Sanjay, M. R., Arpitha, G. R., Naik, L. L., Gopalakrishna, K., & Yogesha, B. (2016). Applications of Natural Fibers and Its Composites: An Overview. *Natural Resources*, *07*(03), 108–114. <https://doi.org/10.4236/nr.2016.73011>.
- Sosilowati, D. (2017). *Sinkronisasi Program dan Pembiayaan Jangka Pendek 2018 - 2020 Keterpaduan Pengembangan Kawasan dengan Infrastruktural PUPR Pulau Sumatera*. Retrieved from https://bpiw.pu.go.id/uploads/publication/attachment/Buku_1Sumatera.pdf.