

PENGARUH PERSENTASE MASSA SERAT TERHADAP SIFAT MEKANIS KOMPOSIT Matriks POLIPROPILEN DENGAN PENGUAT SERAT AMPAS TEBU PADA PROSES *INJECTION MOULDING*

(EFFECT OF MASS PERCENTAGE ON MECHANICAL PROPERTIES OF BAGASSE FIBER REINFORCED POLYPROPYLENE MATRIX COMPOSITES IN INJECTION MOULDING PROCESS)

Farid¹, Dwi Djumhariyanto², FX.Kristianta²

¹Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Jember

²Staf Pengajar Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember
Jln. Kalimantan 37, Jember 68121

Abstrak

Teknologi komposit saat ini mulai mengembangkan serat alami sebagai pengganti serat sintetis. Serat Tebu adalah serat alami yang merupakan limbah dari pabrik gula yang jumlahnya sangat banyak. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui sifat mekanik dari komposit matriks polypropylene berpenguat serat ampas tebu dengan variasi persentase massa serat ampas tebu. Metode yang digunakan adalah pencetakan komposit menggunakan mesin *injection moulding*. Variasi persentase massa serat ampas tebu 0%, 2,5%, 5%, dan 10%. Hasilnya persentase massa 0% sampai 5% dari kekuatan tarik meningkat dari 0,651 menjadi 0,872 N/mm² Pada persentase 10% nilai kekuatan tariknya menurun menjadi 0.803 N/mm². Pada persentase massa 0% sampai 5% nilai kekuatan impact meningkat dari 0,303 joule/mm² menjadi 0.477 joule/mm² kemudian pada persentase 10% nilai kekuatan *impact* menurun menjadi 0.389 joule/mm².

Kata kunci: komposit, serat ampas tebu, persentase massa,

Abstract

Composite technology are now starting to develop natural fibers instead of synthetic fibers . Sugarcane fiber is a natural fiber that is a waste of processing sugar mills are huge numbers. The purpose of this study was to determine the mechanical properties of polypropylene matrix composites reinforcement bagasse fibers with variation of the mass percentage of bagasse fibers . The method used is to use composite molding injection molding machines . Variations in the mass percentage of bagasse fiber is 0 % , 2.5 % , 5 % , and 10 % . The results are on mass percentage of 0 % to 5 % of the tensile strength is increased from 0.651 into 0.872 N/mm² N/mm² percentage of 10 % then the value of the tensile strength decreased to 0,803 N/mm² . In the mass percentage of 0 % to 5% of the value of impact strength is increased from 0.303 0.477 joule/mm² be joule/mm² then the percentage is 10 % impact strength values decreased to 0.389 joule/mm².

Keywords: composite, bagasse fibers, mass percentage

PENDAHULUAN

Saat ini pengetahuan dan teknologi tentang material teknik khususnya material komposit sudah berkembang pesat. Berbagai penelitian dan penemuan di bidang komposit terus dilakukan, hal ini bertujuan untuk memenuhi kebutuhan material yang semakin beragam, dimana pada penggunaannya tidak bisa menggunakan material biasa seperti logam, polimer, dll. Material komposit menggabungkan dua buah material yang berbeda baik secara struktur maupun sifat mekanik untuk memperoleh material dengan sifat mekanik yang lebih baik. Dari ketiga jenis komposit tadi, komposit serat adalah jenis yang paling menarik dan banyak dikembangkan saat ini terutama penggunaan serat alami sebagai serat sintetis. Selain serat-serat sintetis seperti gelas, aramid, karbon, dan sebagainya, perkembangan material komposit saat ini juga mulai menggunakan serat alami sebagai penguat [1]. Salah satu contohnya adalah serat ampas tebu (*bagasse*). Pemilihan serat tebu sebagai penguat

adalah karena jumlahnya yang melimpah dan mudah dijumpai. Ketersediaan bahan serat tebu di Indonesia sangat melimpah, banyak daerah-daerah di Indonesia yang merupakan daerah penghasil tebu. Dalam industri pengolahan tebu seperti pabrik gula, setelah mengalami proses penggilingan untuk memperoleh sari tebu, ampas tebu yang dihasilkan jumlahnya bisa mencapai 90% dari setiap tebu yang digiling [2]. Namun limbah yang jumlahnya sangat banyak tersebut belum dimanfaatkan secara maksimal dan hanya menjadi produk sampingan yang memiliki nilai ekonomis rendah.

Bagasse (ampas tebu) merupakan limbah berserat yang diperoleh dari hasil samping proses penggilingan tanaman tebu (*Saccharum officinarum*) Ampas tebu (*bagasse of sugar cane*) adalah campuran dari serat yang kuat, dengan jaringan parenkim yang lembut, yang mempunyai tingkat *higroskopis* yang tinggi, dihasilkan melalui penggilingan tebu. Adapun struktur pembentuk serat ampas tebu terdiri

dari *Cellulosa*, *Hemicellulosa*, *Pentosans* dan *Lignin* yang komposisinya pada tabel.

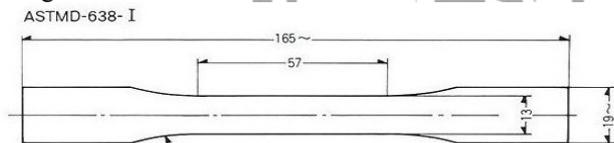
Tabel 1 Struktur ampas tebu (Lacey,J. The Microbioclogy of the Bagasse of Sugar Cane- Proc. Of XVII Congress of ISSCT).

No	Komponen	% Berat Kering
1	Cellulosa	26% - 43%
2	Hemicellulosa	17% - 23%
3	Pentosans	20% - 33%
4	Lignin	13% - 22%

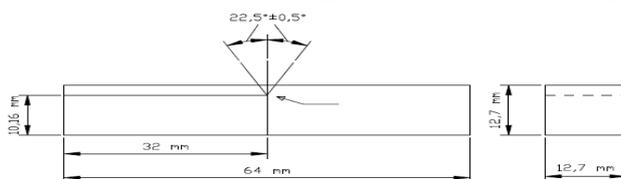
METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan bahan dasar plastik jenis PP (*Polypropylene*) berupa biji plastik dan serat ampas tebu sebagai *filler*. Serta menggunakan cetakan dari baja ST 37 yang dibentuk sesuai dengan desain spesimen uji tarik. Proses pertama yaitu preparasi serat ampas tebu. Ampas tebu direndam di dalam air untuk dibersihkan dari kotoran-kotoran yang menempel, jika sudah bersih serat disikat untuk menghilangkan jaringan gabus yang menempel pada serat. Selanjutnya serat dijemur kurang lebih satu hari untuk menghilangkan kadar air dalam serat. Terakhir serat dipotong dengan panjang yang sama yaitu 5 mm.

Proses yang kedua yaitu pembuatan komposit yang dicetak sesuai standar ASTM uji tarik dan uji *impact* seperti pada gambar 1 dan 2 berikut ini :



Gambar 1 Spesimen uji tarik (menurut ASTM D638-1, ASTM International SEDL, 2012)



Gambar 2 Spesimen uji *impact* ASTM D 5942-96

Cetakan yang digunakan dibuat dari baja ST 37. Pencetakan spesimen menggunakan mesin *injection moulding* merk *burket*, model RN 350, tegangan listrik 220 volt/ 50 Hz/ 600 watt, tekanan maksimal 10 bar, temperatur maksimal 450°C, temperatur minimal 20°C. Pertama hidupkan mesin *injection moulding*, temperatur di setting pada temperatur 180 °C dan tekanan sebesar 8 bar. Timbang serat ampas tebu dan plastik PP dengan timbangan digital dengan variasi persentase massa serat 0%, 2,5%, 5%, 10%. Selanjutnya serat dan plastik PP dicampur hingga merata pada sebuah wadah. Masukkan campuran serat dan PP ke dalam *hopper* dan tunggu hingga lampu indikator menyala. Jika lampu indikator pada mesin menyala, artinya temperatur di dalam *barrel* telah mencapai temperatur yang diinginkan. Tekan tuas untuk menginjeksikan plastik yang sudah mencair ke dalam cetakan. Terakhir keluarkan komposit yang sudah

membeku di dalam cetakan. Pengulangan dilakukan sebanyak 10 kali pada tiap variasinya.

Proses yang ketiga yaitu menguji spesimen uji tarik dengan alat uji tarik *Universal Testing Machine* model Tm 113/ 3KN merk *essom company limited*. Spesimen dicekam dan dikenai beban tarikan hingga spesimen patah. Catat gaya atau beban maksimal yang terdapat pada *display* alat uji tarik untuk mengetahui nilai kekuatan tariknya. Sedangkan untuk spesimen uji *impact* di uji menggunakan alat uji *impact*. Spesimen dikenai beban benturan dari bandul yang diayunkan. Catat besarnya sudut dari bandul setelah membentur spesimen untuk mengetahui besarnya energi yang diserap oleh spesimen.

Untuk mengetahui fenomena patahan yang terjadi dan ikatan antara matriks dan serat ampas tebu diambil sampel patahan spesimen untuk melakukan pengamatan secara makro dengan mengamati permukaan patahannya menggunakan kamera DSLR, untuk struktur mikronya menggunakan mikroskop elektron dengan perbesaran 100X.

Proses terakhir yaitu mengolah data menggunakan metode desain eksperimen satu faktor dengan bantuan *software SPSS 16.0* untuk mengetahui pengaruh persentase massa serat terhadap nilai kekuatan tarik dan kekuatan *impact*.

HASIL PENELITIAN

Uji Tarik

Nilai kekuatan tarik pada komposit sangat dipengaruhi oleh ikatan antara matriks dan penguatnya. Daya ikat komposit (*bonding strength*) mempengaruhi kekuatan komposit dalam menahan beban yang diberikan (3). Ikatan antara matriks dan serat dapat dilihat pada fenomena *fiber break* dan *fiber pull out* setelah spesimen di uji tarik seperti pada pengamatan di atas baik struktur makro maupun struktur mikro. Serat yang memiliki kekuatan lebih besar dan mempunyai ikatan lebih baik akan terjadi *fiber breaking* dan serat yang memiliki kekuatan tarik dan ikatan dengan matrik lebih kecil akan terjadi *pull out* atau terlepasnya serat dari matrik (4).

Pada persentase massa serat 0% atau PP murni rata-rata kekuatan tarik yang dihasilkan sebesar 0,651 N/mm². adanya *void* atau rongga pada spesimen PP murni yang menyebabkan kekuatan tariknya paling rendah dibanding spesimen dengan serat tebu 2,5%, 5%, dan 10 %.

Pada spesimen dengan 2,5 % serat ampas tebu, rata-rata nilai kekuatan tarik meningkat menjadi 0,760 N/mm². Peningkatan kekuatan tarik ini disebabkan karena jumlah *void* atau rongga berkurang dan terdapat beberapa *fiber break*.

Pada persentase 5% jumlah serat pada daerah patahan lebih banyak sehingga saat ditarik akan semakin banyak *fiber break*, dibandingkan spesimen dengan 2,5% serat, penyebaran seratnya lebih merata dari tepi hingga ke tengah spesimen. Rata-rata kekuatan tariknya meningkat dari 0,760 N/mm² menjadi 0,872 N/mm². Hal ini disebabkan tidak adanya *void* atau rongga dan jumlah *fiber break* yang semakin banyak.

Pada persentase massa serat sebesar 10% Nilai rata-rata kekuatan tariknya menurun dari 0,872 N/mm² menjadi 0,803 N/mm². Penurunan nilai kekuatan tarik ini disebabkan

adanya *de bonding* antara matriks pp dan serat sehingga banyak serat yang mengalami *pull out*. Banyak serat yang berkumpul pada daerah tepi spesimen sehingga ruang matriks untuk mengikat serat lebih sempit, hal ini mengakibatkan lemahnya ikatan matriks dan serat sehingga banyak serat yang mengalami *pull out*. Dari gambar 3 dapat diketahui bahwa nilai kekuatan tarik naik meningkat dari 0% hingga 5% kemudian pada persentase 10% nilai kekuatan tariknya menurun.



Gambar 3. Grafik kekuatan tarik

Uji Impact

Serat memiliki peranan yang penting terhadap kekuatan *impact* karena serat menahan retakan dan bertindak sebagai media penyerap energi. Selain itu efektifitas energi yang diserap tergantung pada kekuatan ikatan antar muka serat dan matriks (5). Pada persentase serat 0% atau PP murni diperoleh rata-rata kekuatan *impact* paling rendah yaitu 0,303 joule/mm². Hal ini terjadi karena pada spesimen PP murni terjadi cacat penyusutan (*shrinkage*) dan terdapat rongga (*void*) pada bagian tengah spesimen.

Pada perlakuan dengan penambahan serat sebesar 2,5% nilai rata-rata kekuatan tariknya meningkat menjadi 0,388 joule/mm². Adanya *fiber break* yang menandakan bahwa terdapat ikatan yang baik antara matriks dan serat sehingga serat terputus akibat tidak mampu menahan beban.

Pada persentase massa serat sebesar 5% nilai rata-rata kekuatan *impact* naik dari 0,388 joule/mm² menjadi 0,477 joule/mm². Jumlah serat yang terdapat pada daerah patahan spesimen lebih banyak dibandingkan spesimen dengan persentase massa serat 2,5%. Hal ini memungkinkan serat tersebar lebih merata dan semakin banyak serat yang menahan beban *impact*.

Pada perlakuan terakhir yaitu persentase massa serat ampas tebu sebesar 10% nilai rata-rata kekuatan *impact* turun dari 0,477 joule/mm² menjadi 0,389 joule/mm². Nilainya hampir sama dengan rata-rata pada persentase 2,5% hanya selisih 0,001 joule/mm². Meskipun jumlah serat pada daerah patahannya lebih banyak dibanding perlakuan-perlakuan sebelumnya yaitu 0%, 2,5%, dan 5% serat, tetapi banyak serat yang tidak tersebar merata dan mengumpul pada satu titik sehingga kemampuan matriks untuk mengikat serat menjadi berkurang akibatnya ikatan matriks dan seratnya tidak bagus sehingga banyak serat yang mengalami *fiber pull out*.



Gambar 4. Grafik kekuatan *impact*

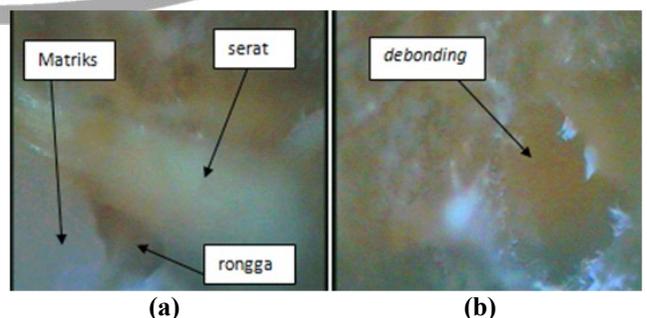
Pembahasan Struktur Mikro Uji Tarik

Patahnya serat menandakan bahwa terdapat ikatan yang baik antara matriks dan serat sehingga saat menerima beban serat tidak terlepas dari matriksnya. Pada patahan spesimen dengan persentase serat 2,5% terdapat serat yang patah dimana permukaan patahan serat relatif rata dengan patahan matriksnya. Hal tersebut menandakan bahwa serat ampas tebu tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kekuatan tarik tarik dari komposit.



Gambar 5. Struktur mikro patahan spesimen 2,5% serat perbesaran 100X. (a) *fiber break* (b) *fiber pull out*

Pada Spesimen dengan persentase massa serat ampas tebu sebesar 10% jumlah serat semakin banyak akibatnya banyak serat yang berkumpul pada satu titik dan kemampuan matriks untuk mengikat serat menjadi berkurang, karena matriks tidak memiliki ruang yang cukup untuk mengikat serat.



Gambar 6. Struktur mikro patahan spesimen 10% serat perbesaran 100X. (a) Penumpukan serat. (b) *de bonding*

Pembahasan Struktur Mikro Uji Impact

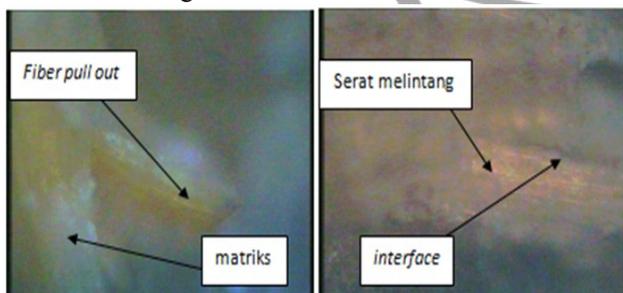
Peningkatan kekuatan *impact* terjadi karena adanya ikatan (*bonding*) yang kuat antara matriks dan serat ampas tebu sehingga serat mampu menahan beban *impact* dengan

maksimal. Pada patahan spesimen 2,5% serat, serat mengalami patah serta terlihat ikatan yang bagus pada *interface* antara matriks dan serat ampas tebu, dimana tidak terdapat celah atau rongga pada *interface*. Pada gambar 7 juga nampak matriks memiliki ruang yang banyak untuk mengikat serat sehingga kemampuan untuk mengikat serat lebih bagus. Terlihat pada gambar (b) serat dalam posisi melintang, kondisi ini menyebabkan beban *mpact* yang diterima serat tidak maksimal. Hal ini terjadi karena orientasi seratnya benar-benar acak dan tidak beraturan.



Gambar 7. Struktur mikro patahan spesimen 2,5% serat perbesaran 100X. (a) *fiber break*. (b) serat melintang.

Pada persentase massa serat 10% nilai kekuatan *impact*nya mengalami penurunan sebesar 0,088 joule/mm². Nilai rata-rata kekuatan *impact*nya hampir sama dengan nilai kekuatan *impact* persentase 2,5%, ini terjadi karena meskipun jumlah serat yang terdapat pada daerah patahan lebih banyak dibanding persentase sebelumnya, tetapi banyak kegagalan yang terjadi akibat terlalu banyaknya serat. Serat mengumpul pada satu titik sehingga matriks tidak memiliki cukup ruang untuk mengikat serat yang menyebabkan lemahnya ikatan (*bonding*) pada daerah *interface*. Hal ini ditandai banyaknya serat yang terlepas atau mengalami *fiber pull out* seperti terlihat pada gambar 8. Pada gambar juga terlihat terdapat serat yang menumpuk dan matriks tidak mampu untuk mengikat seluruh permukaan serat sehingga di tengah-tengah *interface* yang terjadi adalah antara serat dan serat bukan serat dan matriks ditambah dengan posisi serat ampas tebu yang melintang menyebabkan kemampuan serat menahan beban *impact* semakin berkurang.



Gambar 8. Struktur mikro patahan spesimen 10% serat perbesaran 100X

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

1. Pada persentase massa 0% hingga 5% nilai kekuatan tarik mengalami peningkatan yaitu dari 0,651 N/mm²

menjadi 0,872 N/mm² kemudian pada persentase 10% nilai kekuatan tarik mengalami penurunan menjadi 0,803 N/mm².

2. Pada persentase massa 0% hingga 5% nilai kekuatan *impact* mengalami peningkatan yaitu dari 0,303 joule/mm² menjadi 0,477 joule/mm² kemudian pada persentase 10% nilai kekuatan *impact* mengalami penurunan menjadi 0,389 joule/mm².
3. Pada persentase massa serat ampas tebu sebesar 5% diperoleh sifat mekanis yang paling baik dibanding persentase lainnya. Diperoleh nilai kekuatan tarik paling tinggi sebesar 0,872 N/mm² dan nilai kekuatan *impact* paling tinggi sebesar 0,477 joule/mm².
4. Dari pengamatan struktur mikro dapat diketahui bahwa kegagalan atau cacat yang terjadi baik pada spesimen uji tarik maupun spesimen uji *impact* adalah adanya *void* atau rongga, serat terlepas atau *fibers pull out* akibat ikatan yang lemah antara matriks dan serat, serta adanya celah pada *interface* pada persentase 10% akibat kegagalan matriks mengikat serat yang jumlahnya terlalu banyak.

SARAN

Pada proses pencetakan spesimen sangat sulit untuk memperoleh spesimen yang memiliki distribusi atau penyebaran serat yang merata, karena alat yang digunakan adalah mesin *injection moulding* tipe piston. Untuk penelitian tentang komposit berpenguat serat yang menggunakan mesin *injection moulding* sebaiknya menggunakan tipe *screw injection moulding* karena *screw* dapat mengaduk material dalam *barrel* sehingga plastik dan serat dapat tercampur secara merata.

DAFTAR PUSTAKA

- (1) Bramantyo, A. 2008. *Pengaruh konsentrasi dan arah serat terhadap sifat mekanik komposit matriks polyester dengan penguat serat rami*. Fakultas Teknik Universitas Indonesia.
- (2) Nugroho, P, dkk. 2009. *Analisa Sifat Mekanik Komposit Serat Tebu Dengan Matriks Resin Epoxy*. Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik. Universitas Pancasakti Tegal.
- (3) Efri, M, dkk. 2013. *Pengaruh Panjang Serat Terhadap Kekuatan Tarik Komposit Berpenguat Serat Ijuk Dengan Matrik Epoxy*. Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Lampung
- (4) Taufik M, dkk. 2013. *Perilaku Creep Pada Komposit Polyester Dengan Serat Kulit Bambu Apus*. Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Lampung
- (5) P, Amuthakkannan, dkk. 2013. *Effect Of Fibre Length And Fibre Content On Mechanical Properties Of Short Basalt Fibre Reinforced Polymer Matrix Composites*. Department of Mechanical Engineering, Kalasalingam University, Krishnankoil, India.