

Pengaruh *Treatment* Naoh Pada Serbuk Kayu Terhadap Karakteristik Fisik Dan Mekanik *Biocomposite* Serbuk Kayu/Getah Pinus/Lem Putih

Komang Ary Prasetia, N.P.G Suardana dan C.I.P.Kusuma Kencanawati
Program Studi Teknik Mesin Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran Bali

Abstrak

Penggunaan kayu sebagai bahan utama pembuatan furniture merupakan salah satu penyebab meningkatnya jumlah limbah serbuk kayu. Upaya yang dapat dilakukan untuk mengurangi jumlah limbah kayu tersebut adalah dengan menjadikannya sebagai bahan baku pembuatan papan partikel/bahan komposit. Pembuatan papan partikel dengan cara yang dikembangkan sekarang masih banyak menggunakan bahan-bahan sintesis yang sulit terdegradasi oleh alam (non biodegradable). Penelitian ini menggunakan bahan-bahan yang dapat terdegradasi oleh alam (biodegradable) yaitu menggunakan serbuk kayu berukuran 1,00 – 2,00 mm yang ditreatment dengan NaOH terlebih dahulu sebagai penguat, dengan pengikat lem PVAc dan getah pinus yang sudah dilakukan heat treatment dengan temperatur 170°C dengan holding time 10 menit. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh variasi perendaman NaOH pada serbuk kayu terhadap kekuatan fisik dan mekanik *biocomposite* serbuk kayu/lem PVAc/getah pinus. Pembuatan *biocomposite* serbuk kayu/lem PVAc/getah pinus menggunakan fraksi volume 25% serbuk kayu, 20% lem PVAc, 55% getah pinus yang dibuat dengan variasi perendaman NaOH pada serbuk kayu yaitu dengan direndam pada larutan NaOH 1%, 3%, dan 5% selama 4 jam. Proses pembuatan *biocomposite* menggunakan metode hand lay-up dalam pengerjaannya. Pengujian yang dilakukan adalah antara lain uji bending, uji densitas, uji daya serap air dan pengamatan SEM. Pengujian kekuatan bending dengan nilai tegangan bending tertinggi adalah pada spesimen dengan variasi persentase perendaman NaOH 1% yaitu sebesar 4,789 MPa dan tegangan bending terendah sebesar 4,589 MPa pada spesimen dengan variasi perendaman NaOH 5%. Hasil tegangan bending ini berbanding lurus dengan regangan bending yang hasilnya juga menurun dan berbanding terbalik dengan modulus elastisitas yang meningkat dengan peningkatan variasi persentase perendaman NaOH. Hasil uji densitas nilainya berkisaran antara 1,046 gr/cm³ - 1,083 gr/cm³ dan untuk hasil uji daya serap air (water absorption) nilainya berkisaran antara 11,506% - 15,965%. Untuk uji mekanik dan fisik ini dapat dibuktikan dengan hasil uji morfologi melalui Scanning Electron Microscope (SEM).

Kata kunci: serbuk kayu, lem PVAc, getah pinus, komposit, NaOH

Abstract

The use of wood as the main material for making furniture is one of the causes of the increased use of wood which causes a lot of wood dust waste. Effort that can be used to reduce the amount of wood dust waste is to make it as raw material for making particle boards/composite materials. Many of the particle board manufacturing in the way that is currently developing are still using synthetic materials that are difficult to be degraded by nature (non biodegradable). This research use biodegradable material such as using sawdust measuring 1,00 – 2,00 mm which is treated with NaOH first as reinforcement with PVAc glue and pine resin as binder that has been heat treated by a temperature of 170°C with 10 minute of holding time. This research was made to discover the effect of NaOH treatment to sawdust of bio composite of sawdust/PVAc glue/pine resin on its physical and mechanical characteristic. Sawdust bio composite/PVAc glue/Pine resin using fraction comparisons of 25% volume of sawdust : 20% PVAc glue : 55% that is made by using variation of NaOH immersion for sawdust by soaking in 1%,3%,5% NaOH liquid for 4 hours. The process of making bio composite with hand lay-up methods in the process. The tests is carried out include bending test, density test, water absorption test and SEM observation. The bending strength testing with the highest bending stress result of 4,789 MPa with the comparison of 1% NaOH and the lowest 4,589 MPa with the comparison 5% NaOH. The results is directly proportional to the bending strain while inversely proportional to the modulus of bending results which increases with increasing variations of immersion of NaOH. The density test results range between 1,046 gr/cm³ – 1,083 gr/cm³ and the water absorption results range between 11,506% - 15,965 %. This mechanical and physical results could be proven by morphological test through Scanning Electron Microscope (SEM).

Keyword: Saw dust, PVAc glue, Pine resin, composite, NaOH

1. Pendahuluan

Indonesia merupakan negara agraris yang kaya akan tanaman penghasil kayu yang banyak digunakan untuk berbagai keperluan. Kayu merupakan jenis bahan yang penggunaannya begitu beraneka ragam, salah satunya adalah digunakan

sebagai bahan baku furniture. Penggunaan kayu sebagai bahan utama pembuatan furniture merupakan salah satu penyebab meningkatnya penggunaan kayu dan penebangan hutan oleh manusia.

Dalam perkembangan era globalisasi sudah banyak tempat industri furniture yang menggunakan

serbuk kayu sebagai bahan utama dalam pembuatan *furniture*. Serbuk kayu merupakan salah satu bahan komposit yang memiliki kelebihan yaitu mudah ditemukan, tidak beracun, dan murah. Dalam pemanfaatannya, serbuk kayu sudah dimanfaatkan sebagai bahan papan partikel. Papan partikel ini nantinya akan dimanfaatkan sebagai bahan utama pembuatan *furniture*. Tetapi dalam pembuatan papan partikel dengan cara yang dikembangkan sekarang masih banyak menggunakan bahan-bahan sintesis yang tentunya sulit terdegradasi oleh alam (*non biodegradable*). Dalam pembuatan papan partikel tentu diperlukan matriks untuk mengikat penguatnya. Dalam penelitian ini, matriks yang akan digunakan adalah getah pinus dan lem putih. Getah pinus merupakan salah satu komoditi Hasil Hutan Bukan Kayu (HHBK) yang cukup potensial dan Indonesia. Pinus Merkusii merupakan satu-satunya jenis pinus yang tumbuh asli di Indonesia yang terus-menerus diperluas penanamannya dan dikembangkan pemanfaatannya, salah satunya yaitu bagian batangnya disadap untuk diambil getahnya. Penelitian mengenai getah pinus masih sangat sedikit, padahal ketersediaan bahan baku getah pinus cukup banyak. Di Bali sendiri untuk kawasan hutan KPH Bali Timur Provinsi Bali dengan jumlah pohon 133.000 batang belum dimanfaatkan sama sekali, padahal pohon pinus dapat menghasilkan getah dengan tingkat produktivitas sebesar 7,42 gram/hari/pohon dengan waktu panen 15 hari sekali. Mengingat pemanfaatan serbuk kayu dan getah pinus yang belum maksimal, hal ini sangat memungkinkan untuk dikembangkannya pemanfaatan getah pinus sebagai matrik komposit dengan penguat serbuk kayu. Hasil dari serbuk kayu dengan pengikat getah pinus berupa papan partikel komposit yang nantinya akan mampu menjawab kebutuhan terhadap bahan komposit yang dapat terdegradasi oleh alam (*biodegradable*) serta ramah lingkungan (*green composite*).

Kualitas dan karakteristik dari komposit yang akan dibuat dapat diamati dengan melakukan beberapa treatment terhadap *filler* pada komposit diantaranya melalui perendaman dengan larutan alkali NaOH. Sehingga, pada penelitian ini akan diamati pengaruh treatment NaOH terhadap karakteristik fisik dan mekanik *biocomposite* serbuk kayu/lem putih/getah pinus.

2. Metode Penelitian

Pada penelitian ini menggunakan alat dan bahan sebagai berikut:

2.1 Alat Penelitian

Alat uji (Alat uji bending ASTM D790-03, timbangan uji densitas, wadah untuk uji daya serap air dan alat uji SEM), Alat Cetak (Cetakan dengan ukuran sesuai dengan ASTM D790-03), Alat K3 (Masker, sarung tangan latex, sarung tangan anti panas), Alat bantu (*Magnetic stirrer*, gunting, sendok, minyak goreng, mangkok kecil, gelas kecil), Alat pembersih (Lap, sabun).

2.2 Bahan Penelitian

Adapun bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu, Penguat serbuk kayu, Matrik (Getah pinus dipanaskan pada mesin *Magnetic Heat Stirrer* hingga mencapai suhu 170°C dengan kecepatan pengaduk *magnetic stirrer* 600rpm dan *holding time* 10 menit, aquades dan NaOH.

2.3 Proses Pengolahan Serbuk Kayu

Langkah-langkah yang dilakukan dalam pengolahan serbuk kayu. Serbuk kayu yang didapat dari pengepul diayak terlebih dahulu agar mendapatkan ukuran 1,00 mm – 2,00 mm. Setelah itu serbuk kayu direndam terlebih dahulu di dalam larutan NaOH 1%, 3%, dan 5% selama 4 jam. Setelah proses perendaman dengan larutan NaOH, lalu serbuk kayu dikeringkan di bawah sinar matahari terik selama 24 jam. Serbuk kayu yang telah dikeringkan di bawah sinar matahari dikeringkan kembali di dalam oven dengan suhu 70°C dan ditimbang setiap 20 menit hingga berat serbuk kayu konstan



Gambar 1. Serbuk Kayu

2.4 Komposisi Bahan *Biocomposite*

Komposisi bahan *biocomposite* serbuk kayu/getah pinus/lem putih dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Komposisi Bahan-Bahan

| Variasi Fraksi Volume (%) | Getah Pinus (gr) | Serbuk Kayu (gr) | Lem Putih | % NaOH |
|---------------------------|------------------|------------------|-----------|--------|
| 55 : 25 : 20 | 7,623 | 1,544 | 2,646 | 1% |
| | 7,623 | 1,544 | 2,646 | 3% |
| | 7,623 | 1,544 | 2,646 | 5% |

2.5 Proses Pembuatan *Biocomposite*

Berikut langkah-langkah proses pencetakan *green composite* :

1. Getah pinus, serbuk kayu, dan lem putih diukur dengan fraksi volume 55% getah pinus, 25% serbuk kayu, 20% lem putih.
2. Getah pinus dipanaskan di dalam *beaker* menggunakan mesin *magnetic stirrer* hingga mencapai temperature 170°C dengan *holding time* selama 10 menit dengan kecepatan pengaduk 600 rpm.
3. Limbah serbuk kayu dan lem putih PVAc dicampurkan sesuai dengan tabel komposisi bahan dan aduk hingga merata.
4. Setelah *holding time* selesai, *magnetic stirrer* dikeluarkan dari *beaker*, lalu campuran getah pinus dan serbuk kayu yang

- sudah dicampurkan lem ke dalam wadah yang dipanaskan lalu diaduk hingga merata.
- Campuran getah pinus dan serbuk kayu dimasukkan ke dalam cetakan lalu ditekan dengan tekanan sebesar 5 kg agar campuran dapat masuk merata dan sesuai dengan ukuran cetakan.
 - Langkah – langkah pembuatan spesimen dari awal diulang untuk variasi spesimen uji lainnya.
 - Setelah kering, spesimen dikeluarkan dari cetakan secara perlahan
 - spesimen bio komposit yang kering siap untuk diuji.

2.6 Pengujian Bending

Pengujian bending dilakukan untuk mengetahui kekuatan bending dari suatu material. Perhitungan pengujian bending mengacu pada ASTM D790-03.

A. Tegangan bending

$$\sigma_b = \frac{3P.L}{2b.d^2} \quad (1)$$

B. Regangan bending

$$b = \frac{6\delta \cdot d}{l^2} \quad (2)$$

C. Modulus Elastisitas bending

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

σ_L = Tegangan bending (MPa)

P = Beban (N)

ϵ_L = Regangan Bending

δ = Defleksi Benda Uji (mm)

E_L = Modulus Elastisitas Bending (MPa)

L = Panjang jarak tumpuan (mm)

B = Lebar benda uji (mm)

d = Tebal benda uji (mm)

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

2.7 Pengujian Densitas Dan Daya Serap Air (Water Absorption)

Pengujian densitas mengacu pada penelitian Susila, 2018 [1] dan daya serap air (*water absorption*) mengacu pada ASTM D570-98. Pengujian densitas dilakukan untuk mengetahui kerapatan suatu material dan daya serap air (*water absorption*) dilakukan untuk mengetahui kemampuan material dalam menyerap air.

A. Perhitungan Uji Densitas Aktual Dan Teoritis

$$\rho = \frac{ms}{mb - (m_k - m_k)} \times \rho_{aquades} \quad (4)$$

$$\rho = (\text{fraksi volume penguat} \times \rho_{\text{penguat}}) + (\text{fraksi volume matriks} \times \rho_{\text{matriks}}) \quad (5)$$

Keterangan :

ρ = Densitas Sampel

m_k = Massa kawat (gr)

m_s = Massa Spesimen tanpa kawat di udara (gr)

m_g = Massa Spesimen yang digantung dengan kawat saat di dalam air (gr)

m_b = Masa Spesimen basah (gr)

B. Perhitungan Uji Daya Serap Air (*water absorption*)

$$WA = \frac{m_b - m_k}{m_k} \times 100\% \quad (6)$$

Keterangan :

WA = Daya serap air (*water absorption*) (%)

m_b = massa basah dari spesimen uji (gr)

m_k = massa kering dari spesimen uji (gr)

3. Hasil dan Pembahasan

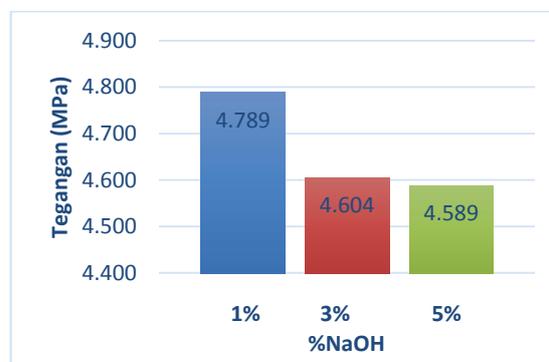
3.1 Uji Bending

Pengujian Bending menggunakan tiga sampel pada setiap variasi persentase perendaman NaOH.



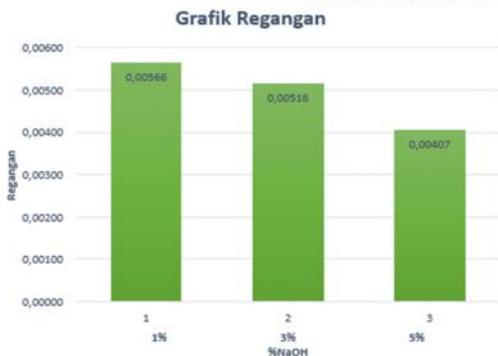
Gambar 2. Pengujian Bending

Data hasil yang didapat pada pengujian bending dihitung menggunakan persamaan pada ASTM D790-03.



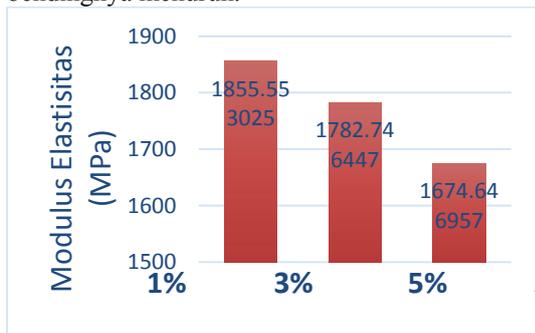
Gambar 3. Grafik Tegangan Bending

Hasil yang didapat menunjukkan bahwa pada spesimen variasi perendaman NaOH 1% memiliki hasil tegangan bending tertinggi, hal ini disebabkan oleh kadar alkali pada perendaman serbuk kayu sedikit, yang membuat wax, lignin dan selulosa pada serbuk kayu terkikis oleh larutan alkali tanpa merusak struktur serbuk kayu. Sedangkan pada spesimen dengan variasi perendaman NaOH 5% memiliki nilai tegangan bending paling rendah. Hal ini terjadi karena kadar alkali yang sangat tinggi merusak struktur serbuk kayu dan menjadikannya lebih rapuh dibandingkan dengan serbuk kayu yang direndam dengan larutan NaOH 1%.



Gambar 4. Grafik Regangan Bending

Pada grafik regangan bending dapat dilihat regangan bending biokomposit serbuk kayu/getah pinus/lem PVAc mengalami penurunan dengan meningkatnya persentase perendaman serbuk kayu pada larutan alkali NaOH. Nilai regangan bending tertinggi terdapat pada komposit dengan variasi perendaman NaOH 1%, sedangkan nilai regangan bending terendah terdapat pada komposit dengan variasi perendaman NaOH 5%. Degradasi serat akibat perlakuan alkali menyebabkan berkurangnya kemampuan regangan serat, sehingga regangan bendingnya menurun.



Gambar 5. Grafik Modulus Elastisitas

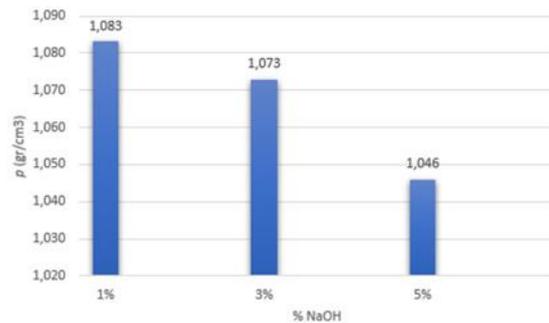
Biokomposit serbuk kayu/getah pinus/lem PVAc mengalami penurunan nilai modulus elastisitas setelah penguatnya dikenai perlakuan alkali. Pada grafik modulus elastisitas dapat dilihat bahwa modulus elastisitas tertinggi terdapat pada komposit dengan variasi perendaman NaOH 1% yaitu sebesar 1,855 GPa. Modulus elastisitas pada variasi perendaman NaOH 3% sebesar 1,782 GPa dan modulus elastisitas terendah terdapat pada variasi persentase perendaman NaOH 5% yaitu sebesar 1,674 GPa. Penurunan modulus elastisitas ini terjadi karena modulus elastisitas proposional dengan tegangan bending. Jika hasil pengujian bending menurun seiring penambahan persentasi NaOH, maka modulus elastisitasnya juga akan menurun. Semakin besar nilai tegangan bending maka modulus elastisitasnya juga akan semakin besar. Ini menunjukkan bahwa modulus elastisitas berbanding lurus dengan tegangan bending.

3.2 Uji Densitas

Pengujian Densitas menggunakan tiga sampel pada setiap variasi persentase perendaman NaOH.



Gambar 6. Pengujian Densitas



Gambar 7. Grafik Densitas

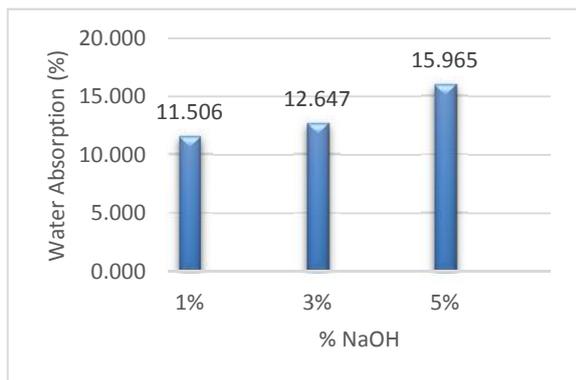
Dari data hasil yang didapat, dapat disimpulkan bahwa semakin banyak persentase NaOH pada perendaman serbuk kayu akan menyebabkan semakin rendah nilai densitas spesimen. Hal ini terjadi karena semakin banyak persentase NaOH pada perendaman serbuk kayu, maka akan lebih banyak mengikis wax, selulosa dan lignin dari serbuk kayu yang akan menyebabkan kerusakan pada struktur serat kayu. Kerapatan serat alami umumnya rendah berkaitan dengan lumen struktur dalam struktur serat alami. Akibat perlakuan alkali, lumen struktur serat berlubang seperti struktur tabung yang menyebabkan pengurangan densitas serat. Penurunan densitas ini juga terjadi karena adanya pengurangan massa pada serbuk kayu saat direndam dengan alkali. Jika dihubungkan dengan persamaan densitas berbanding lurus dengan massa dan berbanding terbalik dengan volume, pengurangan massa serbuk akan menyebabkan penurunan densitas jika volume serbuk kayu tetap.

3.3 Uji Daya Serap Air (Water Absorption)

Pengujian daya serap air (*water absorption*) menggunakan ASTM D570-98 sebagai acuan dalam pengolahan data. Dari data hasil pengujian daya serap air (*water absorption*) di atas, selanjutnya diplot ke dalam bentuk grafik batang untuk menggambarkan rata-rata daya serap air (*water absorption*) pada setiap variasi persentase perendaman NaOH.



Gambar 8. Pengujian Daya Serap Air

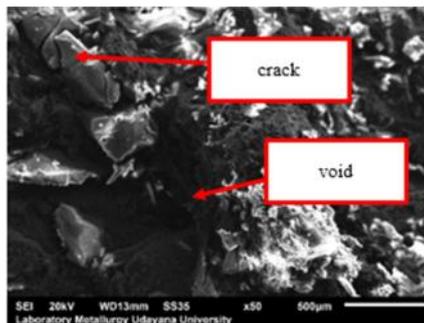


Gambar 9. Grafik Daya Serap Air (*Water Absorption*)

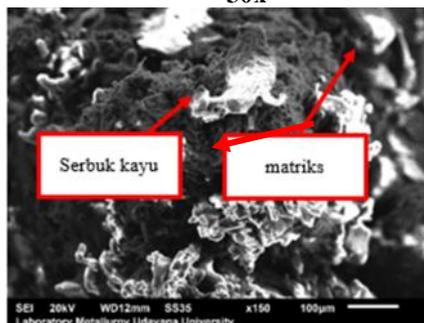
Gambar 9. di atas menunjukkan bahwa *biocomposite* serbuk kayu/lem PVAc/getah pinus dengan treatment NaOH pada serbuk kayu memiliki hasil daya serap air rata-rata yang tertinggi ditunjukkan pada spesimen dengan variasi persentase NaOH 5% dengan nilai rata-rata sebesar 15,965% sedangkan hasil daya serap air rata-rata yang terendah ditunjukkan pada spesimen dengan variasi persentase NaOH 1% dengan nilai rata-rata sebesar 11,506%. Hasil ini sesuai dengan jurnal Lokantara dkk (2009), yang menjelaskan bahwa perendaman selama 24 jam pada persentase larutan alkali yang lebih tinggi menyebabkan *water absorption* meningkat [2].

3.4 Uji SEM (*Scanning Electron Microscope*)

Pengamatan SEM dilakukan untuk melihat kondisi permukaan (morfologi) *green composite serbuk kayu/getah pinus*. Pengamatan morfologi *biocomposite* melalui SEM dilakukan dengan pembesaran 50x dan 150x. Hasil pengamatan SEM yang ditunjukkan pada gambar 10. menunjukkan bahwa ikatan antara matriks getah pinus dan lem putih dengan serbuk kayu kurang bagus, yang menyebabkan masih adanya void dan crack pada spesimen yang dapat dilihat pada gambar 9. Kualitas ikatan antara serbuk kayu dengan getah pinus dan lem putih dari *biocomposite* serbuk kayu/lem PVAc/getah pinus mempengaruhi karakteristik fisik maupun mekanik dari *biocomposite* serbuk kayu/lem PVAc/getah pinus.



Gambar 10. Spesimen NaOH 5% Pembesaran 50x



Gambar 11. Spesimen NaOH 5% Pembesaran 150x

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian pengaruh pengaruh fraksi volume serbuk kayu *green composite* serbuk kayu/getah pinus terhadap karakteristik fisik dan mekanik, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Pengujian bending yang dilakukan dengan variasi persentase perendaman serbuk kayu dengan 1% NaOH, 3% NaOH dan 5% NaOH. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini menunjukkan bahwa tegangan bending tertinggi yaitu pada variasi persentase perendaman NaOH 1% sebesar 4,789 MPa. Nilai regangan tertinggi pada variasi persentase perendaman NaOH 1% sebesar 0,00566 dan nilai modulus elastisitas tertinggi pada variasi persentase perendaman NaOH 1% sebesar 1,855 GPa. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa peningkatan nilai tegangan, regangan dan modulus elastisitas dari pengujian bending tidak sepenuhnya dipengaruhi oleh kepekatan larutan alkali, tetapi juga dapat dipengaruhi kualitas ikatan antara serbuk kayu dengan getah pinus.
2. Pengujian densitas menunjukkan nilai densitas terbesar didapatkan pada variasi perendaman NaOH 1% dengan nilai densitas sebesar 1,083 gr/cm³ dan nilai densitas terkecil sebesar 1,046 gr/cm³ pada variasi persentase perendaman NaOH 5%. Dapat disimpulkan bahwa, semakin pekat larutan alkali pada perendaman serbuk kayu, maka semakin kecil nilai densitas biokomposit serbuk kayu/lem PVAc/getah pinus.
3. Pada pengujian daya serap air (*water absorption*) Nilai tertinggi ditunjukkan pada variasi persentase

perendaman 5% NaOH dengan nilai sebesar 15,965% dan nilai terendah ditunjukkan pada variasi persentase perendaman NaOH 1% dengan nilai sebesar 11,506%. Berdasarkan hasil pengujian dapat disimpulkan bahwa, semakin pekat larutan alkali pada perendaman serbuk kayu, maka semakin besar kemampuan biokomposit untuk menyerap air. Hal ini berbanding terbalik dengan densitas biokomposit serbuk kayu/lem PVAc/getah pinus dengan treatment perendaman NaOH pada penguatnya.

4. Pengamatan SEM yang dilakukan dengan pembesaran 50x dan 150x pada *bio composite* serbuk kayu/lem PVAc/getah pinus menunjukkan bahwa semakin pekat larutan alkali pada perendaman serbuk kayu membuat semakin terkikisnya serbuk kayu sehingga ikatan yang terbentuk menjadi kurang baik menyebabkan terjadinya void yang dapat mempengaruhi karakteristik fisik dan mekanik *biocomposite* serbuk kayu/lem PVAc/getah pinus.

Daftar pustaka

- [1] .Susila I.M., N.P.G. Suardana., C.I.P.K. Kencanawati, Thanaya. I.N.A., & Adnyana. I.W.B., 2018, *The Effect Of Composition Of Plastic Waste Low Density Polyethylene (LDPE) with Sand Pressure Strength and Density of Sand/LDPE Composite*. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering, Vol. 593. No.1, pp 1-6
- [2] Lokantara Putu dan N.P.G.Suardana, 2009, *Studi Perlakuan Serat Serta Penyerapan Air Terhadap Kekuatan Tarik Komposit Tapis Kelapa/Polyester*. Jurnal Ilmiah Teknik Mesin. Vol.3 No 1, pp. 49-56.



Komang Ary Prasetya menyelesaikan studi S1 di Universitas Udayana pada Program Studi Teknik Mesin, pada tahun 2020.

Bidang penelitian yang diminati adalah topik-topik polimer komposit.