

**THE EFFECT OF ADDITION OF ACTIVE CARBON ON THE
FIBER COMPOSITE OF PINEAPPLE LEAVES WITH
POLYESTER MATRIX
(PENGARUH PENAMBAHAN KARBON AKTIF PADA KOMPOSIT SERAT
DAUN NENAS DENGAN Matriks POLYESTER)**

Dody Yulianto^{1*}, Nobel Sabar¹, Dedikarni¹, Eddy Elfiano¹, Novrianti²

¹Prodi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Islam Riau

²Prodi Teknik Perminyakan, Universitas Islam Riau

Jl. Kaharudin Nasution KM.11 No.133 Perhentian Marpoyan, Pekanbaru

*Corresponding author: dody_yulianto@eng.uir.ac.id

ABSTRACT

Pineapple fiber raw material is one type of natural resource wealth that has not been utilized optimally, so it is necessary to conduct research on the development of natural fiber composite technology by utilizing pineapple leaf fiber and polyester resin. The purpose of this research is to obtain the effect of variations in activated carbon on tensile and bending strength in pineapple leaf fiber composite material and polyester matrix. In this study, the mold is made of glass with a thickness of 8mm, a length of 150 mm, and a width of 100 mm, the method used in making the sample uses the lay out method with room temperature and unidirectional fiber arrangement, with variations in the arrangement of 30% pineapple leaf fiber + 69% matrix. + 1% activated carbon, 30% pineapple leaf fiber + 68.5% matrix + 1.5% activated carbon, 30% pineapple leaf fiber + 68% matrix + 2% activated carbon, and 100% polyester resin. The results of the research that I have done show that the highest bending strength is the addition of 1% activated carbon with a value of 33.29 N / mm², and the results of the tensile test get the highest value on the addition of 1% activated carbon with a value of 16.75 N / mm².

Keywords: Activated Carbon, Pineapple Leaf Fiber, Polyester.

ABSTRAK

Bahan baku serat nenas merupakan salah satu jenis kekayaan sumber daya alam yang belum dapat dimanfaatkan secara optimal, sehingga perlu dilakukan penelitian pengembangan teknologi komposit serat alam dengan memanfaatkan serat daun nenas dan resin polyester. Adapun tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan pengaruh variasi karbon aktif terhadap kekuatan tarik dan bending pada material komposit serat daun nenas dan matriks polyester. Pada penelitian ini cetakan terbuat dari kaca dengan ketebalan 8mm, panjang 150 mm, dan lebar 100 mm, metode yang digunakan pada pembuatan sampel menggunakan metode hand lay up dengan temperature ruangan dan susunan serat searah, dengan variasi susunan 30% serat daun nenas + 69% matriks + 1% karbon aktif, 30% serat daun nenas + 68,5% matriks + 1,5%

karbon aktif, 30% serat daun nenas + 68% matriks + 2% karbon aktif, dan 100% resin polyester. Hasil dari penelitian yang dilakukan di dapat kekuatan bending yang tertinggi pada penambahan karbon aktif 1% dengan nilai 33,29 N/mm², dan pada hasil uji tarik didapat nilai tertinggi pada penambahan karbon aktif 1% dengan nilai 16,75 N/mm².

Kata kunci : Karbon Aktif, Serat Daun Nenas, Polyester.

PENDAHULUAN

Indonesia mempunyai kekayaan sumber daya alam, seperti pasir silika (Fadli dkk, 2021) dan kemudian serat alam yang belum dapat dimanfaatkan secara optimal. Sehingga perlu dilakukan penelitian dan pengembangan lebih lanjut, mulai dari penyiapan bahan, teknologi proses sampai proses manufaktur. Pengembangan teknologi komposit dengan memanfaatkan serat alam dan limbah pertanian perkebunan akan membantu mengatasi kelangkaan bahan baku industri otomotif, sekaligus turut mencegah kerusakan lingkungan. Produk-produk komposit ini digunakan untuk bahan baku bangunan, industri, dan otomotif.

Komposit merupakan perpaduan dari dua material atau lebih yang memiliki fasa yang berbeda menjadi suatu material yang baru dan memiliki properties lebih baik. Komposit menjadi bahan alternatif pengganti bahan logam, hal ini disebabkan sifat dari komposit serat yang kuat dan mempunyai berat yang lebih ringan dibandingkan logam. Bahan penyusun komposit yang paling utama adalah *matriks* dan bahan penguat. *Matriks* yang biasanya digunakan adalah resin *polyester*, karena memiliki kekurangan yang sifatnya kaku dan rapuh, maka

dari itu diberi penguat serat dengan penambahan karbon aktif untuk mengetahui kekuatan dari komposit tersebut.

Peningkatan kebutuhan akan karbon aktif diakibatkan semakin banyaknya aplikasi karbon aktif dalam bidang industri dan berbagai peralatan bantu manusia. Bahan baku yang dapat dibuat menjadi karbon aktif adalah semua bahan yang mengandung karbon, baik tumbuhan, hewan ataupun barang tambang. Seperti jenis kayu, sekam padi, batu bara dan lainnya. Bila dibandingkan dengan bahan diatas, tempurung kelapa adalah bahan yang terbaik menjadi karbon aktif, dikarenakan karbon aktif yang terbuat dari tempurung kelapa memiliki mikropori yang banyak, kadar abu yang rendah, kelarutan dalam air dan reaktivitas yang tinggi.

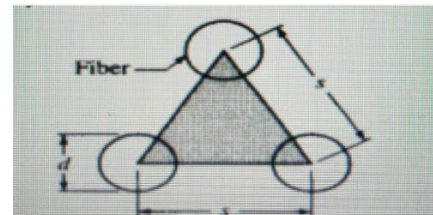
Komposit dibentuk dari dua jenis material yang berbeda, yaitu penguat (*reinforcement*) dan matriks sebagai pengikatnya (Putra,2016). Komposit adalah suatu material yang terbentuk dari kombinasi dua atau lebih material melalui campuran yang tidak homogen, dimana sifat mekanik dari masing-masing material pembentuknya berbeda. Salah satu keunggulan dari material komposit bila dibandingkan dengan material lainnya adalah penggabungan unsur-unsur yang

unggul dari masing-masing unsur pembentuknya. Unsur utama dari bahan komposit adalah serat, serat inilah yang menentukan karakteristik suatu bahan seperti kekuatan, keuletan, kekakuan dan sifat mekanik lainnya. Serat menahan sebagian besar gaya yang bekerja pada material komposit, sedangkan matriks mengikat serat, melindungi dan meneruskan gaya antar serat (Ermawan, 2018).

Komposit berbeda dengan paduan, paduan adalah kombinasi antara dua bahan atau lebih dimana bahan-bahan tersebut terjadi peleburan, sedangkan komposit adalah kombinasi terakayasa dari dua atau lebih bahan yang mempunyai sifat-sifat kombinasi sistematis pada kandungan-kandungan yang berbeda. Maka dapat disimpulkan bahwa bahan komposit adalah suatu jenis bahan baru hasil rekayasa yang terdiri dari dua atau lebih bahan, dimana sifat masing-masing bahan berbeda satu dengan yang lainnya, baik itu sifat kimia maupun fisika. Bahan komposit mempunyai beberapa kelebihan dibandingkan dengan bahan konvensional, beberapa kelebihan tersebut antara lain sifat mekanik dan fisik yang baik, mudah dibentuk dan biaya produksi yang murah (Sari, 2012).

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 dilakukan dengan mengolah hasil dari foto makro dan didekati dengan menggunakan bentuk geometris seperti susunan segitiga.

Fraksi volume partikel untuk susunan segitiga dapat dihitung dengan membagi luas area lingkaran yang tertutup pada segitiga dengan luas segitiga (Putra, 2016).



Gambar 1. Metode Pengukuran Susunan Bentuk Segitiga (Putra, 2016)

Dengan model segitiga maka dapat dihitung diameter dan jarak partikel karbon pada foto Makro menggunakan Ms. Word dalam satuan cm. Formulasi hubungan panjang ukur dapat dirumuskan sebagai berikut :

- Rumus menghitung jarak partikel

$$= \frac{2,02 \times Z}{L_o} = \frac{L_{word}}{L_{mikro}}$$
- Rumus Menghitung Diameter

$$= \frac{2,02 \times Z}{L_o} = \frac{d_{word}}{D_{mikro}}$$

Dimana :

2,02 (skala ukuran Ms. Word) = panjang 500 μm dari hasil foto dino lite dikonversi ke Ms Word (cm)

Z = perbesaran hasil foto makro

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

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

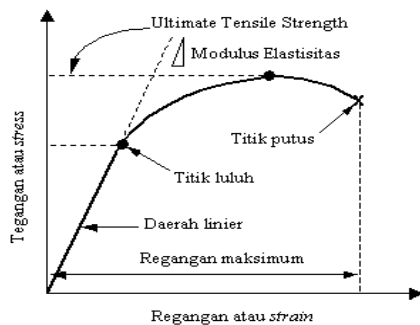
L_{mikro} = jarak partikel sebenarnya (μm)

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

D_{mikro} = diameter partikel sebenarnya (μm)

Pengujian Kekuatan Tarik

Kekuatan tarik adalah ketahanan suatu bahan terhadap beban yang bekerja pada bahan yang menyebabkan bahan tersebut putus tarik (Supardi, 1999). Beban yang bekerja pada specimen serta perubahan panjang yang terjadi akibat beban, semuanya dicatat pada suatu diagram grafik. Diagram grafik tersebut dinamakan grafik tegangan regangan seperti pada gambar di bawah.



Gambar 2. Grafik Tegangan-Regangan (Iswandi, 2015)

Dengan menggunakan diagram, kita dapat meneliti apa yang terjadi apabila batang uji tersebut diregangkan secara berangsur-angsur dari uji tarik suatu material. Dimana sumbu horizontal adalah sumbu perpanjangan batang akibat gaya yang meregangkan dan dinyatakan dalam (%), sumbu yang garisnya vertical adalah sumbu gaya peregang yang dinyatakan dalam persen (N/mm^2). Dari keterangan diatas dapat di tulis persamaan yang berlaku (Iswandi, 2015).

Besarnya harga tegangan:

$$\sigma = \frac{F}{A_0} \quad (2.1)$$

Dimana:

σ = Tegangan (MPa)

F = Beban tarik (N)

A_0 = Luas penampang awal (m^2)

ϵ = Regangan (%)

L_0 = Panjang awal (mm)

L_1 = Panjang akhir (mm)

Pengujian Lengkung (*Bending Test*)

Yang dimaksud dengan pengujian bending adalah tegangan bending terbesar yang dapat diterima akibat pembebanan luar tanpa mengalami deformasi atau kegagalan. Dengan pengujian bending, bagian atas specimen akan mengalami tekanan, dan bagian bawah akan mengalami tegangan tarik. Kegagalan yang akan terjadi dari pengujian bending pada komposit adalah, komposit akan mengalami kerusakan secara fisik (Iswandi, 2015).

Besarnya kekuatan bending ditentukan berdasarkan jenis material dan pembebanan. Dalam pengujian ini standar yang digunakan adalah ASTM D790 Tegangan bending dan modulus elastisitas bending dapat ditentukan dengan persamaan awal sebagai berikut:

Tegangan bending (σ_b)

$$\sigma_b = \frac{2PL}{2bd^2} \quad (2.2)$$

Menentukan Elastisitas bending (E_b):

$$E_b = \frac{L^3P}{4bd^3\delta} \quad (2.3)$$

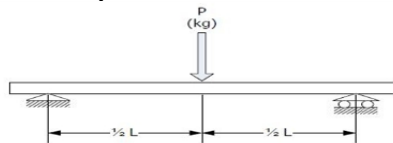
Dimana :

σ_b = Tegangan bending (MPa)

P = Beban (N)

E_b = Modulus elastisitas bending (MPa)

- δ = Defleksi (N/mm)
 L = Panjang Span/jarak antara titik tumpuan
 L_0 = Panjang specimen
 b = Lebar specimen
 d = Tebal specimen



Gambar 3. Pembebanan lengkung pada pengujian bending (Iswandi, 2015)

METODE PENELITIAN

Adapun pembuatan spesimen komposit menggunakan tiga perbandingan komposisi bahan yaitu :

- 100% resin *polyester*
- 30% Serat Daun Nenas + 1% Karbon Aktif + 69% *Matriks polyester*
- 30% Serat Daun Nenas + 1,5% Karbon Aktif + 68,5% *Matriks Polyester*
- 30% Serat Daun Nenas + 2% Karbon Aktif + 68% *Matrik Polyester*

Pengujian yang akan dilakukan dalam penelitian ini terdiri dari dua jenis pengujian yaitu uji tarik dan uji banding yang lebih mengarah pada struktur material tersebut. Prosedur pengujian yang akan dilakukan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

Uji Foto Makro

Untuk mengetahui struktur mikro yang terdapat pada specimen komposit yang telah jadi, maka dilakukan pengamatan struktur mikro dengan menggunakan mikroskop. Pengamatan ini dilakukan dengan cara sebagai berikut :

1. Permukaan specimen yang telah jadi diamlas hingga halus dengan menggunakan amplas yang sudah disediakan memakai mesin pemoles. Agar permukaan tidak terlihat bercak amplas maka permukaan specimen dipoles menggunakan pasta alumina.
2. Kekasaran amplas adalah 180,240,400,800,1000,1200,1500,2000.
3. Bagian yang telah dietsa, dilihat strukturnya menggunakan mikroskop dengan pembesar $5\times - 10\times$.
4. Foto hasil pengamatan mikrostruktur yang di dapat berupa gambar.

Uji Tarik

Prosedur uji tarik yang akan dilakukan pada penelitian ini adalah :

- a. Menyiapkan sampel uji yang sudah dibentuk dan disiapkan dengan memberi tanda parameter pada daerah perhitungan.
- b. Kertas milimeter blok diletakkan pada printer mesin uji tarik.
- c. Lalu benda uji dipasang pada grip.
- d. Grip dikencangkan dan diatur dengan kekuatan secukupnya
- e. Pemasangan extensometer pada benda uji
- f. Kecepatan uji diatur, area start ditekan sebanyak dua kali kemudian tombol down ditekan.

Uji Bending

Prosedur yang akan dilakukan pada penelitian ini adalah :

- Menyiapkan sampel uji yang sudah dibentuk sesuai standard
- Nyalakan mesin, pastikan keamanan mesin terjamin
- Masukkan material pada pencekam mesin bending
- Pemasangan dial indicator, setting jarum pada garis nol
- Gunakan spesifikasi beban yang telah ditentukan
- Analisa kekuatan uji bending menggunakan standar ASTM D790

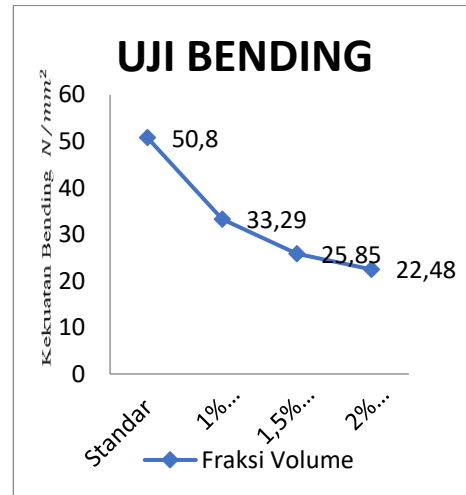
HASIL DAN PENELITIAN

Hasil Uji Bending

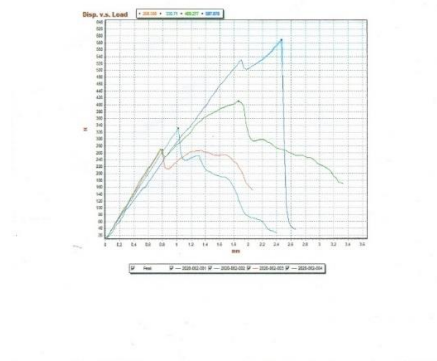
Setelah dilakukan pengujian bending, diperoleh data hasil uji bending dengan variasi karbon aktif 1% + 30% serat daun nenas + 69% resin polyester, 1,5% KA + 30% serat daun nenas + 68,5% resin polyester, 2% KA + 30% serat daun nenas + 68 resin polyester, kemudian diolah dan didapat data sebagai berikut :

Tabel 1 Hasil Pengujian Bending

Spesimen	Area (m ²)	Maks. Force (N)	0.2% Y.S (N/m ²)	Yield Strength (N/m ²)	Bending Strength (N/m ²)	Elongation (%)
Resin Polyester	156.607	587.9	3.23	3.23	50.80	2.45
1% Karbon	167.640	409.3	1.51	1.62	33.29	2.45
1,5% Karbon	164.500	330.7	1.95	2.01	25.85	2.45
2% Karbon	158.100	268.6	0.65	0.71	22.48	2.45



(a)



(b)

Gambar 4a dan 4b. Grafik Hubungan Kekuatan Bending Terhadap Fraksi Volume

Spesimen dengan fraksi volume 100% resin *polyester* memiliki kekuatan bending 50,80 N/mm², pada specimen dengan fraksi volume penambahan KA 1% memiliki kekuatan bending 33,29 N/mm², pada specimen dengan fraksi volume penambahan KA 1,5% memiliki kekuatan bending 25,85 N/mm², kekuatan bending terendah ditunjukkan pada penambahan karbon sebesar 2%.

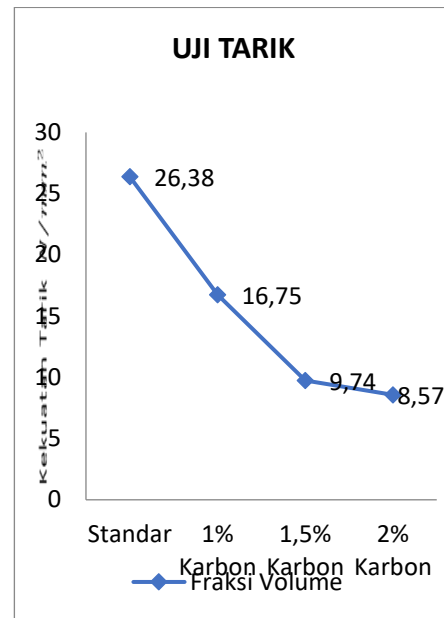
Dari hasil tabel dan grafik di atas dapat diketahui bahwa kekuatan bending material komposit serat daun nenas dengan penambahan karbon aktif dan resin *polyester* mengalami penurunan. Hal ini di karenakan sifat karbon aktif yang berongga dan sifat karbon yang lebih getas dibandingkan epoksi.

Hasil Uji Tarik

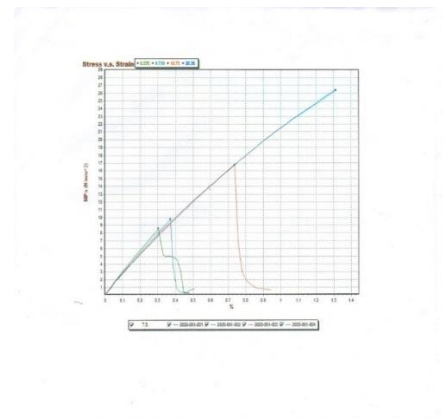
Setelah dilakukan pengujian tarik maka diperoleh data hasil uji tarik dengan variasi KA 1%, 1,5%, 2% kemudian diolah dan di dapat data sebagai berikut :

Tabel 2 Hasil Pengujian Tarik

Specimen	Area (m ²)	Maks. Force (N)	0.2% Y.S (N/m ²)	Yield Strength (N/m ²)	Tensile Strength (N/m ²)	Elongation (%)
Resin Polyester	87.840	2317.3	26.38	26.38	26.38	2.58
1% Karbon	83.200	1393.6	16.75	16.75	16.75	2.58
1,5% Karbon	84.000	818.1	9.74	9.74	9.74	2.58
2% Karbon	81.130	695.7	8.20	8.57	8.57	2.58



(a)



(b)

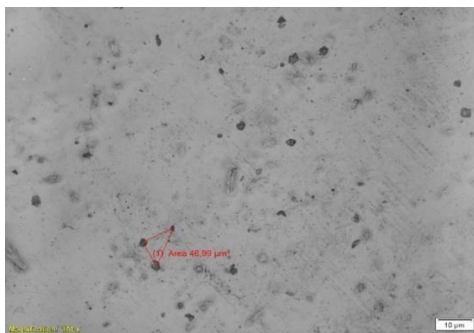
Gambar 5a dan 5b. Grafik Hubungan Kekuatan Tarik Terhadap Fraksi Volume

Spesimen dengan fraksi volume standar memiliki kekuatan tarik 26,38 N/mm², pada specimen dengan fraksi volume penambahan KA 1% memiliki kekuatan tarik 16,75 N/mm², pada specimen dengan fraksi volume penambahan KA 1,5% memiliki

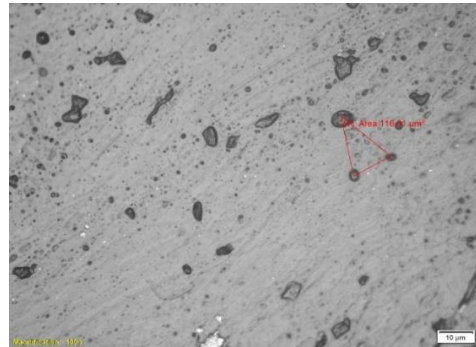
kekuatan tarik 9,74 N/mm², dan kekuatan tarik terendah ditunjukkan pada komposit dengan penambahan karbon aktif sebanyak 2% dengan nilai 8,57 N/mm². Dari hasil tabel dan grafik di atas dapat diketahui bahwa kekuatan tarik material komposit serat daun nenas dengan penambahan karbon aktif dan resin *polyester* mengalami penurunan, hal ini di karenakan sifat karbon aktif yang berongga dan sifat karbon yang lebih getas dibandingkan epoksi. Hal ini sama dengan penelitian sebelumnya yang di lakukan oleh Ara Gradiniar Rizkyta yang mengalami penurunan kekuatan pada komposit tersebut.

Foto Makro

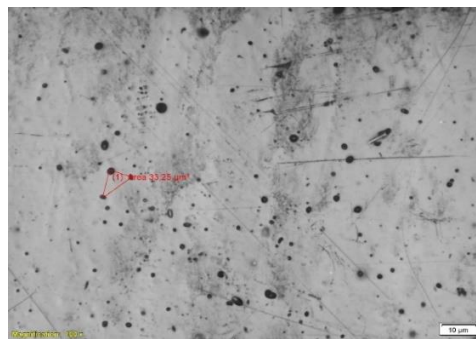
Sebelum uji tarik dan uji bending terlebih dahulu dilakukan foto makro pada bagian sisi tebal specimen. Foto makro ini dilakukan untuk mendukung hasil dari pengujian mekanik. Morfologi susunan partikel dilakukan dengan metode susunan bentuk segitiga.



Gambar 6. Foto Makro Penambahan KA 1%

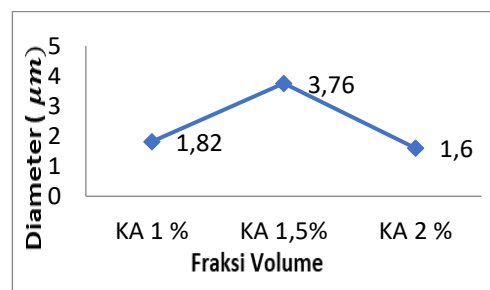


Gambar 7. Foto Makro Penambahan KA 1,5%

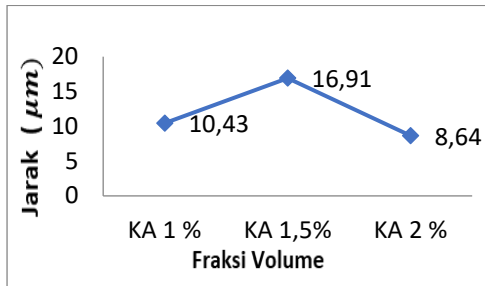


Gambar 8. Foto Makro Penambahan KA 2%

Dari hasil perhitungan data di atas dengan menggunakan segitiga maka kita dapat menentukan diameter dan jarak partikel KA pada komposit serat daun nenas dengan penambahan karbon aktif (KA) dalam bentuk grafik, sebagai berikut :



(a)



(b)

Gambar 9a dan 9b. Grafik Jarak dan diameter partikel karbon aktif

Pada grafik di atas di peroleh diameter partikel karbon aktif yang terbesar adalah 3,76 µm pada penambahan karbon aktif 1,5% dan diameter terkecil 1,6 µm pada penambahan karbon aktif 2%. Sedangkan jarak partikel terjauh pada spesimen karbon aktif dengan variasi 1,5% sebesar 16,91 µm dan jarak partikel karbon terdekat pada specimen dengan variasi 2% sebesar 8,64 µm. Pada penelitian ini diameter partikel karbon aktif mengalami penurunan dan juga memiliki nilai lebih kecil pada variasi 2% KA sebesar 1,6 µm di bandingkan dengan penelitian sebelumnya yaitu diameter partikel karbon aktif mengalami penurunan pada variasi 3% sebesar 16,48 µm. Begitu juga dengan jarak partikel karbon aktif terbesar pada penelitian ini juga lebih kecil di bandingkan dengan jarak partikel penelitian sebelumnya yaitu dengan nilai 16,91 µm pada penambahan karbon aktif 1,5%. Sedangkan jarak partikel pada penelitian sebelumnya sebesar 53,32 µm. Penyebab dari kecilnya jarak dan diameter pada penelitian ini adalah,

penelitian ini menggunakan karbon aktif (KA) dengan ukuran mesh 20.

KESIMPULAN

Berdasarkan dari hasil penelitian yang telah di lakukan terhadap spesimen, maka dapat diambil beberapa kesimpulan yang pertama ada pada pengujian bending nilai tertinggi kekuatan bending terdapat pada penambahan karbon aktif sebanyak 1% dengan nilai 33,29 N/mm², sedangkan nilai terendah kekuatan bending terdapat pada penambahan karbon aktif sebesar 2% dengan nilai 22,48 N/mm².

Kemudian pada pengujian tarik nilai tertinggi kekuatan tarik adalah 26,38 N/mm² dengan penambahan karbon aktif sebanyak 1%, sedangkan nilai terendahnya adalah 8,57 N/mm² dengan penambahan karbon aktif sebanyak 2%.

Adapun pada pengujian foto makro di dapat diameter dan jarak tertinggi pada penambahan karbon aktif 1,5% sebesar 3,76 µm diameter dan 16,91 µm jarak.

Terakhir pada penurunan nilai pada kekuatan tarik dan banding tersebut diakibatkan oleh karbon aktif yang bersifat berongga sehingga menurunkan kekuatan mekanis pada komposit

DAFTAR PUSTAKA

- Ermawan, A.A. (2018). Penambahan Persentase Serat dan Jumlah Lapisan Terhadap Kekuatan Tarik Komposit Fiberglass–Polyester (YUKALAC C – 108 B JUSTUS). *Fakultas Sains dan*

Teknologi Universitas Sanata Dharma.

- Fadli, H., Dedikarni, Aldio, R. Z., dan Yulianto, D. (2021). The Effect of Silica Pellet Pressing Towards Porosity and Permeability. *Journal of Renewable Energy & Mechanics (REM)* E-ISSN, 4(01), 1-6.
- Fahmi, H. (2011). Pengaruh Orientasi Serat Pada Komposit Resin Polyester Serat Daun Nenas Terhadap Kekuatan Tarik. Institut Teknologi Padang.
- Harini dan Susilowati, S.E. (2017). Pengaruh Kekuatan Bending dan Tarik Bahan Komposit Berpenguat Sekam Padi Dengan Matriks Urea Formaldehide. Universitas 17 Agustus.
- Irianto, A.S. (2016). Pengaruh Fraksi Volume Bilah Bambu Terhadap Kekuatan Impact Komposit Bilah Bambu Polyester. Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.
- Iswandi. (2015). Pengaruh Variasi Model Komposit Laminat Serat Daun Nenas Terhadap Sifat Mekanik Tangki Air Rumah Tangga. Universitas Islam Riau.
- Kadir, A. (2014). Pengaruh Pola Anyaman Terhadap Kekuatan Tarik dan Bending Komposit Berpenguat Serat Bambu. Universitas Halu Oleo.
- Paryanto, D. (2012). Pengaruh Orientasi dan Fraksi Volume Serat Daun Nanas (Ananas Comosus) Terhadap Kekuatan Tarik Komposit Polyester Tak Jenuh (UP). Mataram.
- Prasada, A. (2015). Pengaruh Variasi Serat Sabut Kelapa Terhadap Kekuatan Mekanik Komposit. Universitas Muhammadiyah.
- Pratikno, H. (2008). Teknologi Pemanfaatan Serat Daun Nanas Sebagai Alternatif Bahan Baku Tekstil. Universitas Islam Indonesia.
- Putra, F.G. (2016). Pengaruh Variasi Berat Filler Karbon Aktif Tempurung Kelapa Terhadap Struktur dan Kekuatan Tarik Komposit. Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Rizkyta, A. G. (2013). Pengaruh Penambahan Karbon Terhadap Sifat Mekanik dan Konduktifitas Listrik Komposit karbon/Epoksi Sebagai Pelat Bipolar Polymer Elektrolit Membran Sel Bahan Bakar.
- Sigih, H. dan Ratnawati. (2010). Pembuatan Karbon Aktif Dari Tempurung Kelapa Sawit Dengan Metode Aktivasi Kimia. Tangerang.