

KARAKTERISTIK MEKANIK SERBUK KAYU JATI-HDPE LIMBAH SEBAGAI BAHAN KOMPOSIT PARTISI RUMAH RAMAH LINGKUNGAN

Muhammad Wahyu Darojat^{1*}, Agus Setyawan²

¹Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri,
Universitas Surakarta

²Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan,
Universitas Surakarta

darojat1960@gmail.com, agussetyawan148@gmail.com

***Corresponding author**

To cite this article: Darojat, M. W., & Setyawan, A. (2023). KARAKTERISTIK MEKANIK SERBUK KAYU JATI-HDPE LIMBAH SEBAGAI BAHAN KOMPOSIT PARTISI RUMAH RAMAH LINGKUNGAN. Jurnal Ilmiah Arsitektur, 13(2), 237-244.

Author information

Muhammad Wahyu Darojat, fokus riset bidang Material Teknik, Manufaktur, Produksi, ORCID: <https://sandbox.orcid.org/0009-0003-8210-6262>, WOS Reseacher ID GRJ-7136-2022, Sinta ID : 6119624, Agus Setyawan, fokus riset bidang Sumberdaya Air, Pemodelan Hidrologi dan Analisa Struktur, WOS Reseacher ID GPK-7047-2022, Sinta ID : 6727051,

Homepage Information

Journal homepage : <https://ojs.unsiq.ac.id/index.php/jiars>
Volume homepage : <https://ojs.unsiq.ac.id/index.php/jiars/issue/view/336>
Article homepage : <https://ojs.unsiq.ac.id/index.php/jiars/article/view/6054>

KARAKTERISTIK MEKANIK SERBUK KAYU JATI-HDPE LIMBAH SEBAGAI BAHAN KOMPOSIT PARTISI RUMAH RAMAH LINGKUNGAN

Muhammad Wahyu Darojat^{1*}, Agus Setyawan²

¹Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri,
Universitas Surakarta

²Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan,
Universitas Surakarta

darojat1960@gmail.com, agussetyawan148@gmail.com

INFO ARTIKEL

Riwayat Artikel :

Diterima : 6 Desember 2023
Direvisi : 28 Desember 2023
Disetujui : 29 Desember 2023
Diterbitkan : 31 Desember 2023

Kata Kunci :

Limbah, serbuk jati, HDPE,
komposit

ABSTRAK

Jenis limbah plastik terbesar adalah HDPE dengan kelebihan mudah dibentuk, mampu daur ulang dan baik sebagai matrik. Melimpahnya serbuk kayu jati limbah, belum maksimal penggunaannya. Penelitian komposit bahan limbah menjadi penting, untuk menggantikan material mahal lainnya. Tujuan penelitian mengetahui Karakteristik Mekanik Serbuk Kayu Jati-HDPE Limbah Sebagai Bahan Komposit Partisi Rumah Ramah Lingkungan. Metode penelitian eksperimen destruktif, dengan menyiapkan serbuk kayu jati *mesh* 40-60, HDPE *mesh* 60-80, dicampur 180 rpm selama 5 menit, dicetak *hot press* 30 bar, *melting* 120 °C dan *sintering* 10 menit. Sifat mekanik komposit uji *bending* ASTM D-6272, uji impak ASTM D-5941 dan SEM. Hasil penelitian variasi fraksi volume tertinggi 40:60, rata-rata uji impak sebesar 3,05 KJ/cm², uji bending 11,91 MPa dan uji tarik 10,05 MPa. Semakin meningkat prosen serbuk kayu jati limbah, maka kekuatan mekanik semakin tinggi, namun pada fraksi volume tertentu semakin rendah. Foto SEM patahan impak fraksi volume 40:60, menunjukkan ikatan *filler*-matrik lebih baik dibanding variasi lainnya, sedikit rongga kecil, penyebaran merata, berakibat awal patah lebih kecil, sehingga ketangguhan impaknya tinggi. Komposit fraksi volume 40:60 tersebut, diketahui ketangguhan impaknya lebih tinggi, dibanding bahan mika akrilik dan bahan triplek, sehingga berpotensi dijadikan bahan partisi komposit limbah ramah lingkungan.

ARTICLE INFO

Article History :

Received : December 6, 2023
Revised : December 28, 2023
Accepted : December 29, 2023
Published: December 31, 2023

Keywords:

Waste, teak powder, HDPE,
composites

ABSTRACT

The largest type of plastic waste is HDPE with the advantages of being easy to shape, capable of recycling and being good as a matrix. There is an abundance of waste teak wood powder, its use has not been maximized. Research into composites of waste materials is important, to replace other expensive materials. The aim of the research is to determine the mechanical characteristics of waste teak wood powder-HDPE as an environmentally friendly composite material for house partitions. The research method was a destructive experiment, by preparing teak wood powder *mesh* 40-60, HDPE *mesh* 60-80, mixed at 180 rpm for 5 minutes, hot pressed at 30 bar, melted at 120 °C and sintered for 10 minutes. Composite mechanical properties of ASTM D-6272 bending test, ASTM D-5941 impact test and SEM. The research results showed the highest volume fraction variation was 40:60, the average impact test was 3.05 KJ/cm², the bending test was 11.91 MPa and the tensile test was 10.05 MPa. The higher the percentage of waste teak wood powder, the higher the mechanical strength, but at a certain volume fraction it is lower. SEM photo of impact fracture with a volume fraction of 40:60, shows that the *filler*-matrix bond is better than other variations, few small cavities, even distribution, resulting in smaller initial fracture, so the impact toughness is high. The 40:60 volume fraction composite is known to have higher impact toughness than acrylic mica and plywood materials, so it has the potential to be used as an environmentally friendly waste composite partition material.

PENDAHULUAN

Sampah plastik berpotensi menimbulkan masalah dalam penanganan lingkungan karena mengganggu resapan air dan sulit terdegradasi (Utami & Fitria Ningrum, 2020).



Gambar 1. Tumpukan sampah Putri Cempo Solo dan kode mampu daur ulang HDPE
Sumber: Dok. Peneliti, 2023

Salah satu jenis limbah plastik terbesar dari masyarakat adalah plastik HDPE (*High Density Polyethylene*). Kelebihan sifat mekanik HDPE menjadikan material tersebut ideal untuk dibentuk pada aplikasi produk-produk dan 100% dapat didaur ulang serta mampu berfungsi baik sebagai matrik komposit (Achmad Nurhidayat & Susilo, 2013).

Limbah proses penggergajian berupa serbuk kayu belum maksimal dan seringkali hanya digunakan untuk bahan bakar rumah tangga, media pembiakan jamur, menimbun tanah dan terbuang sia-sia yang tidak memberikan nilai ekonomis (Slamet, 2013).



Gambar 2. Penggergajian dan serbuk gergaji kayu jati limbah
Sumber: Dok. Peneliti, 2022

Sampah plastik HDPE limbah dan serbuk kayu jati limbah tersedia banyak, namun pemanfaatannya belum optimal, maka perlu penelitian untuk menciptakan produk baru berupa material komposit, yang aplikasinya mampu menjadi alternatif produk baru bahan bangunan yaitu partisi/panel rumah dan mampu menggantikan bahan sintetis/pabrikan yang harganya jauh lebih mahal.

Komposit adalah material yang tersusun dari kombinasi dua atau lebih bahan berbeda hingga dihasilkan material baru dengan sifat mekanik dan karakteristik yang berbeda dari material pembentuknya (A Nurhidayat, 2020). Kelebihan material komposit dibandingkan dengan material lain yaitu mempunyai

kemampuan dapat dibentuk, mempunyai sifat ringan, kuat, tidak terpengaruh korosi dan mampu bersaing dengan logam, tanpa kehilangan karakteristik dan kekuatan mekanisnya (Achmad Nurhidayat et al., 2022). Material komposit telah dipakai dan dimanfaatkan sebagai bahan pendukung pada peralatan teknologi tinggi di bidang industri, transportasi dan konstruksi bangunan (Setiawan et al., 2022).

Serbuk kayu jati (*Tectona grandis* Linn.f.) berasal dari kayu yang dipotong dengan gergaji dan biasa mudah ditemukan di produksi penggergajian kayu. Menurut (Maulida et al., 2020) didalam kayu jati mengandung, selulosa, hemiselulosa, lignin dan zat ekstraktif kayu. Serbuk gergaji kayu merupakan bahan berpori, sehingga air mudah terserap dan mengisi pori-pori tersebut dan sifat serbuk gergaji yang higroskopik atau mudah menyerap air (Sujatmiko, 2016).

Matrik secara umum berfungsi untuk mengikat serat menjadi satu struktur komposit. Diantara jenis matrik yang ada, matrik polimer HDPE (*High Density Polyethylene*), yang terbentuk dari gabungan molekul-molekul kecil atau monomer yang akan membentuk makro molekul, maka disebut juga *polymer* (Achmad Nurhidayat & Susilo, 2013).

Ketangguhan *impact* komposit HDPE limbah-serat *Cantula* terjadi peningkatan sebesar 23,2% pada fraksi volume serat *cantula* 10% sampai dengan 40% dan mengalami penurunan sebesar 20,48% pada fraksi volume serat *cantula* 40% sampai dengan 90%. Nilai tertinggi pada fraksi volume serat *cantula* 40% (Achmad Nurhidayat, 2016).

Perlakuan alkali NaOH 5% selama 2 jam yaitu dengan nilai kekuatan tarik komposit serbuk kayu jati-epoksi sebesar 29.6 MPa (Nauvaly, 2023), kekuatan bending tertinggi pada serat ampas tebu dengan perendaman NaOH fraksi volume 40% sebesar 33,81 MPa (Wahyu Prakoso & Hartutuk Ningsih, 2021) dan ketangguhan impak tertinggi komposit serat daun nanas sebesar 0,01657 Joule/mm² (Mulyo & Yudiono, 2018).

Kekuatan bending tertinggi diperoleh pada komposisi plastik HDPE dan penguat serat ampas tebu, fraksi volume sebesar 60% : 40% dengan nilai rerata 16,8 MPa (Margono et al., 2020), sedangkan komposit dengan serat HDPE memiliki kekuatan tarik yaitu sebesar 11,36 MPa (Diana et al., 2020).

Sampah plastik HDPE limbah dan serbuk kayu jati limbah tersedia banyak, namun

pemanfaatannya belum optimal, maka perlu penelitian untuk menciptakan produk baru berupa material komposit, yang aplikasinya mampu menjadi alternatif produk baru bahan bangunan yaitu partisi/panel rumah dan mampu menggantikan bahan sintesis/pabrikasi yang harganya jauh lebih mahal.

METODE

Alat dan Bahan

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen destruktif. Bahan berupa serbuk kayu jati limbah, serbuk HDPE limbah dan peralatan yang digunakan *hot press*, mesin *chruser*, *mesh*, timbangan digital, *wax mirror glaze*, alat pemotong spesimen, oven, *mixer*, UTM (*Universal Testing Machine*), *moisture analyzer* dan Foto SEM.

Tempat dan Penelitian

Pembuatan spesimen dan uji Bending Laboratorium UTM Teknik Mesin-Universitas Surakarta, Pengujian Impak di Laboratorium Terpadu MIPA Universitas Sebelas Maret dan Foto SEM di Laboratorium UNS. Waktu penelitian total 6 bulan (*persiapan, trial and error*, pembuatan spesimen uji, pengujian dan olah data/pembahasan).

Variabel Penelitian terdiri atas:

Variabel bebas yaitu gabungan dari beberapa gejala yang mempunyai aspek atau unsur yang dapat mempengaruhi munculnya variabel lain terikat, dalam penelitian ini berupa fraksi volume serbuk kayu jati limbah-HDPE limbah. Variabel terikat adalah gabungan dari beberapa masalah yang memiliki aspek dan unsur didalamnya, sehingga ada atau tidaknya variabel terikat tergantung ada tidaknya variabel bebas. Variabel terikat pada penelitian ini adalah serbuk kayu jati limbah, HDPE limbah dan katalis. Variabel kontrol adalah variabel yang bisa mempengaruhi suatu hasil dari penelitian, tetapi tidak termasuk ke dalam pembahasan penelitian. Penelitian ini menggunakan variabel kontrol pengujian bending, pengujian impak dan foto SEM.

Langkah-langkah Penelitian

Pembuatan Spesimen Uji

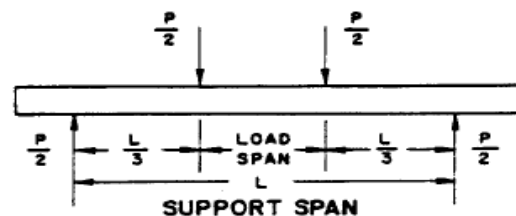
Serbuk kayu jati limbah dikeringkan dibawah sinar matahari, kemudian diayak manual dengan ukuran lolos *mesh* 40-60. Selanjutnya di oven pada temperatur 110 °C selama 45 menit untuk menyisakan kadar air 4% (A Nurhidayat, 2020). Setelah itu penyiapan matrik (pengikat) dari bahan plastik HDPE limbah dicuci dengan air hingga bersih,

kemudian dikeringkan di bawah sinar matahari. Setelah kering HDPE dipotong agar mudah penghancuran dengan mesin *chruser*. Hasil serbuk HDPE diayak dengan ukuran *mesh* 60-80.

Langkah selanjutnya pencampuran bahan dan matrik, dengan menggunakan fraksi volume dengan komposisi 40% serbuk kayu limbah dan 60% serbuk HDPE, dicampur dengan *mixer* dengan putaran 180 rpm selama 5 menit. Proses berikutnya dicetak *hot press* pada tekanan 30 bar, temperatur *melting* 120 °C (Wei et al., 2010) dan waktu *sintering* 10 menit (Indrayani et al., 2021). Titik cair limbah HDPE 130 °C (Indrayani et al., 2021). Proses selanjutnya adalah merapikan bentuk spesimen dengan *cutter*, kemudian melakukan pengujian bending standar ASTM D-6272, pengujian impak izot standar ASTM D-5941 sebanyak 6 kali serta foto makro dan SEM patahan spesimen pengujian impak izot.

Langkah Pengujian Mekanik Komposit

Pengujian bending ASTM D-6272, bertujuan mengetahui ketahanan komposit terhadap pembebanan pada titik lentur serta mengetahui keelastisitasan suatu material teknik.



Gambar 3. Pengujian *four point bending*

Sumber : ASTM D-6272

Rumus perhitungan dari kekutan bending sebagai berikut:

$$\sigma = \frac{3FL}{4bd^2}$$

Dimana :

σ = Tegangan bending (MPa)

F = Beban (N)

L = Panjang Span (mm)

b = Lebar (mm)

d = Tebal (mm)

Modulus elastisitas bending dapat dicari dengan menggunakan rumus :

$$E = \frac{11FL^2}{32bh^2\delta}$$

Dimana :

E = Modulus elastisitas bending (MPa)

F = Beban (N)

L = Panjang span (mm)

B = Lebar (mm) d =Tebal (mm) δ = Defleksi (mm).

Pengujian Impak Izot ASTM D-5941 bertujuan mengetahui ketangguhan spesimen material teknik saat menerima beban kejut. Rumus perhitungannya sebagai berikut:
 $W = [w. R. (\cos \beta - \cos \alpha)]$

Keterangan:

W = Berat pendulum (N)

R = Jarak dari pusat rotasi pendulum ke pusat massa (m)

β = Sudut pantul lengan ayun (mm)

α = Sudut naik awal ayun

Pendulum diayunkan bebas akan tetap tanpa mengenai benda uji. sudut pantul lengan ayun lebih kecil dibandingkan dengan sudut naiknya, berarti terdapat gesekan maka nilai W dikurangi energi gesekan.

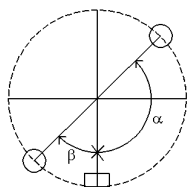
$W = w. R. (\cos \beta' - \cos \alpha)$

Persamaan untuk menghitung energi total yang diserap oleh benda (w) yaitu:

$W = W_{\text{spesimen}} - W_{\text{gesek}}$

Keterangan:

β' = sudut pantul lengan ayun tanpa mengenai benda



Gambar 4. Standar uji ketangguhan impak
Sumber: ASTM D.5941

Perhitungan nilai kekuatan impak benda uji adalah sebagai berikut:

$$a_{IU} = \frac{W}{hxb} \times 10^3 \left(\frac{J}{N^2} \right)$$

Keterangan:

h = ketebalan benda uji (m)

b = lebar benda uji (m)

HASIL DAN PEMBAHASAN

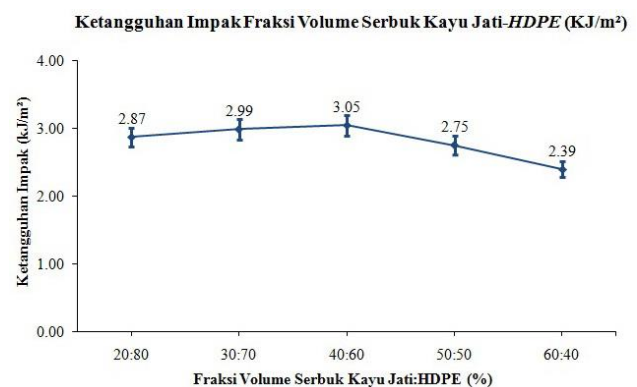
Pada tabel 1, data pengujian dan grafik hasil pengujian ketangguhan impak gambar 5., menunjukkan bahwa perbandingan persen fraksi volume komposit serbuk kayu jati dengan matrik HDPE limbah berpengaruh terhadap nilai ketangguhan impak komposit. Nilai ketangguhan pada variasi fraksi volume *filler* serbuk kayu jati dengan matrik HDPE limbah 20:80, 30:70 dan 40:60, nilai ketangguhan impak terjadi peningkatan sebesar 2,96%.

Tabel 1. Data pengujian ketangguhan impak komposit serbuk kayu jati-HDPE limbah

FV Serbuk Kayu Jati-HDPE (%)	No	β (°)	β' (°)	COS β	COS β'	α (°)	COS α	W spesimen	W Gesek	W	Ketangguhan Impak (KJ/cm²)	Rata-rata (KJ/cm²)
20:80	IM1.1	127.5		-0.61				0.17	0.06	0.10	2.57	2.87
	IM1.2	127		-0.60				0.18	0.06	0.11	2.87	
	IM1.3	126	132	-0.59	-0.67	135	-0.71	0.20	0.06	0.14	3.46	
	IM1.4	127.5		-0.61				0.17	0.06	0.10	2.57	
	IM1.5	127		-0.60				0.18	0.06	0.11	2.87	
30:70	IM2.1	127		-0.60				0.18	0.06	0.11	2.87	2.99
	IM2.2	127		-0.60				0.18	0.06	0.11	2.87	
	IM2.3	126.5	132	-0.59	-0.67	135	-0.71	0.19	0.06	0.13	3.16	
	IM2.4	126.5		-0.59				0.19	0.06	0.13	3.16	
	IM2.5	127		-0.60				0.18	0.06	0.11	2.87	
40:60	IM3.1	127		-0.60				0.18	0.06	0.11	2.87	3.05
	IM3.2	127		-0.60				0.18	0.06	0.11	2.87	
	IM3.3	127	132	-0.60	-0.67	135	-0.71	0.18	0.06	0.11	2.87	
	IM3.4	126.5		-0.59				0.19	0.06	0.13	3.16	
	IM3.5	126		-0.59				0.20	0.06	0.14	3.46	
50:50	IM4.1	127.5		-0.61				0.17	0.06	0.10	2.57	2.75
	IM4.2	127		-0.60				0.18	0.06	0.11	2.87	
	IM4.3	127.5	132	-0.61	-0.67	135	-0.71	0.17	0.06	0.10	2.57	
	IM4.4	127		-0.60				0.18	0.06	0.11	2.87	
	IM4.5	127		-0.60				0.18	0.06	0.11	2.87	
60:40	IM5.1	128		-0.62				0.16	0.06	0.09	2.28	2.39
	IM5.2	127.5		-0.61				0.17	0.06	0.10	2.57	
	IM5.3	128	132	-0.62	-0.67	135	-0.71	0.16	0.06	0.09	2.28	
	IM5.4	127.5		-0.61				0.17	0.06	0.10	2.57	
	IM5.5	128		-0.62				0.16	0.06	0.09	2.28	
Bahan Matrik Alirak	M1	128.5		-0.62				0.14	0.06	0.08	1.98	1.64
	M2	129		-0.63				0.13	0.06	0.07	1.70	
	M3	129.5	132	-0.64	-0.67	135	-0.71	0.12	0.06	0.06	1.41	
	M4	129.5		-0.64				0.12	0.06	0.06	1.41	
	M5	129		-0.63				0.13	0.06	0.07	1.70	
Bahan Triplek	T1	129		-0.63				0.13	0.06	0.07	1.70	2.04
	T2	128		-0.62				0.16	0.06	0.09	2.28	
	T3	128.5	132	-0.62	-0.67	135	-0.71	0.14	0.06	0.08	1.98	
	T4	128.5		-0.62				0.14	0.06	0.08	1.98	
	T5	128		-0.62				0.16	0.06	0.09	2.28	

Sumber: Dokumentasi Peneliti, 2023.

Hasil pengujian ketangguhan impak spesimen komposit diperoleh data pada tabel 1., dengan nilai rata-rata variasi fraksi volume serbuk kayu jati dengan matrik HDPE limbah, berturut-turut 20:80 sebesar 2,87 KJ/cm², 30:70 sebesar 2,99 KJ/cm², 40:60 sebesar 3,05 KJ/cm², 50:50 sebesar 2,75 KJ/cm² dan 60:40 sebesar 2,39 KJ/cm². Nilai uji ketangguhan impak tertinggi rata-rata terjadi pada variasi fraksi volume 40:60 sebesar 3,05 KJ/cm², sedang terendah rata-rata pada fraksi volume 60:40 sebesar 2,39 KJ/cm².



Gambar 5. Grafik ketangguhan impak komposit
Sumber: Dokumentasi Peneliti, 2023.

Artinya semakin meningkat persen jumlah fraksi volume serbuk kayu jati dibanding jumlah matrik HDPE limbah, maka kekuatan mekanik komposit semakin tinggi akibat *filler* serbuk kayu jati dan matrik mampu optimal mendistribusikan beban secara merata. Namun pada variasi fraksi volume *filler* serbuk kayu jati dengan matrik HDPE limbah 40:60 terhadap variasi 50:50 dan 60:40 terjadi penurunan nilai ketangguhan impak rata-rata sebesar 12,32%. Penyebabnya karena matrik HDPE limbah tidak mampu mengikat dan melindungi *filler*

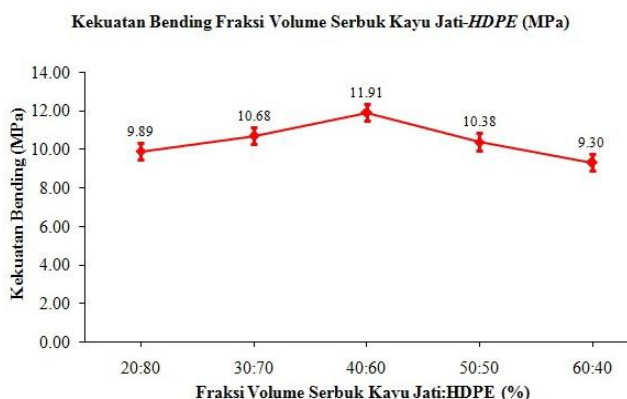
serbuk kayu jati dengan baik, akibatnya membentuk potensi rongga atau pori-pori pada struktur komposit lebih banyak, sehingga menyebabkan ketangguhan impak semakin berkurang.

Tabel 2. Data pengujian kekuatan bending komposit serbuk kayu jati-HDPE limbah

FV Serbuk Kayu Jati-HDPE (%)	No Spesimen	Panjang Span (L) (mm)	Lebar (b) (mm)	Tebal (d) (mm)	Area (mm ²)	Max Force (N)	Kekuatan Bending (MPa)	Rata-Rata (MPa)	Standar Deviasi
20:80	BD 1.1	75	12.7	3.0	38.1	20.00	9.84	9.89	0.11
	BD 1.2	75	12.7	3.0	38.1	20.00	9.84		
	BD 1.3	75	12.7	3.0	38.1	20.50	10.09		
	BD 1.4	75	12.7	3.0	38.1	20.00	9.84		
	BD 1.5	75	12.7	3.0	38.1	20.00	9.84		
30:70	BD 2.1	75	12.7	3.0	38.1	21.00	10.33	10.68	0.22
	BD 2.2	75	12.7	3.0	38.1	22.00	10.83		
	BD 2.3	75	12.7	3.0	38.1	21.50	10.58		
	BD 2.4	75	12.7	3.0	38.1	22.00	10.83		
	BD 2.5	75	12.7	3.0	38.1	22.00	10.83		
40:60	BD 3.1	75	12.7	3.0	38.1	24.00	11.81	11.91	0.13
	BD 3.2	75	12.7	3.0	38.1	24.50	12.06		
	BD 3.3	75	12.7	3.0	38.1	24.00	11.81		
	BD 3.4	75	12.7	3.0	38.1	24.50	12.06		
	BD 3.5	75	12.7	3.0	38.1	24.00	11.81		
50:50	BD 4.1	75	12.7	3.0	38.1	21.00	10.33	10.38	0.11
	BD 4.2	75	12.7	3.0	38.1	21.50	10.58		
	BD 4.3	75	12.7	3.0	38.1	21.00	10.33		
	BD 4.4	75	12.7	3.0	38.1	21.00	10.33		
	BD 4.5	75	12.7	3.0	38.1	21.00	10.33		
60:40	BD 5.1	75	12.7	3.0	38.1	19.00	9.35	9.30	0.11
	BD 5.2	75	12.7	3.0	38.1	19.00	9.35		
	BD 5.3	75	12.7	3.0	38.1	18.50	9.10		
	BD 5.4	75	12.7	3.0	38.1	19.00	9.35		
	BD 5.5	75	12.7	3.0	38.1	19.00	9.35		

Sumber: Dokumentasi Peneliti, 2023.

Pada tabel 2., adalah data hasil pengujian kekuatan bending rata-rata spesimen komposit variasi fraksi volume *filler* serbuk kayu jati dengan matrik HDPE limbah, perbandingan 20:80 sebesar 9,89 MPa, 30:70 sebesar 10,68 MPa, 40:60 sebesar 11,91 MPa, 50:50 sebesar 10,38 MPa dan 60:40 sebesar 9,30 MPa. Hasil nilai kekuatan bending tertinggi rata-rata terjadi pada variasi fraksi volume 40:60 sebesar 11,91 MPa, sedangkan nilai terendah rata-rata terjadi pada fraksi volume 60:40 sebesar 9,30 MPa.



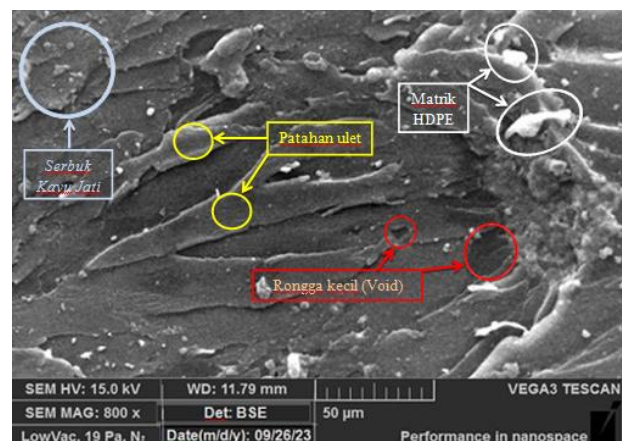
Gambar 6. Grafik kekuatan bending komposit
Sumber: Dokumentasi Peneliti, 2023.

Pada gambar 6., grafik kekuatan bending diketahui bahwa perbandingan persen fraksi volume antara *filler* serbuk kayu jati dengan matrik HDPE limbah berpengaruh terhadap nilai kekuatan bending komposit. Nilai kekuatan bending variasi fraksi volume *filler* serbuk kayu jati dengan matrik HDPE limbah berturut-turut

20:80, 30:70 dan 40:60, terjadi peningkatan sebesar 8,85%. Hal ini dapat diartikan bahwa semakin meningkat persen jumlah fraksi volume serbuk kayu jati dibanding jumlah matrik HDPE limbah, maka kekuatan komposit semakin tinggi akibat *filler* serbuk kayu jati dan matrik mampu optimal mendistribusikan beban secara merata. Tetapi pada variasi fraksi berat 30:70 terhadap variasi berturut-turut 40:60, 50:50 dan 60:40 terjadi penurunan kekuatan bending rata-rata sebesar 14,39% atau semakin menurun persen jumlah fraksi volume serbuk kayu jati dibanding jumlah matrik matrik HDPE limbah, maka kekuatan mekanik komposit semakin rendah, akibat *filler* (lebih dominan) dan matrik tidak mampu mendistribusikan beban secara tidak merata. Hal tersebut lebih disebabkan karena matrik HDPE limbah dengan persen semakin sedikit tidak mampu mengikat dan melindungi *filler* serbuk kayu jati dengan baik, sehingga terbentuk potensi rongga atau pori-pori pada struktur komposit lebih banyak, yang menyebabkan kekuatan bending semakin berkurang.

Analisa Foto SEM

Foto SEM digunakan untuk mengamati struktur penampang patahan uji ketangguhan impak spesimen komposit fraksi volume antara *filler* serbuk kayu jati limbah-matrik HDPE limbah.



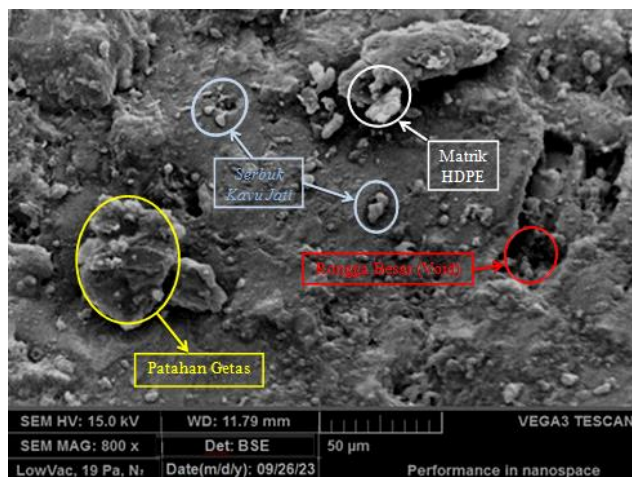
Gambar 7. Patahan uji impak FV serbuk kayu jati-HDPE limbah 40:60

Sumber: Dokumentasi Peneliti, 2023

Pengamatan permukaan patah komposit fraksi volume 40:60 serbuk kayu jati-HDPE limbah pada gambar 7., menunjukkan bahwa ikatan antara serbuk serbuk kayu jati dan matrik memiliki ikatan yang baik. Hal ini ditandai dengan penampakan rongga atau pori-pori dalam ukuran kecil dengan jumlah

yang relatif sedikit bahkan hampir tidak terlihat pada struktur komposit. Penyebaran matrik dan *filler* berlangsung lebih merata, sehingga *filler* dapat terikat dan terlindungi secara optimal. Permukaan struktur komposit menjadi lebih rata, artinya kekuatan mekanik yang dihasilkan semakin tinggi, dikuatkan pada permukaan patah ulet yang menunjukkan komposisi *filler* dan matrik lebih homogen.

Keberadaan rongga yang semakin berkurang akan berpengaruh pada kemampuan komposit menahan tegangan impact, sehingga akan menghasilkan nilai ketangguhan impact yang tinggi, sebagaimana hasil penelitian (A Nurhidayat, 2020) serbuk sekam padi, (Margono et al., 2020) HDPE, (Achmad Nurhidayat, 2021) serbuk tempurung kelapa dan (Achmad Nurhidayat et al., 2022) fraksi volume serbuk tempurung kelapa.



Gambar 8. Patahan uji impact FV serbuk kayu jati-HDPE limbah 60:40 Sumber: Dokumentasi Peneliti, 2023

Pengamatan permukaan patah pada komposit fraksi volume 60:40 serbuk kayu jati-HDPE limbah sebagaimana pada gambar 8., menunjukkan bahwa ikatan antara serbuk kayu jati dengan matrik HDPE limbah memiliki ikatan yang kurang baik, sehingga kurang tercampur secara homogen. Matriks dan serbuk kayu jati kurang dapat tercampur secara merata akan menghasilkan kekuatan yang mekanik yang rendah. Hal ini terlihat dari struktur komposit yang menunjukkan adanya rongga yang berukuran besar disekeliling tempat.

Rongga terbentuk disebabkan udara yang terjebak diantara matrik dan *filler* sehingga terjadi *void* pada struktur komposit. Rongga juga disebabkan ketidakmampuan *filler* serbuk kayu jati dalam mengisi ruang-ruang kosong serta melemahnya ikatan matriks. Jumlah

rongga yang ada pada struktur komposit semakin banyak dan ukurannya semakin besar, maka ketangguhan impact komposit serbuk kayu jati-HDPE limbah akan semakin rendah. Fenomena adanya rongga menyebabkan menurunnya kekuatan mekanik sekaligus menjadi awal terjadinya perpatahan komposit serbuk kayu jati-HDPE limbah, sebagaimana hasil penelitian (A Nurhidayat, 2020) serbuk sekam padi, (Margono et al., 2020) HDPE, (Achmad Nurhidayat, 2021) serbuk tempurung kelapa dan (Achmad Nurhidayat et al., 2022) fraksi volume serbuk tempurung kelapa.

PENUTUP

Hasil penelitian dan analisa data pengujian kekuatan mekanik komposit volume serbuk kayu jati-HDPE limbah, maka disimpulkan sebagai berikut:

1. Semakin meningkat prosen jumlah fraksi volume serbuk kayu jati limbah dibanding jumlah matrik serbuk HDPE limbah, maka kekuatan mekanik komposit semakin tinggi, namun pada variasi fraksi volume tertentu dengan meningkatnya prosen jumlah fraksi volume serbuk kayu jati limbah dibanding jumlah matrik serbuk HDPE limbah menghasilkan kekuatan mekanik komposit semakin rendah. Nilai kekuatan mekanik optimal pada uji impact dan uji *bending* komposit serbuk kayu jati-HDPE limbah terjadi pada fraksi volume 40:60.
2. Pengamatan foto SEM permukaan patahan spesimen uji impact fraksi volume serbuk kayu jati-HDPE limbah 40:60, menunjukkan ikatan yang lebih baik antara *filler* dan matrik dibanding variasi lainnya, adanya rongga atau pori-pori dalam ukuran sangat kecil dengan jumlah yang relatif sedikit, penyebaran matrik dan *filler* berlangsung lebih merata, berdampak peluang terjadinya inisiasi patah lebih kecil, sehingga menghasilkan nilai ketangguhan impact yang tinggi.
3. Hasil pengujian ketangguhan impact lebih tinggi komposit *filler* serbuk kayu jati-HDPE limbah fraksi volume 40:60, dibanding bahan mika akrilik dan bahan triplek dengan dimensi sama, sehingga berdasar hasil uji tersebut diketahui bahwa komposit *filler* serbuk kayu jati-HDPE limbah sangat berpotensi dipakai sebagai partisi dari komposit serbuk kayu jati limbah-HDPE limbah ramah lingkungan, pengganti material sebelumnya.

Saran

Penulis memberikan saran kepada peneliti selanjutnya untuk melakukan perlakuan alkali hasil komposit ini, dengan perendaman berbagai media cairan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan rasa terima kasih kepada Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi yang telah mendanai dan semua pihak yang berkontribusi hingga terselesainya penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Diana, L., Ghani Safitra, A., & Nabel Ariansyah, M. (2020). Analisis Kekuatan Tarik pada Material Komposit dengan Serat Penguat Polimer. *Jurnal Engine : Energi, Manufaktur, dan Material*, 4(2), 59–67.
- Indrayani, N. L., Rahmanto, R. H., & Sadiana, R. (2021). Analisis Pengaruh Variasi Waktu Sintering Dan Komposisi Terhadap Sifat Mekanik Dan Morfologi Komposit Eceng Gondok-Pvc-Ldpe. *Jurnal Inovasi Teknik Kimia*, 6(2), 73. <https://doi.org/10.31942/inteka.v6i2.5505>
- Margono, B., Haikal, H., & Widodo, L. (2020). Analisis Sifat Mekanik Material Komposit Plastik Hdpe Berpenguat Serat Ampas Tebu Ditinjau Dari Kekuatan Tarik Dan Bending. *AME (Aplikasi Mekanika dan Energi): Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 6(2), 55. <https://doi.org/10.32832/ame.v6i2.3069>
- Maulida, F., Meiganati, K. B., & Maslahat, M. (2020). Komponen Kimia Kayu Trubusan Jati Unggul Nusantara (Tectona grandis Linn.f.) Pada Bagian Pangkal, Tengah Dan Ujung. *Jurnal Sains Natural*, 10(2), 55. <https://doi.org/10.31938/jsn.v10i2.277>
- Mulyo, B. T., & Yudiono, H. (2018). Analisis Kekuatan Impak Pada Komposit Serat Daun Nanas Untuk Bahan Dasar Pembuatan Helm SNI. *Jurnal Kompetensi Teknik*, 10(2), 1–8.
- Nauvally, A. (2023). Pengaruh faktor konsentrasi serbuk kayu jati terhadap sifat mekanik komposit bermatriks epoksi. 8606, 1–2.
- Nurhidayat, A. (2020). Kajian Variasi Matrik Komposit Serbuk Sekam Padi Limbah Terhadap Sifat Mekanik. *Jurnal Teknosains Kodepena*, 01(01), 29–36. <https://jtk.kodepena.org/index.php/jtk/article/view/5>
- Nurhidayat, Achmad. (2016). Prosiding SNATIF 3, UMK. *SNATIF*, 3(Komposit), 159–166. <https://jurnal.umk.ac.id/index.php/SNA/article/view/643/0>
- Nurhidayat, Achmad. (2021). Analisis Variasi Ketebalan Core Komposit Sandwich Serbuk Tempurung Kelapa Limbah Terhadap Sifat Mekanik. *Teknika*, 7(1), 21–27. <https://doi.org/10.52561/teknika.v7i1.121>
- Nurhidayat, Achmad, & Susilo, D. D. (2013). Pengaruh Fraksi Volume Pada Pembuatan Komposit HDPE Limbah-Cantula (Vol. 14, Nomor 02).
- Nurhidayat, Achmad, Wijoyo, W., & Irnawan, D. (2022). Kajian Fraksi Volume Serat Komposit Tangkai Ilalang Terhadap Sifat Mekanik. *Jurnal Teknosains Kodepena*, 2(2 SE-Articles), 20–26. <https://www.jtk.kodepena.org/index.php/jtk/article/view/43>
- Setiawan, B., Djunaedi, T., Hidayat, G., & Adiday, P. M. (2022). Study Kelayakan Penggunaan Material Komposit Sebagai Campuran Resin Lycal Dengan Serat Sabut Kelapa Terhadap Gaya Impact Pada Pesawat Rc. November, 1–12.
- Slamet, S. (2013). Karakterisasi komposit dari serbuk gergaji kayu (sawdust) dengan proses hotpress sebagai bahan baku papan partikel. *Prosiding SNST*, 4, 1–9.
- Sujatmiko, H. (2016). Penelitian Pemanfaatan Serbuk Bekas Penggergajian Kayu Sebagai Bahan Substitusi Pembuatan Bata Beton (Batako) Untuk Pemasangan Dinding. *Fakultas Teknik Universitas 17 Agustus 1945 Banyuwangi*, 5(2), 561–580.
- Utami, M. I., & Fitria Ningrum, D. E. A. (2020). Proses Pengolahan Sampah Plastik di UD Nialdho Plastik Kota Madiun. *Indonesian Journal of Conservation*, 9(2), 89–95. <https://doi.org/10.15294/ijc.v9i2.27347>
- Wahyu Prakoso, S., & Hartutuk Ningsih, T. (2021). Pengaruh Perendaman NaOH Dan Fraksi Volume Serat Tebu Komposit Dengan Matrik Polyester. *Jtm*, 9(3), 27–34.
- Wei, H., Thompson, R. B., Park, C. B., & Chen, P. (2010). *Surface tension of high density polyethylene (HDPE) in supercritical nitrogen: Effect of polymer crystallization. Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 354(1–3), 347–352. <https://doi.org/10.1016/j.colsurfa.2009.06.005>