

NASKAH PUBLIKASI (MANUSCRIPT)

**PENGARUH SUSUNAN SERAT PADA KOMPOSIT SERAT
HIBRID LAMINAT BERPENGUAT SERAT KACA DAN SERAT
TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT TERHADAP KEKUATAN
TARIK**

***EFFECT OF FIBER ARRANGEMENT IN HYBRID FIBER
COMPOSITE LAMINATE REINFORCED WITH GLASS FIBER AND
PALM OIL EMPTY BUNCHES FIBER ON TENSILE STRENGTH***

Ahmad Rizal¹, Agus Mujiyanto², Hery Tri Waloyo³



**AHMAD RIZAL
NIM 1911102442020**

**DOSEN PEMBIMBING:
AGUS MUJIANTO, S.T., M.T**

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK MESIN
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH KALIMANTAN TIMUR
JULI 2023**

Naskah Publikasi (*Manuscript*)

**Pengaruh Susunan Serat pada Komposit Serat Hibrid Laminat
Berpenguat Serat Kaca dan Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit
Terhadap Kekuatan Tarik**

*Effect of Fiber Arrangement in Hybrid Fiber Composite Laminate
Reinforced with Glass Fiber and Palm Oil Empty Bunches Fiber on
Tensile Strength*

Ahmad Rizal¹, Agus Mujianto², Hery Tri Waloyo³



**Ahmad Rizal
Nim 1911102442020**

**Dosen Pembimbing:
Agus Mujianto, S.T., M.T**

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK MESIN
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH KALIMANTAN TIMUR
JULI 2023**

HALAMAN PENGESAHAN

Pengaruh Susunan Serat Pada Komposit Serat Hibrid Laminat Berpenguat Serat Kaca Dan Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit Terhadap Kekuatan Tarik

NASKAH PUBLIKASI

Disusun Oleh:

Ahmad Rizal
1911102442020

Disetujui:

Pada Tanggal 13 Juli 2023

Penguji I



Khanif Setiyawan, S.T., M.T
NIDN 1123057301

Penguji II



Agus Mujiyanto, S.T., M.T
NIDN 1124088603

Penguji III



Andi Nugroho, S.T., M.T
NIDN 1129089001

Mengetahui,
Ketua

Prodi S1 Teknik Mesin



Ir. Anis Siti Nurrohkayati, S.T., M.T
NIDN 1114019202

Pengaruh Susunan Serat pada Komposit Serat Hibrid Laminat Berpenguat Serat Kaca dan Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit terhadap Kekuatan Tarik

Ahmad Rizal^a, Agus Mujianto^b, Herytriwaloyo^c
Program Studi S1 teknik Mesin
Universitas Muhammadiyah Kalimantan Timur
Jln. Ir. H. Juanda, No. 15 Sidodadi, Samarinda Ulu
Telephone/fax +62541748511
e-mail: rizaltik30@gmail.com , am713@umkt.ac.id , htw182@umkt.ac.id

Abstrak

Laminated hybrid fiber composites are made from a combination of polyester resin as the matrix and fiber (a combination of two types of fiber/hybrid) as the reinforcement. The fibers used are glass fiber/fiberglass (K) which is a type of synthetic fiber and fiber from empty palm oil bunches/EFB (TKKS) which is a type of natural fiber, which are then arranged in layers (laminated) with different arrangements by hand lay-up method. Both types of fiber were made with the arrangement of KT/TK/TKT/KTK, with a fixed fiber volume fraction of 40% (20K+20T/20T+20K/10T+20K+10T/10K+20T+10K) of the total volume of the composite. This study was conducted to determine the effect of the composition of the combination of two types of fibers on the tensile strength of the composite material. The tests carried out in this study referred to ASTM D3039. The test results show that the arrangement of glass fibers in the lower position with a larger fraction can provide more strength to the composite material when pressed.

Keywords: composite, biocomposite, laminate, tensile test

Abstrac

Komposit serat hibrid laminat dibuat dari gabungan resin poliester sebagai matriks dan serat (kombinasi dua jenis serat/hibrid) sebagai penguatnya. Serat yang digunakan adalah serat kaca/fiberglass (K) yang merupakan jenis serat sintetis dan serat dari tandan kosong kelapa sawit/TKKS (T) yang merupakan jenis serat alam, yang kemudian kedua jenis serat tersebut disusun secara berlapis (laminat) dengan susunan yang berbeda dengan metode hand lay-up. Kedua jenis serat dibuat dengan susunan KT/TK/TKT/KTK, dengan fraksi volume serat tetap 40% (20K+20T/20T+20K/10T+20K+10T/10K+20T+10K) dari total volume komposit. Penelitian dilakukan untuk mengetahui sejauh mana pengaruh susunan dari kombinasi dua jenis serat terhadap kekuatan tarik dari material komposit. Pengujian yang dilakukan pada penelitian ini mengacu kepada ASTM D3039. Hasil pengujian menunjukkan bahwa susunan serat kaca pada posisi bawah dengan fraksi lebih besar dapat memberikan kekuatan lebih pada material komposit saat ditekan.

Kata kunci: komposit, komposit serat alam, laminat, uji tarik

1. Pendahuluan

Indonesia merupakan penghasil minyak sawit mentah (CPO) terbesar di dunia, dengan produksi mencapai 44,8 juta ton dari seluruh perkebunan kelapa sawit yang tersebar di seluruh Indonesia,[1] mencapai 14,59 juta hektar pada tahun 2020. Produksi Tandan Sawit (TBS) Minyak sawit mentah olahan dapat berakhir dalam bentuk minyak goreng, campuran solar, dan kosmetik.[2] Namun proses ini menyisakan beberapa kendala yaitu produksi CPO menyisakan Tandan Buah Kosong (TKS) sebagai limbah pengolahan yang pemanfaatannya belum maksimal dan menjadi sumber pencemar lingkungan.[3] Hingga saat ini TKKS digunakan sebagai media tanam budidaya jamur dan juga sebagai pupuk.[4] Sebagian besar TKKS sisa dari olahan TBS

masih belum dapat dimaksimalkan, banyak yang tercecer dan dibiarkan begitu saja sebagai limbah yang mencemari lingkungan.[5]

Komposit serat atau *fiber-reinforced composite* yaitu komposit yang menggunakan serat sebagai material penguatnya.[6] Serat yang digunakan dapat berupa serat sintetis (seperti: serat kaca, nilon, dan karbon), dan juga serat alam (seperti: serat kelapa, nenas, TKKS, dan lainnya).[7] Model serat yang digunakan pada material komposit dapat berupa serat panjang (*continuous fiber*) atau serat pendek (*discontinuous fiber*) yang diletakan diantara matriksnya.[8]

Berdasarkan susunan dari serat penguat yang diletakan pada matriksnya, komposit dapat dibagi lagi menjadi empat kelompok yaitu: komposit yang menggunakan jenis serat yang memanjang (*continuous fiber composite*), komposit yang menggunakan jenis serat yang dianyam (*woven fiber composite*), komposit yang menggunakan jenis serat pendek (*discontinuous fiber composite/chopped fiber composite*) dan komposit yang menggunakan jenis serat hibrid (*hybrid composite*) yang mana komposit jenis ini menggunakan gabungan dari dua jenis serat yaitu dari jenis serat pendek dan serat panjang.[9]

Hal ini akhirnya mengundang peneliti untuk melakukan penelitian tentang pemanfaatan serat TKKS guna mengurangi penggunaan serat sintetis yang saat ini masih banyak digunakan dalam hal ini fiberglass.[10] Salah satu cara yang dapat dilakukan adalah dengan melakukan penggabungan kedua jenis serat tersebut untuk menjadi penguat pada material komposit atau sering disebut sebagai komposit hibrid.[11]

2. Metodologi

Metode penelitian yang akan diterapkan adalah penelitian experimental , karena semua data yang didapatkan diperoleh melalui serangkaian percobaan. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui bagaimana karakterisasi kekuatan tarik komposit jenis serat dengan menggunakan dua jenis serat yang berbeda/hibrid yang disusun secara laminat dengan beberapa variasi susunan serat.

Serat yang digunakan adalah serat kaca (K) yang merupakan jenis serat sintetis dan serat TKKS (T) yang merupakan jenis serat alam kemudian disusun secara laminat dengan variasi susunan serat yang berbeda. Kemudian serat diberi resin poliester sebagai matriksnya dengan menerapkan model pencetakan hand lay-up.[12]

2.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Adapun waktu dan juga tempat dilakukannya penelitian ini baik dari pembuatan benda uji, pengujian, hingga pengambilan data, adalah:

1. Waktu dilaksanakannya penelitian ini baik dari proses pembuatan benda uji hingga pengujian dan pengambilan data dilakukan dari bulan Agustus 2022 hingga bulan Desember 2022.
2. Tempat dilaksanakannya penelitian ini baik dari proses pembuatan benda uji hingga pengujian dan pengambilan data dilakukan di Gedung Kampus 1 dan 2 Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Muhammadiyah Kalimantan Timur.

2.2 Alat dan Bahan

Adapun peralatan dan bahan utama yang digunakan pada penelitian ini, adalah sebagai berikut:

Table 1 Alat

No	Nama Barang	Spesifikasi
1	Kaca Mata	Safety, bening
2	Masker	N95
3	Sarung Tangan	Karet
4	Cetakan	Kaca (Hand made)
5	Gelas Ukur	1.000 ml
6	Jangka Sorong	150 mm ketelitian 0,05mm
7	Mesin Gerinda	GWS 060
8	Timbangan	Digital, 10 kg ketelitian 1 gram
9	Alat Uji Tarik Universal (Universal Tensile Machine)	WDW-S10, 10 kN/1.000 kgf

Table 2 Bahan

No	Nama Barang	Spesifikasi
1	Kaca	Ketebalan 3mm dan 5mm
2	Resin poliester	<i>Unsaturated Polyester</i> Yukalac© 157 BQTN-EX
3	Katalis	MEKP-MEPOXE
4	NaOH	<i>Flake</i>
5	Serat TKKS	5 sampai 7 cm
6	Serat kaca	<i>E-Glass</i> , 300 g/m ²
7	<i>Grease</i>	

2.3 Pembuatan Benda Uji

Benda uji dibuat dari gabungan resin poliester dan katalis sebagai matriks dan juga serat kaca dan serat TKKS sebagai penguatnya. Matriks dibuat dengan mencampurkan resin polyaster ditambah dengan 3% katalis sebagai pengerasnya. Kemudian serat disusun secara laminat sesuai dengan susunan dan juga fraksi yang telah ditentukan.[13] Benda uji yang akan dibuat pada cetakan dengan total fraksi volume serat gabungan serat kaca dan serat TKKS yaitu 40% dari total volume komposit (Tabel 3).[14]

Pengujian tarik pada penelitian ini mengacu kepada ASTM International D3039 – Standard Test Method for Tensile Properties of Polymer Matrix Composite Material.

Tabel 3 Susunan serat beserta fraksinya

Susunan serat	Fraksi volume serat (%)				Total
	Serat Kaca	Serat TKKS	Serat Kaca	Serat TKKS	
Kaca+TKKS	20	20	0	0	40
TKKS+Kaca	0	20	20	0	40
Kaca+TKKS+Kaca	10	20	10	0	40
TKKS+Kaca+TKKS	0	10	20	10	40

2.4 Uji Tarik

Uji tarik atau pengujian tarik adalah salah satu metode pengujian mekanik untuk menentukan sifat-sifat mekanik bahan, seperti kekuatan tarik, elastisitas, dan kekuatan lentur. Uji tarik dilakukan dengan menguji sampel bahan pada mesin uji tarik, yang akan menarik sampel dengan gaya yang dikenal hingga sampel patah. Pengujian tarik pada penelitian ini mengacu

kepada ASTM International D3039 – Standard Test Method for Tensile Properties of Polymer Matrix Composite Material.[15]

3. Hasil dan Pembahasan

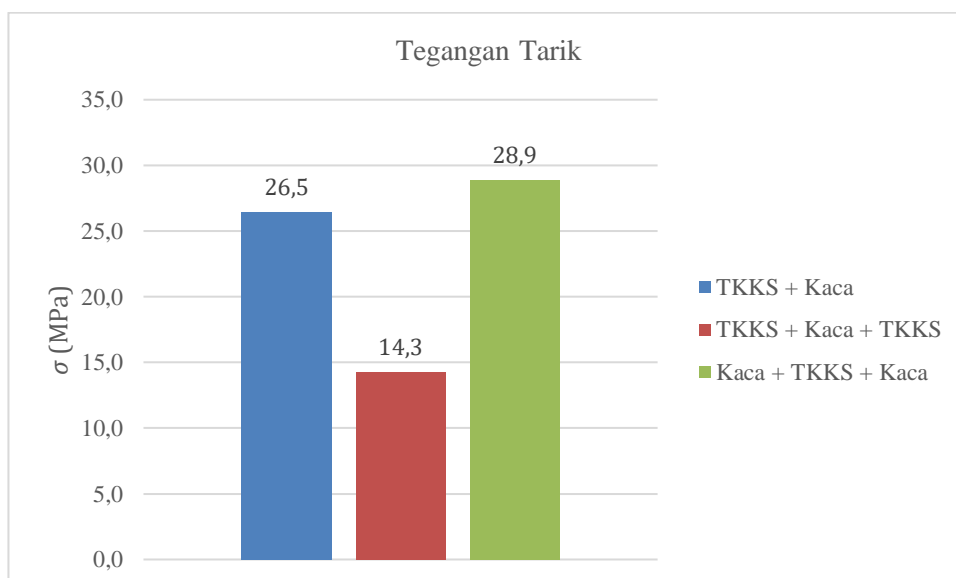
Pengujian tarik yang dilakukan dalam penelitian ini dilakukan untuk mengetahui karakterisasi urutan susunan laminasi terhadap kekuatan tarik dari material komposit berpenguat serat hibrid, yang mana serat yang digunakan merupakan gabungan dari dua jenis serat yang berbeda yang disusun berlapis pada tiap jenis serat dengan susunan serat dan fraksi yang berbeda. Pengujian tarik pada penelitian ini dilakukan dengan mengacu kepada standar ASTM International D3039 – Standard Test Method for Tensile Properties of Polymer Matrix Composite Material.

Table 3 Susunan serat

Variasi susunan serat	σ (MPa)
TKKS + Kaca	26.5
TKKS + Kaca + TKKS	14.3
Kaca + TKKS + Kaca	28.9

Dari nilai yang ditunjukkan pada tabel diatas nilai tertinggi pada pengujian tarik didapat pada benda uji dengan variasi kaca+TKKS+kaca. Pada kondisi dimana serat kaca berada disisi bawah dan atas pada pengujian tarik, serat kaca akan memberikan penguatan yang lebih baik dibandingkan TKKS sehingga material komposit dapat menerima beban lebih besar. Serat kaca memiliki sifat mekanis yang lebih baik dibandingkan dengan serat TKKS, kemudian semakin tebal atau meningkatnya fraksi volume yang digunakan akan meningkatkan sifat mekanik dari material komposit.

Table 4 Grafik tegangan tarik



Nilai pengujian tarik paling rendah ada pada variasi TKKS+kaca+TKKS, hal ini terjadi karena bagian yang diisi oleh serat TKKS dan dalam fraksi volume yang paling rendah. Serat TKKS yang pada variasi ini tidak dapat menahan beban tarik sebaik serat kaca, dan dengan fraksi volume yang lebih kecil menyebabkan material komposit pada variasi memiliki nilai bending yang paling kecil. Hal ini dikarenakan bagian dimana material komposit berpenguat serat yang

diperkuat dengan jenis serat yang memiliki sifat mekanik yang lebih rendah dan dalam jumlah fraksi yang lebih kecil akan membuat material komposit serat memiliki nilai uji yang lebih kecil.

4. Kesimpulan

Susunan laminasi serat pada material komposit berpengaruh pada hasil pengujian tarik. Pada pengujian tarik pada benda uji dengan variasi susunan laminasi serat kaca +TKKS+kaca atau KTK dengan fraksi masing-masing 10+20+10, pada susunan serat kaca yang diletakkan diposisi terluar material komposit dapat memberikan efek penguatan pada material komposit yang paling baik diantara variasi susunan laminasi serat lainnya.

Daftar Pustaka

- [1] J. C. Jacquemard *Et Al.*, "Intensification Of Oil Palm (*Elaeis Guineensis* Jacq.) Plantation Efficiency Through Planting Material: New Results And Developments," *Int. Oil Palm Conf. (Iopc 2010) Transform. Oil Palm Ind.*, P. 36, 2010.
- [2] J. C. Kurnia, S. V. Jangam, S. Akhtar, A. P. Sasmito, And A. S. Mujumdar, "Advances In Biofuel Production From Oil Palm And Palm Oil Processing Wastes: A Review," *Biofuel Res. J.*, Vol. 3, No. 1, Pp. 332–346, 2016, Doi: 10.18331/Brj2016.3.1.3.
- [3] A. Sodri And F. E. Septriana, "Biogas Power Generation From Palm Oil Mill Effluent (Pome): Techno-Economic And Environmental Impact Evaluation," *Energies*, Vol. 15, No. 19, 2022, Doi: 10.3390/En15197265.
- [4] L. I. Sudirman, A. Sutrisna, S. R. I. Listiyowati, L. Fadli, And B. Tarigan, "The Potency Of Oil Palm Plantation Wastes For Mushroom Production," *Int. Conf. Mushroom Biol. Mushroom Prod.*, Pp. 378–384, 2011.
- [5] W. L. Liew, M. A. Kassim, K. Muda, S. K. Loh, And A. C. Affam, "Conventional Methods And Emerging Wastewater Polishing Technologies For Palm Oil Mill Effluent Treatment: A Review," *J. Environ. Manage.*, Vol. 149, Pp. 222–235, 2015, Doi: 10.1016/J.Jenvman.2014.10.016.
- [6] A. S. Singha And V. K. Thakur, "Sacccharum Cilliare Fiber Reinforced Polymer Composites," *E-Journal Chem.*, Vol. 5, No. 4, Pp. 782–791, 2008, Doi: 10.1155/2008/941627.
- [7] S. Taj, M. A. Munawar, And S. Khan, "Natural Fiber-Reinforced Polymer Composites Natural Fiber-Reinforced Polymer Composites," *Pakistan Acad. Sci.*, Vol. 44, No. 2, Pp. 129–144, 2007.
- [8] D. Verma, P. C. Gope, M. K. Maheshwari, And R. K. Sharma, "Bagasse Fiber Composites-A Review," *J. Mater. Environ. Sci.*, Vol. 3, No. 6, Pp. 1079–1092, 2012.
- [9] R. R. Nagavally, "Composite Materials - History, Types, Fabrication Techniques, Advantages, And Applications," *Int. J. Mech. Prod. Eng.*, No. 2, Pp. 25–30, 2016.
- [10] N. A. B. Mohammad, "Synthesis , Characterization And Properties Of The New Unsaturated Polyester Resins For Composite By Noorshashillawati Azura Binti Mohammad Thesis Submitted In Fulfilment Of The Requirements For The Degree Of Master Of Science," *Analyzer*, No. April, 2007.
- [11] R. Article, P. Maheswari, K. A. Kumar, S. Mahendran, And M. Kamaraj, "A Review On Applications And Future Prospectus Of," Vol. 8, No. 6, Pp. 179–195, 2019.
- [12] S. N. Mohd Bakhori *Et Al.*, "Physical, Mechanical And Perforation Resistance Of Natural-Synthetic Fiber Interply Laminate Hybrid Composites," *Polymers (Basel)*, Vol. 14, No. 7, 2022, Doi: 10.3390/Polym14071322.
- [13] A. N. Anyakora, O. K. Abubakre, E. Mudiare, And M. A. T. Suleiman, "Effect Of Fibre Loading And Treatment On Porosity And Water Absorption Correlated With Tensile Behaviour Of Oil Palm Empty Fruit Bunch Fibre Reinforced Composites," *Adv. Mater. Res. (South Korea)*, Vol. 6, No. 4, Pp. 329–341, 2017, Doi: 10.12989/Amr.2017.6.4.329.
- [14] E. C. Okafor, C. C. Ihueze, And S. C. Nwigbo, "Optimization Of Hardness Strengths Response Of Plantain Fibers Reinforced Polyester Matrix Composites (Pfrp) Applying Taguchi Robust Design," *Int. J. Eng. Trans. A Basics*, Vol. 26, No. 1, Pp. 1–11, 2013, Doi: 10.5829/Idosi.Ije.2013.26.01a.01.
- [15] M. Pinnell, R. Fields, And R. Zabora, "Results Of An Interlaboratory Study Of The Astm

Standard Test Method For Tensile Properties Of Polymer Matrix Composites D 3039," *J. Test. Eval.*, Vol. 33, No. 1, Pp. 27–31, 2005, Doi: 10.1520/Jte12521.



UMKT
Program Studi
Teknik Mesin

Fakultas Sains dan Teknologi

Telp. 0541-748511 Fax.0541-766832

Website <http://mesin.umkt.ac.id>

email: mesin@umkt.ac.id



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

SURAT KETERANGAN ARTIKEL PUBLIKASI

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Agus Mujianto, S.T., M.T
NIDN : 1124088603
Nama : Ahmad Rizal
NIM : 1911102442020
Fakultas : Sains dan Teknologi
Program Studi : S1 Teknik Mesin

Menyatakan bahwa artikel ilmiah yang berjudul "Pengaruh Susunan Serat pada Komposit Serat Hibrid Laminat Berpenguat Serat Kaca dan Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit terhadap Kekuatan Tarik" telah di submit pada jurnal Turbin (Technology Urgency Breakthrough In Engineering) Pada tahun 2023. <https://ejournal.umm.ac.id/index.php/turbine/submissions>.
<https://ejournal.umm.ac.id/index.php/turbine/authorDashboard/submission/26180>

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Wassalamu 'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Samarinda, 26 Juli 2023

Mahasiswa

Dosen Pembimbing Skripsi

Ahmad Rizal
NIM 1911102442020

Agus Mujianto, S.T., M.T
NIDN 1124088603