

## ANALISIS SIFAT BENDING DAN IMPAK KOMPOSIT BERPENGUAT SERAT POHON PISANG

Catur Pramono\*, Sri Hastuti, Diky Ilham Ivandiyanto dan Achmad Aziz Trihardanto

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Tidar

Jl. Kapten Suparman 39, Magelang 56116.

\*Email: caturpramono@untidar.ac.id

### Abstrak

Tanaman pisang merupakan jenis tanaman buah-buahan yang berumpun dan dipanen terus menerus. Produksi buah pisang yang tinggi mengakibatkan peningkatan jumlah limbah dari pohon pisang. Oleh karena itu, perlu adanya terobosan baru pemanfaatan limbah pohon pisang sebagai bahan penguat komposit dari serat alam. Teknologi pemanfaatan komposit saat ini telah berkembang di dunia Industri baik otomotif, penerbangan, kelautan, dan konstruksi. Tujuan penelitian ini yaitu menganalisis pengaruh sifat mekanik limbah serat pohon pisang untuk bahan komposit yang ramah lingkungan. Metode penelitian pembuatan komposit dengan treatment 5% NaOH selama 6 jam dengan variasi 10%, 30%, dan 60% fraksi volume serat. Pengujian mekanik berupa uji bending dan uji impak. Hasil penelitian uji menunjukkan bahwa peningkatan fraksi volume serat mampu meningkatkan kekuatan bending komposit dengan nilai optimum kekuatan bending diperoleh pada komposit berpenguat 30% fraksi volume serat sebesar 117, 398 N/mm<sup>2</sup>. Nilai optimum energi serap dan ketangguhan impak komposit berpenguat serap pohon pisang diperoleh pada komposit dengan 60% fraksi volume serat sebesar 28,983 J dengan nilai ketangguhan impak 0,714 J/mm<sup>2</sup>.

**Kata kunci:** bending, impak, komposit, serat pisang.

### 1. PENDAHULUAN

Pisang merupakan tumbuhan yang mudah tumbuh di wilayah Indonesia. Tanaman pisang merupakan jenis tanaman buah – buahan yang berumpun dan dipanen terus menerus. Pisang dipanen berdasarkan tandannya dan pohon pisang setelah panen maka akan menjadi limbah organik yang masih jarang dimanfaatkan oleh masyarakat. Komoditas unggulan buah tahunan meliputi durian 995.753 ton/th, nanas 1.729.603 ton/th, jeruk 1.744.339 ton/th, manga 2.178.833 ton/tahun dan pisang 7.299.275 ton/th. Provinsi Lampung merupakan penghasil pisang terbesar dengan jumlah produksi 1,94 juta ton atau 26,54% dari total produksi pisang nasional. Provinsi Jawa Timur menapai 22,32%, Jawa Barat 17,90% dan Jawa Tengah 7,97% (Statistik Tanaman Buah–buahan dan Sayuran Tahunan Indonesia, 2015). Berdasarkan data tersebut menunjukkan produksi buah pisang tinggi setiap tahunnya dan mengakibatkan peningkatan pada jumlah limbah dari pohon pisang. Oleh karena itu, perlu adanya terobosan baru pemanfaatan limbah pohon pisang sebagai bahan penguat komposit dari serat alam.

Material komposit dari pohon pisang yaitu berupa serat pohon pisang yang akan dimanfaatkan untuk pembuatan komposit. Teknologi pemanfaatan komposit saat ini berkembang pada dunia Industri baik otomotif, penerbangan, kelautan dan konstruksi. Komposit merupakan suatu material yang terbentuk dari kombinasi dua atau lebih material yang mempunyai sifat mekanik lebih kuat dari material pembentuknya. Komposit terdiri dari dua bagian penyusunnya, yaitu matriks sebagai pengikat atau pelindung komposit dan *filler* sebagai penguat komposit. Matriks adalah fasa dalam komposit yang mempunyai fraksi volume terbesar (dominan). Matriks mempunyai sifat lebih *ductile* tetapi mempunyai kekuatan dan rigiditas lebih rendah. Matriks mempunyai syarat pokok jika digunakan dalam komposit yaitu matriks dapat meneruskan beban, sehingga serat dapat melekat pada matriks dan kompatibel antara serat dan matriks (tidak ada reaksi yang mengganggu). Matriks dipilih yang mempunyai ketahanan panas yang tinggi. Serat sebagai material penguat komposit terdiri dari serat sintesis dan serat alam. Komposit berpenguat serat merupakan jenis komposit yang paling banyak dikembangkan (Triyono & Diharjo, 2000). Komposit mempunyai 3 klasifikasi berdasarkan matriks yaitu komposit matriks polimer, logam dan keramik. Komposit berdasarkan jenis penguat ada 3 jenis yaitu partikulat composite, fiber composite, dan structural composite. Keuntungan penggunaan

komposit antara lain ringan, tahan korosi, tahan air, performance menarik, dan tanpa proses permesinan (Diharjo et al., 2013). Konsep back to nature pun semakin digalakkan. Bahkan anjuran FAO kepada dunia industri dengan dideklarasikannya International Year of Natural Fibres 2009 (IYNF 2009) oleh FAO pada tanggal 20 Desember 2006 yang menganjurkan agar mulai tahun 2009 sudah menggunakan bahan baku yang ramah lingkungan dan mudah terdegradasi.

Penelitian yang dilakukan oleh Pramono & Widodo (2012) tentang kekuatan tarik serat pelepah pisang kepok menunjukkan bahwa nilai kekuatan tarik rata-rata serat pelepah pisang kepok non perlakuan sebesar 1766,156 MPa. Serat pelepah pisang kepok dengan perlakuan perendaman 5%NaOH selama 2, 4, dan 6 jam menunjukkan kekuatan tarik rata-rata berturut-turut 1801,756 MPa, 782,908 MPa, dan 799,497 MPa. Hasil pengujian tersebut menunjukkan bahwa sifat mekanis kekuatan tarik dapat ditingkatkan dengan perlakuan 5% NaOH kadar selama 2 jam yaitu sebesar 35,404 MPa. Peningkatan kekuatan tarik selama 2 jam disebabkan serat belum mengalami penambahan diameter yang signifikan seperti pada hasil penelitian Eichorn (2001). Namun, akibat semakin lama perendaman dengan larutan NaOH kadar 5% menunjukkan trend penurunan nilai kekuatan tarik. Sesuai dengan prinsip dasar bahwa kekuatan tarik berbanding terbalik dengan luas penampang, sehingga semakin besar luas penampang akan semakin menurunkan kekuatan tarik. Berdasarkan hasil pengamatan diameter serat dengan mikroskop sesuai standar JIS B 7150 menunjukkan bahwa semakin lama perendaman semakin besar diameter serat. Hasil tersebut juga sesuai dengan penelitian Eichorn (2001).

Penelitian yang dilakukan oleh Hastuti dkk (2018) dengan menggunakan spesimen uji tarik serat tunggal eceng gondok dengan variasi perlakuan larutan NaOH dan Etanol (10%, 20%, 30%), waktu perendaman 2, 4, dan 6 jam. Spesimen uji serat tunggal mengacu pada standar ASTM D 3379. Hasil uji kekuatan tarik menunjukkan bahwa nilai optimal diperoleh setelah serat dikenai perlakuan 20% NaOH dengan waktu perendaman 4 jam yaitu sebesar 28,402 N / mm<sup>2</sup> dan ketika menggunakan perlakuan etanol nilai optimal diperoleh pada serat setelah direndam dengan 20% etanol selama 2 jam dengan nilai kekuatan tarik sebesar 48,197N/mm<sup>2</sup>. Penelitian yang dilakukan oleh Hastuti dkk (2019) tentang komposit berpenguat serat aren dengan perlakuan perendaman serat menggunakan 10% NaOH selama 2 jam, kemudian dicetak menjadi komposit dengan variasi 10%, 20%, 30%, dan 40% fraksi volume serat aren matrik UPRS menunjukkan hasil optimum kekuatan tarik sebesar 26,764 N/mm<sup>2</sup>.

Sifat mekanik dari serat pelepah pisang mempunyai densitas 1,35 gr/cm<sup>3</sup>, kandungan selulosanya 63-64%, hemiselulosa 20%, lignin 5%, kekuatan tarik rata-rata 600 MPa, modulus tarik rata-rata 17,85 GPa dan pertambahan panjang 3,36% dengan diameter serat 5,8 µm dan panjang serat sekitar 30,92 – 40,92 cm (Nopriantina dan Astuti, 2013). Pada material komposit homogen yang dikenai pengujian *three point bending* pusat dengan sumbu netral terletak di tengah, kekuatan bending komposit dapat dirumuskan dengan persamaan 1 (ASTM D 790).

$$\sigma_b = \frac{PL}{bh^3} \times \frac{h}{2} \Rightarrow \sigma_b = \frac{12 PLh}{8bh^3} \Rightarrow \sigma_b = \frac{3 PL}{2bh^2} \quad (1)$$

dengan catatan; P = beban (N), L = panjang span (mm), b = lebar (mm), dan h = tebal (mm). Jika defleksi maksimum yang terjadi lebih dari 10 % dari jarak antar penumpu (L).

Nilai Modulus elastisitas bending (Eb) material dapat dirumuskan juga dengan persamaan 2.

$$E_b = \frac{L^3 m}{4bh^3} \quad (2)$$

dengan catatan m = slope tangent kurva beban vs defleksi uji bending (N/mm).

Pengujian impak dapat dilakukan dengan dua cara yaitu impak charpy. Besarnya energi terserap pada pengujian impak izot dapat dihitung dengan persamaan 3 (*Manual book of Gotech-Izot Impact*).

$$E_{serap} = WR \left[ (\cos \beta - \cos \alpha) - (\cos \alpha' - \cos \alpha) \left( \frac{\alpha + \beta}{\alpha + \alpha'} \right) \right] \quad (3)$$

Dimana  $E_{serap}$  = energi terserap (J),  $W$  = berat pendulum (N),  $R$  = panjang lengan pendulum (m),  $\beta$  = sudut pantul pendulum ( $^{\circ}$ ), dan  $\alpha$  = sudut ayun pendulum ( $^{\circ}$ ). Besarnya kekuatan dampak dapat dihitung dengan persamaan 4.

$$K_{tangan} \text{ Dampak} = E_{serap} / A \quad (4)$$

Dengan catatan  $A$  = luas penampang komposit yang akan dipatahkan.

Tujuan penelitian ini yaitu menganalisis kekuatan bending, energi serap dan ketangguhan dampak komposit berpenguat serat batang pisang kepok dengan 10%, 30%, dan 60% fraksi volume serat.

## 2. METODOLOGI

### Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian yang akan dilakukan meliputi:

- Studi literatur tentang limbah pohon pisang, serat alam dan teknologi pembuatan komposit.
- Persiapan bahan dan alat (limbah serat pohon pisang, resin UPRS BQTN EX 157 dan hardener MEXPO, larutan 5% NaOH, alat cetak tekan komposit, timbangan digital).
- Proses pembuatan komposit.
- Pengujian komposit (uji bending dan dampak).
- Analisis dan pembahasan

### Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di Universitas Tidar, sedangkan pengujian spesimen dilakukan di Universitas Sebelas Maret, Surakarta.

### Variabel Penelitian

Variabel yang diamati pada penelitian ini adalah:

- Treatment alkali (5% NaOH) selama 6 jam.
- Komposit dengan variasi 10%, 30%, dan 60% fraksi volume serat

### Model yang Digunakan

Variasi komposisi yang digunakan dalam penelitian sesuai Tabel 1. Setiap variasi komposisi dilakukan pengulangan sebanyak 5 kali pengujian.

**Tabel 1. Variabel Komposisi Penelitian**

Komposisi	Uji Bending (fraksi volume serat)	Uji Dampak (fraksi volume serat)
K1	10%	10%
K2	30%	30%
K3	60%	60%

### Teknik Pengumpulan dan Analisis Data

- Data penelitian ditampilkan dalam bentuk grafik untuk mengetahui hubungan variasi komposisi terhadap jenis pengujian.
- Analisis data hasil uji akan divalidasi dengan peneliti/jurnal terdahulu.

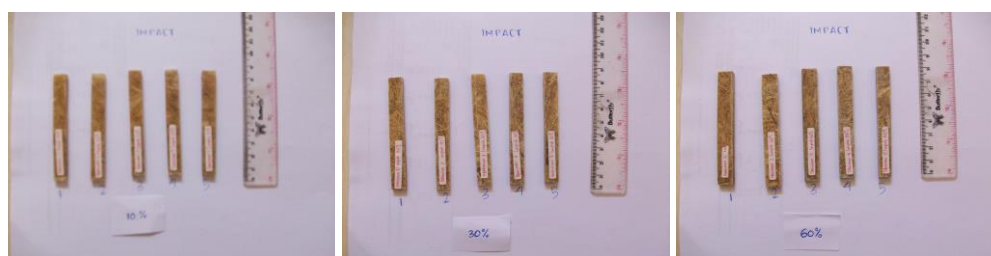
## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pembuatan spesimen uji bending dengan variasi 10%, 30%, dan 60 % fraksi volume serat ditampilkan secara berurutan dari kiri ke kanan sesuai Gambar 1.



**Gambar 1. Spesimen Uji Bending Komposit Berpenguat Serat Pohon Pisang**

Spesimen uji impak dengan variasi 10%, 30%, dan 60 % fraksi volume serat disajikan secara berurutan dari kiri ke kanan sesuai Gambar 2.



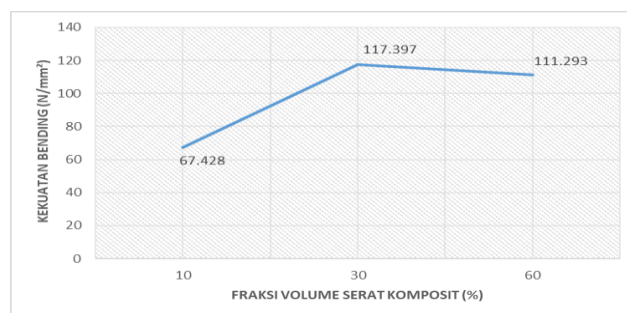
**Gambar 2. Spesimen Uji Impak Komposit Berpenguat Serat Pohon Pisang**

Setelah seluruh spesimen uji bending dan telah dibuat maka dilakukan pengujian bending dan dianalisis dengan nilai rata-rata kekuatan bending sesuai pada Tabel 2.

**Tabel 2. Kekuatan Bending Komposit Berpenguat Serat Pohon Pisang**

Fraksi Volume Serat	Nilai Kekuatan Bending (N/mm <sup>2</sup> )
K1 (10%)	67,428
K2 (30%)	117,398
K3 (60%)	111,294

Berdasarkan Tabel 2 menunjukkan bahwa nilai kekuatan bending komposit berpenguat serat pohon pisang terendah didapatkan pada komposit dengan penguat serat pohon pisang 10%. Selanjutnya pada komposit berpenguat 30% serat pohon pisang nilai kekuatan bending meningkat menjadi 117, 398 N/mm<sup>2</sup>, namun pada pada komposit berpenguat 60% serat pohon pisang nilai kekuatan justru menurun menjadi 111,294 N/mm<sup>2</sup>. Peningkatan kekuatan komposit ini disebabkan oleh kontribusi peningkatan jumlah serat, sehingga mampu meningkatkan kekuatan komposit. Penurunan kekuatan komposit dengan 60% fraksi volume serat pohon pisang menunjukkan bahwa matrik kurang sempurna dalam mengikat serat sehingga sebagian serat terjadi delaminasi yang menyebabkan kekuatan bending semakin rendah. Grafik kekuatan bending komposit berpenguat 10%, 30%, dan 60% serat pohon pisang pada Gambar 3.



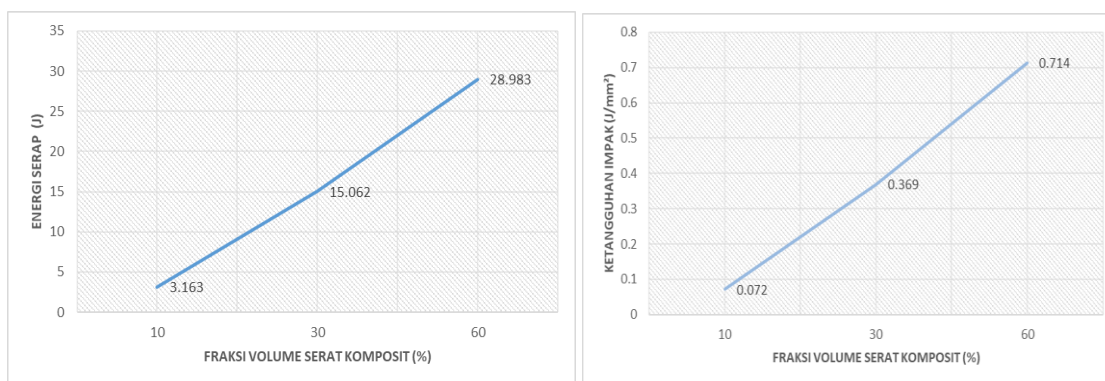
**Gambar 3. Kekuatan Bending Komposit Berpenguat Serat Pohon Pisang**

Hasil uji impak komposit berpenguat 10%, 30%, dan 60% serat pohon pisang disajikan pada Tabel 3.

**Tabel 3. Energi Serap dan Ketangguhan Impak Komposit**

Fraksi Volume Serat (%)	Energi Serap (J)	Ketangguhan Impak ( $J/mm^2$ )
K1 (10%)	3,163	0,072
K2 (30%)	15,062	0,369
K3 (60%)	28,983	0,714

Berdasarkan Tabel 3 menunjukkan bahwa komposit berpenguat 10% serat pohon pisang mempunyai nilai energi serap sebesar 3,163 J dengan nilai ketangguhan impak 0,072  $J/mm^2$ . Komposit berpenguat 30% serat pohon pisang menghasilkan energi serap sebesar 15,062 J dengan nilai ketangguhan impak 0,369  $J/mm^2$ . Dengan demikian, peningkatan fraksi volume serat juga mampu meningkatkan energi serap dan ketangguhan impak komposit. Komposit berpenguat 60% serat pohon pisang menghasilkan energi serap sebesar 28,983 J dengan nilai ketangguhan impak 0,714  $J/mm^2$ . Peningkatan nilai energi serap maupun ketangguhan impak komposit ini juga diakibatkan semakin banyak serat yang ikut berkontribusi dalam menahan beban kejut. Selanjutnya, energi serap dan ketangguhan impak komposit berpenguat 10%, 30%, dan 60% serat pohon pisang disajikan pada Gambar 4.



**Gambar 4. Energi Serap dan Ketangguhan Impak Komposit**

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

- Penambahan fraksi volume serat mampu meningkatkan kekuatan bending komposit berpenguat serat pohon pisang.
- Nilai optimum kekuatan bending diperoleh pada komposit berpenguat 30% fraksi volume serat sebesar 117,398  $N/mm^2$ .
- Hasil uji impak menunjukkan bahwa semakin besar fraksi volume serat semakin besar energi serap dan ketangguhan impaknya.
- Nilai optimum energi serap dan ketangguhan impak komposit berpenguat serat pohon pisang diperoleh pada komposit dengan 60% fraksi volume serat sebesar 28,983 J dengan nilai ketangguhan impak 0,714  $J/mm^2$ .

#### DAFTAR PUSTAKA

- Diharjo, K., Triyono, T., (2000), Material Teknik, Buku Pegangan Kuliah, UNS Press, Surakarta
- Diharjo, K., Afandi, R., Purwanto, A., Suharty, N.S., Jihad, B.H., Nasiri, S.J.A., Firdaus, Y., D. Danardono, D., Tjahjana, D.P., (2013), Adhesive Nanosilica/Aluminium Powder - Epoxy for Joint Application on Composite Car Body of Electrical Vehicle. IEEE 2013, Joint International Conference on Rural Information & Communication Technology and Electric-Vehicle Technology (riCT & ICeV-T) November 26-28, Bandung-Bali, Indonesia

- Diharjo, K., Hastuti, S., Triyasmoko, A., Sumarsono, A.G., Putera, D.P., Riyadi, F., Yosafat Cahyo Probotianto, Y.C., Nizam, M., (2013), The Application of Kenaf Fiber Reinforced Polypropylene Composite with Clay Particles for The Interior Panel of Electrical Vehicle. IEEE 2013. 2013 Joint International Conference on Rural Information & Communication Technology and Electric-Vehicle Technology (rICT & ICeV-T) November 26-28, Bandung-Bali, Indonesia
- Hastuti, S., Pramono, C., Akhmad, Y., (2018), Sifat Mekanis Serat Enceng Gondok sebagai Material Komposit Serat Alam yang Biodegradable, Journal of Mechanical Engineering, Vol 2 No 1(2018), Jurusan Teknik Mesin, Universitas Tidar, Magelang
- Hastuti, S., Pramono, C., Paryono, (2019), Utilization of Arenga Pinnata Fiber Waste as Reinforcement Composite material for The Manufacture of Public Housing, International Conference on Industrial, Mechanical, Electrical, and Chemical Engineering Oktober 9-12, 2018, AIP Conference Proceedings 2097, 030015 (2019)
- Eichorn, (2001), Review Current International Research Into Cellulosic Fibres And Composites, Journal of Materials Science 36 (2001) 2107 – 2131, UMIST
- Nopriantina, N., Astuti, (2013), Pengaruh Ketebalan Serat Pelepah Pisang Kepok (Musa Paradisa) Terhadap Sifat Mekanik Material Komposit Poliester- Serat Alam, Jurnal Kajian Ilmiah dan Teknologi Teknik Mesin 2:195-203
- Pramono, C., Widodo, S., (2012), Pengaruh Perlakuan Alkali Kadar 5% dengan Lama Perendaman 0 Jam, 2 jam, 4 Jam, 6 Jam terhadap Sifat Tarik Serat Pelepah Pisang Kepok, Jurnal Inovasi, Universitas Tidar Magelang, Magelang
- Statistik Tanaman Buah – buahan dan Sayuran Tahunan Indonesia, (2015)