

# STUDI BAHAN *BIOCOMPOSITE* SERAT TEBU-*POLYPROPYLENE* SEBAGAI MATERIAL ALTERNATIF *PACKAGE TRAY* MOBIL

Rassy Alim Jolanda<sup>1)</sup>, Juliana Anggono<sup>2)</sup>, Suwando 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 : [m24412071@john.petra.ac.id](mailto:m24412071@john.petra.ac.id)<sup>1)</sup>, [julianaa@peter.petra.ac.id](mailto:julianaa@peter.petra.ac.id)<sup>2)</sup>, [aeusug@petra.ac.id](mailto:aeusug@petra.ac.id)<sup>3)</sup>

## ABSTRAK

Ketersediaan material yang dapat diperbaharui, ramah lingkungan, kuat, ringan dan juga murah sangatlah diharapkan oleh industri otomotif. Berdasarkan penelitian sebelumnya oleh [1], perlu kajian lebih lanjut untuk menghasilkan komposit dengan sifat mekanis (*tensile strength* dan *flexural strength*) sesuai kebutuhan industri. Dalam penelitian ini serat tebu diberi perlakuan alkali NaOH 10% selama 2, 4, dan 6 jam. Jumlah serat tebu yang ditambahkan pada matrik polypropylene (PP) memiliki panjang dominan < 1-3 cm dengan komposisi rasio % berat serat tebu/PP: 25%/75%. Sampel komposit diuji tarik dan flexural berdasarkan standar ASTM D 638-04 dan D 790-10. Permukaan patahan sampel uji tarik diamati dengan Scanning Electron Microscope (SEM). Kekuatan tarik tertinggi 14.35 MPa terdapat pada sampel dengan serat tebu yang menerima perlakuan alkali selama 2 jam. Angka tersebut masih lebih rendah dari kekuatan tarik rata-rata sampel industri terbuat dari woodboard hitam sebesar 15.23 MPa. Kekuatan flexural tertinggi sampel komposit dengan serat tebu yang menerima perlakuan alkali selama 4 jam, yaitu sebesar 37.78 MPa, di mana kekuatan flexural sampel industri berupa woodboard coklat terlampaui (37.57 MPa). Hasil SEM patahan spesimen uji tarik menunjukkan distribusi serat tebu/PP spesimen belum merata di semua bagian dengan rasio 25/75. Patahan spesimen juga menunjukkan void dan fiber pull out.

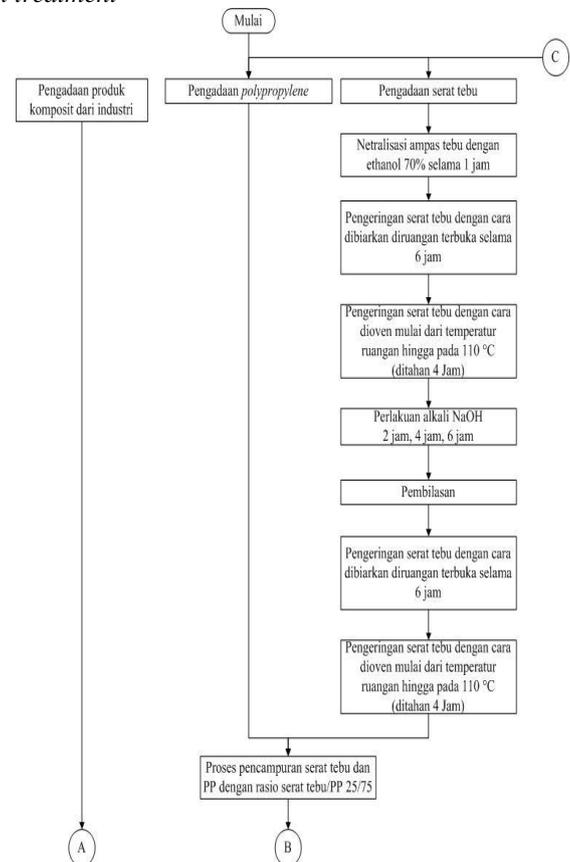
Kata kunci: Biokomposit, serat tebu, polypropylene, alkali treatment

## 1. Pendahuluan

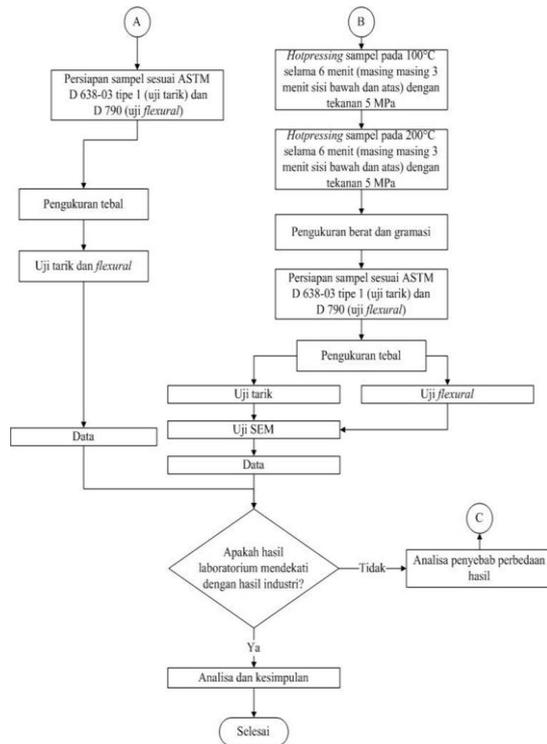
Pemilihan material adalah salah satu proses yang sangat penting untuk sebuah produk. Pemanfaatan material yang dapat diperbaharui, ramah lingkungan dan juga murah sangatlah diharapkan oleh dunia industri. Salah satu material yang dapat memenuhi syarat diatas yaitu material komposit. Meningkatnya pemanfaatan serat alam terutama karena modulus elastisitas yang tinggi, ringan, kebutuhan energi yang lebih rendah, tingkat keausan rendah dalam pengolahan, ketersediaan luas, dapat terbiodegradasi, dan keuntungan lainnya. Hasil penelitian sebelumnya [1] memanfaatkan serat tebu dengan perlakuan alkali menggunakan NaOH. Pada penelitian ini menggunakan variasi lama perlakuan alkali adalah 2 jam, 4 jam dan 6 jam. Panjang serat tebu yang digunakan adalah 30 mm, 50 mm, dan apa adanya. Variasi rasio % berat serat tebu dan pp yang digunakan adalah 20/80, 25/75, dan 30/70. Kekuatan tarik komposit serat tebu-*polypropylene* yang didapatkan mencapai 24.92 MPa merupakan hasil yang tertinggi dengan perlakuan alkali serat selama 6 jam dan rasio berat campuran serat tebu/PP 25/75. Berdasarkan penelitian yang sebelumnya, perlu kajian lebih lanjut untuk menghasilkan komposit dengan sifat mekanis (*tensile strength* dan *flexural*) sesuai dengan kebutuhan industri

## 2. Metodologi

Penelitian ini dilakukan dengan mengikuti tahapan ditunjukkan oleh Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir tahapan penelitian



Gambar 1. Diagram alir tahapan penelitian (lanjutan)

### Persiapan Serat Tebu

Bahan baku komposit yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari dua komponen penyusun, salah satunya yaitu serat tebu sebagai *reinforcing agent* dan PP sebagai matrik. Bahan serat tebu yang ditunjukkan pada Gambar 2 disediakan oleh Pabrik Gula Candi Baru.



Gambar 2. Serat tebu

### Proses Perendaman

Dalam penelitian ini juga dilakukan proses alkalisasi untuk menghilangkan lignin dan pengotor-pengotor lain hingga diharapkan menghasilkan serat yang sebagian besar terdiri dari selulosa, penguat utama pada struktur alam. Serat tebu diberi perlakuan alkali sehingga terbentuk serat-serat selulosa (Siregar, *et al.*, 2009). 20 gram tebu direndam menggunakan *hotplate* pada Gambar 3 dalam 300 ml larutan NaOH 10% dengan suhu 70°C dalam variasi waktu 2 jam, 4 jam, dan 6 jam.



Gambar 3. Proses perendaman

### Persiapan Serat Polypropylene (PP)

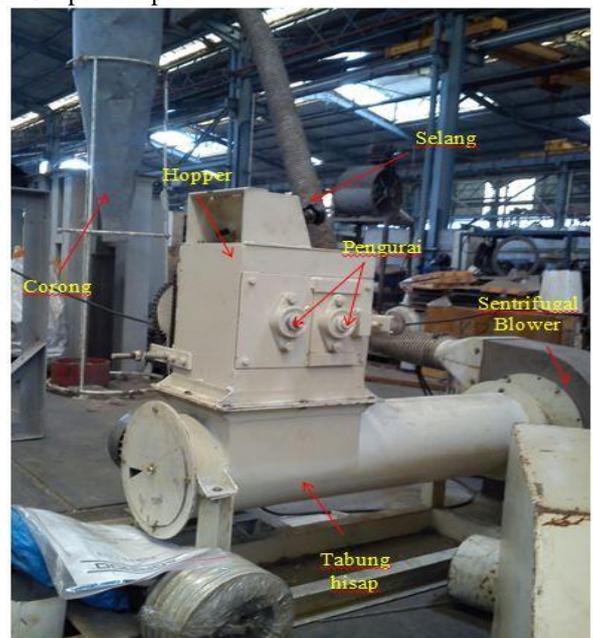
Bahan matrik dalam penelitian ini adalah *texturized* PP seperti pada Gambar 4 yang disediakan oleh PT. Classic Prima Carpet Industries, kemudian dipotong sepanjang 1 cm.



Gambar 4. Serat polypropylene (PP)

### Proses Pencampuran Serat Tebu dan PP

Proses pencampuran ini menggunakan mesin pencampur sebagaimana pada Gambar 5 dengan prinsip yang terjadi, pertama adalah proses penguraian dengan dua drum, kedua adalah proses pencampuran dengan mesin pencampur.



Gambar 5. Mesin mixer

Serat tebu dan PP dicampurkan dengan cara memasukkannya ke dalam mesin pencampur kemudian menyalakan mesin *mixing* sehingga tercipta aliran sentrifugal yang mengaduk campuran tersebut.

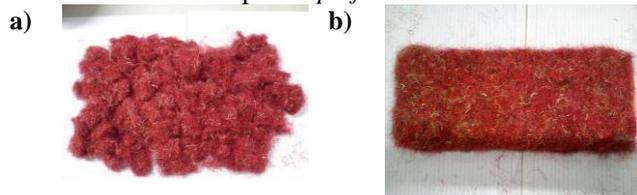
**Proses Hotpress**

Pembuatan sampel komposit dilakukan dengan cara *hotpressing* (luas permukaan komposit 570 cm<sup>2</sup>) menggunakan mesin yang ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Mesin *hotpress*

Campuran serat tebu-PP diletakkan di antara plat *galvanized steel* yang berukuran 38 x 15 cm kemudian diletakkan diantara 2 plat homogen pada mesin *hotpress* yang suhunya 100°C untuk proses preform. Proses *preform* bertujuan untuk memastikan agar sampel berbentuk panel yang dibentuk terisi campuran serat tebu-PP dengan merata Gambar 7 adalah campuran sebelum dan sesudah proses *preform*.



Gambar 7. Campuran serat tebu-PP: a) Sebelum preform b) Sesudah preform

Proses *preform* dan *hotpress* berlangsung selama 3 menit pada tiap sisi. Proses *hotpress* berlangsung pada temperatur 200 °C. Komposit hasil *hotpress* dipindahkan ke plat baja dan dibebani 40 Kg selama 15 menit. Gambar 8 adalah hasil proses *hotpress*.



Gambar 8. Komposit hasil *hotpress*

**Identifikasi Sampel**

Sampel dari industri dan hasil laboratorium akan diberi kode sampel seperti pada Tabel 1 untuk membedakan lama perlakuan dan pengujian yang akan dilakukan. Pemberian kode sampel dimulai ABC untuk komposit dari hasil penelitian kemudian penomoran 1-10 dimana 1-5 adalah sampel dari uji tarik dan 6-10 adalah

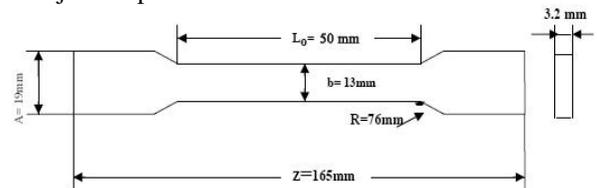
sampel uji *flexural*. Kode XY untuk komposit dari industri. Berikut keterangan dari kode-kode tersebut.

Tabel 1. Identifikasi sampel

Kode Sampel	Penelitian		Industri	
	Lama perlakuan alkali	Pengujian	Kode Sampel	Pengujian
A1	2	Tarik	X1	Tarik
A2			X2	
A3			X3	
A4			X4	
A5			X5	
A6		Flexural	X6	Flexural
A7			X7	
A8			X8	
A9			X9	
A10			X10	
B1	4	Tarik	Y1	Tarik
B2			Y2	
B3			Y3	
B4			Y4	
B5			Y5	
B6		Flexural	Y6	Flexural
B7			Y7	
B8			Y8	
B9			Y9	
B10			Y10	
C1	6	Tarik		
C2				
C3				
C4				
C5				
C6		Flexural		
C7				
C8				
C9				
C10				

**Uji Tarik**

Untuk pengujian tarik sampel yang diperlukan sebanyak 5 spesimen setiap variasi waktu yang dilakukan dengan menggunakan ASTM D 638-03 tipe 1 yang ditunjukkan pada Gambar 9.



Gambar 9. ASTM D 638-03 tipe 1

**Uji Flexural**

Untuk pengujian flexural sampel yang diperlukan sebanyak 5 spesimen setiap variasi waktu yang dilakukan dengan menggunakan ASTM D 790 mengacu pada poin High-Strength Reinforced Composites dengan span to depth ratio sebesar 40 dan ketebalan komposit terbesar adalah 2.46 mm ditambah 20% sehingga panjang dibulatkan menjadi 120 mm. Lebar spesimen mengacu pada poin Materials 1.6 mm [1/16 in.] or Greater in Thickness sehingga ukuran lebar adalah 12.8 mm dibulatkan menjadi 13 mm. Pengujian flexural dilakukan untuk mengetahui besar kekuatan flexural komposit.

Pengujian ini dilakukan di Sentra Teknologi Polimer Tangerang.

### Pengamatan menggunakan SEM (*Scanning Electron Microscopy*)

Pengamatan ini dilakukan untuk mengetahui pendistribusian serat tebu, arah orientasi serat tebu, dan mekanisme patahan yang terjadi. Mesin SEM yang digunakan merk FEI tipe S50 milik Jurusan Metalurgi dan Teknik Material ITS.

### 3. Hasil dan Pembahasan Panjang Serat Tebu

Serat tebu yang diterima dari Pabrik Gula Candi Baru memiliki panjang yang bervariasi. Panjang serat tebu diukur menggunakan penggaris yang berjumlah 600 serat. Tabel 2 adalah hasil ukur panjang serat tebu.

Tabel 2. Panjang Serat Tebu

Panjang Serat (mm)	Jumlah	Presentase (%)
1 – 3	436	73
3 – 5	157	26
> 5	7	1
Total	600	100

Dari hasil pengukuran diketahui bahwa panjang serat tebu paling banyak dengan kisaran panjang 1 mm – 3 mm dengan jumlah 436 serat dan presentase sebesar 73 %. Panjang 3 mm – 5 mm berjumlah 157 serat dengan presentase 26 %. Panjang lebih dari 5 mm berjumlah 7 serat dengan presentase 1%.

### Pengurangan Berat Serat Tebu Ketika Proses Persiapan

Berat serat tebu setelah dilakukan proses perlakuan netralisasi dan alkali mengalami pengurangan berat seperti terlihat pada Tabel 3.

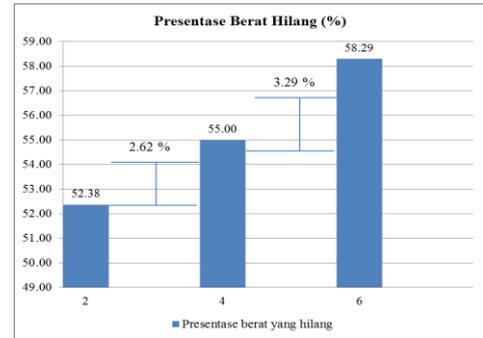
Tabel 3. Perbandingan Berat Awal dan Setelah Netralisasi Serat Tebu

Berat Awal (gr)	Setelah proses netralisasi dan pengovenan (gr)	Presentase (%)
100	89.6	10.4
100	89.7	10.3
100	90.1	9.9
Rata-rata	89.8	10.2
Standar deviasi	0.26	0.26

Pada Tabel 3 tersebut diketahui bahwa pengurangan rata-rata yang terjadi adalah sebesar 10.2 %. Karena terjadi pengurangan kadar air saat proses pengeringan dan *ash* yang berada pada serat tebu.

### Pengurangan Berat Serat Tebu Ketika Proses Persiapan

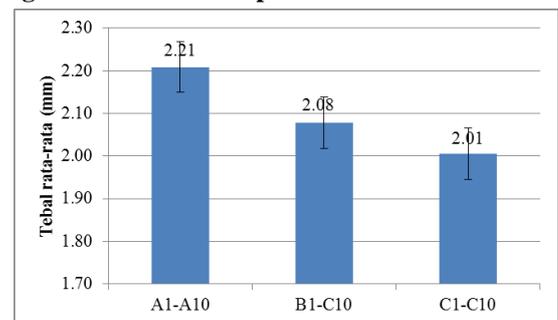
Serat tebu yang sudah dinetralisasi akan diproses alkali sebanyak 80 gram pada setiap prosesnya



Gambar 10. Grafik presentase berat serat yang hilang

Gambar 10 menunjukkan bahwa semakin lama durasi perlakuan alkali maka berat tebu yang berkurang juga meningkat. Hal ini berkaitan dengan semakin banyaknya komponen serat tebu yang terlarut ke dalam NaOH 10%. Penyebab terjadinya kehilangan berat yang lebih banyak pada perlakuan alkali 4 jam hingga 6 jam daripada 2 jam menuju 4 jam disebabkan proses alkali selama 4 jam lebih banyak lignin yang terlepas.

### Pengukuran Tebal Komposit



Gambar 11. Grafik tebal rata-rata komposit

Gambar 11 terlihat komposit dengan perlakuan alkali 2 jam adalah rata-rata yang paling tebal kemudian diikuti oleh 4 jam dan 6 jam lebih tipis secara berurutan.

### Pengukuran Gramasi

Gramasi adalah salah satu ukuran berat sampel komposit dengan satuan  $g/m^2$ . Pengukuran gramasi dilakukan pada sampel uji *flexural* yang memiliki panjang rata-rata 120 mm dan lebar rata-rata 13 mm, sehingga luasan satu spesimen komposit adalah  $1560\text{ mm}^2$  atau  $0.00156\text{ m}^2$ .

Tabel 4. Pengukuran Gramasi

Kode Sampel	Gramasi ( $g/m^2$ )	Kode Sampel	Gramasi ( $g/m^2$ )	Kode Sampel	Gramasi ( $g/m^2$ )
A6	2115.38	B6	1858.97	C6	1602.56
A7	1858.97	B7	1666.67	C7	1538.46
A8	1602.56	B8	1987.18	C8	1538.46
A9	1730.77	B9	1666.67	C9	1666.67
A10	1923.08	B10	1794.87	C10	1666.67
Rata-rata	1846.15	Rata-rata	1794.87	Rata-rata	1602.56

Dari hasil perhitungan di Tabel 4 diketahui bahwa kedua sampel hasil penelitian memiliki nilai rata-rata gramasi lebih tinggi jika dibandingkan dengan woodboard coklat yang memiliki gramasi  $1700\text{ g/m}^2$ , sampel dengan perlakuan alkali 6 jam memiliki gramasi  $1602.56\text{ g/m}^2$  sehingga memiliki selisih  $97.44\text{ g/m}^2$  dan selisih  $233\text{ g/m}^2$  jika dibandingkan dengan sampel PP lebih ringan hasil penelitian. Sampel dengan proses

perlakuan alkali selama 2 jam memiliki nilai gramasi paling tinggi dibanding sampel dengan perlakuan alkali 4 jam dan 6 jam. Hasil ini sesuai dengan teori yang mengatakan bahwa semakin lama perlakuan alkali maka semakin banyak lignin yang terlepas sehingga menyebabkan berat komposit semakin berkurang.

### Sampel Industri

Sampel yang diperoleh terdiri dari sampel PP dan woodboard. Sampel woodboard terdiri dari woodboard coklat dan woodboard hitam. Tiap sampel memiliki spesifikasi yang berbeda. Berikut adalah spesifikasi sampel tersebut.

#### 1. Sampel PP

Gramasi : 1833 g/m<sup>2</sup>  
Ketebalan : 2 mm

#### 2. Woodboard coklat

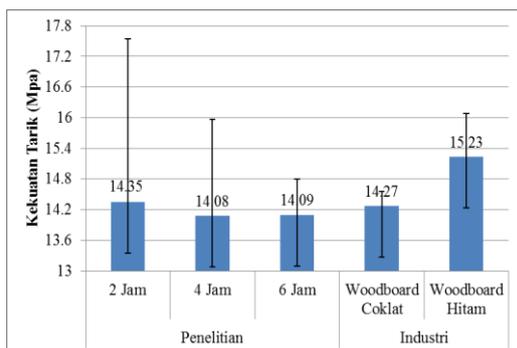
Gramasi : 1700 g/m<sup>2</sup>  
Ketebalan : 1.6 mm

#### 3. Woodboard hitam

Gramasi : 3600 g/m<sup>2</sup>  
Ketebalan : 3 mm

### Hasil Uji Tarik

Pengujian tarik yang dilakukan mengacu pada ASTM D 638 tipe 1.

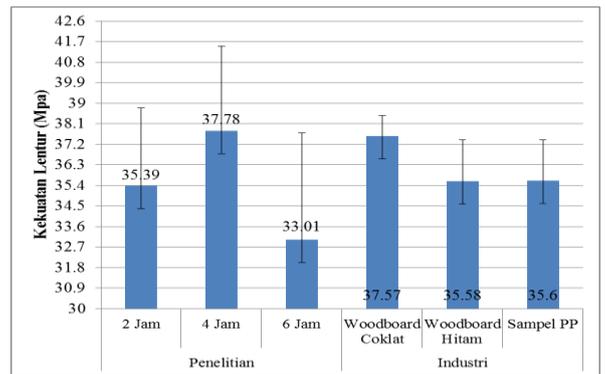


Gambar 11. Hasil uji tarik spesimen industri dan penelitian

Gambar 11 menunjukkan bahwa kekuatan tarik rata-rata pada sampel *woodboard* hitam memiliki kekuatan tarik paling besar diantara lainnya. Dari hasil penelitian komposit dengan *perlakuan alkali* selama 2 jam adalah paling tinggi dibandingkan komposit dengan *perlakuan alkali* lainnya. Jika dibandingkan dengan rata-rata kekuatan tarik *woodboard* coklat milik industri terdapat selisih 0.8 MPa lebih tinggi hasil penelitian.

### Hasil Uji Flexural

Pengujian *flexural* pada sampel komposit dilakukan sesuai dengan standar ASTM D790.

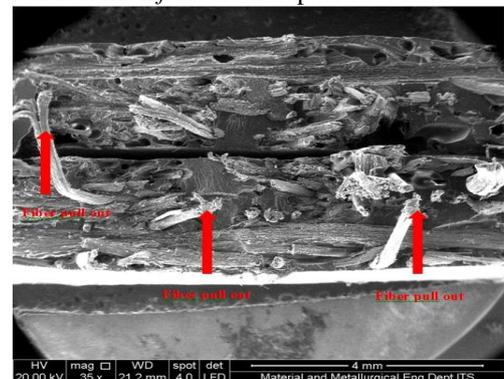


Gambar 12. Hasil uji *flexural* spesimen industri dan penelitian

Gambar 12 menunjukkan komposit dengan perlakuan alkali selama 4 jam memiliki kekuatan flexural rata-rata yang tertinggi jika dibandingkan dengan sampel yang lain. Terdapat selisih kekuatan flexural sebesar 0.21 MPa lebih besar hasil penelitian jika dibandingkan dengan woodboard coklat yang merupakan komposit dengan hasil kekuatan flexural tertinggi milik industri. Apabila dibandingkan dengan sampel PP terdapat selisih 2.16 MPa lebih tinggi hasil penelitian.

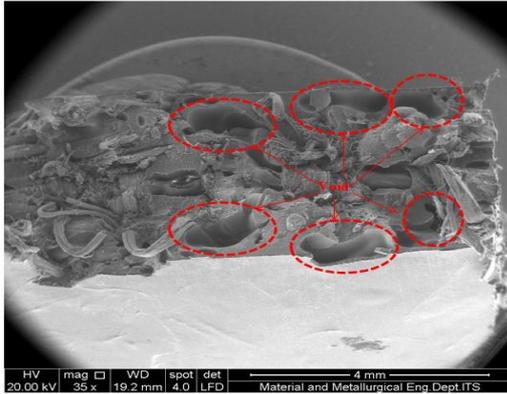
### Hasil Pengamatan SEM

Pengamatan SEM yang dilakukan bertujuan untuk mengetahui pendistribusian serat tebu pada PP, arah orientasi serat tebu, dan pola patahan komposit sehingga dapat diketahui penyebab terjadinya variasi kekuatan tarik dan kekuatan *flexural* komposit.



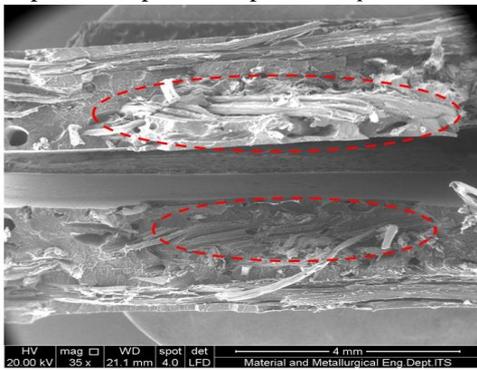
Gambar 13. Hasil patahan spesimen A3

Gambar 13 membuktikan bahwa patahan komposit terjadi karena pada area tersebut terpisah secara melintang dan sebagian kecil area terdapat *fiber pull out* di mana serat pada komposit tertarik keluar meninggalkan bekas berupa lubang pada permukaan. Sebaliknya serat pada bagian kedua menunjukkan serat yang tercabut keluar dari bagian pertama.



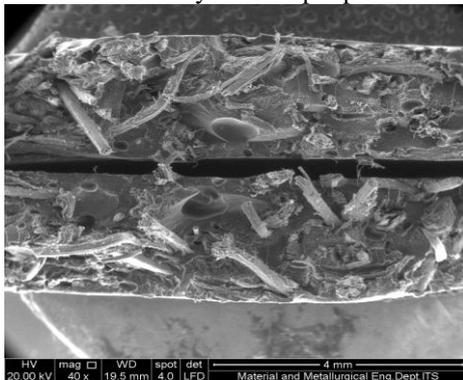
Gambar 14. Hasil SEM patahan spesimen C8

Gambar 14 terlihat bahwa cukup banyak *void* pada beberapa bagian spesimen karena udara yang terperangkap saat proses *hotpress*. Hal ini dapat menyebabkan kekuatan *flexural*nya berkurang. Hal ini dimungkinkan terjadi karena udara yang terperangkap di dalam lapisan komposit saat proses *hotpress* dilakukan.



Gambar 15. Hasil SEM patahan spesimen B8

Gambar 15 tersebut menunjukkan bahwa area yang dilingkari patahan sampel B8 dengan variasi perlakuan alkali 4 jam didominasi oleh serat tebu daripada PP sehingga memiliki kekuatan *flexural* yang cukup tinggi daripada yang lainnya. Gambar 15 terlihat bahwa serat tebu tidak menyebar merata pada seluruh bagian komposit melainkan hanya terkumpul pada satu tempat.



Gambar 16. Hasil SEM patahan spesimen C5

Pada gambar 16 tersebut menunjukkan permukaan patah komposit sampel C5 yang telah diproses *alkali treatment* selama 6 jam. Pada patahan sampel ini terlihat bahwa persebaran serat tebu cukup merata pada seluruh bagian komposit, sehingga dapat dikatakan bahwa homogenitas didaerah patahan dari sampel ini cukup baik.

#### 4. Kesimpulan

Hasil uji tarik pada spesimen dengan alkali treatment selama 2 jam merupakan hasil rata-rata tertinggi. Spesimen dengan *alkali treatment* selama 4 jam merupakan hasil rata-rata terendah kemudian meningkat sedikit pada spesimen dengan alkali treatment selama 6 jam. Beda halnya dengan hasil uji *flexural*, spesimen dengan alkali treatment selama 4 jam adalah hasil yang tertinggi kemudian berurutan menurun pada kondisi 2 jam dan 6 jam. Dalam penelitian ini *tensile* dan *flexural strength* meningkat pada waktu perendaman tertentu. Berdasarkan hasil tersebut, komposit dengan waktu perendaman 4 jam dapat dipertimbangkan bagi industri karena rata-rata *tensile strength* dan *flexural strength* yang mendekati *woodboard* coklat walupun terjadi perbedaan selisih tetapi tidak signifikan.

#### 5. Referensi

1. Anggono, J., Habibi, N. R., & Sugondo, S. (2014). Alkali Treatment on Sugarcane Bagasse to Improve Properties of Green Composites of Sugarcane Bagasse Fibers-Polypropylene. *In Ceramic Engineering and Science Proceedings*, 35, 139–149. American Ceramic Society
2. Chung, D. D. (2010). *Composite Materials Science and Applications*. New York: Springer.
3. Siregar, J. P., Sapuan, S. M., Rahman, M. A., & Zaman, H. D. (2009). *The effect of alkali treatment on the mechanical properties of short pineapple leaf fibre (PALF) reinforced high impact polystyrene (HIPS) composites*. Helsinki: WFL Publisher
4. Stoke, D. D., Wu, Q., & Han, G. (2013). *Introduction to Wood and Natural Fiber Composites*. New York: Wiley.