

**ANALISIS KARAKTERISTIK UJI BENDING DAN UJI TARIK SERAT DAUN NANAS****Arni\*, Indreswari Suroso, Noviana Utami**Program Studi Teknik Dirgantara, Sekolah Tinggi Teknologi Kedirgantaraan Yogyakarta  
Jl. Parangtritis Km. 4,5, Bangunharjo, Sewon, Bantul, D.I. Yogyakarta 55188

\*Email: 180202044@students.sttkd.ac.id

**Abstrak**

Material komposit merupakan perpaduan antara 2 material atau lebih yang berbeda fasa untuk menghasilkan material baru dengan sifat yang lebih baik. Material komposit tersusun atas matriks (fase keras) dan bahan penguat (reinforcement). Serat daun nanas adalah salah satu serat yang digunakan dalam pembuatan bahan material komposit serat alam karena Sumber Daya Alam (SDM) yang berlimpah, harga yang murah, dan memiliki kepadatan dan gaya tarik yang baik. Sehingga penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik uji bending dan uji tarik pada komposit serta daun nanas menggunakan resin epoxy yang diberi perlakuan perendaman pada cairan Alkali (NaOH) selama 2, 4, dan 6 jam untuk menghasilkan struktur dari permukaan serat alam yang baik dan membuat proses ikatan yang lebih kuat antara serat dan matriks dengan menggunakan metode vacuum bagging karena proses kondensasi yang baik dan proses produksi yang cepat. Hasil dari penelitian uji karakteristik kekuatan Bending dan tarik yang dilakukan selama 2, 4, dan 6 jam pada cairan Alkali (NaOH) terdapat pengaruh uji Bending dalam waktu 4 jam dengan hasil kekuatan Bending tertinggi 13,66 kgf/mm<sup>2</sup> dengan max load 41,40 kgf menjadikan material bersifat ketangguhan (toughness) karena waktu perendaman yang tidak begitu cepat dan lama sehingga menghasilkan sifat mekanis material yang cukup baik dan Bending terendah dalam waktu 2 jam dengan nilai 2,85 kgf/mm<sup>2</sup> dengan max load 8,63 kgf menjadikan material getas atau mudah patah karena perendaman yang terlalu cepat sehingga efek kimia pada material belum terjadi dengan baik. Untuk hasil uji kekuatan tarik terbesar dalam waktu 4 jam yaitu 5,96 kgf/mm<sup>2</sup> dengan max force 396,50 kgf menjadikan material menjadi ulet (ductility) karena proses waktu perendaman yang tidak begitu cepat dan lama dan uji tarik terendah dalam waktu 6 jam dengan nilai 2,79 kgf/mm<sup>2</sup> dengan max force 192,99 kgf menjadikan material getas atau mudah patah disebabkan perendaman pada alkali yang terlalu lama yang mengakibatkan menurunnya ikatan antar serat menurun, dan sifat mekanis material.

**Kata kunci:** Komposit, Serat Nanas, Alkali

**PENDAHULUAN**

Serat daun nanas atau yang disebut dengan nama latin *Ananas Cosmosus* merupakan serat tumbuhan yang ada pada tanaman nanas. Tumbuhan nanas memiliki daun yang panjang antara 55 sampai dengan 77 cm, lebar pada daun antara 3,1 sampai dengan 5,5 cm, dan tebal pada daun antara 0,18 sampai dengan 0,27 cm (Banowati *et al.*, 2020). Panjang dari daun nanas membuat serat daun nanas menjadi faktor yang bagus dijadikan bahan material komposit karena memiliki kekuatan tarik yang baik dan daging pada daun yang tidak banyak dan mudah dipisahkan antara serat dan daging daunnya (Yunus *et al.*, 2020). Kadar selulosa yang tinggi antara 69,5-81% pada daun nanas adalah unsur yang utama dari serat daun nanas yang memiliki sifat kuat dan kaku (Islahuddin *et al.*, 2020).

Komposit merupakan material perpaduan antara matriks (fase keras) dan *reinforcement* (bahan penguat) dimana *reinforcement* berupa

serat, *clay*, *silica* dan lain sebagainya. Selain ketahanan terhadap reaksi kimia dan korosi yang baik kelebihan lain dari komposit ialah lebih kuat, ringan, murah, memiliki sifat mekanik yang baik, dan ramah lingkungan (Taufana, 2020).

*Epoxy* atau matriks yang berfungsi sebagai perekat dari material serat daun nanas (Riduan & Suhadirman, 2019). Kelebihan dari *epoxy* ialah ketahanan pada suhu tinggi yang baik sehingga tidak mudah meleleh saat dipanaskan dan ramah lingkungan (Dynanty & Mahyudin, 2018). Penggunaan *epoxy* dan *hardener* untuk menghasilkan matriks dengan mencampurkan 1:2 (Pramono *et al.*, 2019).

*Alkali* (NaOH) merupakan cairan yang berfungsi untuk membersihkan kotoran dan memperkuat ikatan antara serat dengan matriks (Surata *et al.*, 2016)

*Vacuum Bag* adalah salah satu metode pembuatan material komposit dengan cara

komposit yang telah dicetak lalu dimasukkan ke dalam *vacuum bag* yang ditutup rapat agar tidak ada angin yang dapat masuk, kemudian *bag* di *vacuum* sehingga perbedaan tekanan udara antara luar dan dalam berbeda yang membuat *bag* tersebut menekan komposit dan menarik sisa-sisa resin yang berlebihan sehingga komposit menjadi lebih rapi dan padat (Dabet et al., 2018).

Uji *bending* adalah proses pengujian yang dilakukan untuk mengetahui kekuatan lengkung dimana pembebanan yang diberikan berada pada titik tengah dan dua tumpuan pada titik kanan dan kiri sebagai penyangga komposit yang diberi tekanan. Pengujian *bending* dapat dihitung pada **Persamaan (1)** (Hadi et al., 2016):

$$\sigma = \frac{3FL}{2bd^2} \quad (1)$$

Tegangan ( $\sigma$ ) diukur dalam N/mm<sup>2</sup> dan bergantung pada beban ( $F$ ), panjang jarak tumpuan ( $L$ ), lebar batang uji ( $b$ ), dan tebal batang uji ( $d$ ). Secara spesifik, tegangan ( $\sigma$ ) dapat dihitung dengan membagi beban ( $F$ ) oleh luas penampang batang uji, yang ditentukan oleh produk lebar ( $b$ ) dan tebal ( $d$ ). Jarak tumpuan ( $L$ ) juga memainkan peran penting dalam menentukan tegangan, karena mempengaruhi distribusi beban pada struktur. Dengan memahami hubungan ini, analisis struktural dapat dilakukan untuk memahami perilaku dan respons material terhadap beban yang diberikan.

Uji tarik adalah proses pengujian yang dilakukan untuk mengetahui ketahanan kekuatan tarik pada suatu material yang diberikan beban tarik secara lambat. Uji tarik dapat dihitung dengan **Persamaan (2)** (Banowati et al., 2020):

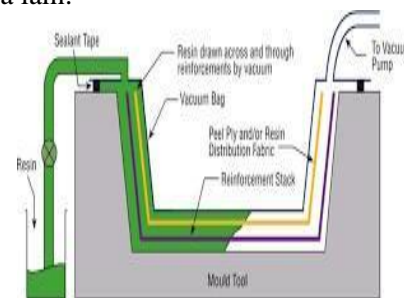
$$\sigma = \frac{F}{A} \quad (2)$$

Tegangan ( $\sigma$ ) diukur dalam N/mm<sup>2</sup> dan dapat dihitung dengan membagi beban ( $F$ ) oleh luas penampang ( $A$ ) material. Luas penampang ( $A$ ) merupakan produk dari lebar dan tinggi atau tebal material, yang menggambarkan area melintang material tersebut. Dengan memahami keterkaitan antara tegangan, beban, dan luas penampang, kita dapat mengidentifikasi sejauh mana material dapat menahan beban yang dikenakan dan menganalisis respons strukturalnya.

## METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini spesimen komposit serat alam yang telah dicetak menggunakan mesin *vacuum bag* dipotong dengan ukuran sesuai standar pengujian *Bending* ASTM D790 dan pengujian tarik ASTM D638 kemudian spesimen direndam dalam waktu 2, 4, dan 6 jam pada cairan *alkali* untuk mengetahui kekuatan uji *bending* dan tarik pada spesimen tersebut.

Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam proses pembuatan material komposit antara lain:



**Gambar 1. Vacuum Bag**

*Vacuum Bag* merupakan salah satu teknik dalam pembuatan material komposit yang mempercepat terjadinya kondensasi dimana material dimasukkan ke dalam *bag* yang tertutup rapat dimana di luar dan dalam *bag* terjadi perbedaan tekanan dan uap yang berasal dari proses *heat transfer* menekan dan meratakan resin pada material. Teknik *vacuum Bag* dapat dilihat pada gambar 1.



**Gambar 2. Mesin Uji Bending**

Uji *bending* merupakan proses pengujian yang dilakukan pada material untuk mengetahui kekuatan lengkung yang telah diberi beban pada tengah-tengah batang uji yang diberi dudukan pada sisi kanan dan kiri batang uji. Mesin uji *Bending* dapat dilihat pada gambar 2.



**Gambar 3. Mesin Uji Tarik**

Uji Tarik merupakan proses pengujian yang dilakukan pada material untuk mengetahui kekuatan tarik dimana batang uji ditarik pada ujung atas dan bawah hingga terjadi kerusakan atau material putus. Mesin uji tarik terlihat pada gambar 3.



**Gambar 4. Serat Daun Nanas**

Serat daun nanas merupakan salah satu serat alami yang baik digunakan pada pencampuran bahan material komposit karena memiliki daya tarik yang cukup baik, serat daun yang panjang, daging daun yang tidak begitu banyak sehingga serat dan daging daun mudah dipisahkan dan memiliki kadar selulosa yang cukup tinggi sekitar 69,5-81%. Serat daun nanas dapat dilihat pada gambar 4.



**Gambar 5. Resin Epoxy dan Hardener**

Resin Epoxy adalah salah satu resin yang digunakan dalam pembuatan material komposit karena memiliki sifat ketahanan yang baik terhadap suhu yang tinggi. Mencampurkan resin dan hardener dengan perbandingan 1:2 membuat resin menjadi lebih kuat karena zat yang terdapat pada hardener. Resin Epoxy dapat dilihat pada gambar 5.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Proses pembuatan spesimen komposit serat daun nanas mengacu pada ASTM D790 dengan lebar spesimen 25,00 mm, tebal 4,00 mm, dan panjang 88,00 mm yang telah dilakukan mendapatkan hasil pada tabel 1.

**Tabel 1. Tegangan Bending variasi A**

Variasi	Spesimen	Max Load (kgf)	b (mm)	d (mm)	Span (mm)	Tegangan Bending (kgf/mm <sup>2</sup> )
A 2 Jam	1	21,69	25,00	4,00	88,00	7,16
	2	17,54	25,00	4,00	88,00	5,79
	3	8,63	25,00	4,00	88,00	2,85
	4	31,69	25,00	4,00	88,00	10,46
	5	36,93	25,00	4,00	88,00	12,19
Rata-rata		23,30	25,00	4,00	88,00	7,69

Pada tabel 1 variasi A perendaman dalam waktu 2 jam mendapatkan nilai tegangan bending terendah pada spesimen 3 yaitu 2,85 kgf/mm<sup>2</sup> dengan max load 8,63 kgf dan nilai tertinggi tegangan pada spesimen 5 yaitu 12,19 kgf/mm<sup>2</sup> dengan max load 36,93 kgf membuat material bersifat ketangguhan (*toughness*).

**Tabel 2. Tegangan Bending variasi B**

Variasi	Spesimen	Max Load (kgf)	Tebal (mm)	Lebar (mm)	Span (mm)	Tegangan Bending (kgf/mm <sup>2</sup> )
B 4 Jam	1	21,54	25,00	4,00	88,00	7,11
	2	14,63	25,00	4,00	88,00	4,83
	3	34,77	25,00	4,00	88,00	11,47
	4	41,40	25,00	4,00	88,00	13,66
	5	13,66	25,00	4,00	88,00	4,51
	Rata-rata	25,20	25,00	4,00	88,00	8,32

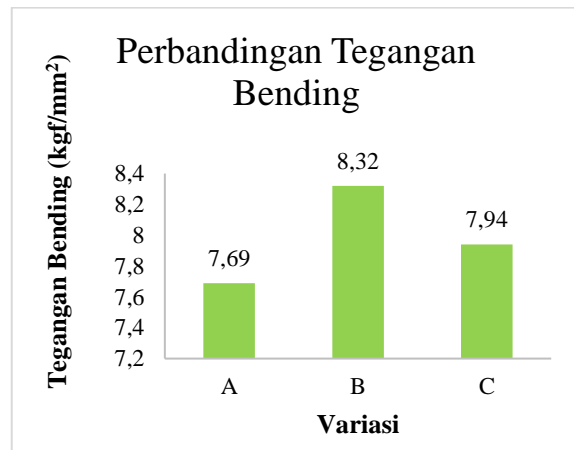
Pada tabel 2 variasi B perendaman dalam waktu 4 jam mendapatkan nilai tegangan *bending* terendah pada spesimen 5 yaitu 4,51 kgf/mm<sup>2</sup> dengan *max load* 13,66 kgf dan nilai tertinggi tegangan pada spesimen 4 yaitu 13,66 kgf/mm<sup>2</sup> dengan *max load* 41,40 kgf membuat material bersifat ketangguhan (*toughness*).

**Tabel 3. Tegangan Bending variasi C**

Variasi	Spesimen	Max Load (kgf)	Tebal (mm)	Lebar (mm)	Span (mm)	Tegangan Bending (kgf/mm <sup>2</sup> )
C 6 Jam	1	18,64	25,00	4,00	88,00	6,15
	2	10,06	25,00	4,00	88,00	3,32
	3	29,73	25,00	4,00	88,00	9,81
	4	26,78	25,00	4,00	88,00	8,84
	5	35,14	25,00	4,00	88,00	11,60
	Rata-rata	24,07	25,00	4,00	88,00	7,94

Pada tabel 3 variasi C perendaman dalam waktu 6 jam mendapatkan nilai tegangan *bending* terendah pada spesimen 2 yaitu 3,32 kgf/mm<sup>2</sup> dengan *max load* 10,06 kgf dan nilai tertinggi tegangan pada spesimen 5 yaitu 11,60 kgf/mm<sup>2</sup> dengan *max load* 35,14 kgf membuat material bersifat ketangguhan (*toughness*).

Pada gambar 6 perbandingan tegangan *bending* pada variasi A menunjukkan nilai rata-rata terendah yaitu 7,69 kgf/mm<sup>2</sup> yang diakibatkan waktu perendaman pada cairan *alkali* yang hanya 2 jam lebih cepat dibandingkan dengan perendaman 4 dan 6 jam dimana nilai rata-rata tertinggi terdapat pada variasi B yaitu 8,32 kgf/mm<sup>2</sup> yang hanya 4 jam namun menghasilkan nilai tertinggi dibandingkan 2 dan 6 jam.



**Gambar 6. Presentasi perbandingan tegangan bending**

Hal ini dikarenakan 4 jam merupakan waktu yang terbaik dalam proses perendaman material pada cairan *alkali* karena tidak terlalu cepat dan tidak terlalu lama dimana jika waktu yang cepat akan menghasilkan material yang belum terlalu kuat dan mudah patah sedangkan jika terlalu lama melakukan perendaman material pada *alkali* akan membuat perubahan dari sifat material seperti penurunan kekuatan akibat proses kimia yang mengurangi ikatan antar serat atau matriks dan perubahan susunan struktur mikro pada serat yang dapat dilihat pada gambar 6.

Proses pembuatan spesimen uji tarik komposit serat daun nenas mengacu pada ASTM D638 mendapatkan hasil pada tabel 4.

**Tabel 4. Tegangan Tensile Strength variasi A**

Variasi	Spesimen	Area (mm <sup>2</sup> )	Max. Force (kgf)	Yield Strength (kgf/mm <sup>2</sup> )	Tensile Strength (kgf/mm <sup>2</sup> )	Elongation (%)
A 2 Jam	1	74,97	252,88	1,02	3,37	0,40
	2	65,27	349,03	2,59	5,35	0,79
	3	73,59	437,08	3,85	5,94	0,38
	4	80,99	326,09	1,93	4,03	0,38
	5	70,39	432,99	5,22	6,15	1,19
	Rata-rata	73,04	359,61	2,92	4,97	0,63

Pada tabel 4 variasi A perendaman dalam waktu 2 jam mendapatkan nilai tegangan *tensile strength* terendah pada spesimen 1 yaitu 3,37 kgf/mm<sup>2</sup> dengan *max force* 252,88 kgf dan nilai tertinggi tegangan pada spesimen 5 yaitu 6,15 kgf/mm<sup>2</sup> dengan *max load* 432,99 kgf membuat material menjadi ulet (*ductility*).



**Tabel 5. Tegangan Tensile Strength variasi B**

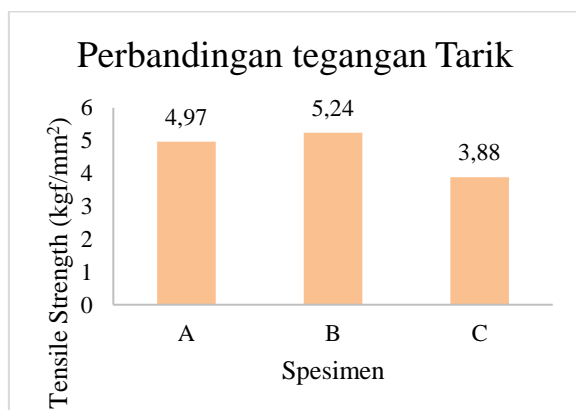
Variasi	Spesimen	Area (mm <sup>2</sup> )	Max. Force (kgf)	Yield Strength (kgf/mm <sup>2</sup> )	Tensile Strength (kgf/mm <sup>2</sup> )	Elongation (%)
B 4 Jam	1	61,20	276,50	3,79	4,52	0,79
	2	66,49	396,50	5,82	5,96	1,20
	3	66,88	303,75	3,49	4,54	5,01
	4	62,86	354,86	4,50	5,65	0,79
	5	70,96	393,70	2,54	5,55	1,20
Rata-rata		65,68	345,06	4,03	5,24	1,80

Pada tabel 5 variasi B perendaman dalam waktu 4 jam mendapatkan nilai tegangan *tensile strength* terendah pada spesimen 1 yaitu 4,52 kgf/mm<sup>2</sup> dengan *max force* 276,50 kgf dan nilai tertinggi tegangan pada spesimen 2 yaitu 5,96 kgf/mm<sup>2</sup> dengan *max load* 396,50 kgf membuat material menjadi ulet (*ductility*).

**Tabel 6. Tegangan Tensile Strength variasi C**

Variasi	Spesimen	Area (mm <sup>2</sup> )	Max. Force (kgf)	Yield Strength (kgf/mm <sup>2</sup> )	Tensile Strength (kgf/mm <sup>2</sup> )	Elongation (%)
C 6 Jam	1	74,50	240,08	2,05	3,22	2,42
	2	51,77	211,31	2,85	4,08	1,23
	3	80,83	322,23	3,13	3,99	1,61
	4	61,87	329,65	3,84	5,33	0,82
	5	69,11	192,99	1,80	2,79	0,79
Rata-rata		67,62	259,25	2,73	3,88	1,37

Pada tabel 6 variasi C perendaman dalam waktu 6 jam mendapatkan nilai tegangan *tensile strength* terendah pada spesimen 5 yaitu 2,79 kgf/mm<sup>2</sup> dengan *max force* 192,99 kgf dan nilai tertinggi tegangan pada spesimen 4 yaitu 5,33 kgf/mm<sup>2</sup> dengan *max load* 329,65 kgf membuat material menjadi ulet (*ductility*).

**Gambar 7. Presentasi perbandingan tegangan tensile strength**

Pada gambar 7 perbandingan tegangan tarik pada variasi C menunjukkan nilai rata-rata terendah yaitu 3,88 kgf/mm<sup>2</sup> yang diakibatkan waktu perendaman pada cairan *alkali* yang terlalu lama selama 6 jam yang mengakibatkan berkurangnya sifat mekanis dari material seperti penurunan kekuatan tarik karena proses kimia yang dapat melemahkan ikatan antar serat atau matriks komposit. Untuk variasi B mendapatkan nilai tertinggi di antara variasi A dan C dimana waktu perendaman 4 jam tidak terlalu cepat dan tidak terlalu lama membuat waktu 4 jam menjadi waktu yang menghasilkan sifat mekanis yang lebih baik dimana kekuatan tarik mencapai nilai 5,24 kgf/mm<sup>2</sup> yang dapat dilihat pada gambar 7.

## PENUTUP

### Kesimpulan

Hasil penelitian uji karakteristik kekuatan *bending* dan uji tarik yang dilakukan dengan perendaman serat pada cairan *alkali* dengan variasi waktu 2, 4, dan 6 jam. Kekuatan *bending* dengan nilai terendah terdapat pada waktu variasi A atau 2 jam yaitu dengan rata-rata 7,69 kgf/mm<sup>2</sup> dengan *max load* 23,30 kgf karena perendaman yang tidak terlalu lama mengakibatkan material belum mendapatkan efek kimia dari cairan *alkali* dan sifat mekanis pada ikatan serat dan matriks belum terlalu kuat sehingga membuat material muda patah. Sedangkan nilai tertinggi terdapat pada waktu variasi B atau 4 jam yaitu 8,32 kgf/mm<sup>2</sup> dengan *max load* 25,20 kgf dimana waktu ini menjadi waktu terbaik dalam perendaman *alkali* dibandingkan dengan variasi A dan C karena waktu perendaman yang tidak begitu cepat dan tidak begitu lama sehingga sifat mekanis yang didapatkan cukup mampu menahan tegangan *bending* yang diberikan. Adapun kekuatan uji tarik dengan nilai terendah terdapat pada waktu variasi C atau 6 jam yaitu 3,88 kgf/mm<sup>2</sup> dengan *max force* 259,25 kgf karena semakin lama perendaman yang dilakukan pada material terhadap cairan *alkali* mengakibatkan penurunan sifat mekanis material terhadap kekuatan tarik, mengurangi ikatan serat antar matriks, dan struktur mikro yang berubah pada serat daun nanas. Sedangkan nilai tertinggi terdapat pada waktu variasi B atau 4 jam yaitu 5,24 kgf/mm<sup>2</sup> dengan *max force* 345,06 kgf karena waktu 4 jam adalah waktu terbaik dalam perendaman *alkali* dibandingkan waktu 2 dan 6 jam karena tidak terlalu cepat dan tidak terlalu lama yang dimana waktu ini menghasilkan material dengan sifat

mekanis yang cukup baik seperti efek *alkali* pada ikatan serat antar matriks yang baik.

Adapun pengaruh karakteristik dari uji *bending* dengan nilai terendah pada waktu variasi A atau 2 jam material menjadi getas atau mudah patah dan pada nilai tertinggi pada waktu variasi B atau 4 jam material bersifat ketangguhan (*toughness*) sedangkan untuk kekuatan uji tarik nilai terendah pada waktu variasi C atau 6 jam material menjadi getas atau mudah patah dan nilai tertinggi pada waktu variasi A atau 2 jam material menjadi ulet (*ductility*).

#### DAFTAR PUSTAKA

- Tauvana, A. I. (2020). Pengaruh matriks resin-epoxy terhadap kekuatan impak dan sifat fisis komposit serat nanas. *Jurnal Polimesin*, 18(2), 99-104.
- Banowati *et al.*, (2020). Analisis Perbandingan Kekuatan Tarik Komposit Hybrid Serat Daun Nanas – E-Glass / Epoxy Bakalite Epr 174 Dan Hybrid Serat Daun Nanas – E-Glass / Vinly Ester Repoxy R 802. *Indept*, 8(3), 69-76.
- Riduan, M., & Suhadirman. (2019). Analisis Tingkat Keausan Komposit Polymer yang Diperkuat Serbuk Sabut Kelapa Sebagai. *Seminar Nasional Industri Dan Teknologi (SNIT)*, 261-269.
- Pramono *et al.*, (2019). Karakteristik Kekuatan Tarik Komposit Berpenguat Serat Ampas Tebu Dengan Matriks Epoxy. *Journal of Mechanical Engineering*, 3(1), 1-7. <https://doi.org/10.31002/jom.v3i1.1442>.
- Dynanty, S. D. P., & Mahyudin, A. (2018). Pengaruh Panjang Serat Pinang Terhadap Sifat Mekanik dan Uji Biodegradasi Material Komposit Matriks Eposi dengan Penambahan Pati Talas. *Jurnal Fisika Unanad*, 7(3), 233-239. <https://doi.org/10.25077/jfu.7.3.233-239.2018>
- Islahuddin *et al.*, (2020). (((90999 Kajian Eksperimental Pengaruh Thermal Shock Terhadap Kekuatan Tarik Material Komposit Berserat Daun Nanas 9. 3(1), 54-59.
- Surata *et al.*, (2016). Studi sifat mekanis komposit epoxy berpenguat serat sisal orientasi acak yang dicetak dengan teknik hand-lay up. *Jurnal Energi Dan Manufaktur*, 9(2), 142-146.
- Dabet, *et al.*, (2018). Aplikasi teknik manufaktur vacuum assisted resin infusion (vari) untuk peningkatan sifat mekanik komposit plastic berpenguat serat abaca (AF(RP)). *Jurnal POLIMESIN*, 16(1), 19. [Htttts://doi.org/10.30811/jpl.v16i1.551](https://doi.org/10.30811/jpl.v16i1.551)
- Hadi *et al.*, (2016). Analisa Teknis Penggunaan Serat Daun Nanas Sebagai Alternatif Bahan Komposit Pembuatan Kulit Kapal Ditinjau Dari Kekuatan Tarik, Bending Dan Impact. *Jurnal Teknik Perkapalan*, 4(1), 323-331.
- Yunus *et al.*, (2020). Serat Fiberglass Dan Serat Daun Nanas Dengan Matrik Resin Polyester Pada Panel Panjat Dinding. *Jurnal Austenit*, 12(1), 21–27.