

## Serapan Air dan Ketahanan Bakar pada Material Komposit Hibrid Epoxy Berpenguat Serat Bambu / Jelatang

Mokh. Bima Dwi Oktavian<sup>1)</sup>, I Gede Putu Agus Suryawan<sup>2)\*</sup>,  
I Gusti Ngurah Priambadi<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup>Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Udayana  
Kampus Bukit Jimbaran, Bali 80362

Email: [inibimbim99@gmail.com](mailto:inibimbim99@gmail.com), [agus88@unud.ac.id](mailto:agus88@unud.ac.id), [priambadi.ngurah@unud.ac.id](mailto:priambadi.ngurah@unud.ac.id)

doi: <https://doi.org/10.24843/METTEK.2023.v09.i01.p03>

### Abstrak

Kemajuan teknologi pada bahan non logam sangat mendominasi penggunaan material komposit di bidang rekayasa industri. Komposit sebagai pengganti material logam dalam rekayasa industri sudah semakin meluas dalam bidang industri teknik mesin dan transportasi seperti komponen otomotif, bodi kendaraan, interior pesawat dan kapal laut. Penelitian komposit ini berpenguat serat alam berupa serat jelatang dan serat bambu dengan matrik epoksi. Peneliti memberikan perlakuan perendaman serat dengan 5% NaOH selama 2 jam. Komposit hibrid serat bambu/jelatang dengan panjang 10 mm dan disusun secara acak dengan proses produksi hand lay-up. Penelitian ini menggunakan fraksi volume serat 30% dengan jumlah perbandingan serat bambu/jelatang 100%:0%(A), 75%:25%(B), 50%:50%(C), 25%:75%(D), 0%:100%(E) dan sebagai pembanding adalah matriks yang dicetak tanpa penguat (A0). Penelitian ini diharapkan dapat memberikan hasil material komposit yang memiliki sifat yang tahan air dan tahan api. Pengujiannya adalah Serapan Air, dan Ketahanan Bakar. Hasil pengujian serapan air tertinggi pada spesimen (A) sebesar 5,31% dan terendah pada spesimen (E) sebesar 3,7%. Hasil serapan air komposit hybrid dengan jumlah serat bambu/jelatang (B) sebesar 4,93% memiliki serapan air lebih tinggi dari spesimen (D) sebesar 4,37%. Hasil pengujian bakar menunjukkan nilai laju pembakaran tertinggi pada sampel (E) sebesar 10,63 mm/s dan terendah pada sampel (A) sebesar 6,89 mm/s. hasil laju pembakaran komposit hibrid jumlah serat bambu/jelatang (B) dengan nilai laju pembakaran 7,24 mm/s, sedangkan komposit serat bambu/jelatang (D) diperoleh nilai laju pembakaran 8,63 mm/s.

**Kata kunci:** : Komposit, epoksi, serat bambu, serat jelatang, uji serapan air, uji ketahanan bakar

### Abstract

*Technological advances in non-metallic materials dominate the use of composite materials in industrial engineering. Composites as a substitute for metal materials in industrial engineering have expanded in the mechanical engineering and transportation industries such as automotive components, vehicle bodies, aircraft interiors and ships. This composite research is reinforced with natural fibers in the form of nettle and bamboo fiber with an epoxy matrix. The researcher gave the fiber immersion treatment with 5% NaOH for 2 hours. Bamboo/ nettle fiber hybrid composite with a length of 10 mm and arranged randomly with a hand lay-up production process. This study uses a fiber volume fraction of 30% with a ratio of bamboo/nettle fiber 100%:0%(A), 75%:25%(B), 50%:50%(C), 25%:75%(D), 0%:100%(E) and comparison is the matrix printed without reinforcement (A0). This research is expected to give results of composite materials that have water-resistant and fire-resistant properties. The tests are Water Absorption and Fire Resistance. The results of the highest water absorption test in specimen (A) of 5.31% and the lowest on specimen (E) of 3.7%. The results of the hybrid composite water absorption with the amount of bamboo/nettle fiber (B) of 4.93% had a higher water absorption than that of the*

specimen (D) of 4.37%. The results of the burn test showed that the highest burning rate was in sample (E) at 10.63 mm/s and the lowest was 6.89 mm/s in sample (A). The results of the hybrid composite burning rate of bamboo/nettle fiber (B) with a burning rate value of 7.24 mm/s, while the bamboo/nettle fiber composite (D) obtained a burning rate value of 8.63 mm/s.

**Keywords:** Composite, epoxy, bamboo fiber, nettle fiber, water absorption test, burning test

## 1. PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi yang pesat pada bahan non logam sangat mendominasi penggunaan material komposit di bidang rekayasa industri. Komposit sebagai pengganti material logam dalam rekayasa industri sudah semakin meluas dalam bidang industri teknik mesin dan transportasi seperti komponen otomotif, bodi kendaraan, pesawat terbang, kapal laut.

Penelitian ini mengacu pada pembuatan komposit serat alam berpenguat serat bambu/jelatang dengan matriks epoxy sikadur 52-id sebagai pengikat. Bambu merupakan tumbuhan yang fungsinya banyak digunakan oleh masyarakat, khususnya di Indonesia.

Bambu memiliki ketersediaan yang cukup untuk berbagai penggunaan dalam kerajinan, bahan bangunan ataupun perabotan rumah tangga. Tumbuhan bambu sering dimanfaatkan dari segi kekuatannya, karena bambu merupakan suatu material yang kuat dan ringan. Tumbuhan jelatang merupakan tumbuhan liar yang tumbuh subur di daerah Eropa dan Asia. Di Indonesia, pemanfaatan tumbuhan jelatang masih sangat kurang, karena selain tidak memiliki nilai ekonomis, tumbuhan jelatang juga mempunyai efek gatal jika disentuh dan dianggap sebagai pengganggu bagi tumbuhan lainnya, oleh sebab itu tumbuhan jelatang sering dimusnahkan. Tumbuhan jelatang salah satu alternatif serat alam yang bisa digunakan sebagai bahan penguat material komposit yang ramah terhadap lingkungan[1].

Peneliti memberikan perlakuan perendaman serat dengan 5% NaOH selama 2 jam. Komposit hybrid serat bambu/jelatang dengan panjang 10 mm dan disusun di dalam cetakan secara acak dengan proses produksi hand lay-up. Penelitian ini menggunakan fraksi volume serat 30% dan matriks 70% dengan jumlah perbandingan serat bambu/jelatang 100%:0%(A), 75%:25%(B), 50%:50%(C), 25%:75%(D), 0%:100%(E). Pengujian yang dilakukan adalah Uji Serapan Air, dan Uji Ketahanan Bakar.

## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1 Proses Pembuatan Komposit

Beberapa tahap proses pembuatan komposit serat bambu/jelatang yaitu sebagai berikut:

1. Timbang resin dan serat sesuai dengan fraksi volume.
2. Bersihkan cetakan dengan kuas dan aseton, agar cetakan bersih.
3. Masukkan serat bambu/jelatang potongan 10 mm ke cetakan dengan ASTM yang ditentukan.



Gambar 1. (a) Serat bambu, (b) serat jelatang

4. Resin dan hardener dicampur dengan perbandingan 2:1, diaduk sampai tercampur dengan rata.



Gambar 2. Resin epoksi sikadur 52-id

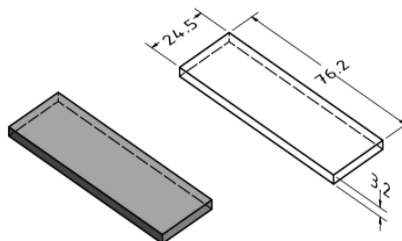
5. Tuangkan resin pada cetakan berisikan serat bambu/jelatang dengan proses *hand lay-up*.
6. Tutup cetakan lalu ditambahkan tekanan, untuk mengurangi *void* atau rongga dalam spesimen.
7. Tunggu proses pengeringan komposit selama 12-24 jam.
8. Setelah kering, lepaskan komposit dari cetakan secara perlahan.



Gambar 2. Resin epoksi sikadur 52-id

## 2.2 Pengujian Serapan Air

Penyerapan air pada material komposit dilakukan untuk mendapatkan hasil dari batas kemampuan komposit dalam menyerap air dalam waktu tertentu. Pengujian serapan air menggunakan ukuran spesimen ASTM D570-98[2] dengan dimensi panjang 76,2 mm, lebar 24,5 mm, tinggi 3 mm.



Gambar 4. Ukuran spesimen uji serapan air

Nilai pengujian penyerapan air dapat dihitung dengan rumus :

$$W_{abs} = \frac{M_b - M_k}{M_k} \times 100\% \quad (1)$$

Keterangan :

$$W_{abs} = \text{Serapan air (\%)}$$

$M_b$  = massa basah spesimen uji (gr)

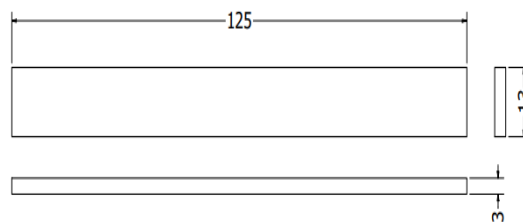
$M_k$  = massa kering spesimen uji (gr)

Berikut tahapan proses pengujian serapan air:

1. Persiapan spesimen uji sesuai standar ASTM D570-98 untuk pengujian.
2. Timbang spesimen, untuk mengetahui massa kering ( $m_k$ ) spesimen.
3. Wadah diisi aquades dengan ketinggian sama.
4. Spesimen direndam di bawah 3 cm posisi horizontal dari permukaan air aquades pada suhu kamar sesuai standar ASTM D570-98.
5. Proses perendaman dilakukan selama 8 hari dengan menimbang massa spesimen dan mengganti air aquades setiap 24 jam.
6. Setelah 24 jam, spesimen diangkat dan diletakkan di atas kain lap selama 10 menit sampai tidak ada air yang menetes dan permukaan spesimen kering.
7. Timbang massa spesimen setelah perendaman ( $m_b$ ).
8. Catat hasil setiap pengujian.

### 2.3 Pengujian Ketahanan Bakar

Uji tahan bakar ini juga bertujuan untuk seberapa lama suatu komposit bertahan pada proses pembakaran dengan temperatur tinggi sebelum suatu komposit tersebut terbakar habis. Uji tahan bakar material menggunakan ukuran spesimen ASTM D635[3] dengan dimensi Panjang 125 mm, lebar 13 mm, dan tebal 3 mm.



Gambar 5. Ukuran spesimen uji bakar

Berikut tahapan proses pengujian bahan bakar:

1. Menyiapkan spesimen uji sesuai standar ASTM D635 untuk pengujian.
2. Menyiapkan alat pengujian.
3. Pemberian tanda panjang 25 mm dan 75 mm pada spesimen.
4. Spesimen uji dijepit 5 mm dengan arah mendatar.
5. menyalakan api konstan tinggi api 20 mm tidak menyembur.
6. sudut nyala api 45 derajat dan spesimen masuk dalam api 6 mm.
7. Nilai waktu penyalaan api dihitung dari api merambat pada spesimen sampai jarak panjang 25 mm.
8. Catat hasil setiap pengujian, untuk digunakan sebagai proses perhitungan.

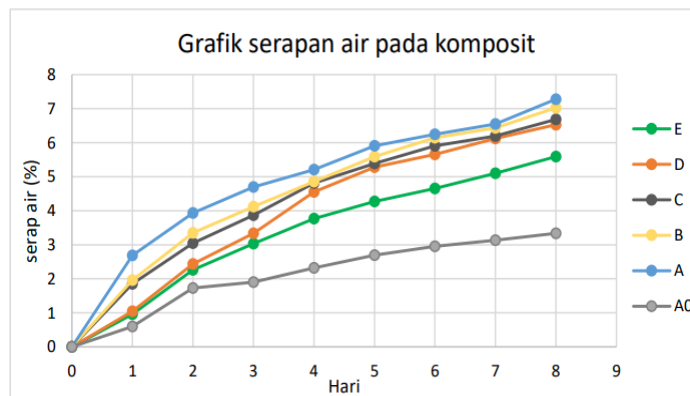


Gambar 6. Alat pengujian ketahanan bakar

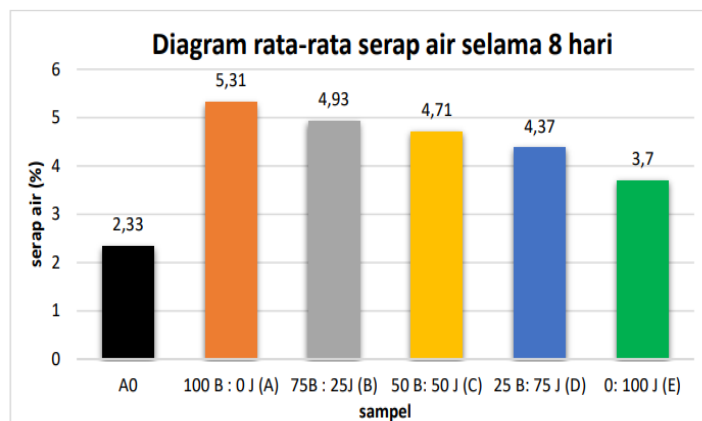
### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1. Hasil Uji Serapan Air

Hasil uji penyerapan air pada Gambar 7 menunjukkan perbedaan persentase massa serapan air (%) resin epoksi dan komposit hibrid bambu/jelatang terhadap waktu perendaman (8 Hari). hasil pada Gambar 7 menunjukkan resin epoksi (A0) memiliki penyerapan air paling sedikit 2,33% dibandingkan dengan komposit berpenguat serat alam, ini dikarenakan serat alam memiliki sifat menyerap air, menyebabkan komposit serat alam menyerap air lebih besar dari matrik epoksi. Demikian juga ikatan matriks dengan lebih banyak serat membuat terjadinya rongga yang membuat air dapat meresap pada celah-celah kecil komposit serat.



Gambar 7. Grafik perbandingan serapan air pada komposit



Gambar 8. Diagram perbandingan serapan air komposit selama 8 hari

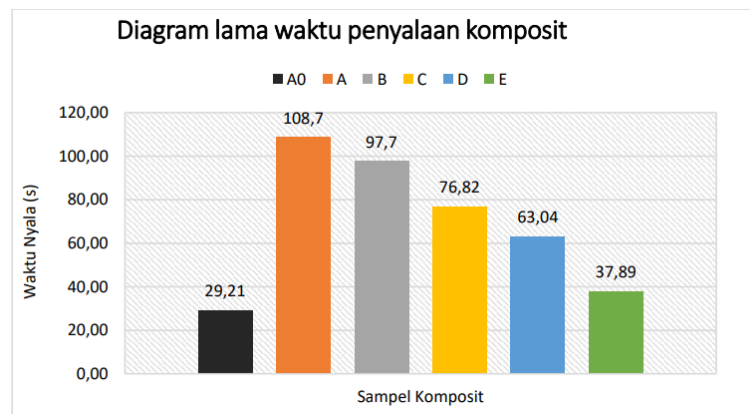
Komposit dengan perbandingan jumlah serat bambu/jelatang 100:0 (A) memiliki rata-rata penyerapan air tertinggi sebesar 5,31% dan komposit serat bambu/jelatang 0:100 (E) memiliki rata-rata serapan air terendah yaitu 3,7%. Diperoleh hasil untuk komposit hibrid serat bambu/jelatang 75:25 (B) memiliki serapan air 4,93%, lalu hasil sampel serat bambu/jelatang 50:50 (C) memiliki serapan air 4,71%, dan sampel serat bambu/jelatang 25:75 (D) memiliki serapan air 4,37%, dimana diperoleh hasil rata-rata serapan air terendah pada sampel (D) untuk komposit hibrid. Berdasarkan hasil uji serapan air, menunjukkan bahwa rata-rata persentase penyerapan air pada komposit serat bambu lebih tinggi dibandingkan komposit serat jelatang.

Hasil menunjukkan kadar air (*moisture*) serat bambu lebih besar dari serat jelatang, sebelum menjadi komposit serat diberi perlakuan perendaman NaOH 5% dan dilakukan proses pengeringan yang sama. Serat bambu mengandung selulosa sebesar 42,4-53,6% sehingga serat bambu mampu menyerap air karena adanya gaya tarik molekul air pada ikatan hidrogen yang terdapat dalam selulosa tersebut[4]. Beberapa faktor yang mempengaruhi penyerapan air dalam

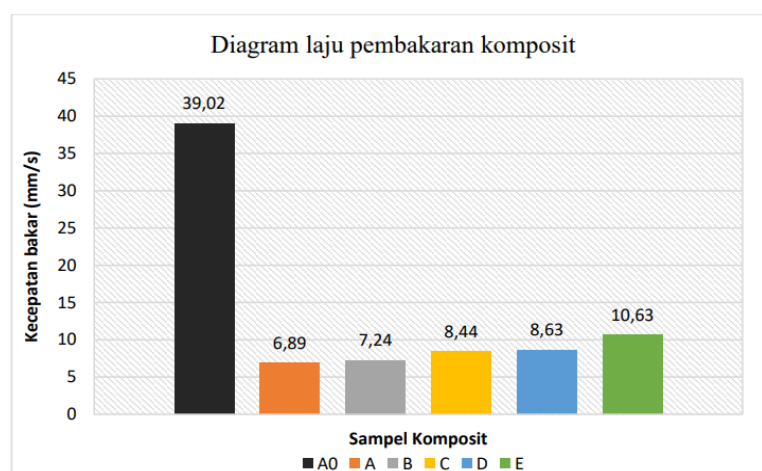
komposit seperti adanya rongga kecil dan *void* karena serat yang tidak mengikat sempurna dengan matriks. Berdasarkan hasil uji serapan air, menunjukkan bahwa rata-rata persentase penyerapan air pada komposit serat bambu lebih tinggi dibandingkan komposit serat jelatang.

### 3.2. Hasil Uji Ketahanan Bakar

Hasil pengujian ketahanan bakar resin epoksi diperoleh nilai pengujian waktu penyalaan terkecil 29,21 detik dan nilai laju pembakaran tertinggi 39,02 mm/s. Hasil komposit berpenguat serat memiliki ketahanan bakar semakin meningkat dibandingkan resin epoksi. Hasil menunjukkan serat alam memiliki titik nyala api lebih tinggi dari resin epoksi[5]. Hasil pengujian menunjukkan komposit berpenguat serat bambu/jelatang pada Gambar 9, didapatkan nilai waktu penyalaan tertinggi adalah 108,7 detik dengan perbandingan jumlah serat bambu/jelatang 100:0 (A) dan nilai waktu penyalaan terendah 37,89 detik pada perbandingan jumlah serat bambu/jelatang 0:100 (E). Nilai waktu penyalaan api tinggi pada komposit menunjukkan nyala api membutuhkan waktu yang lama. Hasil pada Gambar 9, bahwa semakin banyak kandungan jumlah serat bambu, maka nilai waktu penyalaan semakin meningkat pula.



Gambar 9. Diagram waktu penyalaan komposit



Gambar 10. Diagram laju pembakaran komposit



Gambar 10 menunjukkan nilai terendah laju pembakaran pada komposit berpenguat bambu/jelatang 100:0 (A) adalah 6,89 mm/s dan nilai tertinggi kecepatan bakar pada komposit berpenguat bambu/jelatang 0:100 (B) adalah 10,63 mm/s.

Hasil untuk komposit jumlah serat bambu/jelatang 75:25 (B) dengan nilai laju pembakaran 7,24 mm/s, untuk komposit dengan jumlah serat bambu/jelatang 50:50 (C) diperoleh nilai laju pembakaran 8,44 mm/s dan komposit serat bambu/jelatang 25:75 (D) diperoleh nilai laju pembakaran 8,63 mm/s. Nilai laju pembakaran rendah menunjukkan perambatan api pada komposit membutuhkan waktu yang lama. Gambar 10 menunjukkan bahwa pada semakin banyak kandungan jumlah serat bambu daripada jelatang memperlihatkan diagram yang menurun. Ini berarti semakin banyak jumlah serat bambu pada komposit hibrid, maka nilai laju pembakaran semakin menurun.

#### **4. SIMPULAN**

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan pada komposit epoksi berpenguat serat bambu/jelatang, Hasil serapan air komposit dengan jumlah serat bambu/jelatang 75:25(B) sebesar 4,93% memiliki serapan air lebih tinggi dari spesimen 25:75(D) sebesar 4,37%. Penambahan serat bambu menyebabkan kenaikan penyerapan air pada komposit tersebut. Hasil pengujian ketahanan bakar menunjukkan bahwa penambahan serat bambu pada komposit epoksi mampu menaikkan nilai waktu penyalaan api dan mengurangi laju pembakaran pada komposit. Terbukti pada hasil laju pembakaran komposit jumlah serat bambu/jelatang 75:25 (B) dengan nilai laju pembakaran 7,24 mm/s, sedangkan komposit serat bambu/jelatang 25:75 (D) diperoleh nilai laju pembakaran 8,63 mm/s.

#### **UCAPAN TERIMA KASIH**

Penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada Teknisi Laboratorium Analisa Bahan Teknik Mesin dan teman-teman angkatan 18 yang telah membantu pengujian serta pengambilan data dalam penelitian ini. Penulis juga berterimakasih terutama kepada pembimbing dan kedua orang tua yang telah banyak mendukung baik doa dan dukungan biaya hingga selesainya penelitian ini.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- [1] Suryawan, I. G. P. A., Suardana, N., Suarsana, I. K., Lokantara, I. P., & Lagawa, I. K. J. (2019). Kekuatan Tarik dan Lentur pada Material Komposit Berpenguat Serat Jelatang. *Jurnal Energi Dan Manufaktur*, 12(1), 7. <https://doi.org/10.24843/jem.2019.v12.i01.p>
- [2] ASTM D570-98. (2018). Standard Test Method for Water Absorption of Plastics. New York.
- [3] ASTM D 635-98. (1998). Standard Test Method for Rate of Burning and/or Extent and Time of Burning of Plastics in a Horizontal Position, New York.
- [4] Suryawan, I. G. P. A., Suardana, N. P. G., Winaya, I. N. S., Suyasa, I. W. B., & Lokantara, I. P. (2019). Study of stinging nettle fibers as a reinforcing of composite materials based on its growing region. *IOP Conference series: Materials Science and Engineering*, 539(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/539/1/012006>
- [5] Haygreen, J.G. dan Bowyer, J.L., (1996). Hasil Hutan dan Ilmu Kayu, (diterjemahkan oleh: Sucipto, A.H.), Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- [6] Armunanto, V. B (2014). “Sifat Tarik Dan Ketahanan Bakar Komposit Serbuk Genteng Sokka, Phenolic, Dan Serat Gelas”, Tesis Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret, Surakarta.