

Pengaruh Resin Akrilik Terhadap Kekuatan Tarik Biokomposit Berpenguat Ampas Tebu

Anak Agung Gede Aditya Putra, Cok Istri Putri Kusuma, Dewa Ngakan Ketut Putra Negara

Program Studi Teknik Mesin Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran Bali

Abstrak

Indonesia memiliki beraneka ragam tanaman alam yang dapat digunakan material struktur biokomposit, salah satunya tebu. Tebu memiliki nilai serat yang cukup tinggi dan mudah didapatkan, maka penelitian ini dapat dilakukan untuk menganalisis karakteristik, kekuatan bending (ASTM D790) dan tarik (ASTM D638-03) dari biokomposit berpenguat ampas tebu dengan perlakuan variasi (5% ampas tebu 95% resin akrilik, 10% ampas tebu 90% resin akrilik, 15% ampas tebu 85% resin akrilik, dan 20% ampas tebu 80% resin akrilik). Dari hasil pengujian kekuatan tarik terbaik pada variasi 10% memiliki nilai kekuatan tarik paling tinggi. Dimana nilai tahanan tarik sebesar 15,605 Mpa, nilai regangan tarik sebesar 0,095, dan nilai modulus elastisitas sebesar 9,535Gpa. Pada hasil uji bending menunjukkan bahwa semakin banyak persentase ampas tebu yang di tambah kedalam biokomposit resin akrilik dan ampas tebu maka kekuatan bending semakin tinggi, sedangkan hasil struktur mikro pada variasi 10% memiliki hasil yang tersusun rapi pada biokomposit.

Abstract

Indonesia has a wide variety of natural plants that can be used for biocomposite structural materials, one of which is sugarcane. Sugarcane has a high fiber value and is easy to obtain, so this research can be conducted to analyze the characteristics, bending strength (ASTM D790) and tensile strength (ASTM D638-03) of bagasse reinforced biocomposite with variation treatment (5% bagasse 95% resin. acrylic, 10% bagasse 90% acrylic resin, 15% bagasse 85% acrylic resin, and 20% bagasse 80% acrylic resin). From the results of the best tensile strength test at 10% variation has the highest tensile strength value. Where the tensile stress value is 15.605 Mpa, the tensile stress value is 0.095, and the elastic modulus value is 9.535Gpa. The results of the bending test showed that the higher the percentage of bagasse added to the acrylic resin and bagasse biocomposite, the higher the bending strength, while the microstructure results at 10% variation had neatly arranged results on the biocomposite.

Key words: Bagasse biocomposite, acrylic resin.

1. Pendahuluan

Indonesia yang terkenal dengan sumber daya alamnya, memiliki beraneka ragam tanaman alam yang dapat digunakan sebagai material penyusun struktur komposit contohnya ampas tebu pemanfaatan ampas tebu yang tidak maksimal dapat mempengaruhi tercemarnya lingkungan seperti menumpuknya limbah ampas tebu sehingga menimbulkan bau tidak sedap.

Bio komposit yang berasal dari bahan alam selain ramah lingkungan juga dapat mungurangi kerusakan lingkungan karena menggunakan bahan - bahan alam. Komposit pada umumnya tersusun dari material pengikat (matrik) dan material penguat disebut material pengisi (variasi). Komposit memiliki karakteristik kuat, tidak korosi, ringan, dan mampu bersaing dengan logam [1]. Dalam penelitian ini ampas tebu telah dicoba sebagai pengganti serat sintetis seperti Kevlar-49, carbon/graphite, boron, aluminium oxide, silicone carbide, dan serat gelas. Ampas tebu sebagai pengganti serat sintetis adalah

salah satu langkah bijak dalam menyelamatkan kelestarian lingkungan dari limbah yang dihasilkan dan keterbatasan sumber daya alam yang tidak dapat diperbaharui [2]

Limbah ampas tebu memiliki nilai ekonomis cukup tinggi, murah, mudah didapat, tidak membahayakan kesehatan, (Biodegradability) dapat terdegradasi secara alami sehingga nantinya dengan pemanfaatan sebagai serat penguat komposit dan memiliki sifat mekanik yang baik untuk dijadikan bahan baku komposit [3]. Penelitian ini diharapkan adanya inovasi baru dalam pengembangan teknologi material komposit berpenguat serat non sintetis di Indonesia. Selama ini industri masih menggunakan serat sintetis sebagai serat penguat material komposit. Oleh karena itu ampas tebu dapat dijadikan alternative bahan baku.

Penelitian ini akan menggunakan ampas tebu yang dikombinasikan dengan resin akrilik, dalam bentuk partikel sebagai bahan penguat komposit. Dengan berbagai pertimbangan dalam memilih bahan

yaitu bahwa ampas tebu dan resin akrilik relatif murah dan mudah diperoleh. Melihat permasalahan di atas melatar belakangi penulis untuk membuat terobosan baru dalam memanfaatkan limbah ampas tebu dan resin akrilik sehingga bisa bermanfaat bagi kehidupan manusia. Dengan pertimbangan tersebut, maka dalam penelitian ini perlu dilakukan pengujian tarik dan bending terhadap komposit yang berbahan utama filler dari ampas tebu dan akrilik, dan penelitian ini dalam hal ini ada beberapa permasalahan penelitian yang akan dikaji, yaitu:

Bagaimana kekuatan mekanik biokomposit ampas tebu dengan matrik akrilik dengan pengujian tarik dan bending, dan bagaimana karakteristik morfologi biokomposit ampas tebu dengan resin akrilik?

Agar penelitian ini terarah maka penulisan perlu membatasi masalah. Adapun batasan-batasan masalah dari penelitian ini yaitu:

Jenis tebu (*Saccharum officinarum*) yang digunakan untuk komposit diasumsikan sama yaitu varietas PS 864 yang ditanam dikediri, Jawa Timur, dan umur panen tebu dalam waktu 6 bulan. Setelah itu resin akrilik digunakan sebagai matrik, dalam penelitian ini menggunakan metode hand lay-up cara pengerjaannya, pada beban tekan saat pencetakan panel komposit diasumsikan sama.

2. Dasar Teori

2.1 Komposit

Komposit adalah suatu material yang dibentuk dari dua kombinasi atau lebih material pembentuknya melalui tidak homogen dimana sifat mekanik dari masing – masing material pembentuknya berbeda. Komposit merupakan sejumlah sistem multi fasa sifat dengan gabungan, gabungan antara bahan matriks dan penguat [4]. Pada umumnya komposit dibentuk dari dua jenis material yang berbeda yaitu matriks dan penguat

2.2 Kelebihan Komposit

Komposit mempunyai sifat mekanik dan fisika yang banyak di antaranya.

1. Bahan komposit mempunyai berat yang jauh lebih rendah dibandingkan bahan konvensional.
2. Gabungan bahan dasar dan penguat dapat menghasilkan komposit yang mempunyai kekuatan lebih tinggi dari bahan dasar.
3. Bahan komposit juga mempunyai kelebihan dari segala guna.
4. Bahan komposit tahan terhadap kikisan.

2.3. Ampas tebu

Secara morfologi Tanaman tebu atau *Saccharum officinarum* yang termasuk dalam family *gramineae* atau kelompok rumput – rumputan. Tebu dapat dibagi menjadi empat bagian yaitu akar, batang, daun dan bunga. Batang tebu tumbuk tegak,

tidak bercabang dan memiliki tinggi kurus. Tinggi tebu bisa mencapai 5 meter atau lebih. Bunga tebu yaitu bunga majemuk yang berbentuk terurai dipuncak poros gelagah sedangkan akarnya berbetuk serabut.

Tabel 1. Komponen Ampas Tebu

Material	Nama Bahan (%)			
	Sulosa	Pentosan	Lignin	Lain-lain
Ampas Tebu	45	32	18	5

Sumber: BPPT, mataram 2002: Penebar Swadaya, 2000

2.4. Matriks

Matriks dalam struktur komposit dapat berasal dari bahan polimer atau logam. Syarat pokok matriks yang digunakan dalam komposit adalah matriks harus bisa meneruskan beban, sehingga serat harus bisa melekat pada matriks dan kompatibel antara serat dan matriks. Matriks dalam susunan komposit bertugas melindungi dan mengikat serat agar dapat bekerja dengan baik. Selain itu, matriks juga berfungsi sebagai pelapis serat. Umumnya matriks terbuat dari bahan-bahan lunak dan liat

Sebagai bahan penyusun utama dari komposit, matriks harus mengikat penguat (serat) secara optimal agar beban yang diterima dapat diteruskan secara optimal oleh serat secara maksimal, sehingga diperoleh kekuatan yang tinggi. Pada dasarnya, matriks dalam komposit berfungsi untuk :

1. Melindungi dari pengaruh lingkungan yang merugikan.
2. Mencegah permukaan serat dari gesekan mekanik.
3. Memegang dan mempertahankan posisi agar serat tetap pada posisinya.
4. Mendistribusikan sifat-sifat tertentu bagi komposit, yaitu : keuletan, ketangguhan dan ketahanan panas.

2.5. Resin Akrilik

Resin akrilik adalah suatu turunan etilen yang dalam rumus struktur kimianya mengandung gugus vinil. Resin akrilik murni memiliki sifat tidak berwarna, transparan dan padat, sesuai dengan persyaratan dari bahan , dalam jangka waktu tertentu bentuknya tidak berubah karena mempunyai dimensional stability yang baik, mempunyai spesifik gravitasi yang rendah. Kata "resin" telah diterapkan dalam dunia modern untuk hampir semua komponen dari cairan yang akan ditetapkan menjadi lacquer keras atau enamel-seperti barang jadi. Contohnya adalah cat kuku, sebuah produk modern yang berisi "resin" yang merupakan senyawa organik, tetapi resin tanaman tidak klasik. Tentunya "pengecoran resin" dan resin sintetis (seperti epoxy resin) juga telah diberi nama "resin" karena mereka memperkuat

dengan cara yang sama seperti beberapa resin tanaman, tetapi resin sintesis monomer cair thermosetting plastik, dan tidak berasal dari tanaman

2.6 Pengertian Aquades

Aquades adalah air mineral yang telah diproses dengan cara destilasi (disuling) sehingga diperoleh air murni (H₂O) yang bebas mineral. Kalau ditinjau dari namanya, aquades terdiri dari dua kata yaitu (*aqua dan destila*). Aqua artinya air, destila artinya penyulingan. Jadi aquades adalah air mineral hasil penyulingan. Hasil dari penyulingan ini yang kita sebut aquades. Metode yang digunakan untuk memperoleh aquades adalah destilasi (penyulingan). Destilasi adalah proses pemisahan campuran kimia menjadi komponen-komponennya dengan cara dipanaskan hingga mencapai titik didihnya, kemudian uapnya didinginkan hingga menjadi cair kembali.

2.7 Uji Tarik

Pengujian tarik adalah suatu pengukuran terhadap bahan untuk mengetahui keuletan dan ketangguhan suatu bahan terhadap tegangan tertentu serta pertambahan panjang yang dialami oleh bahan tersebut. Pada uji tarik (Tensile Test) kedua ujung benda uji dijepit, salah satu ujung dihubungkan dengan perangkat penegang.

Uji Tarik merupakan salah satu pengujian untuk mengetahui sifat-sifat suatu bahan. Dengan menarik suatu bahan kita akan segera mengetahui bagaimana bahan tersebut bereaksi terhadap tenaga tarikan dan mengetahui sejauh mana material itu bertambah panjang. Alat eksperimen untuk uji tarik ini harus memiliki cengkeraman (*grip*) yang kuat dan kekakuan yang tinggi (*highly stiff*)

Dari data yang diperoleh nantinya untuk tegangan tarik, regangan tarik, dan modulus elastisitas dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

Tegangan Tarik

$$\sigma = \frac{P}{A_0} \quad (1)$$

dimana :

σ = kekuatan tarik (MPa)

P = beban tarik maksimum (N)

A₀ = luas penampang sesaat (mm²)

Regangan Tarik

$$\epsilon = \frac{l_1 - l_0}{l_0} \quad (2)$$

dimana :

ϵ = regangan maksimum (mm/mm) ; (%)

l₁ = panjang akhir (mm)

l₀ = panjang awal (mm)

Modulus Elastisitas

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon} \quad (3)$$

Dimana :

E = modulus elastisitas (GPa)

σ = tegangan (MPa)

ϵ = regangan

2.8 Uji Bending

Untuk mengetahui kekuatan bending suatu material dapat dilakukan dengan pengujian bending terhadap material komposit tersebut. Kekuatan bending atau kekuatan lengkung adalah tegangan bending terbesar yang dapat diterima akibat pembebanan luar tanpa mengalami deformasi yang besar atau kegagalan. Besar kekuatan bending tergantung pada jenis material dan pembebanan.

Kekuatan bending pada sisi bagian atas sama nilai dengan kekuatan bending pada sisi bagian bawah. Pengujian dilakukan *three point bending*. (5)

Rumus Menghitung Tegangan bending, Regangan Bending, Modulus Elastisitas Tegangan Bending

$$\sigma_L = \frac{3 P.L}{2b.d^2} \quad (4)$$

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

$$\epsilon_L = \frac{6\delta.d}{L^2} \quad (5)$$

Dimana :

ϵ_L = Regangan Bending

δ = Defleksi Benda Uji (mm)

L = Support Span

d = Tebal benda Uji

Modulus elastisitas

$$\epsilon_L = \frac{l^3.m}{4b.d^3} \quad (6)$$

Dimana :

EL = 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)

2.9 Uji Struktur Mikro

Pengujian *Struktur mikro* akan memperlihatkan morfologi dari biokomposit dengan berbagai variasi komposisi serat ditunjukkan dengan foto material tersebut dengan perbesaran berukuran mikro. Proses pengambilan gambar morfologi bio komposit ini dilakukan di laboratorium Teknik Mesin Universitas Udayana

3. Metode Penelitian

3.1 Proses Pembuatan Serbuk Ampas Tebu

Langkah langkah teknis yang dilakukan pada proses pembuatan serbuk ampas tebu adalah sebagai berikut:

1. Tebu yang sudah dipisahkan antara ampas dengan sarinya dibersihkan menggunakan aquades.
2. Ampas yang sudah dibersihkan dengan aquades dikeringkan dengan oven dengan suhu 70°C selama 2 jam
3. Ampas tebu yang dipakai untuk panel *biokomposit* merupakan bagian dalam yang merupakan serat yang dipisahkan dari kulitnya
4. Ampas tebu yang sudah dipisahkan dari kulitnya kemudian dihancurkan dengan menggunakan blender

3.2 Proses Pembuatan Cetakan Komposit

1. Siapkan cetakan dengan ketebalan 3,5 mm
2. Potong kayu memanjang sehingga membentuk dan tebal yang diinginkan
3. Kemudian sambung untuk menyatukan ke ujung kayu lainnya. Lalu bersihkan permukaan cetakan dari segala kotoran sehingga bersih

3.3 Pencetakan Panel Biokomposit

Berikut langkah-langkah proses pencetakan panel komposit :

1. Ukur resin akrilik dan serbuk ampas tebu sesuai dengan fraksi volume yang ditentukan
2. Campur akrilik dan aduk selama ± 15 menit hingga mencapai hingga berubah warna dari putih pekat menjadi putih bening
3. Masukkan serbuk ampas tebu yang sudah diukur ke wadah yang bersih dan olesi cetakan dengan wax
4. Setelah akrilik berubah warna, campurkan ke dalam wadah yang berisi serbuk ampas tebu, lalu aduk sampai rata
5. Masukkan campuran akrilik dan serbuk ampas tebu tersebut ke cetakan
6. Ulangi langkah dari awal untuk variasi spesimen uji
7. Setelah kering, panel komposit dikeluarkan dari cetakan secara perlahan
8. Panel komposit yang kering siap untuk diuji.

4. Hasil dan Pembahasan

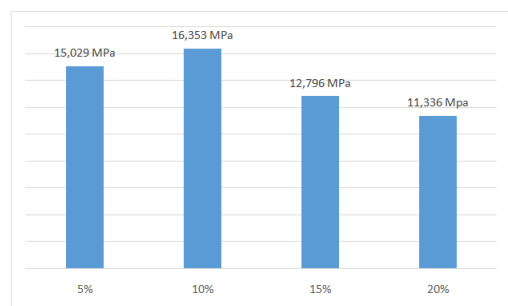
Pengujian kekuatan tarik pada biokomposit ampas tebu dilakukan di Lab. metalurgi Universitas udayana. Alat yang digunakan untuk uji bending yaitu alat uji mekanik tensilon RTG 1250 dengan

menggunakan ASTM D790 dan uji tarik RTG 1250 dengan menggunakan ASTM D368-03

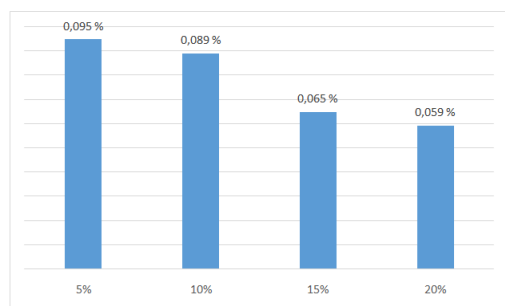
Hasil dari proses pengujian yang dilakukan yaitu dalam bentuk excel yang berisi data beban x elongasi dari masing-masing spesimen dan telah diperoleh tegangan tarik, regangan tarik, dan modulus elastisitas tarik. Data yang diperoleh tersebut bisa juga kita hitung menggunakan rumus.

4.1 Pembahasan Hasil Uji Tarik Biokomposit Ampas Tebu

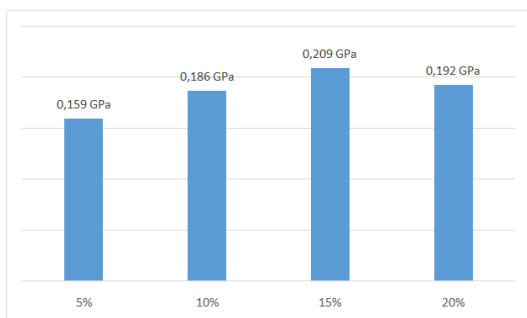
Variasi persentase pada biokomposit ampas tebu dapat mempengaruhi hasil dari tegangan tarik, regangan tarik, dan modulus elastisitas tarik yang diperoleh adapun penjelasan dari hasil pengujian tarik pada biokomposit ampas tebu dengan variasi yaitu sebagai berikut.



Gambar 1. Grafik Batang Kekuatan Tarik



Gambar 2. Grafik Batang Regangan Tarik



Gambar 3. Grafik Tegangan Modulus Elastisitas

Dari gambar grafik pengujian tarik komposit serat tebu nilai tegangan tarik komposit, mengalami perubahan konsentrasi. Kekuatan tarik pada variasi 5% sebesar 15,029 MPa, pada 10% sebesar 16,353 MPa, pada 15% sebesar 12,796 MPa, dan pada

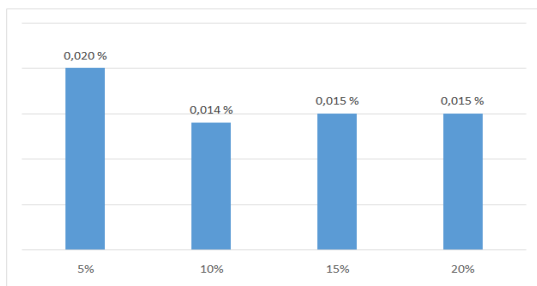
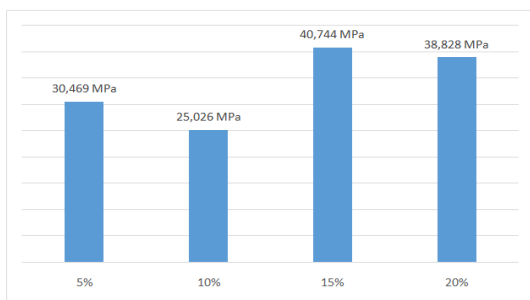
variasi 20% sebesar 11,336 MPa hal tersebut disebabkan terhadap serat tebu yang akan mempengaruhi tegangan specimen.

Pada gambar grafik regangan tarik mengalami penurunan dari hasil nilai regangan tarik variasi 5% sebesar 0,095%, pada variasi 10% sebesar 0,089%, pada 15% sebesar 0,065%, dan pada variasi 20% sebesar 0,059% besarnya regangan tarik menunjukkan kemampuan benda untuk berubah bentuk. Penurunan tegangan tarik disebabkan kuatnya ikatan resin akrilik dengan serat ampas tebu.

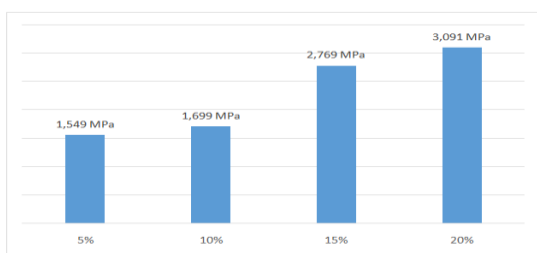
Gambar grafik modulus elastisitas pada fraksi volume 5% sebesar 0,159 GPa, pada variasi 10% sebesar 0,186 GPa, pada variasi 15% sebesar 0,209 GPa, sedangkan pada variasi 20% sebesar 0,192 GPa.

4.2. Data Hasil Pengujian Bending Biokomposit Ampas Tebu

Hasil dari proses pengujian yang dilakukan yaitu dalam bentuk excel yang berisi data beban x elongasi dari masing-masing specimen dan telah diperoleh tegangan bending, regangan bending, dan modulus elastisitas bending.



Gambar 5. Grafik Regangan Bending



Gambar 6. Grafik Modulus Elastisitas

Berdasarkan grafik tegangan bending diatas terlihat bahwa biokomposit yang memiliki nilai tegangan bending paling tinggi 15% yaitu sebesar 40,744 MPa, ini disebabkan karna biokomposit dengan penambahan serat ampas tebu sudah terjadi ikatan yang homogen antara ampas tebu dengan resin akrilik sehingga ketika spesimen diberikan beban specimen mampu menerima beban secara merata.

Pada grafik regangan bending dapat dilihat hubungan antara variasi penambahan ampas tebu pada biokomposit ampas tebu terhadap regangan bending dimana hasil yang di peroleh pada specimen biokomposit dengan penambahan ampas tebu sebanyak 5% memiliki nilai regangan bending paling tinggi sebesar 0,020%.

Pada grafik modulus elastisitas dapat dilihat hubungan antara biokomposit ampas tebu terhadap modulus elastisitas. Pada specimen biokomposit ampas tebu dengan penambahan ampas tebu sebanyak 20% memiliki nilai modulus elastisitas paling tinggi yaitu sebesar 3,091 MPa.

4.3 Data Hasil Pengamatan Struktur mikro

Hasil pengujian struktur mikro pada specimen dengan variasi 5% ampas tebu dan 95% resin akrilik struktur yang dimiliki ditentukan oleh serat ampas tebu dan resin akrilik .bentuk dan ukuran tersusun dengan rapi serta terdapat void.

Hasil pengujian struktur mikro pada specimen dengan variasi 10% ampas tebu dan 90% resin akrilik struktur yang dimiliki oleh serat ampas tebu dan resin akrilik bentuk dan ukuran tersusun dengan rapi serta beraturan.

Hasil pengujian struktur mikro pada specimen dengan variasi 15% ampas tebu dengan 85% resin akrilik struktur yang dimiliki terdapat lobang hitam karena disebabkan campuran tidak merata. sehingga bentuk tidak tersusun dengan rapi dan tidak beraturan dan terlihat ada void di permukaan biokomposit.

Hasil struktur micro pada specimen dengan variasi 20% ampas tebu dan 80% resin akrilik struktur yang dimiliki pada specimen tersebut terdapat lobang hitam karena disebabkan campuran tidak merata sehingga hasil sedikit tidak beraturan.

5 Kesimpulan

1. Hasil penelitian uji tarik menunjukkan bahwa biokomposit ampas tebu dengan variasi persentase penambahan ampas tebu sebanyak 10% memiliki nilai kekuatan tarik paling tinggi. Dimana nilai tegangan tarik sebesar 15,605 MPa, nilai regangan Tarik sebesar 0,095 , dan nilai modulus elastisitas sebesar 9,535 Gpa. Pada hasil uji bending menunjukkan bahwa semakin banyak persentase ampas tebu yang ditambahkan kedalam biokomposit resin akrilik dan ampas tebu maka kekuatan Bending dari biokomposit itu akan semakin tinggi

2. Hasil uji struktur mikro yang di dapat pada variasi 5 % ampas tebu dengan pembesaran sekala 1 : 100 memiliki bentuk dan ukuran tersusun dengan rapi serta beraturan, namun terdapat gelembung udara, pada variasi 10 % ampas tebu terdapat lubang hitam karena disebabkan campuran tidak merata pada variasi 15 % bentuk tidak tersusun rapi dan tidak beraturan Hasil pengujian struktur mikro ampas tebu 20% seperti struktur yang dimiliki terdapat lobang hitam karena disebabkan campuran tidak merata. sehingga bentuk tidak tersusun dengan rapi dan tidak beraturan dan terlihat ada void di permukaan biokomposit



Anak Agung Gede Aditya 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 kekuatan Biokomposit

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada Teknisi Laboratorium metalurgi, Teknik Mesin Universitas Udayana yang telah memberi ijin untuk tempat pengambilan data dalam penelitian ini. Penulis juga berterimakasih kepada kedua orang tua dan teman-teman yang telah banyak mendukung baik doa dan bantuan sehingga penulis bisa menyelesaikan penelitian ini

Daftar Pustaka

- [1] Kencanawati, C. I. P. K., Sugita, I. K. G., Suardana, N. P. G., & Suyasa, W. B., 2017, *Karakteristik dan Analisis Awal Getah Pinus Merkusii (Pine Resin) dengan Variasi Suhu Pemanasan sebagai Alternatif Resin pada Komposit*, Proceeding Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin XVI (SNTTM XVI).
- [2] Nogo, K., Bunganaen, W., & Pell, Y. M., 2015, *Pengaruh Fraksi Volume Terhadap Sifat Bending Komposit Widuri-Polyester*, LONTAR Jurnal Teknik Mesin Undana, Vol.2, No.2.
- [3] Yudo, H., & Jatmiko, S., 2008, *Analisa Teknis Kekuatan Mekanis Material Komposit Berpenguat Serat Ampas Tebu (Baggase) Ditinjau Dari Kekuatan Tarik dan Impak*, Kapal, Vol. 5, No. 2, pp. 95-101.
- [4] Matthews, F. L., & Rawlings, R. D., 1993, *Composite Material Engineering And Science*. London, UK: Technology And Medicine.