

Pengaruh Alkalisasi Naoh dan Fraksi Volume Serat Pelepah Pisang dan Kulit Batang Pepaya terhadap Sifat Mekanik Komposit *Hybrid* Bermatriks Polyester

Irvan Budi Prasetyawan^{1✉}, Haryanto²

¹Universitas Muhammadiyah Surakarta, Pabelan, Sukoharjo, Indonesia

² Universitas Muhammadiyah Surakarta, Pabelan, Sukoharjo, Indonesia

✉ Email korespondensi: d500210024@student.ums.ac.id

Abstrak. Dalam beberapa dekade terakhir, perkembangan teknologi industri mendorong kemajuan di bidang rekayasa material, termasuk pemanfaatan serat alam sebagai filler komposit Serat dari pelepah pisang dan kulit batang pepaya memiliki kandungan selulosa yang tinggi sehingga cocok dijadikan penguat material komposit. Tujuan penelitian ini, yaitu untuk mengetahui kekuatan tarik dan impak komposit *hybrid* dengan serat pelepah pisang dan serat kulit batang pepaya. Pembuatan komposit dengan metode *Hand Lay-Up* menggunakan jenis resin Polyester. Serat pelepah pisang dan kulit batang pepaya diberi perlakuan alkali NaOH 5% dengan variasi waktu perendaman 30, 60, 90, 120, dan 150 menit. Dan fraksi volume antara resin polyester dan serat alam yaitu 85%: 15% dengan variasi fraksi volume serat pelepah pisang dan serat kulit batang pepaya 2,5%: 12,5%, 5: 10%, 7,5%: 7,5%, 10%: 5%, dan 12,5%: 2,5%. Dari penelitian diperoleh hasil uji tarik menunjukkan nilai kekuatan tarik tertinggi berada pada spesimen y13 dengan variasi fraksi serat pelepah pisang dan serat batang pepaya 7,5%: 7,5% dan waktu alkanlisasi 90 menit dengan nilai 22,5962 MPa. Sedangkan, nilai tertinggi kekuatan impak komposit *hybrid* pada spesimen y8 dengan variasi fraksi serat pelepah pisang dan serat batang pepaya 5%: 10% dan waktu alkanlisasi 90 menit dengan nilai 0,3 J/mm².

Kata kunci: Komposit; Serat Pelepah Pisang; Serat Kulit Batang Pepaya; Hand Lay-Up; Kekuatan Tarik; Kekuatan Impak.



PENDAHULUAN

Dalam beberapa dekade terakhir, perkembangan teknologi industri mendorong kemajuan di bidang rekayasa material. Para peneliti telah berusaha untuk membuat bahan baru yang lebih kuat, efisien, dan mampu bersaing dengan bahan yang telah lama digunakan seperti logam dan kayu. Kemajuan dalam teknologi material telah menghasilkan material jenis baru yang dibangun secara bertumpuk dari beberapa komponen. Dalam bidang rekayasa material, serat alam menjadi filler komposit yang populer. Material inilah yang disebut komposit. Komposit *hybrid* adalah komposit yang menggunakan 2 macam atau lebih serat sebagai penguatnya [1].

Serat selulosa alami, yang dapat ditemukan melimpah di alam dan dapat dengan mudah diekstraksi, memiliki sifat-sifat yang tertentu seperti biaya yang rendah, tingkat bahaya yang rendah, rasio kekuatan terhadap berat yang tinggi, dapat terurai secara hayati, tidak korosif, sifat-sifat fisik dan mekanik yang baik, serta pemrosesannya yang mudah [2]. Serat alami selulosa dapat diekstraksi dari biji, buah, daun, batang, dan kulit tanaman. Serat ini terutama terdiri dari selulosa, lignin, pektin, hemiselulosa, dan lilin [3]. Kelebihan serat alam adalah *raw material* terbaharui dan berlimpah, mempunyai sifat mekanik yang baik terutama kekuatan tarik, *combustibility* artinya serat alam dapat dibakar jika tidak digunakan lagi dan energi pembakarannya dapat dimanfaatkan, *biodegradability* artinya bersifat mudah terurai, *reactivity* artinya dapat dimodifikasi dengan perlakuan kimia, ringan pada industri otomotif penggunaan serat alam dapat mengurangi berat komponen 10% - 30% [4].

Tanaman pisang merupakan tanaman yang mudah ditanam dan dikembangkan serta cepat dipanen [5]. Akan tetapi, setelah pisang berbuah, pohon pisang pasca panen biasanya ditebang dan tidak bisa menghasilkan apa-apa, padahal pelepah pisang masih bisa dimanfaatkan untuk menghasilkan produk-produk yang memiliki nilai ekonomis dan serat dari batang pisang dapat sebagai bahan dasar papan serat [6]. Komponen utama serat pelepah pisang tanduk galek terdiri dari selulosa, hemiselulosa, dan lignin. Kadar selulosa tinggi pada serat alam dapat meningkatkan kekuatan mekanik komposit [7]. Serat pelepah pisang mengandung 29,9% kadar selulosa, 22,26% hemiselulosa, 7,38% lignin. Sifat mekanik dalam serat pelepah pisang tanduk galek memiliki kualitas cukup baik karena mempunyai nilai kuat tarik 123,63 Kgf/cm² setara 12,12 MPa [8].

Pepaya digolongkan sebagai tanaman yang berbuah sepanjang musim. Produktivitas tanaman pepaya bisa sampai umur 4 tahun, setelah melewati umur produktif perlu peremajaan agar produksi buah optimal [9]. Peremajaan dilakukan dengan menebang pohon yang sudah tidak produktif. Namun sisa hasil peremajaan hanya dibiarkan menjadi limbah yang memiliki dampak buruk bagi kesehatan. Tanaman



pepaya dianggap sebagai serat yang tidak mengandung kayu (*xylem lignifikasi*) seperti pohon pada umumnya, tanaman ini dapat mencapai ketinggian 10 m, karena modulus lenturnya yang tinggi dan kekuatan yang diberikan oleh lapisan serat batang. Serat batang pepaya memiliki densitas ringan ($0,62-1,19 \text{ g/cm}^3$) menjadikannya menarik sebagai bahan penguat dalam komposit ringan [10]. Oleh karena itu, serat kulit batang pepaya merupakan serat penguat yang potensial untuk bahan komposit polimer [7]. Serat kulit batang pepaya mengandung 58,71% selulosa, 11,48% hemiselulosa, 14,26% lignin [3].

Serat alami yang diberi perlakuan alkali adalah bahan yang cocok untuk penguat komposit jika dibandingkan bahan serat mentah [8]. Alkalisasi (perlakuan dengan larutan basa NaOH) pada serat alam bertujuan untuk membersihkan permukaan serat dari hemu selulosa, lignin, dan material non-selulosa lainnya. Mekanisme reaksi antara serat alami dan larutan NaOH dapat dijelaskan pada skema yaitu gugus OH dipisahkan dari serat oleh aksi Na^{+2} ion menghasilkan (serat-NaO) dan H_2O [11]. Efek yang timbul dari perlakuan alkalisasi adalah berubahnya ikatan hidrogen dalam struktur jaringan serat yang mengakibatkan permukaan serat menjadi kasar [12].

Metode sintetik pada komposit dapat dilakukan dengan berbagai cara yaitu, *hand lay-up*, *compression molding*, *press molding*, dan *pultrusion*. Pemilihan metode sintetik komposit tergantung pada sifat bahan dan komposisi penyusun yang akan dibentuk [13]. Pada penelitian ini menggunakan metode *hand lay-up*. *Hand lay-up* merupakan metode yang paling mudah dalam proses manufaktur. Adapun proses dari pembuatan komposit dengan metode ini yaitu menuangkan resin dengan ke dalam serat dengan bentuk seperti rajutan, setelah itu memberikan tekanan dan meratakan menggunakan rol [14].

Berdasarkan temuan penelitian Saravanakumaar [3], sebuah penelitian dengan memanfaatkan matriks yang terbuat dari resin dan serat kulit batang pepaya menunjukkan perbandingan sifat mekanik komposit yang dibuat dengan perlakuan dan tanpa perlakuan alkalisasi NaOH 5%. Dari perbandingan sifat mekanik batang pepaya mentah dan diolah (alkalisasi NaOH 5%) menunjukkan kekuatan tarik serat mentah lebih rendah sebesar $5,30 \pm 11,2 \text{ MPa}$ dan serat dengan alkalisasi NaOH 5% memiliki nilai optimal sebesar $5,48 \pm 14,6 \text{ MPa}$. NaOH 5% dengan periode perendaman 60 menit dianggap sebagai perlakuan alkali yang optimal untuk serat batang pepaya.

Susanta dkk [15] telah melakukan penelitian mengenai uji tarik dan uji impak pada komposit batang pisang dengan pengaruh penambahan alkalisasi dan tanpa alkalisasi. Sampel pada penelitian ini dibuat dari matriks polimer polyester dan serat pelepah pisang dengan metode *hand lay-up*. Kemudian sampel diuji dengan uji tarik dan impak untuk mengetahui nilai dari sifat mekanik setiap sampel. Hasil dari penelitian tersebut menunjukkan kekuatan tarik dengan konsentrasi alkalisasi serat 0%, 5%, dan 10%



diperoleh 8,49 kgf/m², 14,88 kgf/m², 28,49 kgf/m². Sementara kekuatan impaknya sebesar 0,1075 J/mm², 0,1723 J/mm², 0,1410 J/mm². Dengan periode perendaman NaOH selama 120 menit.

Berdasarkan penjabaran tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bagaimna pengaruh variasi waktu perendaman alkalisasi NaOH 5% dan variasi komposisi fraksi volume serat pelepah pisang dan serat kulit batang pepaya terhadap sifat mekanik material komposit polyester. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalma pengembangan material komposit berbasis limbah serat alam yang ramah lingkungan, kuat, dan potensial menggantikan material berbasis sintesis atau logam pada aplikasi material komposit.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode percobaan (eksperimental) yang mana dilakukan pengamatan secara langsung tentang bagaimana suatu variabel mempengaruhi variabel lain melalui pengujian tarik dan impak terhadap material komposit. Adapun variabel bebas dalam penelitian ini meliputi waktu alkalisasi NaOH 5% (30, 60, 90, 120, dan 150 menit), serta variasi fraksi volume serat pelepah pisang dan serat kulit batang pepaya dengan lima variasi perbandingan (2,5%:12,5%, 5:10%, 7,5%:7,5%, 10%:5%, dan 12,5%:2,5%) variabel terkontrol adalah resin polyester dan katalis (rasio 100:1). Sedangkan variabel terikat adalah nilai hasil uji tarik (kuat tarik) dan nilai hasil uji impak (kuat impak). Berdasarkan variabel tersebut, rancangan data pengamatan yang dilakukan pada penelitian, dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Rancangan Data Penelitian

X2	X1	Perlakuan Alkali NaOH 5% terhadap Serat				
		30 menit	60 menit	90 menit	120 menit	150 menit
serat pelepah pisang : serat batang pepaya (15%)	2,5 : 12,5	y1	y2	y3	y4	y5
	5,0 ; 10,0	y6	y7	y8	y9	y10
	7,5 ; 7,5	y11	y12	y13	y14	y15
	10,0 ; 5,0	y16	y17	y18	y19	y20
	12, 5 : 2,5	y21	y22	y23	y24	y25



Tempat penelitian

Pembuatan dan pengujian tarik material komposit dilakukan di Laboratorium Teknik Kimia sedangkan pengujian impak dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Bahan Penelitian

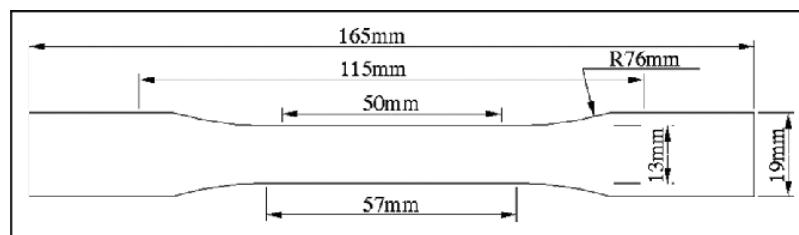
Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Unsaturated Polyester Resin* (UPR), Katalis, Aquades, larutan NaOH 5%, serat kulit batang pepaya, serat pelepah pisang.

Alat Penelitian

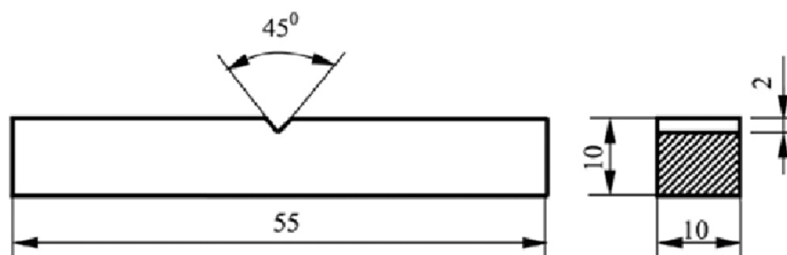
Alat penelitian yang digunakan meliputi Universal Tensile Machine (UTM), alat uji Impak metode *Charpy*, timbangan analitik, *microwave oven*, gelas ukur, jangka sorong, cetakan ASTM D 638 dan ASTM D 256. Alat-alat ini digunakan untuk menguji sifat mekanik materi komposit.

Tabel 2. Spesifikasi Ukuran ASTM D 638 dan ASTM D 256

Spesifikasi	Panjang	Lebar	Tebal
ASTM D 638	165 mm	13 mm	4 mm
ASTM D 256	55 mm	10 mm	10 mm



Gambar 1. ASTM D 638



Gambar 2. ASTM D 256

Ekstraksi Serat

Pelepah pisang dan kulit batang pepaya diambil dari limbah pertanian. Pengambilan serat dilakukan dengan proses perendaman dengan cara memasukkan serat



pelepah pisang ke dalam air selama 14 hari dan diambil seratnya dilapisan paling luar, sedangkan untuk kulit batang pepaya direndam selama 30 hari setelah itu diambil serat kulit batang pepaya. Kemudian lapisan serat dibersihkan dan dikeringkan pada suhu ruangan selama 24 jam. Lalu kedua jenis serat dilakukan perlakuan alkalisasi NaOH 5% (30, 60, 90, 120, dan 150 menit), selanjutnya serat dicuci dan dikeringkan pada suhu ruang kurang lebih 12 jam.

Pembuatan Matriks

Pembuatan matriks dilakukan dengan cara pencampuran resin polyester dan katalis dalam perbandingan 100:1.

Pencetakan Komposit *Hybrid*

Komposit dibuat dengan fraksi volume serat alam sebesar 15% dan resin sebesar 85% dengan variasi fraksi volume serat alam (serat pelepah pisang dan serat kulit batang pepaya) 2,5%: 12,5%, 5%: 10%, 7,5%: 7,5%, 10%: 5%, dan 12,5%: 2,5%. Dua jenis cetakan disiapkan sesuai standar ASTM D-638 untuk uji tarik dan ASTM D-256 untuk uji impak. Proses pembuatan dimulai dengan melapisi cetakan menggunakan minyak, memotong serat sepanjang 1 cm, dan menyusunnya secara acak dalam cetakan. Resin polyester dicampur dengan 1% katalis, lalu dituangkan ke dalam cetakan berisi serat. Setelah didiamkan selama 4–6 jam hingga mengeras, sampel dilepas dengan hati-hati dari cetakan.

Pengujian Komposit *Hybrid*

Pengujian komposit hybrid dilakukan dengan uji tarik dengan *Universal Tensile Machine* (UTM) dan uji impak dengan metode *charpy*. Pengujian tarik dengan cara menjepit material komposit di mesin uji tarik setelah itu diatur dan diberi gaya tarik secara maksimal hingga specimen patah. Sementara itu, pengujian impak dengan metode *charpy* untuk mengukur ketangguhan komposit terhadap benturan. Spesimen berbentuk balok dipukul hingga patah, dan energi serapan saat patah (Joule) dicatat. Hasil dinyatakan dalam satuan Joule/mm², menunjukkan energi yang diserap per luas penampang patahan.

Analisis Data

Data hasil pengujian tarik dan impak dianalisis menggunakan Microsoft Excel untuk menghitung sifat mekanik nilai kekuatan tarik dan nilai kekuatan impak dari setiap specimen, kemudian masing-masing pengujian divisualisasikan dalam bentuk tabel dan grafik. Analisis statistik dilakukan dengan MANOVA menggunakan *software* SPSS. Uji normalitas data dilakukan untuk memastikan distribusi data memenuhi syarat. Analisis



hasil data peneliti dilakukan dengan cara membandingkan spesimen mana yang memperoleh nilai kuat tarik dan dampak tertinggi.

HASIL

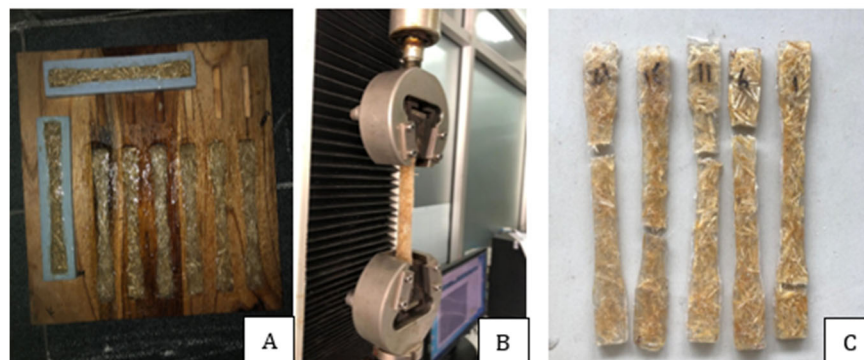
Dalam penelitian ini, sifat mekanik komposit dianalisis melalui pengujian tarik dan uji dampak. Hasil sifat mekanik dari pengujian tarik dan pengujian dampak komposit hybrid berpenguat serat pelepah pisang dan kulit batang pepaya dengan perlakuan alkalisasi NaOH 5%, dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2. Data Pengamatan Kuat Tarik (MPa)

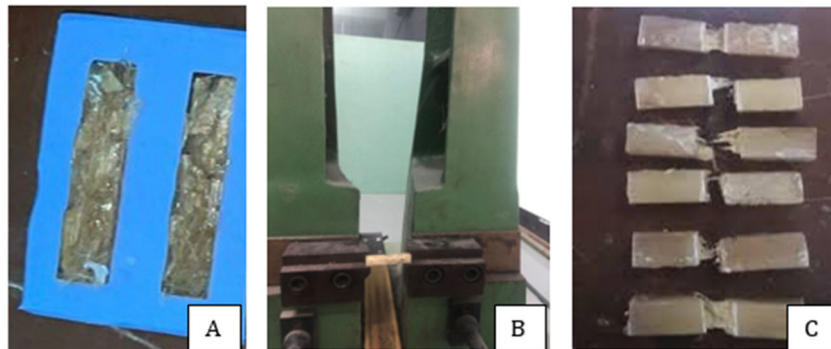
Fraksi Volume Serat Pisang dan Pepaya (%)	Hasil Kekuatan (MPa)				
	Alkalisasi NaOH 5 %				
	30 min	60 min	90 min	120 min	150 min
2,5 : 12,5	13,7500	16,9231	20,5769	14,4231	10,7692
5,0 ; 10,0	11,0577	15,0000	15,5769	15,3846	7,6923
7,5 ; 7,5	13,1731	18,4615	22,5962	17,5000	11,5385
10,0 ; 5,0	14,0385	14,0385	17,8846	15,9615	12,3077
12, 5 : 2,5	12,4038	17,3077	18,2692	16,9231	13,2692

Tabel 3. Data Pengamatan Kuat Dampak (Joule/mm²)

Fraksi Volume Serat Pisang dan Pepaya (%)	Hasil Uji Impact (J/mm ²)				
	Alkalisasi NaOH 5 %				
	30 min	60 min	90 min	120 min	150 min
2,5 : 12,5	0,28	0,26	0,28	0,28	0,02
5,0 ; 10,0	0,24	0,28	0,3	0,27	0,02
7,5 ; 7,5	0,26	0,28	0,28	0,28	0
10,0 ; 5,0	0,12	0,24	0,28	0,28	0,02
12, 5 : 2,5	0,26	0,28	0,28	0,28	0,02



Gambar 3. (A) Pencetakan Spesimen Uji Tarik, (B) Uji Tarik dengan alat UTM, dan (C) Spesimen Pasca Uji Tarik

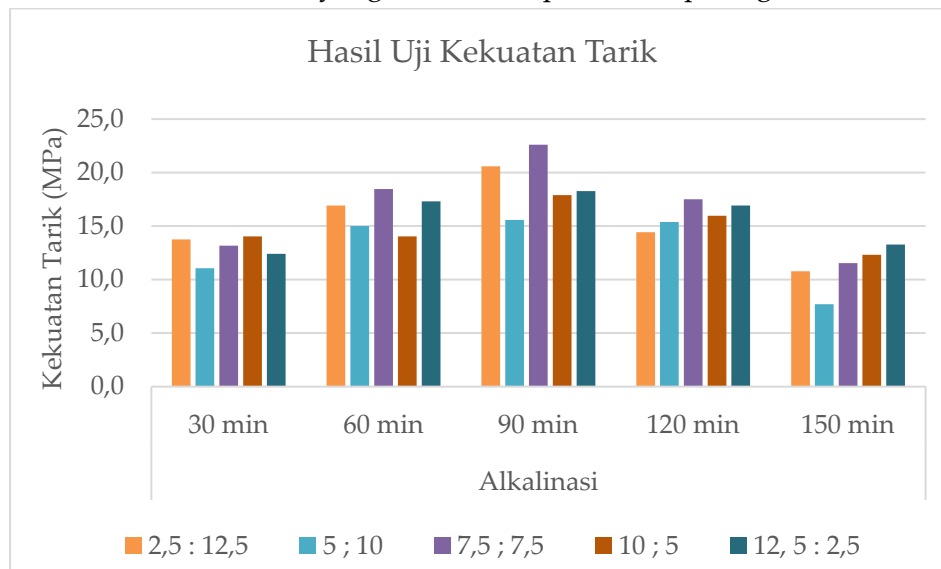


Gambar 3. (A) Pencetakan Spesimen Uji Impak, (B) Uji Impak dengan metode *charpy*, dan (C) Spesimen Pasca Uji Impak

PEMBAHASAN

Pembahasan Uji Tarik Komposit *Hybrid*

Dari data hasil pengujian tarik pada tabel 1 dapat diketahui bahwa nilai kekuatan tarik dari setiap variasi fraksi volume komposit hybrid dan setiap variasi waktu perlakuan alkali NaOH 5% memiliki hasil yang berbeda, dapat dilihat pada gambar 4.

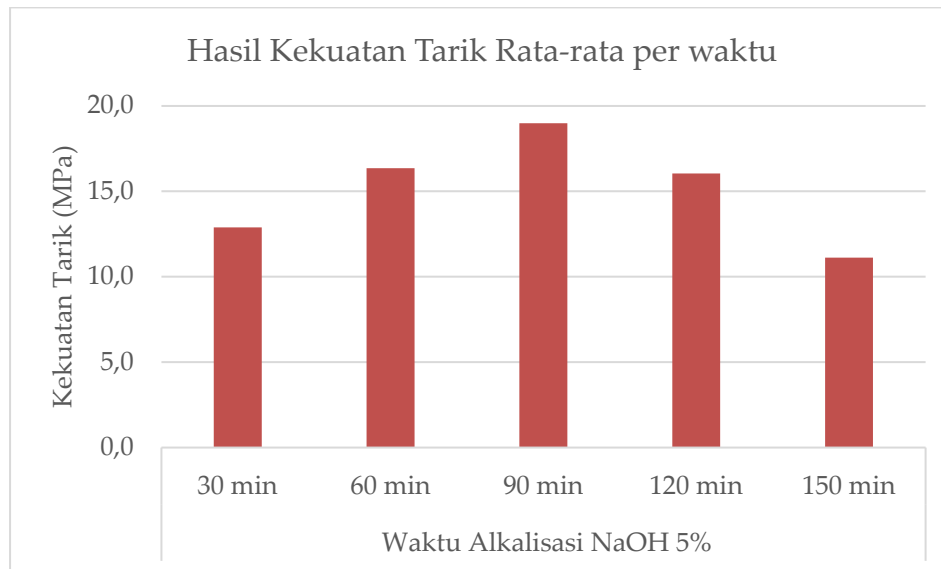


Gambar 4. Hasil Uji Kekuatan Tarik

Berdasarkan grafik diatas dapat diketahui bahwa nilai tertinggi kekuatan tarik komposit hybrid pada specimen y13 dengan variasi fraksi volume serat pepaya pisang dan serat batang pepaya 7,5%; 7,5% dan waktu alkalisasi 90 menit dengan nilai 22,5962



MPa dan nilai kekuatan tarik yang terendah pada specimen y10 dengan variasi fraksi volume serat pelepah pisang dan serat batang pepaya 5%: 10% dan waktu alkalisasi 120 menit. Nilai kuat tarik tertinggi yang diperoleh karena dominasi komposisi yang bersifat kaku dan kuat serta memiliki kandungan selulosa yang tinggi. Selain itu fraksi volume serat 7,5%; 7,5% mampu mengisi celah antara matriks dan serat, memperkuat ikatan serta menghasilkan struktur yang rapat dan padat, sehingga menghasilkan komposit *hybrid* yang lebih kuat.



Gambar 5. Hasil Kekuatan Tarik *Mean* per Waktu

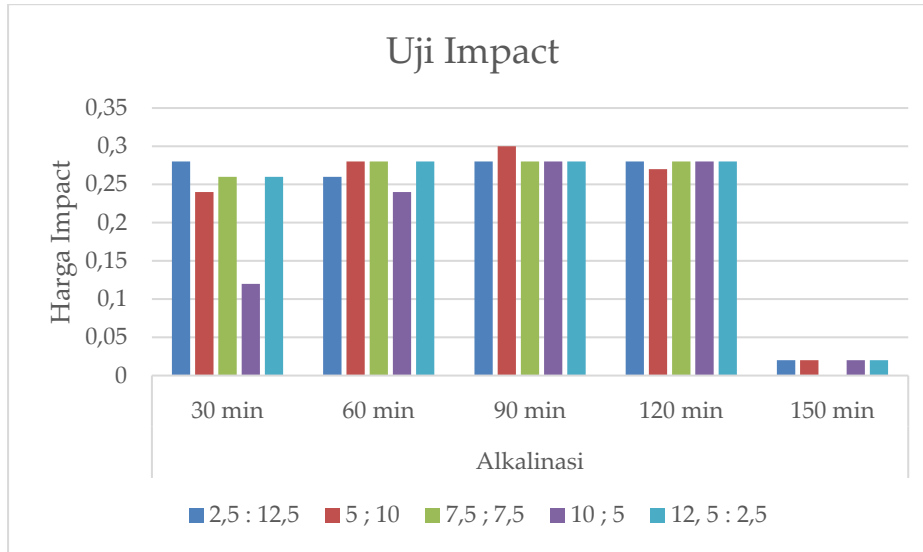
Dari grafik diatas diketahui bahwa pada perakuan alkali 5% dengan periode perendaman 90 menit dianggap sebagai perlakuan alkali yang optimal karena memiliki nilai kekuatan tarik *mean* tertinggi dengan nilai 18,9808 MPa. Dan nilai kekuatan tarik *mean* terendah pada perlakuan alkalisasi NaOH 5% perioden perendaman 150 menit dengan nilai 11,1154 MPa.

Nilai kekuatan tarik rata-rata mengalami peningkatan dari waktu perendaman 30 hingga 90 menit, yang mengindikasikan bahwa proses alkalisasi berhasil menghilangkan hemiselulosa dan lignin tanpa menyebabkan kerusakan signifikan pada serat. Kondisi optimal tercapai pada perendaman selama 90 menit, di mana sebagian besar material non-selulosa telah tereliminasi secara efektif sehingga serat selulosa murni memberikan kontribusi maksimal terhadap kekuatan tarik. Namun, setelah melewati waktu tersebut, tepatnya antara 90 hingga 150 menit, terjadi penurunan kekuatan tarik rata-rata akibat perlakuan alkali yang berlebihan, yang memicu degradasi hidrolitik selulosa, memendekkan rantai polimer, dan berdampak langsung pada penurunan kekuatan tarik material.



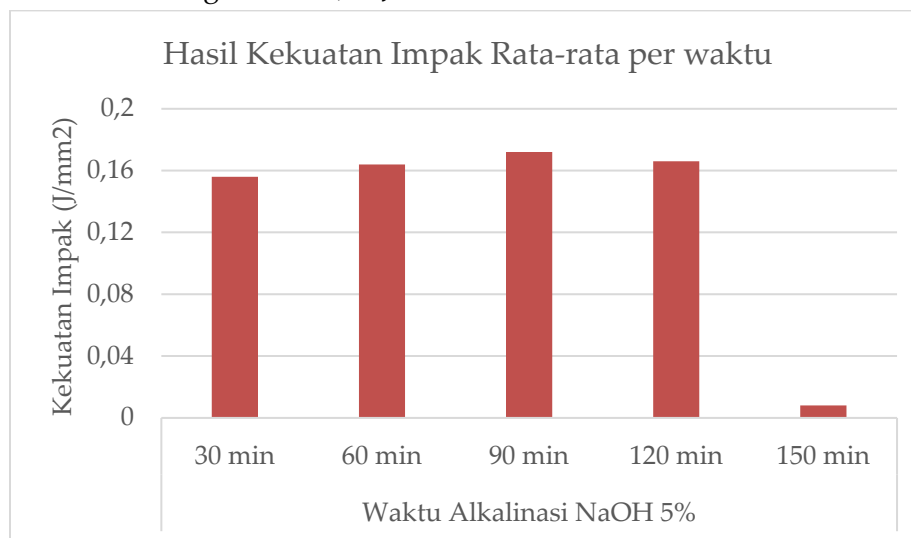
Pembahasan Uji Impak Komposit *Hybrid*

Dari data hasil pengujian impact pada tabel 4 dapat diketahui bahwa nilai kekuatan impact dari setiap variasi fraksi volume komposit hybrid dan setiap variasi waktu perlakuan alkali NaOH 5% memiliki hasil yang berbeda, dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 6. Hasil Uji Kekuatan Impact

Berdasarkan grafik hasil pengujian impact pada Gambar 6, dapat diketahui bahwa nilai tertinggi kekuatan impact komposit *hybrid* pada spesimen y12 dengan variasi fraksi serat pelepah pisang dan serat batang pepaya 5,0% : 10,0% dan waktu alkalinisasi 90 menit dengan nilai 0,3 J/mm² dan nilai kekuatan impact terendah pada spesimen y15 dengan variasi fraksi serat pelepah pisang dan serat batang pepaya 7,5% : 7,5% dan waktu alkalinisasi 150 menit dengan nilai 0,00 J/mm².



Gambar 7. Hasil Kekuatan Impact *Mean* per Waktu



Grafik diatas diketahui bahwa pada perlakuan alkali NaOH 5% dengan periode perendaman 90 menit dianggap sebagai perlakuan alkali yang optimal karena memiliki nilai kekuatan tarik rata-rata yang tertinggi dengan nilai 0,172 J/mm². Dan nilai kekuatan impact rata-rata yang terendah pada perlakuan alkali NaOH 5% dengan periode perendaman 150 menit dengan nilai 0,166 J/mm².

Kenaikan rata-rata kekuatan impact terjadi pada interval perendaman 30 hingga 90 menit, yang mengindikasikan bahwa proses alkalisasi berhasil menghilangkan sebagian besar hemiselulosa dan lignin tanpa menyebabkan kerusakan berarti pada struktur serat. Waktu perendaman selama 90 menit menjadi titik optimum, karena pada kondisi ini senyawa non-selulosa telah tersingkir secara efisien, sehingga serat selulosa murni dapat memberikan kontribusi maksimal terhadap kekuatan material. Namun, setelah melewati durasi tersebut, tepatnya antara 90 hingga 150 menit, terjadi penurunan rata-rata kekuatan impact yang disebabkan oleh perlakuan alkali berlebih, yang memicu degradasi hidrolitik pada selulosa, memendekkan rantai polimer, dan pada akhirnya menurunkan kekuatan impactnya.

Komposit hybrid berbahan serat pelepah pisang dan serat kulit batang pepaya dengan variasi waktu alkalisasi NaOH 5% terbukti layak digunakan untuk memenuhi standar SNI berdasarkan nilai kuat tarik 22,5962 MPa dan nilai kuat impact 0,3 J/mm², nilai ini melampaui nilai kuat tarik dan impact minimum standar SNI untuk papan partikel yaitu 3,1 kgf/cm² atau 0,304 MPa dan 0,01 J/mm² (SNI 03-2105-2006). Papan partikel digunakan sebagai pengganti atau alternated kayu solid pada industri furniture seperti meja, lemari, pelapis dinding, dan panel dekoratif. Oleh karena itu, komposit hybrid dengan perlakuan alkalisasi NaOH 5% dan perpaduan serat pelepah pisang dan serat kulit batang pepaya cocok digunakan sebagai bahan alternative ramah lingkungan untuk pembuatan papan partikel sesuai standar SNI.

Berikut merupakan hasil pengujian normalitas pada Shapiro-Wilk. Semua data memiliki nilai signifikansi > 0,05 yang menunjukkan bahwa uji normalitas terpenuhi. Dapat dilihat pada tabel 4 dan 5 dibawah ini.

Tabel 4. Uji Normalitas Berdasarkan Fraksi Volume (Shapiro-Wilk)

Fraksi Volume	Shapiro-Wilk			
	Uji Tarik		Uji Impact	
	Statistik Uji	Sig.	Statistik Uji	Sig.
2,5% : 12,5%	0,979	0,931	0,960	0,811
5,0% : 10,0%	0,819	0,114	0,904	0,432
7,5% : 7,5%	0,959	0,802	0,959	0,802
10,0% : 5,0%	0,954	0,769	0,959	0,802
12,5% : 2,5%	0,866	0,249	0,795	0,073



Tabel 5. Uji Normalitas Berdasarkan Waktu Alkalisasi (Shapiro-Wilk)

Waktu Alkalisasi NaOH 5%	Shapiro-Wilk			
	Uji Tarik		Uji Impak	
	Statistik Uji	Sig.	Statistik Uji	Sig.
2,5% : 12,5%	0,928	0,581	0,951	0,747
5,0% : 10,0%	0,950	0,738	0,949	0,729
7,5% : 7,5%	0,977	0,918	0,955	0,775
10,0% : 5,0%	0,979	0,931	0,963	0,826
12,5% : 2,5%	0,920	0,530	0,989	0,977

KESIMPULAN

Beberapa kesimpulan yang dapat penulis ambil dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

Nilai kekuatan tarik komposit hybrid polyester berpenguat serat pelepah pisang dan serat batang pepaya dapat dipengaruhi oleh perlakuan alkalisasi dan komposisi fraksi volume serat. Hasil kuat tarik pada perlakuan alkali NaOH 5% dengan periode perendaman 90 menit dianggap perlakuan alkalisasi yang optimum dan komposisi fraksi volume serat optimum, pada spesimen y13 dengan variasi fraksi serat pelepah pisang dan serat batang pepaya 7,5%:7,5% dengan nilai 22,5962 MPa. Nilai kuat impak, kekuatan tertinggi pada spesimen y8 dengan variasi fraksi serat pelepah pisang dan serat batang pepaya 5%:10% dan waktu alkanlisasi 90 menit dengan nilai 0,3 J/mm².

Perendaman menggunakan larutan NaOH 5% selama 90 menit dianggap perlakuan alkali yang optimal untuk serat pelepah pisang dan kulit batang pepaya. Dari analisis nilai kekuatan tarik dan impak rata-rata per variasi waktu, pada perendaman 90 menit menunjukkan nilai tertinggi. Hal ini dipengaruhi meningkatnya kadar selulosa dan hilangnya hemiselulosa serat lignin pada serat alam. Komposit hybrid bermatriks polyester berpenguat serat pelepah pisang dan kulit batang pepaya berpotensi sebagai bahan alternative ramah lingkungan dengan sifat mekanik yang baik untuk aplikasi papan partikel sesuai dengan standar SNI.

UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam rangkaian kegiatan penelitian serta penyusunan naskah publikasi ini, penulis menemui banyak tantangan yang dapat terselesaikan dengan bantuan banyak pihak. Oleh karenanya penulis ingin menyampaikan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada kedua orang tua dan keluarga yang senantiasa mendoakan dan memberikan dorongan untuk kesuksesan penulis.



DAFTAR PUSTAKA

- [1] F. Paundra, Z. Z. Muttaqin, F. P. Nurullah, E. Pujiyulianto, and F. B. Darsono, "Pengaruh Variasi Fraksi Volum Terhadap Kekuatan Tarik Komposit Hybrid Berpenguat Serat Pelepah Pisang Dan Serat," *J. Sci. Technol. Virtual Cult.*, vol. 2, no. 2, pp. 6–8, 2022.
- [2] G. Siqueira, J. Bras, and A. Dufresne, "Cellulosic bionanocomposites: A review of preparation, properties and applications," *Polymers (Basel)*, vol. 2, no. 4, pp. 728–765, 2010, doi: 10.3390/polym2040728.
- [3] A. Saravanakumaar, A. Senthilkumar, S. S. Saravanakumar, M. R. Sanjay, and A. Khan, "Impact of alkali treatment on physico-chemical, thermal, structural and tensile properties of Carica papaya bark fibers," *Int. J. Polym. Anal. Charact.*, vol. 23, no. 6, pp. 529–536, 2018, doi: 10.1080/1023666X.2018.1501931.
- [4] I. Sumargianto, "Serat Tebu (Bagasse) Sebagai Bahan Pengisi Pada Komposit Dengan Matriks Resin Poliester. Jurnal Teknik Mesin, 2(1).," *Etika Jurnalisme Pada Koran Kuning Sebuah Stud. Mengenai Koran Lampu Hijau*, vol. 16, no. 2, p. 6, 2015.
- [5] H. Nashar, "OLEH KELOMPOK USAHA TANI Pendahuluan Krisis ekonomi yang diakibatkan krisis moneter serta bencana alam yang terus menerus telah ikut mempengaruhi perekonomian Indonesia baik secara makro maupun mikro . Krisis ini menyebabkan Namun di pihak lain justru sek," *Iqtishadia*, 2018.
- [6] T. Rosdiyani, O. Oktaviani, M. A. Ridlo, M. Syahirudin, A. S. Kamal, and T. Setiyabudi, "Pemanfaatan Pelepah Pisang Sebagai Olahan Makanan Upaya Peningkatan Kesejahteraan di Kampung Ciguha Kecamatan Carenang," *J. Pengabd. Pada Masy.*, vol. 8, no. 1, pp. 224–232, 2023, doi: 10.30653/jppm.v8i1.247.
- [7] G. L. C. Coura, R. T. S. Freire, J. C. dos Santos, L. Á. de Oliveira, F. Scarpa, and T. H. Panzera, "Tensile and flexural properties of epoxy laminates with natural papaya bast fibre cellular layers," *Compos. Part C Open Access*, vol. 2, Oct. 2020, doi: 10.1016/J.JCOMC.2020.100017/TENSILE_AND_FLEXURAL_PROPERTIES_OF_EP_OXY_LAMINATES_WITH_NATURAL_PAPAYA_BAST_FIBRE_CELLULAR_LAYERS.PDF.
- [8] T. G. T. Pereira, J. F. Mendes, J. E. Oliveira, J. M. Marconcini, and R. F. Mendes, "Effect of reinforcement percentage of eucalyptus fibers on physico-mechanical properties of composite hand lay-up with polyester thermosetting matrix," *J. Nat. Fibers*, vol. 16, no. 6, pp. 806–816, 2019, doi: 10.1080/15440478.2018.1439426.
- [9] M. Irwan, "Usahatani Dan Efisiensi Produksi Pepaya California Di Kecamatan Rumbai Kota Pekanbaru," *Skripsi Agribisnis*, 2022.
- [10] C. Santos, T. Santos, K. Moreira, M. Aquino, and R. F. L. Zillio, "Statistical study of the influence of fiber content, fiber length and critical length in the mechanical



- behavior of polymeric composites reinforced with Carica papaya fibers (CPFs)," *Appl. Sci. Eng. Prog.*, vol. 14, no. 4, pp. 719–726, 2021, doi: 10.14416/j.asep.2021.07.002.
- [11] A. Gomes, T. Matsuo, K. Goda, and J. Ohgi, "Development and effect of alkali treatment on tensile properties of curaua fiber green composites," *Compos. Part A Appl. Sci. Manuf.*, vol. 38, no. 8, pp. 1811–1820, 2007, doi: 10.1016/j.compositesa.2007.04.010.
- [12] Pratama M, Farid M, and Nurdiansyah H, "Pengaruh Proses Alkalisasi terhadap Morfologi Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit untuk Bahan Penguat Komposit Absorpsi Suara," *J. Tek. ITS*, vol. 6, no. 2, pp. F250–F254, 2017.
- [13] R. Sadik and R. Amalia, "Production and Characterization of Silencer Composite Materials From Natural Fiber Using Hand Lay-Up Methods," *Teknik*, vol. 44, no. 2, pp. 130–138, 2023, doi: 10.14710/teknik.v44i2.52931.
- [14] N. A. Kurniawan, F. Setiawan, and E. Sofyan, "Pengujian Tarik Komposit Spesimen Campuran Serat Pisang Alur Diagonal Dan Pasir Besi Dengan Matrik Resin Polyester Dengan Metode Hand Lay-Up," *Tek. STTKD J. Tek. Elektron. Engine*, vol. 8, no. 2, pp. 281–288, 2022, doi: 10.56521/teknika.v8i2.657.
- [15] M. W. Susanta, B. D. Cahyo, and L. S. Moonlight, "Uji Tarik dan Uji Impak pada Komposit Serat Batang Pisang dengan Pengaruh Penambahan Alkalisasi dan Tanpa Penambahan Alkalisasi," *Semin. Nas. Inov. Teknol. Penerbangan*, pp. 1–9, 2022.

