

## PENGARUH FRAKSI VOLUME SERAT TERHADAP KEKUATAN MEKANIK KOMPOSIT rHDPE DENGAN PENGUAT SERAT PELEPAH SALAK

Ibrahim Fadli\*, Dody Ariawan, Eko Surojo, Joko Triyono

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret  
Jl. Ir. Sutami No.36A, Jebres, Kota Surakarta - Jawa Tengah 57126.

\*Email : baimfadlifp@gmail.com

### Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menyelidiki pengaruh fraksi volume terhadap sifat mekanik komposit rHDPE-serat pelepah salak yaitu kekuatan bending dan kekuatan dampak. Material komposit yang diteliti terdiri atas serbuk rHDPE sebagai matrik dan serat pelepah salak sebagai penguat. Variasi fraksi volume serbuk HDPE dari 10% hingga 40%. Spesimen dicetak dengan metode cetak tekan hot press pada tekanan 50 bar, temperatur 150 °C dan waktu penahanan 25 menit. Sifat mekanik komposit diketahui dengan melakukan uji bending dan dampak berturut-turut menurut ASTM D-790 dan ASTM D-5941. Hasil penelitian komposit rHDPE-serat pelepah salak menunjukkan kekuatan bending dan kekuatan dampak mengalami peningkatan pada fraksi volume serat pelepah salak 10% sampai dengan 40%. Kekuatan bending dan kekuatan dampak tertinggi dimiliki fraksi volume serat pelepah salak 40% masing-masing sebesar 31,02 MPa dan 42,8 KJ/m<sup>2</sup>.

**Kata kunci:** fraksi volume, kekuatan mekanik, komposit, rHDPE, serat pelepah salak

### 1. PENDAHULUAN

Seiring perkembangan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (IPTEK), kebutuhan energi dan material meningkat pesat. Seperti material komposit yang sekarang banyak digunakan secara luas di dunia industri, misalnya dalam aplikasi seperti mobil, konstruksi, kedirgantaraan dan pengepakan. Oleh karena itu material biokomposit yang minimal salah satu komponennya bersifat alami, baik serat maupun matriknya, sangat diperlukan sebagai upaya pembuatan material yang ramah lingkungan (Pilla, 2011). Dan meningkatnya era global pada material berbasis agro (bersifat alami) sebagai sumber terbarukan dalam pembuatan komposit, yang salah satu jenis bahan pembuatnya adalah termoplastik seperti PP, PE, dan PVC yang sekarang banyak digunakan sebagai matrik untuk serat alam.

Komposit adalah suatu material yang terbuat dari kombinasi dua atau lebih material sehingga dihasilkan material komposit yang memiliki sifat mekanik dan karakteristik yang berbeda dari material pembentuknya. Saat ini komposit tidak hanya menggunakan serat sintetis seperti *fiber glass*, *carbon fiber*, dan *asbestos fiber* saja, namun sudah ada bahan penguat dari serat alam (*natural fiber*) karena dinilai lebih murah, ramah lingkungan dan mudah untuk didapatkan di alam Indonesia.

Penggunaan serat alam sebagai pengganti serat sintetis merupakan salah satu langkah bijak dalam meningkatkan nilai ekonomis serat alam mengingat keterbatasan sumber daya alam yang tidak dapat diperbaharui. Salah satu sumber serat alam yang dapat dimanfaatkan adalah serat dari pelepah tanaman salak. Tanaman salak (*Salacca zalacca.sp*) selama ini hanya dimanfaatkan buahnya sebagai makanan. Pada umumnya tanaman salak dapat dipanen dua kali dalam setahun. Agar hasil buahnya cukup banyak dan besar, dilakukan pemotongan sebagian pelepah, biasanya 4 – 6 pelepah tiap pohon setelah panen sebelumnya. Pelepah yang dipotong biasanya hanya dibuang begitu saja sebagai limbah. Dengan luas lahan tanaman salak di Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta, khususnya Kabupaten Sleman, yang mencapai 2.438 ha, jumlah tanaman salak mencapai 5.302.298 pohon pada tahun 2012 (Bappeda Kabupaten Sleman, 2014). Dalam satu tahun limbah pelepah salak mencapai ±50 juta batang dengan panjang 1-1,5 m atau ±50.000 ton, dengan asumsi berat rata-rata pelepah salak sebesar ±1 kg. Hingga saat ini penelitian mengenai salak telah dilakukan antara lain oleh Sirilamduan dkk. (2011), dan Lestari dkk. (2013) yang lebih banyak terkait dengan isolasi zat dari tanaman salak serta pemanfaatannya. Pemanfaatan serat sebagai bahan baku tekstil maupun penguat komposit belum banyak diteliti. Pohon salak adalah salah satu tumbuhan yang dapat menghasilkan serat alam yang memiliki

kekuatan pendukung sebagai bahan penguat komposit. Tanaman di Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta, khususnya Kabupaten Sleman. Menurut penelitian Intani dan Nalurita (2007), pelepah tanaman salak dapat digunakan sebagai salah satu bahan baku tekstil yang memiliki nilai jual tinggi. Selain itu, hasil penelitian Kaliky (2006), telah berhasil memanfaatkan pelepah tanaman salak untuk industri pulp. Namun, dalam proses pemanfaatannya pelepah tanaman salak memiliki kendala karena pelepah salak termasuk kedalam jenis serat alami. Menurut Raharjo dkk. (2014), kandungan senyawa kimia penyusun serat pelepah dari tanaman salak adalah selulosa 42,54%, hemiselulosa 34,35%, dan lignin 28,01%. Pohon salak dan pelepah pohon salak seperti diperlihatkan pada Gambar 1.



**Gambar 1. Pelepah tanaman salak**

Plastik HDPE termasuk dalam kategori thermoplastik, karena memiliki ikatan antar molekul yang linier, sehingga dapat mengalami pelunakan atau perubahan bentuk, dengan kata lain meleleh jika dikenai panas. Proses pembuatan polymer ini disebut polimerisasi, yang melibatkan energi panas dan katalisator untuk memisahkan ikatan dalam suatu molekul agar dapat terjadi ikatan dengan molekul-molekul lain yang sejenis (Billmeyer, 1994). Cacahan plastik r-HDPE seperti terlihat pada Gambar 2.



**Gambar 2. Cacahan Plastik r-HDPE**

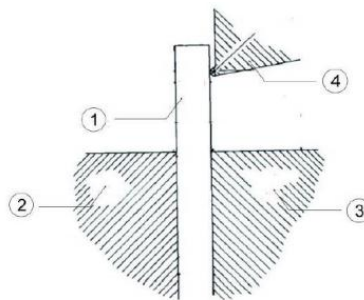
Sifat-sifat plastik HDPE secara umum adalah tahan terhadap zat kimia (minyak, deterjen), ketahanan impak cukup baik, memiliki ketahanan terhadap suhu dan plastik HDPE stabil terhadap oksidasi udara (Corneliussen, 2002). HDPE juga lebih keras dan bisa bertahan pada suhu tinggi ( $T_m = 130^\circ\text{C}$ ) (Wang, M.W., 2009). Bentuk umum yang ditemui yaitu botol

minuman, botol oli, botol sampo, botol kosmetik dan lain-lain. Karakteristik HDPE diperlihatkan pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Karakteristik HDPE (Corneliussen, 2002)

<i>Properties</i>	<i>Value</i>
<i>Density</i> (gr/cm <sup>3</sup> )	0,952
<i>Tensile strength</i> (MPa)	33,1
<i>Compression strength</i> (MPa)	24,82
<i>Flexural strength</i> (MPa)	39,99
<i>Meltig point</i> (°C)	130
<i>Izod impact</i> (J/m <sup>2</sup> )	21,351
<i>Water absorbtion</i> (%)	0,01

Pengujian mekanik yang dilakukan pada penelitian ini adalah pengujian kekuatan impact dan *bending*. Pengujian impact mengacu pada standar ASTM D5941 dan pengujian *bending* mengacu pada standar ASTM D790. Pengujian impact dilakukan dengan sistematika seperti terlihat pada Gambar 3.



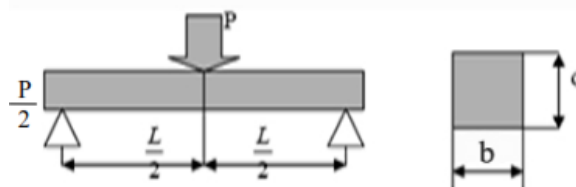
**Gambar 3.** sistematika pengujian impact

Nilai kekuatan impact dapat dicari dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\alpha = \frac{W}{h \times b} \times 10^3 \quad (1)$$

dengan  $W$  adalah Energi total yang diserap (J),  $h$  adalah ketebalan benda uji ( $m$ ), dan  $b$  adalah lebar spesimen ( $m$ ).

Pengujian kekuatan bending menggunakan metode seperti terlihat pada Gambar 4.



**Gambar 4.** Sistematika pengujian *bending*

kemudian nilai kekuatan *bending* nya dapat dicari dengan menggunakan rumus:

$$\sigma_b = \frac{3PL}{2bd^2} \quad (2)$$

dimana  $\sigma_b$  adalah kekuatan bending (*MPa*),  $P$  adalah beban lentur maksimal ( $N$ ),  $L$  adalah panjang penumpu ( $mm$ ),  $b$  adalah lebar spesimen ( $mm$ ) dan  $d$  adalah tebal spesimen ( $mm$ ).

## 2. METODOLOGI

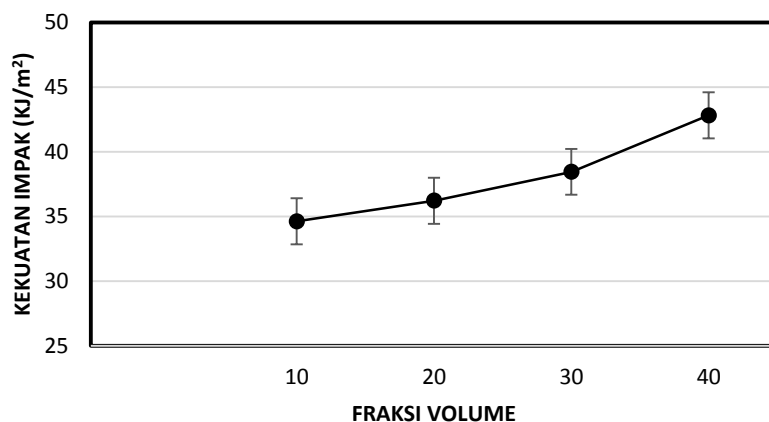
Proses awal dengan menyiapkan serat pelepah salak yang diperoleh dari salah satu pengelola kebun salak didaerah Desa Wonokerto, Kecamatan Turi, Sleman, Yogyakarta. Pelepah salak dipotong dengan panjang 30 cm kemudian dikupas kulitnya. Setelah kulit batang salak bersih, kemudian batang pelepah salak ini digiling / *dipress* menggunakan mesin supaya kandungan air dalam batang pelepah salak bisa keluar serta agar gabus dari batang salak bisa dipisahkan. Setelah selesai digiling, batang pelepah salak kemudian direndam dalam air bersih selama 7 hari. Setelah perendaman selesai, kemudian serat pelepah salak dikeringkan menggunakan oven dengan suhu  $60^\circ\text{C}$  selama 8 jam. Setelah kering, serat pelepah salak dipotong sepanjang 3 mm.

Plastik jenis HDPE didapatkan dari membeli di tempat yang berlokasi di Desa Gawok, Sukoharjo. HDPE ini merupakan hasil sortiran dari limbah botol susu yang berukuran kecil dengan warna putih semi transparan, kemudian dibersihkan dengan mencucinya dengan air bersih, setelah itu dikeringkan dengan dijemur dibawah sinar matahari langsung. Proses selanjutnya adalah proses penggilingan (*crushing*) untuk mengubah plastik r-HDPE menjadi serbuk. Serbuk kemudian disaring dengan ayakan untuk mendapatkan serbuk berukuran mesh 40.

Persiapan awal sebelum pembuatan spesimen komposit adalah menimbang serbuk r-HDPE dan serat pelepah salak sesuai dengan perhitungan tiap fraksi volume menggunakan timbangan digital. Variasi yang digunakan adalah fraksi volume 10%, 20%, 30%, dan 40%. Kemudian bahan dimasukkan kedalam cetakan yang sebelumnya sudah dilapisi *wax* secara merata. Memasukan cetakan kedalam alat *hot press* dengan dengan tekanan pengepresan sebesar 50 bar. Suhu dalam pengepresan diatur sebesar  $150^\circ\text{C}$  dengan waktu penahanan 25 menit alat *hot press* dimatikan. Setelah itu, biarkan proses pendinginan sampai suhu  $40^\circ\text{C}$ .

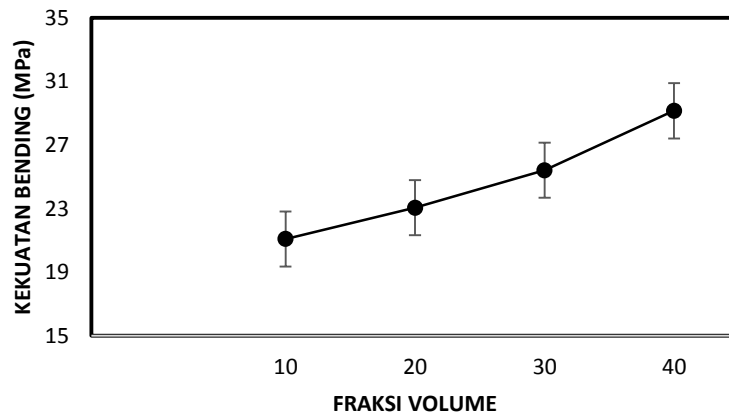
## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil kekuatan impact seperti diperlihatkan pada Gambar 5, sedangkan nilai kekuatan bending diperlihatkan pada Gambar 6.



Gambar 5. Nilai kekuatan impact

Nilai pada Gambar 5 merupakan nilai kekuatan impact rata-rata dari lima buah spesimen pada masing-masing variasi fraksi volume. Nilai kekuatan impact tertinggi diperoleh pada  $V_f = 0,4$ . Seiring dengan bertambahnya jumlah serat didalam komposit ZFRP, maka beban kejut yang dapat diserap juga akan menjadi lebih besar. Ikatan yang baik antara serat dan matrik juga akan semakin membuat transfer energi beban menjadi merata ke semua bagian serat. Hal ini disebabkan karena semakin banyaknya jumlah serat dalam komposit ZFRP, maka kontribusi serat untuk menahan beban selama pengujian juga menjadi lebih besar.



**Gambar 6. Nilai kekuatan *bending***

Fenomena peningkatan kekuatan *bending* seperti yang diperlihatkan pada Gambar 6 ZFRP ini erat kaitannya dengan kontribusi serat sebagai penahan beban selama pengujian berlangsung. Kekuatan *bending* meningkat seiring pertambahan fraksi volume. Dengan kata lain, semakin banyak serat didalam ZFRP maka kontribusinya sebagai penguat saat berlangsungnya pembebanan juga akan semakin besar. Pada spesimen ZFRP, serat terikat dengan baik oleh matrik. Sehingga seluruh pembebanan ditanggung secara merata oleh semua serat sebagai satu kesatuan atau dapat juga dikatakan bahwa setiap serat didalam ZFRP menanggung beban yang sama. Hal ini dapat dilihat dari tingginya nilai kekuatan *bending* ZFRP. Dari uraian diatas, dapat dinyatakan bahwa transfer tegangan antara matrik dan serat berlangsung dengan baik. Pada penelitian yang dilakukan Amico (2013), kekuatan *bending* dari komposit poliester - serat pelepah kelapa meningkat seiring dengan penambahan fraksi volume serat pada komposit. Hal tersebut dikarenakan lebih banyak jumlah serat yang mampu menerima beban selama pengujian, serta penambahan dari fraksi volume akan meningkatkan densitas komposit sehingga komposit akan semakin padat. Pada fraksi volume yang semakin tinggi juga tampak patahan spesimen akan lebih jelas terlihat.

#### 4. KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan, didapatkan bahwa nilai kekuatan impact dan *bending* terus meningkat dari variasi fraksi volume 10% sampai 40%. Hal tersebut dikarenakan semakin banyak serat yang terkandung dalam komposit, maka jumlah beban yang dapat ditanggung oleh serat juga semakin banyak.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Amico, dkk. (2013), "Effect of Fiber Volume Fraction on the Mechanical Properties of Coconut Sheath / USP Composite" Journal of Manufacturing Engineering, 060-063, 2013
- ASTM D5941-96, Standart Test Method for Determining the Izod Impact Strength of Plastics.
- ASTM. D 790 – 02 Standard test methods for flexural properties of unreinforced and reinforced plastics and electrical insulating material. Philadelphia, PA : American Society for Testing and Materials

- Bappeda Kabupaten Sleman. (2013). Roadmap Penguatan Sistem Inovasi Daerah (SIDa ) Kabupaten Sleman Tahun 2014 s.d. 2019, 1–85.
- Billmeyer (1984), “Textbook of Polymer Science”. *John Wiley and Sons*, Singapore, p. 518
- Corneliussen (2002) Modern Plastics Encyclopedia. [www.maropolymonline.com/properties/HDPE](http://www.maropolymonline.com/properties/HDPE).
- Intani, Ully Nalurita. (2007). Pemanfaatan Batang Salak Tua dari Kecamatan Cianem, Kabupaten Tasikmalaya Jawa Barat sebagai Salah Satu Bahan Baku Tekstil.
- Kaliky, Rahma, Sugeng Widodo dan Nur Hidayat. (2006). Persepsi Petani terhadap Pemanfaatan Pelepah Daun Salak untuk Industri Pulp dan Konservasi Lingkungan Pertanaman Salak Pondoh di Kabupaten Sleman. Temu Teknis Nasional Tenaga Fungsional Pertanian
- Lestari, R., Ebert, G., & Huyskens-Keil, S. (2013). Fruit Quality Changes of Salak “Pondoh” Fruits (*Salacca zalacca* (Gaertn.) Voss) during Maturation and Ripening. *Journal of Food Research*, 2(1), 204–216.
- Sirilamduan, C., Umpuch, C., & Kaewsarn, P. (2011). Removal of copper from aqueous solutions by adsorption using modify *Zalacca edulis* peel modify. *Songklanakarin Journal of Science and Technology*, 33(6), 725–732.
- Wang, M.W., Tze-Chi H., and Jie-Ren Z., (2009), Sintering Process and Mechanical Property of MWCNTs/HDPE Bulk Composite, *Department of Mechanical Engineering, Oriental Institute of Technology, Pan-Chiao, Taipei Hsien, Taiwan*, pp. 821-826.