

Pengaruh Fraksi Volume Serbuk Kayu *Green Composite* Serbuk Kayu/Getah Pinus Terhadap Karakteristik Fisik Dan Mekanik

I P Yudistira Pramana Putra, N P G Suardana dan C I P Kusuma Kencanawati
Program Studi Teknik Mesin Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran Bali

Abstrak

Dalam perkembangan era globalisasi kebutuhan akan bahan baku komposit yang dapat terdegradasi oleh alam (*biodegradable*) semakin meningkat. *Green composite* merupakan komposit ramah lingkungan atau dapat terdegradasi oleh alam (*biodegradable*) karena bahan penyusunnya bersumber dari alam. Salah satu bahan yang dapat digunakan adalah serbuk kayu dan getah pinus *Merkusii*. Penelitian ini menggunakan serbuk kayu dengan ukuran 1,00 mm -2,00 mm dan matriks getah pinus yang sudah dipanaskan pada alat magnetic heated stirrer dengan suhu 170°C dengan holding time 10 menit dan kecepatan pengaduk 600 rpm. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh fraksi volume serbuk kayu pada *green composite* serbuk kayu/getah pinus terhadap karakteristik fisik dan mekanik. *Green composite* serbuk kayu/getah pinus menggunakan variasi fraksi volume 20% serbuk kayu : 80% getah pinus, 25% serbuk kayu : 75% getah pinus dan 30% serbuk kayu : 70% getah pinus. Pengujian kekuatan bending, pengujian densitas dan daya serap air (*water absorption*). Hasil tegangan bending tertinggi didapat pada fraksi volume 25% serbuk kayu : 75% getah pinus yaitu 6,213 MPa, regangan bending tertinggi didapat pada fraksi volume 20% serbuk kayu : 80% getah pinus yaitu 0,00538 dan modulus elastisitasnya berbanding lurus dengan tegangan bending. Densitas *green composite* dengan hasil densitas 1,023 gr/cm³ -1,071 gr/cm³ untuk nilai densitas aktual, 0,917 gr/cm³-0,978 gr/cm³ untuk nilai densitas teoritis dan nilai daya serap air (*water absorption*) tertinggi yaitu 1,983% - 4,184 %. Hasil Pengujian bending dapat dibuktikan dengan hasil pengamatan morfologi melalui Scanning Electron Microscope (SEM).

Kata kunci: Serbuk kayu, getah pinus, Fraksi volume, *green composite*

Abstract

The *biodegradable composite* ingredient necessity increases in the globalization era. *Green composite* is an eco – friendly or *biodegradable composite* since it uses natural ingredients such as sawdust and pine resin. This research analyzes 1,00 mm – 2,00 mm sawdust and pine resin matrix which has already been heated on magnetic heated stirrer in a 170⁰ C with 10 minutes of holding time and 600 rpm of stirrer rapid. The current study aims to discover the influence of sawdust volume fraction of the *green composite* – sawdust / pine resin to the physical and mechanical characteristic. The *Green Composite* – the sawdust/ pine resin uses volume fraction variation of 20% sawdust: 80% pine resin, 25% sawdust: 75% pine resin and 30% sawdust: 70% pine resin. The bending strength test, density test and the water absorption. The highest bending tension result is on the volume fraction 25% sawdust: 75% pine resin such as 6,213 MPa, the highest bending strain is on the volume fraction 20% sawdust: 80% pine resin such as 0,00538 and its elasticity modulus is in line with the bending tension. The as the result of the density 1,023 gr/cm³ – 1,071 gr/cm³ for actual density, 0,917 gr/cm³-0,978 gr/cm³ for theoretical density and the highest water absorption value is 1,983% - 4,184%. The bending test result can be proved by the result of morphology observation through a Scanning Electron Microscope (SEM).

Keywords: Sawdust, pine resin, volume fraction, *green composite*

1. Pendahuluan

Dalam perkembangan era globalisasi kebutuhan akan bahan baku komposit yang dapat terdegradasi oleh alam (*biodegradable*) dan tentunya ramah lingkungan semakin meningkat. Salah satu bahan yang dapat digunakan sebagai bahan komposit yang ramah lingkungan atau dapat terdegradasi oleh alam (*biodegradable*) adalah serbuk kayu dan getah pinus *Merkusii*. Serbuk kayu merupakan salah satu bahan yang memiliki kelebihan yaitu mudah ditemukan, tidak beracun dan tentunya murah. Serbuk kayu dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku penguat komposit yang dapat dijadikan papan partikel.

Pembuatan papam partikel pada era sekarang masih menggunakan bahan kimia *urea formaldehida*. *Urea formaldehida* digunakan karena harganya yang

murah dan mudah dicampurkan dengan berbagai jenis serat, serta dapat digunakan dalam berbagai metode seperti hand lay up, vacuum bag, press mold dan ijection mold [1]. Penggunaan *urea formaldehida* yang berlebihan memiliki dampak yaitu terjadinya emisi gas *formaldehida* yang menyebabkan pencemaran udara mulai dari bau yang tidak sedap dan gangguan pada kesehatan. Salah satu bahan yang dapat menggantikan *urea formaldehida* sebagai perekat papan partikel adalah getah pinus *Merkusii*. Pinus *Merkusii* merupakan salah satu jenis pinus yang tumbuh asli di Indonesia. Hasil dari panen getah pinus ini di Bali belum dapat dimanfaatkan secara maksimal dimana getah pinus panen setiap 15 hari sekali dan dapat menghasilkan getah sebesar 742gram setiap hari/satu pohon [2].

Pemanfaatan serbuk kayu dan getah pinus yang belum maksimal dan pentingnya merawat serta menjaga lingkungan, hal ini begitu memungkinkan untuk pengembangan pemanfaatan serbuk kayu sebagai penguat komposit dengan getah pinus sebagai matriks. Hasil dari komposit kedua material tersebut berupa papan partikel yang nantinya diharapkan mampu menjawab kebutuhan terhadap bahan komposit yang dapat terdegradasi oleh alam (*biodegradable*) dan tentunya ramah lingkungan (*green composite*).

Karakteristik dari bahan dapat diketahui dengan melakukan pengujian. Pada penelitian ini dilakukan pengujian bending untuk mengamati sifat mekanik dari *green composite* serbuk kayu/getah pinus. Pengujian densitas dan Pengujian daya serap air (*water absorption*) untuk mengamati sifat fisik, serta pengamatan SEM dilakukan untuk melihat morfologi dari *green composite* serbuk kayu/getah pinus.

2. Dasar Teori

2.1 Green Composite

Green Composite merupakan komposit alam atau komposit hijau dimana unsur-unsur penyusun dari komposit ini bersumber langsung dari alam baik penguat dan pengikat. Keunggulan dari komposit ini adalah dapat terdegradasi oleh alam atau *biodegradable*

2.2 Pengujian Bending

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

1. Tegangan bending

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

2. Regangan bending

$$\epsilon_b = \frac{6\delta . d}{L^2} \dots\dots\dots 2$$

3. Modulus Elastisitas bending

$$E_b = \frac{L^3 . m}{4b . d^3} \dots\dots\dots 3$$

Keterangan :

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)

2.3 Pengujian Densitas Dan Daya Serap Air (*Water Absorption*)

Pengujian densitas merujuk pada penelitian Susila, 2018 [3] dan daya serap air (*water*

absorption) merujuk 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.

1. Perhitungan Uji Densitas Aktual Dan Teoritis

$$\rho = \frac{ms}{mb - (mg - mk)} \times \rho_{aquades} \dots\dots\dots 4$$

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

Keterangan :

ρ = Densitas Sampel

mk = Massa kawat (gr)

ms = Massa Spesimen tanpa kawat di udara (gr)

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

mb = Masa Spesimen basah (gr)

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

$$WA = \frac{mB - mK}{mK} \times 100\% \dots\dots\dots 6$$

Keterangan :

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

mB = massa basah dari spesimen uji (gr)

mK = massa kering dari spesimen uji (gr)

2.4 Pengamatan SEM

Pengamatan SEM dilakukan dengan dua kali pembesaran yaitu 50x dan 150x. pengamatan SEM dilakukan untuk mengetahui morfologi dari Green Composite Serbuk Kayu/Getah Pinus terhadap kekuatan bending spesimen

3. Metode Penelitian

Pada penelitian ini menggunakan alat dan bahan sebagai berikut:

3.1 Alat Penelitian

Alat Keselamatan Kesehatan Kerja (Masker, Sarung Tangan Karet, Sarung Tangan Kain), Alat ukur (*Stopwatch*, Timbangan Digital, *Beaker*), Alat bantu (*Magnetic Heated Stirrer*, Besi Pengaduk, Aluminiumn Foil), Alat Cetak (cetakan kayu dengan ukuran sesuai dengan ASTM), Alat Uji (Alat Uji Bending ASTM D790-03, Uji Daya Serap Air, Timbangan Uji Densitas dan SEM), dan Alat Pembersih (Lap Tangan, Minyak Goreng, Kuas).

3.2 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu, Penguat: Serbuk kayu yang didapatkan dari proses penggergajian kayu pada industri pengolahan kayu dengan ukuran 10 *mesh* dan 18 *mesh* (1,00mm – 2,00mm). LimbahXserbuk kayu selanjutnya dicuci menggunakan aquades lalu ditiriskan dan

dikeringkan dibawah sinar matahari selama 24 jam dan dioven dengan temperatur 70°C dengan waktu pengecekan selama 20 menit sampai berat serbuk kayu konstan dan Matriks: Getah pinus (*Pinus Mersukii Jungh et deVries*) dipanaskan pada mesin *Magnetic Heated Stirrer* hingga mencapai suhu 170°C dengan kecepatan pengaduk *magneticxstirrer* 600rpm dan *holdingxtime* 10 menit.

3.3 Komposisi Bahan Green Composite

Komposisi bahan *green composite* serbuk kayu/getah pinus dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Komposisi Bahan

Variasi Fraksi Volume (%)	Serbuk Kayu (gr)	Getah Pinus (gr)
20 : 80	1,2349	11,088
25 : 75	1,5435	10,395
30 : 70	1,8522	9,702

3.4 Proses Pembuatan Green Composite

Berikut langkah-langkah proses pencetakan partikel *green composite* :

1. Getah pinus dan serbuk kayu ditimbang dua kali lipat dari fraksi volume yang akan dibuat
2. Getah pinus dipanaskan pada *mesin magnetic stirrer* hingga mencapai suhu 170°C dengan *holding time* 10 menit dengan kecepatan pengaduk 600 rpm
3. Setelah mencapai temperatur 170°C kecepatan pengaduk diatur ke 0 rpm (mati) dan tetap pertahankan panas dari getah pinus
4. Getah pinus yang masih panas dicampurkan dengan serbuk kayu dan diaduk sampai getah pinus dan serbuk kayu tercampur dengan rata
5. Campuran getah pinus dan serbuk kayu dimasukan ke dalam cetakan yang sudah dilapisi dengan aluminium foil lalu ditekan dengan tekanan sebesar 5 kg agar campuran dapat masuk merata dan sesuai dengan ukuran cetakan.
6. Untuk variasi spesimen yang diuji, ulangi langkah dari awal.
7. Setelah kering, papan partikel *green composite* dikeluarkan dari cetakan secara perlahan
8. Potong spesimen uji sesuai ASTM apabila ada campuran spesimen yang keluar dari cetakan pada saat penekanan.
9. Papan partikel *green composite* yang kering siap untuk diuji



Gamba 1. Spesimen Uji Bending

4. Hasil dan Pembahasan

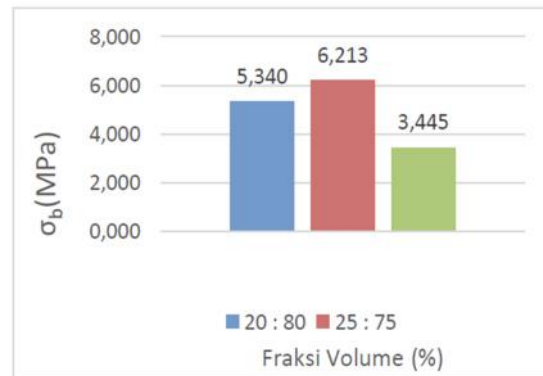
4.1 Uji Bending

Pengujian Bending dilakukan menggunakan tiga sampel dalam setiap variasi fraksi volume.



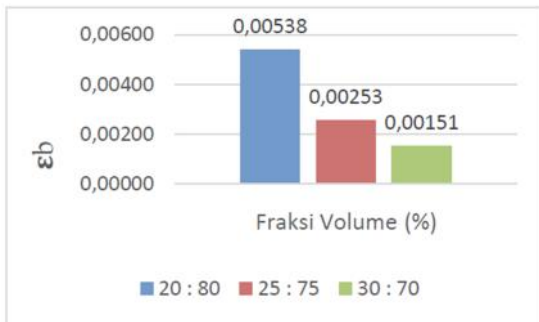
Gambar 2. Pengujian Bending

Hasil yang diperoleh pada pengujian bending dihitung menggunakan persamaan yang ada pada ASTM D790-03 dan hasil yang didapat dilihat pada grafik rata-rata kekuatan tegangan, regangan dan modulus elastisitas bending pada spesimen.



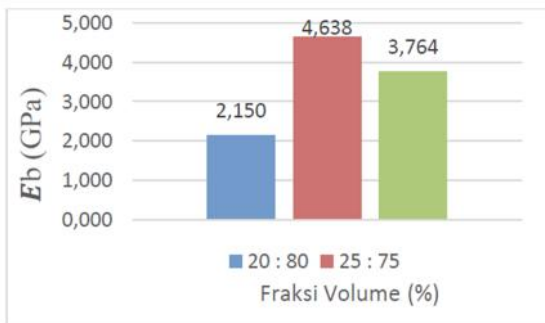
Gambar 3. Grafik Tegangan Bending

Hasil yang ditunjukkan pada grafik tegangan bending (Gambar 3) menunjukkan bahwa pada spesimen fraksi volume 25% serbuk kayu dengan 75% getah pinus mendapatkan hasil tegangan tertinggi, hal ini disebabkan karena pada fraksi volume ini ikatan antara serbuk kayu dengan getah pinus terjadi ikatan dan distribusi yang homogen sehingga spesimen mampu menerima pembebanan dengan merata. Sedangkan pada spesimen dengan fraksi volume 30% serbuk kayu dengan 70% getah pinus nilai dari tegangan bending mengalami penurunan. Hal ini disebabkan karena pola ikatan dan distribusi dari penguat dengan matrik tidak terjadi secara merata dan terjadi pull out atau tidak semua penguat dapat diikat dengan baik oleh matrik [4].



Gambar 4. Grafik Regangan Bending

Pada grafik regangan bending (Gambar 4) nilai regangan bending tertinggi didapatkan pada perbandingan fraksi volume 20% serbuk kayu dengan 80% getah pinus dan nilai regangan terendah didapatkan pada perbandingan fraksi volume 30% serbuk kayu dengan 70% getah pinus. Dalam penelitian ini semakin meningkat fraksi volume serbuk kayu maka nilai regangan bending semakin turun. Rendahnya regangan dikarenakan material penguat (serbuk kayu) kaku.



Gambar 5. Grafik Modulus Elastisitas

Pada grafik modulus elastisitas bending (Gambar 5) dapat dilihat bahwa pada perbandingan fraksi volume 20% serbuk kayu dengan 80% getah pinus merupakan nilai modulus elastisitas terkecil. Perbandingan fraksi volume 25% serbuk kayu dengan 75% getah pinus nilai modulus elastisitas tertinggi.

Dalam penelitian ini menunjukkan bahwa nilai modulus elastisitas berbanding lurus dengan nilai tegangan bending dan berbanding terbalik dengan nilai regangan bending. Ini membuktikan bahwa nilai modulus elastisitas dipengaruhi oleh tinggi rendahnya nilai tegangan dan regangan bending.

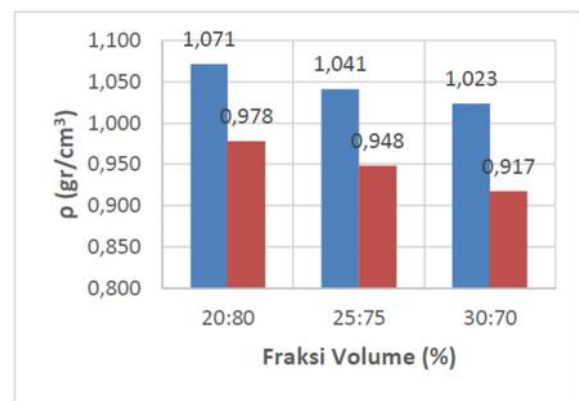
4.2 Uji Densitas

Pengujian Densitas menggunakan tiga sampel pada setiap perbandingan fraksi volume untuk densitas actual sedangkan untuk densitas teoritis dapat dicari dengan mengalikan fraksi volume dengan massa jenis bahan.



Gambar 6. Pengujian Densitas

Hasil yang diperoleh pada pengujian dapat dilihat pada grafik (Gambar 7) sebagai berikut :



Gambar 7. Grafik Densitas

Terdapat perbedaan antara densitas actual dan densitas teoritis hal ini terjadi kerana densitas dipengaruhi ρ pembanding yaitu ρ fluida cair dan ρ udara. Pengujian densitas actual yang menggunakan aquades sebagai fluida cair dapat mempengaruhi nilai densitas dari *green composite* sehingga terjadi perbedaan nilai densitas actual dan nilai densitas teoritis.

Nilai yang dihasilkan dari pengujian densitas secara actual dan teoritis menunjukkan bahwa semakin meningkatnya fraksi volume serbuk kayu maka densitas dari *green composite* serbuk kayu/getah pinus semakin menurun. Penyebab turunnya nilai densitas karena meningkatnya volume dari serbuk kayu. Dalam penelitian ini didapatkan densitas serbuk kayu sebagai penguat sebesar 0,49 gr/cm³ sedangkan nilai densitas dari getah pinus sebagai pengikat sebesar 1,1 gr/cm³.

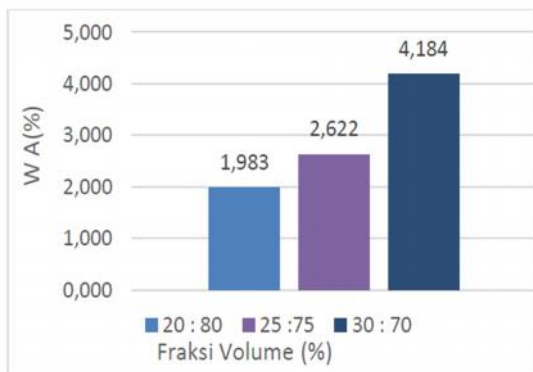
4.3 Uji Daya Serap Air (Water Absorption)

Pengujian daya serap air (*water absorption*) dilakukan dengan menggunakan ASTM D570-98 sebagai acuan dalam pengolahan data.



Gambar 8. Pengujian Daya Serap Air

Data hasil pengujian daya serap air (*water absorption*) *green composite* serbuk kayu/getah pinus dapat dilihat pada grafik (Gambar 9).



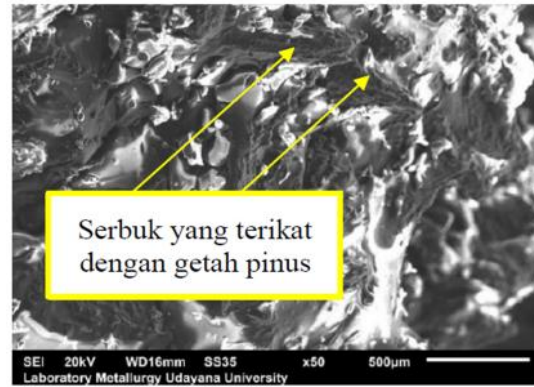
Gambar 9. Grafik Daya Serap Air (*Water Absorption*)

Pengujian serap air (*water absorption*) dilakukan dengan menimbang massa kering, dan massa basah *green composite* serbuk kayu/getah pinus. Gambar 9 menunjukkan nilai serap air (*water absorption*) rata-rata pada setiap variasi fraksi volume. Nilai serap air (*water absorption*) terkecil ditunjukkan pada spesimen dengan variasi fraksi volume 20 % serbuk kayu : 80% getah pinus dengan nilai 1,983% sedangkan nilai serap air (*water absorption*) terbesar ditunjukkan pada variasi fraksi volume 30% serbuk kayu : 70% getah pinus dengan nilai 4,184%.

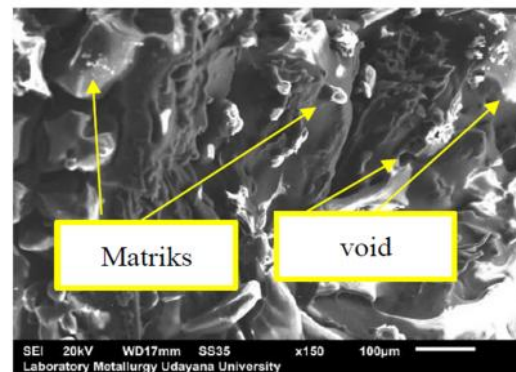
Naiknya nilai daya serap air (*water absorption*) ini disebabkan karena naiknya volume dari serbuk kayu. Menurut Dhaka et. al dalam Lokantara (2009) semakin naik fraksi volume penguat pada komposit akan meaikan nilai daya serap air (*water absorption*). Begitu pula kualitas ikatan matriks (getah pinus) dengan penguat (serbuk kayu) membuat adanya celah atau rongga yang membuat air dapat masuk ke dalam spesimen [5].

4.4 Pengamatan 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.



Gambar 10. Spesimen 25%:75% Pembesaran 50x



Gambar 11. Spesimen 25%:75% Pembesaran 150x

Hasil pengamatan SEM membuktikan bahwa *Green Composite* serbuk kayu/getah pinus masih terdapat void yang ditunjukkan pada Gambar 11 ini menunjukkan kualitas dari ikatan serbuk kayu dengan getah pinus masih kurang bagus. Kualitas ikatan antara serbuk kayu dengan getah pinus dari *green composite* serbuk kayu/getah pinus mempengaruhi tegangan bending, regangan bending dan modulus elastisitas bending dari *green composite* serbuk kayu/getah pinus.

5. Kesimpulan

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

1. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa peningkatan nilai tegangan, regangan dan modulus elastisitas dari pengujian bending tidak sepenuhnya dipengaruhi oleh peningkatan volume serbuk kayu sebagai penguat tetapi juga dapat dipengaruhi kualitas ikatan antara serbuk kayu dengan getah pinus.
2. Pada penelitian ini pengujian densitas menunjukkan bahwa secara aktual maupun teoritis semakin tinggi volume dari serbuk kayu maka nilai densitas semakin rendah.
3. Pengujian daya serap air (*water absorption*) menunjukkan bahwa semakin tinggi volume serbuk kayu maka nilai serap air (*water absorption*) akan semakin tinggi.

4. Pengamatan SEM yang dilakukan dengan pembesaran 50x dan 150x pada *green composite* serbuk kayu/getah pinus menunjukkan bahwa semakin tinggi fraksi volume serbuk kayu ikatan yang terbentuk menjadi kurang baik menyebabkan terjadinya void yang dapat mempengaruhi karakteristik *green composite* serbuk kayu/getah pinus

Daftar pustaka

- [1] Hariani, Sri Endah Susilo Wati, 2017. ***Pengaruh Kekuatan Bending Dan Tarik Bahan Komposit Berpenguat Sekam Padi Dengan Matrik Urea Formaldehida.*** Jurnal Ilmiah Widya Eksakta, Vol 1 No 1, pp 56-61.
- [2] I Made Parnata, Cok Istri Putri Kusuma Kencanawati, I Made Parwata, 2019. ***Pengaruh Variasi Persentase Hardener MEKPO Terhadap Kekuatan Bending Dan Densitas Pada Bioresin Getah Pinus (Pinus Merkusii).*** Jurnal Ilmiah Teknik Desain Mekanika, Vol 8 No.1, pp. 432-436.
- [3] 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.
- [4] Sunardi, Moh. Fawid, Rina Lusiani, Rumondang Parulian, 2017. ***Pengaruh Butiran Filler Kayu Sengon Terhadap Karakteristik Papan Partikel Yang Berpenguat Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit.*** Jurnal Mesin Teknologi (Sintek Jurnal), Vol 11 No 1, pp. 28-32.
- [5] Lokantara Putu, N.P.G. Suardana, 2009, ***Studi Perlakuan Serat Serta Penyerapan Air Terhadap Kekuatan Tarik Komposit Tapis Kelapa/Polyester.*** Jurnal Ilmiah Teknik Mesin Cakram, Vol.3 No 1, pp. 49-56.



I Putu Yudistira Pramana Putra menyelesaikan studi SMA di SMA (SLUA) Saraswati 1 Denpasar pada tahun 2016 dan melanjutkan studi S1 di Universitas Udayana pada Program Studi Teknik Mesin, dan dapat menyelesaikan studi S1 pada tahun 2020.

Bidang penelitian yang diminati adalah topik-topik polimer komposit.