

## Effect of Alkalized Pineapple Leaf Fiber Direction Variations on Tensile Strength and Bending of Polyester Matrix Composites

Gugun Gundara<sup>1\*</sup>, Agung Setia Nurzein<sup>2</sup>, Acep Wagiman<sup>3</sup>, Asep Romi Ramadhan<sup>4</sup>

Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Tasikmalaya

**Corresponding Author:** Gugun Gundara [gugun@umtas.ac.id](mailto:gugun@umtas.ac.id)

---

### ARTICLE INFO

*Keywords:* Alkalization (NaOH), Pineapple Leaves, Tensile Test, Bending Test, Fiber

*Received :* 5 December

*Revised :* 22 December

*Accepted:* 23 January

©2023 Gundara, Nurzein, Wagiman, Ramadhan: This is an open-access article distributed under the terms of the [Creative Commons Atribusi 4.0 Internasional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).



### ABSTRACT

Pineapple plant is a plant that is often found throughout Indonesia, so that the production of pineapple is very abundant. Pineapple leaf fiber which consists of about 70-80% cellulose provides high modulus and strength properties, this causes pineapple leaves to be used as an efficient reinforcement of natural fiber composites. In this study, the material used was pineapple leaf fiber which had been alkalized in the direction of 0°, 45°, 90° with a volume fraction of 50% with alkalization (NaOH) treatment for 1 hour and 2 hours, without treatment. This study used polyester resin as the matrix with the hand lay up method. The test results for the pineapple leaf fiber composites which have been alkalized with variations in direction 0°, 45°, 90° with a volume fraction of 50%. And the highest value in the tensile test with treatment is in the 0° direction with a value of 5.883 MPa and an average value of 4.306 MPa with 2 hours of immersion and for the bending test the highest value is in the 0° direction with a value of 3.922 MPa and an average value of 3.276 MPa with 2 hours immersion. The 0° fiber direction has the best stress because the fiber direction is directly proportional to the static load given to the tensile and bending testing machine. Conversely, the direction of 90° is inversely proportional because the direction is not the same as the static load that is given

## Pengaruh Variasi Arah Serat Daun Nanas yang Sudah Dialkalisasi terhadap Kekuatan Tarik dan Bending Komposit Bermatriks Polyester

Gugun Gundara<sup>1\*</sup>, Agung Setia Nurzein<sup>2</sup>, Acep Wagiman<sup>3</sup>, Asep Romi Ramadhan<sup>4</sup>

Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Tasikmalaya

**Corresponding Author:** Gugun Gundara [gugun@umtas.ac.id](mailto:gugun@umtas.ac.id)

---

### ARTICLE INFO

*Kata Kunci:* Alkalisasi (NaOH), Daun Nanas, Uji Tarik, Uji Bending, Serat

*Received :* 5 December

*Revised :* 22 December

*Accepted:* 23 January

©2023 Gundara, Nurzein, Wagiman, Ramadhan: This is an open-access article distributed under the terms of the [Creative Commons Atribusi 4.0 Internasional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).



### ABSTRAK

Tanaman nanas merupakan tanaman yang banyak dijumpai di seluruh Indonesia, sehingga produksi nanas ini sangat melimpah. Serat daun nanas yang terdiri dari selulosa sekitar 70-80% memberikan sifat modulus dan kekuatan yang tinggi, hal ini menyebabkan daun nanas dapat digunakan sebagai penguat komposit serat alam yang efisien. Pada penelitian ini bahan yang digunakan adalah serat daun nanas yang sudah di alkalisasi dengan arah  $0^{\circ}$ ,  $45^{\circ}$ ,  $90^{\circ}$  dengan fraksi volume 50% dengan perlakuan alkalisasi (NaOH) selama 1 jam dan 2 jam, tanpa perlakuan. Penelitian ini menggunakan resin polyester sebagai matriknya dengan metode hand lay up. Hasil pengujian komposit serat daun nanas yang sudah di alkalisasi dengan variasi arah  $0^{\circ}$ ,  $45^{\circ}$ ,  $90^{\circ}$  dengan fraksi volume 50%. Dan nilai yang tertinggi pada uji tarik dengan perlakuan ada pada arah  $0^{\circ}$  dengan nilai 5,883 MPa dan nilai rata-rata 4,306 Mpa dengan perendaman 2 jam dan untuk uji bending nilai tertinggi adapada arah  $0^{\circ}$  dengan nilai 3,922 MPa dan nilai rata-rata 3,276 MPa dengan perendaman 2 jam. Untuk arah serat  $0^{\circ}$  memiliki tegangan yang paling baik karena arah serat berbanding lurus dengan beban statis yang di berikan pada mesin uji tarik dan bending. Sebaliknya dengan arah  $90^{\circ}$  berbanding terbalik karena arah nya tidak sama dengan beban statis yang di berikan

---

## PENDAHULUAN

Kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi dalam industri telah mendorong peningkatan dalam permintaan terhadap material komposit. Perkembangan bidang ilmu pengetahuan dan teknologi dalam industri mulai menyulitkan bahan konvensional seperti logam untuk memenuhi keperluan aplikasi baru (Hadi, T. S., Jokosisworo, S., & Manik, P. 2016)

Bidang material komposit akhir-akhir ini terus mendapat perhatian yang serius dari para ilmuwan sehingga hampir setiap hari produk baru maupun inovasi dan modifikasi produk yang telah ada terus bermunculan. Hal itu disebabkan material komposit diperlukan di segala bidang, seperti bidang elektronik, transportasi, kedokteran/medis, biologi, dan sebagainya. Sehingga para peneliti dituntut untuk terus menghadirkan produk terbaik yang dibutuhkan di pasaran (Taufana, A. I., Syafrizal, S., & Subekti, M. I. 2020)

Saat ini perkembangan komposit di Indonesia masih diarahkan pada bahan-bahan sumber daya alam yang tidak dapat diperbaharui kembali untuk itu perlu dikembangkan bahan baku material komposit yang dapat diperbaharui dan ramah lingkungan seperti serat alam (Firman, S. H., Muris, M., & Junaedi, S. 2015)

Pemanfaatan Material komposit merupakan material yang terbentuk dari kombinasi antara dua atau lebih material pembentuknya melalui pencampuran yang tidak homogen, dimana sifat mekanik dari masing-masing material pembentuknya berbeda. Komposit serat merupakan bahan komposit yang paling sering dan paling banyak digunakan (Bahri, F. S., & Aji, A. 2018)

Hal ini merupakan peluang pemberdayaan tumbuhan nanas sebagai bahan komposit. Potensi nanas (*Ananas comosus* (L.) Merr.) ditinjau dari produksinya merupakan salah satu dari tiga buah terpenting dari daerah tropika (Sugiyanto, P. 2013).

Tanaman nanas merupakan tanaman yang banyak dijumpai di seluruh Indonesia, sehingga produksi nanas ini sangat melimpah. Sampai sekarang, pemanfaatan serat daun nanas hanya digunakan untuk kerajinan rumah tangga berupa anyaman

Pada penelitian sebelumnya hasil penelitian untuk pengamatan SEM menyatakan bahwa serat sebelum alkalisasi terdapat lignin pada permukaan serat dan setelah perlakuan alkalisasi tampak kekasaran permukaan serat karena larutnya lignin pada proses alkalisasi. Hasil pengujian tarik komposit serat daun nanas tanpa perlakuan alkalisasi mendapatkan kekuatan sebesar 38.98 MPa dan kekuatan optimum berada pada variasi 5% selama 2jam dengan kekuatan sebesar 53.68 MPa. Hasil pengujian impak komposit serat daun nanas menunjukkan kekuatan optimum berada pada variasi alkalisasi 5% selama 2jam dengan rata-rata kekuatan impak sebesar 149.75 kJ/mm<sup>2</sup> (Oktavilla,2020).s Variasi orientasi serat nanas 0°, 0° ; 45° , 0° ; 90° untuk mempengaruhi kekuatan tarik komposit secara signifikan. Ada kekuatan tarik maksimum dengan orientasi 00 ; 450 . Dari hasil yang diperoleh dengan menggunakan serat alam didapatkan rata - rata tegangan komposit nanas dengan orientasi serat 00 = 37,88 N / mm<sup>2</sup> , 00 ; 450 = 41,81 N / mm<sup>2</sup> , 00 ; 900 = 39,37 N / mm<sup>2</sup> , dari hasil

pengujian ini dapat disimpulkan sifat serat yang diperkuat resin nanas dapat meningkatkan kekuatan tarik (Fahmi, H., & Hermansyah, H. 2011).

Dari uraian diatas sudah diketahui pengaruh orientasi serat daun nanas yang sudah dialkalisasi terhadap kekuatan tarik dan bending. Penelitian lainnya tentang variasi arah serat tanpa dialkalisasi terlebih dahulu juga ternyata mendapatkan hasil yang berpengaruh terhadap bahan komposit. Pada penelitian sebelumnya bahwa hasil kuat tarik maksimum diperoleh pada komposit dengan orientasi serat searah dengan penambahan serat 0,2 g yaitu sebesar 723,36 N/cm<sup>2</sup>, sedangkan hasil kuat tekan maksimum diperoleh pada komposit dengan orientasi serat searah dengan penambahan serat 1,5 g dengan nilai sebesar 1768,13 N/cm<sup>2</sup>. Penambahan serat pada matriks resin poliester dengan orientasi serat acak tidak dapat meningkatkan kekuatan tarik dan tekan pada komposit, sebaliknya penambahan serat pada matriks resin poliester dengan orientasi serat searah dapat meningkatkan kekuatan tarik yaitu pada penambahan serat 0,2 g dan kekuatan tekannya yaitu pada penambahan serat 1,5 g (Indra, A. T. 2014).

NaOH dapat meningkatkan kekuatan tarik, kekuatan tarik daripada serat tanpa perlakuan alkali. Namun, hasil tertinggi hanya pada variasi persentase NaOH sebesar 5%. Sedangkan pada konsentrasi NaOH 3% dan 7% cenderung lebih rendah dibandingkan 5% hal tersebut diakibatkan pada presentase NaOH 3% ikatan matrik dan serat masih kurang optimal dimana masih ada kegagalan fiber pull out yang lebih sedikit daripada serat tanpa perlakuan alkali NaOH dan pada persentase 7%, jika perlakuan NaOH terlalu lama maka serat mengalami degradasi kekuatan sehingga besarnya tegangan dan regangan yang mampu ditahan oleh komposit menjadi menurun (Witono, K., Irawan, Y. S., Soenoko, R., & Suryanto, H. 2013).

Oleh karena itu perlu dikembangkan hasil penelitian tersebut. Penulis memiliki ide untuk mengembangkan penelitian terhadap serat daun nanas yang sudah dialkalisasi dengan memberi variasi arah serat dengan matriks polyester. Dengan demikian penulis akan melakukan penelitian dengan judul "Pengaruh variasi arah serat daun nanas yang sudah dialkalisasi terhadap kekuatan tarik dan tekan bermatriks polyester"

## **TINJAUAN PUSTAKA**

### **Pengertian Komposit**

Komposit adalah suatu material yang terbentuk dari kombinasi antara dua atau lebih material pembentuknya melalui pencampuran yang tidak homogen, dimana sifat mekanik dari masing-masing material pembentuknya berbeda-beda. Dari pencampuran tersebut akan dihasilkan material komposit yang mempunyai sifat mekanik dan karakteristik yang berbeda dari material pembentuknya (Muhajir, M., Mizar, M. A., & Sudjimat, D. A. 2017).

### **Serat Daun Nanas**

Serat daun nanas (pineapple-leaf fibres) adalah salah satu jenis serat yang berasal dari tumbuhan (vegetable fibre) yang diperoleh dari daun-daun tanaman nanas. Tanaman nanas yang juga mempunyai nama lain, yaitu Ananas Cosmosus, (termasuk dalam family Bromeliaceae), Bentuk daun nanas menyerupai pedang yang meruncing diujungnya dengan warna hijau kehitaman

dan pada tepi daun terdapat duri yang tajam. Tergantung dari species atau varietas tanaman, panjang daun nanas berkisar antara 55 sampai 75 cm dengan lebar 3,1 sampai 5,3 cm dan tebal daun antara 0,18 sampai 0,27 cm (Hidayat, P. 2008).



Gambar 1. Serat Daun Nanas

### **Matriks**

Matriks dalam struktur komposit dapat berasal dari bahan polimer, logam, maupun keramik. Matriks yang digunakan dalam komposit adalah harus mampu meneruskan beban sehingga serat harus bisa melekat pada matriks dan kompatibel antara serat dan matriks artinya tidak ada reaksi yang mengganggu (Zulkifli, Z., & Dharmawan, I. B. 2019).

Serat (fiber) adalah suatu jenis bahan berupa potongan-potongan komponen yang membentuk jaringan memanjang yang utuh. Manusia menggunakan serat dalam banyak hal antara lain untuk membuat tali, kain, atau kertas. Namun demikian, serat alami memiliki berbagai kelebihan khususnya dalam hal kenyamanan (Fansuri, M. H. 2019).

### **Perlakuan Alkali (NaOH)**

Alkalisasi pada serat alam adalah metode yang telah digunakan untuk menghasilkan serat berkualitas tinggi. Proses alkalisasi menghilangkan komponen penyusun serat yang kurang efektif dalam menentukan kekuatan antar muka yaitu hemiselulosa, lignin atau pektin. Dengan berkurangnya hemiselulosa, lignin atau pektin, wetability serat oleh matriks akan semakin baik, sehingga kekuatan antarmuka pun akan meningkat (Maryanti, B., Sonief, A. A. A., & Wahyudi, S. 2011).

### **Resin Polyester**

Resin Polyester merupakan jenis resin termoset atau lebih populernya sering disebut polyester saja. Resin ini berupa cairan dengan viskositas yang relatif rendah, mengeras pada suhu kamar dengan penggunaan katalis tanpa menghasilkan gas sewaktu pengesatan seperti banyak resin termoset lainnya (Fahmi, H., & Hermansyah, H. 2011).

## **METODOLOGI**

### **Pembuatan Benda Uji**

Siapkan serat daun nanas yang sudah di pisahkan dari daging daun dan serat, lalu ambil seratnya , lalu cuci hingga bersih dan keringkan ,Lalu persiapkan larutan NaOH, Lalu masukan serat daun nanas ke dalam wadah yang sudah di isis dengan larutan NaOH,Tunggu serat yang di rendam dengan waktu 1 jam dan 2 jam,Bersihkan serat dari larutan NaOH dengan air bersih yang

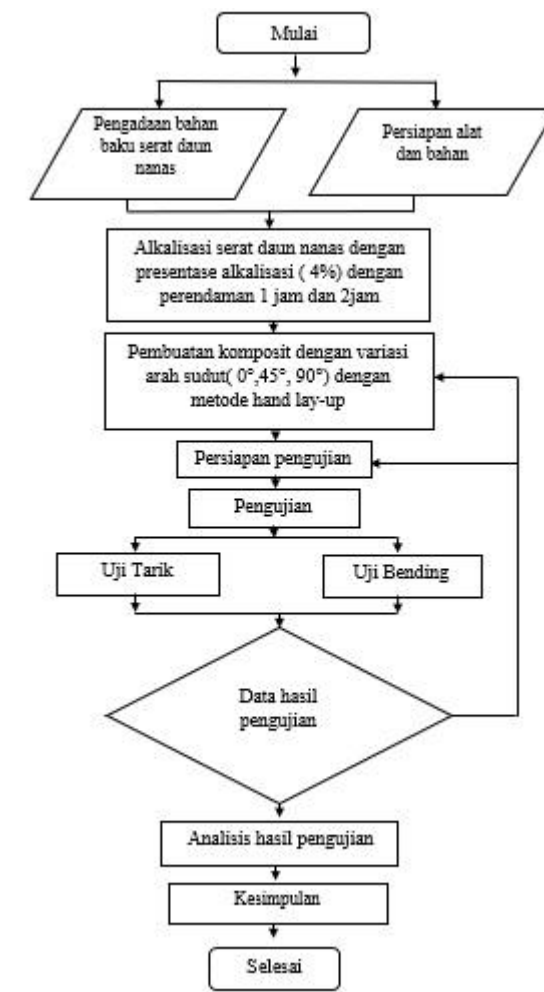
mengalir. Rapikan serat dengan posisi lurus dan taruh pada nampan, kemudian keringkan pada suhu ruangan. Setelah serat kering, timbang serat untuk 1 cetakan. Rapikan serat pada cetakan yang akan dicetak. Cetakan dibersihkan dari debu. Campurkan resin dan katalis kedalam gelas ukur dengan perbandingan resin sebesar 13,254 ml atau 99% dan katalis sebesar 0,13 ml atau 1%, kemudian aduk hingga tercampur. Tuangkan resin dan katalis setengah dari yang sudah ditentukan pada cetakan Serat diletakan dan disusun didalam cetakan, tunggu beberapa saat supaya serat agak kering Kemudian tuangkan sisa resin dan katalis pada cetakan Serat lalu ditekan dengan menggunakan roll agar campuran resin dan katalis masuk melalui sela-sela serat dan udara yang tersimpan didalam antara serat dan resin dapat keluar Komposit ditunggu hingga benar-benar kering pada suhu ruangan. Setelah komposit kering cetakan di buka dengan menggunakan pisau.

#### **Alat dan bahan**

1. *Double tape* digunakan untuk merekatkan/menempelkan cetakan.
2. Sendok digunakan untuk mengaduk resin dan katalis yang telah dicampurkan ke dalam mangkuk/cup
3. Cetakan spesimen komposit uji tarik ini terbuat dari papan kayu yang dilapisi dengan lem karet agar proses pencetakan tidak lengket, kemudahan dari cetakan ini yaitu spesimen komposit tidak mengalami proses pemotongan oleh perkakas. Gambar dibawah menunjukkan cetakan komposit.
4. Cetakan spesimen komposit uji bending ini terbuat dari akrilik yang dilapisi dengan lem karet agar proses pencetakan tidak lengket, kemudahan dari cetakan ini yaitu spesimen komposit tidak mengalami proses pemotongan oleh perkakas. Gambar dibawah menunjukkan cetakan komposit.
5. Kegunaan gelas ukur digunakan untuk mengetahui massa jenis serat dan resin.
6. Jangka sorong digunakan untuk mengukur ketebalan suatu spesimen yang telah di tentukan
7. Amplas digunakan untuk memperhalus permukaan komposit serta meratakan tebal permukaan.
8. Sarung tangan digunakan selama proses pembuatan komposit. Sarung tangan yang digunakan adalah sarung tangan karet.
9. Suntikan Untuk membantu pengambilan katalis
10. Timbangan digital digunakan untuk menimbang serat, resin dan katalis
11. Mangkuk/ Cup Untuk mencampurkan resin dan katalis
12. Cutter/ pisau Untuk melepaskan spesimen dari cetakan
13. Kaca digunakan untuk dasar cetakan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini

1. Serat Daun nanas
2. Resin Polyester
3. Katalis
4. NaOH (4%)



Gambar 2. Alur Penelitian

## HASIL PENELITIAN

### Hasil Uji Tarik

Kekuatan tarik rata-rata yang tertinggi arah 0° dengan perendaman alkalisasi 2 jam dengan NaOH 4% dengan nilai rata 4,306 Mpa.

Hasil pengujian tarik ditunjukkan pada Tabel dibawah ini :

Tabel 1. Hasil Pengujian Tarik

| Jenis komposit  | Kekuatan tarik rata-rata (Mpa) |
|---|--------------------------------|
| Arah 0° tanpa perendaman alkalisali dengan fraksi volume 50%        | 3,725                          |
| Arah 45° tanpa perendaman alkalisasi dengan fraksi volume serat 50% | 2,187                          |
| Arah 90° tanpa perendaman alkalisasi dengan fraksi volume serat 50% | 1,149                          |
| Arah 0° dengan perendaman alkalisasi 1 jam dengan fraksi volume 50% | 3,286                          |

|  |       |
|--|-------|
| Arah 45° dengan perendaman alkalisasi 1 jam dengan fraksi volume 50% | 1,630 |
| Arah 90° dengan perendaman alkalisasi 1 jam dengan fraksi volume 50% | 1,661 |
| Arah 0° dengan perendaman alkalisasi 2 jam dengan fraksi volume 50%  | 4,306 |
| Arah 45° dengan perendaman alkalisasi 2jam dengan fraksi volume 50%  | 2,174 |
| Arah 90° dengan perendaman alkalisasi 2 jam dengan fraksi volume 50% | 1,646 |

### Hasil Uji Bending

Kekuatan bending rata-rata yang tertinggi arah 0° dengan perendaman alkalisasi 2 jam dengan NaOH 4% dengan nilai rata 3,726 Mpa.

Hasil pengujian tarik ditunjukkan pada Tabel dibawah ini:

Tabel 2. Hasil Pengujian Tarik

| Jenis komposit   | Kekuatan bending rata-rata (Mpa) |
|--|----------------------------------|
| Arah 0° tanpa perendaman alkalisali dengan fraksi volume 50%         | 3,358                            |
| Arah 45° tanpa perendaman alkalisasi dengan fraksi volume serat 50%  | 2,067                            |
| Arah 90° tanpa perendaman alkalisasi dengan fraksi volume serat 50%  | 2,524                            |
| Arah 0° dengan perendaman alkalisasi 1 jam dengan fraksi volume 50%  | 3,309                            |
| Arah 45° dengan perendaman alkalisasi 1 jam dengan fraksi volume 50% | 2,046                            |
| Arah 90° dengan perendaman alkalisasi 1 jam dengan fraksi volume 50% | 2,262                            |
| Arah 0° dengan perendaman alkalisasi 2 jam dengan fraksi volume 50%  | 3,726                            |
| Arah 45° dengan perendaman alkalisasi 2jam dengan fraksi volume 50%  | 1,976                            |
| Arah 90° dengan perendaman alkalisasi 2 jam dengan fraksi volume 50% | 2,415                            |

### PEMBAHASAN

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan didapat hasil bahwa pengujian tarik kekuatan paling tinggi ada pada arah 0° dengan perendaman alkalisasi 2 jam dengan NaOH 4% dengan nilai rata-rata 4,306 Mpa. Dan pada uji bending didapat

hasil paling tinggi ada pada arah  $0^\circ$  dengan perendaman alkalisasi 2 jam dengan NaOH 4% dengan nilai rata-rata 3,922 Mpa karena arah serat berbanding lurus dengan beban statis yang diberikan pada mesin ujitarik dan uji bending.

### **KESIMPULAN DAN REKOMENDASI**

Dari penelitian yang telah dilakukan maka dapat ditarik berbagai kesimpulan antara lain adalah dengan dilakukannya perlakuan alkalisasi menggunakan NaOH konsentrasi 4% maka akan berpengaruh pada sifat biologis serat yang kemudian akan berperan merubah sifat mekanis serat sebagai reinforce komposit. Dimana dalam penelitian ini diketahui bahwa komposit polyester dengan penguat serat daun nanas tanpa alkalisasi memiliki kekuatan tarik sebesar 4,198 Mpa di arah  $0^\circ$  pada spesimen 03 dengan nilai rata-rata 3,286 MPa. Sedangkan setelah diberikan perlakuan alkalisasi dengan lama waktu perendaman sebagai variabel bebas maka hasil terbaik spesimen terdapat pada waktu perendaman 2 jam dibandingkan dengan waktu 1 jam alkalisasi dimana kekuatan tarik pada spesimen ini adalah sebesar 5,883 Mpa di arah  $0^\circ$  pada spesimen 01 dengan nilai rata-rata 4,306 MPa dan untuk uji bending kekuatan bending tertinggi tanpa alkalisasi ada di arah  $0^\circ$  dengan nilai 3,628 MPa pada spesimen 04 dengan nilai rata-rata 3,358 dan untuk nilai tertinggi ada pada perendaman 2 jam dengan nilai kekuatan bending 3,922 di arah  $0^\circ$  pada spesimen 04 dengan nilai rata-rata kekuatan bending 3,276. Hal ini terjadi karena dengan perendaman selama 2 jam maka reaksi yang terjadi adalah zat yang luntur hanyalah zat pelapis serat yang berbentuk seperti lilin yang tersusun oleh lignin, selulosa dan pengotor yang tidak diperlukan. namun pengaruh lebih lanjut apabila waktu perendaman terlalu lama maka zat penyusun serat juga akan mengalami pelarutan. Sehingga kekuatan mekanis dari komposit ikut menurun seiring berkurangnya zat penyusun yang tersisa. Sehingga hasil terbaik dari proses alkalisasi adalah pada waktu 2 jam.

### **PENELITIAN LANJUTAN**

Penelitian ini mempunyai banyak kekurangan yang perlu diperbharui dan disempurnakan pada peneli selanjutnya untuk itu penulis menyarankan beberapa hal sebagai berikut :

1. Untuk peneliti selanjutnya di sarankan membuat cetakan jangan terlalu pas dengan ukuran.
2. Untuk penyimpanan serat ke cetakan di sarankan harus pas dengan arah yang ditentukan.

### **UCAPAN TERIMA KASIH**

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT atas rahmat dan karunia-nya yang telah memberikan kekuatan bagi penulis dalam menyelesaikan penelitian ini. Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang ikut serta membantu dalam penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Hadi, T. S., Jokosisworo, S., & Manik, P. (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).
- Tauvana, A. I., Syafrizal, S., & Subekti, M. I. (2020). Pengaruh matrik resin-epoxy terhadap kekuatan impak dan sifat fisis komposit serat nanas. *Jurnal Polimesin*, 18(2), 99-104.
- Firman, S. H., Muris, M., & Junaedi, S. (2015). Studi Sifat Mekanik Dan Morfologi Komposit Serat Daun Nanas-Epoxy Ditinjau Dari Fraksi Massa Dengan Orientasi Serat Acak. *Jurnal Sains dan Pendidikan Fisika*, 11(2), 184-191.
- Bahri, F. S., & Aji, A. (2018). Jurnal Teknologi Kimia Unimal. *J. Teknol. Kim. Unimal*, 2, 85-100.
- Sugiyanto, P. (2013). Pengaruh Kekuatan Sambungan Komposit Serat Nanas Terhadap Kekuatan Tarik Dan Geser Dengan Adhesive Epoksi. *Jurusan Teknik Mesin-Fakultas Teknik, Universitas Surakarta*.
- OKTAVILLA, D. D. Y. *Pengaruh Alkalisasi Terhadap Kekuatan Tarik Dan Impak Pada Komposit Epoxy Berpenguat Serat Daun Nanas* (Doctoral dissertation, FAKULTAS TEKNIK).
- Fahmi, H., & Hermansyah, H. (2011). Pengaruh orientasi serat pada komposit resin polyester/serat daun nenas terhadap kekuatan tarik. *Jurnal Teknik Mesin*, 1(1), 46-52.
- Indra, A. T. (2014). Karakterisasi Sistem Sensor Serat Optik Berdasarkan Efek Gelombang Evanescent. *Jurnal Fisika Unand*, 3(1).
- Witono, K., Irawan, Y. S., Soenoko, R., & Suryanto, H. (2013). Pengaruh perlakuan alkali (NaOH) terhadap morfologi dan kekuatan tarik serat mendong. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 4(3), 227-234.
- Muhajir, M., Mizar, M. A., & Sudjimat, D. A. (2017). Analisis kekuatan tarik bahan komposit matriks resin berpenguat serat alam dengan berbagai varian tata letak. *Jurnal Teknik Mesin*, 24(2).
- Hidayat, P. (2008). Teknologi pemanfaatan serat daun nanas sebagai alternatif bahan baku tekstil. *Teknoin*, 13(2).
- Zulkifli, Z., & Dharmawan, I. B. (2019). Analisa pengaruh perlakuan alkalisasi dan hydrogen peroksida terhadap kekuatan mekanik komposit serat sabut kelapa bermatriks epoxy. *Jurnal Polimesin*, 17(1), 41-46.
- Fansuri, M. H. (2019). Analisis Uji Tarik Komposit Sandwich Yang Digabungkan Dengan 3D Printing.
- Maryanti, B., Sonief, A. A. A., & Wahyudi, S. (2011). Pengaruh alkalisasi komposit serat kelapa-poliester terhadap kekuatan tarik. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 2(2), 123-129.
- Fahmi, H., & Hermansyah, H. (2011). Pengaruh orientasi serat pada komposit resin polyester/serat daun nenas terhadap kekuatan tarik. *Jurnal Teknik Mesin*, 1(1), 46-52.