



Analisis Panjang Serat dan Durasi Perendaman NaOH terhadap Kekuatan Tarik Komposit Epoksi Berpenguat Bulu Kambing

Prima Rifqi Firdaus¹, Syamsul Hadi^{2*}, Satria Ageng Gigih Santoso³

^{1,3} Program Studi Teknik Mesin Produksi dan Perawatan, Politeknik Negeri Malang, Indonesia

² Program Studi Doktor Terapan Optimasi Desain Mekanik, Politeknik Negeri Malang, Indonesia

*Penulis Korespondensi: syampol2003@yahoo.com

Abstract. The problem with previous studies was the use of polyester resin as a matrix in kacang goat hair fiber composites, whereas in the latest study, epoxy resin was used, which has not been widely used. The aim was to obtain the tensile strength of composites that could be used as an alternative material for fan blades. The research method used was experimental with composite fabrication using the hand lay-up method, varying fiber lengths of 10 mm, 20 mm, and 30 mm, and varying immersion times in a 5% NaOH solution for 25, 50, 75, and 100 minutes. Tensile strength testing was carried out using the ASTM D638 standard with a total of 36 specimens. The test results showed that specimens with a fiber length of 30 mm and a soaking time of 50 minutes produced the highest tensile strength of 28.69 MPa, while the lowest tensile strength of 15.38 MPa was obtained in specimens with a fiber length of 10 mm and a soaking time of 100 minutes. This indicates that the highest tensile strength value is 46.37% greater than the lowest value, so the combination of a fiber length of 30 mm and a soaking time of 50 minutes is determined to be the optimal parameter in this study.

Keywords: Composite; Epoxy Resin; Kacang Goat Hair; NaOH Immersion; Tensile Test.

Abstrak. Permasalahan pada penelitian sebelumnya adalah penggunaan resin polyester sebagai matriks pada komposit serat bulu kambing kacang, sedangkan dalam penelitian terakhir digunakan resin epoksi yang belum banyak dilakukan. Tujuannya adalah memperoleh kekuatan tarik komposit yang dapat digunakan sebagai alternatif bahan sudu kipas angin. Metode penelitian yang digunakan adalah eksperimental dengan pembuatan komposit menggunakan metode hand lay-up, variasi panjang bulu 10 mm, 20 mm, dan 30 mm, serta variasi waktu perendaman dalam larutan NaOH 5% selama 25, 50, 75, dan 100 menit. Pengujian kekuatan tarik dilakukan menggunakan standar ASTM D638 dengan total spesimen sebanyak 36 buah. Hasil pengujian menunjukkan bahwa spesimen dengan panjang serat 30 mm dan waktu perendaman 50 menit menghasilkan kekuatan tarik tertinggi sebesar 28,69 MPa, sedangkan kekuatan tarik terendah sebesar 15,38 MPa diperoleh pada spesimen dengan panjang serat 10 mm dan durasi perendaman 100 menit. Hal ini menunjukkan bahwa nilai kekuatan tarik tertinggi 46,37% lebih besar dibandingkan nilai terendah, sehingga kombinasi panjang serat 30 mm dan perendaman 50 menit ditetapkan sebagai parameter optimal dalam penelitian.

Kata kunci: Bulu Kambing Kacang; Komposit; Perendaman NaOH; Resin Epoxy; Uji Tarik.

1. LATAR BELAKANG

Bahan komposit berbasis serat alam saat ini menjadi fokus pengembangan sebagai alternatif bahan struktural ringan, terutama untuk aplikasi seperti baling-baling kipas angin. Bahan komposit berbasis serat alami karena sifatnya yang ringan, dan ramah lingkungan. Salah satu potensi serat alami yang masih jarang diteliti adalah bulu kambing kacang atau jenis kambing jawa, yang dapat dimanfaatkan sebagai penguat dalam bahan komposit. Komposit merupakan hasil perpaduan dari dua atau lebih bahan berbeda yang membentuk suatu bahan baru dengan sifat yang lebih unggul dibandingkan sifat tiap bahan aslinya (Syaukani et al., 2021). Penelitian berfokus pada pengaruh panjang bulu kambing dan durasi perendaman dalam larutan natrium hidroksida (NaOH) terhadap kekuatan tarik komposit berbasis resin epoksi. Proses pembuatan komposit dengan menggunakan metode hand lay-up (Aljabir, 2018), Sedangkan ASTM D638 digunakan sebagai standar dalam penerapan uji Tarik (Anonim,

2016). Dengan semakin meningkatnya kebutuhan bahan alternatif yang berkelanjutan, studi diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan bahan komposit berbasis serat alami untuk berbagai aplikasi, termasuk baling-baling kipas angin. Pada kombinasi serat karbon woven roving dan serat kaca (*woven roving* dan *chopped strand mat*) dalam bentuk laminasi hybrid, dan menunjukkan bahwa konfigurasi 2C-3An (2 lapis serat karbon dan 3 lapis serat gelas anyam) menghasilkan kekuatan tarik senilai 219 MPa sehingga direkomendasikan untuk aplikasi sudu turbin Savonius (Shomad et al., 2020).

Sejumlah penelitian terdahulu telah mengkaji pengaruh panjang serat dan perlakuan alkali pada serat alam dalam komposit. Membuktikan bahwa panjang serat merupakan salah satu faktor penting yang mempengaruhi kekuatan mekanik komposit. Panjang serat yang optimal dapat membantu distribusi tegangan lebih merata di dalam matriks sehingga meningkatkan kekuatan tarik bahan. Penelitian terdahulu pada serat kulit buah pinang menunjukkan bahwa panjang serat 30 mm menghasilkan kekuatan tarik minimum senilai 13,677 MPa (Kencanawati et al., 2019). Hasil penelitian menunjukkan bahwa kekuatan tarik minimum senilai 43,08 MPa diperoleh pada panjang serat 5 cm. Hal tersebut dikarenakan distribusi serat widuri dan matriks polyester yang lebih merata, sehingga menghasilkan ikatan antarmuka yang baik. Sebaliknya, pada panjang serat yang lebih pendek 1 cm dan 3 cm, kekuatan tarik menurun signifikan hingga 28,41 MPa akibat konsentrasi tegangan tinggi di ujung-ujung serat dan lemahnya ikatan antar komponen, yang ditandai dengan fenomena *fiber pull-out* (Beliu et al., 2016). Perendaman serat bulu kambing jawa dalam larutan NaOH 5% selama 60 menit menghasilkan kekuatan tarik optimal senilai 19, 254 MPa, sementara konsentrasi NaOH yang lebih tinggi justru menurunkan kekuatan tarik akibat degradasi serat. Durasi perendaman yang terlalu lama dapat mengurangi ketahanan mekanik serat akibat degradasi struktur serat (Wahono, 2015). Penelitian membuktikan bahwa perendaman serat bulu kambing jawa dalam larutan NaOH dengan konsentrasi 5% selama 60 menit menghasilkan kekuatan tarik senilai 19, 254 MPa. Konsentrasi larutan NaOH di bawah 5% senilai 4% dan di atas 5% senilai 6%, 7% justru menghasilkan kekuatan tarik yang lebih rendah (Prasetyo, 2015). Berdasarkan penelitian tersebut, studi berfokus untuk mengkaji lebih dalam efek kombinasi panjang bulu kambing dan durasi perendaman terhadap kekuatan tarik komposit. Metode penelitian yang digunakan adalah Anova dua arah metode ini digunakan untuk menguji pengaruh dua variabel bebas serta interaksinya terhadap satu variabel terikat. Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui pengaruh panjang bulu kambing dan durasi perendaman terhadap kekuatan tarik komposit.

2. KAJIAN TEORITIS

Komposit

Secara umum, bahan komposit adalah material yang tersusun dari dua atau lebih bahan berbeda yang digabungkan sehingga membentuk satu material baru dengan sifat yang lebih baik. Kombinasi antara matriks dan penguat dapat bervariasi, baik menggunakan partikel halus maupun serat sebagai elemen pengisi. Saat ini, komposit berbasis serat banyak digunakan dalam bidang teknik karena memiliki rasio kekuatan dan kekakuan yang lebih tinggi dibandingkan material konvensional (Lubis, 2018).

Serat Alam

Serat alam atau bisa dibilang sebagai serat alami yang biasanya didapat dari serat tumbuhan seperti pohon bambu, pohon kelapa, pohon pisang serta tumbuhan lain yang terdapat serat pada batang maupun daunnya. Serat alam yang berasal dari binatang, antara lain sutera, ilama (Widiarta et al., 2017). Selain hal tersebut penelitian menggunakan bulu kambing kacang sebagai penguat. Serat alami berbasis keratin seperti bulu kambing, wol, dan bulu unggas telah menunjukkan potensi sebagai material penguat dalam struktur komposit karena sifatnya yang biodegradable, mudah diperoleh, serta mampu meningkatkan karakteristik mekanik apabila mendapatkan perlakuan awal yang tepat (Mishra et al., 2024).

Resin Epoxy

Epoksi merupakan jenis resin yang paling umum digunakan pada struktur komposit berkinerja tinggi karena memiliki keunggulan dibandingkan matriks termoset lainnya, seperti penyusutan yang rendah, daya rekat yang tinggi, kekuatan mekanik yang sangat baik (Sujon et al., 2020). Resin epoksi terbentuk melalui suatu reaksi kimia dengan mencampurkan resin dan hardener dalam satu wadah, yang 11 kemudian memicu proses pengerasan (polimerisasi). Setelah proses selesai dan resin mengeras, katalis atau hardener sendiri merupakan bahan campuran pada resin yang berfungsi mempercepat proses pengeringan melalui pelepasan panas, yang selanjutnya membantu proses pengerasan dan meningkatkan kekuatan bahan. apabila jumlah katalis atau hardener yang dicampurkan terlalu banyak, maka panas yang dihasilkan selama proses curing (pengurangan kadar air) menjadi berlebihan dan dapat berdampak negatif terhadap kualitas komposit yang dihasilkan (Sutrisno et al., 2020).

Panjang Serat

Panjang serat dalam pembuatan komposit berpengaruh terhadap kekuatan Bahan. Dalam campuran komposit, serat dapat digunakan dalam dua bentuk, yaitu serat pendek dan serat panjang. Serat panjang umumnya memiliki kekuatan lebih tinggi dibandingkan serat pendek. Namun, serat pendek lebih mudah dalam proses penataan atau peletakan saat pembuatan

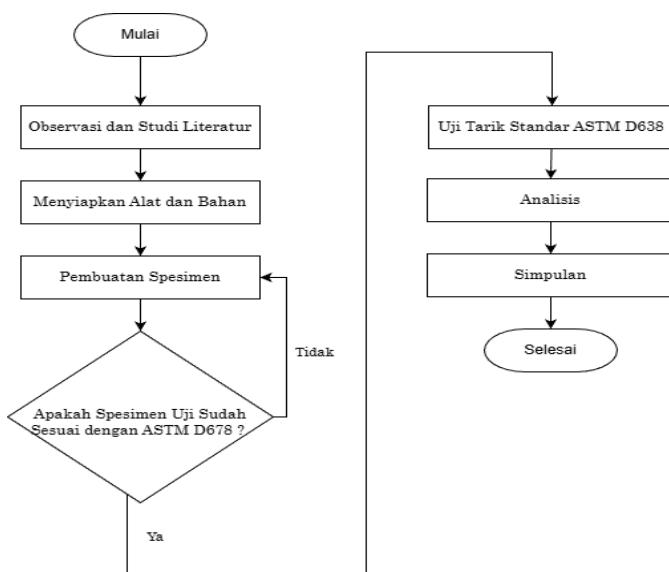
komposit. Serat alami, jika dibandingkan dengan serat sintetis, memiliki panjang yang tidak seragam tergantung pada jenisnya (Darwis, 2022).

Durasi Perendaman

Durasi perendaman merupakan salah satu faktor penting dalam perlakuan serat untuk meningkatkan kualitasnya. Perlakuan tersebut biasanya dilakukan secara kimiawi, seperti menggunakan larutan natrium hidroksida, yang berfungsi untuk membersihkan permukaan serat dari kotoran. Proses alkali juga mampu memodifikasi struktur dasar serat, sehingga permukaannya menjadi lebih aktif dan tekanan permukaannya menurun. Hal tersebut membantu memperkuat ikatan antara serat alami dan matriks dalam bahan komposit (Mul'aim et al., 2024).

3. METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini disusun diagram alir penelitian sebagaimana pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian.

Variabel Penelitian

Dua jenis variabel digunakan dalam penelitian ini, yaitu variabel dependen (terikat) dan variabel independen (bebas). Variabel dependen merupakan keluaran yang dipengaruhi oleh perubahan variabel lain, sementara variabel independen berperan sebagai faktor yang menyebabkan perubahan tersebut. Penelitian menggunakan dua variabel bebas, yaitu panjang bulu kambing 10 mm, 20 mm dan 30 mm serta durasi perendaman NaOH selama 25, 50, 75 dan 100 menit, variabel terikat dalam penelitian adalah uji tarik dan ada variabel terkontrol meliputi bulu kambing kacang yang digunakan 30% dan resin epoxy 70% dengan

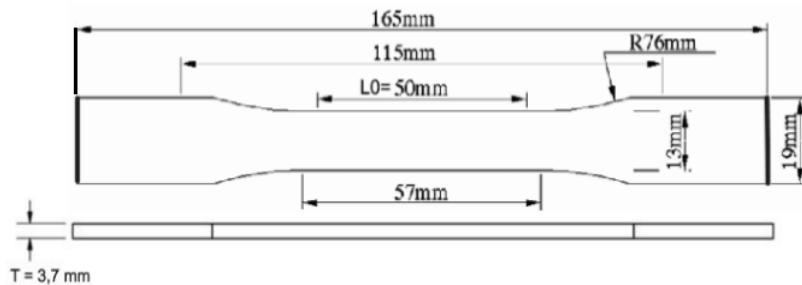
perbandingan 2:1, menggunakan larutan NaOH senilai 5%. dan metode pembuatan komposit menggunakan *hand lay-up* dengan 3 lapis.

Pembuatan Spesimen

Spesimen komposit dibuat dari bulu kambing kacang yang sudah direndam menggunakan NaOH 5% selama 25 menit, kemudian dibilas hingga bersih kemudian dikeringkan dibawah terik matahari hingga bulu kambing kacang kering, selanjutnya setelah bulu kambing kacang tersebut kering dilakukan pemotongan bulu dengan ukuran masing-masing 10 mm kemudian dilakukan pembuatan spesimen dengan metode *hand lay-up* dengan matriks resin epoxy sesuai dengan ASTM-D638 seperti pada gambar 2.

Uji Tarik

Uji tarik merupakan metode uji merusak pada bahan yang bertujuan untuk mengetahui sifat mekaniknya dengan memberikan gaya tarik pada spesimen, sehingga dapat diamati sejauh mana bahan mengalami deformasi (Laksono et al., 2020)



Gambar 2. Spesimen Uji Tarik.

Dalam pengujian, peneliti memilih ASTM D638 sebagai standar uji tarik karena standar tersebut umum digunakan untuk menguji sifat tarik bahan berbasis polimer.

Rumus Kekuatan Tarik

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

σ : Kekuatan Tarik (N/mm²)

F : Gaya (N)

A : Luas Penampang (mm)

Rumus Regangan

$$\varepsilon = \frac{l_1 - l_0}{l_0} = \frac{\Delta l}{l_0} \times 100\%$$

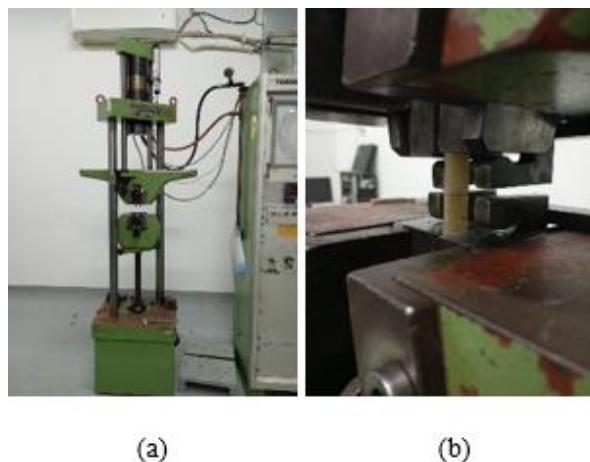
ε : Regangan tarik (%)

l_0 : Panjang spesimen yang diamati (mm)

l_1 : Panjang spesimen setelah putus (mm)

ΔL : Pertambahan panjang (mm)

Universal testing machine dapat digunakan dalam berbagai uji diantaranya uji tarik ataupun uji tekan sebagaimana Gambar 3



Gambar 3. (a) Mesin Uji Tarik (b) Posisi Spesimen Uji Tarik Terhadap Rahang Penjepit .

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian tarik yang telah dilakukan menggunakan mesin uji tarik dengan mengacu pada standar ASTM D638, yaitu standar pengujian tarik untuk bahan komposit berbasis polimer. Berdasarkan hasil pengujian, diperoleh nilai kekuatan tarik dari masing-masing variasi panjang bulu kambing 10 mm, 20 mm, dan 30 mm serta variasi durasi perendaman dalam larutan NaOH 5% 25, 50, 75, dan 100 menit. Adapun contoh perhitungan dan data lengkap hasil pengujian tersebut dapat dilihat pada Tabel 1

Contoh perhitungan :

Diketahui nilai pada tabel 1 menunjukkan beban tarik senilai 98,8 kg dan pertambahan panjang spesimen senilai 10,04 mm. Beban tarik kemudian dikonversi ke dalam satuan Newton dengan mengalikan $98,8 \text{ kg} \times 9,8 \text{ m/s}^2$ sehingga diperoleh hasil senilai 968,24 Newton. Setelah beban tarik dinyatakan dalam satuan Newton, langkah selanjutnya adalah memasukkan nilai tersebut ke dalam rumus tegangan dan regangan.

Berdasarkan rumus perhitungan kekuatan tarik, berikut contoh perhitungan nilai tegangan tarik yang dihasilkan pada pengujian tarik sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\text{Luas Penampang (A)} &= \text{Lebar (l)} \times \text{Tebal (t)} \\ &= 13 \times 3,7 \\ &= 48,1 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

Setelah mendapatkan nilai dari luas penampang selanjutnya yaitu mencari nilai dari kekuatan tarik dapat dilihat sebagai berikut:

$$\text{Kekuatan Tarik} = F/A$$

$$= \frac{968,24}{48,1} = 20,13 \text{ MPa}$$

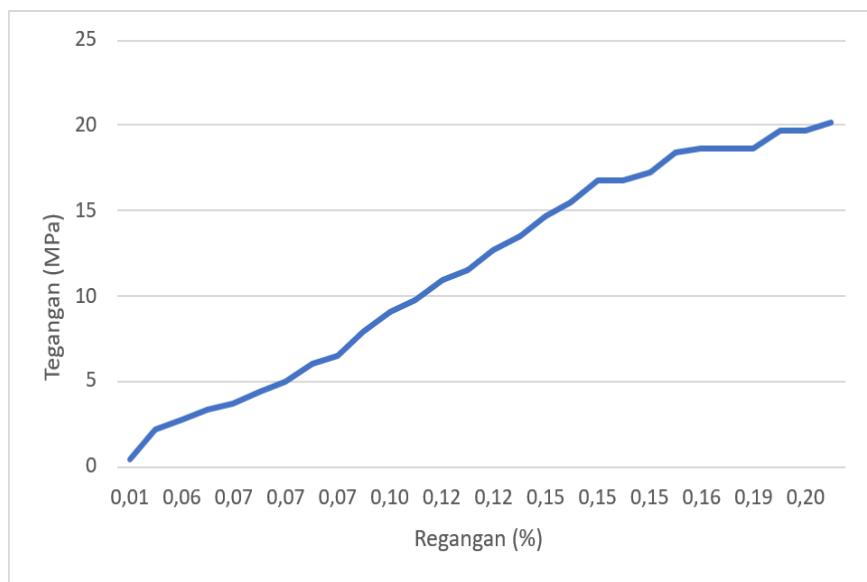
Rumus Regangan

$$\epsilon = \frac{l_1 - l_0}{l_0} \times 100\% = \frac{\Delta l}{l_0} \times 100$$

$$\epsilon = \frac{10,04 - 50}{50} \times 100\% = \frac{60,04}{50} \times 100\%$$

$$\epsilon = 0,20\%$$

Berdasarkan data pengujian Tarik sebelumnya didapat grafik tegangan dan regangan sebagaimana gambar 4 dan data pengujian tarik dalam tabel 1 pada baris kesatu,

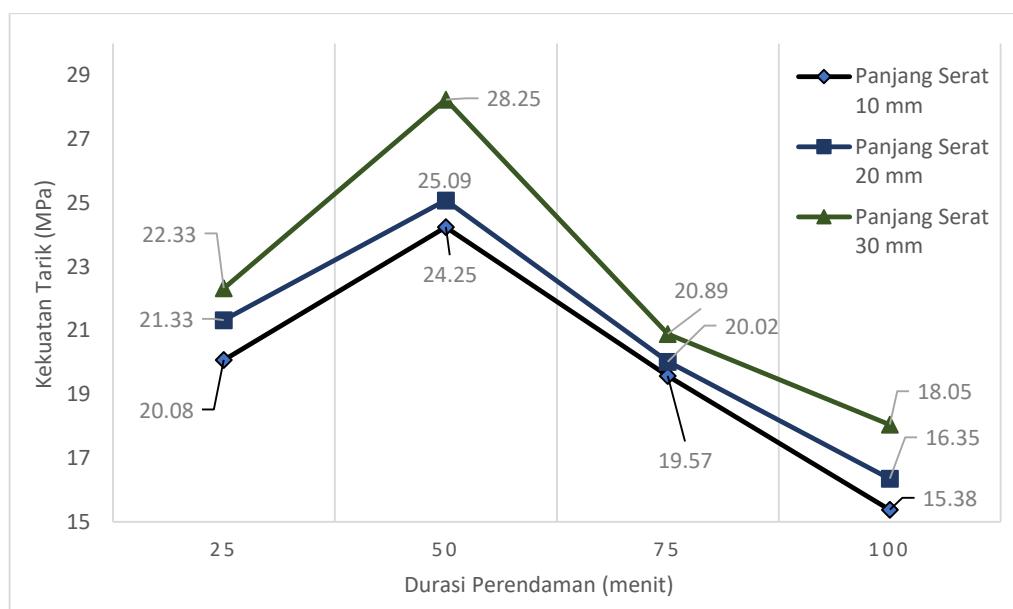


Gambar 4. Grafik Tegangan Regangan.

Grafik pada gambar 5 menunjukkan hubungan antara tegangan (MPa) dan regangan (%) pada spesimen komposit panjang 10 mm durasi perendaman 25 menit selama pengujian tarik, di mana panjang awal spesimen (l_0) adalah 50 mm. Terlihat bahwa tegangan meningkat secara bertahap seiring bertambahnya regangan hingga mencapai nilai minimum sekitar 20,13 MPa pada regangan 0,20%. Setelah titik minimum tersebut tercapai, grafik menunjukkan penurunan tajam dalam nilai tegangan, menandakan bahwa spesimen mengalami patah getas.

Table 1. Hasil Uji Tarik.

No	Panjang serat (mm)	Durasi Perendama n (menit)	Gaya Tarik (kg)	Gaya tarik (N)	Kekuatan Tarik (MPa)	ΔL (mm)	L1 (mm)	Regangan (%)
1	10	25	98,8	968,24	20,13	10,04	60,04	0,20
2	10	25	98,2	962,36	20,01	10,3	60,3	0,21
3	10	25	98,6	966,28	20,09	7,64	57,64	0,15
4	10	50	119,2	1168,16	24,29	15,31	65,31	0,31
5	10	50	118,4	1160,32	24,12	14,48	64,48	0,29
6	10	50	119,4	1170,12	24,33	11,73	61,73	0,23
7	10	75	93,4	915,32	19,03	11,55	61,55	0,23
8	10	75	96,6	946,68	19,68	9,06	59,06	0,18
9	10	75	98,2	962,36	20,01	9,77	59,77	0,20
10	10	100	74,2	727,16	15,12	13,41	63,41	0,27
11	10	100	75,6	740,88	15,4	7,28	57,28	0,15
12	10	100	82,2	805,56	16,75	14,75	64,75	0,30
13	20	25	104,4	1023,12	21,27	9,51	59,61	0,19
14	20	25	106,2	1040,76	21,64	8,86	58,86	0,18
15	20	25	103,4	1013,32	21,07	9,87	59,87	0,20
16	20	50	122,8	1203,44	25,02	16,17	66,17	0,32
17	20	50	123,2	1207,36	25,1	16,88	66,58	0,34
18	20	50	123,4	1209,32	25,14	13,41	63,41	0,27
19	20	75	98,4	964,32	20,05	10,07	60,07	0,21
20	20	75	98,2	962,36	20,01	11,4	61,4	0,23
21	20	75	98,2	962,36	20,01	17,68	67,68	0,25
22	20	100	78,8	772,24	16,05	12,27	62,27	0,30
23	20	100	80,4	787,92	16,38	15,02	65,2	0,30
24	20	100	81,6	799,68	16,63	15,46	65,46	0,31
25	30	25	91,2	893,76	22,86	9,96	59,96	0,20
26	30	25	108,2	1060,36	22,04	9,64	59,64	0,19
27	30	25	109,4	1072,12	22,29	7,73	57,73	0,15
28	30	50	137,6	1348,48	28,03	13,2	63,2	0,26
29	30	50	140,8	1379,84	28,69	17,06	67,06	0,34
30	30	50	137,6	1348,48	28,03	16,79	66,79	0,34
31	30	75	103,2	1011,36	21,03	17,68	67,68	0,37
32	30	75	102,8	1007,44	20,94	11,91	61,91	0,24
33	30	75	59,2	580,16	20,70	1,96	51,96	0,32
34	30	100	88,4	866,32	18,1	13,33	63,33	0,27
35	30	100	88,6	868,28	18,05	17,14	67,14	0,34



Gambar 5. Interaksi Panjang serat dan Durasi Perendaman.

Pada Gambar 6 terlihat adanya variasi nilai kekuatan tarik pada komposit serat bulu kambing kacang akibat perbedaan panjang serat dan durasi perendaman. Kekuatan tarik tertinggi dicapai pada panjang serat 30 mm dan durasi perendaman 50 menit, yaitu senilai 28,25 MPa. Hal tersebut menunjukkan bahwa pada kondisi tersebut, panjang serat yang lebih optimal 30 mm, sementara itu durasi perendaman 50 menit cukup untuk membersihkan serat dari kotoran, lignin dan hemiselulosa, sehingga meningkatkan ikatan antar serat dan matriks. Namun, setelah melewati 50 menit, terjadi penurunan kekuatan tarik pada semua variasi panjang serat. Penurunan tersebut diduga akibat perendaman alkali yang terlalu lama 75, 100 menit, menyebabkan kerusakan permukaan serat seperti degradasi mikrostruktur, yang justru melemahkan interaksi antarmuka serat-matriks. Hal tersebut mengurangi efektivitas serat sebagai penguat dalam komposit. Pada panjang serat 10 mm dan 20 mm, kondisi yang sama juga terjadi, di mana nilai kekuatan tarik meningkat pada 50 menit, kemudian menurun pada durasi perendaman yang lebih lama. Kondisi mengindikasikan bahwa selain panjang serat, durasi perendaman menjadi faktor penting dalam optimasi sifat mekanik komposit. Durasi perendaman yang berlebihan dapat menyebabkan kerusakan serat, sementara serat yang terlalu pendek kurang efektif dalam menyalurkan tegangan ke seluruh bagian komposit, sehingga mengurangi kekuatan tariknya.

Hasil Perhitungan

Analisis yang dilakukan menunjukkan bagaimana rata-rata kekuatan tarik berubah tergantung pada variasi panjang serat dan durasi perendaman. Gunakan anova *two-way* ketika ingin mengetahui bagaimana dua variabel independen, dalam kombinasi, memengaruhi variabel dependen.

Hasil pengujian kekuatan tarik pada spesimen komposit bulu kambing kacang disajikan pada Tabel 2 hasil menunjukkan bahwa variasi panjang serat dan durasi perendaman mempengaruhi kekuatan tarik spesimen.

Table 2. Hasil Perhitungan Two-Way Anova.

Sumber Variasi	F_{hitung}	F_{tabel}	Pertimbangan	Putusan	Arti Fisik
Panjang Serat (mm)	4,46	F (0,05;2;24) = 3,40	$F_{hitung} > F_{tabel}$	H01 ditolak dan H11 diterima	Terdapat pengaruh panjang bulu terhadap kekuatan tarik komposit
Durasi Perendaman (Menit)	60,47	F (0,05;3;24) = 3,01	$F_{hitung} > F_{tabel}$	H02 ditolak dan H12 diterima	Terdapat pengaruh durasi perendaman terhadap kekuatan tarik komposit
Panjang Serat *Durasi Perendaman	2,31	F (0,05;6;24) = 2,51	$F_{hitung} > F_{tabel}$	H03 ditolak dan H13 diterima	Terdapat pengaruh interaksi antara panjang serat dan durasi perendaman terhadap kekuatan tarik

Jadi Fhitung untuk faktor panjang serat = 275,70 > F Tabel = 3,40, maka H_01 ditolak, H_{11} diterima, artinya panjang serat berpengaruh terhadap kekuatan tarik komposit bulu kambing. F hitung durasi perendaman = 1782,00 > F Tabel = 3,01, maka H_02 ditolak, H_{12} diterima, artinya durasi perendaman berpengaruh terhadap kekuatan tarik komposit bulu kambing. Fhitung interaksi = 16,70 > F Tabel = 2,51, maka H_03 ditolak, H_{13} diterima, artinya terdapat pengaruh interaksi antara panjang serat dan durasi perendaman terhadap kekuatan tarik komposit.

5. SIMPULAN DAN SARAN

Panjang bulu kambing kacang dan durasi perendaman dalam larutan NaOH 5% terbukti berpengaruh terhadap kekuatan tarik komposit. Panjang serat 30 mm menghasilkan kekuatan tarik tertinggi, yaitu 28,25 MPa pada durasi perendaman optimal 50 menit, sedangkan pada

panjang serat 10 mm dan 20 mm maupun perendaman lebih lama 75 dan 100 menit, nilai kekuatan tarik menurun hingga 15,38 MPa. Dengan demikian, kekuatan tarik tertinggi tercatat 46,37 % lebih besar dibandingkan kekuatan tarik terendah, yang menunjukkan bahwa kombinasi panjang serat dan durasi perendaman berperan penting terhadap kualitas ikatan antar muka serat dan matriks.

Berdasarkan grafik interaksi, peningkatan panjang serat dari 10 mm, 20 mm dan 30 mm cenderung meningkatkan kekuatan tarik pada setiap variasi durasi perendaman, dengan kekuatan tarik tertinggi dicapai pada panjang serat 30 mm dan durasi perendaman 50 menit senilai 28,25 MPa yang menunjukkan bahwa adanya kecenderungan interaksi antara panjang serat dan durasi perendaman, di mana durasi perendaman yang terlalu lama 75 dan 100 menit justru menurunkan kekuatan tarik.

Untuk Penelitian Selanjutnya Dalam Pembuatan komposit dapat menggunakan Vaccum Assisted Resin Infusion untuk meminimalisir rongga komposit. Dan disarankan menggunakan variasi waktu perendaman 55 menit dan 65 menit guna mengetahui kombinasi yang diduga menghasilkan kekuatan komposit terbaik.

DAFTAR REFERENSI

- Aljabir, A. (2018). *Analisis pengaruh ketebalan komposit poliester berpenguat nanoselulosa dan fiberglass terhadap sound transmission class pada door trim mobil* [Skripsi Sarjana, Institut Teknologi Sepuluh Nopember]. ITS Repository. https://repository.its.ac.id/60316/1/0251144000091-Undergraduate_Thesis.pdf
- Anonim. (2016). *ASTM D638-14, Standard practice for preparation of metallographic specimens*. ASTM International. <https://doi.org/10.1520/D0638-14.1>
- Beliu, H. N., Pelle, Y. M., & Jarson, J. U. (2016). Analisa kekuatan tarik dan bending pada komposit widuri-polyester. *Jurnal Teknik Mesin UNDANA - Lontar*, 3(2), 11–20.
- Darwis, S. (2022). *Analisis kekuatan mekanik material komposit diaplikasikan pada pembuatan spakbor sepeda motor*. *Jurnal Komposit, Polimer, Serat Alam*, 1, 75.
- Kencanawati, C. I. P. K., Suardana, N., Sugita, I. K. G., & Suyasa, I. W. B. (2019). Pengaruh panjang serat terhadap kekuatan tarik dan kekuatan impact greencomposite serat kulit buah pinang dengan matriks getah pinus. *Jurnal Energi dan Manufaktur*, 12(1), 33–39. <https://doi.org/10.24843/jem.2019.v12.i01.p06>
- Laksono, E. N., Wibawa, A., Santosa, B., & Jokosisworo, S. (2020). Analisa perbandingan kekuatan tarik, impak, dan mikrografi pada sambungan las baja ST 40 akibat pengelasan flux-cored arc welding (FCAW) dengan variasi suhu normalizing. *Jurnal Teknik Perkapalan*, 8(4), 520–528. <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/naval>
- Lubis, F. (2018). Pembuatan dan penyelidikan perilaku mekanik komposit diperkuat serat limbah plastik akibat beban lendutan. *Jurnal Teknik Mesin*, 4(2), 77–84.
- Mishra, A., & Kim, N. K. (2024). *Keratinous natural fibres as sustainable flame retardants and reinforcements in polymer composites*. [Artikel ilmiah].

- Mul'aim, M. I., Hartono, P., & Lesmanah, U. (2024). Pengaruh variasi waktu perendaman dengan natrium hidroksida terhadap kekuatan tarik komposit serat daun nanas. *Teknik Mesin*, 20(5), 67–74.
- Prasetyo, S. E. (2015). *Pengaruh waktu rendam bahan kimia NaOH terhadap sifat fisis dan mekanis komposit serat bulu kambing sebagai fiber dengan matrik polyester* [Skripsi Sarjana, Universitas Muhammadiyah Surakarta].
- Shomad, M. A., Yudhanto, F., & Anugrah, R. A. (2020). Manufaktur dan analisa kekuatan tarik komposit hybrid serat glass/carbon untuk aplikasi pembuatan blade turbin Savonius. *Quantum Teknika: Jurnal Teknik Mesin Terapan*, 2(1), 47–51. <https://doi.org/10.18196/jqt.020122>
- Sujon, A. S. M., Habib, M. A., & Abedin, M. Z. (2020). Experimental investigation of the mechanical and water absorption properties on fiber stacking sequence and orientation of jute/carbon epoxy hybrid composites. *Journal of Materials Research and Technology*, 9(5), 10970–10981. <https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2020.07.079>
- Sutrisno, S., & Azmal, A. (2020). Analisa kekuatan mekanik pengaruh perendaman dan penekanan pada komposit berbahan serat mengkuang. *Turbo: Jurnal Program Studi Teknik Mesin*, 9(2), 177–182. <https://doi.org/10.24127/trb.v9i2.1208>
- Syaukani, M., Paundra, F., Qalbina, F., Airohman, I. D., Yunesti, P., & Sabar. (2021). Desain dan analisis mesin press komposit kapasitas 20 ton. *Journal of Science, Technology, and Social Culture*, 1(1), 29–34.
- Wahono, S. (2015). *Pengaruh prosentase bahan kimia 4%, 5%, 6%, 7% NaOH terhadap sifat fisis dan mekanis komposit serat bulu kambing dengan matrik polyester* [Skripsi Sarjana, Universitas Muhammadiyah Surakarta].
- Widiarta, I. W., Nugraha, I. W. P., & Dantes, K. R. (2017). Komposit berpenguat serat alam batang kulit waru (*Hibiscus tiliaceus*) dengan matrik polyester. *Jurnal Jurusan Pendidikan Teknik Mesin*, 8(2), 1–17. (Archived Version) https://web.archive.org/web/20180416031047id_ /<https://ejournal.undiksha.ac.id/index.php/JJTM/article/viewFile/11411/7312>