

**PENGARUH VARIASI BERAT *FILLER BLACK* KARBON AKTIF KULIT
BAMBU TERHADAP STRUKTUR DAN KEKUATAN TARIK
KOMPOSIT POLYESTER**

NASKAH PUBLIKASI



Disusun :

WAHYU TRI MULYANTO

D 200 110 034

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2016**

HALAMAN PERSETUJUAN

**PENGARUH VARIASI BERAT *FILLER BLACK* KARBON AKTIF KULIT
BAMBU TERHADAP STRUKTUR DAN KEKUATAN TARIK
KOMPOSIT POLYESTER**

PUBLIKASI ILMIAH

Oleh :

WAHYU TRI MULYANTO

D 200 110 034

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh :

Dosen Pembimbing



Ir. Ngafwan, MT

NIK. 611

HALAMAN PENGESAHAN

**PENGARUH VARIASI BERAT *FILLER BLACK* KARBON AKTIF
KULIT BAMBU TERHADAP STRUKTUR DAN KEKUATAN TARIK
KOMPOSIT POLYESTER**

OLEH

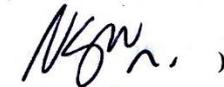
WAHYU TRI MULYANTO

D 200 110 034

Telah dipertahankan didepan Dewan Penguji
Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin
Universitas Muhammadiyah Surakarta
Pada hari Selasa, 27 Desember 2016
Dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dewan Penguji :

1. Ir. Ngafwan, MT
(Ketua Dewan Penguji)
2. Agus Yulianto, ST, MT
(Anggota I Dewan Penguji)
3. Ir. Bibit Sugito, MT
(Anggota II Dewan Penguji)

()
()
()

Dekan,


Ir. H. Sri Suparjono, MT, Ph.D.
NIK. 682

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam naskah publikasi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidak benaran dalam pernyataan saya diatas, maka akan saya pertanggung jawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 27 Desember 2016

Penulis,



WAHYU TRI MULYANTO

D 200 110 034

PENGARUH VARIASI BERAT *FILLER* BLACK KARBON AKTIF KULIT BAMBUN TERHADAP STRUKTUR DAN KEKUATAN TARIK KOMPOSIT POLYESTER

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mendiskripsikan pengaruh mikro karbon aktif kulit bambu sebagai filler terhadap sifat mekanik dan fisis komposit polyester. Pembuatan komposit menggunakan variasi fraksi berat filler mikro karbon aktif 0,05 gram, 0,1 gram, 0,15 gram, 0,46 gram, dan 0,92 gram dengan resin polyester Yukalac 157 BQTN – EX. Pencampuran partikel karbon dengan resin menggunakan pengadukan dengan kecepatan putaran maksimum 2200 rpm selama 15 menit. Pembuatan spesimen uji tarik menggunakan standar uji tarik ASTM D 638-01. Sebelum dilakukan uji tarik, spesimen difoto makro untuk mengetahui susunan partikel karbon dalam komposit. Hasil foto makro didapatkan nilai rata-rata jarak dan diameter partikel karbon. Didapat jarak partikel pada spesimen KA 0,05 gram sebesar 17,50 μm , KA 0,1 gram sebesar 16,05 μm , KA 0,15 gram sebesar 15,68 μm , KA 0,46 gram sebesar 15,44 μm , dan KA 0,92 gram sebesar 14,82 μm . Hasil uji tarik didapatkan kekuatan tarik (yield) tertinggi pada spesimen 0,05 gram sebesar 30,65 N/mm². Sedangkan nilai regangan maksimum tertinggi pada spesimen KA 0,05 gram sebesar 1,57%. Pada saat proses pertambahan panjang terjadi pengecilan penampang pada area gauge, kemudian menyebabkan Kekuatan Tarik dan Regangan Tarik meningkat seiring berkurangnya jumlah filler karbon dalam komposit. Kemudian foto SEM (Scanning Electrone Microscope) dilakukan setelah uji tarik spesimen, ini dikarenakan objek SEM adalah bagian patahan pada spesimen uji tarik untuk mengetahui struktur material pada patahannya, analisis SEM menggunakan perbesaran 1500x. Berdasarkan hasil foto SEM, bisa diamati nilai dari fraksi volume karbon. Didapatkan nilai rata-rata fraksi volume karbon aktif untuk fraksi berat 0,05 gram sebesar 14,74 %, fraksi berat 0,1 gram sebesar 16,85 %, fraksi berat 0,15 gram sebesar 17,94 %, fraksi berat 0,46 gram sebesar 20,5 %, dan fraksi berat 0,92 gram sebesar 27,01 %. , semakin besar fraksi berat maka bertambah pula nilai fraksi volumenya. Morfologi komposit dengan filler karbon aktif menunjukkan partikel karbon saling mengikat satu sama lain sehingga mengarah ke pembentukan serat. Hasil tersebut paling jelas terlihat pada fraksi berat 0,92 gram.

Kata Kunci : Karbon kulit bambu, Karbon Aktif, Black Karbon

ABSTRACT

This study aimed at describing the influence of micro and nano bamboo shell activated carbon as a filler on the mechanical and physical properties of polyester composites. Manufacture of composites using a variation filler weight fraction of micro and nano activated carbon of 0.05 grams, 0.1 grams, 0.15 grams, 0.46 grams and 0.92 grams of the polyester resin Yukalac 157 BQTN - EX. Mixing carbon particles with resin using a stirring with a maximum rotation speed of 2200 rpm for 15 minutes. Making test specimen using a standard tensile pull test ASTM D 638-01. Prior to tensile testing, the specimen was photographed a macro to determine the composition of the carbon particles in the composite. The results of the macro image obtained value - average distance and diameter of the carbon particles in the specimen KA 0.05 grams of 17.50 μm , KA 0.1 gram of 16.05 μm , KA 0.15 grams of 15.68 μm , KA 0, 46 grams of 15.44 μm , and KA 0.92 grams of 14.82 μm . Tensile test results obtained tensile strength (yield) on a specimen of 0.05 grams of 30.65 N / mm². While the value of the highest maximum strain on specimens KA 0.05 gram by 1.57%, At the time of the length occurs diminution in the cross-section area of the gauge, then led Tensile Strength and Strain Drag increases as the reduced amount of carbon filler in composites. SEM (Scanning Microscope Electrone) made after the tensile test specimens, SEM is because the object is part of the fault on tensile test specimens to determine the structure of the material on the fracture, SEM analysis using 1500x magnification. Based on the SEM images, it can be observed the value of the volume fraction of carbon. The average value obtained volume fraction of activated carbon to the weight fraction of 0.05 grams of 14.74%, the weight fraction of 0.1 grams of 16.85%, 0.15 gram weight fractions of 17.94%, the weight fraction 0, 46 grams of 20.5%, and the weight fraction of 0.92 grams of 27.01%.

Keywords: Filler, bamboo skin Carbon, Activated Carbon, Carbon Black

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seiring berkembangnya zaman dan teknologi kebutuhan akan penelitian dan pengembangan dalam segala bidang semakin meningkat pesat, terutama dalam bidang material. Hal yang mendasarkan kemajuan teknologi ini adalah semakin dibutuhkannya material baru guna menunjang bidang industri yang lain. Pengembangan material terfokus dalam komposit, karena dengan terbatasnya sumber daya, material komposit diharapkan dapat meningkatkan sifat material dan juga rasio kekuatan terhadap berat yang tinggi kekakuan, ketahanan terhadap korosi dan lain-lain sehingga mengurangi konsumsi terhadap bahan kimia. Kemampuan sifat mekanik suatu bahan untuk menerima beban / gaya / energi tanpa menimbulkan kerusakan pada bahan tersebut. Seringkali bila suatu bahan komposit mempunyai sifat mekanik yang kurang baik, maka diambil langkah untuk mengatasi kekurangan tersebut dengan penambahan elemen penguat. Salah satunya adalah mikro karbon aktif kulit bambu yang diperkuat dengan resin polyester.

1.2 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk :

1. Mengetahui struktur material dan fraksi volume *filler* (V_f) dengan pendekatan bentuk segitiga.
2. Mengetahui pengaruh variasi fraksi berat (W_f) karbon aktif terhadap kekuatan tarik komposit.
3. Mengetahui struktur dan morfologi patahan komposit dari hasil foto SEM

1.3 Batasan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan perumusan masalah diatas, penelitian ini berkonsentrasi pada:

1. Jenis arang yang digunakan yaitu arang kulit bambu.
2. Pembuatan arang karbon kulit bambu dengan cara pirolisis.
3. Pengaktifan karbon dengan menggunakan metode perendaman larutan NaOH dan penguapan.
4. Variasi fraksi berat mikro karbon aktif 0,92 gram, 0,46 gram, 0,15 gram, 0,1 gram, dan 0,05 gram.
5. Pencampuran karbon aktif dan resin polyester dengan kecepatan putaran 2.200 rpm selama 15 menit.
6. Resin *termoset* jenis polyester YUKALAC 157 BQTN – EX.
7. Pengujian komposit dengan foto makro, uji tarik, dan foto SEM

1.4 Tinjauan Pustaka

R. M. Jones (1975) menjelaskan bahwa definisi dari komposit dalam lingkup ilmu material merupakan gabungan antara dua buah material atau lebih yang digabungkan pada skala makroskopik untuk membentuk material baru yang lebih bermanfaat. Komposit terdiri dari dua unsur yaitu serat (*fibre*) sebagai *reinforcement* atau penguat dan bahan pengikat serat yang disebut dengan matriks. Unsur utama dari bahan komposit adalah serat. Serat inilah yang menentukan karakteristik suatu bahan seperti kekuatan, keuletan, kekakuan dan sifat mekanik yang lain.

Ronald F.Gibson (1994) Salah satu unsur penting dalam susunan struktur mikro pada komposit adalah karakteristik fraksi volume dan fraksi berat dari berbagai bahan

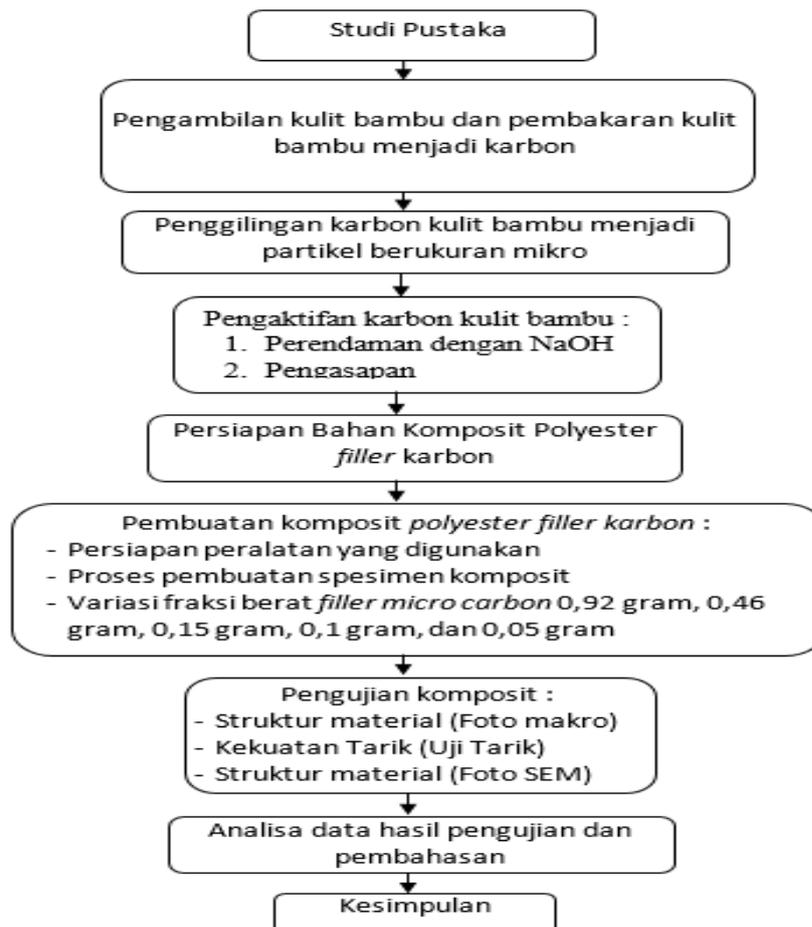
penyusunnya. Untuk mengetahui fraksi volume dari material penyusun pada sebuah komposit, yaitu dengan mengolah hasil dari foto makro dan didekati dengan menggunakan bentuk geometris seperti susunan segitiga. Pada penelitian ini susunan partikel karbon didekati dengan menggunakan bentuk segitiga. Fraksi volume partikel untuk susunan segitiga dapat dihitung dengan membagi luas area lingkaran yang tertutup pada segitiga dengan luas segitiga tersebut.

Girun Alfathoni (2002) menjelaskan bahwa karbon aktif (*activated carbon*) berdasarkan pada pola strukturnya adalah suatu bahan yang berupa karbon amorf yang sebagian besar terdiri dari karbon bebas serta memiliki permukaan dalam, sehingga memiliki daya serap yang lebih tinggi. Pada proses industri, karbon aktif digunakan sebagai bahan pembantu dan dalam kehidupan modern ini karbon aktif semakin meningkat kebutuhannya baik didalam maupun diluar negeri.

Prasetyo (2011) mengemukakan Scanning Electron Microscope (SEM) adalah sebuah mikroskop elektron yang didesain untuk mengamati permukaan objek solid secara langsung. SEM memiliki perbesaran 10 – 3.000.000 kali, depth of field 4 – 0.4 mm dan resolusi sebesar 1 – 10 nm. Kombinasi dari perbesaran yang tinggi, depth of field yang besar, resolusi yang baik, kemampuan untuk mengetahui komposisi dan informasi kristalografi membuat SEM banyak digunakan untuk keperluan penelitian dan industri.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Diagram Alir



Gambar 1. Diagram Alir

2.2 Pengambilan Dan Pembakaran Kulit Bambu

Kulit bambu diperoleh dari pohon bambu yang kulitnya masih berwarna hijau, Kulit bambu yang digunakan adalah kulit bambu Apus yang tidak muda dan tidak terlalu tua. Kulit bambu diambil dengan cara disayat dan dibersihkan dari serat-seratnya menggunakan pisau. Pada proses pembakaran kulit bambu penulis menggunakan media kendi dan tungku sebagai tempat pembakarannya dengan bahan bakar arang kayu yang nantinya bara api pada arang akan dijaga suhunya agar tetap konstan dengan menggunakan kipas angin. Pada Pembakaran kulit bambu terjadi proses pirolisis yaitu pembakaran tidak sempurna terhadap kulit bambu. Pada saat pirolisis, energi panas mendorong terjadinya oksidasi sehingga sebagian besar molekul karbon yang kompleks terurai menjadi karbon atau arang.



Gambar 2. Pembakaran kulit bambu

2.3 Penggilingan Arang kulit bambu Menjadi Partikel Berukuran Mikro

Pada proses penghalusan untuk membuat karbon kulit bambu ditumbuk hingga hancur menjadi butiran – butiran berukuran mesh 60 kemudian untuk mendapat ukuran yang lebih kecil lagi dengan menggunakan *ball milling* sebagai alat untuk menggiling karbon hingga diatas ukuran mesh 200 atau sekitar 70 μm sampai 74 μm . Dimana alat ini berbentuk tabung yang diputar dengan menggunakan dinamo listrik dan didalamnya tabung terdapat gotri dengan jumlah banyak yang berfungsi untuk menumbuk atau menghaluskan karbon yang ada didalamnya.



Gambar 3. Ball Milling (Sumber : https://en.wikipedia.org/wiki/Ball_mill)

2.4 Pengaktifan karbon kulit bambu

1. Perendaman Karbon kulit bambu

Pada metode ini mikro karbon direndam dengan menggunakan larutan NaOH selama 12 jam yang direndam di dalam gelas keramik. Setelah 12 jam karbon dengan larutan NaOH

dipisahkan dengan cara mengambil larutan NaOH dengan menggunakan suntikan hingga larutan NaOH benar – benar habis. Kemudian karbon hasil rendaman dijemur dibawah sinar matahari sekitar 4 jam.

2. Pengasapan Karbon kulit bambu

Pada metode ini mikro karbon kulit bambu diasapi dengan menggunakan panci yang sudah dimodifikasi dengan diberi kran untuk mengatur banyak sedikitnya uap yang keluar dari panci dan diberi peralon pada tutup panci yang sudah di lem agar uap tidak keluar selain dari kran. Lubang peralon nantinya digunakan untuk menaruh mikro karbon untuk diuapi. Waktu yang dibutuhkan untuk proses penguapan selama 2 jam. Pada saat sekali proses penguapan karbon yang dibutuhkan yaitu 2 sendok makan.

2.5 Persiapan Bahan



Gambar 4. Bahan Penelitian

2.6 Pembuatan Komposit

1. Persiapan Alat

Timbangan : dibutuhkan alat ukur timbangan digital untuk menentukan berat resin, serbuk karbon dan katalis sesuai dengan komposisi berat yang diinginkan. Timbangan digital ini memiliki ketelitian 0,01 gram.

Cetakan : Cetakan spesimen pengujian tarik menggunakan alas dari kaca, dinding cetakan dari kertas karton dengan tebal 1 mm dan 2 mm.

Stopwatch : Untuk mengukur waktu yang diperlukan saat proses pengadukan.

Alat Pengaduk Campuran : Untuk menghasilkan campuran yang baik menggunakan bor listrik dengan kecepatan max 2200 rpm sebagai mixer, mata bor yang ujungnya dibuat khusus, paralon sebagai wadah.

Dudukan Pengaduk : sebagai penyangga bor untuk memudahkan dalam proses mixing.

SEM : *Scanning Electron Microscope* menggunakan alat FEI INSPECT S50 dengan tegangan 10.000 kV dan perbesaran 1.500x

2. Proses Pembuatan Spesimen Komposit

Langkah – langkah dalam pembuatan spesimen komposit :

- 1) Pembuatan spesimen komposit sesuai standar pengujian tarik ASTM D 638 – 01.

Specimen Dimensions for Thickness, T, mm (in.) ⁴						
Dimensions (see drawings)	7 (0.28) or under		Over 7 to 14 (0.28 to 0.55), incl	4 (0.16) or under		Tolerances
	Type I	Type II	Type III	Type IV ^B	Type V ^{C,D}	
W—Width of narrow section ^{E,F}	13 (0.50)	6 (0.25)	19 (0.75)	6 (0.25)	3.18 (0.125)	±0.5 (±0.02) ^{B,C}
L—Length of narrow section	57 (2.25)	57 (2.25)	57 (2.25)	33 (1.30)	9.53 (0.375)	±0.5 (±0.02) ^C
WO—Width overall, min ^G	19 (0.75)	19 (0.75)	29 (1.13)	19 (0.75)	...	+ 6.4 (+ 0.25)
WO—Width overall, min ^G	...	...	...	...	9.53 (0.375)	+ 3.18 (+ 0.125)
LO—Length overall, min ^H	165 (6.5)	183 (7.2)	246 (9.7)	115 (4.5)	63.5 (2.5)	no max (no max)
G—Gage length ^I	50 (2.00)	50 (2.00)	50 (2.00)	...	7.62 (0.300)	±0.25 (±0.010) ^C
G—Gage length ^I	...	...	...	25 (1.00)	...	±0.13 (±0.005)
D—Distance between grips	115 (4.5)	135 (5.3)	115 (4.5)	65 (2.5) ^J	25.4 (1.0)	±5 (±0.2)
R—Radius of fillet	76 (3.00)	76 (3.00)	76 (3.00)	14 (0.56)	12.7 (0.5)	±1 (±0.04) ^C
RO—Outer radius (Type IV)	...	...	...	25 (1.00)	...	±1 (±0.04)

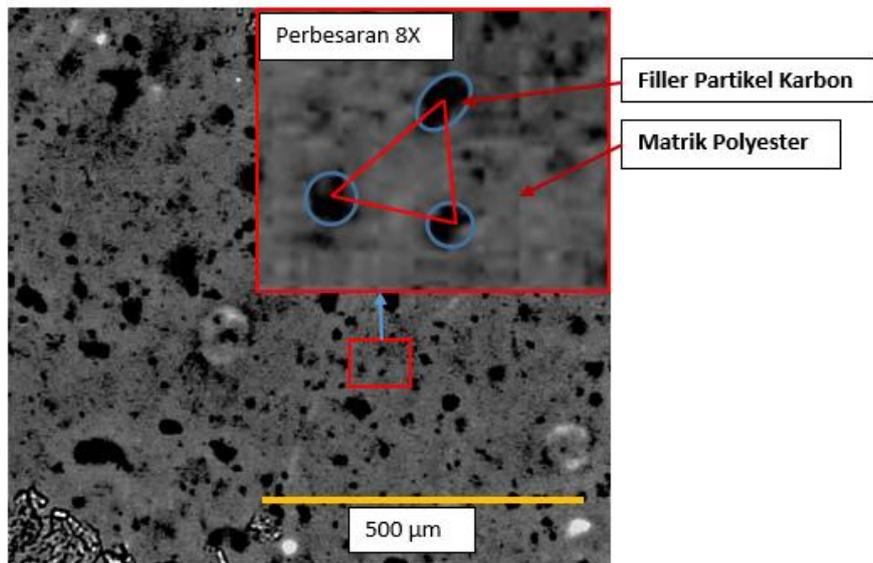
Gambar 5. Standar uji tarik ASTM D 638 – 01

- 2) Persiapan serbuk karbon, resin *polyester* dan hardener MEKPO. Kemudian ditimbang sesuai perbandingan fraksi berat *filler* (serbuk karbon) dengan resin *polyester* yang telah ditentukan. Dengan variasi fraksi berat :
 - a. Fraksi berat 1 yaitu 0,92 gram *filler* dengan 14,34 gram resin, dan 0,14 gram katalis
 - b. Fraksi berat 2 yaitu 0,46 gram *filler* dengan 14,80 gram resin, dan 0,14 gram katalis
 - c. Fraksi berat 3 yaitu 0,15 gram *filler* dengan 15,10 gram resin, dan 0,15 gram katalis
 - d. Fraksi berat 4 yaitu 0,1 gram *filler* dengan 15,15 gram resin, dan 0,15 gram katalis
 - e. Fraksi berat 5 yaitu 0,05 gram *filler* dengan 15,20 gram resin, dan 0,15 gram katalis
- 3) Pencampuran resin dengan *filler* serbuk karbon menggunakan metode putaran mesin bor tangan. Bor sebagai *mixer* disini memiliki kecepatan putaran maksimal 2200 rpm. Pengadukan dilakukan selama 15 menit lalu dilanjutkan pencampuran katalis diaduk selama 30 detik.
- 4) Proses penuangan campuran kedalam cetakan dilakukan secara merata hingga memenuhi seluruh sisi dan sudut ruang cetakan. Lalu ditutup dengan kaca dan dijepit dengan penjepit.
- 5) Pengeringan spesimen dalam cetakan dilakukan selama 5 jam.
- 6) Pengambilan spesimen dari cetakan dilakukan dengan melepas kaca tutup dan alas cetakan, kemudian melepas kertas cetakan yang mengelilingi spesimen dengan *cutter*. Melepas dilakukan dengan hati-hati agar spesimen tidak rusak.
- 7) Sisi spesimen dirapikan dengan *cutter* sampai dimensi spesimen mendekati ukuran yang ditentukan.
- 8) Sisi spesimen dihaluskan menggunakan amplas lalu digosok dengan autosol sampai benar-benar halus.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengujian Struktur Material (Foto Makro)

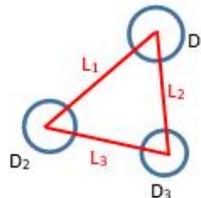
Spesimen sebelum diuji tarik terlebih dahulu dilakukan foto makro pada bagian sisi tebal spesimen. Morfologi susunan partikel (*filler*) penyusun komposit didekati dengan metode susunan dengan bentuk segitiga.



Keterangan :

L_1, L_2, L_3 : Jarak Partikel Karbon

D_1, D_2, D_3 : Diameter Partikel Karbon



Gambar 6. Struktur material partikel karbon aktif pada komposit

Dari struktur material komposit diatas setelah didekati dengan model segitiga maka dapat dihitung diameter dan jarak partikel karbon pada foto Makro menggunakan Ms.Word dalam satuan cm. Hasil pengukuran diatas dapat dibuat hubungan antara panjang ukur gambar pada Ms.Word ke panjang ukur gambar foto makro komposit (Foto makro dino lite) dengan mengkonversi satuan cm (hasil pengukuran Ms.Word) ke satuan μm . Formulasi hubungan panjang ukur dapat dirumuskan sebagai berikut :

a) Rumus menghitung jarak partikel $\Rightarrow \frac{5,06 \times Z}{L_0} = \frac{L_{word}}{L_{mikro}}$

b) Rumus menghitung diameter $\Rightarrow \frac{5,06 \times Z}{L_0} = \frac{d_{word}}{D_{mikro}}$

- Perhitungan Jarak (L)

$$\frac{5,06 \times Z}{L_0} = \frac{L_{word}}{L_{mikro}}$$

$$\frac{5,06 \times 8}{500} = \frac{3,03}{L_{mikro}}$$

$$L_{mikro} = \frac{500 \times 3,03}{5,06 \times 8}$$

$$L_{mikro} = 37,43 \mu\text{m}$$

- Perhitungan Diameter (D)

$$\frac{5,06 \times Z}{L_0} = \frac{d_{word}}{D_{mikro}}$$

$$\frac{5,06 \times 8}{500} = \frac{0,79}{D_{mikro}}$$

$$D_{mikro} = \frac{500 \times 0,79}{5,06 \times 8}$$

$$D_{mikro} = 9,76 \mu\text{m}$$

Keterangan :

5,06 (skala ukuran Ms.Word) = panjang 500 μm dari hasil foto dinolite dikonversi ke Ms Word (cm)

Z = perbesaran hasil foto makro

L_0 = panjang skala sebenarnya foto dino lite (500 μm)

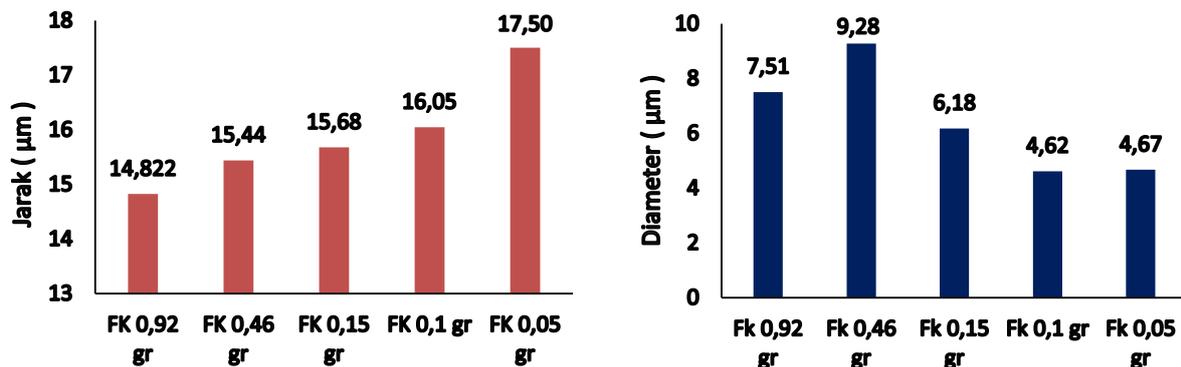
L_{word} = jarak partikel dalam Ms Word (cm)

L_{mikro} = jarak partikel sebenarnya (μm)

d_{word} = diameter partikel dalam Ms Word (cm)

D_{mikro} = diameter partikel sebenarnya (μm)

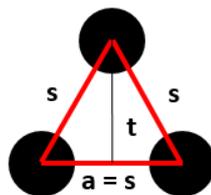
Dari hasil perhitungan konversi cm ke μm diatas didapat data yang kemudian dilakukan pengolahan data dengan menggunakan standar deviasi dibawah 20% dengan hasil sebagai berikut:



Gambar 7. Jarak dan diameter partikel karbon aktif (KA)

Pada grafik diatas diperoleh jarak partikel karbon aktif rata – rata terjauh pada spesimen KA dengan variasi 0,05 gram sebesar 17,50 μm dan jarak partikel Karbon terdekat pada spesimen KA 0,92 gram sebesar 14,82 μm . Didapat ukuran rata-rata diameter partikel karbon aktif terbesar pada spesimen KA 0,46 gram sebesar 9,28 μm dan diameter rata-rata terkecil pada spesimen KA 0,1 gram sebesar 4,62 μm .

- **Perhitungan fraksi volume komposit**



Gambar 8. Metode susunan partikel dengan bentuk segitiga

Dengan model pendekatan bentuk segitiga seperti gambar diatas maka dapat dihitung fraksi volume filler dengan rumus sebagai berikut :

Luas Segitiga (Volume Komposit)

$$L_{\Delta} = \frac{1}{2} a \times t$$

$$t = \sqrt{17,46^2 - 8,73^2}$$

$$t = 15,12 \mu\text{m}^2$$

$$L_{\Delta} = \frac{1}{2} a \times t$$

$$= \frac{1}{2} \times 17,46 \times 15,12$$

$$= 131,96 \mu\text{m}^2$$

Luas Lingkaran

$$L_{O} = \frac{\pi}{4} \times D^2$$

$$= \frac{3,14}{4} \times 6,34^2$$

$$= 31,56 \mu\text{m}^2$$

Luas Juring (Volume Filler)

$$\begin{aligned} L_j &= \frac{L_0}{2} \\ &= \frac{31,56}{2} \\ &= 15,78 \mu\text{m}^2 \end{aligned}$$

Keterangan :

V_c = Volume komposit (μm^3)

V_f = Volume filler (μm^3)

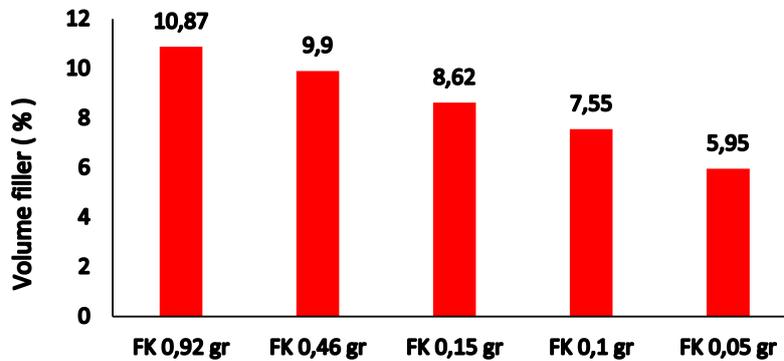
v_c = fraksi volume komposit (%)

v_f = fraksi volume filler (%)

v_m = fraksi volume matrik (%)

Luas segitiga diasumsikan sebagai luas komposit dan luas juring diasumsikan sebagai luas filler.

Dari hasil perhitungan fraksi volume *filler* diatas maka didapat data sebagai berikut :

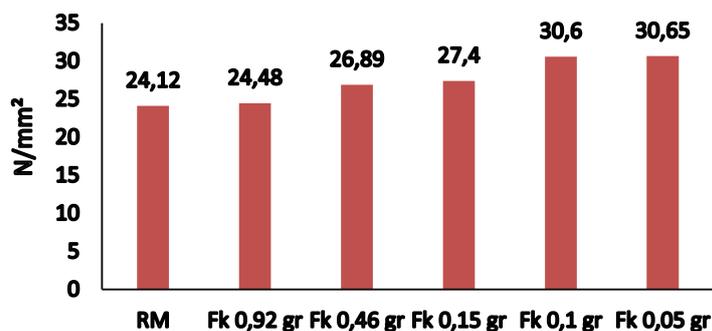


Gambar 9. Fraksi volume partikel karbon aktif (KA)

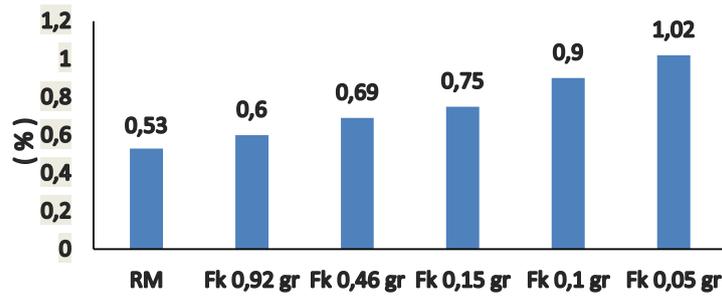
Dari grafik diatas didapat fraksi volume filler KA 0,92 gram sebesar 0,11%, KA 0,46 gram sebesar 0,1%, KA 0,15 gram sebesar 0,086%, KA 0,1 gram sebesar 0,076%, KA 0,05 gram sebesar 0,06% Didapat fraksi volume *filler* terbesar pada komposit KA 0,92 gram.

3.2 Pengujian Sifat Mekanis (Uji Tarik)

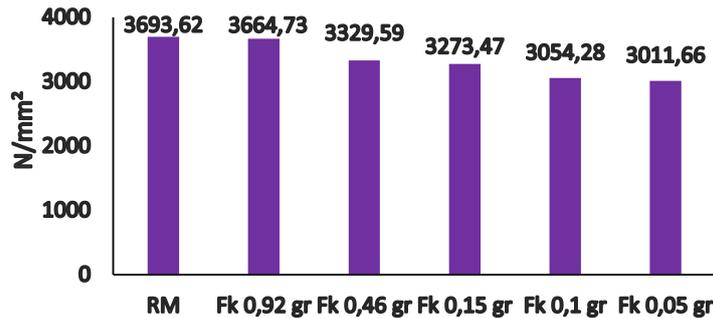
Setelah dilakukan pengujian tarik maka diperoleh data hasil uji tarik berupa tegangan, regangan dan modulus elastisitas. Data hasil pengujian tarik dengan variasi fraksi berat *filler* karbon aktif 0,92 gram, 0,46 gram, 0,15 gram, 0,1 gram, dan 0,05 gram kemudian diolah dengan menggunakan standar deviasi dengan simpangan baku dibawah 18% dan didapat data grafik sebagai berikut :



Gambar 10. Perbandingan nilai tegangan (yield) komposit karbon aktif (KA)

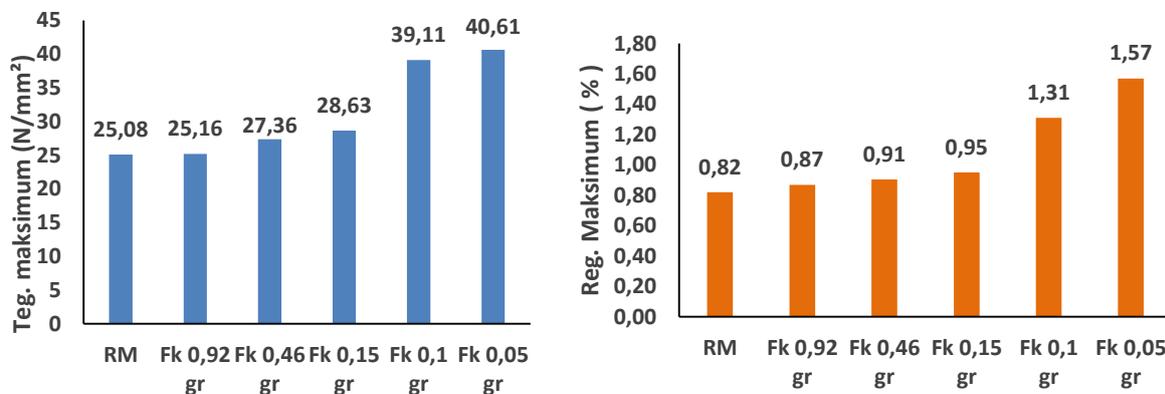


Gambar 11. Perbandingan nilai regangan (yield) komposit karbon aktif (KA)



Gambar 12. Perbandingan nilai modulus elastisitas komposit karbon aktif (KA)

Dari hasil grafik 3, grafik 4, grafik 5 dapat dilihat bahwa nilai tegangan (yield) tertinggi pada spesimen KA 0,05 gram sebesar 30,65 N/mm², regangan (yield) tertinggi pada spesimen KA 0,05 gram sebesar 1,02%, dan modulus elastisitas (yield) tertinggi pada raw material (RM) sebesar 3693,62 N/mm² terjadi kenaikan seiring bertambahnya jumlah fraksi berat filler.

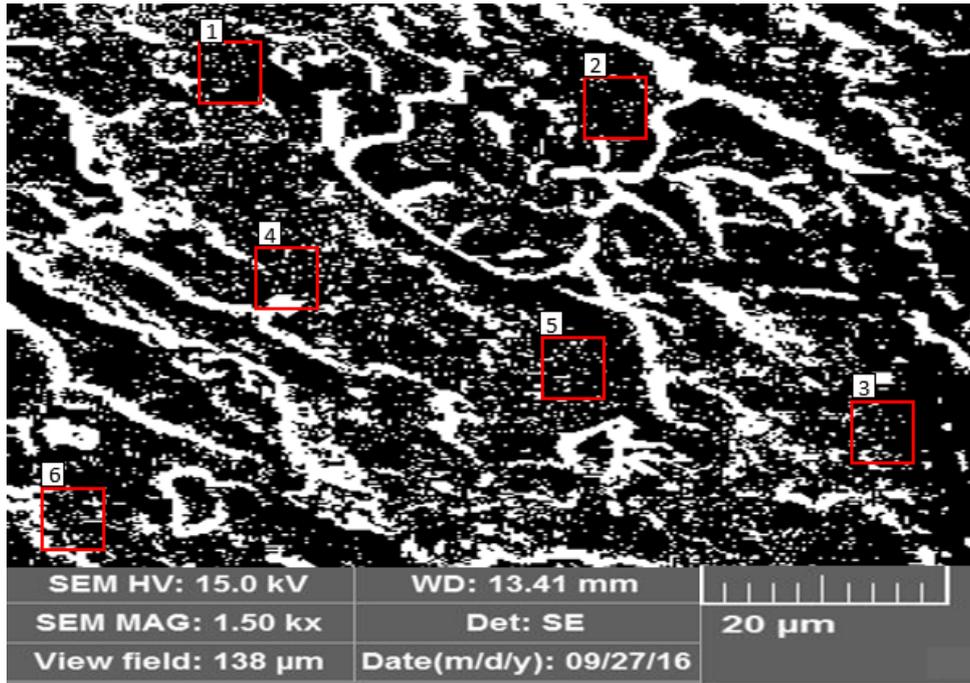


Gambar 13. Perbandingan nilai tegangan dan regangan maksimum komposit karbon aktif

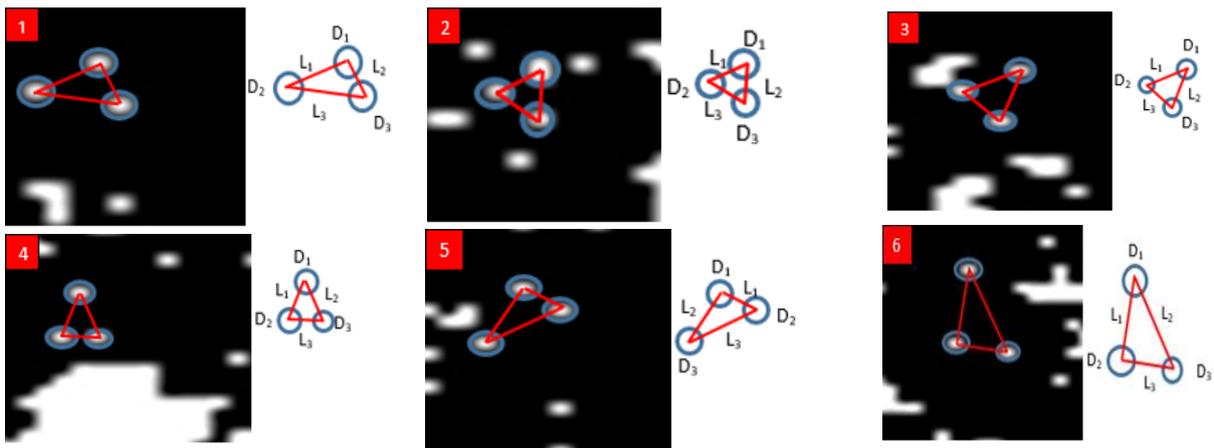
Dari grafik tegangan dan regangan maksimum diatas dapat dilihat bahwa nilai tertinggi adalah spesimen KA 0,05 gram yaitu nilai tegangan maksimum 40,61 N/mm² dan nilai Regangan Maksimum 1,57%. terdapat kenaikan tegangan uji tarik dari komposit polyester seiring berkurangnya fraksi berat *filler*.

3.3 Analisis Struktur Mikro (Foto SEM)

Scanning Electron Microscope (SEM) adalah sebuah mikroskop elektron yang didesain untuk mengamati permukaan objek solid secara langsung, analisa Struktur Mikro pengamatan *Scanning Electron Microscopy* menggunakan alat FEI INSPECT S50 dengan tegangan 10.000 kV dan perbesaran 1.500x, objek foto adalah bagian patahan spesimen hasil dari uji tarik.

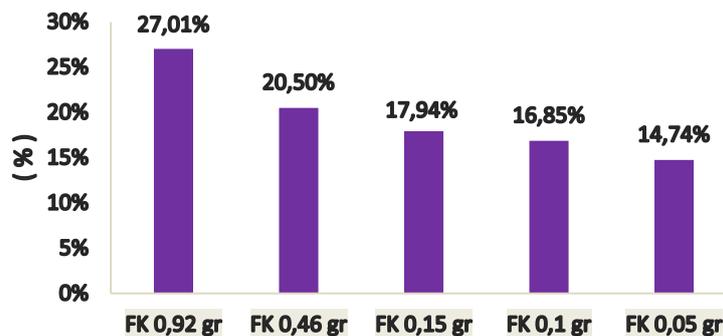


Gambar 14. Hasil foto SEM patahan komposit filler karbon aktif fraksi berat 0,05 gram



Gambar 15. SEM dengan perbesaran 8x pada posisi 1 sampai 6

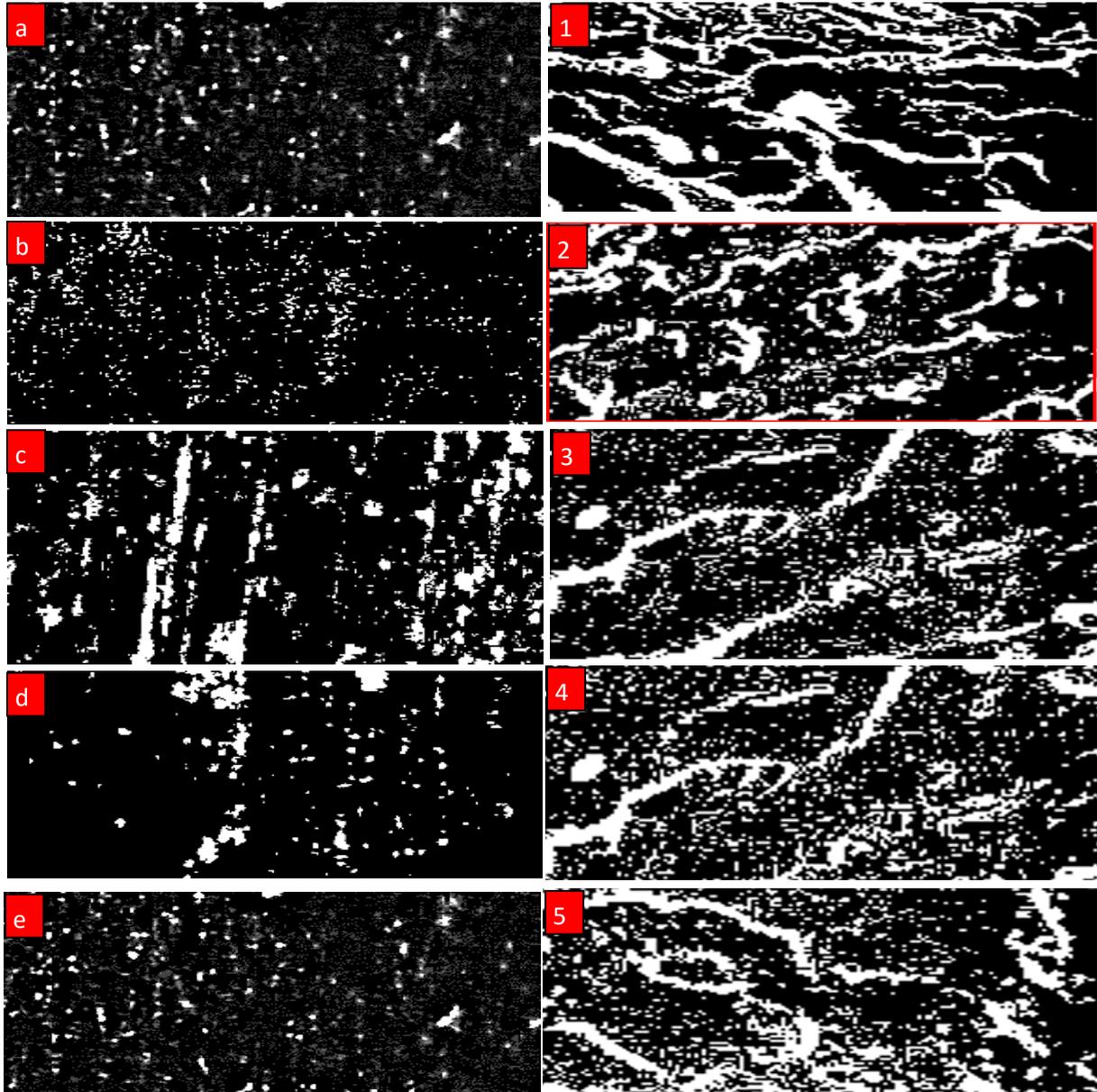
Data hasil karakterisasi menggunakan SEM kemudian diolah lebih lanjut sehingga didapat distribusi ukuran partikelnya. Pada masing – masing fraksi berat, di ambil 6 titik area untuk perhitungan fraksi volume. Dengan menggunakan formulasi yang sama dengan analisis struktur makro diatas maka jarak filler (L) dan diameter filler (D) dapat dicari, setelah didapatkan hasilnya maka fraksi volume filler komposit dapat di cari dan di dapatkan grafik seperti dibawah ini :



Gambar 16. nilai rata – rata fraksi volume komposit

Pada grafik di atas nilai rata-rata fraksi volume filler (V_f) komposit dengan filler karbon aktif pada fraksi berat 0,92 gram sebesar 27,01 %, fraksi berat 0,46 gram sebesar 20,50 %, fraksi berat 0,15 gram sebesar 17,94 %, fraksi berat 0,1 gram sebesar 16,85 %, dan fraksi berat 0,05 gram sebesar 14,74 %. Dari hasil yang diperoleh dapat dilihat bahwa semakin menurun fraksi berat maka semakin kecil nilai fraksi volumenya. Salah satu sifat karbon aktif adalah mempunyai daya serap yang tinggi. Penurunan nilai fraksi volume pada karbon aktif kemungkinan disebabkan karena adanya reaksi antara karbon aktif dengan resin polyester saat proses pengadukan, hal ini ditandai dengan adanya kenaikan temperatur.

4.9.1 Morfologi Permukaan komposit



Gambar 17. Pengamatan foto makro (a, b, c, d, e) dan foto SEM(1, 2, 3, 4, 5) terhadap Pembentukan Struktur *Black Carbon* pada Komposit dengan filler karbon aktif, (a) dan (1) fraksi berat 0,92 gram, (b) dan (1) fraksi berat 0,46 gram, (c) dan (3) fraksi berat 0,15 gram, (d) dan (4) fraksi berat 0,1 gram, (e) dan (5) fraksi berat 0,05 gram.

Pada Gambar 17 diperlihatkan morfologi dan struktur mikro komposit dengan filler karbon aktif. Secara keseluruhan, partikel karbon mengikat satu sama lain sehingga mengarah ke pembentukan serat. Hal tersebut paling jelas terlihat pada gambar (1) fraksi berat 0,92 gram. Dimana serat yang terbentuk memiliki garis yang panjang. Struktur mikro pada komposit karbon aktif dengan fraksi berat 0,46 gram menunjukkan bahwa unsur penyusunnya yaitu karbon dalam hal penyebarannya kurang mengikat satu sama lain. Penyebaran partikel karbon tidak merata terhadap seluruh area matriks. Dengan kata lain, hanya membentuk serat-serat pendek. Pada fraksi berat 0,92 gram penyebaran partikel karbon dapat merata terhadap seluruh area matriks. Partikel karbon dapat mengikat satu sama lain sehingga menyusun barisan membentuk serat-serat yang panjang. Sama seperti fraksi berat 0,46 gram, pada fraksi berat 0,15 gram, 0,1 gram, dan 0,05 gram partikel karbon kurang mengikat satu sama lain. Sehingga hanya membentuk serat-serat pendek. Akan tetapi, hasil yang didapat pada fraksi berat 0,05 gram lebih baik daripada fraksi berat 0,46 gram, 0,15 gram, dan 0,1 gram.

4. PENUTUP

4.1 Kesimpulan

Dari hasil analisis, pengujian komposit dan pembahasan data yang diperoleh maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Pada pengujian foto makro menunjukkan bahwa jarak terdekat partikel pada komposit dengan variasi 0,92 gram sebesar 14,82 μm . Dan didapat ukuran diameter partikel 2,59 μm sampai 9,26 μm . Sedangkan fraksi volume tertinggi terdapat pada komposit dengan variasi 0,92 gram sebesar 0,11 %. Semakin banyak variasi *filler* yang digunakan maka jarak partikel semakin dekat dan fraksi volume filler juga semakin tinggi.
2. Kekuatan tarik (yield) pada komposit Raw material lebih rendah dibandingkan dengan komposit karbon aktif, nilai tegangan - regangan maksimum menunjukkan bahwa komposit karbon aktif lebih tinggi dari komposit polyester. Dan didapat nilai tegangan - regangan maksimum tertinggi pada komposit dengan variasi 0,05 gram yaitu nilai tegangan 30,65 N/mm^2 dan regangan 1,02 %. Semakin besar fraksi berat filler maka semakin besar pula nilai fraksi volumenya, ini di karenakan semakin tinggi variasi karbon yang dimasukkan maka semakin tinggi pula fraksi volumenya.
3. Foto *SEM* Morfologi komposit dengan filler karbon aktif menunjukkan partikel karbon saling mengikat satu sama lain sehingga mengarah ke pembentukan serat. Hasil tersebut paling jelas terlihat pada fraksi berat 0,92 gram.

4.2 Saran

Dari hasil pengujian yang telah dibahas dengan berbagai kekurangannya maka saran untuk penelitian selanjutnya adalah :

1. Pada proses pembuatan karbon aktif, setelah selesai membuat bahan maka karbon aktif harus dicuci menggunakan alkohol agar larutan Na yang masih terkandung dalam karbon aktif hilang sehingga ketika proses pencetakan spesimen dapat meminimalisir terjadinya reaksi Na ketika karbon dicampur dengan resin yang akan menyebabkan timbulnya void pada komposit.
2. Pada saat pengadukan resin dan karbon harus benar – benar homogen (bercampur) karena nanti akan berpengaruh terhadap kekuatan komposit.
3. Dalam penuangan campuran resin dan karbon ke dalam cetakan komposit harus hati – hati supaya tidak menimbulkan void pada spesimeen komposit.
4. Untuk lebih mengetahui karakteristik dari komposit karbon maka pengujian komposit ditambah dengan uji kekerasan.

DAFTAR PUSTAKA

- Fredy Gustina Putra, Ngafwan, Tri Widodo Besar R. 2016. “*Pengaruh Variasi Berat Filler Karbon Aktif Tempurung Kelapa Terhadap Struktur Dan Kekuatan Tarik Komposit*” (skripsi). Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- R. M. Jones, 1975. “*Mechanics of Composite Materials*”
- Jayi Wahyudyanto, Ngafwan, Agus Yulianto. 2016. “*Pengaruh filler mikro partikel karbon tempurung kelapa (CMP-CS) terhadap photo makro dan kekuatan tarik komposit polyester*” (skripsi). Surakarta: Univeristas Muhammadiyah Surakarta.
- Ronal F. Gibson, 1994. “*Priciple of composite material mechanics*”.
- Fahrizal Farikhin, Ngafwan, Joko Sedyono. 2016. “*Analisa scanning electron microscope komposit polyester dengan filler karbon aktif dan karbon non aktif*” (skripsi). Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Prasetyo. 2011. “*Scanning Electron Microscope*”.
- Sinuhaji, Marlianto. 2012. “*Pembentukan gambar dengan menggunakan prinsip scanning*”.