

ANALISIS KOMPOSIT BERPENGUAT SERAT TANDAN SAWIT TEHADAP KEKUATAN TARIK DAN KEKUATAN IMPAK DENGAN PERENDAMAN ASAP CAIR

Sindy Muriana

Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung, Indonesia

e-mail : picutt@gmail.com

Abstract : The development of the latest innovations in the field of composites using natural fibers is the best alternative material in the manufacture of composites, one of the natural fibers used is palm fiber fiber by immersion of liquid smoke. This study aims to determine the effect of variations in volume fraction and time of immersion of palm fiber bunches using liquid smoke on tensile strength and impact. The testing process carried out was tensile testing with ASTM D-638 standard specimens and impact testing with ISO 179 standard specimens and fiber volume fractions of 15%, 20%, 25% by immersing liquid smoke for 1, 2, and 3 hours. The results of this study indicate that the highest tensile strength value obtained is 25.83 MPa and the highest impact strength value is 156.97 kJ/m² found in specimens of 25% fiber volume fraction by immersing liquid smoke for 3 hours. While the lowest tensile strength value obtained was 13.53 Mpa and the lowest impact strength value was 41.97 kJ/m² found in specimens with a fiber volume fraction of 15% by immersing liquid smoke for 1 hour. The results of this study indicate that the higher the volume fraction of the fiber used, the higher the value of the tensile strength and impact strength, and the fiber immersed in liquid smoke can be an alternative material to improve the mechanical properties of the composite.

Keywords : *Composites, Palm Fiber , Liquid Smoke, Tensile Strength, Impact Strength*

Abstrak : Pengembangan inovasi terbaru dibidang komposit yang menggunakan serat alam merupakan bahan alternatif terbaik dalam pembuatan komposit, salah satu serat alam yang digunakan adalah serat tandan sawit dengan proses melalui perendaman asap cair. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi fraksi volume dan lama perbedaan perendaman serat tandan sawit menggunakan asap cair terhadap kekuatan tarik dan impak. Proses pengujian yang dilakukan yaitu pengujian tarik dengan spesimen berstandar ASTM D-638 dan pengujian impak dengan spsimen berstandar ISO 179 dan fraksi volume serat 15%, 20%, 25% dengan perendaman asap cair selama 1, 2, dan 3 jam. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa nilai kekuatan tarik tertinggi yang didapatkan ialah 25.83 MPa dan nilai kekuatan impak tertinggi yaitu 156.97 kJ/m² terdapat pada spesimen fraksi volume serat 25% dengan perendaman asap cair selama 3 jam. Sedangkan nilai kekuatan tarik terendah yang didapatkan ialah 13.53 Mpa dan nilai kekuatan impak terendah yaitu 41.97 kJ/m² terdapat pada spesimen dengan fraksi volume serat 15% dengan perendaman asap cair selama 1 jam. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa semakin tinggi fraksi volume serat digunakan maka semakin tinggi nilai kekuatan tarik dan kekuatan impak, serta serat yang direndam dalam asap cair dapat menjadi bahan alternatif untuk meningkatkan sifat mekanik pada komposit.

Kata Kunci : *Komposit, Serat Tandan Sawit, Asap Cair, Kekuatan Tarik, Kekuatan Impak*

PENDAHULUAN

Di era modern ini, kemajuan teknologi dan ilmu pengetahuan memerlukan inovasi terbaru yang lebih baik diberbagai bidang, termasuk bidang material teknik. Mengingat kebutuhan akan material teknik semakin tinggi dalam perindustrian, maka memerlukan bahan alternatif terbaik dalam memenuhi kebutuhan tersebut. Pengembangan inovasi material teknik ini diharapkan ramah lingkungan dan meningkatkan efisiensi di bidang material teknik. Salah satu pengembangan inovasi material teknik adalah komposit, komposit adalah sekumpulan material kombinasi yang tersusun dari dua atau lebih bahan utama yang berbeda-beda, sehingga membentuk komponen yang utuh (Fahmi, d. g.). Pada umumnya, komposit terbagi menjadi dua jenis yaitu komposit serat alam dan komposit serat buatan (Ramadhani et al., 2013).

Serat alam merupakan inovasi yang sering dipakai di bidang material teknik dikarenakan serat alam memiliki sifat mekanis yang identik kuat, ramah lingkungan, dan memiliki jumlah yang cukup banyak di alam. Sawit merupakan salah satu tumbuhan yang menyimpan serat alam. Menurut data dinas pertanian dan ketahanan pangan, perkebunan sawit di Kepulauan Bangka Belitung memiliki luas area 75.734,17 ha (Hairil Anwar, 2022). Dari hasil survey, ada beberapa bagian sawit yang menyimpan serat alam salah satunya dibagian tandan sawit. Di Kepulauan Bangka Belitung khususnya di Kecamatan Belinyu pemanfaatan tandan sawit masih terbilang sedikit, banyak masyarakat hanya memanfaatkannya sebagai pupuk kompos bahkan disebagian masyarakat menganggapnya sebagai limbah.

Serat tandan sawit merupakan kumpulan serat yang terdapat dibagian dalam tandan sawit. Serat ini memiliki sifat mekanik yang cukup baik, tidak korosif, relatif murah dan lebih ramah lingkungan karena dapat didaur ulang (Darnoko, Guritno P., A. Sugiharto, 1995). Namun, untuk menghasilkan sifat mekanis yang bagus pada komposit serat tandan sawit, memerlukan bahan tambahan agar hasil mekanisnya lebih baik seperti melakukan perendaman pada serat tandan sawit menggunakan asap cair. Asap cair merupakan salah satu senyawa kimia yang bersifat asam asetat (Kamulyan, 2008). Penelitian ini menjadikan asap cair sebagai bahan pelarut yang dapat mempengaruhi sifat mekanik pada serat tandan sawit.

Beberapa penelitian melakukan inovasi material komposit berpenguat serat alam. Salah satu penelitian tentang material komposit yang berpenguat serat alam yang sudah dilakukan antara lain material komposit berpenguat serat sago dengan proses melalui asap cair, sifat kimia dan sifat termal. Serat sago direndam dalam larutan asap cair selama 1, 2, 3, 4, dan 5 jam sebelum satu jam pengeringan, sedangkan serat sago yang tidak melakukan perendaman disimpan sebagai spesimen kontrol, penelitian ini menggunakan alat uji SEM-EDS. Data yang didapatkan bahwa pengaruh perlakuan asap cair dihasilkan dari peningkatan stabilitas termal dan energi aktivasi (dari 213,4 °C DAN 67,02 kJ/mol menjadi 220,6 °C dan 73,34 kJ/mol) (Roperti et al., 2019).

Pada penelitian tentang pengaruh perlakuan sabut kelapa dengan asap cair terhadap sifat mekanik komposit. Dengan uji tarik menggunakan waktu perendaman 1, 2, 3 jam dan tanpa perlakuan, setelah itu serat dikeringkan di oven pada suhu 40 °C selama 30 menit kemudian serat dipotong sepanjang 9 cm dan dibuat benda uji dengan penambahan lem dan kertas. Dari hasil uji tarik didapatkan nilai tertinggi pada perendaman serat sabut kelapa menggunakan asap cair selama 1 jam dengan nilai 79,655 Mpa. Untuk uji impak dengan variasi waktu 1, 2, 3 jam dan tanpa perlakuan, fraksi volume 2% dengan panjang serat 4 cm, dan memakai resin YUKALAC 157 98%. Dari hasil uji impak didapatkan nilai tertinggi pada perendaman uji impak didapatkan nilai tertinggi pada perendaman serat sabut kelapa menggunakan asap cair selama 3 jam dengan nilai 2,128 kJ/m² (Mesin et al., 2021).

Adapun penelitian tentang komposit berpenguat serat tandan sawit dengan fraksi volume serat 3%, 5%, 8% tanpa perlakuan perendaman. Dari hasil pengujian tarik didapatkan tegangan terbesar pada fraksi volume serat 3% sebesar 30 Mpa. Nilai terbesar kekuatan lentur pada fraksi volume 8% yang bernilai 54,28 Mpa (Ichsan et al., d. g.).

Berdasarkan data diatas, maka penulis akan melakukan penelitian mengenai analisis komposit berpenguat serat tandan sawit terhadap kekuatan tarik dan kekuatan impak dengan perendaman asap cair. Proses pembuatan komposit dibuat dengan dengan metode hand lay up dengan fraksi volume 15%, 20%, 25%, serat disusun sepanjang arah cetakan.

METODE

Metode yang digunakan adalah 3^K desain faktorial dengan analisis anova, metode 3^K desain faktorial adalah metode yang memiliki 2 faktor dan 3 level (Sayyid Muhammad

Osama, 2021). Pada penelitian ini faktor yang digunakan adalah fraksi volume serat dan waktu perendaman. Sedangkan levelnya adalah 15%, 20%, 25% untuk fraksi volume serat dan 1, 2, dan 3 jam untuk waktu perendaman serat menggunakan asap cair. Asap cair merupakan asap yang semulanya berbentuk partikel padat lalu berubah menjadi cairan karena mengalami proses pendinginan (Aminulloh et al., 2020). Penelitian ini juga menggunakan resin polyester YUKALAC 157, serta proses pengujiannya menggunakan pengujian tarik dan pengujian impak dengan spesimen uji tarik mengacu pada standar ASTM D-638 dan pengujian impak mengacu pada standar ISO 179. Penelitian ini mempunyai $3 \times 3 = 9$ kombinasi perlakuan, serta menggunakan analisis anova yang berfungsi untuk melihat perbandingan antar dua kelompok atau lebih sebagai pengukur berhasil atau tidaknya suatu penelitian itu. Untuk melihat level parameter 3^k desain faktorial dan replikasi perlakuan dapat dilihat pada Tabel 1. dan Tabel 2.

Tabel 1. Level Parameter Dan Uji

Faktor	Level		
Fraksi Volume Serat (%)	15	20	25
Waktu Perendaman Serat (jam)	1	2	3

Tabel 2. Desain Kombinasi Perlakuan

Eksperimen	Fraksi Volume Serat (%)	Waktu Perendaman (jam)
1	15	1
2	15	2
3	15	3
4	20	1
5	20	2
6	20	3
7	25	1
8	25	2
9	25	3

HASIL DAN PEMBAHASAN

HASIL

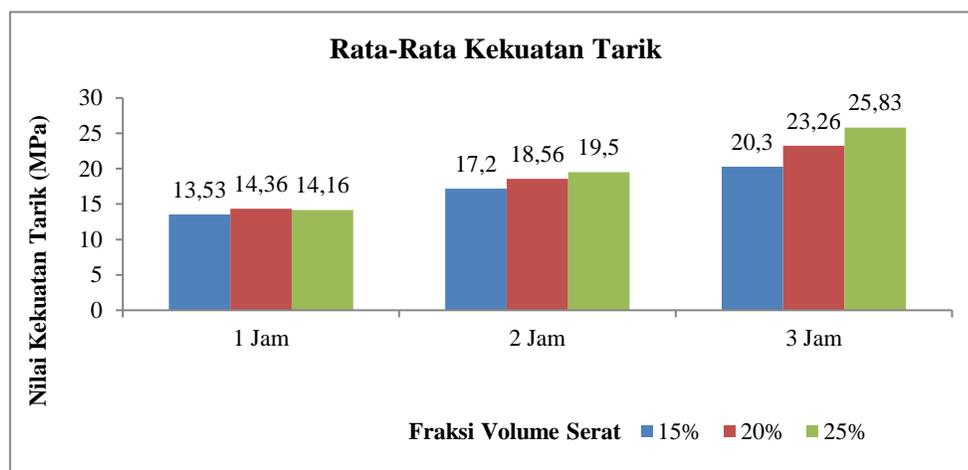
Pengujian Tarik

Pengujian tarik digunakan untuk mengukur ketahanan suatu material dengan memberi beban dan gaya berlawanan terhadap material dengan arah yang menjauhi titik tengah (Gunandar, 2021). Hasil dari uji kekuatan tarik terhadap material akan mengalami perubahan bentuk (deformasi) karena terjadinya pergeseran butiran kristal sehingga terlepasnya ikatan tersebut karena gaya maksimum (Utama & Zakiyya, 2016). Pengujian juga dilakukan untuk mengetahui perbedaan kekuatan serat tandan sawit dengan variasi volume serat 15%, 20%, 25% dan waktu perendaman serat menggunakan asap cair selama 1, 2, 3 jam serta dilakukan 3 kali replikasi. Pada penelitian ini menggunakan alat uji tarik *Universal Testing Machining merek Zwick Roell Model Z20 Xforce K*. Data yang diperoleh akan diolah untuk mendapatkan sebuah kesimpulan tentang variasi faktor yang akan menghasilkan nilai kekuatan tarik yang diharapkan. Hasil uji tarik dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Rata-Rata Kekuatan Tarik (Mpa)

No	Lama Perendaman Serat (Jam)	Fraksi Volume (%)	Kekuatan Tarik (MPa)			Rata-rata MPa
			Spesimen			
			1	2	3	
1	1	15 : 85	12,6	13,4	14,6	13,53
2	1	20 : 80	13,7	14,1	15,3	14,36
3	1	25 : 75	12,0	13,7	16,8	14,16
4	2	15 : 85	16,9	17,0	17,7	17,20
5	2	20 : 80	18,2	18,4	19,1	18,56
6	2	25 : 75	18,2	19,7	20,6	19,50
7	3	15 : 85	19,1	19,7	22,1	20,30
8	3	20 : 80	22,6	23,4	23,8	23,26
9	3	25 : 75	25,0	25,4	27,1	25,83

Berdasarkan Tabel 3. dapat dilihat bahwa pada pengujian tarik memiliki 27 sampel sesuai kombinasi antar lama perendaman serat dengan fraksi volume serat . Untuk mengetahui nilai kekuatan tarik tertinggi dan terendah, maka dapat dilihat pada grafik rata-rata kekuatan tarik yang ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1. Grafik Nilai Rata-Rata Kekuatan Tarik

Berdasarkan Gambar 1. diatas dapat diketahui bahwa nilai kekuatan tarik tertinggi berada pada spesimen uji yang menggunakan lama waktu perendaman asap cair selama 3 jam dan fraksi volume serat 25% dengan nilai kekuatan tarik sebesar 25.83 Mpa. Hal ini dipengaruhi oleh semakin lama perendaman serat tandan sawit menggunakan asap cair dan semakin banyak serat yang digunakan, maka akan membuat kekuatan tarik semakin besar (Dan et al., 2011). Sedangkan nilai kekuatan tarik terendah sebesar 13.53 Mpa yang menggunakan lama waktu perendaman asap cair selama 1 jam dan fraksi volume serat 15%. Hal ini disebabkan waktu asap cair yang terlalu singkat dan sedikitnya bahan pengisi matriks, resin dan katalis, sehingga serat tidak mampu menahan regangan kekuatan tarik. Untuk memastikan bahwa lama waktu perendaman asap cair dan fraksi volume serat tandan sawit mempengaruhi kekuatan tarik, maka memerlukan analisis anova. Dalam penelitian ini ada 2 faktor dan 3 level sehingga ada 3 hipotesis yang harus dirumuskan, yaitu uji hipotesis untuk mengetahui pengaruh fraksi volume serat tandan sawit, waktu perendaman serat tandan sawit menggunakan asap cair, dan pengaruh interaksi antara fraksi volume serat tandan sawit dan waktu perendaman serat tandan sawit menggunakan asap cair terhadap kekuatan tarik. Keputusan terhadap hipotesis nol (H_0) didasarkan pada nilai F_{tabel} , yakni selama statistik F_{hitung} melebihi $F_{0,05;2;27}$ (3,55) atau p -value kurang dari α , keputusannya adalah menolak H_0 (Wicaksana, 2016). Untuk menentukan H_0 yang diterima atau ditolak maka ketentuan yang harus diikuti adalah sebagai berikut (Negeri & Belitung, 2022) :

- a. Jika $F_{hitung} > F_{tabel}$ maka H_0 ditolak
- b. Jika $F_{hitung} < F_{tabel}$ maka H_0 diterima
- c. Jika signifikan atau probabilitas $> 0,05$, maka H_0 diterima
- d. Jika signifikan atau probabilitas $< 0,05$, maka H_0 ditolak

Setelah data kekuatan tarik diolah, data tersebut akan diuji analisis anova, hasil uji analisis anova dapat dilihat pada Tabel 4. sebagai berikut :

Tabel 4. Data Hasil Uji Anova Kekuatan Tarik

Faktor	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Waktu perendaman asap cair	2	373.701	186.850	123.20	0.000
Fraksi volume serat	2	36.423	18.211	12.01	0.000
Waktu perendaman asap cair*Fraksi volume serat	4	18.748	4.687	3.09	0.042
Error	18	27.300	1.517		
Total	26	456.172			

Dari Tabel 4. menunjukkan nilai signifikansi data ANOVA kekuatan tarik yakni faktor a dan faktor b sebesar 0,000 dan interaksi sebesar 0,042 lebih kecil dari taraf nyata yang dipilih $\alpha = 0,05$, sehingga H_0 ditolak dan diterima H_1 yang berarti semua level serta interaksi antar level mempengaruhi kekuatan tarik. Penggunaan F_{hitung} memberikan kesimpulan tentang hasil uji hipotesis *analysis of varians*. Keputusan yang diambil terhadap hasil *analysis of varians* data eksperimen untuk nilai tarik, yaitu :

1. Ditinjau dari faktor waktu perendaman serat tandan sawit menggunakan asap cair (faktor A), nilai $F_{hitung} > F_{tabel}$, sehingga H_0 ditolak dan diterima H_1 . Disimpulkan bahwa waktu perendaman serat tandan sawit menggunakan asap cair berpengaruh terhadap kekuatan tarik.
2. Ditinjau dari faktor fraksi volume serat tandan sawit (faktor B), nilai $F_{hitung} > F_{tabel}$, sehingga H_0 ditolak dan diterima H_1 . Disimpulkan bahwa fraksi volume serat tandan sawit berpengaruh terhadap kekuatan tarik.
3. Ditinjau dari interaksi faktor waktu perendaman serat tandan sawit menggunakan asap cair (faktor A) dan faktor fraksi volume serat tandan sawit (faktor B), nilai $F_{hitung} > F$

tabel, sehingga H0 ditolak dan diterima H1. Disimpulkan bahwa interaksi faktor waktu perendaman serat tandan sawit menggunakan asap cair (faktor A) dan faktor fraksi volume serat tandan sawit (faktor B) berpengaruh terhadap kekuatan tarik.

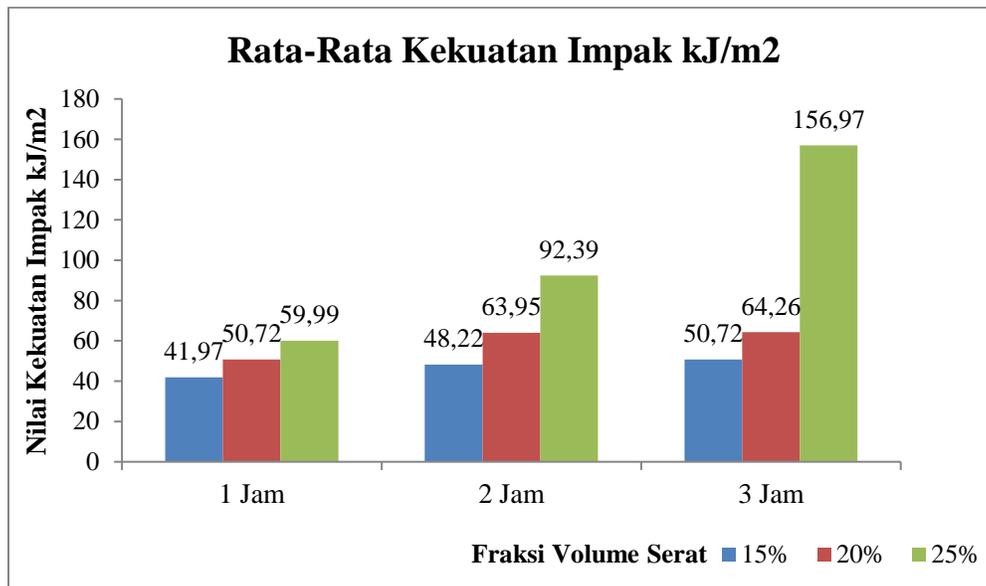
PENGUJIAN IMPAK

Pengujian impact dilakukan untuk mengukur bahan terhadap beban kejut dengan pembebanan yang cepat (*rapid loading*). Pengujian impact merupakan suatu upaya untuk menjalankan operasi material, yang ditemui dalam perlengkapan kontruksi, dimana beban tidak secara perlahan-lahan melainkan secara tiba-tiba (kejut) (Gunandar, 2021). Pengujian impact menggunakan alat uji impact *GOTECH* model *GT-7045*, Pengujian juga dilakukan untuk mengetahui perbedaan kekuatan serat tandan sawit dengan variasi volume serat 15%, 20%, 25% dan waktu perendaman serat menggunakan asap cair selama 1, 2, 3 jam serta dilakukan 3 kali replikasi. Data yang diperoleh akan diolah untuk mendapatkan sebuah kesimpulan tentang variasi faktor yang akan menghasilkan nilai kekuatan impact yang diharapkan. Hasil uji tarik dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Rata-Rata Kekuatan Impact (kJ/m²)

No	Lama Perendaman Serat (Jam)	Fraksi Volume (%)	Kekuatan Impact (kJ/m ²)			Rata-rata (kJ/m ²)
			Spesimen			
			1	2	3	
1	1	15 : 85	34,68	45,62	45,62	41,97
2	1	20 : 80	49,37	49,37	53,43	50,72
3	1	25 : 75	53,43	61,25	65,31	59,99
4	2	15 : 85	41,87	49,37	53,43	48,22
5	2	20 : 80	61,25	65,31	65,31	63,95
6	2	25 : 75	53,43	109,37	114,37	92,39
7	3	15 : 85	49,37	49,37	53,43	50,72
8	3	20 : 80	49,37	65,31	78,12	64,62
9	3	25 : 75	138,43	163,75	168,75	156,97

Berdasarkan Tabel 3. dapat dilihat bahwa pada pengujian impact memiliki 27 sampel sesuai kombinasi antar lama perendaman serat dengan fraksi volume serat . Untuk mengetahui nilai kekuatan impact tertinggi dan terendah, maka dapat dilihat pada grafik rata-rata kekuatan impact yang ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik Nilai Rata-Rata Uji Impak

Berdasarkan Gambar 2. diatas dapat diketahui bahwa nilai kekuatan impak tertinggi berada pada spesimen uji yang menggunakan lama waktu perendaman asap cair selama 3 jam dan fraksi volume serat 25% dengan nilai kekuatan impak sebesar 156.97 kJ/m². Hal ini dipengaruhi oleh semakin lama perendaman serat tandan sawit menggunakan asap cair dan semakin banyak serat yang digunakan, maka akan membuat kekuatan impak semakin besar (Dan et al., 2011). Sedangkan nilai kekuatan impak terendah pada lama waktu perendaman asap cair selama 1 jam dan fraksi volume serat 15% dengan nilai kekuatan impak sebesar 41.97 kJ/m². Hal ini disebabkan waktu asap cair yang terlalu singkat dan sedikitnya bahan pengisi matriks, resin dan katalis, sehingga serat tidak mampu menahan beban kejut pada bahan. Untuk memastikan bahwa lama waktu perendaman asap cair dan fraksi volume serat tandan sawit mempengaruhi kekuatan impak, maka memerlukan analisis anova. Dalam penelitian ini ada 2 faktor dan 3 level sehingga ada 3 hipotesis yang harus dirumuskan, yaitu uji hipotesis untuk mengetahui pengaruh fraksi volume serat tandan sawit, waktu perendaman serat tandan sawit menggunakan asap cair, dan pengaruh interaksi antara fraksi volume serat tandan sawit dan waktu perendaman serat tandan sawit menggunakan asap cair terhadap kekuatan impak. Keputusan terhadap hipotesis nol (H₀) didasarkan pada nilai Ftabel, yakni selama statistik Fhitung melebihi F_{0,05;2;27} (3,55) atau p-value kurang dari α , keputusannya adalah menolak H₀ (Wicaksana, 2016). Untuk

menentukan H_0 yang diterima atau ditolak maka ketentuan yang harus diikuti adalah sebagai berikut (Negeri & Belitung, 2022) :

- e. Jika $F_{hitung} > F_{tabel}$ maka H_0 ditolak
- f. Jika $F_{hitung} < F_{tabel}$ maka H_0 diterima
- g. Jika signifikan atau probabilitas $> 0,05$, maka H_0 diterima
- h. Jika signifikan atau probabilitas $< 0,05$, maka H_0 ditolak

Setelah data kekuatan tarik diolah, data tersebut akan diuji ANOVA. Tabel 5 adalah data hasil uji ANOVA kekuatan tarik sebagai berikut :

Tabel 6. Data Hasil Uji Anova Kekuatan Impak

Faktor	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Waktu perendaman asap cair	2	7153.2	3576.6	18.46	0.000
Fraksi volume serat	2	15609.2	7804.6	40.29	0.000
Waktu perendaman asap cair*Fraksi volume serat	4	7953.2	1988.3	10.26	0.000
Error	18	3487.2	193.7		
Total	26	34202.8			

Dari tabel 8. menunjukkan nilai signifikansi data ANOVA kekuatan impact yakni faktor a, faktor b, dan interaksi sebesar 0,000 lebih kecil dari taraf nyata yang dipilih $\alpha = 0,05$, sehingga H_0 ditolak dan diterima H_1 yang berarti semua level serta interaksi antar level mempengaruhi kekuatan impact. Penggunaan F_{hitung} memberikan kesimpulan tentang hasil uji hipotesis *analysis of varians*. Keputusan yang diambil terhadap hasil *analysis of varians* data eksperimen untuk nilai impact, yaitu :

1. Ditinjau dari faktor waktu perendaman serat tandan sawit menggunakan asap cair (faktor A), nilai $F_{hitung} > F_{tabel}$, sehingga H_0 ditolak dan diterima H_1 . Disimpulkan bahwa waktu perendaman serat tandan sawit menggunakan asap cair berpengaruh terhadap kekuatan impact.
2. Ditinjau dari faktor fraksi volume serat tandan sawit (faktor B), nilai $F_{hitung} > F_{tabel}$, sehingga H_0 ditolak dan diterima H_1 . Disimpulkan bahwa fraksi volume serat tandan sawit berpengaruh terhadap kekuatan impact.

3. Ditinjau dari interaksi faktor waktu perendaman serat tandan sawit menggunakan asap cair (faktor A) dan faktor fraksi volume serat tandan sawit (faktor B), nilai $F_{hitung} > F_{tabel}$, sehingga H_0 ditolak dan diterima H_1 . Disimpulkan bahwa interaksi faktor waktu perendaman serat tandan sawit menggunakan asap cair (faktor A) dan faktor fraksi volume serat tandan sawit (faktor B) berpengaruh terhadap kekuatan impak.

PEMBAHASAN

Pelaksanaan penelitian dimulai dari pembuatan sampel berdasarkan faktor dan level. Faktor yang digunakan adalah fraksi volume serat dan waktu perendaman. Sedangkan levelnya adalah 15%, 20%, 25% untuk fraksi volume serat dan 1, 2, dan 3 jam untuk lama waktu perendaman serat menggunakan asap cair. Asap cair merupakan asap yang semulanya berbentuk partikel padat lalu berubah menjadi cairan karena mengalami proses pendinginan (Aminulloh et al., 2020). Penelitian ini juga menggunakan resin polyester YUKALAC 157, serta proses pengujiannya menggunakan pengujian tarik dan pengujian impak dengan spesimen uji tarik mengacu pada standar ASTM D-638 dan pengujian impak mengacu pada standar ISO 179. Pengujian tarik digunakan untuk mengukur ketahanan suatu material dengan memberi beban dan gaya berlawanan terhadap material dengan arah yang menjauhi titik tengah (Gunandar, 2021). Sedangkan Pengujian impak dilakukan untuk mengukur bahan terhadap beban kejut dengan pembebanan yang cepat (*rapid loading*). Penelitian ini mempunyai 3 replikasi dengan jumlah sampel 27, serta menggunakan analisis anova yang berfungsi untuk melihat perbandingan antar dua kelompok atau lebih sebagai pengukur pada penelitian ini bahwa berpengaruh atau tidaknya lama perendaman asap cair dan variasi fraksi volume serat terhadap kekuatan tarik dan kekuatan impak. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh (Mesin et al., 2021) bertujuan untuk mengetahui pengaruh perlakuan sabut kelapa dengan asap cair terhadap sifat mekanik komposit.

Analisis komposit berpenguat serat tandan sawit terhadap kekuatan tarik dan kekuatan impak dengan perendaman asap cair memperoleh nilai rata-rata hasil uji tarik dan impak terendah pada lama perendaman asap cair selama 1 jam dengan fraksi volume serat 15% sebesar uji tarik 13.53 Mpa dan uji impak sebesar 41.97 kJ/m². Sedangkan nilai rata-rata hasil uji tarik dan impak tertinggi pada lama perendaman asap cair selama 3 jam

dengan fraksi volume serat 25% sebesar uji tarik 25.83 Mpa dan uji impak sebesar 156.97 kJ/m². Kemudian dilakukan uji analisa anova yang menunjukkan nilai signifikansi data anova kekuatan tarik yakni faktor a, faktor b, dan interaksi sebesar 0,000 lebih kecil dari taraf nyata yang dipilih $\alpha = 0,05$, sehingga H₀ ditolak dan diterima H₁ yang berarti semua level serta interaksi antar level mempengaruhi kekuatan tarik dan kekuatan impak. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan (Mesin et al., 2021) dengan judul pengaruh perlakuan sabut kelapa dengan asap cair terhadap sifat mekanik komposit, pada penelitian ini juga menunjukkan bahwa perendaman asap cair dapat meningkatkan kekuatan tarik serat tunggal, dimana 1 jam perendaman memiliki nilai paling besar. Sebaliknya, kekuatan impak komposit CF meningkat pada 3 jam, nilai perendaman terbesar. Hal ini berarti serat yang direndam dalam asap cair dapat menjadi alternatif untuk meningkatkan sifat mekanik CF. Serta hasil penelitian ini juga sejalan pada penelitian (Akhir, 2022) yang berjudul pengaruh variasi fraksi volume dan lama perlakuan NaOH pada komposit serat tebu dengan matrik polyester terhadap kekuatan tarik dan impak, pada penelitian ini didapatkan nilai rata-rata uji tarik tertinggi terdapat pada fraksi volume 20% dan lama perlakuan NaOH 60 menit dan nilai rata-rata terendah terdapat pada fraksi volume 10% dan lama perlakuan NaOH 90 menit sebesar menyatakan bahwa semakin tinggi fraksi volume serat maka semakin tinggi nilai kekuatan tarik dan kekuatan impak. Berdasarkan hasil penelitian ini dan jurnal penelitian sebelumnya dapat disimpulkan bahwa komposit akan semakin kuat jika waktu perendaman asap cair semakin lama dan nilai fraksi volume serat semakin tinggi maka akan semakin meningkat pula nilai kekuatan tarik dan impak dikarenakan material mampu menahan regangan dan beban kejut (Dan et al., 2011).

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis yang telah dilakukan oleh peneliti pada bab sebelumnya mengenai judul analisis komposit berpenguat serat tandan sawit terhadap kekuatan tarik dan kekuatan impak dengan perendaman asap cair, maka didapatkan kesimpulan bahwa dari beberapa variasi waktu perendaman serat tandan sawit menggunakan asap cair dan variasi fraksi volume serat tandan sawit. Didapatkan nilai kekuatan tarik tertinggi pada waktu perendaman serat tandan sawit menggunakan asap cair selama 3 jam dan fraksi volume serat tandan sawit 25% dengan nilai kekuatan tarik 25,83

Mpa dan nilai terendah kekuatan tarik pada waktu perendaman serat tandan sawit menggunakan asap cair selama 1 jam dan fraksi volume serat tandan sawit 15% dengan nilai kekuatan tarik 13,53 Mpa. Kekuatan impact tertinggi pada waktu perendaman serat tandan menggunakan asap cair selama 3 jam dan fraksi volume serat tandan sawit 25% dengan nilai kekuatan impact 156,97 kJ/m² dan nilai terendah kekuatan impact pada waktu perendaman serat tandan sawit menggunakan asap cair selama 1 jam dan fraksi volume serat tandan sawit 15% dengan nilai kekuatan impact 41.97 kJ/m². Dari data uji analisa ANOVA didapatkan nilai kekuatan tarik yakni faktor a dan faktor b sebesar 0,000 dan interaksi sebesar 0,042 lebih kecil dari taraf nyata yang dipilih $\alpha = 0,05$, sehingga H₀ ditolak dan diterima H₁ yang berarti semua level serta interaksi antar level mempengaruhi kekuatan tarik. Nilai uji ANOVA pada kekuatan impact yakni faktor a, faktor b, dan interaksi sebesar 0,000 lebih kecil dari taraf nyata yang dipilih $\alpha = 0,05$, sehingga H₀ ditolak dan diterima H₁ yang berarti semua level serta interaksi antar level mempengaruhi kekuatan impact. Dapat disimpulkan bahwa semakin lama waktu perendaman serat tandan sawit menggunakan asap cair dan semakin banyak fraksi volume serat tandan sawit yang digunakan maka semakin tinggi kekuatan tarik dan impact.

UCAPAN TERIMA KASIH

Jurnal ini diajukan untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan Program Diploma IV (D-IV) Jurusan Teknik Mesin dan Manufaktur Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung. Tidak dapat disangkal bahwa butuh usaha yang keras, kegigihan, dan kesabaran, dalam penyelesaian pengerjaan skripsi ini. Namun disadari karya ini tidak akan selesai tanpa orang-orang tercinta disekeliling saya yang mendukung dan membantu. Terima kasih yang sebesar-besarnya saya sampaikan kepada:

1. Kedua orang tua penulis, Bapak Suryandi dan Ibu Suryani serta keluarga besar penulis, yang selalu memberikan kasih sayang, doa, nasehat serta atas kesabarannya yang luar biasa dalam setiap langkah hidup penulis, yang merupakan anugerah terbesar dalam hidup. Penulis berharap dapat menjadi anak yang dapat membanggakan.
2. Bapak Yuliyanto, S.S.T., M. T dan Bapak Boy Rollastin, S.Tr., M.T. Selaku dosen pembimbing 1 dan dosen pembimbing 2 yang telah memberikan bimbingan, nasehat,

motivasi dan berbagai pengalaman kepada peneliti dengan penuh keikhlasan dan kesabaran.

3. Bapak Dr. Ilham Ary Wahyudie, M.T yang telah memberikan bimbingan dalam mengolah data dan mengajari penulis dalam analisis penelitian.
4. Segenap Dosen Teknik Mesin dan Manufaktur yang telah mendidik dan memberikan ilmu selama berkuliah di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung dan seluruh staff yang selalu sabar melayani segala administrasi selama proses penelitian ini.

DAFTAR RUJUKAN

- Akhir, P. (2022). *PENGARUH VARIASI FRAKSI VOLUME DAN LAMA DENGAN MATRIK POLYESTER TERHADAP D.*
- Aminulloh, T., Studi, P., Daya, B., Hortikultura, T., Pertanian, P., & Peternakan, D. A. N. (2020). *TUGAS AKHIR PEMBUATAN ASAP CAIR GRADE 1 BERBAHAN LIMBAH TEMPURUNG KELAPA SEBAGAI BAHAN PENGAWET TUGAS AKHIR PEMBUATAN ASAP CAIR GRADE 1 BERBAHAN LIMBAH.*
- Dan, P., Papan, K., Komposit, P., Tandan, D., Kelapa, K., Dengan, S., Kerapatan, P., Hasil, T., Ulang, D., Pascasarjana, P., Matematika, F., Ilmu, D. A. N., Alam, P., & Utara, U. S. (2011). *DAMEANTO PURBA.*
- Darnoko, Guritno P., A. Sugiharto, and S. S. (1995). *Pulping of Oil Palm Empty Fruit Bunches With Surfactant In: Oil Palm Trunk and Other Palmwood.* 87. https://scholar.google.com/scholar?cluster=5369754643660325667&hl=en&as_sdt=2005&sciodt=2007
- Fahmi, H. (d. g.). *PENGARUH VARIASI KOMPOSISI KOMPOSIT RESIN EPOXY / SERAT.*
- Gunandar, A. R. I. W. (2021). *PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN.*
- Hairil Anwar. (2022). *Luas kebun sawit rakyat di Bangka Belitung capai 75,5 Ribu Hektar.* [Distan.babelprov.go.id.](https://distan.babelprov.go.id/) <https://distan.babelprov.go.id/content/luas-kebun-sawit-rakyat-di-bangka-belitung-capai-757-ribu-hektar#:~:text=Luas Kebun Sawit Rakyat di Bangka Belitung Capai 75%2C7 Ribu Hektar,-Dikirim%3A 25 Feb&text=PANGKALPINANG — Luas kebun sawit rakyat,ini mencapa>

- Ichsan, R. M., Sukma, H., Tatak, A. R., Mesin, J. T., Pancasila, U., & Epoksi, R. (d. g.). *Pengembangan komposit matriks polimer berpenguat serat tandan kosong kelapa sawit*. 15, 21–26.
- Kamulyan. (2008). *Isolasi Bahan Bakar(Biofuels) dari Tar-asap cair hasil pirolisis tempurung kelapa*.
- Mesin, J. T., Teknik, F., Khairun, U., & Utara, M. (2021). *Pengaruh Perlakuan Sabut Kelapa dengan Asap Cair Terhadap Sifat Mekanik Komposit*. 07010.
- Negeri, P. M., & Belitung, B. (2022). *VOLUME SERAT PANDAN DURI TERHADAP*.
- Ramadhani, F., Pascasarjana, P., Matematika, F., Ilmu, D. A. N., Alam, P., & Utara, U. S. (2013). *Terdiri Dari Campuran Polietilen Densitas Rendah (Ldpe) Dengan Pengisi Bentonit Alam*.
- Roperti, T. H. P., Yang, D. S., & Iber, L. F. (2019). *E l s c c*.
- SAYYID MUHAMMAD OSAMA. (2021). *PENGARUH VARIASI FRAKSI VOLUME DAN LAMA PERLAKUAN NaOH PADA KOMPOSIT SERAT TEBU DENGAN Matrik POLYESTER TERHADAP KEKUATAN TARIK DAN IMPAK*. 45.
- Utama, F. Y., & Zakiyya, H. (2016). *HIBRIDA FIBERHYBRID TERHADAP KEKUATAN TARIK DAN* *Keywords : Abstract : 15*(September), 60–69.
- Wicaksana, A. (2016). 濟無No Title No Title No Title. In *Https://Medium.Com/*. <https://medium.com/@arifwicaksanaa/pengertian-use-case-a7e576e1b6bf>