



Penggunaan Serat Mesokarp Kelapa Sawit Sebagai Pengganti Serat Sintetis Pada Pembuatan Komposit *Fiberglass*

The use of Oil Palm Mesocarp Serat as a Substitute for Synthetic Serat in the Manufacture of Fiberglass Composites

Haris Marturia Sembiring¹, Mohammad Prasanto Bimantio^{1*}, Reni Astuti Widyowanti¹

Abstrak Salah satu produk samping yang dihasilkan pabrik kelapa sawit dan pemakaiannya yang masih terbatas pada bahan bakar adalah serat mesokarp kelapa sawit. Produk samping ini dapat dimanfaatkan sebagai bahan komposit *fiberglass*. Tujuan penelitian ini adalah menganalisa pengaruh variasi serat mesokarp kelapa sawit dan katalis (mepoxe) terhadap kualitas komposit, dan menganalisis komposisi yang menghasilkan kualitas produk paling baik. Penelitian ini menggunakan rancangan blok lengkap (RBL) dengan 2 faktor. Faktor pertama yaitu pemakaian katalis meliputi A1:0,5%, A2:0,75%, dan A3:1% dan faktor kedua yaitu penambahan serat mesokarp kelapa sawit meliputi B1:7,5%, B2:10%, dan B3:12,5%. Hasil terbaik terdapat pada komposisi katalis 1% dan serat kelapa sawit 10% (sampel A3B2) dengan ketebalan 4,61 mm, nilai kedap air 0,0019 gram, nilai porositas 2,51%, dimana memenuhi SNI No.03-1027-1995 dan pengujian *bending* maksimal (fM) sebesar 7,07 MPa/mm dan *bending break* (fB) sebesar 6,62 MPa/mm sehingga sampel tersebut memiliki kelenturan lebih baik diantara sampel lain, tetapi dibandingkan dengan sampel kontrol masih tergolong lemah. Hasil terbaik untuk sampel terkuat didapatkan pada komposisi katalis 1% dan serat kelapa sawit 10% (sampel A3B3) dengan ketebalan 5,37 mm, nilai kedap air sebesar 0,0027 gram, nilai porositas sebesar 2,79%, dan kekuatan kuat beban sebesar 208,7929 N.

Kata kunci: *fiberglass*, katalis, serat sintetis, serat kelapa sawit

Abstract One of the biggest wastes produced by palm oil mills and their limited use of fuel is palm serat. This waste can be used as a fiberglass composite material. The purpose of this study is to analyze the influence of variations in palm serat and catalysts (mepoxe) on the quality of composites, and analyze the compositions that can produce the best product quality. This study used a complete block design (RBL) with 2 factors. The first factor is the use of catalysts including A1:0.5%, A2:0.75%, and A3:1% and the second factor is the addition of palm serat including B1:7.5%, B2:10%, and B3:12.5 %. The best results were found in the composition of 1% catalyst and 10% palm serat (A3B2 sample) with a thickness of 4.61 mm, a waterproof value of 0.0019 gram, a porosity value of 2.51% which met SNI No.03-1027-1995 and a maximum bending test (fM) of 7.07 MPa / mm and a bending break (fB) of 6.62 MPa / mm so that the sample had better flexibility among other samples but, compared to the control sample, are still relatively weak. The best results for the strongest sample were obtained at the composition of 1% catalyst and 10% palm serat (A3B3 sample) with a thickness of 5.37 mm, a waterproof value of 0.0027 grams, a porosity value of 2.79%, and a load strength of 208.7929 N.

Keywords: *fiberglass*, catalyst, synthetic serat, palm serat

Penulis yang tidak disertai dengan catatan kaki instansi adalah peneliti pada Pusat Penelitian Kelapa Sawit

Mohammad Prasanto Bimantio^{1*} (✉)
Institut Pertanian STIPER Yogyakarta
Jl. Nangka II, Krodan, Maguwoharjo, Depok, Sleman,
D.I.Yogyakarta, 55482, Indonesia
Email: bimantiomp@instiperjogja.ac.id

¹Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian STIPER Yogyakarta, Jl. Nangka II, Krodan, Maguwoharjo, Depok, Sleman, D.I.Yogyakarta, 55482, Indonesia

PENDAHULUAN

Teknologi *fiberglass* ataupun komposit sebenarnya sudah ada sejak zaman Mesir kuno, yaitu digunakan untuk membuat dekorasi dan diaplikasikan pada kerajinan tembikar. Sejak saat itu, perkembangan

material komposit terus berkembang. Material *fiberglass* adalah suatu jenis bahan serat komposit yang memiliki keunggulan yaitu kuat namun tetap ringan. Walaupun tidak sekaku dan seringan bahan carbon serat, *fiberglass* biasa digunakan untuk bahan pembuatan pesawat terbang, perahu, interior mobil, tangki air, atap, tong sampah, dsb.

Syarat pembuatan komposit adalah adanya bahan penguat dan bahan pengikat (matrix). Bahan dasar membuat komposit fiberglass adalah *fiberglass* sebagai penguat dan resin sebagai pengikat. Kombinasi antara *fiberglass* yang sangat kuat dengan resin sebagai pengikatnya menghasilkan komposit *fiberglass* yang sangat kuat dan keras. Sifat resin yang tahan terhadap air dan bahan kimia sangat cocok diaplikasikan pada bahan yang korosif atau basah.

Selain resin dan *fiberglass*, salah satu bahan lain yang juga digunakan adalah katalis. Katalis berfungsi untuk mempercepat proses pengerasan cairan resin. Banyaknya katalis yang digunakan dapat mempengaruhi sifat dari *fiberglass* (Alamsyah *et al.*, 2020). Penggunaan katalis yang terlalau banyak dapat merusak pada hasil seperti timbulnya retakan akibat munculnya panas yang berlebih saat proses pengerasan, penggunaan sebaliknya akan membuat proses pengerasan menjadi lambat.

Jenis limbah kelapa sawit terdiri dari limbah padat dan limbah cair dan limbah padat. Diketahui 1-ton kelapa sawit akan mampu menghasilkan limbah berupa tandan kosong kelapa sawit (TKKS) sebanyak 23% atau 230 kg, limbah cangkang (shell) sebanyak 6,5% atau 65 kg, lumpur sawit (wet decanter solid) 4 % atau 40 kg, serat 13% atau 130 kg serta limbah cair sebanyak 50%. Serat kelapa sawit merupakan salah satu limbah terbesar yang dihasilkan dalam proses pengolahan minyak kelapa sawit. Serat kelapa sawit merupakan salah satu bentuk limbah yang dihasilkan dari hasil pengolahan industri minyak sawit (Wirman *et al.*, 2016) yang pemanfaatannya digunakan sebagai bahan bakar boiler. Serat kelapa sawit merupakan biomassa lignoselulosa berupa serat komponen utama selulosa 59,6%, lignin 28,5%, protein kasar 3,6%, lemak 1,9%, abu 5,6% dan impurities 8% (Koba & Ishizaki, 1990).

Serat kelapa sawit berasal dari mesocarp buah sawit yang telah mengalami pengempaan di dalam screw press (alat pengempa). Pengempaan merupakan salah satu proses pengolahan kelapa

sawit di PKS. Serat kelapa sawit memiliki ukuran yang relatif pendek, sesuai dengan ukuran mesocarp buah sawit (Wahyono *et al.*, 2008).

Serat kelapa sawit dapat juga di sebut sebagai salah satu serat alami, sehingga dapat digunakan untuk menggantikan serat sintetis. Keunggulan dari serat alami dibanding serat sintetis adalah serat alami lebih ramah lingkungan karena mampu terurai secara alami, sedangkan serat sintetis lebih sukar terurai. Serat alami memiliki keistimewaan sifatnya yang renewable atau terbarukan (Sabarisman, 2015). Kelemahan serat alami diantaranya ukuran serat yang tidak seragam dan faktor usia serat sangat mempengaruhi kekuatannya. Pengembangan serat alami sebagai penguat material komposit ini sangat baik mengingat ketersediaan bahan baku serat alami di Indonesia cukup melimpah (Purboputro, 2017).

Fiberglass adalah serat kaca yang berasal dari kaca cair yang ditarik menjadi serat tipis. Serat ini kemudian dipintal menjadi seperti kain dan diresapi dengan resin sehingga menjadi bahan yang kuat dan tahan erosi. *Fiberglass* mempunyai karakteristik tersendiri. Pada penggunaannya, *fiberglass* disesuaikan dengan sifat atau karakteristik yang dimilikinya. *Fiberglass* terbuat dari silica, alumina, lime, magnesia dan lain-lain. Keunggulan *fiberglass* terletak pada ratio (perbandingan) harga dan performance yaitu biaya produksi rendah, proses produksi sangat sederhana, *fiberglass* banyak digunakan di industri-industri otomotif seperti pada body kendaraan (Gundara, 2017).

Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh (Yunus *et al.*, 2020) membuat komposit fiberglass untuk panel panjat dinding dengan bahan serat *fiberglass* dan serat daun nanas. Campuran ke dua serat tersebut mempengaruhi kekuatan serta ketahanan pada panel panjat dinding. Selanjutnya, Negara (2020) mengganti serat sintetis pada komposit *fiberglass* dengan ampas kopi. Diketahui bahwa ampas kopi dapat menurunkan kekuatan tarik, karena sifat dari ampas kopi yang mudah beraglomerasi sehingga pembasahan yang kurang sempurna terhadap partikel ampas kopi. Penelitian lainya oleh (Marina *et al.*, 2018) memanfaatkan daun nanas sebagai bahan alternatif dalam pembuatan komposit fiberglass, dimana massa serat dan kecilnya ukuran partikel serat dapat mempengaruhi sifat mekanis pada komposit. Kemudian Putra *et al.* (2021), membuat komposit

partikel tandan kosong kelapa sawit (TKKS) dengan polyester sebagai matriks. Semakin kecil ukuran partikel TKKS nilai kerapatan akan menurun dan semakin besar fraksi volume partikel TKKS kerapatannya juga akan menurun.

Berdasarkan penelitian-penelitian sebelumnya dapat dilihat bahwa belum ada yang menggunakan serat kelapa sawit sebagai bahan alami dalam pembuatan komposit *fiberglass*. Keunggulan penggunaan serat alami dibandingkan penggunaan serat sintetis yaitu harganya murah, densitas rendah, mudah terurai (*biodegradable*), bahan terbarukan, dan tidak berbahaya bagi kesehatan sehingga dapat meningkatkan eksplorasi serat alam baru dan menggunakan serat tanaman pada sektor industri (Suryanto *et al.* 2014).

Penelitian sebelumnya dari Wirman dkk. (2016), memanfaatkan serat kelapa sawit sebagai bahan komposit serat dengan perekat PVAc sebagai absorber. Dijelaskan serat kelapa diuji kemampuannya sebagai salah satu alternatif material peredam akustik. Serat mesokarp kelapa sawit juga dapat dimanfaatkan sebagai bahan pengolahan limbah cair dalam penelitian Manusawai (2011), menyebutkan bahwa pemakaian serat kelapa sawit dapat digunakan sebagai mediator penumbuhan mikrobiologi, dimana mikrobiologi yang sangat berperan aktif dalam penurunan kadar Biological Oxygen Demand (BOD), Chemical Oxygen Demand (COD) dan Total Suspended Solid (TSS) pada limbah kelapa sawit adalah bakteri hidrolitik. Semakin tebal/berat serat kelapa sawit yang digunakan maka semakin tinggi presentasi penurunan kandungan BOD, COD dan TSS pada limbah cair pabrik kelapa sawit. Kemudian Jati *et al.* (2011) menyebutkan dalam penelitiannya bahwa serat kelapa sawit bisa dimanfaatkan untuk menghasilkan pulp berupa lembaran. Pulp merupakan bahan berupa serat berwarna putih yang diperoleh melalui proses penyeyisihan lignin dari serat. Penelitian lain yang dilakukan Sakinah (2016), menjelaskan pembuatan komposit kayu plastik menggunakan serat pelepah sawit, dijelaskan bahwa faktor panjang dan diameter serta komposisi serat pelepah sawit mempengaruhi sifat fisik, mekanik dan morfologi produk yang dihasilkan. kemudian Yunus *et al.* (2020), membuat komposit berbahan serat daun nanas dan matrik resin polyester. Kuantitas campuran serat dapat mempengaruhi kekuatan dan ketahanan produk. Penelitian lainnya oleh Setiawan (2013), mengganti serat serat pada pembuatan Komposit

fiberglass menggunakan bulu ayam dan menghasilkan kualitas yang hampir sama dengan menggunakan serat serat/matt, hanya saja hasil pengujian bentuk dan kepadatan kurang baik.

Dari uraian tersebut dapat disimpulkan bahwa serat kelapa sawit dapat dimanfaatkan menjadi berbagai macam produk turunan, tidak hanya digunakan sebagai bahan bakar boiler. Serat mesokarp kelapa sawit dapat digunakan sebagai bahan komposit alami, sebagai bahan pengolah limbah cair, pulp dan masih banyak lagi.

Dengan demikian, berdasarkan uraian di atas maka serat mesokarp kelapa sawit yang merupakan serat alami, hingga saat ini belum dimanfaatkan secara optimal. Potensinya yang besar dapat dipakai sebagai bahan pembuat komposit *fiberglass* untuk menggantikan serat sintetis. Oleh karena itu, penelitian ini penting untuk dilakukan dengan tujuan membandingkan kualitas komposit *fiberglass* yang dihasilkan dengan sampel kontrol yang digunakan (*fiberglass* tanpa serat mesokarp kelapa sawit), menganalisis pengaruh variasi serat mesokarp kelapa sawit dan katalis terhadap kualitas komposit *fiberglass*, dan menganalisis komposisi bahan baku yang dapat menghasilkan produk komposit *fiberglass* dengan kualitas yang paling baik.

BAHAN DAN METODE

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam pembuatan *fiberglass* adalah cetakan ukuran 24 × 24 cm, mangkuk, pengaduk, pipet tetes, penggaris, neraca analitik, gergaji besi, kuas, ampelas dan gunting. Alat yang digunakan untuk analisa adalah jangka sorong, oven dan mesin uji *bending*.

Bahan yang digunakan adalah resin polyester, katalis (MEPOXE atau Methyl Ethyl Ketone Peroxide), vaseline, serat sintetis/matt yang didapat dari toko kimia dan serat kelapa sawit yang didapat dari hasil mesin press di PT Sawit Jaya Abadi 2 berlokasi di Kabupaten Poso, Provinsi Sulawesi Tengah.

Rancangan Percobaan

Penelitian ini menggunakan metode Rancangan Blok Lengkap (RBL) faktorial yang terdiri dari 2 faktor, yaitu: Faktor I dalam bentuk variasi penambahan MEPOXE (katalis) (%w) terdiri dari A1 = 0,50%; A2 =

0,75%; dan A3 = 1,00%. Pemakaian katalis tidak melebihi 1% terhadap resin, karena menurut Alamsyah dkk. (2020) penambahan katalis MEPOXE di atas 1% dari berat resin dapat menurunkan kekuatan *bending* pada resin polyester akibat reaksi panas yang berlebihan sehingga merusak pada hasil. Faktor II dalam bentuk penggunaan serat kelapa sawit (%w) B1 = 7,5%; B2 = 10%; dan B3 = 12,5%. Berdasarkan penelitian oleh Yudo dan Jatmiko (2008), ampas tebu 7,5% dari berat resin menghasilkan nilai yang tinggi pada pengujian *bending*, sehingga pada penelitian ini serat kelapa sawit dengan menambahkan penambahan 10% dan 12,5 % dari berat resin, diharapkan akan menghasilkan produk yang lebih baik.

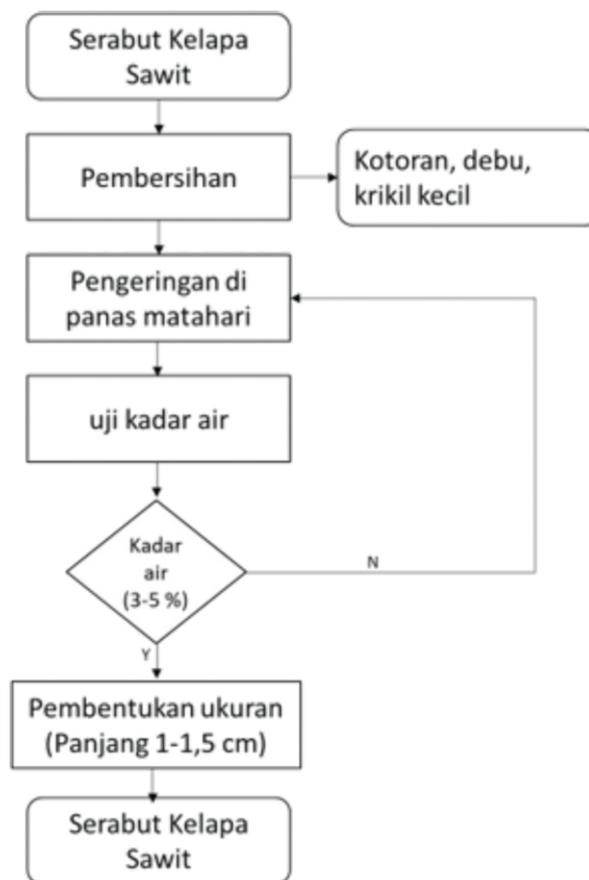
Faktor A dan B masing-masing terdiri dari 2 dan 3

taraf dengan 2 kali ulangan, sehingga diperoleh 18 satuan eksperimental. Kontrol yang dipakai komposisi adalah asli dari komposit *fiberglass* yaitu 200 g resin:1 g katalis:30 g serat sintetis (Setiawan, 2013). Berat resin (200 g) dari komposisi asli ini lah yang dipakai untuk menghitung penggunaan katalis dan serat kelapa sawit yang dipakai dalam penelitian ini.

Langkah Percobaan

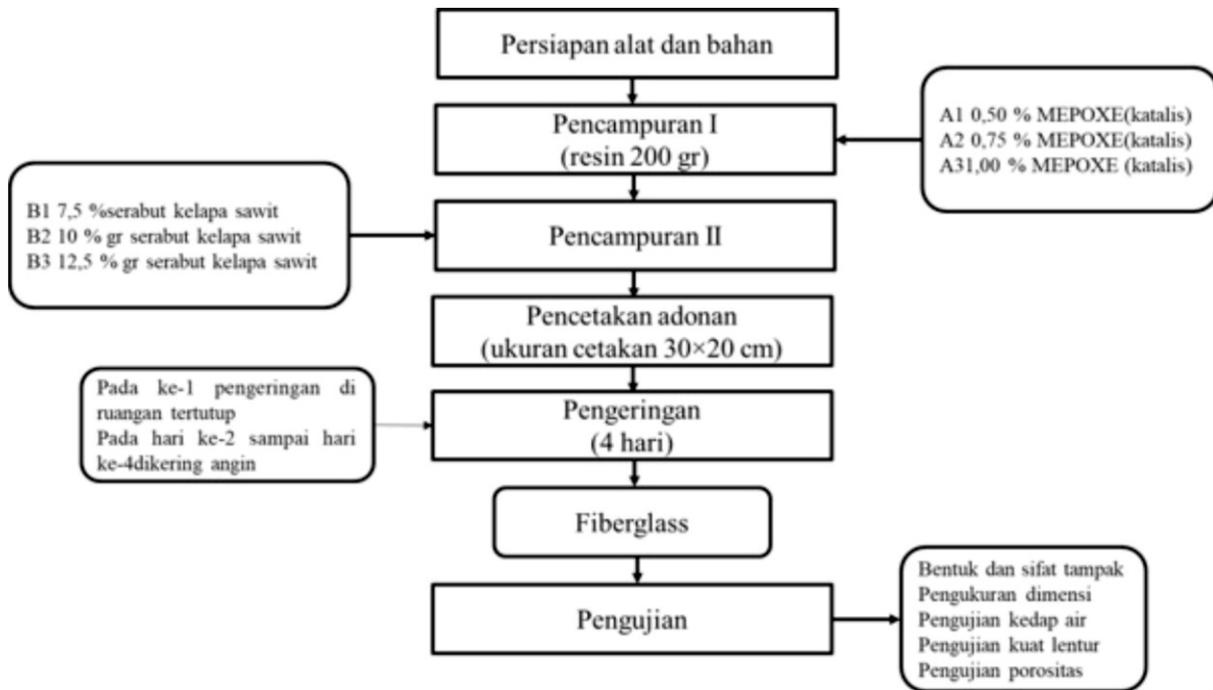
1. Penyiapan serat kelapa sawit

Persiapan serat kelapa sawit bertujuan untuk mendapatkan serat dengan kadar air, jenis, dan ukuran yang seragam. Proses penyiapan serat kelapa sawit disajikan dalam gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir penyiapan serat kelapa sawit
 Figure 1. Palm serat preparation flow chart

2. Pembuatan komposit fiberglass dalam pembuatan komposit *fiberglass* adalah Langkah kerja penggunaan serat kelapa sawit tersaji pada gambar 2.



Gambar 2. Penggunaan serat kelapa sawit sebagai pengganti serat sintetis pada komposit *fiberglass*
 Figure 2. The use of palm serat as a substitute for synthetic serat in fiberglass composites

Parameter Analisis

Pengujian akan dilakukan menurut SNI 03-1027-1995 yaitu, sifat tampak, dimensi, kedap air, porositas. Proses pengujian kuat lentur (uji *bending*) mengacu pada standar American Standard Testing and Material (ASTM) D790.

1. Bentuk dan sifat tampak

Pengujian dilakukan secara visual karena *fiberglass* yang diharapkan mempunyai permukaan lembaran yang tidak ada keretakan, dan cacat lainnya. Sedangkan tepi potongnya dicari adalah tepi potong yang lurus, rata, dan berbentuk empat persegi panjang (Setiawan, 2013).

2. Pengukuran dimensi

Pengukuran dimensi meliputi panjang, lebar, tebal, dan kesikuan. Alat uji yang diperlukan adalah jangka sorong (sketchmatch) dan penggaris. Pengukuran sisi dilakukan dengan menggunakan

penggaris dengan ketelitian 1 mm, sedangkan untuk mengukur ketebalan menggunakan jangka sorong dengan ketelitian 0,1 mm (Setiawan, 2013).

3. Pengujian kedap air

Pengujian kedap air dilakukan dengan memotong benda uji dari lembar contoh berukuran 5 x 5 cm. Sebuah tabung tembus cahaya direkatkan pada tengah-tengah benda uji yang diletakkan mendatar di atas bejana tembus pandang. Tabung tersebut diisi dengan air. Pada bawah benda uji diletakkan kapas yang ditimbang terlebih dahulu kemudian tunggu selama 3 jam. Setelah itu kapas tersebut ditimbang kembali. Untuk mendapatkan nilai kedap air kapas setelah 3 jam dikurangi dengan kapas sebelum (Setiawan, 2013).

4. Pengujian kuat lentur (uji *bending*)

Pengujian *bending* dilakukan di Laboratorium Politeknik Akademi Teknik Mesin dan Industri

(ATMI) Surakarta. Proses pengujian menggunakan *three-point* bending dengan mengikuti standar ASTM D790. Ukuran benda yang akan diuji yaitu panjang 115,2 mm dan lebar 24 mm. Pengujian dilakukan menggunakan *three-point bending* yang dimana dua poin pada bagian bawah sebagai tumpuan dan satu poin pada bagian atas sebagai penekan. Jarak antara titik tumpuan yang digunakan adalah 80 mm. Pengujian *bending* yang dilakukan didapatkan dua hasil yaitu *bending* maksimal (fM) dan *bending* saat break (fB). Nilai *bending* fM didapat ketika pada saat pengujian benda uji berada pada saat kekuatan tekuk yang maksimal sehingga terjadi retak pada benda uji sedangkan nilai *bending* fB didapat ketika benda uji sudah patah. Ketika terdapat selisih pada nilai *bending* fM dan *bending* fB maka sampel uji tersebut memiliki kelenturan sedangkan, jika tidak memiliki selisih maka sampel uji tersebut getas atau mudah patah saat berada di tekanan maksimal.

5. Pengujian porositas

Benda uji dibersihkan dari serpihan-serpihan yang mudah lepas, kemudian dipanaskan di dalam alat pengering pada suhu 105±5°C sampai mencapai berat tetap lalu didinginkan dan ditimbang. Berat sebelum direndam dicatat. Benda uji direndam selama 24 jam, kemudian benda uji di dalam air lalu dikeluarkan dari perendaman dan air yang berlebih dihilangkan memakai lap basah dan

segera ditimbang (Setiawan, 2013).

Analisis Data

Data yang diperoleh dari pengujian tersebut (dimensi, kedap air, porositas, dan uji bening) kemudian akan dianalisa dengan menggunakan two-way anova, yang dimana berfungsi untuk mengetahui apakah penambahan 2 faktor tersebut berpengaruh terhadap pengujian yang dilakukan. Apabila terdapat pengaruh nyata, maka akan dilanjutkan dengan uji jarak berganda Duncan untuk melihat faktor yang berpengaruh pada pengujian. Untuk membandingkan antara perlakuan dengan control dilakukan uji T. Uji T dilakukan untuk mengetahui apakah perlakuan dan control berbeda nyata atau tidak. Analisa data dilakukan dengan menggunakan aplikasi SPSS.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Visual Fiberglass Serat Mesokarp Kelapa Sawit

Pengujian sifat dan tampak dilakukan secara visual terhadap tepi potong dan lembaran *fiberglass*. Hasil pengujian sifat dan tampak dapat dilihat pada Tabel 1. Menurut SNI No. 03-1027-1995 menjelaskan bahwa *fiberglass* harus memiliki tepi potong yang lurus, rata dan permukaan yang halus tidak menunjukkan adanya retakan dan cacat lainnya.

Tabel 1. Kenampakan *fiberglass* dari serat mesocarp kelapa sawit
 Table 1. Appearance on fiberglass from palm oil mesocarp serat

Sampel	Permukaan	Gambar	Tepi Potong							
			Sisi 1	Gambar	Sisi 2	Gambar	Sisi 3	Gambar	Sisi 4	Gambar
A1B1	Baik		Rata		Rata		Rata		Rata	
A1B2	Baik		Rata		Rata		Rata		Rata	
A1B3	Baik		Rata		Rata		Rata		Rata	
A2B1	Baik		Rata		Rata		Rata		Rata	
A2B2	Baik		Rata		Rata		Rata		Rata	
A2B3	Baik		Rata		Tidak Rata		Rata		Rata	
A3B1	Baik		Rata		Rata		Rata		Rata	
A3B2	Baik		Rata		Rata		Rata		Rata	
A3B3	Baik		Rata		Rata		Tidak Rata		Rata	
Control	Baik		Rata		Rata		Rata		Rata	

Dari Tabel 1 dapat dilihat bahwa rata-rata sampel uji yang dipotong menggunakan gergaji besi memiliki tepi potong yang rata dan tidak memiliki cacat lainnya pada setiap sisi, walaupun ada sampel uji di salah satu sisi yaitu pada A2B3 (0,75% katalis:12,5% serat kelapa sawit) dan A3B3 (1% katalis:12,5% serat kelapa sawit) memiliki salah satu sisi yang tidak rata. Hal ini disebabkan karena penggunaan serat kelapa sawit yang berlebih pada satu sisi. Semakin banyak pemakaian serat kelapa sawit maka semakin sulit dipotong sehingga menghasilkan tepi potong yang tidak rata (Firmana, 2014). Hal ini akan memengaruhi estetika produk, efisiensi produk, dan fleksibilitas penggunaan

produk nantinya.

Uji T Kualitas *Fiberglass* Serat Kelapa Sawit

Uji T adalah uji parsial yang digunakan untuk menguji keterkaitan antara variabel bebas secara individual dengan variabel terikat (Singgih, 2001). Uji T dilakukan untuk mengetahui apakah pembuatan *fiberglass* dengan menggunakan serat kelapa sawit dapat menghasilkan kualitas yang berbeda nyata dibandingkan dengan menggunakan serat sintetis. Parameter yang diamati antara lain secara fisik meliputi dimensi, kedap air, porositas, dan uji bending. Hasil T-test dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Uji-T hasil penelitian terhadap sampel kontrol
Table 2. T-Test results of research results on control samples

Sampel	Ketebalan (mm)	Kedap air (gram)	Porositas (%)	Kuat beban (N)	Bending fM (MPa/mm)	Bending fB (MPa/mm)
Kontrol	3,7000	0,0044	1,3949	125,8008	18,8851	9,9427
Perlakuan	4,5622	0,0015	2,7087	129,4226	7,4318	7,3248
Signifikansi	2.10^{-6}	$2,965.10^{-11}$	$5,7807.10^{-7}$	0,7614	$2,6189.10^{-16}$	2.10^{-6}
Perbedaan	beda nyata	beda nyata	beda nyata	tidak beda nyata	beda nyata	beda nyata

*Bending fM = Tegangan maksimal; Bending fB = Tegangan saat break
Nilai signifikansi $<0,05$ menunjukkan ada beda nyata antara sampel perlakuan dengan sampel kontrol pada parameter uji

*Bending fM = Maximum tension; Bending fB = Tension at break

Significance value of <0.05 indicates that there is a real difference between the treatment sample and the control sample on the test parameters

Dimensi meliputi keseragaman ukuran dan ketebalan pada *fiberglass*. Uji T menunjukkan bahwa ketebalan rata-rata perlakuan secara signifikan berbeda dari ketebalan kontrol. Ketebalan kontrol sebesar 3,7000 mm dan perlakuan 4,5622 mm dengan signifikansi 0,000002. Ketebalan *fiberglass* dipengaruhi ukuran dari serat yang lebih besar dibandingkan serat sintetis sehingga menyebabkan perbedaan ketebalan pada saat pencetakan (Sunardi *et al.*, 2016). Sehingga serat mesokarp kelapa sawit memberikan pengaruh nyata pada dimensi produk dibandingkan serat sintetis.

Kedap air dapat diartikan bahwa produk tidak tembus oleh air. Kedap air dipengaruhi oleh campuran serat dan resin pada saat pencampuran (Sulaeman, 2018). Uji T menunjukkan bahwa rata-rata perlakuan secara signifikan berbeda dengan sampel kontrol. Nilai kedap air sampel kontrol sebesar 0,0044-gram dan perlakuan 0,0015-gram dengan signifikansi $2,965 \times 10^{-11}$, yang menandakan bahwa penggunaan serat mesokarp kelapa sawit memberikan beda nyata dan kedap air yang lebih baik dibandingkan sampel kontrol tanpa penambahan serat tersebut. Perlakuan dan kontrol tidak memiliki tetesan pada saat pengujian

tetapi kapas yang dipakai menyerap udara lembab yang ada di sekitar sehingga menyebabkan perbedaan yang signifikan. Menurut Daud *et al.* (2019) kelembapan dapat meningkatkan kadar air sehingga dapat disimpulkan berat pada kapas tersebut adalah kadar air. Apabila nilai kedap air semakin rendah maka semakin baik.

Nilai persentase porositas yang kecil membuat air tidak dapat tembus sehingga semakin kecil persentasenya maka semakin bagus kualitas *fiberglass* yang dihasilkan. Pada Tabel 2 diatas dapat dilihat sampel kontrol memiliki nilai persentase lebih kecil dibandingkan dengan perlakuan, sehingga menunjukkan hasil berdeda yang signifikan. Nilai porositas control sebesar 1,39% dan perlakuan 2,78% dengan signifikasi $2,6189 \times 10^{-16}$. Hal ini dikarenakan ukuran serat sintetis pada sampel kontrol lebih tipis dibanding perlakuan sehingga penyerapan antara serat dan resin lebih baik. Meskipun penggunaan serat mesokarp kelapa sawit menghasilkan produk dengan porositas lebih besar daripada serat sintetis, nilai porositas pada perlakuan masih dapat dikategorikan baik karena sesuai dengan SNI, bahwa penyerapan air maksimal 10% (Budikusumah, 2022).

Uji T menunjukkan bahwa nilai kuat beban tidak memiliki beda nyata antara perlakuan dan sampel kontrol. Uji *bending* dilakukan untuk mengetahui beban yang dapat ditahan oleh komposit *fiberglass* dan juga mengetahui keelastisan bahan. Uji T menunjukkan bahwa rata-rata perlakuan secara signifikan berbeda dari ketahanan sampel kontrol. Pada saat tegangan maksimal yang dimana saat

terjadi retakan dapat menerima tekanan yang lebih besar dibandingkan perlakuan begitu juga pada saat tegangan saat *break*. Perbedaan ukuran antara serat kelapa sawit dengan serat sintetis menyebabkan perbedaan yang signifikan. Panjang serat kelapa sawit 1-1,5 cm sedangkan serat sintetis 4-9 cm. Menurut Boimau dan Theo (2015), semakin besar ukuran panjang serat maka semakin lebih kuat karena serat Panjang memberikan sifat penguatan yang baik. Sehingga serat mesokarp kelapa sawit memiliki daya bending yang lebih lemah dan berbeda secara nyata dengan serat sintetis.

Hasil dari uji T yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa setiap pengujian fisik yang dilakukan pada sampel perlakuan menunjukkan perbedaan nyata terhadap kontrol. Pada pengujian porositas dan uji *bending* pada sampel perlakuan belum dapat menghasilkan beda nyata terhadap sampel kontrol, di sisi lain pada pengujian kedap air menunjukkan sampel perlakuan lebih baik dibandingkan dengan kontrol. Sehingga adanya serat mesokarp kelapa sawit pada *fiberglass* ini dapat memberikan nilai tambah pada kualitas *fiberglass* yang dihasilkan.

Analisis Sifat Mekanik Fiberglass Serat Kelapa Sawit

Analisa sifat mekanik meliputi pengujian dimensi, kedap air, porositas dan uji *bending*. Data primer yang didapat kemudian diolah dengan menggunakan *two-way anova test*. Berikut rekap tabel *two-way anova test* disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil *Two-way Anova Test* untuk sampel perlakuan
Table 3. *Two-way Anova Test Result for treatment samples*

Sampel	Uji	Dimensi (mm)	Kedap Air (g)	Porositas (%)	Kuat Beban (N)	<i>Bending fM</i> (MPa/mm)	<i>Bending fB</i> (MPa/mm)
Jumlah	Beda	Ya	Tidak	Tidak	Ya	Ya	Ya
Katalis	Sig	0,0197	0,2259	0,1632	$1,027 \cdot 10^{-50}$	$1,6846 \cdot 10^{-34}$	$1,817 \cdot 10^{-34}$
Jumlah Serat	Beda	Ya	Ya	Ya	Ya	Ya	Ya
Kelapa Sawit	Sig	$2 \cdot 10^{-5}$	0,0445	0,0037	$2,7608 \cdot 10^{-54}$	$2,6663 \cdot 10^{-37}$	$3,6828 \cdot 10^{-37}$
Interaksi	Beda	Tidak	Tidak	Tidak	Ya	Ya	Ya
	Sig	0,5779	0,9972	0,5695	$5,7912 \cdot 10^{-50}$	$7,4073 \cdot 10^{-36}$	$1,0451 \cdot 10^{-34}$

*Bending f_M = Tegangan maksimal; Bending f_B = Tegangan saat break

Nilai signifikansi $<0,05$ menunjukkan ada beda nyata antara sampel perlakuan dengan sampel kontrol pada parameter uji

*Bending f_M = Maximum tension; Bending f_B = Tension at break

Significance value of <0.05 indicates that there is a real difference between the treatment sample and the control sample on the test parameters

1. Dimensi

Hasil uji ANOVA untuk pengujian dimensi menunjukkan bahwa penambahan katalis dan serat mesokarp kelapa sawit berpengaruh nyata pada ketebalan ditunjukkan dengan nilai signifikansi 0,0197 (signifikansi rendah) untuk penambahan katalis dan untuk serat kelapa sawit dengan nilai signifikan 0,000023 (signifikansi rendah). Bentuk komposit *fiberglass* adalah persegi dan didapat dalam pengukuran sisi 23,80 cm dengan penyimpangan 0% hal ini sesuai dengan SNI yaitu penyimpangan ukuran dengan maksimal $\pm 0,3\%$. Dimana nilai ketebalan tertinggi adalah komposisi A3B3 (katalis 1% dan serat kelapa sawit 12,5%) dengan tebal 5,52 mm dan nilai terendah pada komposisi A1B1 adalah komposisi A1B1 (katalis 0,5% dan serat kelapa sawit 7,5%) yaitu dengan tebal 3,90 mm, sehingga dapat disimpulkan bahwa semakin banyak pemakaian dari katalis dan serat kelapa sawit maka semakin tebal pula hasil komposit *fiberglass* (Firmana, 2014).

2. Kedap Air

Nilai kedap air didapat dari banyaknya air yang terperangkap di dalam kapas. Semakin banyak air yang berada dalam kapas maka semakin tidak kedap air komposit *fiberglass*. Hasil uji ANOVA untuk pengujian kedap air, menunjukkan penambahan serat kelapa sawit berpengaruh nyata terhadap kadar air produk, ditunjukkan dengan nilai signifikansi 0,0445 (signifikansi rendah).

Berdasarkan hasil penelitian, komposit *fiberglass* dalam pengujian kedap air yang digunakan dengan media kapas, nilai terendah terdapat pada komposisi A1B1 (katalis 0,5% dan serat kelapa sawit 7,5%) dengan nilai rata-rata 0,0007-gram dan nilai terendah pada komposisi A3B3 (katalis 1% dan serat kelapa sawit 12,5%) dengan nilai rata-rata 0,0027 gram. Pemakaian serat kelapa sawit dalam pembuatan komposit *fiberglass* tidak tembus oleh air, karena serat tersebut terselubungi dengan resin dan katalis sehingga tidak dapat ditembus oleh air (Setiawan, 2013). Hal ini

membuat komposit *fiberglass* memenuhi SNI No.03-1027-1995.

3. Porositas

Porositas pada komposit *fiberglass* dapat diartikan sebagai perbandingan volume ruang yang pada komposit berupa pori-pori terhadap volume keseluruhan komposit (Ridha & Darminto, 2016). Dari pengujian yang dilakukan didapatkan bahwa penambahan serat kelapa sawit berpengaruh nyata terhadap porositas, yang ditunjukkan dengan nilai signifikansi 0,037 (signifikansi rendah). Nilai porositas tertinggi terdapat pada komposisi A2B3 (katalis 0,75% dan serat kelapa sawit 12,5%) dengan nilai 3,82% dan nilai terendah pada komposisi A1B1 (katalis 0,5% dan serat kelapa sawit 7,5%) dengan nilai 1,95%. Semakin kecil persentase porositas maka semakin bagus kualitas *fiberglass* yang dihasilkan, karena ruang pada *fiberglass* yang sedikit membuat *fiberglass* menjadi padat. Berdasarkan hasil pengujian tersebut dapat dilihat semakin banyak pemakaian serat kelapa sawit maka semakin besar pula porositasnya, hal ini karena penambahan volume serat dalam komposit membuat serat dan resin semakin kurang rapat (Sari & Fajrin, 2018). Pemakaian serat alami juga mempengaruhi nilai porositas karena memiliki sifat menyerap air sehingga setiap penambahan serat kelapa sawit maka semakin banyak juga menyerap air (Andrianto et al., 2019). Pengujian lanjut dilakukan pada kedap air dan porositas untuk melihat hubungan antara ke dua pengujian tersebut, nilai *Pearson correlation* berada di angka 0.632 yang berarti memiliki korelasi yang kuat. Semakin besar rembesan air maka semakin tinggi pula persentase porositas dari komposit *fiberglass*.

4. Uji kuat beban dan *bending*

Hasil ANOVA untuk pengujian kuat tekan menunjukkan penambahan kedua faktor berpengaruh pada kekuatan tekan, yang ditunjukkan pada nilai signifikansi $5,7912 \times 10^{-50}$ (sig rendah). Setiap penambahan serat dan katalis maka membuat

komposit *fiberglass* saat menerima tekanan semakin kuat. Menurut Sari dan Fajrin (2018) banyaknya penggunaan serat mempengaruhi kekuatan komposit yang dimana pada penelitian ini nilai terbesar berada pada komposisi A3B3 (katalis MEPOXE 1% dan serat kelapa sawit 12,5%) 208,7929 N dan banyaknya jumlah persentase katalis yang dipakai membuat komposit *fiberglass* semakin kuat pada sifat mekanisnya (Perwara, 2021).

Hasil ANOVA untuk pengujian *bending* fM menunjukkan penambahan kedua faktor berpengaruh pada kekuatan *bending fiberglass*, yang ditunjukkan pada nilai signifikansi $7,4073 \times 10^{-36}$ (sig rendah). Sedangkan hasil ANOVA untuk pengujian *bending* fB menunjukkan penambahan katalis dan serat kelapa sawit berpengaruh nyata pada kekuatan *bending fiberglass*, yang ditunjukkan pada nilai $1,0451 \times 10^{-36}$ (sig rendah). Pemakaian serat kelapa sawit dalam pembuatan komposit *fiberglass* memiliki pengaruh nyata dalam pengujian *bending*. Rerata tertinggi pada uji *bending* maksimal (fM) terdapat pada pemakaian serat 0,5% yaitu sebesar 8,91 MPa/mm dan terendah pada pemakaian serat 1% yaitu sebesar 6,25 MPa/mm. Rerata tertinggi uji *bending* saat break (fB) terdapat pada pemakaian serat 0,5% yaitu sebesar 8,84 MPa/mm dan rerata terendah pada 1% yaitu sebesar 6,56 MPa/mm. Menurut Sari dan Fajrin (2018) semakin banyak pemakaian serat dalam komposit maka semakin bertambah pula kekuatan *bending* yang dihasilkan, tetapi dalam penelitian ini tidak sesuai dengan pernyataan tersebut karena nilai kekuatan *bending* maksimal tertinggi terjadi pada komposisi A2B1 yaitu terbesar 10,92 MPa/mm dan pada saat break 10,92 MPa/mm, sehingga membuat sampel ini tidak lentur karena langsung patah. Sampel terbaik terdapat pada A3B2 yang memiliki kekuatan *bending* maksimal 7,07 MPa/mm dan saat break di 6,72 MPa/mm, membuat sampel ini memiliki tingkat kelenturan yang baik. Hal ini dapat terjadi karena ukuran serat yang tidak sama pada saat pencampuran serat yaitu 1-1,5 cm dan pencampuran serat yang tidak merata saat penuangan ke cetakan. Panjang serat memberikan pengaruh terhadap kekuatan *bending* komposit, dimana komposit dengan serat yang lebih Panjang memiliki kekuatan *bending* yang lebih tinggi dibandingkan serat yang lebih pendek (Boimau & da Cunha, 2015).

Sampel dengan kelenturan yang paling tinggi didapatkan adalah pada komposisi A3B2 (katalis 1%

dan serat kelapa sawit 10%) dengan ketebalan 4,61 mm, nilai kedap air 0,0019 gram, nilai porositas 2,51 % dan pengujian *bending* maksimal (fM) 7,07 MPa/mm dan *bending break* (fB) 6,62 MPa/mm sehingga membuat sampel tersebut memiliki kelenturan lebih baik diantara sampel lain. Sampel ini cocok dipakai untuk pembuatan benda yang memerlukan tingkat kelenturan antara lain container box, papan skateboard, tempat sampah dan tangki air. Ukuran serat yang digunakan pada penelitian ini adalah 1-1,5 cm, ukuran tersebut relatif kecil sehingga tingkat kelenturan yang dihasilkan relatif kecil. Diketahui bahwa Panjang ukuran serat akan mempengaruhi nilai kelenturan (Boimau & da Cunha, 2015).

Sampel yang paling kuat pada komposisi A3B3 (katalis 1% dan serat kelapa sawit 10%) dengan ketebalan 5,37 mm, nilai kedap air 0,0027 gram, nilai porositas 2,79%, dan kekuatan kuat beban 208,7929 N. sampel ini cocok dipakai untuk bahan yang memerlukan kekuatan antara lain mebel, genteng, perahu, dan lain lain.

Berdasarkan hasil penelitian, selanjutnya perlu diteliti tentang ukuran serat sehingga diharapkan dapat memperoleh komposit serat dengan kelenturan yang lebih tinggi.

KESIMPULAN

Dari data hasil penelitian dan pembahasan yang didapatkan, dapat ditarik beberapa kesimpulan, diantaranya:

1. Berdasarkan uji T yang dilakukan pengujian ketebalan, kedap air, porositas, dan uji *bending* berbeda nyata dengan sampel kontrol. Sedangkan pada penerimaan tekanan kuat beban tidak terdapat beda nyata pada kontrol. Sehingga adanya serat mesokarp kelapa sawit pada *fiberglass* ini dapat memberikan nilai tambah pada kualitas *fiberglass* yang dihasilkan.
2. Berdasarkan analisa yang telah dilakukan pada setiap sampel dengan perlakuan penambahan katalis MEPOXE berpengaruh nyata terhadap dimensi dan uji *bending*, dan penambahan serat kelapa sawit berpengaruh nyata terhadap dimensi, kedap air, porositas dan uji *bending*.
3. Hasil terbaik dari penelitian ini:
 - a. Sampel dengan kelenturan paling tinggi pada

komposisi A3B2 (katalis 1% dan serat kelapa sawit 10%) dengan ketebalan 4,61 mm, nilai kedap air 0,0019 gram, nilai porositas 2,51 % dan pengujian *bending* maksimal (fM) 7,07 MPa/mm dan *bending* break (fB) sebesar 6,62 MPa/mm. Hal ini membuat komposit *fiberglass* memenuhi SNI No.03-1027-1995.

- b. Sampel terkuat didapatkan adalah pada komposisi A3B3 (katalis 1% dan serat kelapa sawit 10%) dengan ketebalan 5,37 mm, nilai kedap air 0,0027 gram, nilai porositas sebesar 2,79 %, dan kekuatan kuat beban 208,7929 N. Hal ini membuat komposit *fiberglass* memenuhi SNI No.03-1027-1995.

DAFTAR PUSTAKA

- Alamsyah, A., Hidayat, T., & Iskandar, A. N. (2020). Pengaruh Perbandingan Resin dan Katalis terhadap Kekuatan Tarik Komposit Fiberglass-Polyester untuk Bahan Pembuatan Kapal. *Zona Laut: Jurnal Inovasi Sains Dan Teknologi Kelautan*, 26–32.
- Andrianto, S. N. K., Sari, N. H., & Okariawan, I. D. K. (2019). *Pengaruh Fraksi Volume Serat terhadap Penyerapan air 24 jam secara Kontinu terhadap Sifat Kekuatan Tarik dari Komposit Berpenguat Serat Kulit Jagung* [Tugas Akhir]. Universitas Mataram.
- Boimau, K., & da Cunha, T. (2015). *Pengaruh panjang serat terhadap sifat bending komposit poliester berpenguat serat daun gawang*.
- Budikusumah, I. (2022). *Analisis beban lentur genteng beton terhadap variasi bahan tambah serat sabut kelapa serat tebu dan fiberglass* [Skripsi]. Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Daud, A., Suriati, S., & Nuzulyanti, N. (2019). Kajian Penerapan Faktor yang Mempengaruhi Akurasi Penentuan Kadar Air Metode Thermogravimetri. *Lutjanus*, 24(2), 11–16.
- Firmana, R. F. (2014). Potensi serat siwalan sebagai bahan pengganti pada pembuatan bahan bangunan fiberglass. *Rekayasa Teknik Sipil*, 1(1/rekat/14).
- Gundara, G. (2017). Analisis Sifat Fisis dan Mekanis Komposit Serat Gelas Berlapis. *Prosiding Seminar Nasional Teknoka*, 2, M17–M21.
- Jati, A. W., Kusumawardhani, N. A., & Setyorini, E. (2011). Optimasi Pembuatan Pulp Serabut Sawit (*Elais guineensis*) Melalui Proses Hidrolisis dengan NaOH. *Majalah Inovasi "Riset Material Lanjut"*, 10(3).
- Koba, Y., & Ishizaki, A. (1990). Chemical Composition of Palm Fiber and its Feasibility as Cellulosic Raw Material for Sugar Production. *Agricultural and Biological Chemistry*, 54(5), 1183–1187.
- Manusawai, H. A. (2011). Pengelolaan Limbah Padat Sabut Kelapa Sawit sebagai Bahan untuk Mengelola Limbah Cair. *Jurnal Agroteknologi*, 6(12), 892.
- Marina, M., Amri, I., & Nirwana, N. (2018). Pemanfaatan Daun Nanas Sebagai Bahan Alternatif Dalam Pembuatan Komposit Fiberglass Reinforced Plastic. *Jurnal Online Mahasiswa (JOM) Bidang Teknik Dan Sains*, 5(1), 1–6.
- Negara, C. W. K. (2020). Pengaruh Jumlah Variasi Fiber Glass terhadap Kekuatan Tarik Komposit Ampas Kopi. *Jurnal Syntax Admiration*, 1(6), 662–671.
- Perwara, A. S. (2021). Pengaruh Persentase Katalis terhadap Sifat Mekanis Komposit Bermatrik Resin Polyester. *Approach: Jurnal Teknologi Penerbangan*, 5(2), 7–13.
- Purboputro, P. I. (2017). Pengaruh Panjang Serat terhadap Kekuatan Impak Komposit Enceng Gondok dengan Matriks Poliester. *Media Mesin: Majalah Teknik Mesin*, 7(2).
- Putra, A. P., Sujana, I., & Wicaksono, R. A. (2021). Karakterisasi Pengaruh Ukuran Mesh 10, 20 dan 30 terhadap Sifat Mekanis dan Fisis Material Komposit Partikel Tandan Kosong Kelapa Sawit. *JTRAIN: Jurnal Teknologi Rekayasa Teknik Mesin*, 2(1), 19–26.
- Ridha, M., & Darminto, D. (2016). Analisis Densitas, Porositas, dan Struktur Mikro Batu Apung Lombok dengan Variasi Lokasi dan Kedalaman. *JFA (Jurnal Fisika Dan Aplikasinya)*, 12(3).
- Sabarisman, I. (2015). *Pengembangan film nanokomposit berbasis pektin dan nanopartikel ZnO serta aplikasinya sebagai pelapis buah salak pondoh utuh*. Institut Pertanian Bogor.

- Sakinah, S. (2016). *Pengaruh Diameter dan Panjang Serat Pelepah Sawit Terhadap Sifat dan Morfologi Wood Plastic Composite (WPC)*.
- Sari, N. H., & Fajrin, N. H. (2018). Sifat Mekanik dari Komposisi Polyester-Serat Pelepah Kelapa: Efek Perendaman Serat dalam Larutan Kimia Alkali. *Jurnal Teknik Mesin*, 7(2), 57–61.
- Setiawan, D. (2013). Penggunaan Bulu Ayam Sebagai Bahan Pengganti Serat Fiber Pada Pembuatan Fiberglass. *Jurnal Kajian Pendidikan Teknik Bangunan*, 1(1/JKPTB/13).
- Singgih, S. (2001). SPSS: Mengolah Data Statistik secara Profesional. *Jakarta: Penerbit PT Elex Media Komputindo Kelompok Gramedia, Anggota IKAPI*.
- Sulaeman, B. (2018). Pemanfaatan Limbah Karung Plastik. *PENA TEKNIK: Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Teknik*, 3(1), 93–106.
- Sunardi, S., Fawaid, M., & Chumaidi, M. (2016). Pemanfaatan Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit sebagai Penguat Papan Partikel dengan Variasi Fraksi Volume Serat. *Machine: Jurnal Teknik Mesin*, 2(1).
- Suryanto, H., Marsyahyo, E., Irawan, Y. S., & Soenoko, R. (2014). Effect of alkali treatment on crystalline structure of cellulose fiber from mendong (*Fimbristylis globulosa*) straw. *Key Engineering Materials*, 594, 720–724.
- Wahyono, S., Sahwadan, F. L., & Suryanto, F. (2008). Tinjauan terhadap perkembangan penelitian pengolahan limbah padat pabrik kelapa sawit. *Jurnal Teknik Lingkungan, Khusus*, 64–74.
- Wirman, S. P., Fitri, Y., & Apriza, W. (2016). Karakterisasi komposit serat sabut kelapa sawit dengan perekat PVAc sebagai absorber. *Journal Online of Physics*, 1(2), 10–15.
- Yudo, H., & Jatmiko, S. (2008). Analisa teknis kekuatan mekanis material komposit berpenguat serat ampas tebu (baggase) ditinjau dari kekuatan tarik dan impak. *Kapal*, 5(2).
- Yunus, M., Arnoldi, D., & Prakarsa, C. P. (2020). Pembuatan dan pengujian sifat mekanik komposit bahan serat fiberglass dan serat daun nanas dengan matrik resin polyester pada panel panjat dinding. *Austenit*, 12(1), 21–27.