

Karakteristik Fisik dan Mekanik Biokomposit Serat Pelepah Pisang Resin Getah Pinus dengan Variasi NaOH 2%, 5%, dan 10%

Kadek Yudi Pradnyana P., Cok Istri Putri Kusuma Kencanawati, I Wayan Surata
Program Studi Teknik Mesin Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran Bali

Abstrak

Sejalan dengan peningkatan kesadaran untuk menjaga lingkungan, maka komposit dengan serat alami dan resin alami memiliki potensi untuk menjadi alternatif sebagai pengganti komposit sintetis karena sifatnya yang dapat terdegradasi oleh alam. Salah satu bahan alam yang dapat digunakan sebagai biokomposit adalah serat pelepah pisang dengan resin getah pinus. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik fisik dan mekanik dari biokomposit dengan perlakuan serat menggunakan variasi NaOH 2%, 5%, dan 10%. Dengan dilakukan pengujian densitas (ASTM D792-08), pengujian kekuatan bending (ASTM D790), dan SEM. Hasil dari pengujian densitas menunjukkan bahwa biokomposit dengan variasi persentase NaOH 2% memiliki nilai densitas sebesar 1,055 g/cm³. Hasil dari pengujian bending menunjukkan bahwa biokomposit dengan variasi persentase NaOH 2% memiliki nilai kekuatan bending paling tinggi. Dimana nilai tegangan bending sebesar sebesar 4,237 MPa, nilai regangan bending sebesar 0,053, dan nilai modulus elastisitas sebesar 432,709 MPa. Foto hasil uji SEM (*Scanning Electron Microscope*) menunjukkan bahwa morfologi permukaan dengan perlakuan NaOH dapat membersihkan lapisan lignin yang ada pada serat.

Kata kunci: biokomposit, serat pelepah pisang, getah pinus, NaOH

Abstract

In line with increasing awareness to protect the environment, composites with natural fibers and natural resins have the potential to become alternatives to synthetic composites because of their nature which can be degraded by nature. One of the natural ingredients that can be used as biocomposites is banana frond fiber with pine resin. This study aims to determine the physical and mechanical characteristics of biocomposites with fiber treatment using variations of NaOH 2%, 5%, and 10%. With density testing (ASTM D792-08), bending strength testing (ASTM D790), and SEM. The results of the density test showed that biocomposites with a variation of 2% NaOH had a density value of 1.055 g / cm³. The results of bending tests indicate that biocomposites with a variation of 2% NaOH have the highest bending strength values. Where the bending stress value is 4.237 MPa, the bending strain value is 0.053, and the modulus of elasticity value is 432,709 MPa. Photograph of SEM (Scanning Electron Microscope) test results shows that surface morphology with NaOH treatment can clean the lignin layer present in the fiber

Keywords: biocomposite, banana frond fiber, pine resin, NaOH

1. Pendahuluan

Sejalan dengan peningkatan kesadaran untuk menjaga lingkungan, maka komposit dengan serat alami dan resin alami memiliki potensi untuk menjadi alternatif sebagai pengganti komposit sintetis. Jenis komposit yang salah satu penyusunnya atau matriksnya berasal dari bahan alam disebut biokomposit. Biokomposit memiliki kemampuan terdegradasi dengan baik (*biogradable*). Salah satu bahan alam yang dapat digunakan sebagai biokomposit adalah serat pelepah pisang dengan resin getah pinus. Pelepah pisang yang akan digunakan berjenis pisang kapok (*Musa sp.*) yang tumbuh di kecamatan Kediri, Tabanan. Serat pelepah pisang ini nantinya akan diberikan perlakuan NaOH dengan variasi 2%, 5%, dan 10%. Sedangkan getah pinus yang akan digunakan diperoleh dari hasil penyadapan pohon pinus (*Pinus Merkusii jungh, et deVries*) yang tumbuh terbesar di kawasan hutan Bali Timur Provinsi Bali.

Dalam hal ini maka ada beberapa rumusan masalah yang akan dikaji:

1. Bagaimana kekuatan bending biokomposit serat pelepah pisang resin getah pinus dengan perlakuan NaOH.
2. Bagaimana densitas biokomposit serat pelepah pisang resin getah pinus dengan perlakuan NaOH.
3. Bagaimana morfologi permukaan biokomposit serat pelepah pisang resin getah pinus yang diberi perlakuan NaOH.

Beberapa batasan ditetapkan dalam penelitian ini meliputi:

1. Penelitian ini menggunakan jenis getah pinus merkusii *Jungh. Et de Vries* yang tumbuh di hutan KPH Bali Timur.
2. Pisang jenis pisang kapok (*Musa Sp*) yang tumbuh di kecamatan Kediri, Tabanan.
3. Penelitian ini menggunakan suhu pada saat heat treatment getah pinus sebesar 170⁰C.
4. Menggunakan tiga pelepah yang terhitung dari luar.
5. Kecepatan pengaduk pada saat heat treatment getah pinus sebesar 600 rpm dengan holding time selama 10 menit.

6. Penelitian ini dilakukan dengan mengabaikan hasil uap dan terptentin pada heat treatment.

2. Dasar Teori

2.1. NaOH

Menurut penelitian [1] menerangkan bahwa perendaman dengan NaOH bertujuan untuk membersihkan kotoran (*impurities*) dan lapisan-lapisan lignin pada permukaan serat yang dapat menimbulkan lapisan batas (*boundary layer*) antara resin dan serat.

2.2. Uji Densitas

Pengujian densitas dilakukan untuk mengetahui massa jenis. Menurut penelitian [2] Apabila bentuk benda uji tidak teratur, maka pengujian densitas ini dilakukan dengan menggunakan prinsip piknometer. Perhitungannya dengan cara sbb:

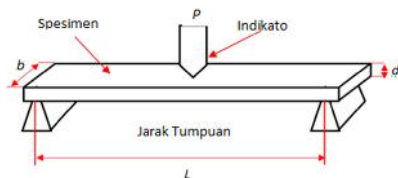
$$\rho = \frac{ms}{mb - (mg - mk)} \times \rho_{H_2O} \quad (1)$$

Dimana :

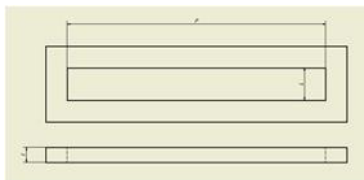
- ρ = massa jenis benda (gr/cm^3)
- ms = massa spesimen kering (gr)
- mb = massa spesimen basah (gr)
- mg = massa spesimen digantung dengan kawat di dalam air (gr)
- mk = massa kawat (gr)
- ρ_{H_2O} = massa jenis aquades (gr/cm^3)

2.3. Uji Bending

Pengujian bending dilakukan untuk mengetahui tegangan bending, regangan bending serta modulus elastisitas terbesar yang dapat diterima oleh komposit. Pada perhitungan kekuatan bending ini, digunakan persamaan, skema dan dimensi yang ada pada standar ASTM D790 ditunjukkan pada gambar 1 dan 2 yaitu :



Gambar 1. Skema uji bending



Gambar 2. Dimensi spesimen uji bending

Keterangan :

- Panjang : 120 mm
- Lebar : 15 mm
- Tebal : 7 mm

Tegangan bending

$$\sigma_L = \frac{3P \cdot L}{2b \cdot d^2} \quad (2)$$

Dimana :

- σ_L = Tegangan bending (MPa)

P = Beban (N)

L = Panjang Span (mm)

b = Lebar benda uji (mm)

d = Tebal benda uji (mm)

Regangan bending

$$\epsilon_L = \frac{6\delta \cdot d}{L^2} \quad (3)$$

Dimana :

ϵ_L = Regangan Bending (mm/mm)

δ = Defleksi Benda Uji (mm)

L = Support Span

d = Tebal benda Uji

Modulus elastisitas

$$E_L = \frac{L^3 \cdot m}{4b \cdot d^3} \quad (4)$$

Dimana :

E_L = Modulus Elastisitas Bending (MPa)

L = Support Span (mm)

b = Lebar benda uji (mm)

d = Tebal benda uji (mm)

m = Tangen garis lurus pada Load Deflection Curve (N/mm)

3. Metode Penelitian

3.1. Menghitung Massa Jenis Bahan Penelitian

Massa jenis serat pelepah pisang dan getah pinus perlu diketahui untuk menghitung perbandingan fraksi volume serat pelepah pisang dan getah pinus. Merujuk pada penelitian [3] rata rata serat pelepah pisang memiliki massa jenis sebesar = $0,777 \text{ gr/cm}^3$. Dan pada penelitian [4] getah pinus memiliki masa jenis sebesar = $1,1 \text{ gr/cm}^3$.

3.2. Proses Pembuatan Spesimen

1. Ukur serat dan getah pinus sesuai dengan fraksi volume yang akan dibuat



Gambar 3. Menimbang serat pelepah pisang

2. Melakukan pemanasan getah dipanaskan dengan suhu 170°C selama 10 menit dan kecepatan 600 Rpm



Gambar 4. Memanaskan getah

- Setelah getah sudah mencapai waktu yang ditentukan maka getah tersebut dicampur dengan serat pelepah pisang yang sudah mendapatkan perlakuan NaOH.



Gambar 5. Mencampur getah dengan serat

- Siapkan cetakan Spesimen yang telah terbungkus oleh aluminium foil.



Gambar 6. Cetakan spesimen

- Kemudian masukan diratakan sesuai dengan ukuran yang sudah ditentukan kemudian ditekan sehingga padat sampai menemukan ketebalan yang diinginkan.



Gambar 7. Mencetak spesimen

- Kemudian menunggu sampai spesimen mengering dan mengeras.
- Lalu setelah kering, lepaskan spesimen tersebut dari cetakan secara perlahan dan secara hati – hati agar spesimen tidak rusak.

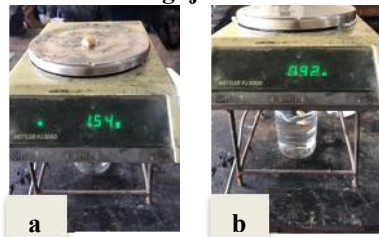


Gambar 8. Spesimen

- Kemudian tahap selanjutnya melakukan pengujian specimen.

4. Hasil dan Pembahasan

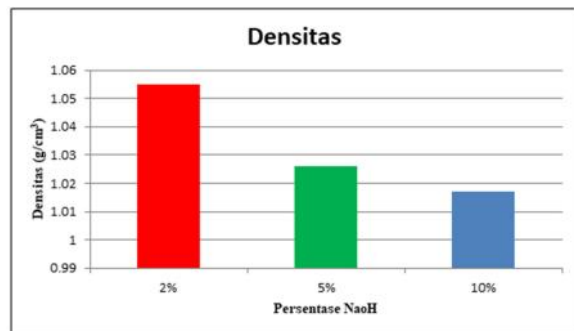
4.1. Data Hasil Pengujian Densitas



Gambar 9. a. Massa spesimen kering, b. Massa spesimen digantung dengan kawat di dalam air

Tabel 1. Data uji densitas

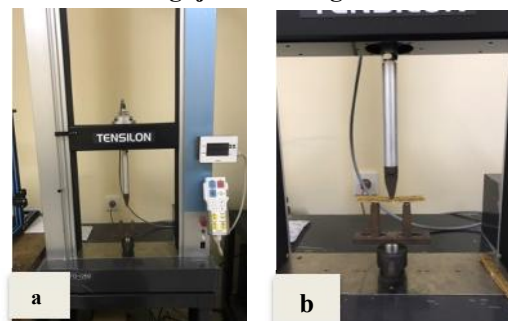
Variasi	Sampel	mk (gr)	ms (gr)	mg (gr)	mb (gr)	ρ (g/cm ³)	Rata-rata (g/cm ³)
Persentase NaOH 2%	1	0,84	1,54	0,92	1,55	1,044	1,055
	2	0,84	1,66	0,97	1,68	1,067	
	3	0,84	1,59	0,94	1,6	1,056	
Persentase NaOH 5%	1	0,84	1,93	0,93	1,95	1,034	1,026
	2	0,84	1,69	0,91	1,72	1,021	
	3	0,84	1,8	0,92	1,83	1,026	
Persentase NaOH 10%	1	0,84	1,62	0,9	1,64	1,022	1,017
	2	0,84	1,7	0,91	1,74	1,014	
	3	0,84	1,58	0,88	1,59	1,016	



Gambar 10. Grafik uji densitas

Berdasarkan grafik uji densitas (gambar 10) terlihat bahwa biokomposit yang memiliki nilai densitas paling tinggi terdapat pada biokomposit dengan variasi persentase NaOH 2% yaitu sebesar 1,055 g/cm³. Pada spesimen biokomposit dengan variasi persentase NaOH 5% yaitu sebesar 1,026 g/cm³. Sedangkan nilai densitas terendah terdapat pada spesimen biokomposit dengan variasi persentase NaOH 10% yaitu sebesar 1,017 g/cm³. Semakin banyaknya persentase NaOH yang ditambahkan kedalam perendaman maka akan mengikis wax, selulosa dan lignin dari serat yang menyebabkan serat menjadi menipis rapuh serta akan meningkatkan porositas pada spesimen.

4.2. Data Hasil Pengujian Bending



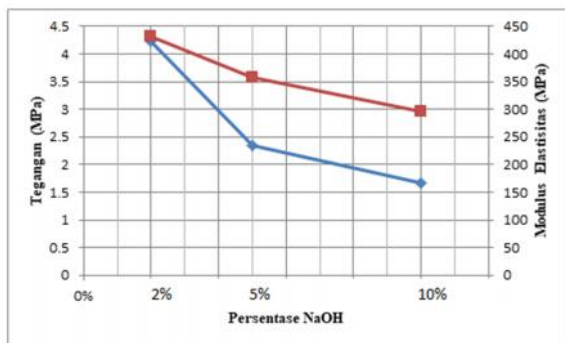
Gambar 11. a. Alat uji mekanik tensilon RTG 1250, b. proses pengujian bending

Hasil dari proses pengujian yang dilakukan yaitu dalam bentuk excel yang berisi data Beban (*load*) dan Elongasi (*elongation*) dari masing masing spesimen. Data yang diperoleh tersebut juga kita

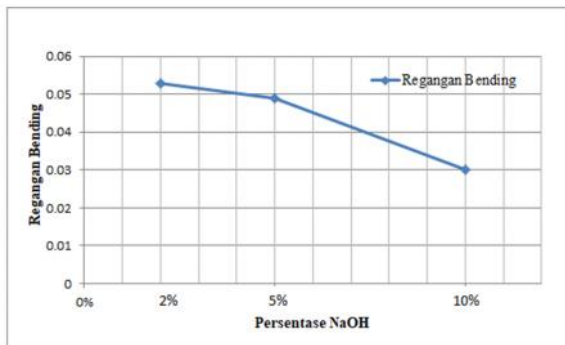
hitung menggunakan rumus persamaan (2), (3), dan (4).

Tabel 2. Data uji bending

Spesimen	Pengujian bending			
		σ_L (MPa)	ϵ_L	E_L (MPa)
Persentase NaOH 2%	a	3,983	0,052	465,010
	b	5,010	0,078	404,804
	c	3,718	0,029	428,314
Rata-rata	4,237	0,053	432,709	
Persentase NaOH 5%	a	2,378	0,087	285,683
	b	1,935	0,023	388,229
	c	2,316	0,039	399,362
Rata-rata	2,343	0,049	357,758	
Persentase NaOH 10%	a	1,013	0,028	200,785
	b	2,35	0,035	374,639
	c	1,617	0,028	315,210
Rata-rata	1,66	0,03	296,878	



Gambar 12. Grafik Tegangan Bending dan Modulus Elastisitas



Gambar 13. Grafik Regangan Bending

Berdasarkan grafik tegangan bending (gambar 12) terlihat bahwa biokomposit yang memiliki nilai tegangan bending paling tinggi terdapat pada biokomposit dengan variasi persentase NaOH 2% yaitu sebesar 4,237 MPa. Ini disebabkan karena pada biokomposit dengan variasi persentase NaOH 2% dapat membersihkan lapisan lilin yang terdapat pada serat sehingga pada saat pencampuran dengan getah pinus terjadi ikatan yang homogen antara serat dan getah pinus. Pada spesimen dengan variasi persentase NaOH 5% dapat menerima beban sebesar 2,343 MPa. Pada perendaman ini menunjukkan penurunan

kekuatan spesimen disebabkan karena serat yang direndam NaOH 5% menyebabkan kerusakan pada unsur selulosa sehingga serat menjadi rapuh dan mudah putus. Pada spesimen dengan variasi persentase 10% dapat menerima beban sebesar 1,66 MPa. Perendaman serat dengan NaOH 10% menyebabkan kerusakan pada unsur selulosa sehingga serat menjadi rapuh, mudah putus dan meningkatkan porositas. Meningkatnya porositas itu sendiri dikarenakan adanya *void* dan biokomposit mulai bersifat *brittle*.

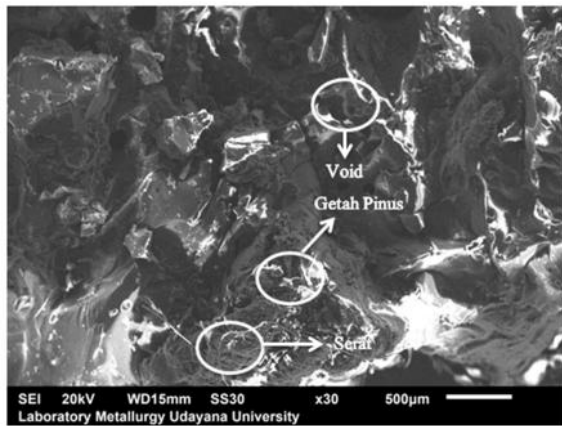
Pada grafik modulus elastisitas (gambar 12) dapat dilihat hubungan antara variasi persentase NaOH pada biokomposit serat pelepah pisang resin getah pinus terhadap nilai modulus elastisitas dimana paling tinggi diperoleh pada spesimen yang variasi persentase NaOH 2% yaitu sebesar 432,709 MPa. Pada spesimen biokomposit dengan variasi persentase NaOH 5% memiliki nilai modulus elastisitas sebesar 357,758 MPa. Sedangkan nilai modulus elastisitas paling rendah terdapat pada biokomposit dengan variasi persentase NaOH 10% yaitu sebesar 296,878 MPa.

Pada grafik regangan bending (gambar 13) dapat dilihat hubungan antara variasi persentase NaOH pada biokomposit serat pelepah pisang resin getah pinus terhadap regangan bending dimana hasil nilai regangan bending paling tinggi diperoleh pada spesimen yang variasi persentase NaOH 2% yaitu senilai 0,053. Pada spesimen biokomposit dengan variasi persentase NaOH 5% memiliki nilai regangan bending sebesar 0,049. Sedangkan nilai regangan bending paling rendah terdapat pada biokomposit dengan variasi persentase NaOH 10% yaitu sebesar 0,03.

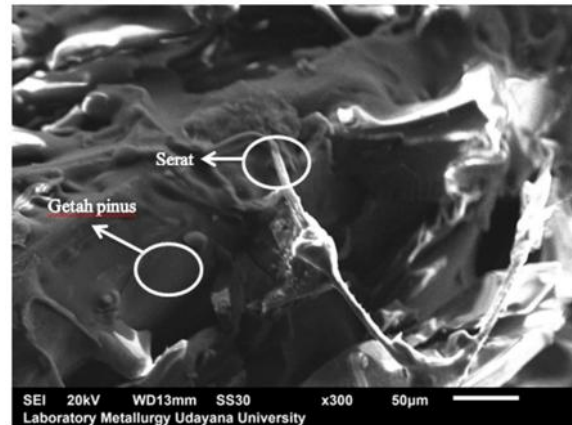
4.3. Foto Hasil Uji SEM

Gambar diatas menunjukkan hasil uji *SEM* (*Scanning Elctron Microscope*) pada masing-masing variasi perendaman NaOH dimana:

1. Pada biokomposit dengan variasi perendaman NaOH 2% yang ditunjukkan Gambar 14. Dapat dilihat bahwa getah pinus berikatan secara optimal karena lapisan lignin yang ada pada permukaan serat sudah bersih dan getah pinus mulai mengisi *void* pada serat pelepah pisang.
2. Gambar 15 dan 16 menunjukkan hasil uji *SEM* (*Scanning Electron Microscope*) pada biokomposit dengan variasi perendaman NaOH 5% dan 10% menunjukkan kerusakan pada spesimen seperti *void*. Disebabkan karena unsur selulosa pada serat yang ikut terkikis saat perendaman dengan NaOH jadi serat dan getah pinus kurang mengikat dengan baik.

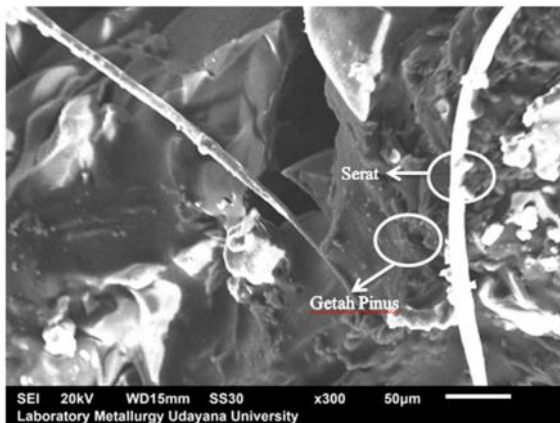


(a)



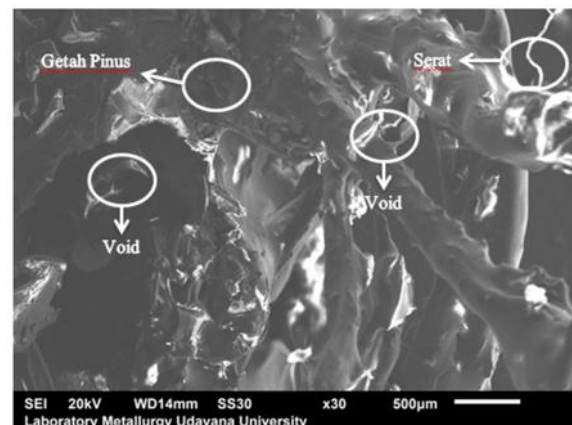
(b)

Gambar 15. Hasil Uji SEM Biokomposit Dengan Perendaman Aquades dan NaoH sebesar 95% : 5% (a) Perbesaran 30x ; (b) Perbesaran 300x

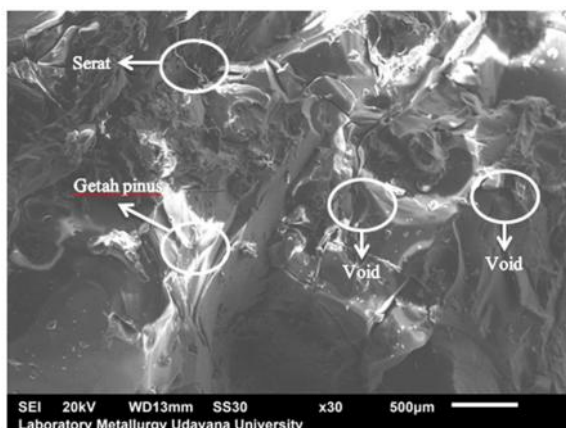


(b)

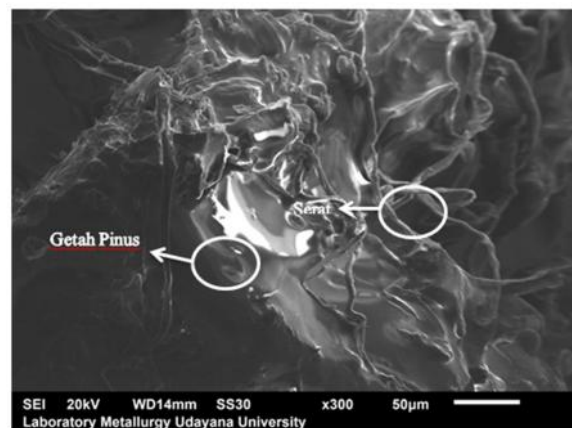
Gambar 14. Hasil Uji SEM Biokomposit Dengan Perendaman Aquades dan NaoH sebesar 98% : 2% (a) Perbesaran 30x ; (b) Perbesaran 300x



(a)



(a)



(b)

Gambar 16. Hasil Uji SEM Biokomposit Dengan Perendaman Aquades dan NaoH sebesar 90% : 10% (a) Perbesaran 30x ; (b) Perbesaran 300x

5. Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, ada beberapa hal yang dapat disimpulkan yaitu:

1. Hasil dari pengujian densitas menunjukkan bahwa biokomposit dengan variasi persentase NaOH 2% memiliki nilai densitas sebesar $1,055 \text{ g/cm}^3$.
2. Hasil dari pengujian bending menunjukkan bahwa biokomposit dengan variasi persentase NaOH 2% memiliki nilai tegangan bending sebesar sebesar 4,237 MPa, nilai regangan bending sebesar 0,053, dan nilai modulus elastisitas sebesar 62,77 MPa.
3. Foto hasil uji SEM (*Scanning Electron Microscope*) menunjukkan bahwa morfologi permukaan dengan perlakuan NaOH dapat membersihkan lapisan lignin yang ada pada serat. Namun semakin banyaknya NaOH dalam perlakuan menyebabkan unsur selulosa pada serat yang ikut terkikis sehingga serat menjadi rapuh.

Daftar Pustaka

- [1] Edi Syafri, Anwar Kasim, Hairul Abral, Alfi Asben, 2015, *Pengaruh Chemical Treatment Terhadap Sifat Fisik, Kandungan Selulosa dan Kekuatan Tarik Serat Alam Rami*. Universitas Andalas, Padang.
- [2] Susila I Made, 2018, *Pengaruh Komposisi Limbah Plastik Jenis Low Density Polyethylene (LDPE) dengan Pasir Terhadap Kekuatan Tekan dan Density Komposit Pasir/LDPE*, Universitas Udayana, Jimbaran.
- [3] Saris I Putu, 2018, *Pengaruh Variasi Ketebalan Green Komposit Getah Pinus Dengan Penguat Serat Batang Pisang Terhadap Serapan Bunyi*, Universitas Udayana, Jimbaran.
- [4] Kencanawati CIPK., IKG. Sugita, NPG. Suardana, IWB. Suyasa, 2017, *Karakteristik dan Analisis Awal Getah Pinus Merkussi (Pine Resin) dengan Variasi Suhu Pemanasan sebagai Alternatif Resin pada Komposit*, Proceeding Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin XVI (SNTTM XVI).



Kadek Yudi Pradnyana Putra menyelesaikan studi S1 di Universitas Udayana pada Program Studi Teknik Mesin, pada tahun 2020. Bidang penelitian yang diminati adalah topik-topik yang berkaitan dengan komposit dan metallurgy.