

# Pengaruh Variasi Panjang Serat Terhadap Kekuatan Tarik Dan *Bending* Komposit Matriks Polipropilena Dengan Penguat Serat Sabut Kelapa 10% Pada Proses *Injection Moulding*

## (The Effect Of Fiber Length Variation To The Tensile And Bending Strength Polypropylene As Matrix Composite With Coconut Fiber Reinforcement 10% In Injection Moulding Process)

Rizal Septyanto N.<sup>1</sup>, Dedi Dwilaksana<sup>2</sup>, Yuni Hermawan<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Jember

<sup>2</sup>Staf Pengajar Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember

Jln. Kalimantan 37, Jember 68121

E-mail: dwilaksanad@yahoo.com

### Abstrak

Pembuatan komposit yang berbahan dasar limbah serat sabut kelapa dengan polipropilena sangatlah memungkinkan, karena potensi sabut kelapa yang cukup besar di Indonesia. Pada penelitian ini, penulis membuat spesimen menggunakan serat sabut kelapa sebagai penguat komposit dan polipropilena sebagai matriks dengan variasi panjang serat sabut kelapa dan persentase massa sebesar 10% pada proses *Injection Moulding*. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui kekuatan tarik dan *bending* serta analisa bentuk patahan secara makroskopis dan mikroskopis yang terjadi pada spesimen dengan menggunakan kamera dan alat uji mikroskop. Variasi panjang serat sabut kelapa ialah 2 mm, 4 mm, 6mm, dan 8 mm. Temperatur *barrel* pada mesin *injection moulding* yang digunakan adalah 190°C dan tekanan injeksi sebesar 7 bar. Dari hasil pengujian tarik dan *bending* dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh variasi panjang serat terhadap sifat nilai kekuatan mekanik komposit yang dihasilkan. Pada variasi panjang serat 2 mm, terjadi nilai rata-rata kekuatan tarik dan *bending* tertinggi yaitu 9.83 N/mm<sup>2</sup> dan 98 MPa.

**Kata kunci:** variasi panjang serat, *injection molding*, kekuatan tarik, kekuatan *bending*

### Abstract

Manufacture of composite-based coconut fiber fiber wastes with polypropylene is possible, because the potential is big enough coconut fiber in Indonesia. In this research, the authors make the specimen using coco fiber as a reinforcement of composite and polypropylene as a matrix with coco fiber length variation and the mass percentage of 10% in the injection molding process. The purpose of this research to know the tensile strength and bending well as shape analysis to the microscopic macroscopic fracture that happened to the specimens by using a camera and microscope test equipment. The variation coco fiber length are 2 mm, 4 mm, 6mm, and 8 mm. Barrel temperature on the injection molding machine is used 190°C and injection pressure at 7 bar. From the tensile and bending test results it can be concluded that there are influenced to variation of fiber length to the composites properties of mechanical strength values resulting. At variations fiber length of 2 mm, occurred the highest average value of tensile and bending strength highest 9.83 N/mm<sup>2</sup> and 98 MPa.

**Keywords:** fiber length variation, *injection molding*, tensile strength, bending strength

## PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi industri di Indonesia saat ini sangat banyak mengalami kemajuan, terutama perkembangan industri yang menggunakan bahan dasar plastik. Beberapa jenis plastik juga sering digabungkan dengan material lain untuk mendapatkan sifat-sifat yang baru atau juga untuk memperbaiki sifat-sifat dari plastik itu sendiri. Pencampuran tersebut sering disebut dengan teknologi komposit.

Pembuatan komposit yang berbahan dasar limbah serat sabut kelapa dengan polipropilena sangatlah memungkinkan. Karena potensi sabut kelapa yang cukup besar di Indonesia [1]. Pertimbangan penggunaan serat sabut kelapa adalah

serat ini mudah diperoleh serta serat ini juga memiliki sifat yang kuat. Penelitian mengenai penggunaan serat sabut kelapa sebagai pengisi komposit termoplastik telah banyak dilakukan. Salah satu penelitian dilakukan oleh *University of Delft*, dimana komposit polipropilena berpengisi serabut kelapa menghasilkan *flexural strength* 29-49 MPa dan *flexural stiffness* 2,91-2,99 GPa [2].

Dengan dasar itulah penulis ingin melakukan sebuah penelitian tentang “Pengaruh Variasi Panjang Serat Terhadap Kekuatan Tarik dan *Bending* Komposit Matriks Polipropilena Dengan Penguat Serat Sabut Kelapa 10% Pada Proses *Injection Moulding*”.

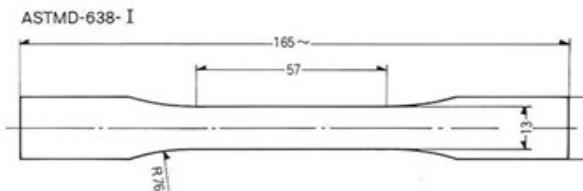
### METODE PENELITIAN

Penelitian yang dilakukan adalah pembuatan komposit dengan menggunakan *polypropylene* HI10HO dengan *tensile yield strenght* 34 Mpa dan *melting temperature* 160 °C sebagai matriks. Kekuatan tarik serat sabut kelapa dengan diameter antara (0,18 - 0,6 mm) adalah sebesar 220 MPa, *elongation at failure* 15-25 %, modulus elastisitas 6 GPa. Cetakan terbuat dari bahan ST 37 dengan profil sebagai berikut :



Gambar 1. Profil cetakan uji tarik dan *bending*

Tekanan injeksi 7 bar, persentase massa serat sabut kelapa sebesar 10% dan memvariasikan panjang serat yang dipakai ialah 2 mm, 4 mm, 6 mm, dan 8 mm. Pada penelitian pembuatan spesimen komposit dan polipropilena murni dengan 5 kali pengulangan ini memakai bantuan mesin *injection moulding* tipe *burkert standart* dengan merk: *Burkert*, model: RN 350, spesifikasi kelistrikan: 220 volt/50 hz/600 watt, suhu: 20°C - 450°C untuk proses pencetakan spesimen. Spesimen uji tarik dicetak menurut ASTM D638 dengan spesifikasi dimensinya seperti pada gambar 3.



Gambar 2. Standar ukuran spesimen uji tarik ASTM D638

Untuk menghitung nilai kekuatan tarik menggunakan rumus :

$$F = \sigma \cdot A$$

dengan :

F = Beban tarik (N)

A = Luas penampang (mm<sup>2</sup>)

$\sigma$  = Tegangan (N/mm<sup>2</sup>) [3]

Dan spesimen uji *bending* dicetak menurut ASTM D790 yang mempunyai ukuran panjang 150 mm, lebar 15 mm, dan tinggi 6 mm. Kekuatan *bending* suatu material dapat dihitung dengan persamaan berikut :

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

Keterangan:

$\sigma$  = Kekuatan *bending*, MPa

F = Beban (N)

L = Panjang span (mm)

b = Lebar span (mm)

d = Tebal batang uji (mm) [4]

Sebelum pembuatan spesimen, menyiapkan bahannya terlebih dahulu. Bahan adalah *polypropylene* dan serat sabut kelapa ditimbang sesuai takaran yang dibuat penelitian sebesar 15 gram. Sedangkan variasi panjang serat yang digunakan ialah 2 mm, 4 mm, 6 mm, dan 8 mm. Temperatur yang digunakan dalam penelitian ini adalah 190°C. Selanjutnya proses uji tarik dan uji *bending* terhadap spesimen polipropilena murni dan komposit sesuai dengan variasi panjang serat yang masing-masing dilakukan 5 kali pengulangan. Kemudian dilakukan analisa pada patahan spesimen komposit secara makroskopis dan mikroskopis.

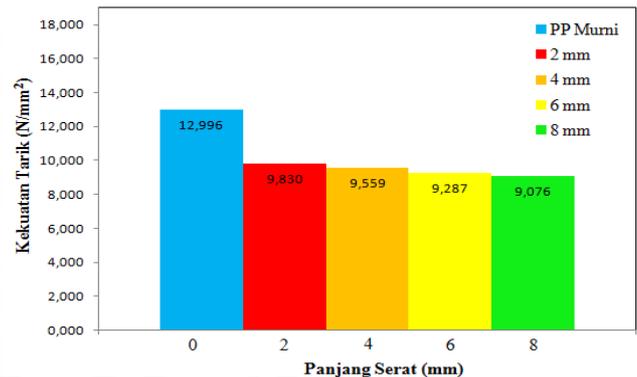
### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Data Perhitungan Komposisi Komposit.

Kapasitas *barrel* yang mampu untuk menampung campuran antara polipropilena (PP) dan serat sabut kelapa pada mesin injeksi molding Type *Burkert Standart* model RN 350 adalah 15 gram. Massa 1 spesimen PP murni sebesar 13,5 gram dan serat sebesar 1,5 gram.

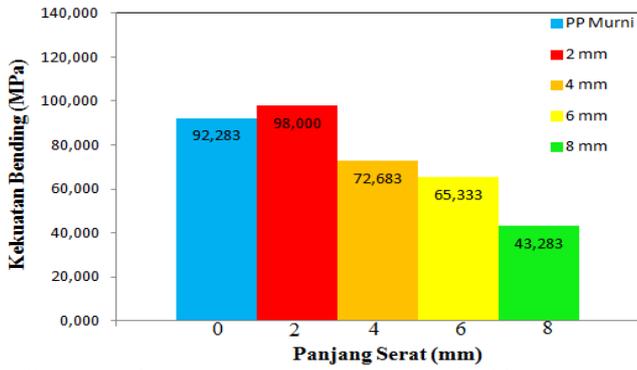
#### B. Hasil Pengujian pada Spesimen Serat 2 mm

Dari perlakuan yang diberikan yaitu memvariasikan panjang serat yaitu 2, 4, 6, dan 8 mm serta membandingkan dengan PP murni, akan terlihat pengaruhnya terhadap kekuatan tarik dan *bending* dari material komposit yang dihasilkan sesuai gambar grafik di bawah ini.



Gambar 6. Diagram kekuatan tarik rata-rata PP murni dan komposit

Pada Gambar 6 bahwa spesimen polipropilena murni memang mempunyai kekuatan tarik yang lebih tinggi dibandingkan spesimen komposit. Spesimen komposit yang memiliki nilai kekuatan tarik tertinggi ialah spesimen komposit dengan serat 2 mm, yaitu sebesar 9,83 N/mm<sup>2</sup>. Dan spesimen komposit dengan variasi 4, 6, dan 8 mm memiliki nilai kekuatan tarik yang cenderung menurun terhadap spesimen komposit 2 mm. Sedangkan nilai spesimen polipropilena murni sebesar 13 9,83 N/mm<sup>2</sup>.



Gambar 7. Diagram kekuatan *bending* rata-rata PP murni dan komposit

Pada Gambar 7, kekuatan *bending* rata-rata terlihat jelas bahwa nilai kekuatan *bending* spesimen komposit dengan serat 2 mm memiliki nilai tertinggi dibandingkan dengan polipropilena murni dan spesimen komposit lainnya. Nilai kekuatan *bending* spesimen 2 mm ialah sebesar 98 MPa, sedangkan polipropilena murni sebesar 92,283 MPa. Dan spesimen komposit dengan variasi 4, 6, dan 8 mm berturut-turut mengalami penurunan nilai dibandingkan dengan spesimen komposit 2 mm.



Gambar 8. Foto makroskopis daerah patahan spesimen uji tarik dengan serat 2 mm



Gambar 9. Foto makroskopis daerah patahan spesimen uji *bending* dengan serat 2 mm

Pada serat 2 mm, rata-rata kekuatan tarik yang dihasilkan ialah 9,830 N/mm<sup>2</sup>, dan nilai kekuatan *bending*nya sebesar 98 N/mm<sup>2</sup>. Bentuk patahan komposit yang terjadi setelah pengujian tarik dan *bending* berbentuk patah getas, karena permukaan daerah patahan bisa dikatakan hampir berbentuk datar (getas). Nilai kekuatan tarik dan *bending* komposit dengan panjang serat 2 mm menghasilkan nilai tertinggi daripada variasi panjang serat yang lainnya. Penyebaran serat yang lebih baik daripada panjang serat lainnya, serta minimnya void yang terjadi merupakan faktor yang paling mempengaruhi nilai kekuatan tarik komposit itu (gambar 8 dan 9). Terlihat banyak sekali *fiber pull out* yang

menunjukkan bahwa adanya beban yang ditanggung oleh serat. Juga minimnya penggumpalan serat menjadi faktor pembeda dari panjang serat yang lainnya.



Gambar 10. Foto mikroskopis perbesaran 40x daerah patahan spesimen uji tarik serat 2 mm

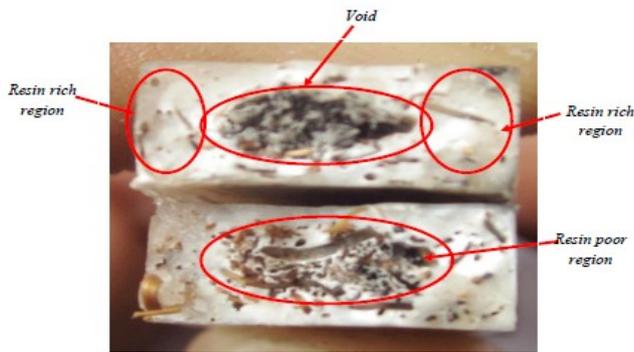


Gambar 11. Foto mikroskopis perbesaran 40x daerah patahan spesimen uji *bending* komposit serat 2 mm

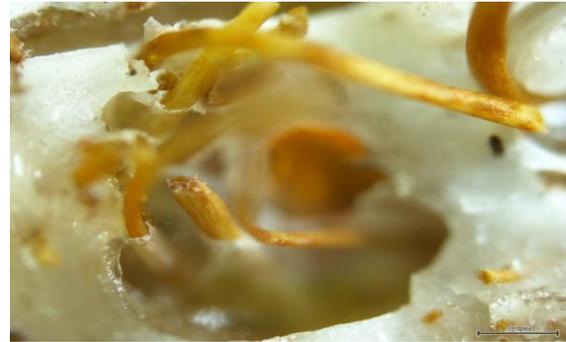
Analisa foto makroskopis yang telah dijelaskan sebelumnya diperkuat dengan foto mikroskopis yang menunjukkan penyebaran serat 2 mm lebih merata dibandingkan dengan variasi panjang serat lainnya (Gambar 10 dan 11). Kelurusan serat (*fiber alignment*) lebih memungkinkan terjadi di dalam matriks polipropilena. Diameter lubang cetakan yang hanya 5 mm lebih memungkinkan serat 2 mm dalam kondisi lurus ketika berada di dalam matriks, sehingga pendistribusian beban relatif lebih merata dibandingkan variasi panjang serat lainnya.

### C. Hasil Pengujian pada Spesimen Serat 8 mm

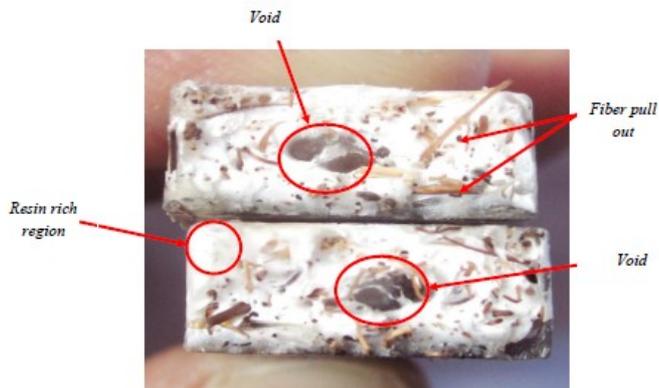
Terjadi penurunan nilai kekuatan tarik dan *bending* spesimen uji tarik dan *bending* komposit dengan serat 8mm. Spesimen ini menghasilkan nilai kekuatan tarik dan *bending* terendah dari variasi panjang serat lainnya. Nilai kekuatan tarik sebesar 9,076 N/mm<sup>2</sup>, dan nilai kekuatan *bending* 43,283 N/mm<sup>2</sup>. Sangat jelas terlihat penyebabnya pada tampilan foto makroskopis (gambar 10 dan 11), terjadi void dan penggumpalan serat (*resin poor region*) yang begitu luas pada spesimen komposit dan tepat berada di tengah-tengah. Bagian tengah spesimen kurang memberikan pendistribusian gaya atau kurang maksimal dalam menahan beban, baik itu beban tarik ataupun beban *bending*. Ditambah lagi pendistribusian serat di area sekitar patahan yang sangat sedikit (*resin rich region*) membuat terlihat jelas terjadinya penurunan kekuatan tarik.



Gambar 12. Foto makroskopis daerah patahan spesimen uji tarik serat 8 mm



Gambar 15. Foto mikroskopis perbesaran 40x daerah patahan spesimen uji *bending* serat 8 mm



Gambar 13. Foto makroskopis daerah patahan spesimen uji *bending* serat 8 mm

Penggumpalan serat di area tertentu tersebut menyebabkan matrik polipropilena kurang sempurna dalam melapisi celah-celah sempit antar serat (gambar 12 dan 13). Sehingga menimbulkan konsentrasi pembebanan yang kurang merata. Selain itu faktor alur masuk cetakan yang hanya 5 mm juga turut mempengaruhi. Serat 8 mm sangat tidak memungkinkan untuk dalam kondisi lurus ketika masuk ke dalam cetakan (*fiber mis-alignment*). Sehingga serat yang mayoritas dalam kondisi melengkung kurang maksimal dalam mendistribusikan beban.



Gambar 14. Foto mikroskopis perbesaran 40x daerah patahan spesimen uji tarik serat 8 mm

## KESIMPULAN

Dari hasil pengujian tarik dan *bending* pada spesimen polipropilena murni dan komposit dengan serat sabut kelapa, perlakuan variasi panjang serat mempengaruhi nilai kekuatan tarik dan *bending* spesimen. Pada variasi panjang serat 2 mm diperoleh nilai kekuatan tarik rata-rata tertinggi sebesar 9,83 N/mm<sup>2</sup>. Masih berada di bawah nilai kekuatan tarik polipropilena murni sebesar 12,996 N/mm<sup>2</sup>. Pada variasi panjang serat 2 mm juga, diperoleh nilai kekuatan *bending* tertinggi sebesar 98 MPa. Nilai tersebut melebihi nilai kekuatan *bending* polipropilena murni sebesar 92,283 MPa.

Menurunnya nilai kekuatan tarik dan *bending* spesimen komposit disebabkan oleh banyak faktor, antara lain timbulnya *void* atau udara yang terjebak, penggumpalan serat (*resin poor region*), penyebaran serat yang kurang merata, dimensi dan alur masuk material (*gate*) ke dalam cetakan yang mendistribusikan atau menginjeksikan material tidak secara satu arah. Sehingga pemadatan matriks dan serat kurang maksimal.

Satu dan sekian banyak penjelasan untuk hal ini adalah karena mekanisme perpatahan mikro plastis (*plastic microbuckling*) yang disebabkan oleh adanya ketidak-lurusan serat (*fiber mis-alignment*), deformasi plastis matriks serta kehadiran peningkatan tegangan seperti daerah kaya resin (*resin rich region*). [5]

## SARAN

Untuk penelitian selanjutnya dapat menggunakan cetakan yang mengalirkan material secara satu arah, dan juga memperkecil (menghaluskan) butiran polipropilena untuk meminimalisasi terjadinya *void* dan penggumpalan serat.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Setyawati, Dina., dkk. 2008 *Sifat-Sifat Papan Komposit Dari Sabut Kelapa Dan Limbah Plastik Polipropilena Daur Ulang Berlapis Anyaman Bambu*. Jurnal Ilmu dan Teknologi Hasil Hutan 1 (1) : 18-26. Fakultas Kehutanan Universitas Tanjungpura dan Institut Pertanian Bogor.
- [2] Sari, Fitriah., dkk. 2013. *Pengaruh Penggunaan Larutan Alkali Pada Kekuatan Tarik Dan Uji Degradasi Komposit Polipropilena Bekas Berpengisi*

*Serbuk Serabut Kelapa. Jurnal Teknik Kimia Vol.2  
No.1. Universitas Sumatra Utara, Medan.*

- [3] *ASTM D 638 – 01 Standart test method for tensile properties of plastics. Philadelphia, PA : American Society for Testing Materials.*
- [4] *ASTM. D 790 – 02 Standart test methods for flexural properties of unreinforced and reinforced plastics and electrical insulating material. Philadelphia, PA : American Society for Testing and Materials.*
- [5] Junus, Salahuddin. 2011. *Komposit.* UPT Penerbitan Universitas Jember. Jember.

