

Pengaruh Variasi Fraksi Volume Komposit Serat Sabut Kelapa Matrik Polyester Terhadap Kekuatan Tarik

Putra Zarviansyah^{1*}, Juanda¹, Nanda Pranandita¹

¹Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung, Sungailiat

*E-mail : Putrazarviansyah.11@gmail.com

Received: 17 Juli 2023; Received in revised form: 28 Juli 2023; Accepted: 12 Agustus 2023

Abstract

A Fiber of composite material. One of the widely used fibers is coconut coir. Coconut coir is a natural fiber material that can be an alternative in the manufacture of composites. The purpose of this study was to obtain optimal tensile test values of coco fiber composite materials with variations in volume fraction of 3%, 5%, and 7% and fiber lengths of 10 mm, 15 mm, and 20 mm. This study analyses the effect of variations in the volume fraction and fiber length of coconut coir with a polyester matrix on tensile testing using the Taguchi method. This tensile test was carried out using the ASTM D638 standard with the hand lay-up method. Factors that affect the tensile strength of coco fiber are volume fraction and fiber length. The combination of levels of factors that produce the average value and variance of the tensile strength of coconut coir fiber, namely the volume fraction factor (B) level 1, namely the volume fraction of 3% with a value of 30.933 and the fiber length factor (A) level 2, namely the fiber length of 15 mm with the most optimum value of 29.633.

Keywords: Coco fiber; Taguchi method; Tensile strength.

Abstrak

Serat material komposit, salah satu serat yang banyak digunakan yaitu sabut kelapa. Sabut kelapa adalah material serat alami yang dapat menjadi pilihan alternatif dalam pembuatan komposit. Tujuan riset ini guna mendapatkan nilai uji tarik optimal dari material komposit serat sabut kelapa dalam variasi fraksi volume 3%, 5%, dan 7% serta panjang serat 10 mm, 15 mm, serta 20 mm. Penelitian ini menganalisa pengaruh dari variasi fraksi volume dan panjang serat dari sabut kelapa yang bermatrik polyester pada uji coba tarik dengan metode Taguchi. Uji coba tarik ini dilaksanakan dengan menggunakan standar ASTM D638 dengan metode hand lay-up. faktor yang berpengaruh terhadap kekuatan tarik dari serat sabut kelapa adalah fraksi volume serta panjang serat. Kombinasi level lewat indikator yang memberikan hasil nilai rata-rata serta variansi kekuatan tarik serat sabut kelapa yaitu dalam faktor fraksi volume (B) level 1 yaitu pada fraksi volume 3% dengan nilai 30,933 dan faktor panjang serat (A) level 2 yaitu pada panjang serat 15 mm dengan nilai 29,633 yang paling optimum.

Kata kunci: Kekuatan tarik; Metode taguchi; Serat sabut kelapa.

1. PENDAHULUAN

Pada masa pemanfaatan teknologi yang sedang berkembang pada zaman ini. Berdampak besar pada pemakaian serat untuk material komposit. Salah satu serat yang banyak digunakan yaitu sabut kelapa. Limbah sabut kelapa yang ada pada masyarakat lingkungannya, menunjang kemudahan dalam memperoleh bahan baku material serta untuk penggunaan sabut kelapa untuk bahan komposit mempunyai keunggulan yang dapat memperbaiki sifat-sifat sebuah bahan.

Di sektor industri, komposit adalah campuran polimer (bahan makromolekul besar yang berasal dari minyak bumi atau bahan alami Yang lain misalnya karet serta serat). Komposit didefinisikan sebagai kombinasi bahan matriks dan pengikat yang diperkuat. Bahan ini terdiri dari dua bahan dasar: bahan pertama, yang berfungsi untuk pengikat, serta bahan pendukung, yang berfungsi untuk penguat. Bahan penguat mungkin berbentuk serat, partikel, serpihan, serta bahan lainnya [1].

Komposit merupakan zat yang terdiri dari dua serta lebih bahan pembentuk. Bahan komposit memiliki sifat mekanik yang tidak sama dari bahan pembentuk yang dibentuk dari kombinasi, hal ini memungkinkan untuk membuat rencana memodifikasi komposisi bahan pembentuk [2].

Sabut kelapa adalah material serat alami yang dapat menjadi pilihan alternatif pada pembuatan komposit. Serat kelapa sekarang ini mulai dilihat pemakainya dikarenakan mudah diperoleh, murah, serta bisa kurangi polusi terhadap wilayah (biodegradability) maka pemakaian sabut kelapa untuk serat pada komposit bisa menyelesaikan problematika lingkungan yang muncul melalui lewat banyaknya sabut kelapa yang tidak digunakan secara optimal. Komposit serat sabut kelapa ini merupakan komposit yang ramah lingkungan dan tidak memberikan efek bagi kesehatan maka penggunaannya terus di tumbuhkan tujuannya untuk dihasilkan pemanfaatan selalu ditumbuhkan agar diciptakan komposit yang sempurna serta lebih bermanfaat pemanfaatannya [3].

Indonesia adalah negara agraris yang menduduki urutan ketiga di dunia dalam hal produksi kelapa, hanya tertinggal dari Filipina dan India. Pohon tersebut adalah tumbuhan yang memiliki produktif sangat bagus, karena dapat diolah melalui daun ke akar jadi produk teknologi, bahan bangunan, serta kebutuhan sehari-hari, membuat pohon kelapa mendapat julukan The Tree of Life (pohon kehidupan) serta A Heavenly Tree (pohon surga) [4].

Salah satu penelitian yang memiliki relevansi dengan tema ini yaitu riset yang dilaksanakan oleh Hifani [5] melakukan penelitian tentang pengaruh variasi fraksi volume komposit serat sabut kelapa unsaturates-polyester pada uji coba tarik dengan metode hand *lay-up* hasil penelitian menggambarkan jika fraksi volume serat 7,5% dalam komposit serat sabut kelapa mempunyai hasil uji coba 20,2 Mpa serta hasil terendah dalam fraksi volume 10% sebanyak 10,47 Mpa. Mulky [6] melakukan penelitian tentang analisa sifat mekanik komposit serat sabut kelapa bersama matriks polyester bening serta variasi fraksi volume didapatkan hasil terbaik rata-rata kekuatan tarik dalam fraksi serat 8% sebesar 24,65

N/mm². Gugun [7] melakukan penelitian sifat tarik, tekuk, serta benturan komposit serat sabut kelapa-polyester dengan berbagai macam fraksi volume e dengan menggunakan metode press printing pada cetakan plat baja dengan fraksi volume 20%, 30%, dan 40%. Spesimen diproduksi dan diuji sesuai dengan standar ASTM, termasuk pengujian tarik per ASTM D 1037-99, pengujian lentur per ASTM D 790-07, serta uji coba benturan per ASTM D 5941. Delza [8] melakukan penelitian tentang pengaruh sifat mekanik komposit serat sabut kelapa bermatrik polyester pada uji coba tarik, hasil uji coba tarik tertinggi tercantum dalam fraksi volume 6% dengan panjang serat 15 mm sebanyak 19,4 Mpa.

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan nilai uji tarik optimal dari material komposit serat sabut kelapa dengan variasi fraksi volume 3%, 5% dan 7% serta dengan panjang serat 10 mm, 15 mm, dan 20 mm. Penelitian ini menganalisa pengaruh dari variasi fraksi volume dan panjang serat dari sabut kelapa yang bermatrik polyester pada uji coba tarik dengan metode Taguchi

2. METODE PENELITIAN

Riset ini dilaksanakan mulai dari pencarian studi literatur, desain eksperimen, persiapan alat dan bahan, pembuatan spesimen uji tarik, validasi spesimen, pengujian tarik komposit, data hasil pengujian, dan kesimpulan. Penelitian ini menggunakan analisis taguchi dan anova pada pengolahan data hasil pengujian tarik serat sabut kelapa. Data sampel dalam riset ini yang dipakai yaitu 27 sampel dengan variasi fraksi volume serta panjang serat yang digunakan sebagai variabel. Penelitian ini berpacu dengan diagram alir. Sifat-sifat matrik yaitu memiliki sifat mekanis yang bagus, kekuatan buangan yang bagus, dan memiliki kekuatan yang bagus [9].

Mesin uji tarik yang dipakai pada riset yaitu mesin uji tarik Universal Testing Machine dengan standar uji coba D638. Proses penelitian dilakukan serta serat sabut kelapa dengan perbedaan fraksi volume serat sabut kelapa yang berbeda. Pada setiap level dilakukan 3 kali replikasi. Perhitungan spesimen uji tarik memiliki volume cetakan sebesar 9,78 cm³, massa jenis serat sabut kelapa sebesar 1,125

gr/cm³, dan massa jenis resin sebesar 1,215 gr/cm³.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Teknik taguchi merupakan salah satu metode desain eksperimental yang digunakan untuk meningkatkan kualitas produk dengan meminimalkan variabilitas yang disebabkan oleh parameter kesalahan. Kelabihan dari metode ini adalah digunakan untuk mencapai tujuan meningkatkan kualitas produk dan memiliki kelemahan yaitu karena memiliki desain struktur yang sangat rumit [10].

Pada proses penelitian ini dilakukan dengan menggunakan serat sabut kelapa

dengan perbedaan fraksi volume serat. Pengujian dilakukan untuk mengetahui kekuatan tarik yang dihasilkan dari fraksi volume serat sabut kelapa yang berbeda. Oleh karena itu, dilakukan eksperimen dengan variasi fraksi volume komposit serat sabut kelapa yaitu 3%, 5% dan 7%. Pada setiap level dilakukan 3 kali replikasi. Perhitungan spesimen uji tarik dengan volume cetakan = 9,78 cm³ didapatkan dari rumus $v = p \times l \times t$, massa jenis serat sabut kelapa = 1,125 gr/cm³ dan massa jenis resin = 1,215 gr/cm³.

Hasil pengujian serat sabut kelapa yang diperoleh dengan 3 rsplikasi dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil perhitungan fraksi volume uji tarik

No	Panjang Serat (mm)	Fraksi Volume Serat (%)	Berat Serat (g)	Berat Resin (g)
1	10 mm	3 %	0,33	11,3
2	10 mm	5 %	0,33	11,1
3	10 mm	7 %	0,33	10,8
4	15 mm	3 %	0,54	11,3
5	15 mm	5 %	0,54	11,1
6	15 mm	7 %	0,54	10,8
7	20 mm	3 %	0,76	11,3
8	20 mm	5 %	0,76	11,1
9	20 mm	7 %	0,76	10,8

Proses uji coba tarik dalam riset ini dilaksanakan guna melihat nilai kekuatan tarik specimen dilakukan dengan menggunakan mesin Zwick Roell Z200. Kemudian, data yang dihasilkan akan dilakukan analisa dan pengolahan data yang akan diperoleh sebuah kesimpulan mengenai hasil kekuatan tarik yang diharapkan.

Matriks ortogonal yang dipakai dalam riset ini yaitu L₉(3⁴) dan menetapkan faktor ke

dalam matrik. Adapun faktor A yaitu panjang serat dan faktor B adalah fraksi volume. Hasil percobaan ini diperoleh dengan cara pengujian tarik serat sabut kelapa yang diciptakan sama dengan matriks kombinasi level faktor. Dalam mendapatkan nilai pengujian tarik yang lebih akurat sehingga dilaksanakan pengulangan (replikasi) dengan jumlah 3 kali. Demikian hasil yang diperoleh seperti Tabel 2.

Tabel 2. Data hasil percobaan kekuatan tarik sabut kelapa

Matrik ortogonal L ₉ (3 ⁴)							
Eksp	Faktor		Replikasi			Jumlah	Mean
	A	B	I	II	III		
1	1	1	23	29,8	25,8	78,600	26,200
2	1	2	28,4	30,2	35,7	94,300	31,433
3	1	3	22,5	26,1	24,4	73,000	24,333
4	2	1	36,5	32,4	29,4	98,300	32,767
5	2	2	37,5	31,4	33,9	102,800	34,267
6	2	3	20,6	20,9	24,1	65,600	21,867
7	3	1	35,9	33,8	31,8	101,500	33,833
8	3	2	23,7	21,2	24,9	69,800	23,267
9	3	3	23,8	21,9	22	67,700	22,567
Rata-rata							27,837

Untuk dua faktor memiliki pengaruh rata-rata terhadap respon dengan hasil seperti didalam Tabel 3.

Tabel 3. Respon rata-rata pengujian tarik sabut kelapa

	A	B
Level 1	27,322	30,933
Level 2	29,633	29,655
Level 3	26,556	22,922
Selisih	3,077	8,011
Ranking	2	1

Berdasarkan tabel diatas, hasil respon rata-rata kekuatan tarik dalam beberapa level dan variabel proses, maka bisa ditetapkan variabel-variabel yang paling berpengaruh terhadap kekuatan tarik serat sabut kelapa yaitu fraksi volume (B) dengan selisih 8,001 dan panjang serat (A) dengan

selisih 3,077. Dapat diketahui hasil terbesar pada tabel diatas adalah pada faktor B level 2 yaitu pada fraksi volume 3%.

Hasil perhitungan analisa varians pada rata rata kekuatan tarik bisa disajikan seperti Tabel 4.

Tabel 4. Analisis varians serat sabut kelapa

Sumber	v	SS	MS
A	2	15,401	7,7005
B	2	111,146	55,573
Error	2	87,268	43,634
Total	6	213,815	-

Untuk ketahu faktor yang signifikan pada rata-rata kekuatan tarik dari serat sabut kelapa, maka dilakukan pooling up

beberapa indikator pada error dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. *Pooling up* faktor

Sumber	v	SS	MS	F-rasio
A			Pooling	
B	2	111,146	55,573	2,547
Error	4	87,268	21,817	-
Total	6	198,414	-	-

H_0 : Tidak terdapat pengaruh faktor B pada kekuatan tarik

H_1 : terdapat pengaruh faktor B pada kekuatan tarik

Kesimpulan:

$F_{hitung} = 2,547 < F_{(0,10; 2; 4)} = 4,32$; sehingga H_0 diterima, memiliki arti tidak terdapat pengaruh faktor B (fraksi volume) pada kekuatan tarik.

Sudah diketahui jika indikator yang memiliki pengaruh pada kekuatan tarik serat sabut kelapa yang optimum adalah pada faktor B level 2 yang artinya yaitu dalam fraksi volume 3% dengan panjang serat 15 mm.

Perhitungan rasio S/N adalah suatu perancangan yang dipakai dalam memilih

indikator yang berkontribusi pada berkurangnya tanggapan kekuatan tarik yang mentransformasikan informasi pada sebuah nilai ukuran variasi yang muncul.

Data kemudian ditransformasikan didalam wujud rasio S/N (*Signal to Noise*) mencari faktor yang memiliki pengaruh pada variasi ciri-ciri kualitas S/N. Perhitungan rasio S/N dalam riset ini dipakai untuk merespon kekuatan tarik serta karakteristik makin besar, makin baik (*Larger is Better*).

Hasil perhitungan rasio S/N yang didapatkan untuk respon yang di observasi disajikan dalam Tabel 6.

Tabel 6. Hasil perhitungan rasio S/N

Matrik ortogonal $L_9(3^4)$						
Eksp	Faktor		replikasi			Rasio S/N
	A	B	I	II	III	
1	1	1	23	29,8	25,8	28,221
2	1	2	28,4	30,2	35,7	29,828
3	1	3	22,5	26,1	24,4	27,676
4	2	1	36,5	32,4	29,4	30,207
5	2	2	37,5	31,4	33,9	30,629
6	2	3	20,6	20,9	24,1	26,731
7	3	1	35,9	33,8	31,8	30,555
8	3	2	23,7	21,2	24,9	27,275
9	3	3	23,8	21,9	22	27,051
Rata-rata						28,686

Untuk variabel yang diamati dalam rasio S/N adalah panjang serat dan fraksi volume yang bisa diamati dalam Tabel 7.

Tabel 7. Nilai rasio S/N pada respon

	A	B
Level 1	28,575	29,661
Level 2	29,189	29,244
Level 3	28,293	27,152
Selisih	0,896	2,509
Ranking	2	1

Respon rasio S/N pada setiap level terhadap respon kekuatan tarik dapat ditentukan berdasarkan peringkat yang lebih memiliki pengaruh pada respon kekuatan tarik. Untuk variabel yang paling memiliki pengaruh terhadap kekuatan tarik adalah faktor B (fraksi volume) pada level 1 karena

memiliki nilai paling tinggi. Dapat disimpulkan bahwa hasil paling besar pada faktor B yaitu fraksi volume pada konsentrasi 3% dengan nilai 29,661.

Hasil perhitungan analisa variansi pada rasio S/N disajikan dalam Tabel 8.

Tabel 8. Analisis variansi terhadap rasio S/N

Sumber	V	SS	MS
A	2	1,259	0,6295
B	2	10,841	5,4205
Error	2	8,511	4,2555
Total	6	20,611	-

Untuk ketahui indikator yang signifikan pada kekuatan tarik serat sabut kelapa, sehingga dilaksanakan penggabungan (*pooling up*) faktor-faktor kedalam error. Faktor yang tidak signifikan dijadikan untuk error. Penetapan error ini dilaksanakan menggunakan metode *pooling up* Taguchi. Penggabungan faktor untuk error dimulai dengan faktor dengan *Sum of square* (SS)

terkecil dari indikator yang tidak signifikan digabungkan dengan jumlah kuadrat *error* hingga derajat bebas kesalahan sama dengan atau lebih dari setengah derajat bebas.

Tabel analisa variansi rasio S/N kekuatan tarik serat sabut kelapa dengan *pooling* pada faktor A digabung dengan variansi *error* dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Pooling up faktor

Sumber	V	SS	MS	F-rasio
A		Pooling		
B	2	10,841	5,4205	2,221
Error	4	9,77	2,44	-
Total	6	20,611	-	-

H_0 : Tidak terdapat pengaruh faktor B pada kekuatan tarik

H_1 : Terdapat pengaruh faktor B pada kekuatan tarik

Kesimpulan: $F_{hitung} = 2,221 < F_{(0,10; 2; 4)} = 4,32$; maka H_0 diterima, memiliki arti tidak

terdapat pengaruh faktor B (fraksi volume) pada kekuatan tarik.

Hasil perhitungan persen kontribusi pada rasio S/N bisa diamati dalam Tabel 10.

Tabel 10. Persen kontribusi

Sumber	V	SS	MS	SS'	$\rho(\%)$
B	2	10,841	5,4205	5,961	28,92
Error	4	9,77	2,44	-	-
Total	6	20,611	-	-	-

Berdasarkan tabel diatas menunjukkan faktor B (fraksi volume) berkontribusi terhadap kekuatan tarik sebesar 28,92 %. Dari hasil analisa, maka diketahui kombinasi faktor yang memiliki pengaruh pada rata-rata serta variansi kekuatan tarik yaitu pada faktor B level 1 dan faktor A level 2 yaitu dalam fraksi volume 3% dengan panjang serat 15 mm.

4. SIMPULAN

Dari hasil riset serta uji coba dan pembahasan data yang didapatkan, maka bisa diberikan kesimpulan bahwa sesuai identifikasi faktor maka faktor yang memiliki pengaruh terhadap kekuatan tarik dari serat sabut kelapa adalah fraksi volume dan panjang serat. Kombinasi level dari faktor yang memberikan hasil nilai rata-rata serta variansi kekuatan tarik serat sabut kelapa yaitu pada faktor fraksi volume (B) level 1 yaitu dalam fraksi volume 3% dengan nilai 30,933 dan faktor panjang serat (A) level 2 yaitu pada panjang serat 15 mm dengan nilai 29,633 yang paling optimum.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Surdia, T dan Saito, S, "Pengetahuan Bahan Teknik", PT. Pradya Paramitha, Jakarta.
- [2] Matthewas, F.L dan Rawwlings, R.D, "Composite Material Engineering and Science", Imperial College of Science Technology and Medicine, London.

- [3] I Made Astika, I Putu Lokantara, I Made Gatot Karohika, "Sifat Mekanis Polyester dengan Penguat Serat Sabut Kelapa", Jurnal Energi dan Manufaktur, vol. 6, no. 2, pp. 95-202, 2013.
- [4]. Satyanarayana, K. G., dkk, "Structure-Property Studies of Fibers from Various Parts of The Coconut Tree", Journal of Material Science, 1982.
- [5]. Hifani, R et al., "Pengaruh Variasi Fraksi Volume Serat Sabut Kelapa Unsaturated Polyester Terhadap Pengujian Tarik", Jurnal Rotor, vol. 11, no. 1, pp. 22-24, 2018.
- [6]. Mulky Dhananjaya, "Analisis Sifat Mekanik Komposit Serat Sabut Kelapa dengan Matriks Polyester Bening dengan Variasi Fraaksi Volume" [Online], Universitas Gajah Mada, diakses pada 5 Mei 2022, Available : <http://etd.repository.ugm.ac.id/>.
- [7]. Gugun Gundara, Muhammad Budi Nur Rahman, "Sifat Tarik, Bending dan Impak Komposit Serat Sabut Kelapa-Polyester dengan Variasi Fraksi Volume", Jurnal Material dan Proses Manufaktur, vol.3, no.1, pp. 10-19.
- [8]. Delza Alvariza Farrel, Yulianto, Zulfitriyanto, "Pengaruh Sifat Mekanik Komposit Serat Sabut Kelapa Bermatrik Polyester Terhadap Pengujian Tarik",

-
- Jurnal Indonesia Sosial Teknologi, vol. 3, no. 2, pp. 219-230, 2019.
- [9]. Ellyawan, "Panduan untuk Komposit", ITB Bandung, Bandung.
- [10]. Soejanto, I," Desain Eksperimen Dengan Metode Taguchi", Graha Ilmu, Yogyakarta.