



## **Pengaruh variasi fraksi *volume filler* terhadap sifat mekanik komposit rambut manusia bermatriks *epoxy* dengan penguat *talca powder***

**Eko Nurprasetyo\***, Kardiman, Ratna Dewi Anjani  
Jurusan Teknik Mesin, Universitas Singaperbangsa Karawang  
Karawang, Jawa Barat, 41361, Indonesia  
\*email: [enurprasetyo@gmail.com](mailto:enurprasetyo@gmail.com)

### **Abstrak**

Komposit adalah gabungan dari dua atau lebih material berbeda yang terdiri dari serat dan matriks. Penelitian ini menggunakan serat rambut manusia, *talca*, matriks *epoxy* dan *hardener*. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh variasi fraksi *volume filler* terhadap sifat mekanik dari komposit *epoxy*-rambut dan komposit *epoxy*-rambut-bubuk *talca*. Pembuatan komposit dengan metode *hand layup* dengan spesifikasi variasi fraksi volume sebanyak 6 buah dan pengujian yang digunakan adalah uji SEM, uji tarik ASTM D-638, uji bending ASTM D-790, dan uji dampak ASTM D-6110. Hasil studi komposit rambut *epoxy* menunjukkan bahwa semakin rendah fraksi volume rambut akan meningkatkan kerapatannya. Hasil pengujian menghasilkan bahwa uji tarik dengan nilai terbesar diperoleh dari fraksi volume 60% epoksi: 20% rambut: 20% bedak bernilai 1,58 kg/mm<sup>2</sup>. Uji bending fraksi volume epoksi 60%: 20% rambut: 20% bedak sebesar 4,26 kg/mm<sup>3</sup>. Uji dampak tertinggi diperoleh dari fraksi volume rata-rata epoksi 60%: 40% rambut dengan nilai 4,07 kJ/m<sup>2</sup>. Hal ini terjadi karena dari hasil uji tarik, uji bending, dan uji dampak selain pendistribusian gaya yang merata oleh matriks juga didukung oleh serat yang mampu terikat dengan *talca*-nya. Jadi, unsur penambahan yaitu *talca powder* mempengaruhi sifat mekanik yaitu kekuatan dampak, tarik dan bending.

**Kata kunci** : serat rambut manusia, *epoxy*, *talca*, fraksi volume, sifat mekanis

### **Abstract**

*Composite is a combination of two or more different materials consisting of fibers and a matrix. This research used human hair fiber, talca, epoxy matrix and hardener. The purpose of this study was to determine the effect of variations in filler volume fraction on the mechanical properties of the epoxy-hair composite and the epoxy-hair-talca powder composite. The manufacture of composites using the hand layup method with a specification of 6 volume fraction variations and the tests used were the SEM test, the ASTM D-638 tensile test, the ASTM D-790 bending test, and the ASTM D-6110 impact test. The results of the study of epoxy hair composites showed that the lower the volume fraction of the hair, the higher its density. The test results showed that the tensile test with the largest value was obtained from the volume fraction of 60% epoxy: 20% hair: 20% powder with a value of 1.58 kg/mm<sup>2</sup>. Epoxy volume fraction bending test 60%: 20% hair: 20% powder at 4.26 kg/mm<sup>3</sup>. The highest impact test was obtained from the average volume fraction of 60%: 40% hair epoxy with a value of 4.07 kJ/m<sup>2</sup>. This happens because from the results of the tensile test, bending test, and impact test, in addition to the uniform distribution of forces by the matrix, it is also supported by fibers that are able to bond with the talca. So the added element, namely talca powder, affects the mechanical properties, namely the tensile and bending, impact strength.*

**Keywords**: human hair fiber; epoxy; talca; volume fraction; mechanical properties

## **1. Pendahuluan**

Dalam perkembangan teknologi yang sangat pesat, komposit mengalami kemajuan dikarenakan keistimewaan sifat yang renewable atau terbarukan dan juga rasio kekuatan terhadap berat yang tinggi, kekakuan dan ketahanan terhadap korosi sehingga mengurangi konsumsi bahan kimia maupun gangguan terhadap lingkungan hidup. Maka dari itu, para kompetitor industri bersaing untuk menciptakan suatu produk baru yang ramah lingkungan

dengan karakteristik material konvensional. Salah satunya yaitu penggunaan serat alam yang masih belum digunakan secara maksimal. Hal ini dapat menjadi terobosan baru yang mampu menciptakan keamanan lingkungan dari dampak industri yang masih menggunakan bahan berbahaya dan beracun[1]

Bahan komposit yang digunakan dalam penelitian ini yaitu rambut manusia menjadi bahan alternatif pilihan yang

ramah lingkungan dan mudah dicari orang tetapi masih belum banyak pengaplikasian disebabkan karena limbah rambut tersebut hanya sering digunakan oleh para hairstylist modern untuk sebagai hair extension atau karyaseni. Pemilihan rambut sebagai bahan alternatif dikarenakan rambut tersebut rambut manusia sulit dihancurkan meskipun tertimbun di dalam tanah dalam waktu yang lama[2]. Penelitian mengenai rambut saat ini masih belum banyak pengaplikasiannya dikarenakan untuk sebagai bahan komposit masih perlu diteliti lebih mendalam. Dalam penelitian ini, proses alkalisasi terhadap limbah rambut manusia dengan larutan NaOH selama 1 jam mampu meminimalisir penurunan kekuatan biokomposit sebesar 17%[3]. Penelitian kedua menyatakan bahwa perlakuan alkalisasi selama 60 menit mampu memberikan nilai harga optimum tegangan tarik dan regangan sebesar 28,78 MPa dan 0,18 % [4]. Penelitian ketiga menyatakan bahwa yaitu pengaruh perendaman NaOH pada serat rambut selama 60 menit memperoleh nilai sebesar 43,679 MPa[5].

Dalam penelitian ini juga sangat difokuskan untuk membandingkan kekuatan mekanis dari variasi fraksi volume komposit seperti pada contoh penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa pada variasi fraksi volume filler 40% memiliki kekuatan rata-rata mencapai 3,12 MPa kemudian mengalami kenaikan sebesar 3,72 MPa dan mengalami penurunan drastis pada fraksi volume filler 60%[6]. Penelitian ini juga terdapat instrumen berupa penggunaan bubuk *talc* sebagai material penguat (reinforcement) seperti pada penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa penggunaan talc sebagai bahan campuran dalam komposit bermatriks *polycarbonate (PC)* dan *polybutylene terephthalate (PBT)* mampu menaikkan kekuatan lentur sebesar 17% dibandingkan dengan hanya berupa penggunaan matriks *polycarbonate (PC)* dan *polybutylene terephthalate (PBT)*[7]. Selain itu penggunaan talc juga sangat memenuhi syarat dalam pengaplikasian pengisi bahan konstruksi daripada kalsium karbonat[8]

## 2. Metode Penelitian

Tempat penelitian ini berlangsung di tiga tempat yaitu di Sucofindo SBU Laboratorium untuk pengujian tarik dan bending, Balai Besar Bahan dan Barang Teknik untuk pengujian impak, dan Laboratorium Pusat Penelitian Fisika, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia di Tangerang Selatan untuk pengujian SEM.

## 2.1 Alat dan Bahan Pengujian

Serat Rambut, Epoxy, Bubuk Talc, Hardener, NaOH 5%, Air Aquades, Baskom, Timbangan Digital, Cetakan Akrilik, Penggaris, Gergaji, Gelas Ukur, Wax Molding, Kuas

## 2.2 Jenis-Jenis Pengujian

### 2.2.1 Pengujian Tarik

Kekuatan tarik adalah tegangan maksimum yang bisa ditahan oleh sebuah bahan ketika diregangkan atau ditarik, sebelum bahan tersebut patah. Kekuatan tarik adalah kebalikan dari kekuatan tekan, dan nilainya bisa berbeda. Uji tarik adalah pemberian gaya atau tegangan tarik kepada material dengan maksud untuk mengetahui atau mendeteksi kekuatan dari suatu material modulus elastisitas, tegangan dan regangan, *yield strength* serta *ultimate tensile strength* [9]. Untuk penelitian komposit ini menggunakan standar spesimen ASTM D638[10]

### 2.2.2 Pengujian Bending

Pengujian bending adalah pengujian yang bertujuan mengetahui tegangan pada material sesaat sebelum material tersebut luluh dalam uji lentur. Uji lentur melintang paling sering digunakan, di mana benda uji yang memiliki penampang melingkar atau persegi panjang dibengkokkan sampai patah atau leleh dengan menggunakan teknik uji lentur tiga titik. Pengujian bending terfokus kepada titik tengah sebagai titik beban yang akan diberikan kepada spesimen tersebut. Dalam penelitian ini, standar spesimen uji bending yang digunakan yaitu standar ASTM D790[11]

### 2.2.3 Pengujian Impak

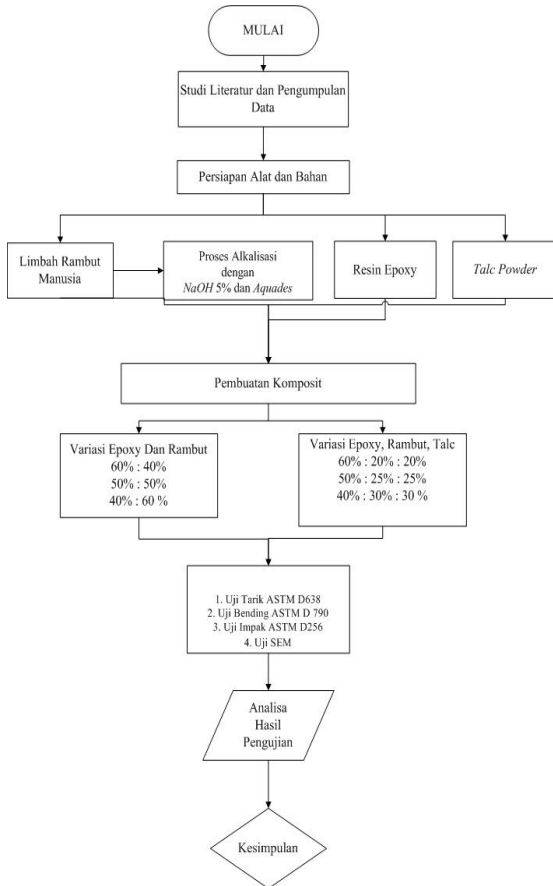
Pengujian impak adalah pengujian yang mengukur kemampuan suatu material untuk menyerap energi dan berubah bentuk secara plastis tanpa patah. Salah satu definisi ketangguhan material adalah jumlah energi per satuan volume yang dapat diserap material sebelum pecah. Ukuran ketangguhan ini berbeda dari yang digunakan untuk ketangguhan patah, yang menggambarkan kemampuan menahan beban bahan dengan cacat. Pengujian Impak terdiri atas 2 jenis yaitu pengujian charpy dan pengujian zoid[12]

### 2.2.4 Pengujian SEM

*Scanning Electron Microscope* atau sering disebut sebagai uji SEM adalah pengujian yang memakai alat mikroskop yang memiliki sinar back scattered electron berenergi tinggi. Sinar ini akan menembus kedalam permukaan komposit untuk mendeteksi kondisi struktur material yang telah mengalami deformasi. Hasil dari deteksi tersebut

berupa rupa fotografi yang menampilkan komposisi dari suatu material. SEM yang digunakan dalam penelitian ini memakai mesin SEM Hitachi SN50 yang memiliki kemampuan perbesaran dari 10 x hingga 500.000x.

### 2.3 Proses Pembuatan Komposit



**Gambar 1.** Diagram alir penelitian

Tahap awal dari penelitian yaitu mengumpulkan rambut yang diambil dari limbah barbershop kemudian dicuci menggunakan air sabun hingga bersih dan terbebas dari debu dan kotoran kemudian rambut tersebut dikeringkan dibawah sinar matahari. Setelah proses pengeringan, kemudian rambut dilakukan proses alkalisasi yaitu merendam rambut dengan larutan NaOH 5% hingga 1 jam. Setelah proses alkalisasi selesai, rambut dibilas dengan air sampai bersih dan tidak licin kemudian dikeringkan di bawah sinar matahari.

Tahap kedua yaitu proses pembuatan spesimen yaitu membuat ukuran komposisi fraksi volume serat menjadi enam jenis yaitu fraksi volume komposit epoxy-rambut berjumlah tiga variasi yang terdiri dari

60%:40%, 50%:50%, 40%:60% dan fraksi volume komposit epoxy-rambut-talc terdiri atas 3 variasi yaitu 60%:20%:20%, 50%:25%:25%, dan 40%:30%:30%. Setelah itu menuang campuran kedalam cetakan akrilik yang sudah dilapisi oleh wax sampai merata kemudian cetakan tersebut ditutup rapat dengan akrilik hingga mengeras selama 1 hari penuh. Setelah proses pencetakan dengan metode *handlayup* selesai, kemudian material dikeluarkan dari cetakan dan siap untuk diproses preparasi spesimen sesuai ukuran standar uji tarik ASTM D638, uji bending ASTM D790, uji impak ASTM D6110 dan uji SEM.

### 3. Hasil Pengujian

#### 3.1 Uji Tarik

Dari tabel hasil pengujian impak dapat disimpulkan bahwa nilai rata-rata dari uji impak terbesar diraih oleh fraksi volume komposit epoxy serat rambut dan talc 60%:20%:20% nilai rata rata tegangan 15,50 MPa dan modulus elastisitasnya mencapai 16 MPa dan fraksi volume komposit epoxy serat rambut dan talc 40%:30%:30% nilai rata rata tegangan 1,07 MPa dan modulus elastisitasnya 1 MPa. Dari variasi fraksi volume komposit epoxy serat rambut diperoleh nilai berurutan yaitu fraksi volume 60%:40% dengan perolehan nilai rata rata tegangan 9,80 MPa modulus elastisitas 10 MPa, diikuti oleh fraksi volume 50%:50% memperoleh nilai rata rata tegangan 3,43 MPa dan modulus elastisitasnya 3 MPa. Fraksi volume komposit epoxy serat rambut 40%:60% memperoleh nilai sebesar nilai rata rata tegangan 2,64 MPa dan modulus elastisitas 3MPa. Untuk fraksi volume komposit epoxy serat rambut dan talc 50%:25%:25% memperoleh nilai rata rata tegangan 1,66 MPa dan modulus elastisitas 2 MPa.



(a)

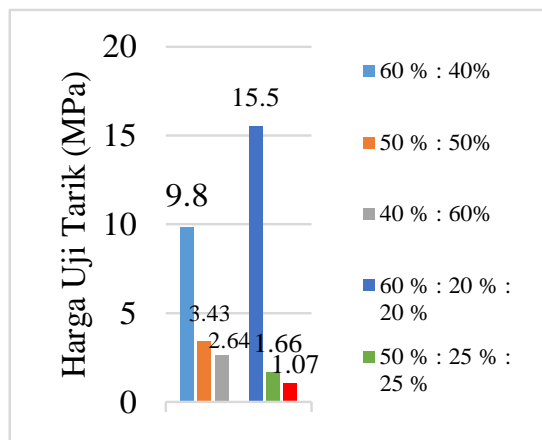
(b)

**Gambar 2.** Pengujian Tarik Komposit (a) komposit epoxy-rambut-talc (b) komposit epoxy-rambut

**Tabel 1.** Hasil Uji Tarik Komposit Epoxy-Rambut dan Komposit Epoxy-Rambut-Talc

Specification Code	Luas Area (mm <sup>2</sup> )	Load kgF	Kekuatan Tarik (kgF/mm <sup>2</sup> )	Rata- Rata Tegangan (MPa)	Modulus Elastisitas (MPa)
Epoxy 60 % + Rambut 40 %	732,43	93,28	1,24	9,80	10
Epoxy 50 % + Rambut 50 %	624,22	22,23	0,35	3,43	3
Epoxy 40 % + Rambut 60 %	768,33	21,10	0,27	2,64	2
Epoxy 60 % + Rambut 20 % + 20 % Talc	666,12	107,25	1,58	15,50	16
Epoxy 50 % + Rambut 25 % + Talc 25 %	722,57	12,62	0,17	1,66	2
Epoxy 40 % + Rambut 30 % + Talc 30 %	524,79	6,14	0,11	1,07	1

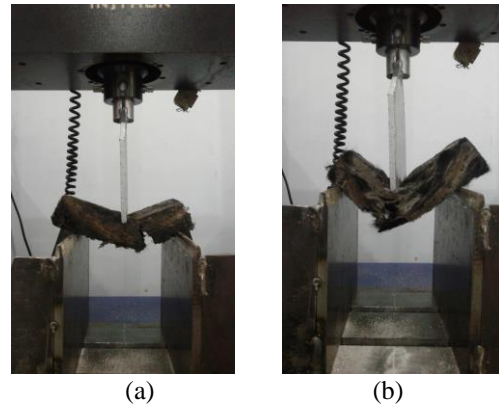
Berdasarkan pada grafik uji tarik dibawah ini dapat disimpulkan modulus elastisitas pada fraksi komposit epoxy serat rambut dan talc 60%:20%:20% mencapai nilai modulus elastisitas 16 N/mm<sup>2</sup> dan posisi tertinggi dari fraksi volume komposit epoxy serat rambut mencapai nilai modulus elastisitas 10 N/mm<sup>2</sup>. Hal ini disebabkan karena pada fraksi komposit epoxy serat rambut dan talc 60%:20%:20%, matriks sangat mendominasi di material tersebut dan mampu mengikat dengan rambut dan talc. Selain itu pada penggunaan talc di fraksi volume 60%:20%:20% juga sangat berperan untuk menambah kepadatan material. Pada fraksi volume 40%:30%:30%, komposit memperoleh nilai terkecil. Hal ini disebabkan karena pada fraksi tersebut, jumlah fraksi rambut dan talc yang hampir mendekati jumlah matriks menyebabkan material tersebut sangat lunak dan tidak memiliki kepadatan material.



**Gambar 3.** Grafik Uji Tarik Komposit Epoxy-Rambut dan Komposit Epoxy-Rambut-Talc

### 3.2 Uji Bending

Dalam penelitian ini untuk menentukan besarnya momen beban kejut yang dihasilkan, digunakanlah metode *three point bending*. Dari pengujian bending yang menggunakan Universal Testing Machine Instron SN138 didapatkan hasil tabel penelitian seperti dibawah ini. Berdasarkan tabel dibawah ini dapat disimpulkan bahwa nilai tertinggi dari hasil pengujian bending diraih oleh fraksi volume komposit epoxy rambut dan talc 60%:20%:20% dengan nilai 4,26 kg/mm<sup>3</sup> dan terendah fraksi volume komposit epoxy rambut dan talc 40%:30%:30% dengan nilai 0,08 kg/mm<sup>3</sup>. Untuk fraksi volume komposit epoxy rambut 60%:40% memperoleh nilai kg/mm<sup>3</sup>, 50%:50% memperoleh nilai 0,67 kg/mm<sup>3</sup> dan 40%:60% memperoleh nilai 0,45 kg/mm<sup>3</sup>. Untuk fraksi volume komposit epoxy rambut dan talc 50%:25%:25% memperoleh nilai 0,44 kg/mm<sup>3</sup>.



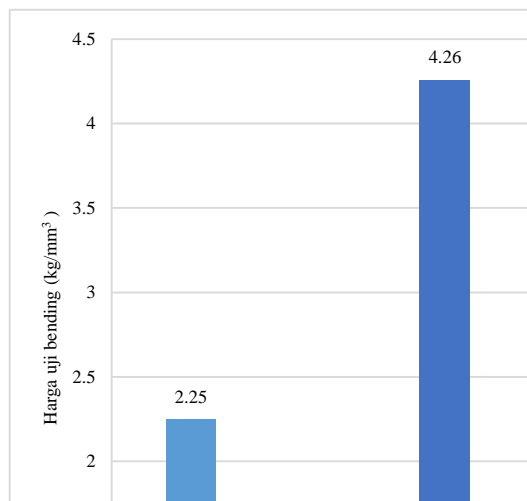
**Gambar 4.** Pengujian Bending Komposit (a) komposit epoxy-rambut-talc (b) komposit epoxy-rambut

**Tabel 1.** Hasil Uji Bending Komposit Epoxy-Rambut dan Komposit Epoxy-Rambut-Talc

Specification Code	Jarak span (mm)	Lebar (mm)	Tebal (mm)	Load (kgF)	Hasil (kg/cm <sup>2</sup> )
Epoxy 60 % + Rambut 40 %	100	64,85	46,16	140,85	2,25
Epoxy 50 % + Rambut 50 %	100	46,51	46,78	30,99	0,67
Epoxy 40 % + Rambut 60 %	100	48,78	53,53	28,57	0,45
Epoxy 60 % + Rambut 20 % + 20 % Talc	100	43,06	42,19	147,97	4,26
Epoxy 50 % + Rambut 25 % + 25 % Talc	100	51,03	51,37	27,14	0,44
Epoxy 40 % + 30 % Talc + Rambut 30 %	100	42,36	44,66	3,03	0,08



Pada grafik uji bending dibawah ini dapat terlihat bahwa dari kelompok fraksi volume komposit epoxy-rambut-talc, pada fraksi volume 60%:20%:20% yang bernilai 0,41 MPa menunjukkan kenaikan tegangan yang sangat signifikan dikarenakan jumlah fraksi volume serat dan talc yang lebih kecil daripada jumlah matriksnya Pada fraksi volume komposit epoxy-rambut-talc 50%:25%:25% dan komposit epoxy-rambut-talc 40%:30%:30% yang memperoleh nilai masing-masing yaitu 0,04 MPa dan 0,01 MPa sekaligus fraksi volume komposit epoxy-rambut-talc 40%:30%:30% merupakan fraksi volume yang memperoleh nilai terkecil untuk semua variasi fraksi volume menunjukkan tegangan yang sangat kecil. Sementara dari kelompok fraksi volume komposit epoxy rambut, pada fraksi volume komposit epoxy-rambut 60%:40% mengungguli nilai tegangan bending dengan nilai 0,22 MPa kemudian pada fraksi volume komposit epoxy-rambut 50%:50% memperoleh nilai 0,06 MPa dan 40%:60% dengan perolehan nilai 0,04 MPa. Hal ini terjadi dikarenakan semakin rendahnya jumlah volume serat rambut maka terjadi kenaikan nilai uji bending tersebut. Hal ini juga yang terjadi pada fraksi volume komposit epoxy-rambut-talc

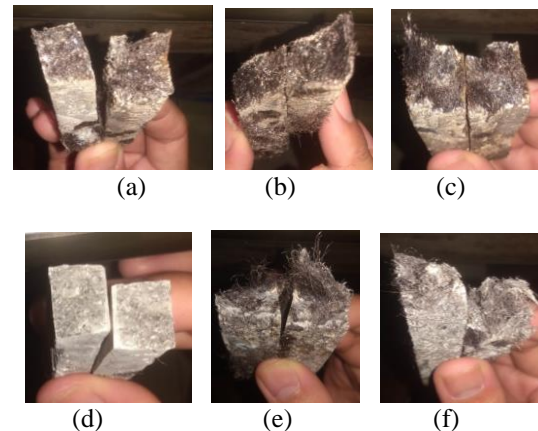


**Gambar 5.** Grafik Uji Bending Komposit Epoxy-Rambut dan Komposit Epoxy-Rambut-Talc

### 3.3 Uji Impak

Dari data hasil pengujian impak dapat disimpulkan bahwa nilai rata-rata dari uji impak terbesar diraih oleh fraksi volume komposit epoxy serat rambut 60%:40% dengan perolehan nilai 4,07 kJ/m<sup>2</sup> dan nilai rata-rata terkecil diraih oleh fraksi volume komposit epoxy serat rambut dan talc 50%:25%:25% dengan perolehan nilai 3,18 kJ/m<sup>2</sup>. Untuk fraksi volume komposit epoxy serat rambut

50%: 50% dan 40%:60% memperoleh nilai rata rata energi impak sebesar 3,43 kJ/m<sup>2</sup> dan 3,69 kJ/m<sup>2</sup>. Untuk fraksi volume komposit epoxy serat rambut dan talc 60%:20%:20% dan 40%:30%:30% memperoleh nilai rata rata energi impak sebesar 3,58 kJ/m<sup>2</sup> dan 3,49 kJ/m<sup>2</sup>. Energi yang terserap dari uji impak dapat dilihat dari tabel dibawah ini.

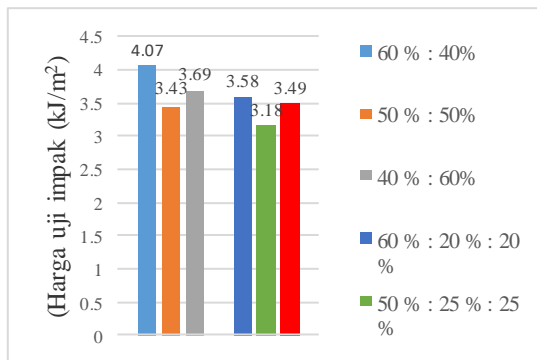


**Gambar 6.** Patahan spesimen uji impak. (a) komposit epoxy-rambut 60%:40%. (b) komposit epoxy-rambut 50%:50%. (c) komposit epoxy-rambut 40%:60%. (d) komposit epoxy-rambut-talc 60%:20%:20%. (e) komposit epoxy-rambut-talc 50%:25%:25%. (f) komposit epoxy-rambut-talc 40%:30%:30% .

**Tabel 3.** Hasil Uji Impak Komposit Epoxy-Rambut dan Komposit Epoxy-Rambut-Talc

Specimen Code	Ke	Nilai Kekuatan Impak (kJ/m <sup>2</sup> )	Energi rata rata yang terserap (kJ/m <sup>2</sup> )
Epoxy 60 % + Rambut 40 %	1	2,87	4,07
	2	5,10	
	3	4,23	
Epoxy 50 % + Rambut 50 %	1	3,26	3,43
	2	2,10	
	3	4,92	
Epoxy 40 % + Rambut 60 %	1	3,04	3,69
	2	4,50	
	3	3,52	
Epoxy 60 % + Rambut 20 % + 20 % Talc	1	2,81	3,58
	2	2,66	
	3	5,28	
Epoxy 50 % + Rambut 25 % + 25 % Talc	1	3,84	3,18
	2	2,68	
	3	3,02	
Epoxy 40 % + Rambut 30 % + 30 % Talc	1	3,86	3,49
	2	1,47	
	3	5,13	

Berdasarkan pada grafik di bawah ini dapat disimpulkan bahwa pada fraksi volume komposit epoxy serat rambut 60%:40% sebagai komposit yang mencapai perolehan nilai terbesar disebabkan karena fraksi matrik sangat mendominasi dalam komposisi komposit dan matrik epoxy juga memiliki kemampuan yang sangat baik dan pada fraksi volume komposit epoxy serat rambut talc 50%:25%:25% yang memperoleh nilai terkecil disebabkan karena material filler yaitu rambut dan talc tidak mampu menyerap energi impact yang sangat besar karena struktur komposit menjadi sangat lunak dan komposit tidak mengeras dengan sempurna.

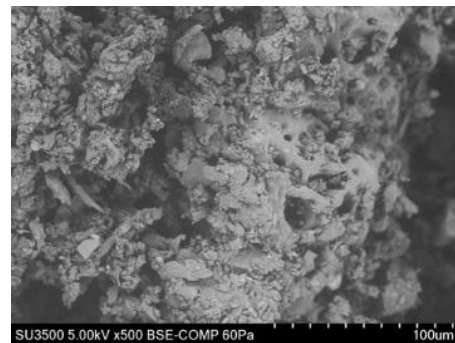


**Gambar 7.** Grafik Uji Impak Komposit Epoxy-Rambut dan Komposit Epoxy-Rambut-Talc

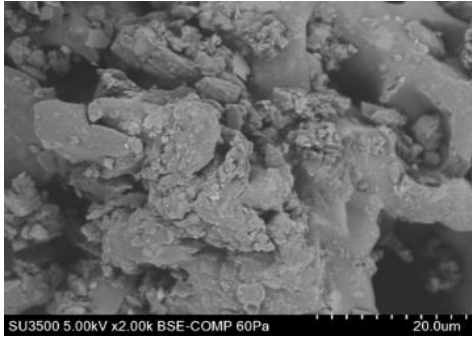
### 3.4 Uji SEM

Pengujian SEM merupakan pengujian yang bertujuan untuk mengamati struktur material yang sudah mengalami pengujian mekanik. Pengujian ini SEM juga mampu mendeteksi zat komposisi yang terkandung dalam material. Dalam pengujian SEM ini, spesimen yang digunakan berasal dari uji impact yang memiliki hasil nilai uji impact tertinggi dan terendah. Maka dari itu, penelitian ini menggunakan spesimen fraksi volume komposit epoxy-rambut 60%:40%, dan komposit epoxy-rambut-talc 50%:25%:25%. Pengujian SEM menggunakan perbesaran 500x dan 2000x.

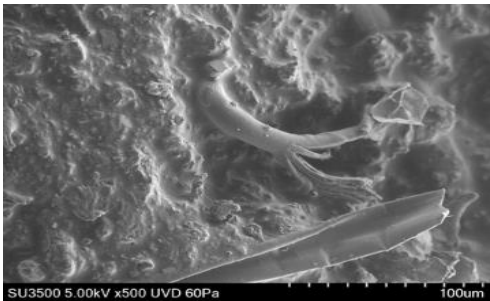
Pada gambar di bawah ini untuk fraksi volume 60%:40% pada perbesaran 500x, terlihat fenomena *debonding* yaitu terdapat lubang patahan serat rambut yang tercabut yang disebabkan oleh ikatan antara serat rambut dan epoxy yang tidak kuat, menyebabkan terbentuknya lubang pada matrik dan terlihat matriks tidak menyatu dengan sempurna pada permukaan serat. Selain itu, pada perbesaran 2000x juga terlihat fenomena *matriks rich* yaitu masih ada lubang yang disebabkan persebaran serat tidak merata dan tekanan kurang maksimal dari proses metode *hand layup*[13]. Untuk komposit fraksi volume 50%:25%:25%, terlihat kondisi material yang dengan perbesaran 500x yaitu fenomena *matrix bridging*. *Matrix bridging* pada komposit 50%:25%:25% yaitu fenomena patahan material tapi kondisi serat yang masih melekat sempurna tanpa terjadi kerusakan tercabut dari komposit dan perbesaran 2000x terlihat fenomena *crack deflection* yaitu hasil patahan komposit mengikuti alur diagonal serat yang tercetak[14].



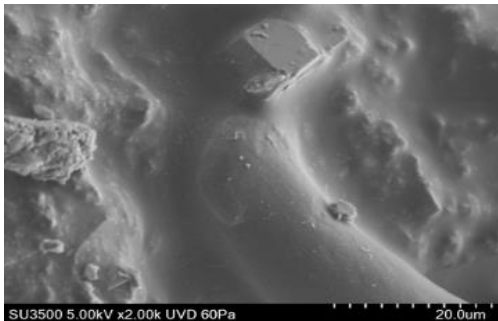
**Gambar 8.** Hasil Uji SEM perbesaran 500x komposit epoxy 60% : rambut 40%



**Gambar 9.** Hasil Uji SEM perbesaran 2000x komposit epoxy 60% : rambut 40%



**Gambar 10.** Hasil uji SEM perbesaran 500x komposit epoxy 50 % : rambut 25 % : talc 25 %



**Gambar 11.** Hasil uji SEM perbesaran 2000x komposit epoxy 50 % : rambut 25 % : 25 % talc

#### 4. Kesimpulan

Dapat disimpulkan bahwa perbandingan fraksi volume terhadap komposit mempengaruhi sifat mekanik dari material komposit. Peningkatan nilai komposit tarik dan bending pada fraksi volume komposit epoxy-rambut-talc 60 % : 20 % : 20 % disebabkan karena talc sebagai pengeras mampu meningkatkan kekuatan struktur komposit dan jumlah persentase talc dan rambut yang jika dijumlahkan tidak melebihi dari persentase matriks epoxy. Penggunaan talc sebagai bahan campuran dalam komposit mampu

meningkatkan nilai kekuatan tarik dan bending tetapi tidak maksimal untuk nilai impak dikarenakan metode handlayup yang kurang maksimal penekanan dan pematannya saat proses pembuatan komposit. Untuk hasil pengujian SEM yang diambil dari material uji impak dapat terlihat fenomena *debonding* yaitu lubang yang tercipta dari serat yang tercabut karena ikatan serat rambut dan epoxy yang tidak kuat dan *matriks rich* yaitu fenomena patahan material, tapi kondisi serat yang masih melekat sempurna[14]

#### Referensi

- [1] K. Diharjo, "Pengaruh Perlakuan Alkali terhadap Sifat Tarik Bahan Komposit Serat Rami-Polyester," *Jur. Tek. Mesin*, vol. Vol 8 No 1, pp. 8–13.
- [2] Soekrisno, "Manfaat Rambut Sebagai Penguat Bahan Komposit," *Forum Tek.*, vol. Vol 19, no. no 2, pp. 230–236, 1995.
- [3] G. Refiadi, Y. S. Syamsiar, and H. Judawisastra, "Sifat Komposit Epoksi Berpenguat Serat Bambu Pada Akibat Penyerapan Air," *J. Sains Mater. Indones.*, vol. 19, no. 3, pp. 98–104.
- [4] M. Amin and S. Raharjo, "Pengaruh Perlakuan Alkali Terhadap Kekuatan Tarik Bahan Komposit Serat Rambut Manusia," *Semin. Hasil-Hasil Penelit. – LPPM UNIMUS 2012*, pp. 400–408, 2012.
- [5] Suryanto, Y. Estriyanto, and H. Budi, "Pengaruh Perlakuan Alkali Terhadap Kekuatan Bending Komposit Serat Rambut Manusia Dengan Matrik Polyester," *J. Crohn's Colitis*, vol. 12, no. 10, pp. 1–5, 2018.
- [6] M. Bahtiar, H. Sutjahjono, and D. Dwilaksana, "Analisa Variasi Fraksi Volume Filler Terhadap Sifat Mekanik Komposit Laminat Matriks Polyester Berpenguat Serat Sisal ( Analysis Filler Variations Fraction Volume of Laminate Composite Mechanical Properties Matrix Polyester Strengthen Sisal Fiber )," *Univ. Jember*, pp. 1–4, 2014.
- [7] Z. Yulius Rief Alkhaly, Cok Nando Panondang, "Kuat Tekan Beton Polimer Berbahan Abu Vulkanik Gunung Sinabung Dan Resin Epoksi," *Teras J.*, vol. 5, no. 2, pp. 125–132, 2015.
- [8] K. Ohenoja, M. Illikainen, J. N.-P. technology,

and undefined 2013, “Effect of operational parameters and stress energies on the particle size distribution of TiO<sub>2</sub> pigment in stirred media milling,” *Elsevier*.

- [9] W. Callister, *Materials Science and Engineering An Introduction*, 7th Editio. New York: John Wiley & Sons Inc, 2007.
- [10] ASTM International D638, “Standard Test Method for Tensile Properties of Plastics 1,” *Annu. B. ASTM Stand.*, no. January 2004, pp. 1–15, 2006.
- [11] ASTM International D790, “Annual Book of ASTM D790 Standards Standard Test Methods for Flexural Properties of Unreinforced and Reinforced Plastics and Electrical Insulating Materials,” *Annu. B. ASTM Stand.*, no. January, pp. 1–12, 2002.
- [12] ASTM International D6110, “ASTM D6110 Standard Test Method for Determining the Charpy Impact Resistance of Notched Specimens of Plastics,” *Annu. B. ASTM Stand.*, p. 15, 2010.
- [13] I. M. Astika and I. G. Komang Dwijana, “Karakteristik Sifat Tarik Dan Mode Patahan Komposit Polyester Berpenguat Serat Tapis Kelapa,” *Din. Tek. Mesin*, vol. 4, no. 2, pp. 78–83, 2014.
- [14] I. Astika, I. Lokantara, and I. Gatot Karohika, “Sifat Mekanis Komposit Polyester dengan Penguat Serat Sabut Kelapa,” *J. Energi Dan Manufaktur*, vol. 6, no. 2, 2013.