

# EFEK PERLAKUAN ALKALI TERHADAP SIFAT FISIS DAN MEKANIS KOMPOSIT PENGUAT SERAT NANAS GONDOK DENGAN MATRIK POLIESTER

Riko Wahyu Maulana; Wijianto

Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta

## Abstrak

Perkembangan teknologi komposit saat ini sudah mengalami pergeseran daribahan komposit berpenguat serat sintesis menjadi bahan komposit berpenguatserat alam. Pergeseran teknologi ini dilandasi oleh sifat komposit berpenguatserat alam yang lebih ramah lingkungan. Serat yang dapat kita temukan dengan mudah di sekitar kita yaitu serat dari daun nana. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui efek perlakuan alkali terhadap sifat fisis dan mekanis komposit serat nana dengan penguat polyester. Metode pembuatan specimen komposit menggunakan metode hand lay up dan pengujian yang dilakukan adalah pengujian tarik dan pengujian bending. Pada penelitian ini serat nana direndam dalam larutan KOH dengan konsentrasi 0% (tanpa perendaman), 0% (tanpa perlakuan alkali), 5%, 10% dan 15% selama 2 jam. Dari penelitian yang telah dilakukan dan data hasil analisis perhitungan dapat diketahui bahwa tegangan tarik pada komposit serat nana dengan konsentrasi KOH 10% memiliki tegangan tarik tertinggi dengan nilai sebesar 1,108 MPa. Dan variasi komposit serat nana dengan konsentrasi KOH 0% (tanpa perlakuan alkali) memiliki tegangan bending yang tinggi yaitu sebesar 51,731 MPa. Jadi tegangan tarik terbesar terdapat pada komposit serat nana yang diperlakukan alkali sedangkan tegangan bending terbesar pada komposit serat nana yang tidak diperlakukan alkali.

**Kata kunci:** *hand lay up*, komposit, nana, pengujian bending, pengujian tarik

## Abstrack

The development of composite technology is currently experiencing a shift from composite materials reinforced with synthetic fibers to composite materials reinforced with natural fibers. This technological shift is based on the nature of composites reinforced with natural fibers which are more environmentally friendly. The fiber that we can find easily around us is fiber from nana leaves. The aim of this research is to determine the effect of alkali treatment on the physical and mechanical properties of pineapple fiber composites with polyester reinforcement. The method for making composite specimens uses the hand lay up method and the tests carried out are tensile tests and bending tests. In this study, pineapple fiber was soaked in a KOH solution with a concentration of 0% (without soaking), 0% (without alkali treatment), 5%, 10% and 15% for 2 hours. From the research that has been carried out and data from calculation analysis results, it can be seen that the tensile stress in pineapple fiber composite with a KOH concentration of 10% has the highest tensile stress with a value of 1.108 MPa. And a variation of pineapple fiber composite with a KOH 0% concentration (without alkali treatment) has a high bending stress of 51.731 MPa. So the greatest tensile stress is found in the pineapple fiber composite which is treated with alkali, while the bending stress is largest in the pineapple fiber composite which is not treated with alkali.

**Keywords:** *hand lay up*, composite, pineapple, bending testing, tensile testing

## 1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi komposit saat ini sudah mengalami pergeseran dari bahan komposit berpenguat serat sintetis menjadi bahan komposit berpenguat serat alam. Pergeseran teknologi ini dilandasi oleh sifat komposit berpenguat serat alam yang lebih ramah lingkungan. Komposit ini juga memiliki rasio kekuatan dengan *density* yang tinggi sehingga komponen yang dihasilkan lebih ringan.

Dalam beberapa tahun terakhir, telah terjadi peningkatan dramatis dalam penggunaan serat alami, seperti daun lenan, goni, rami, nanas, dan sisal, untuk membuat tipe baru komposit ramah lingkungan. Kemajuan terbaru dalam pengembangan serat alami, rekayasa genetika, dan ilmu komposit menawarkan peluang signifikan untuk bahan yang lebih baik dari sumber daya terbarukan dengan dukungan yang ditingkatkan untuk keberlanjutan global. Secara umum, dua jenis serat alami diidentifikasi membuat polimer yang diperkuat serat; mereka adalah serat nabati dan serat hewani. Terutama, karena pasokannya yang melimpah di lingkungan alam, biaya bahan bakunya relatif rendah dan dapat bersaing dengan serat sintetis dan kaca untuk membuat komposit. Serat hewani, bagaimanapun, sulit untuk dikumpulkan dari satwa liar dan, biasanya, harus diperoleh dari hewan yang diberi makan di rumah, seperti laba-laba dan kepompong (Alan, 2017).

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*), pada umumnya termasuk jenis tanaman semusim (Pratikno, 2008). Tanaman nanas akan dibongkar setelah dua atau tiga kali panen untuk diganti tanaman baru, oleh karena itu limbah daun nanas terus berkesinambungan sehingga cukup potensial untuk dimanfaatkan. Menurut Irhyil (2019) pemanfaatan serat daun nanas sendiri sebagai bahan untuk membuat kerajinan tangan, tali dan tekstil.

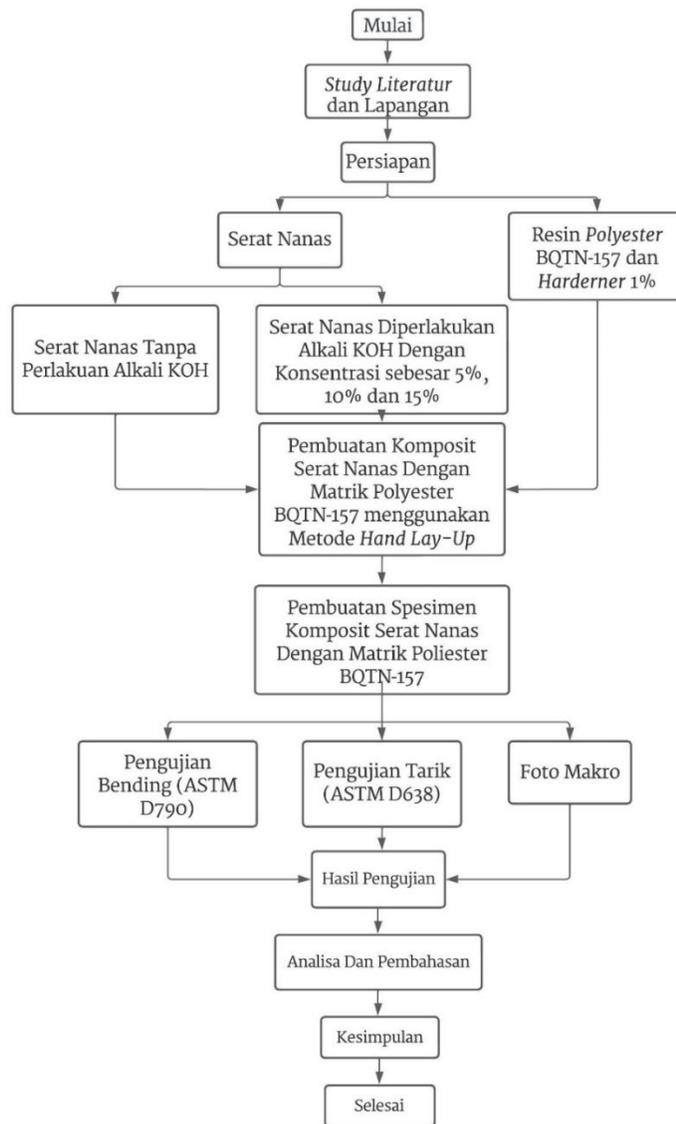
Perlakuan alkali adalah proses di mana serat alami berada direndam dalam larutan berair yang kuat, seperti NaOH, LiOH, atau KOH untuk menghasilkan perubahan pada struktur, dimensi, morfologi, dan sifat mekanik (Aboul-Fadl, 1985). Perlakuan alkali memisahkan ikatan *hydrogen* dalam jaringan, dengan demikian meningkatkan kekasaran permukaan dan menghasilkan mekanis *interlocking* yang lebih baik dan meningkatkan

jumlah selulosa yang terpapar pada permukaan serat, sehingga meningkatkan jumlah kemungkinan reaksi untuk sambungan (Arrakhiz, 2013).

Untuk meningkatkan fungsi guna dari serat daun nanas yang biasa digunakan untuk bahan tekstil dan kerajinan tangan menjadi material teknik, maka perlu diteliti dan dikembangkan sebagai bahan komposit yang sesuai dengan sifat fisis dan mekanisnya, maka dilakukan penelitian tentang Efek Perlakuan Alkali Terhadap Sifat Fisis dan Mekanis Komposit Serat Nanas dengan Penguat Poliester.

## **2. METODE**

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen yang bertujuan mengetahui sebab – akibat. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kekuatan Tarik dengan standar pengujian ASTM D638 dan kekuatan bending dengan standar pengujian ASTM D790 berpenguat serat eceng gondok pada konsentrasi KOH sebesar 0%, 5%,10%,15% dengan lama perendaman 1 jam pada suhu kamar. Pengujian bending dengan ASTM D790 bertujuan untuk mengetahui besarnya kekuatan lentur dari material komposit dan foto mikro. Adapun prosedur penelitian yang akan dilakukan maka dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 1 Diagram Alir

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah spesimen di lakukan pengujian tarik, pengujian bending dan foto makro, dilakukan pengolahan data dan perhitungan. Hasil data dan perhitungan dapat berupa tabel dan grafik.

#### 3.1 Hasil Pengujian Tarik

Pengujian tarik ini dilakukan untuk mengetahui kekuatan tarik dan regangan dari suatu spesimen. Data hasil pengujian tarik pada spesimen benda uji matrik, komposit dengan variasi perendaman serat pada larutan KOH 0% (tanpa

perendaman), 5%, 10% dan 15% disajikan dalam tabel 1. Berdasarkan data hasil pengujian yang ada pada tabel 1 dan tabel 2 dapat diketahui beban maksimal komposit serat nanas dengan konsentrasi KOH 10% yaitu 75,093N pada specimen 8, serta memiliki kekuatan luluh sebesar 1,343 MPa.

**Tabel 1 Hasil Uji Tarik**

Konsentrasi KOH	Benda Uji	Lebar (mm)	Area (mm <sup>2</sup> )	Beban Maks (N)	Kekuatan luluh (Mpa)	Regangan (%)
0%	sp1	13,42	58,243	70,541	1,049	7,932
	sp2	13,18	55,62	57,461	0,849	4,283
	sp3	13,71	61,695	49,84	0,611	8,859
5%	sp4	13,85	46,813	23,896	0,477	10,38
	sp5	13,37	54,951	71,729	1,238	8,589
	sp6	12,9	47,73	25,597	0,464	1,364
10%	sp7	13,52	55,702	53,993	0,715	6,099
	sp8	13	52	75,093	1,343	5,367
	sp9	12,9	51,6	46,919	0,557	7,121
15%	sp10	13	49,4	58,238	0,419	9
	sp11	13	53,3	44,192	0,419	5,178
	sp12	13	49,4	38,771	0,419	4,646

Pada tabel 2 dibawah menunjukkan rata-rata beban maksimal pada pengujian tarik setiap spesimen komposit serat nanas dengan konsentrasi KOH 0% (tanpa perendaman), 5%, 10% dan 15%.

**Tabel 2 Rata-Rata Beban Maksimal Pengujian Tarik pada Spesimen**

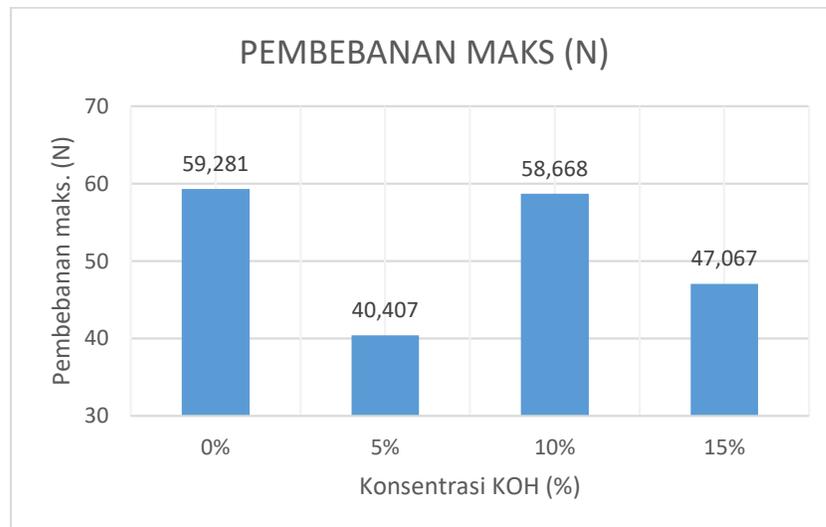
Konsentrasi KOH	Benda Uji	Beban Maks (N)	Rata-Rata Beban Maks (N)
0%	sp1	70,541	59,281
	sp2	57,461	
	sp3	49,84	
5%	sp4	23,896	40,407
	sp5	71,729	
	sp6	25,597	
10%	sp7	53,993	58,668
	sp8	75,093	
	sp9	46,919	
15%	sp10	58,238	47,067
	sp11	44,192	
	sp12	38,771	

Tabel 1 merupakan data hasil pengujian tarik dimana selanjutnya dari data hasil tersebut akan dicari nilai dari Tegangan Tarik dan Modulus Elastisitas Tarik, dengan menggunakan rumus yang ada. Hasil dari perhitungan nilai rata-rata tegangan tarik dan modulus elastisitas dari setiap konsentrasi KOH ditunjukkan pada tabel 3.

**Tabel 3 Data Hasil Perhitungan Pengujian Tarik**

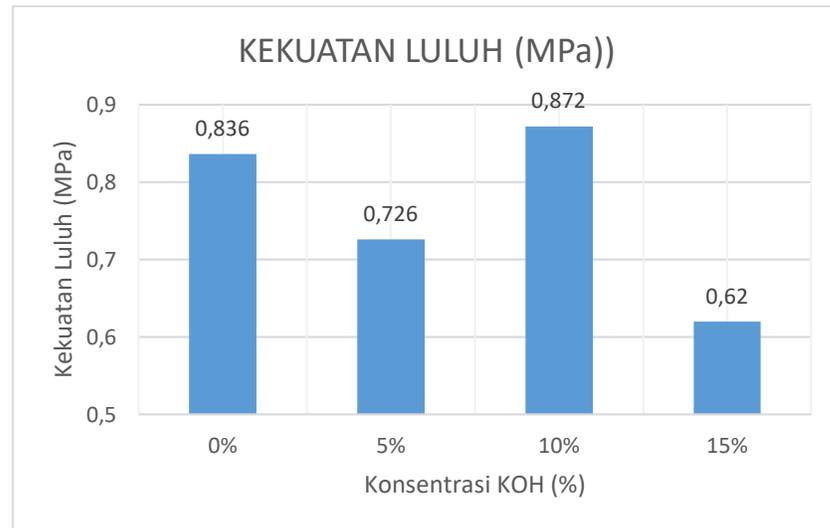
Konsentrasi KOH	Beban Maks (N)	Kekuatan luluh (Mpa)	Regangan (%)	Tegangan Tarik (Mpa)	Modulus elastisitas (Mpa)
0%	59,281	0,836	7,025	0,84	0,162
5%	40,407	0,726	6,778	0,892	0,198
10%	58,668	0,872	6,196	0,955	0,185
15%	47,067	0,62	6,273	0,89	0,153

Berdasarkan dari data hasil nilai perhitungan yang dapat dilihat pada tabel 3, diambil beban maksimal antara komposit berpenguat serat nanas dengan matriks polyester yang dilakukan perendaman pada larutan KOH dengan konsentrasi sebesar KOH 0% (tanpa perendaman), 5%, 10% dan 15% untuk membandingkan variasi kekuatan mana yang baik pada pengujian tarik ini. Pada komposit konsentrasi KOH 0% didapat beban maksimal 59,281N, dapat dilihat pada gambar 2 dibawah.

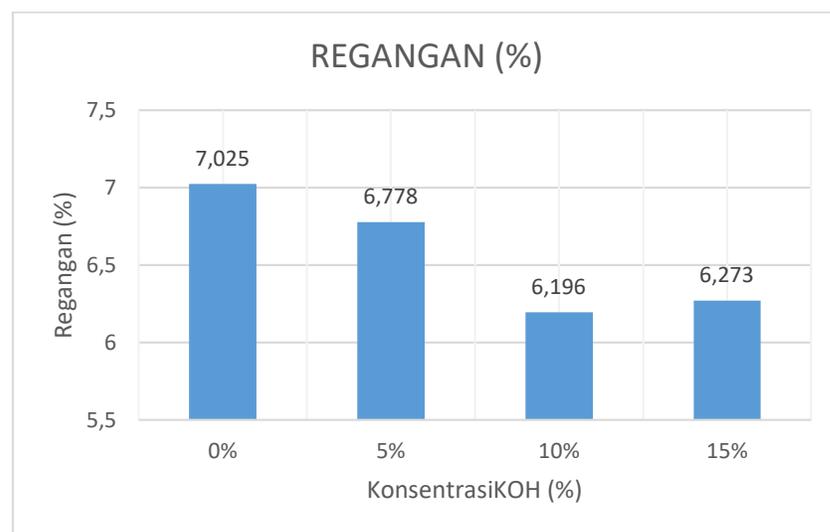


Gambar 2 Grafik Pembebanan maksimal Pada Pengujian Tarik Komposit Serat Nanas

Pada tabel 3 dapat dilihat bahwa komposit serat nanas dengan konsentrasi 10% memiliki nilai kekuatan luluh yang terbesar dengan nilaisebesar 0,872 Mpa. Jadi komposit serat nanas dengan konsentrasi10% memiliki nilai kekuatan luluh yang tinggi sebelum komposit tersebut kehilangan sifat elastisnya. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 3.



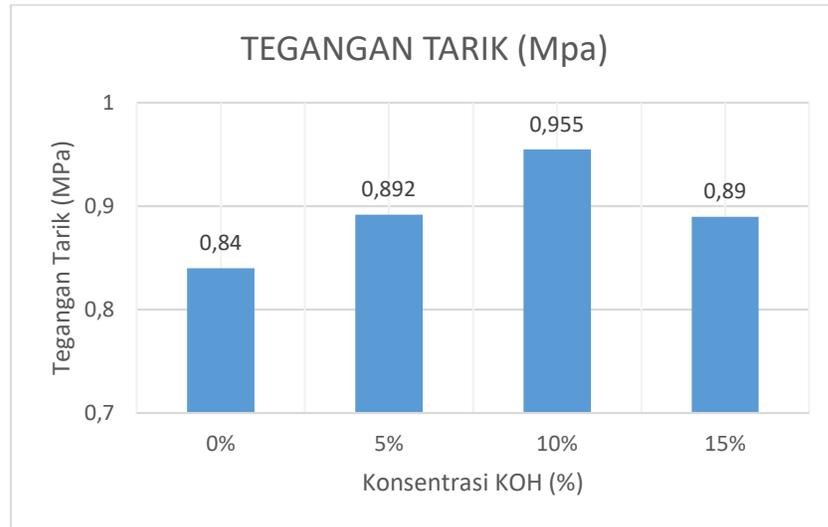
Gambar 3 Grafik kekuatan Luluh Pada Pengujian Tarik Komposit Serat Nanas



Gambar 4 Grafik Regangan Pada Pengujian Tarik Komposit Serat Nanas

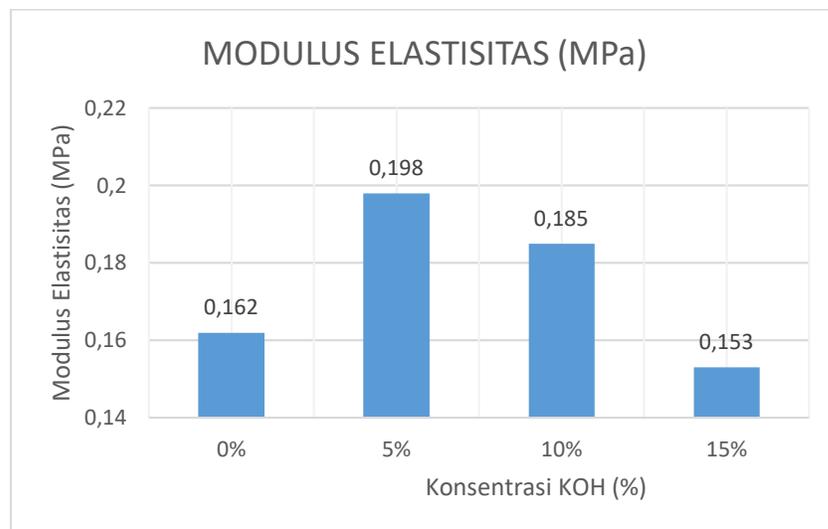
Pada Gambar 4 tentang grafik regangan komposit serat nanas diatas dapat dilihat komposit serat nanas dengan konsentrasi 0% memiliki nilai regangan yang terbesar

dengan nilai 7,025%. Jadi komposit tersebut meregang sebesar 7,025% panjang dari panjang asli sebelum di lakukan pengujian.



Gambar 5 Grafik Tegangan Pada Pengujian Tarik Komposit Serat Nanas

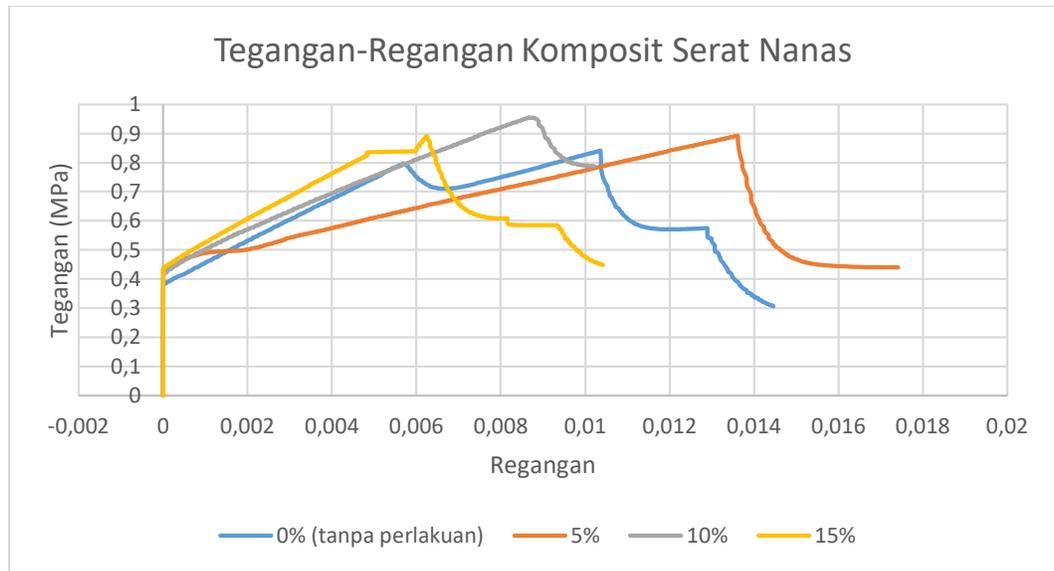
Seperti yang terlihat pada gambar 5 grafik tegangan tarik diatas nilai tegan tarik komposit serat nanas yang terbesar yaitu terdapat pada konsentrasi KOH 10% yaitu sebesar 0,955 MPa. Jadi dapat dilihat spesimen komposit dengan konsentrasi 10% lebih baik kekuatannya karna mendapatkan nilai tegangan tarik jauh lebih baik dari konsentrasi yang lainnya.



Gambar 6 Grafik Modulus Elastisitas Pada Pengujian Tarik Komposit Serat Nanas

Dan untuk modulus elastisitas tarik, dapat dilihat nilai modulus elastisitas paling tinggi pada komposit dengan konsentrasi KOH 5% dengan nilai 0,198MPa, Hal ini membuktikan bahwa spesimen komposit dengan konsentrasi 5% memiliki kekakuan yang lebih baik, karena memiliki nilai modulus elastisitas yang lebih tinggi dibandingkan komposit dengan konsentrasi KOH yang lain.

Dapat dilihat dibawah adalah grafik hubungan tegangan-regangan komposit serat nanas.



Gambar 7 Grafik Tegangan-Regangan Komposit Serat Nanas

Dari data tersebut dapat dilihat spesimen mana yang kekuatan variasinya paling baik untuk digunakan kedepannya, pada variasi komposit dengan konsentrasi 0% mendapat nilai yang tinggi pada nilai regangan dan nilai pembebanan. Dan untuk variasi komposit serat dengan konsentrasi 5% mendapatkan nilai yang tinggi pada nilai modulus elastisitas. Dan untuk komposit dengan konsentrasi 10% mendapatkan nilai yang tinggi pada kekuatan luluh dan tegangan tarik.

Dapat dibandingkan nilai tegangan tarik komposit serat nanas dengan dasar teori pada bab 2 sifat mekanis dari serat nanas dan polyester BQTN-157 dan gambar 6 grafik tegangan-regangan polimer, hasil tegangan tarik dari pengujian tarik komposit serat nanas tidak sesuai dari dasar teorinya. Nilai tegangan tarik polyester BQTN-157 sebesar 12,07 MPa dan nilai tegangan tarik serat nanas sebesar 170 MPa. Untuk nilai tegangan

tarik komposit serat nanas sebesar 0,955 MPa, dimana seharusnya nilai tegangan tariknya diantara tegangan tarik serat nanas dan polyester BQTN-157. Hal ini kemungkinan diakibatkan adanya void pada komposit atau kemungkinan juga ada permasalahan dari mesin pengujian tarik yang belum dikalibrasi untuk pengujian tarik pada komposit.

### 3.2 Hasil Pengujian Bending

Pengujian bending menggunakan standar uji Three Point Bending didapat hasil uji, dimana hasil uji tersebut dapat menggambarkan kualitas dari masing-masing spesimen. Dapat dilihat data hasil pengujian yang ada pada tabel 1

**Tabel 1 Hasil uji bending**

Konse ntrasi KOH	Ben da Uji	Panjang span (mm)	Lebar (mm)	Beban Maks (N)	Kekuatan luluh (Mpa)	Regangan (%)	Modulus Elastisitas (MPa)
0%	sp1	50	12,7	86,7	1,91	4,38	51,955
	sp2	50	12,7	83,8	2,06	3,58	59,787
	sp3	50	12,7	98,6	2,34	4,47	56,178
5%	sp4	50	12,7	90,2	2,21	4,53	50,771
	sp5	50	12,7	119,6	2,7	5,03	60,764
	sp6	50	12,7	48,7	1,2	2,01	63,225
10%	sp7	50	12,7	51,2	1,25	2,5	54,533
	sp8	50	12,7	52,1	1,27	2,38	56,967
	sp9	50	12,7	69,9	1,7	3,12	57,619
15%	sp10	50	12,7	63,7	1,56	3,43	46,889
	sp11	50	12,7	40,9	1	1,8	55,915
	sp12	50	12,7	68,1	1,68	3,26	53,735

Berdasarkan tabel 1 data hasil pengujian bending dapat diketahui beban maksimal komposit serat nanas dengan konsentrasi 5% sebesar 119,6N pada spesimen 5, serta nilai kekustan luluh 2,7MPa.

Pada tabel 2 dibawah menunjukkan rata-rata beban maksimal pada pengujian bending setiap spesimen komposit serat nanas dengan konsentrasi KOH 0% (tanpa perendaman), 5%, 10% dan 15%.

**Tabel 2 Rata-Rata Beban Maksimal Pengujian Bending pada Spesimen Komposit Serat Nanas**

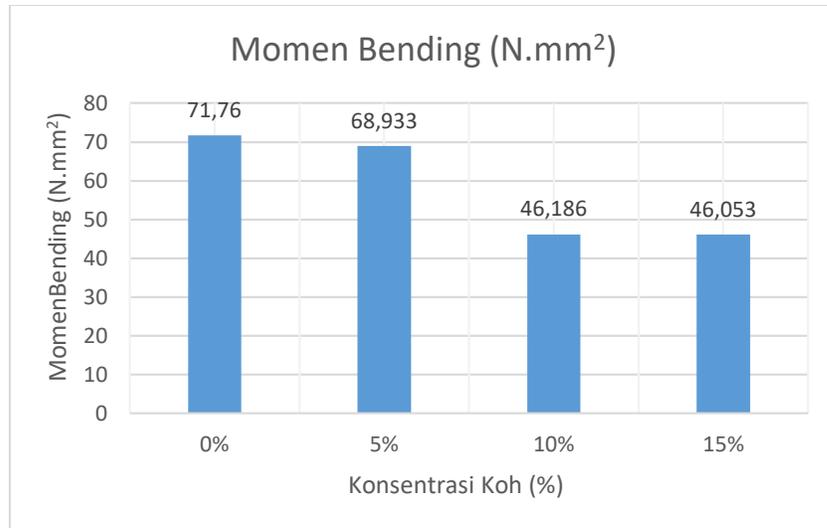
Konsentrasi KOH	Benda Uji	Beban Maks (N)	Rata-Rata Beban Maks (N)
0%	sp1	86,7	89,7
	sp2	83,8	
	sp3	98,6	
5%	sp4	90,2	86,167
	sp5	119,6	
	sp6	48,7	
10%	sp7	51,2	57,733
	sp8	52,1	
	sp9	69,9	
15%	sp10	63,7	57,567
	sp11	40,9	
	sp12	68,1	

Tabel 1 merupakan data hasil pengujian bending menggunakan standar uji Three Point Bending. Hasil dari perhitungan nilai rata-rata tegangan tarik dan modulus elastisitas dari setiap konsentrasi KOH ditunjukkan pada tabel 3.

**Tabel 3 Data Hasil Perhitungan Pengujian Bending**

Konsentrasi KOH	Momen Bending (N.mm <sup>2</sup> )	Kekakuan Bending (N.mm <sup>2</sup> )	Regangan (%)	Tegangan Bending (Mpa)	Modulus elastisitas (Mpa)
0%	52558,696	1421714,2	4,143	51,731	4,143
5%	50488,088	1479626,2	3,857	49,693	3,857
10%	33827,72	1431874,2	2,667	33,295	2,667
15%	33730,184	1325372	2,83	33,199	2,83

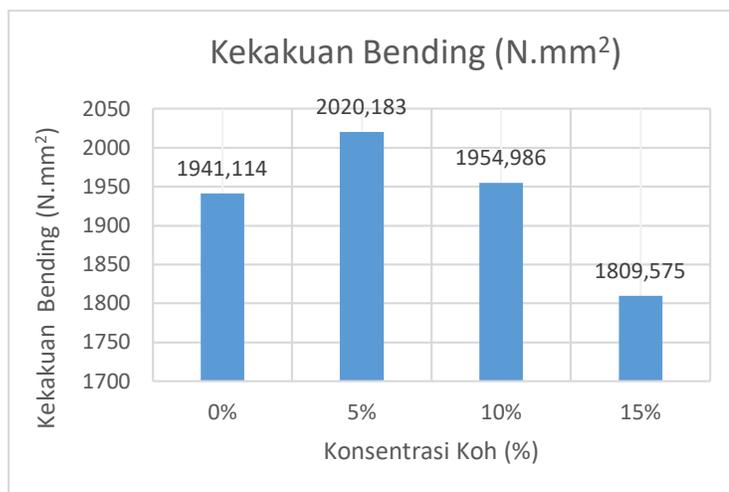
Berdasarkan dari data hasil nilai perhitungan yang dapat dilihat pada tabel 3, maka dapat membandingkan hasil perhitungan antar variasi komposit berpenguat serat nanas dengan matriks polyester yang dilakukan perendaman pada larutan KOH dengan konsentrasi sebesar KOH 0% (tanpa perendaman), 5%, 10% dan 15%.



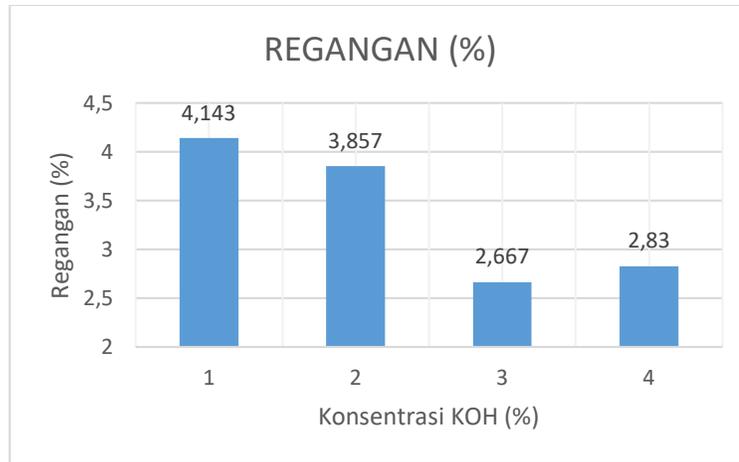
Gambar 8 Grafik Momen Bending Pada Pengujian Bending Komposit Serat Nanas

Dari grafik momen bending diatas didapatkan nilai dari pembebanan maksimal pada komposit serat nanas dengan kosnestrasi 0% (tanpa perlakuan alkali) sebesar 71,76 N.mm<sup>2</sup>. jadi komposit serat nanas dengan konsentrsi 0% dapat menerima momen paling baik.

Pada gambar 8 dapat dilihat bahwa komposit serat nanas dengan konsentrasi 5% memiliki nilai kekakuan bending yang terbesar dengan nilaisebesar 2021,183 N.mm<sup>2</sup>. Jadi komposit serat nanas dengan konsentrasi 5% memiliki ketahanan terhadap deformasi tekuk di daerah elastis.

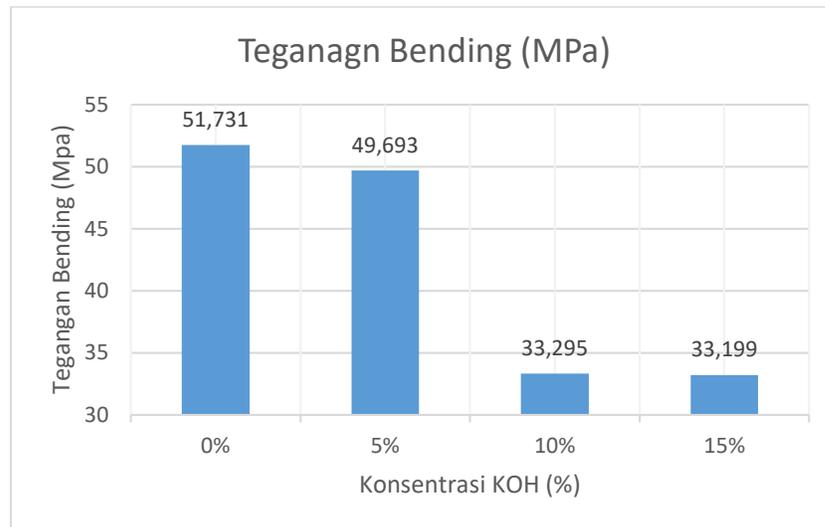


Gambar 9 Grafik Kekakuan Bending Pada Pengujian Bending Komposit Serat Nanas



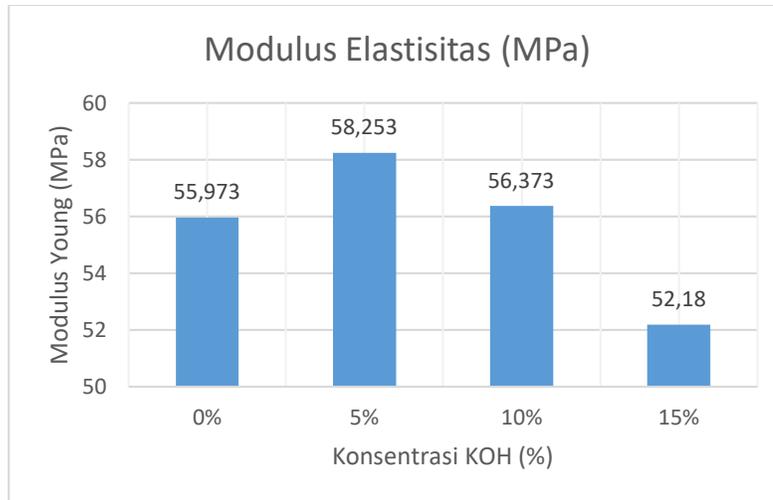
Gambar 10 Grafik Regangan Pada Pengujian Bending Komposit Serat Nanas

Pada Gambar 4 tentang grafik regangan komposit serat nanas diatas dapat dilihat komposit serat nanas dengan konsentrasi 0% memiliki nilai regangan yang terbesar dengan nilai 4,143%. Jadi komposit tersebut meregang sebesar 4,143% dari panjang asli sebelum di lakukan pengujian.



Gambar 11 Grafik Tegangan Bending Pada Pengujian Bending Komposit Serat Nanas

Dapat dilihat dari grafik diatas nilai tegangan bending terbesar terdapat pada komposit serat nanas dengan konsentrasi 0% yaitu sebesar 51,731MPa.



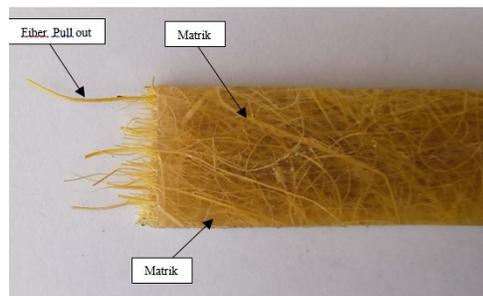
Gambar 12 Grafik Modulus Elastisitas Pada Pengujian Tarik Komposit Serat Nanas

Dan untuk modulus elastisitas tarik, dapat dilihat nilai modulus elastisitas paling tinggi pada komposit dengan konsentrasi KOH 5% dengan nilai 58,253MPa, Hal ini membuktikan bahwa spesimen komposit dengan konsentrasi 5% memiliki kekakuan yang lebih baik, karena memiliki nilai modulus elastisitas yang lebih tinggi dibandingkan komposit dengan konsentrasi KOH yang lain.

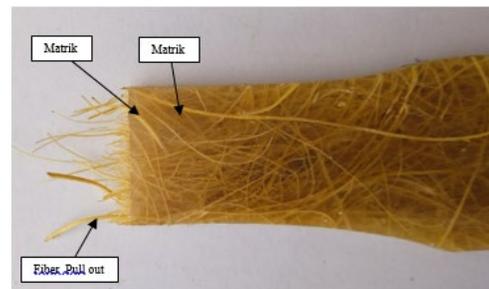
Dari data tersebut dapat dilihat spesimen mana yang kekuatan variasinya paling baik untuk digunakan kedepannya, pada variasi komposit dengan konsentrasi 0% mendapat nilai yang tinggi pada nilai regangan, nilai momen bending dan tegangan bending. Dan untuk variasi komposit serat dengan konsentrasi 5% mendapatkan nilai yang tinggi pada nilai modulus elastisitas dan kekakuan bending.

### 3.3 Hasil Foto Makro

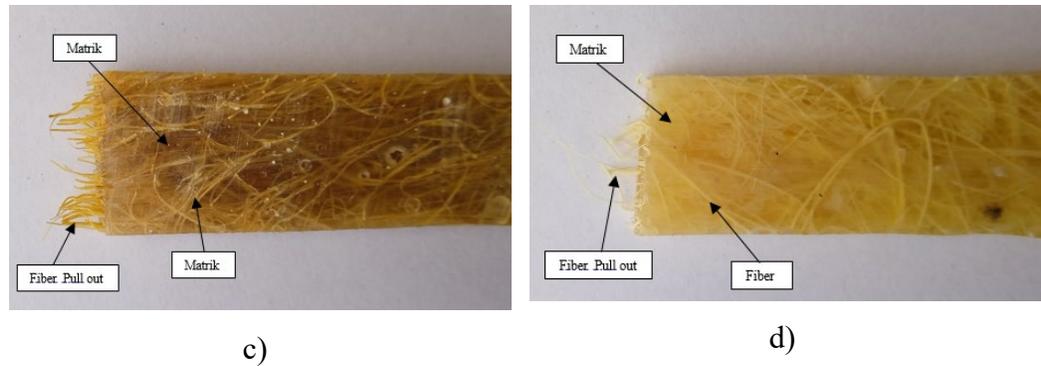
#### a. Pembahasan Foto Makro Pengujian Tarik



a)



b)

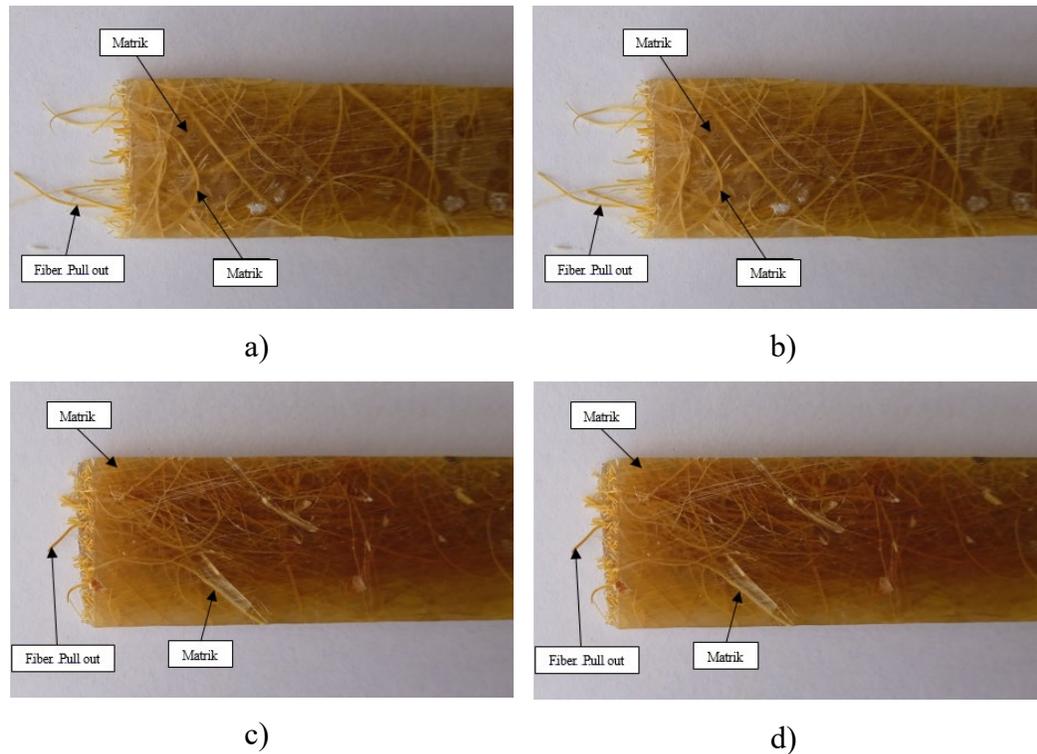


Gambar 13 Foto Makro Patahan Pengujian Tarik Komposit Serat Nanas Dengan Konsentrasi a) 0%, b) 5%, c) 10%, dan d) 15%

Dapat dilihat dari gambar 13 foto makro dari patahan pengujian tarik pada Komposit Serat Nanas Dengan Konsentrasi 0%, 5%, 10% dan 15%. Dari semua benda uji komposit terjadi *fiber pull out*, penyebab *fiber pull out* adalah kekuatan *fiber* yang lebih rendah dari kekuatan ikatan *fiber-matrix* sehingga serat mengalami patahan lebih awal, dan karena resin tidak mengikat serat secara penuh akibat beban yang diterima oleh komposit serat. Serat-serat yang keluar dari komposit adalah serat-serat yang gagal putus pada daerah patahan matriks selama pembebanan pada bahan, sehingga retakan serat berbeda-beda. Ketidak mampuan menerima gaya secara merata, mengakibatkan pull out.

Dan juga karena pemberian beban yang searah dengan arah penyebaran serat. Dari foto makro patahan komposit serat nanas a) dan b) terlihat terjadi fiber pull out yang lebih banyak dibandingkan dengan foto makro c) dan d), jadi dengan penambahan konsentrasi pada perendaman serat nanas dapat dengan baik membersihkan dan memodifikasi permukaan serat untuk menurunkan tegangan permukaan dan meningkatkan adhesi antar muka antara serat dengan matrik.

## b. Pembahasan Foto Makro Pengujian Bending



Gambar 14 Foto Makro Patahan Pengujian Bending Komposit Serat Nanas Dengan Konsentrasi a) 0%, b) 5%, c) 10%, dan d) 15%

Dapat dilihat dari gambar 14 foto makro dari patahan pengujian bending terjadi *fiber pull out* sama seperti patahan dari pengujian tarik. Penyebab *fiber pull out* dikarena resin tidak mengikat serat secara penuh akibat beban yang diterima oleh komposit serat. Serat-serat yang keluar dari komposit adalah serat-serat yang gagal putus pada daerah patahan matriks selama pembebanan pada bahan, sehingga retakan serat berbeda-beda. Ketidak mampuan menerima gaya secara merata, mengakibatkan pull out. Dan juga *fiber pull out* lebih pendek dibandingkan dengan hasil dari patahan pengujian tarik hal lini dikarenakan pembebanan yang dilakukan pada pengujian bending tegak lurus dengan arah penyebaran serat.

## 4. PENUTUP

### 4.1 KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan terhadap komposit serat eceng gondok baik yang diberi perlakuan alkali berupa larutan KOH maupun yang tidak diberi perlakuan alkali yang telah dilaksanakan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari penelitian yang telah dilakukan dan data hasil analisis perhitungan dapat diketahui bahwa tegangan tarik pada komposit serat nanas dengan konsentrasi KOH 10% memiliki tegangan tarik tertinggi dengan nilai sebesar 0,955 MPa.
2. Dari data hasil pengujian metode *Three Point Bending*, dan data hasil analisis perhitungan didapatkan hasil bahwa variasi komposit serat nanas dengan konsentrasi KOH 0% (tanpa perlakuan alkali) memiliki tegangan bending yang tinggi yaitu sebesar 51,731 MPa.
3. Dari hasil foto makro pengujian tarik dan bending pada komposit serat nanas dengan konsentrasi KOH 0% (tanpa perlakuan alkali), 5%, 10% dan 15% struktur patahan yang terjadi sama yaitu patahan jenis *fiber pull out*. Penyebab *fiber pull out* adalah kekuatan *fiber* yang lebih rendah dari kekuatan ikatan *fiber-matrix* sehingga serat mengalami patahan lebih awal, dan karena resin tidak mengikat serat secara penuh akibat beban yang diterima oleh komposit serat.

#### 4.2 SARAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, disarankan untuk dilakukan perkembangan dan perbaikan untuk penelitian selanjutnya, diantaranya adalah :

1. Dalam melakukan pembuatan benda uji hendaknya memakai alat pengaman, karena bahan-bahan pembuatan benda uji adalah bahan kimia.
2. Pada proses penuangan metrik kedalam cetakan harus merata dan cepat, agar serat benar-benar terbungkus oleh matrik. sehingga dapat meminimalkan terjadinya void.
3. Pada saat pembentukan benda uji, pemotongan dilakukan sehati-hati mungkin agar benda uji yang terbentuk tidak mengalami retak dan dimensi dari benda uji benar-benar sesuai ukuran.
4. Penyimpanan dan pemasangan benda uji pada alat penguji dilakukan sehati-hati mungkin, untuk menghindari rusaknya benda uji sebelum dilakukan pengujian.
5. Pengambilan data dari hasil pengujian dilakukan seteliti mungkin, agar hasil perhitungan sesuai dengan kondisi nyata.

## PERSANTUNAN

Selama penyusunan penelitian tugas akhir ini, penulis mendapat bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, baik langsung maupun tidak langsung. Maka dalam kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada bapak Wijianto S.T.,M.Eng.Sc selaku dosen pembimbing dan keluarga serta rekan-rekan semua yang sudah membantu dan mendukung penuh hingga selesai. Penulis berharap semoga penelitian ini dapat bermanfaat untuk diaplikasikan secara nyata dan digunakan sebagai tinjauan pustaka.

## DAFTAR PUSTAKA

- ASM Handbook Committee. 2001. *ASM Handbook Volume 21: Composite*. ASM International Handbook Committee
- Du S Su Yi, X., Zhang L (editor). 2018. *Composite Materials Engineering, Volume 1*. Singapore: Springer Nature .
- Kaw, A. K., 2006. *Mechanics Of Composite Materials (2nd Ed.)*. Boca Raton: Taylor & Francis Group, LLC.
- Lau, A. K., Hung A. P (editor). 2017. *Natural Fiber-Reinforced Biodegradable and Bioresorbable Polymer Composites*. Duxfor: Woodhead Publishing
- Lambrache, N., N'Drelan, B. Renagi, O., Oлару, L. 2022. *Composite Materials with Natural Fibers*. IntechOpen.
- Nijssen, R.P.L., 2015. *Composites – An Introduction*. Inholland University of Applied Sciences.
- Priyanto, H., 2015. Kajian Kekuatan Bending Komposit Berpenguat Serat Nanas – Nanasan (*Bromeliacea*)”. Naskah Publikasi. Teknik Mesin. Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Yogyakarta
- Santhiarsa, N., I. G. N., 2016. “*Effects of alkaline treatment and fiber length towards the static and dynamic properties of ijuk fiber strengthened–epoxy composite*”. Jurnal Proceedings of the International Mechanical Engineering and Engineering Education Conferences, 2016.

- Tanarko, H. I., (2018). “Pengaruh Perlakuan Larutan KOH Terhadap Kekuatan Tarik Komposit Serat Kulit Batang Maja (*Aegle Marmelos*) Dengan Matriks Epoxy”. Skripsi. Teknik Mesin Universitas Brawijaya, Malang.
- Gibson, R. F., 1994. *Principles of Composite Material Mechanics*. McGraw-Hill, Inc. New York.
- Mallick, P. K., 2007. *Fiber-Reinforced Composite*. Taylor & Francis Group, LLC. London.
- Benenson, w., Harris, j. w., Stocker , H., Lutz, H., 2000. *Handbook of Physics*. Springer. New York