

# PENGARUH *TOUGHENING AGENT* PADA SIFAT MEKANIS *BIOCOMPOSITE* SERAT TEBU-*POLYPROPYLENE*

Ade T. Hartoko<sup>(1)</sup>, Juliana Anggono<sup>(2)</sup>, Suwandi Sugondo<sup>(3)</sup>

Program Studi Teknik Mesin Universitas Kristen Petra<sup>1,2,3)</sup>

Jl. Siwalankerto 121-131, Surabaya 60236. Indonesia<sup>1,2,3)</sup>

Phone: 0062-31-8439040, Fax: 0062-31-8417658<sup>1,2,3)</sup>

E-mail : [m24411068@john.petra.ac.id](mailto:m24411068@john.petra.ac.id)<sup>(1)</sup>, [julianaa@petra.ac.id](mailto:julianaa@petra.ac.id)<sup>(2)</sup>, [aeusug@petra.ac.id](mailto:aeusug@petra.ac.id)<sup>(3)</sup>

## ABSTRAK

Serat tebu telah diteliti dapat menjadi bahan serat penguat bagi komposit matrik *polypropylene*. *Toughening agent* juga ditambahkan untuk menaikkan ketangguhan komposit. Dalam penelitian ini serat tebu diberi *alkali treatment* NaOH 10% v/v selama 4 jam. Persentase *toughening agent* yang ditambahkan pada campuran rasio % berat serat tebu/PP dalam penelitian ini adalah 0,5%, 1%, 1,5% berat terhadap berat serat tebu. Efek *toughening agent* pada sifat komposit dievaluasi melalui pengujian tarik dan kelenturan (*flexural*) mengacu masing-masing pada ASTM D 638-02 tipe 1 dan ASTM D790-03. Pengamatan struktur mikro dilakukan pada permukaan patahan sampel uji tarik dengan menggunakan *Scanning Electron Microscope* (SEM) untuk melihat homogenitas campuran, mekanisme patahan yang terjadi, serta ikatan antar muka serat tebu-PP. Hasil uji tarik menunjukkan bahwa *toughening agent* sebanyak 1,5% berat menurunkan kekuatan tarik dari  $9,92 \pm 1,66$  MPa (0% *toughening agent*) menjadi  $5,34 \pm 0,95$  MPa pada komposit dengan serat tebu tanpa proses *alkali treatment* atau dengan kata lain ada penurunan 46,14%. *Flexural strength* terbesar dimiliki oleh komposit yang tidak mengalami proses *alkali treatment* dan tidak ditambahkan *toughening agent* dengan nilai  $29,66 \pm 2,81$  MPa. Penambahan *toughening agent* sebanyak 1,5% berat menurunkan *flexural strength* sebesar 18,91% menjadi  $24,04 \pm 3,99$  MPa. Hasil SEM pada permukaan patahan spesimen uji tarik mengindikasikan campuran yang lebih homogen dibandingkan dengan penelitian sebelumnya serta penggabungan *toughening agent* pada matrik PP.

Kata kunci : Biokomposit, serat tebu, *polypropylene*, *toughening agent*, perlakuan alkali

## 1. Pendahuluan

Perkembangan komposit tidak hanya dilihat dari aspek manfaatnya, namun juga dilihat pada aspek ramah tidaknya terhadap lingkungan. Pembuatan serat sintetis dapat menghasilkan limbah lebih banyak dibanding dengan serat alam. Oleh karena itu pengembangan *biocomposite*, yaitu komposit yang menggunakan serat alam dan matrik pengikat sintetis telah banyak dilakukan.

Serat tebu adalah salah satu serat alam yang banyak terdapat di Indonesia. Serat ampas tebu selama ini dimanfaatkan sebagai bahan bakar *boiler*, bahan baku pembuatan *particle board*, kompos, dan pakan ternak. Untuk menaikkan harga jual serat ampas tebu dapat dijadikan bahan serat penguat alternatif bahan komposit. Pemanfaatan serat ampas tebu sebagai material serat penguat akan mempunyai arti yang penting dari segi pemanfaatan limbah industri pembuatan gula di Indonesia.

Peneliti sebelumnya<sup>[1]</sup> telah memanfaatkan serat ampas tebu sebagai serat penguat pembuatan komposit dengan memvariasikan panjang serat tebu rasio berat serat ampas tebu dengan matrik *polypropylene* (PP), serta lama *alkali treatment* pada serat tebu. Dari penelitian mereka pada rasio serat tebu/PP 30/70 dan *alkali treatment* selama 4 jam, diperoleh komposit dengan kekuatan tarik  $20,58 \pm 4,16$  MPa. Diketahui dari penelitian di atas bahwa masih didapatkan variasi hasil kekuatan tarik yang besar. Data kekuatan tarik yang

bervariasi dan tidak konsisten tersebut, diduga salah satunya karena proses pencampuran menggunakan *centrifugal blower* belum homogen. Oleh karenanya setelah dilakukan modifikasi pada mesin *mixer*, kondisi percobaan yang sama dilakukan ulang dalam penelitian ini. Selain kondisi yang diulang dengan bahan baku serat tebu yang diperoleh langsung dari pabrik gula, dilakukan pula studi pengaruh penambahan *toughening agent* terhadap matrik PP yang pada ujungnya berpengaruh pada sifat mekanis komposit yang dihasilkan.

Melalui tugas akhir ini dilakukan penelitian untuk mempelajari pengaruh *toughening agent* terhadap sifat tarik dan kelenturan (*tensile and flexural properties*) pada temperatur kamar. Percobaan ini dilakukan dengan persentase *toughening agent* 0%, 0,5%, 1%, 1,5% terhadap berat serat tebu; rasio serat tebu/PP 30/70 dan *alkali treatment* selama 4 jam, dengan menggunakan serat tebu yang berasal dari proses penggilingan pabrik gula dan matrik pengikat dari serat PP.

## 2. Metode Penelitian

### 2.1. Persiapan Serat Tebu

Langkah pertama persiapan serat tebu. Ampas tebu dinetralisasi menggunakan *ethanol* 70% selama 1 jam dengan rasio volume *ethanol* terhadap berat ampas tebu 2,5 liter *ethanol* : 1kg ampas tebu. Proses netralisasi dilakukan agar ampas tebu tidak mengalami fermentasi. Ampas tebu yang telah dinetralisasi dikeringkan di ruangan terbuka selama 6 jam dan dikeringkan

menggunakan oven pada suhu 110 °C selama 3 jam. Ampas tebu yang telah kering direndam dalam larutan NaOH dengan konsentrasi 10% selama 4 jam dengan suhu 70 °C. Rasio antara serat tebu dan larutan NaOH adalah 300 ml larutan NaOH : 20 gram serat tebu. Setelah direndam, serat tebu dibilas menggunakan air hingga air hingga air bilasan tersebut memiliki pH=7.



Gambar 1 Serat tebu a) sebelum *alkali treatment* b) setelah *alkali treatment*

## 2.2. Persiapan Polypropylene

*Polypropylene* (PP) dipotong menjadi ±1cm agar mempermudah proses pencampuran dengan serat tebu. PP ini disediakan oleh PT. Classic Prima Carpet Industries.



Gambar 2 *Polypropylene*

## 2.3. Proses Mixing

Proses *mixing* serat tebu-PP ini dilakukan dengan menggunakan mixer dengan rasio % berat serat tebu-PP 30/70. *Toughening agent* ditambahkan pada campuran serat tebu-PP secara manual dengan rasio 0,5%, 1%, 1,5% terhadap berat serat tebu.

## 2.4. Pembuatan Komposit

Proses ini melibatkan 2 tahap, yaitu Tahap 1 (*preform*) dan tahap 2 (*hotpress*). Proses pembuatan *preform* dilakukan untuk memastikan agar sampel yang berbentuk panel yang dibentuk diisi merata dengan campuran serat tebu-PP pada semua bagian plat. Proses *preform* dilakukan pada suhu 100 °C dan tekanan 5MPa selama 3 menit. Campuran dibentuk dengan proses *hotpress* menggunakan suhu 200 °C dan tekanan 5MPa selama 3 menit.

## 2.5. Uji Tarik dan Uji Flexural

Komposit dipotong dengan dimensi mengacu pada standar ASTM D 638-02 untuk uji tarik dan ASTM

D790-03 untuk uji *flexural*. Tabel 1 menunjukkan identifikasi kode untuk beberapa kondisi pada komposit.

Tabel 1. Identifikasi Sampel

Kode Sampel	Alkali Treatment	Persentase Toughening Agent (%berat)	Jenis Pengujian	
A0.1 - A0.5	Tanpa Alkali Treatment	0	Tensile Test	
A0.6 - A0.10			Flexural Test	
A5.1 - A5.5		0,5	Tensile Test	
A5.6 - A5.10			Flexural Test	
A10.1 - A10.5		1	Tensile Test	
A10.6 - A10.10			Flexural Test	
A15.1 - A15.5		1,5	Tensile Test	
A15.6 - A15.10			Flexural Test	
B0.1 - B0.5		4 jam	0	Tensile Test
B0.6 - B0.10				Flexural Test
B5.1 - B5.5	0,5		Tensile Test	
B5.6 - B5.10			Flexural Test	
B10.1 - B10.5	1		Tensile Test	
B10.6 - B10.10			Flexural Test	
B15.1 - B15.5	1,5		Tensile Test	
B15.6 - B15.10			Flexural Test	

## 2.6. Pengamatan Struktur Mikro

Pengamatan stuktur mikro dilakukan pada permukaan patahan dari spesimen hasil uji tarik dengan *Scanning Electron Microscope* (SEM). Pengamatan dilakukan pada sepasang patahan untuk mengetahui struktur mikro dari komposit dan homogenitas komposit. Mesin SEM yang digunakan merk FEI tipe S50 milik Jurusan Metalurgi dan Teknik Material ITS

## 3. Hasil dan Pembahasan

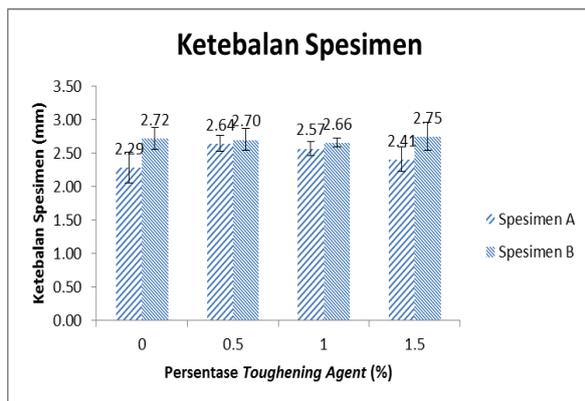
### 3.1 Ketebalan

Pengukuran tebal spesimen dilakukan pada 10 titik di setiap spesimen uji. *toughening agent* yang ditambahkan pada komposit spesimen B tidak memiliki pengaruh yang signifikan terhadap ketebalan komposit.

Hasil pengukuran tebal pada spesimen A0 memiliki rata-rata yang rendah ( $2,29 \pm 0,23$  mm), hal ini terjadi karena terdapat 2 variasi komposit yang ketebalannya jauh dibawah variasi lain yakni sampel A01 dan A09. Hal yang sama terdapat pada spesimen A15, dengan

rata-rata  $2,41 \pm 0,19$ . Pada spesimen A15 terdapat 1 data yang jauh dibawah variasi lain yakni sampel A152. Sehingga menyebabkan nilai rata-rata pada kondisi tersebut menjadi turun. Hal ini diduga terjadi akibat proses pencampuran yang kurang merata, sehingga menyebabkan serat tebu tidak terdistribusi merata pada seluruh campuran.

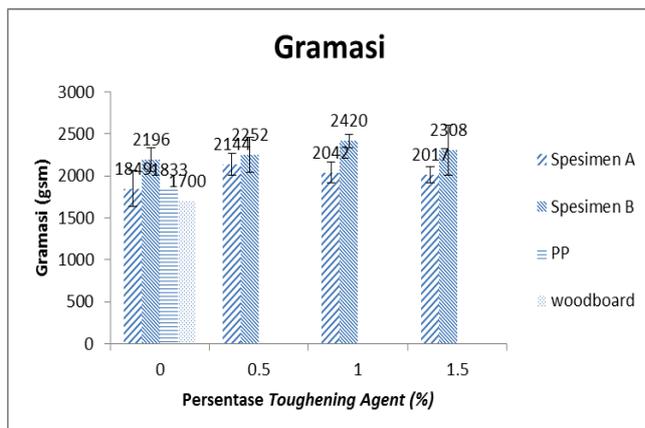
Ketebalan pada spesimen B (2,66-2,75 mm) lebih tebal dibandingkan komposit spesimen A (2,29–2,64 mm). Hal ini tidak sesuai dengan penelitian sebelumnya<sup>[1]</sup> yang menyatakan bahwa ketebalan komposit yang menggunakan serat tebu dengan proses *alkali treatment* lebih tipis dibandingkan dengan komposit yang menggunakan serat tebu tanpa *alkali treatment*.



Gambar 3 Hasil pengukuran tebal

### 3.2 Gramasi

Perhitungan gramasi dilakukan dengan menimbang seluruh spesimen uji *flexural* dan dibagi dengan luasan spesimen dalam satuan meter persegi. Gramasi komposit kelompok spesimen A (1849-2143 gsm) cenderung lebih ringan jika dibandingkan dengan kelompok spesimen B (2195-2419 gsm). Hal ini dipengaruhi oleh ketebalan spesimen, pada spesimen A (2,29–2,64 mm) lebih tipis dibandingkan spesimen B (2,66-2,75 mm).



Gambar 4 Hasil pengukuran gramasi

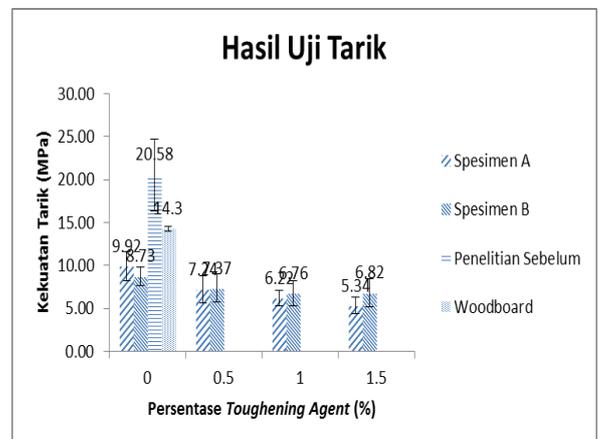
### 3.3 Hasil Uji Tarik

kekuatan tarik penelitian ini memiliki nilai yang rendah jika dibandingkan dengan penelitian sebelumnya<sup>[1]</sup>. Hal ini dapat disebabkan oleh serat yang digunakan pada penelitian ini menggunakan serat tebu

dari proses penggilingan pabrik gula. Serat tebu dari proses penggilingan pabrik gula memiliki panjang serat yang mayoritas  $\leq 3$ cm.

Hasil kekuatan tarik pada penelitian ini lebih konsisten jika dibandingkan dengan penelitian sebelumnya<sup>[1]</sup>. Hal ini ditandai dengan standar deviasi hasil uji tarik penelitian ini lebih kecil dibandingkan dengan penelitian sebelumnya<sup>[1]</sup>. Hal ini disebabkan oleh hasil dari proses pencampuran lebih homogen.

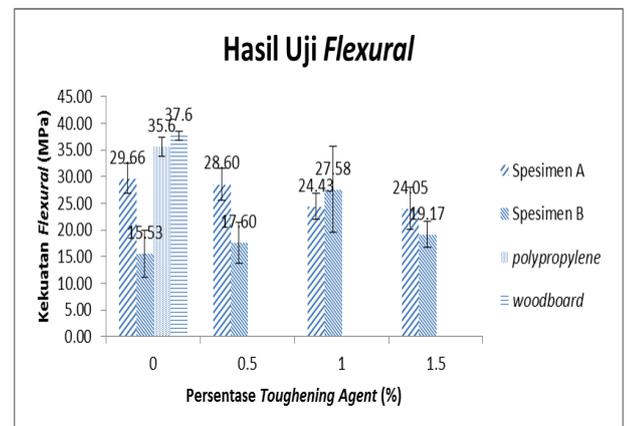
Gambar 5 menunjukkan hasil uji *tensile* tertinggi berada pada komposit tanpa penambahan *toughening agent*. Hasil uji tarik semakin kecil seiring dengan bertambahnya komposisi *toughening agent* yang ditambahkan dalam komposit. Hal ini sesuai dengan referensi bahwa polimer tanpa *toughening agent* memiliki *tensile strength* lebih tinggi dibandingkan dengan yang ditambahkan *toughening agent*<sup>[2]</sup>.



Gambar 5 Hasil uji tarik

### 3.4 Hasil Uji Flexural

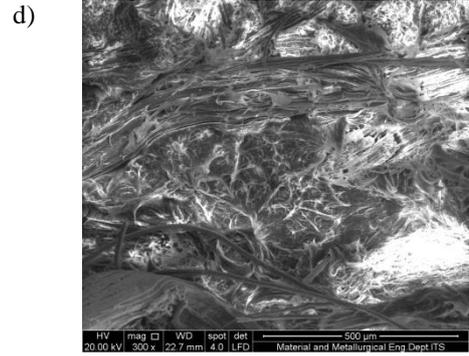
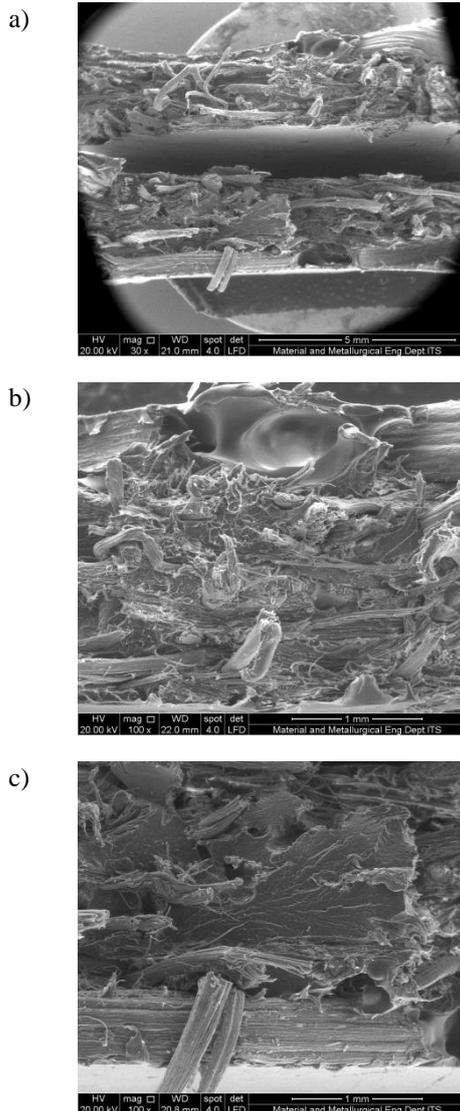
Hasil uji *flexural* spesimen A dan spesimen B. Pada spesimen A trend yang ada sama dengan hasil uji *tensile* (Gambar 6) yaitu semakin bertambahnya *toughening agent* semakin menurun *flexural strength*. Pada spesimen B, hasil uji *flexural* berbeda dengan hasil uji spesimen A, tidak dapat diketahui penyebab perbedaan data tersebut. Untuk itu perlu diteliti lebih lanjut.



Gambar 6 Hasil uji flexural

### 3.5 Pengamatan Struktur Mikro

Pada Gambar 7 (a) menunjukkan patahan pada spesimen B101 dengan *alkali treatment* 4 jam dan persentase *toughening agent* sebesar 1%. Hasil campuran sudah lebih bagus jika dibandingkan dengan penelitian sebelum<sup>[1]</sup>. Hal ini ditandai dengan penyebaran serat tebu lebih merata pada seluruh komposit. Gambar 7 (b) menunjukkan void yang terjadi karena *polypropylene* tidak dapat membasahi serat tebu. Gambar 7 (c) menunjukkan bagian yang tidak terisi dengan *toughening agent*, menyebabkan standar deviasi *flexural strength* pada spesimen ini besar. Gambar 4.6 (d) menunjukkan *toughening agent* berada pada bagian ini.



Gambar 7 Foto SEM pada spesimen B101

### 4. Kesimpulan

Penambahan *toughening agent* ke dalam komposit berpengaruh terhadap *flexural strength* dan *tensile strength*. Semakin bertambah persentase berat *toughening agent* ditambahkan ke dalam komposit menyebabkan *flexural strength* dan *tensile strength* semakin kecil.

### 5. Daftar Pustaka

- [1] Anggono, J., Sugondo, S., Sewucipto, S. (2016). Effect of the alkali treatment duration, amount and length of sugarcane fibers on the thickness and strength of green composites sugarcane-polypropylene.
- [2] Li, Z., Liu, C.M., Liu, H.L., Wang, K., Fu, Q. (2014). Non-uniform dispersion of toughening agents and its influence on the mechanical properties of polypropylene. *eXPRESS Polymer Letters* (8<sup>th</sup> ed.), (pp. 232-242).