



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Optimalisasi Fraksi Volume Komposit Serat Limbah Empulur Sagu dan Polyester Untuk Material Bumper Mobil.

Marselino Matahelumual^{1*}, Iwan Susanto¹, Dewin Purnama¹, Dianta Mustofa Kamal¹

¹ Program Studi Magister Terapan Rekayasa Teknologi Manufaktur, Jurusan Pascasarjana, Politeknik Negeri Jakarta Jl. Prof. G. A. Siwabessy, Kampus UI, Depok, 16425

*E-mail: marselinomatahelumualtm23@stu.pnj.ac.id

Abstrak

Penggunaan komposit ramah lingkungan yang meluas saat ini, dari peralatan rumah tangga sampai sektor industri sehingga penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi sifat mekanik komposit polimer serat alam yang terbuat dari serat limbah empulur sagu sebagai penguat dan resin poliester sebagai pengikat. Serat empulur sagu dipelakuakn dengan Natrium Hidroksida 10% selama 60 menit dan perendaman larutan silane 4% selama 20 mnei, 40 mneit dan 60 menit dengan komposisi fraksi volume yang bervariasi yaitu, (A)16%/(B)84%, (A)24%/(B)76% dan (A)32%/(B)68%,(A serat. B resin). Penelitian ini mengarah pada pencarian material komposit untuk pembuatan bumper mobil dengan memparhatikan aspek ramah lingkungan, pengujian meliputi uji tarik dan uji bending untuk menilai kinerja komposit. Hasil demonstrasi menunjukan nilai kekuatan tarik tertinggi yaitu 31,65200 MPa dengan presentasi serat (A)32%/(B)64% dengan perendaman silane 40 menit, dan nilai bending untuk presentasi serat yang sama dengan uji tarik yaitu, nilai unji bending 4,25600 MPa dengan waktu perendaman silane selama 40 menit. Penelitian ini menunjukan potensi yang signifikan untuk penggunaan jangka panjang material komposit dan mengeksplasi potensi penggunaan serat limbah empulur sagu dalam aplikasi industri khusus bumper.

Kata kunci: Komposit; sifat mekanik; material bumper mobil; serat limbah empulur sagu.

Abstract

The widespread use of environmentally friendly composites today, from household appliances to the industrial sector, so this study aims to spread the mechanical properties of natural fiber polymer composites made from sago pith fiber as a reinforcement and polyester resin as a binder. Sago pith fiber was treated with 10% Sodium Hydroxide for 60 minutes and 4% silane solution immersion for 20 minutes, 40 minutes and 60 minutes with varying volume fraction compositions, namely, (A) 16% / (B) 84%, (A) 24% / (B) 76% and (A) 32% / (B) 68%, (A fiber. B resin). This study aims to find composite materials for making car bumpers by considering environmentally friendly aspects, testing includes tensile tests and bending tests to assess composite performance. The results of the increase showed the highest tensile strength value of 31.65200 MPa with a fiber presentation of (A) 32% / (B) 64% with silane immersion for 40 minutes, and the bending value for the same fiber presentation with the tensile test, namely, the bending test value of 4.25600 MPa with a silane immersion time of 40 minutes. This study shows significant potential for long-term use of composite materials and explores the potential use of sago pith waste fibers in special industrial applications for bumpers..

Keywords: Composite; mechanical properties; car bumper material; sago pith waste fiber.

1. Pendahuluan

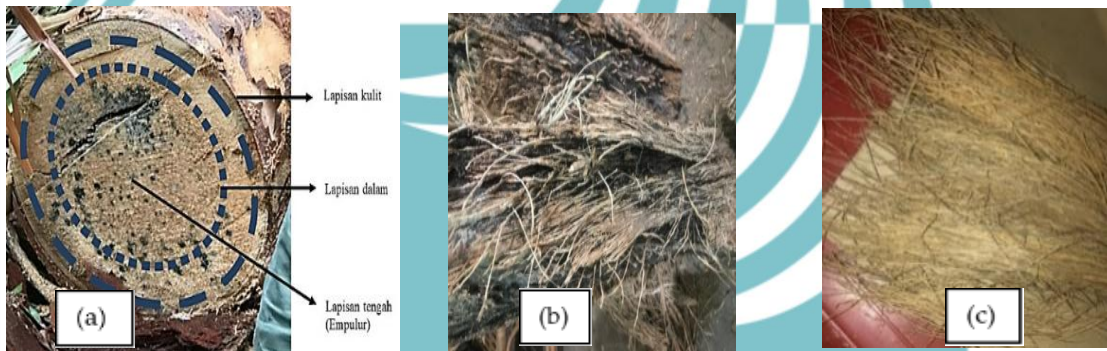
Dengan meningkatnya kesadaran akan isu ramah lingkungan, penggunaan material berbahan komposit semakin meluas, dari peralatan rumah tangga hingga sektor industry [1]. Material komposit yang terbuat dari serat alam, seperti serat limbah empulur sagu, menawarkan alternatif

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

yang berkelanjutan dengan menjadikan komposit yang diperkuat serat mempunyai kombinasi motif karakter ganda, kekuatan sekaligus ringan [2]. Dibandingkan serat sintetis yang memiliki kelemahan dalam biodegradabilitas dan memerlukan biaya pengolahan yang relative tinggi [3].

Sagu (*metroxylon sp*) merupakan tumbuhan yang tersimpan pati pada batangnya (*metro: empulur, xylon; xylem, sagu: pati*), ini adalah tanaman asli Indonesia [4]. Sagu merupakan tanaman yang mempunyai nilai ekonomi cukup banyak, karena seluruh bagian sagu seperti daun, batang, kulit kayu, pati, dan empulur sagu dan mempunyai banyak manfaat, batang sagu terdiri dari lapisan luar padat dan lapisan dalam yang mengandung serat dan pati, kulit luarnya keras dan tebalnya 3 cm sampai 5 cm. struktur batang sagu dimulai dari permukaan luar yang mempunyai lapisan urat, lapisan tipis kulit luar berwarna kemerahan dan lapisan kulit dalam berwarna coklat yang keras dan padat [5]. Serat limbah empulur sagu terletak pada jaringan kayu dan membentuk bagian tengah batang. Dapat dilihat pada Gambar 1.(a), (b), dan (c).



Gambar 1. (a) Penampang batang sagu, dari desa Rutong-Maluku-Indonesia tahun 2024, (b) Lapisan tengah empulur pohon sagu, (c) serat empulur sagu.

Bumper mobil umumnya terbuat dari bahan metal ringan seperti alumunium alloy atau pelat baja ringan tipis [6]. Seiring berkembangnya teknologi, banyak bumper mobil yang terbuat dari bahan komposit yang diperkuat dengan serat alami, karakteristik standar bumper diperoleh dalam penelitian ini, melalui beberapa pengujian mekanis yaitu uji tarik, uji tekuk, dengan variasi fraksi volume untuk mendapatkan kekuatan dari komposit. Salah satu adalah pengujian tarik yang menyatakan bahwa standar kuat tarik bumper adalah 8,09 MPa, yang mengacu pada standar society of automotive engineering (SAE) J 1717 [7].

Untuk pertama kalinya dalam pembuatan bumper mobil menggunakan material komposit antara serat alam limbah empulur sagu sebagai penguat dengan *matrix polyester* sebagai pengikat, dengan susunan serat acak silang kontinyu melalui perlakuan alkali (Natrium Hidroksida/ NaOH) sebanyak 10% perliter aquabidest selama 60 menit dan perendaman larutan silane sebanyak 4% perliter aquabidest dengan fraksi volume dalam waktu 20 menit, 40 menit dan 60 menit terhadap serat, melakukan pembuatan sampel komposit sebanyak tiga (3) spesimen tiap fraksi volume sehingga komposit berjumlah 54 data spesimen untuk *tensile test* dan *bend test*. Dengan variasi fraksi adalah, (A) 16% / (B) 84% .(A) 24% / (B) 76% dan (A) 32% / (B) 68%, dimana (A) adalah serat sagu dan

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

(B) adalah resin polyester, dilakukan untuk mendapatkan material suku cadang bumper mobil yang berkualitas dan ringan berbahan komposit [8].

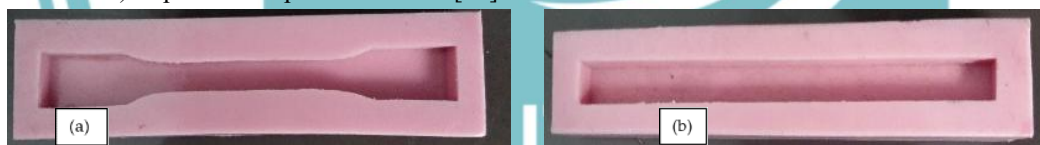
Tujuan yang akan dicapai dalam penelitian ini, membuat spesimen komposit , *tensile test*, *bend test*, serta dilakukan pengujian, untuk pemodelan ketahanan mekanik dan mendapatkan sifat mekanik komposit diperkuat serat limbah empulur sagu dengan acuan hasil tertinggi nilai kekuatan uji dari *specimen tensile test* [9]

2. Material dan metodologi

Jenis penelitian ini eksperimen (experimental research) pembuatan spesimen komposit *tensile test*, *bend test* pada Laboratorium material Politeknik Negeri Jakarta, pengujian sifat mekanisnya dilakukan pada Laboratorium Fakultas Teknik Universitas Indonesia, yang bertujuan untuk meneliti kemungkinan adanya hubungan keterkaitan sebab akibat dengan memberikan kepada satu atau lebih kelompok eksperimental dengan lebih dari satu kondisi perlakuan dan kemudian membandingkan [10].

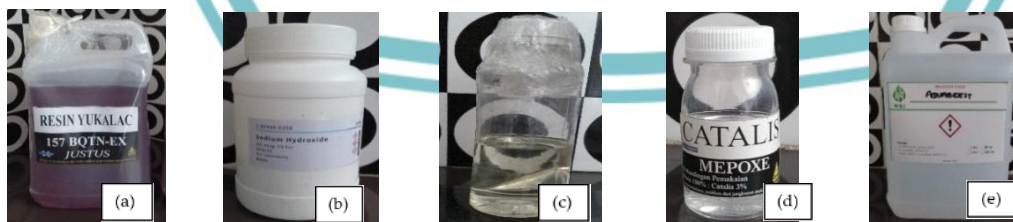
2.1 Alat dan bahan.

Alat cetak komposit berbahan silikon yang di bentuk sesuai ukuran serta dimensinya sesuai standar spesimen *tensile test* ASTM 638-03 (*Type-I*) dan standar spesimen *bend test* ASTM 790-03 (*Three Point*). dapat di lihat pada Gambar 2 [11].



Gambar 2. Cetakan silikon, (a) cetakan *tensile test*, (b) cetakan *bend test*

Penelitian ini memanfaatkan bahan anatallain: Serat limbah empulur sagu, dilihat pada Gambar 1.(c). Resin polyester Spesifikasi Unsaturated Polyester Resin Yukalac 157® BQTN-EX PT Justus sakti raya [12]. dilihat pada Gambar 3.(a). Natrium Hidrosida (NaOH) dilihat pada Gambar 3.(b). Larutan silane Treatment [13]. Dilihat pada Gambar 3.(c). Katalis *Methyl Ethyl Keton Peroxide* (MEKPO), dilihat pada Gambar 3.(d) dan Aquabidest dilihat pada Gambar 3.(e)



Gambar 3. (a) Resin *polyester*, (b) NaOH, (c) Vinyltrimethoxysilane, (d) Katalis, (e) Aquabidest [14].



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2.2 Metode

Penelitian ini dilakukan pada material komposit antara serat limbah empulur sagu sebagai penguat dan resin *polyester* sebagai pengikat, dimana serat telah melalui proses alkali dan perendaman dengan larutan silane. Untuk pengambilan sampel terbagi dalam tiga variabel, dapat dilihat pada Tabel 1

Tabel 1. Metode pengambilan sampel

Nomor	Variabel	Keterangan
1	Variabel bebas	a) Perbandingan fraksi volume serat acak silang kontinyu limbah empulur sagu dengan tanda abjad (A), dan resin polyester dengan tanda abjad (B) dengan variasi perbandingan: (A) 16% / (B) 84%, (A) 24% / (B) 76%, (A) 32% / (B) 68%. b) Perendaman Serat dengan NaOH 10% selama 60 Menit. c) Perendaman serat dengan larutan silane 4%, selama 20, 40 dan 60 menit setelah melalui perlakuan NaOH.
2	Variabel terkait	a) Pengujian Tarik, spesimen uji. ASTM 638-03 (Type-I). b) Pengujian tekuk, spesimen uji. ASTM 790-03 (Three Point)
3	Variabel terkontrol	a) Serat limbah empulur sagu. b) Resin <i>Polyester</i> . c) Natrium Hidroksida (NaOH). d) <i>Silane Treatment</i> . e) Katalis. f) Aquabidest.

Untuk metode analisis data penelitian ini menggunakan model varian satu arah dengan pengulangan data 3 kali tiap fraksi volume masing-masing pengujian komposit sehingga jumlah data pengujian sebanyak 54 data spesimen terbagi dari 27 spesimen *tensile test*, dan 27 spesimen *bend test* dapat dilihat pada Table 2.

Tabel 2. Rancangan penelitian data spesimen kekuatan mekanis

Fraksi Volume (%)	Pengujian spesimen komposit					
	<i>Tensile test</i>			<i>Bend test</i>		
	<i>Time treatment</i> NaOH 60 menit dan perendaman silane ('/menit)			<i>Time treatment</i> NaOH 60 menit dan perendaman silane ('/menit)		
	20'	40'	60'	20'	40'	60'
A / B						
16 / 84	3x	3x	3x	3x	3x	3x
24 / 76	3x	3x	3x	3x	3x	3x
32 / 68	3x	3x	3x	3x	3x	3x

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Prosedur pengujian dan analisis data penelitian dijelaskan menggunakan diagram blok, dapat dilihat pada Gambar 4

Input	Process	Output
• Perendaman serat dengan NaOH 10% perliter aquabidest selama 60 menit • Perendaman serat dengan larutan silane 4% perliter aquabidest selama 20 menit, 40 menit dan 60 menit.	• Pembuatan spesimen komposit sesuai standar ASTM, <i>tensile test</i>, <i>bend test</i>. • Pengujian spesimen pada Universal Testing Machine.	• Analisis hasil <i>tensile test</i>, <i>bend test</i>. • Mendapatkan nilai kekuatan mekanis tertinggi dari spesimen uji.

Gambar 4. Diagram blok penelitian

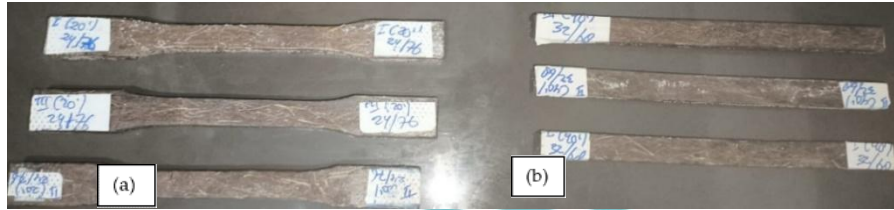
2.2.1 Langkah-langka pembuatan spesimen komposit.

1. Penyediaan serat. Pengambilan serat limbah empulur sagu, dari pohon sagu yang sudah tidak berproduksi lagi dan sudah di tebang, membersihkan serat dari sisa-sisa empulur sagu, di jemur hingga kering di udara terbuka.
2. Proses perendaman serat memakai larutan NaOH. Pemotongan serat ± 20 cm untuk direndam dengan larutan Natrium hidroksida (NaOH) dengan konsentrasi 10% per liter aquabidest selama 60 menit, kemudian serat di angkat, dibilas dengan air bersih, didiamkan sampai kering pada suhu ruang.
3. Proses perendaman serat memakai larutan silane. Menyiapkan larutan silane 4% per liter aquabidest, rendam serat yang sudah kering setelah melalu proses alkali dengan variasi waktu 20, 40, dan 60 menit.
4. Setelah serat kering, serat di potong ± 1 cm untuk proses cetakan, campurkan dengan resin poliester sesuai dengan fraksi volume yang di tentukan pada Tabel 2.
5. Pencetakan spesimen, dengan metode *hand lay-up* dimana tuangkan campuran serat dan resin yang sudah di timbang kedalam cetakan sesuai spesifikasi standar, dan pastikan semua serat terlapsi resin dengan baik dan tidak ada gelembung udara yang terperangkap.
6. Biarkan spesimen dalam cetakan mengering sesuai waktu yang di perlukan agar mencapai kekuatan yang di inginkan.

Setelah langkah-langkah diatas dilakukan, terbentuklah spesimen *tensile test* dan spesimen *bend test* sesuai fraksi volume. Berikut contoh satu fraksi volumen komposit dapat dilihat pada Gambar 4. (a) dan (b).

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Gambar 4. (a) spesimen *tensile test* dengan fraksi volume (A) 24% / (B) 76%,
(b) spesimen *bend test* dengan fraksi volume (A) 32% / (B) 68%.

3. Hasil dan pembahasan

Dalam penelitian ini hasil dan pembahasan difokuskan pada nilai kuat tarik dari *tensile test*, sehingga menjadi acuan dalam menyesuaikan nilai dari *bend test*.

3.1 Pengujian komposit *tensile test*

Pengujian *tensile test* dilakukan sebanyak 27 sampel dengan pengulangan data 3 kali tiap fraksi volume. Dari hasil pengujian mendapatkan data Maximum point Stress, dapat dilihat pada Tabel 3, dan grafik perhitungan nilai rata-rata pada tiga spesimen setiap fraksi volume dapat dilihat pada Gambar 5

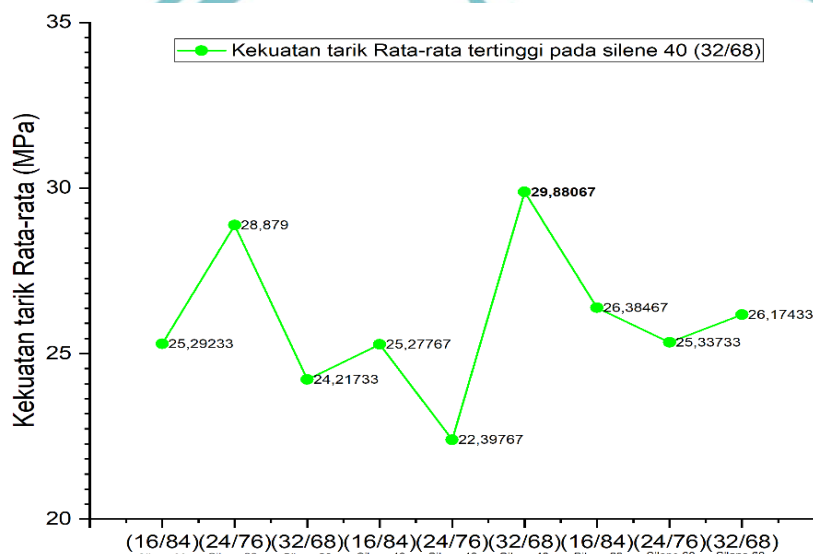
Tabel 3. Data hasil Maximum point stress (MPa) dari pengujian tarik

Fraksi	Maximum Point Stress (MPa)			
Volume	Time treatment NaOH 60' dan perendaman silane			
(%)	20 menit			
A / B	Spesimen I. (MPa)	Spesimen II. (MPa)	Spesimen III. (MPa)	Rata-rata (MPa)
16 / 84	21,28200	25,93300	28,66200	25,29233
24 / 76	27,498	29,393	29,746	28,879
32 / 68	24,06500	24,95000	23,63700	24,21733
Fraksi	Time treatment NaOH 60' dan perendaman silane			
Volume	40 menit			
(%)	Spesimen I. (MPa)	Spesimen II. (MPa)	Spesimen III. (MPa)	Rata-rata (MPa)
16 / 84	24,35800	23,67600	27,79900	25,27767
24 / 76	21,63400	20,11300	25,44600	22,39767
32 / 68	26,79000	31,20000	31,65200	29,88067
Fraksi	Time treatment NaOH 60' dan perendaman silane			
Volume	60 menit			

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

(%) A / B	Spesimen I. (MPa)	Spesimen II. (MPa)	Spesimen III. (MPa)	Rata-rata (MPa)
16 / 84	29,79800	25,99000	23,36600	26,38467
24 / 76	29,77000	21,98200	24,26000	25,33733
32 / 68	30,50100	28,10300	19,91900	26,17433



Gambar 5. Grafik nilai rata-rata Maximum point stress *tensile test*, pada tabel 3

Data *tensile test* pada gambar 5, menunjukkan bahwa kuat tarik mengalami peningkatan seiring dengan lama perendaman saret pada larutan silane selama 40 menit, dengan nilai puncak sebesar 29,88067 MPa, untuk fraksi komposit serat acak limbah empulur sagu sebesar volume 32% dengan matriks polyester 68%.

Peningkatan nilai kuat tarik yang berbanding lurus pada tabel 3. Tepatnya pada fraksi volume 32%/68% silan 40 menit untuk sampel komposit satu sampai tiga, menunjukkan fraksi volume serat yang lebih tinggi umumnya meningkatkan kekuatan komposit karena kapasitas menahan beban serat yang lebih unggul dibandingkan dengan matriks. Namun, fraksi volume serat yang berlebihan melemahkan ikatan serat-matriks. Kekuatan komposit juga dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti perlakuan serat pada larutan silana, penempatan serat selama pemrosesan, bentuk dan orientasi serat, suhu pemrosesan, dan pembentukan rongga pada komposit.

3.2 Pengujian komposit *bend test*.

Data hasil pengujian kekuatan *bend test* mengacu pada hasil kekuatan tertinggi pada *tensile test*, hasil *tensile test* tertinggi pada spesimen dengan fraksi volume 32% / 68 % dengan lama perendaman serat pada larutan silane selama 40 menit sehingga hasil *bend test* dengan fraksi volume tersebut

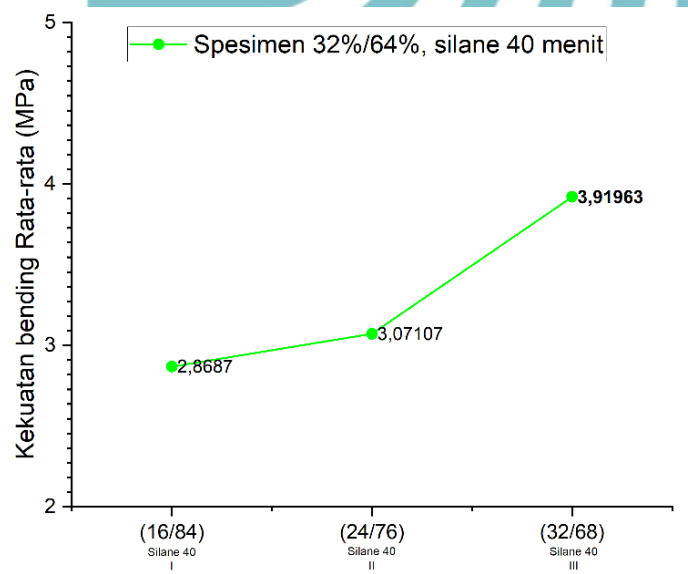
Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

nilainya dapat dilihat pada Tabel 4, dan grafik perhitungan nilai rata-rata dapat dilihat pada Gambar 6.

Tabel 4. Data hasil Maximum Point Stress (MPa), pengujian bending fraksi folume 32%/68% lama perendaman silane 40 menit

Fraksi Volume (%) A / B	Maximum Point Stress (MPa)			
	Time treatmen NaOH 60' dan perendaman silane			
	40 menit			
	Spesimen I. (MPa)	Spesimen II. (MPa)	Spesimen III. (MPa)	Rata-rata (MPa)
16 / 84	3,0442	2,8260	2,7359	2,8687
24 / 76	2,86870	3,08520	3,25930	3,07107
32 / 68	3,71610	3,78680	4,25600	3,91963



Gambar 6. Grafik nilai rata-rata Maximum point stress *bend test*, pada tabel 4

Data *bend test* pada gambar 6 menunjukkan bahwa kekuatan bending mengalami peningkatan seiring dengan lama perendaman saret pada larutan silane selama 40 menit, dengan nilai puncak sebesar 3,91963 MPa, untuk fraksi komposit serat acak limbah empulur sagu sebesar volume 32% dengan matriks polyester 68%.

Komposisi dan distribusi serat yang tidak merata mempengaruhi karakteristik mekanik komposit, oleh karena itu ketika jumlah serat meningkat dan kesulitan dalam menempatkannya di dalam cetakan karena matriks yang memiliki volume lebih sedikit, ditambah dengan sifat getas dari matriks, hal ini menyebabkan ikatan permukaan tidak optimal, akibatnya, elastis kompoist akan berkurang.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

4. Kesimpulan

Berlandaskan hasil analisis dan pembahasan, dapat di simpulkan sebagai berikut:

1. Varisi demonstrasi fraksi volume serat sangat berpengaruh terhadap kekuatan tarik dan bending, diketahui kekuatan tarik tertinggi ialah **31,65200 MPa** terdapat pada spesimen komposit ke tiga, dengan nilai rata-rata antar satu sampi tiga komposit yaitu **29,88067 MPa**, dengan presntasi fraksi volume serat 34% dengan perlakuan perendaman serat dengan larutan silane 40 menit, dengan nilai kekuatan bending pada fraksi volume yang sama dengan perndaman serat dengan silane 40 menit yaitu pada spesimen ke tiga **4,25600 MPa** dengan nilai rata-rata ketiga spesimenya **3,91963 MPa**, dengan nilai ini dapat menawarkan potensi penggunaan komposit berbasis serat limbah empulur sagu sebagai bahan pengganti yang berkelanjutan dalam pembuatan suku cadang mobil, khususnya bumper.
2. Nilai Maximum Point Stress yang terendah pada *tensile test* yaitu 19,91900 MPa, terdapat pada spesimen ketiga dengan fraksi volumen 36% / 64% dengan waktu perendaman serat dengan larutan silane selama 60 menit.
3. Ketika proses pencetakan komposit harus di perhatikan peletakan serat secara merata, karena berpengaruh terhadap hasil cetakan dan sifat mekanik dari komposit.
4. Saat komposit terjadi void tidak bisa di hindari, tetapi upayakan meminimalisir agar hasil cetakan saat di uji mendapatkan sifat mekanis yang maksimal.
5. Penting dilanjutkan penelitian tentang variasi fraksi volume, untuk pengujian tarik ataupun pengujian bending, supaya dapat mengetahui maksimum kekuatan varisai presentasi fraksi volume.

Ucapan terima kasih

Ucapan Terima Kasih disampaikan kepada semua pihak yang telah membantu dalam penelitian ini, terlebih khusus buat Ketua Program Pascasarjana, Politeknik Negeri Jakarta, kepala Laboratorium Fakultas Teknik Universitas Indonesia dalam menyedia fasilitas ruangan bagi pelaksanaan penelitian ini.

.Daftar Pustaka

- [1] P. Wadah and M. Dan, "BAHAYA KANDUNGAN ZAT KIMIA PADA PLASTIK SEBAGAI PENGGUNAAN WADAH MAKANAN DAN MINUMAN Anisa Difa Siregar," vol. x, pp. 20–31, 2024.
- [2] R. Damian, N. Bifel, E. U. K. Maliwemu, D. G. H. Adoe, and J. T. Mesin, "Pengaruh Perlakuan Alkali Serat Sabut Kelapa terhadap Kekuatan Tarik Komposit Polyester," *LONTAR J. Tek. Mesin Undana*, vol. 2, no. 1, pp. 61–68, 2015.
- [3] A. A. K. Putri, Fatriani, and T. Satriadi, "PEMANFAATAN POHON SAGU (Metroxylon sp) DAN KUALITAS Utilization Sago (Metroxylon sp) and Starch Quality From Salimuran



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- Village Kusan Hilir Districts Tanah Bumbu Regency South Kalimantan,” *J. Sylva Sci.*, vol. 02, no. 6, pp. 1083–1092, 2019.
- [4] K. Jenis *et al.*, “MALUKU Diversity of Types and Potential of Sago Starch (Metroxylon Sp) in Buano Island , West Part of Seram District Maluku Province,” vol. 13, no. 1, 2025.
 - [5] K. Habitat, T. Sagu, D. I. Pulau, and L. B. Prasetyo, “Karakteristik Habitat Tumbuhan Sagu,” pp. 33–44, 2007.
 - [6] R. Saputra, K. Kardiman, D. T. Santoso, and A. I. Imran, “Analisis Sifat Mekanis dan Sifat Fisis pada Komposit Serat Sabut Kelapa Serat Bambu Matriks Epoxy Sebagai Material Bumper Mobil,” *J. Rekayasa Mesin*, vol. 17, no. 1, p. 37, 2022, doi: 10.32497/jrm.v17i1.3014.
 - [7] J. T. Mesin *et al.*, “Sifat Mekanik Komposit Serat Pelepah Kelapa Sawit sebagai Penguat Komposit Terhadap Kekuatan Tarik dan Impak serat pandan wangi serta pengisi serbuk gergaji kayu , penelitian ini menggunakan metode hand polypropylene untuk pembuatan bumper mobil menggunakan metode hot press . Papan,” vol. 3, no. 4, 2024.
 - [8] Asiva Noor Rachmayani, *No 主観的健康感を中心とした在宅高齢者における 健康関連指標に関する共分散構造分析* Title. 2015.
 - [9] B. Sulaeman and R. Natsir, “Serat Pelepah Sagu Sebagai Alternatif Pengganti Serat Sintesis Fiberglass,” *PENA Tek. J. Ilm. Ilmu-Ilmu Tek.*, vol. 6, no. 1, p. 14, 2021, doi: 10.51557/pt_jiit.v6i1.631.
 - [10] W. Tanoto, “Pengaruh Orientasi Arah Serat Terhadap Kekuatan Tarik dan kekuatan Bending Komposit Berpenguat Serat E-Glass,” *Jtm*, vol. 9, no. 3, pp. 53–58, 2021.
 - [11] “(11) Volume 04-09.pdf.crdownload.”
 - [12] H. Hestiawan, Jamasri, and Kusmono, “Pengaruh Penambahan Katalis Terhadap Sifat Mekanis Resin Poliester Tak Jenuh,” *Teknosia*, vol. 3, no. 1, pp. 1–7, 2017.
 - [13] T. Aziz *et al.*, “Recent Progress in Silane Coupling Agent with Its Emerging Applications,” *J. Polym. Environ.*, vol. 29, no. 11, pp. 3427–3443, 2021, doi: 10.1007/s10924-021-02142-1.
 - [14] S. Anwar, E. Yulianti, A. Hakim, A. G. Fasya, B. Fauziyah, and R. Muti’ah, “UJI TOKSISITAS EKSTRAK AKUADES (SUHU KAMAR) DAN AKUADES PANAS (70 oC) DAUN KELOR (Moringa oleifera Lamk.) TERHADAP LARVA UDANG Artemia salina Leach,” *Alchemy*, vol. 3, no. 1, pp. 84–92, 2014, doi: 10.18860/al.v0i0.2900.