

Analisa Kekuatan Tarik Komposit Serat Rotan Menggunakan Resin Epoksi dengan Variasi Fraksi Volume

Tomi irfansandi¹, Muhammad*, Ferry Safriwardi, Aljufri

Program Studi Teknik Mesin, Universitas Malikussaleh, Indonesia

*Corresponding author: muhammadtm@unimal.ac.id

Abstrak – Perkembangan pengetahuan dalam bidang komposit semakin pesat seiring dengan perkembangan teknologi dan permintaan dari sektor industri. Hal ini terlihat dari banyaknya penelitian yang dilakukan untuk mengembangkan bahan komposit baru dengan sifat yang lebih unggul. Pencetakan komposit dilakukan dengan mencampurkan serat kulit rotan 20% : 80% resin epoksi, serat 30% : 70% resin, epoksi dan serat 40% : 60% resin epoksi dengan perendaman alkali NaOH 5% selama 2 jam. Pembuatan komposit dilakukan dengan metode Hand-Lay Up. Sifat mekanik pengujian kekuatan tarik berdasarkan standar (ASTM D-3039) dan foto makro. Hasil penelitian dari variasi persentase tersebut yang memiliki kekuatan tarik tertinggi pada serat kulit rotan 40% : resin epoxy 60% dengan nilai rata-rata sebesar 51,65 Mpa, kekuatan luluh 3,02 Mpa, dan Elongation yaitu 4,25%. sedangkan nilai kekuatan tarik terendah terdapat pada serat kulit rotan 20% : resin epoxy 80%, dengan nilai rata-rata sebesar 27,44 Mpa, kekuatan luluh 2,12 Mpa, dan elongation 6,25%. Untuk hasil pengamatan patahan foto makro jenis patahan yang terlihat ialah patah getas. Dari hasil pengamatan menunjukkan bahwa komposit dengan variasi serat kulit rotan 40% : resin epoxy 60% layak digunakan sebagai material tensile alternatif.

keywords: Komposit, serat kulit rotan, resin epoxy, kekuatan tarik, foto makro.

1 Pendahuluan

Perkembangan pengetahuan dalam bidang komposit menjadi lebih pesat seiring bergantinya zaman serta permintaan dari sektor industri seperti misalnya produksi komponen struktural untuk kontruksi otomotif dan penerbangan. Komposit adalah suatu jenis bahan baru hasil rekayasa yang terdiri dari dua atau lebih bahan dimana sifat masing-masing bahan berbeda satu sama lainnya baik itu sifat kimia maupun fisiknya dan tetap terpisah dalam hasil akhir bahan tersebut (bahan komposit). Komponen material komposit dirancang untuk mendapat kombinasi karakteristik terbaik dari setiap komponen penyusun suatu material. Komposit dapat didefinisikan sebagai campuran makroskopik dari matrik dan penguat. Matriks berfungsi untuk mengikat dan menjaga penguat (*reinforcement*) agar tetap pada tempatnya (di dalam struktur), sedangkan penguat adalah bahan pada komposit yang berfungsi sebagai

penopang utama kekuatan komposit, penguat (*reinforcement*) yaitu bahan yang berupa serat.

meneruskan beban yang di distribusikan oleh matrik. Orientasi, ukuran, dan bentuk serta material serat Serat alami merupakan material yang pada umumnya digunakan sebagai penguat (*reinforcement*) pada komposit. Salah satu serat alam yang tersedia banyak di sekitar kita adalah rotan. Serat rotan mempunyai potensi yang baik untuk dikembangkan menjadi bahan komposit yang kuat, murah dan ramah lingkungan. Serat alam khususnya rotan yang melimpah di Indonesia sangat berpotensi besar untuk dikembangkan sebagai bahan teknik dengan melakukan rekayasa material salah satunya rekayasa dalam bidang komposit. Komposit serat rotan merupakan serat alam dengan beberapa keunggulan, antara lain rasio kekuatan terhadap kekuatan spesifik yang tinggi, lebih ringan, ketersediaan cukup melimpah, dapat didaur ulang, ramah lingkungan, relatif murah, tidak berbahaya untuk kesehatan serta penggunaan resin untuk menghasilkan komposit yang baik lebih (kurniadi.,dkk,2019). Provinsi Aceh merupakan

salah satu daerah penghasil rotan terbesar di Indonesia. Kabupaten penghasil rotan terbesar di Aceh salah satunya adalah kabupaten Simeulue. Kabupaten Simeulue merupakan kabupaten yang memiliki hasil rotan yang melimpah sehingga banyak industri kecil berkembang di sana. Industri kecil ini salah satunya adalah industri kreatif pengolahan rotan menjadi berbagai macam kerajinan seperti kursi goyang, meja, tudung saji, tas, keranjang dan masih banyak lagi. Namun disini penulis menyadari bahwa industri pengolahan rotan ini menghasilkan limbah rotan yang masih memiliki nilai jual yang tinggi dan masih bisa untuk diolah dengan cara mengolah limbah tersebut menjadi material baru yaitu menjadikan limbah rotan ini sebagai bahan komposit. Sehingga limbah tersebut tidak mengotori lingkungan dan memiliki nilai jual kembali. Penelitian komposit serat alam sudah banyak dilakukan salah satunya adalah penelitian (Jokosisworo, 2009), mengenai pembuatan komposit serat kulit rotan. Dari hasil analisa yang telah dilakukan melalui proses pembuatan komposit dan melakukan pengujian tarik, Analisa dari pengujian tersebut komposit yang mempunyai serat kulit rotan dengan perbandingan sudut arah serat $0^{\circ}/90^{\circ}$ dan 45° , perlakuan serat pola anyaman, fraksi volume 85,49% matriks poliester dan 14,51% serat kulit rotan terhadap spesimen uji kekuatan tarik mendapatkan hasil uji tarik dengan sudut arah serat $0^{\circ}/90^{\circ}$ yaitu 21,65 Mpa dan dengan sudut arah serat 45° yaitu 21,032 Mpa.

2 Tinjauan Pustaka

Kata komposit dalam istilah material komposit berarti bahwa dua atau lebih bahan yang digabungkan menjadi satu dengan pengujian yang dilakukan dengan tidak menggunakan alat optik (makroskopik) atau dengan bantuan kaca pembesar untuk membentuk material ketiga yang bermanfaat (Jones, 1998).

Komposit adalah suatu jenis material baru yang terbentuk dari hasil rekayasa yang terdiri dari dua atau lebih material dimana sifat masing-masing material berbeda satu sama lain baik itu sifat kimia maupun dari sifat fisiknya dan tetap terpisah dalam hasil akhir bahan tersebut (bahan komposit). Dengan adanya perbedaan dari bahan pembuatannya maka komposit antar bahan harus terikat dengan kuat (Nayiroh, 2021).

Pada umumnya bentuk dasar suatu bahan komposit adalah tunggal dimana merupakan susunan dari paling tidak terdapat dua unsur yang bekerja bersama untuk menghasilkan sifat-sifat bahan yang berbeda terhadap sifat-sifat unsur bahan penyusunnya. Komposit terdiri dari suatu bahan utama (matriks) dan satu jenis penguat yang ditambahkan untuk meningkatkan kekuatan dan kekakuan matriks. Penguatan ini biasanya dalam bentuk serat (fibre), bahan komposit memiliki banyak keunggulan, diantaranya berat yang lebih ringan,

kekuatan dan ketahanan yang lebih tinggi, tahan korosi dan tahan aus (Muhamad Muhajir, dkk, 2019).

Material komposit memiliki sifat mekanik yang lebih bagus dari pada logam, memiliki kekuatan bisa diatur yang tinggi (tailorability), memiliki kekuatan lelah (fatigue) yang baik, memiliki kekuatan jenis (modulus Young/density) yang lebih tinggi daripada logam, tahan korosi memiliki sifat isolator panas dan suara, serta dapat dijadikan sebagai penghambat listrik yang baik, dan dapat juga digunakan untuk menambal kerusakan akibat pembebanan dan korosi.

Kebanyakan campuran komposit yang telah kita ketahui adalah kombinasi dari fasa-fasa diskontinu biasanya mengandung 10 persen atau lebih dari volume total. Komposit yang umum, matriks terdiri dari polimer, tetapi dapat pula terdiri logam atau keramik, seperti dijumpai pada material-material mutakhir yang dikembangkan. Bahan material ini terdiri dari dua bahan penyusun, yaitu bahan utama sebagai bahan pengikat (reinforce) dan bahan pendukung sebagai pengisi (matriks). Matriks dapat didefinisikan sebagai suatu bagian dari komposit yang berfungsi sebagai pengikat penguat yang satu dengan yang lain serta mendistribusikan dengan baik beban yang diterima oleh komposit ke penguat.

Penguat adalah komponen yang dimasukkan ke dalam matriks yang berfungsi sebagai penerima atau penahan beban utama yang dialami oleh komposit dan memiliki sifat lebih kuat dari matriks serta sebagai tempat melekatnya matriks. Bahan penguat dapat berbentuk serat, partikel, serpihan atau juga dapat berbentuk lain. Antara matriks dan penguat akan terbentuk lapisan antarmuka (interface) yang terjadi akibat reaksi dengan wetting agent. Dengan penggabungan material tersebut, maka akan didapatkan suatu material yang sifatnya lebih baik dari material penyusunnya.

Material komposit terdiri dari dua buah penyusun yaitu filler (bahan pengisi) dan matrik. Adapun definisi dari keduanya adalah sebagai berikut:

1. Reinforcement (penguat)

Reinforcement adalah bahan pengisi yang digunakan dalam pembuatan komposit, biasanya berupa serat yang sering digunakan dalam pembuatan komposit antara lain serat *E-Glass*, *boron*, *carbon* dan lain sebagainya. Namun bisa juga dari serat alam antara lain serat kenaf, jute, rami, dan lain sebagainya (Silalahi, 2018).

2. Matriks (pengisi)

Matrik dalam komposit berfungsi sebagai bahan pengikat menjadi sebuah unit struktur, melindungi dari perusakan eksternal, memindahkan atau memindahkan beban eksternal pada bidang geser antara dan matriks, sehingga matriks dan serat saling berhubungan. Pembuatan komposit membutuhkan ikatan permukaan yang kuat antara serat dan matriks. Selain itu matrik juga harus memiliki kecocokan secara kimia agar reaksi yang tidak diinginkan tidak terjadi pada permukaan kontak antara keduanya. Untuk memilih matrik harus memperhatikan sifat-sifatnya, antara lain seperti tahan

terhadap panas, tahan cuaca yang buruk dan tahan terhadap guncangan yang biasanya menjadi pertimbangan dalam pemilihan material matrik (Silalahi, 2018).

menurut (krisdianto.,dkk,2015) mengatakan bahwa ‘rotan’ merupakan istilah kata dari bahasa melayu ‘rautan’ yang memiliki arti batang tanaman yang perlu diraut sebelum digunakan. rotan yang dikenal dalam bahasa inggris ‘rattan’ adalah batang yang diperoleh dengan cara mengupas dengan pisau atau parang yang tajam. dalam hal ini sebelum digunakan batang rotan perlu dihaluskan permukaannya. rotan dalam definisi ini juga termasuk produk turunannya seperti kulit, core, fitrit dan split yang berbentuk setengah bundar, oval atau pipih yang diambil dari bagian dalam batang rotan. berdasarkan asal tumbuhannya, rotan dapat diartikan sebagai tanaman dari kelompok palmae dari *family arecaceae* yang termasuk tanaman memanjat. menurut (berliani.,dkk,2019), rotan, dengan nama latin “*calamus sp.*” tumbuhan rotan ini persebarannya terdapat hutan-hutan yang ada di indonesia.

3. Bahan dan Metode Penelitian

Tempat penelitian dilaksanakan di Laboratorium Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Malikussaleh, Jalan Batam. Lhokseumawe.

- a) Bahan Penelitian
 1. Serat Kulit Rotan manau
 2. Resin *Epoxy* dan *Hardener*
 3. NaOH
- b) Peralatan
 1. Timbangan Digital
 2. Gelas Ukur
 3. Perangkat Cetakan
 4. Amplas
 5. Jangka Sorong
 6. Gunting
 7. Gerinda
 8. Universal Testing Machine (UTM) dapat dilihat pada Gambar 1 yang ada di Laboratorium Bahan Jurusan Teknik Mesin Universitas Malikussaleh.



Gambar 1 UTM

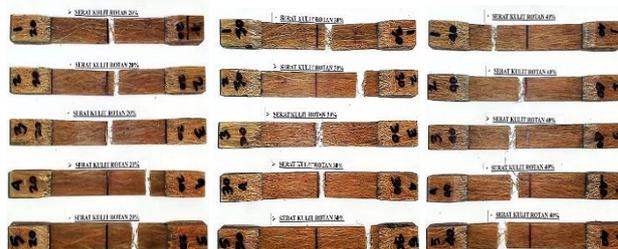
4 Hasil dan Pembahasan

4.1 Pengujian Tarik

Pengujian tarik dilakukan setelah proses pembuatan komposit serat kulit rotan dengan resin *epoxy* guna untuk mengetahui besarnya kekuatan tarik komposit dengan persentase fraksi volume serat kulit rotan (20% : 80%,

30% : 70%, dan 40% : 60%), pada komposit penguat serat kulit rotan.

Pengujian tarik dilakukan dengan menggunakan mesin *universal testing machine* di laboratorium uji material jurusan teknik mesin universitas malikussaleh. Untuk specimen yang sudah diuji dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Spesimen setelah uji Tarik

Berdasarkan hasil pengujian tarik yang telah dilakukan dengan menggunakan *standar* ASTM D3039 pada komposit penguat serat kulit rotan dan dengan perlakuan alkali (5% NaOH) dengan optimasi fraksi volume serat (20% : 80%, 30% : 70%, 40% : 60%), dengan orientasi serat lurus 90% dengan tegangan tarik, regangan tarik dan modulus elastisitas diperoleh hasil bagaimana ditunjukkan pada Tabel 1 sampai tabel 3 untuk memudahkan menganalisa data-data hasil pengujian ini, maka hasilnya dipaparkan dalam bentuk kurva sifat tarik komposit.

Tabel 1. Data hasil pengujian tarik fraksi volume serat kulit rotan 20 %.

Spesimen	Area (mm ²)	Maks Force (kgf)	Yield Strength		Tensile Strength		Elongation %
			kgf	Mpa	kgf	Mpa	
1	125,00	333,00	0.20	1.96	2,66	26,07	7,49
2	125,00	347,00	0.18	1.76	2,78	27,24	7,07
3	125,00	361,00	0.17	1.67	2,89	28,32	7,07
4	125,00	356,00	0.24	2.35	2,85	27,93	6,72
5	125,00	352,00	0.29	2.84	2,82	27,64	2,88
Rata-Rata	125,00	349,80	0.22	2.12	2,80	27,44	6,25

Dari hasil pengujian tarik yang telah dilakukan terhadap lima spesimen uji tarik dengan fraksi volume serat kulit rotan 20%. Kekuatan Tarik terendah terdapat pada spesimen uji nomor 1 dengan nilai 26,07 Mpa dengan kekuatan luluh 1,96 Mpa. Kekuatan tarik tertinggi terdapat pada spesimen uji nomor 3 dengan nilai 28,32 Mpa dengan kekuatan luluh 1,67 Mpa. Kekuatan tarik rata-rata dengan nilai 27,44 Mpa dan nilai kekuatan luluh rata-rata memiliki 2,12 Mpa. Berikut hasil uji untuk spesimen fraksi volume serat kulit rotan 30% diperlihatkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Data Hasil Pengujian Tarik Fraksi Volume serat kulit rotan 30%

Spesimen	Area (mm ²)	Maks Force (kgf)	Yield Strength		Tensile Strength		Elongation %
			kgf	Mpa	kgf	Mpa	
1	125,00	471,00	0.41	4.02	3,77	36,95	3,76
2	125,00	381,00	0.18	1.76	3,05	29,89	8,08
3	125,00	597,00	0.35	3.43	4,78	46,84	2,64
4	125,00	561,00	0.22	2.16	4,49	44,00	3,20
5	125,00	558,00	0.20	1.96	4,46	43,71	4,00
Rata-Rata	125,00	513,60	0.27	2.67	4,11	40,28	4,34

Dari hasil pengujian tarik yang telah dilakukan terhadap lima spesimen uji tarik dengan fraksi volume serat kulit rotan 30%. Kekuatan Tarik terendah terdapat pada spesimen uji nomor 2 dengan nilai 29,89 Mpa dengan kekuatan luluh 1,76 Mpa. Kekuatan tarik tertinggi terdapat pada spesimen uji nomor 3 dengan nilai 46,84 Mpa dengan kekuatan luluh 3,43 Mpa. Kekuatan tarik rata-rata dengan nilai 40,28 Mpa dan nilai kekuatan luluh rata-rata memiliki 2,67 Mpa. Berikut hasil uji untuk spesimen fraksi volume serat kulit rotan 40% diperlihatkan pada Tabel 3.

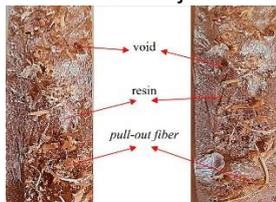
Tabel 3. Data Hasil Pengujian Tarik Fraksi Volume serat kulit rotan 40%

Spesimen	Area (mm ²)	Maks Force (kgf)	Yield Strength		Tensile Strength		Elongation %
			kgf	Mpa	kgf	Mpa	
1	125,00	689,00	0.16	1.57	5,51	54,00	5,48
2	125,00	661,00	0.10	0.98	5,29	51,84	3,95
3	125,00	649,00	0.44	4.31	5,19	50,86	4,40
4	125,00	657,00	0.48	4.70	5,26	51,55	3,60
5	125,00	638,00	0.36	3.53	5,10	49,98	3,81
Rata-Rata	125,00	658,80	0.31	3.02	5,27	51,65	4,25

Dari hasil pengujian tarik yang telah dilakukan terhadap lima spesimen uji tarik dengan fraksi volume serat kulit rotan 40%. Kekuatan Tarik terendah terdapat pada spesimen uji nomor 5 dengan nilai 49,98 Mpa dengan kekuatan luluh 3,53 Mpa. Kekuatan tarik tertinggi terdapat pada spesimen uji nomor 1 dengan nilai 54,00 Mpa dengan kekuatan luluh 1,57 Mpa. Kekuatan tarik rata-rata dengan nilai 51,65 Mpa dan nilai kekuatan luluh rata-rata memiliki 3,02 Mpa.

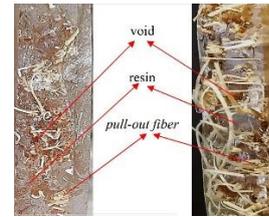
4.2 Foto makro Patahan

Setelah spesimen dilakukan pengujian tarik selanjutnya akan diambil foto makro yang berupa hasil patahan dari spesimen komposit tersebut dengan perbesaran 50 kali dengan pixel 1280 x 960. Untuk spesimen serat rotan 20% ditunjukkan dalam Gambar 3.



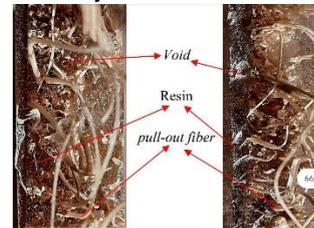
Gambar 3. Foto Macro Serat Kulit Rotan 20%

Pada hasil foto makro Serat kulit rotan 20% terlihat hasil bentukan-bentukan patahan yang terdapat pada spesimen komposit yang mendominasi adalah patahan getas. Terlihat bahwa persebaran resin terlihat merata meski masih terdapat void dan adanya penumpukan resin. Selain itu terjadi *pull-out fiber* dimana pada patahan serat keluar karena ikatan antar serat dan matrik kurang kuat, patahan tersebut juga disebabkan oleh void yang terdapat di sekitar serat. Untuk spesimen Serat rotan 30% ditunjukkan dalam Gambar 4.



Gambar 4. Foto Macro Serat Kulit Rotan 30%

Pada hasil foto makro Serat kulit rotan 30% terlihat hasil bentukan-bentukan patahan yang terdapat pada spesimen komposit yang mendominasi adalah patahan getas. Terlihat bahwa persebaran resin terlihat merata meski masih terdapat void dan adanya penumpukan resin. Selain itu terjadi *pull-out fiber* dimana pada patahan serat keluar karena ikatan antar serat dan matrik kurang kuat, patahan tersebut juga disebabkan oleh void yang terdapat di sekitar serat. Untuk spesimen Serat rotan 40% ditunjukkan dalam Gambar 5.



Gambar 5. Foto Macro Serat Kulit Rotan 40%

Pada hasil foto makro Serat kulit rotan 40% terlihat hasil bentukan-bentukan patahan yang terdapat pada spesimen komposit yang mendominasi adalah patahan getas. Terlihat bahwa persebaran resin terlihat merata meski masih terdapat void dan adanya penumpukan resin. Selain itu terjadi *pull-out fiber* dimana pada patahan serat keluar karena ikatan antar serat dan matrik kurang kuat, patahan tersebut juga disebabkan oleh void yang terdapat di sekitar serat.

5. Kesimpulan

Dari hasil pengujian yang sudah dilakukan maka ada beberapa kesimpulan yang didapat ialah sebagai berikut:

Dari hasil pengujian yang sudah dilakukan maka ada beberapa kesimpulan yang didapat ialah sebagai berikut :

1. Komposit yang di perkuat serat kulit rotan dengan variasi fraksi volume serat kulit rotan 20% : resin epoksi 80%, serat kulit rotan 30% : resin epoksi 70%, serat kulit rotan 40% : resin epoksi 60%, Dari variasi persentase tersebut yang memiliki kekuatan tarik tertinggi pada serat kulit rotan 40% : resin epoksi 60% dengan nilai rata-rata sebesar 51,65 Mpa, kekuatan luluh 3,02 Mpa, dan Elongation yaitu 4,25%. sedangkan nilai kekuatan tarik terendah terdapat pada serat kulit rotan 20% : resin epoksi 80%, dengan nilai rata-rata sebesar 27,44 Mpa, kekuatan luluh 2,12 Mpa, dan elongation 6,25%, maka dapat disimpulkan bahwa semakin banyak persentase serat maka semakin tinggi nilai kekuatan tarik.

- Hasil foto makro jenis patahan yang terlihat ialah patah getas. Terlihat bahwa persebaran resin yang merata meski masih terdapat void dan adanya penumpukan resin. Selain itu terjadi debonding/delaminasi yang disebabkan karena ikatan antarmuka yang lemah antara serat dan matriks.

6 Saran

Penulis masih merasa banyak terjadi kekurangan pada penelitian yang telah dilaksanakan. Oleh sebab itu agar penelitian-penelitian berikutnya mendapatkan hasil yang lebih baik, maka penulis memberikan saran-saran sebagai berikut:

- Pada proses pembuatan benda uji adalah dengan cara *hand lay-out* untuk mendapatkan ketebalan yang seragam sebaiknya pembuatan benda uji dilakukan sangat teliti dan memperhatikan tempat untuk meletakkan cetakan. Permukaan yang rata merupakan tempat yang aman untuk meletakkan cetakan, jika tidak maka dalam penuangan resin dan pengepressan hasilnya tidak akan merata.
- Dalam pembuatan komposit dengan metode *hand-lay out* ini tidak luput dengan adanya void dan crack, oleh sebab itu disaat proses penuangan matrik usahakan semua serat benar-benar terkena matrik, sehingga dapat meminimalkan void.
- Dalam penelitian ini hanya dilakukan satu macam pengujian saja, yaitu uji tarik. Semoga kedepannya ada yang ingin mengembangkan penelitian tentang komposit dari serat kulit rotan tersebut.

Daftar Pustaka

- al, D. e. (1993). Pineapple Leaf Fibres. *Textile Progress Vol. 24 Number 1*.
- ASTM. D 3039, 2014, *Standard Test Method For Tensile Properties Of Polymer Matrix Composite Materials*, American Society For Testing And Materials
- Ardhy, S., Putra, M. E., dan Islahuddin. (Januari 2019). Pembuatan Kapal Nelayan *Fiberglass*. *Rang Teknik Journal*, 20.
- Azissyukhron, M., dan Syarif, H. (2018). Perbandingan Kekuatan Material Hasil *Metode Hand Lay-Up* dan *Metode Vacuum Bag* Pada Material *Sandwich Composite*. *9th Industrial Research Workshop And National Seminar*, 1.
- Agung, R. (2022). *Komposit Material Engineering*. *Jemmarwatik*.
- Berliani, Teti Dan Wahyuni, Rina, 2019, Keterampilan Anyaman Rotan Mandare, Penerbit Deepublish, Yogyakarta.
- Ding, L., Han, X., Li, H., Han, J., Cao, L., Chen, Y., Ling, Z., He, S., Jiang, S., 2021, *Characterization Of Novel Natural Fiber From Manau Rattan (Calamus Manan) As A Potential Reinforcement For Polymerbased Composites*.
- Gibson, R. F. 1994. *Principle Of Composite Material Mechanics*. *Mc-Grawhill*. New York.
- Hidayat, M. (2017). Pemanfaatan Limbah Serbuk Kayu Sebagai Campuran *Polyurethane* Pada Insulasi Palka Kapal Ikan Tradisional. Tugas Akhir. Surabaya : Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh November Surabaya.
- Jokosisworo, S. (2009). Teknik. Pengaruh Penggunaan Serat Kulit Rotan Sebagai Penguat Pada Komposit Polimer Dengan *Matriks Polyester Yukalac 157* Terhadap Kekuatan Tarik Dan Dan Tekuk, 3.
- Jones, R. M. (1998). *Mechanics Of Composite Materials*. *Second Edition*, 2.
- Jasni, Damayanti dan Kalima. 2007. Atlas Rotan Indonesia. Jilid 1. Pusat Litbang Hasil Hutan. Bogor.
- Jatmiko, A., Handayani, P. I., Indra W.F, Asep, S., & Amsul, H. (2017). Alat *Wet Lay Up* Terkontrol Sederhana dan Analisis Pengaruh Proses *Lay Up* Terhadap Sifat Mekanik Material Komposit . *E-Proceeding Of Engineering*, 2
- Kurniadi, E. R., Irfan Santosa, dan Galuh Renggani Wilis. (2019). *Prosiding Seminar Nasional Mahasiswa. Analisa Material Komposit Resin Berpenguat Serat Rotan Untuk Pembuatan Protesis Kaki Palsu Bagi Penderita*, 13.
- Kaw, A. K. 2006. *Mechanics Of Composite Material (2nd Edition)*. Taylor dan Francis Group, Llc. New York.
- Krisdianto, Osly Dan Jasni, 2015, Pengenalan Kualitas Rotan Di Lapangan, Pusat Penelitian Dan Pengembangan Keteknikan Kehutanan Dan Pengolahan Hasil Hutan, Jakarta
- Muhammad, M., Putra, R., Hafli, T., Islami, N., & Malik, A. (2023). Pengaruh Fraksi Volume Serat Terhadap Kekuatan Tarik Komposit Serat Daun Nanas dan Sabut Kelapa dengan Polyester Bening 108. *Malikussaleh Journal of Mechanical Science and Technology*, 7(1), 68-73.
- Lokantara, P., dan Suardana, N. P. (2009). Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin (SNTTM) viii. M4-006 Pengaruh Lama Perendaman Dalam Air Tawar Dan Fraksi Volume Serat terhadap Sifat Mekanis Komposit Polyester Tapis Kelapa, 5.
- Muhamad Muhajir, Muhammad Alfian Mizar, dan Dwi Agus Sudjimat. (2016). Analisis Kekuatan Tarik Bahan Komposit Matriks Resin Berpenguat Serat

Alam Dengan Berbagai Varian Tata Letak. *Jurnal Teknik Mesin*, 1.

- Mahmuda, E., Shirley, S., & Sugiyanto. (2013). PENGARUH PANJANG SERAT TERHADAP KEKUATAN TARIK KOMPOSIT BERPENGUAT SERAT IJUK DENGAN Matrik EPOXY. *JURNAL FEMA*, 1, 80.
- Nayiroh, N. (2021). *Studi Pengaruh Variasi Fraksi Volume Filler Partikel Cangkang Kerang Hijau Terhadap Sifat Fisis dan Mekanik Komposit Polimer Poliester*. Malang: Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.
- Pane, O.P., Azhar, I dan Sucipto, T. 2013. Jenis Rotan, Produk Rotan Olahan Dan Analisis Ekonomi Pada Industri Pengolahan Rotan Komersial Di Kota Medan, Peronema *Forestry Science*, Vol 2(1), Hal. 168-175.
- Surdia, T, dan Saito S. 1999. Pengetahuan Bahan Teknik (Edisi Ke-4). PT. Pradnya Paramita. Jakarta.
- Silalahi, P. 2008. Kinerja Komposit Literatur. Fakultas Teknik. Universitas Indonesia. [Http://Lib.Ui.Ac.Id/File?File=Digital/113458t%2021253kinerja%20komposit Literatur. Pdf.](http://lib.ui.ac.id/file?file=digital/113458t%2021253kinerja%20komposit%20literatur.pdf) Diakses 30 November 2016.
- Sakthivel, R., dan Rajendran, D. 2014. "Experimental Investigation And Analysis Mechanical Properties Of Hybrid Polymer Composites Plates". *International Journal Of Engineering Trends And Technology (Ijett)*. 9 (8), Hal. 407-414.
- Sanusi, Djamal, 2012, Rotan Kekayaan Belantara Indonesia, Penerbit Brillian Internasional, Surabaya.
- Schwartz, M. 1. (1984). *Composite Material Handbook*. New York:: Mc. Graw Hill.
- Salamun, B. A. (2017). "Perancangan Dan Pembuatan Alat Vacuum Infusion". Yogyakarta: Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- Wahyudi, B. (2020). *Jurnal Indonesia Sosial Teknologi. Analisis Parameter Pemesinan Pada Material Komposit Matriks Epoxy Resin Berpenguat Serat Kulit Rotan*.