

# Sifat Mekanik Material Komposit Resin Epoksi-Penguat Serat Pohon Tengging (*Artocarpus Elasticus*) Dengan Perlakuan Pengasapan

Salasa Pandan<sup>\*</sup>, Musa Bondaris Palungan<sup>2</sup>, Yafet Bontong<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup>Program Studi, Teknik mesin, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Indonesia Paulus  
Jalan Perintis Kemerdekaan Km 13 No. 28 Daya, Makassar, Indonesia 90243

<sup>3</sup>Perogram Studi, Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Indosesia Toraja  
Jl. Nusantara No. 12, Makale 91811, Tana Toraja

[pandansalasa@gmail.com](mailto:pandansalasa@gmail.com) (Korespondensi)\*

**Abstract:** *This research aims to determine the effect of fumigation on the mechanical properties of epoxy resin composite materials reinforcing Tengging tree fibers (*Artocarpus Elasticus*). Tengging tree fiber is a type of natural fiber that has potential as an industrial raw material. Fumigation is a method of processing fiber that can improve its quality. In this research, Tengging tree fiber was smoked for a duration of 0, 5, 10, 15, and 20 hours, then used as a reinforcement in epoxy resin composite materials with volume fractions. The mechanical properties of composite materials were analyzed using tensile tests and toughness tests. The research results show that fumigation can improve the mechanical properties of composite materials. Fibers that were cured for 15 hours as reinforcement with a volume fraction of 20% fiber with 80% epoxy resin showed optimal results in increasing the tensile strength from 35.8 MPa to 68.45 MPa, impact value from 0.011 J/mm<sup>2</sup> to 0.138 J/mm<sup>2</sup>. The results of this research can be used as a reference for the development of stronger and more durable composite materials.*

**Keywords:** *Tengging tree fiber., fumigation., epoxy resin., tensile strength., impact value.*

**Abstrak:** Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pengasapan terhadap sifat mekanik material komposit resin epoksi penguat serat pohon Tengging (*Artocarpus Elasticus*). Serat pohon Tengging adalah salah satu jenis serat alami yang memiliki potensi sebagai bahan baku industri. Pengasapan adalah salah satu metode pengolahan serat yang dapat meningkatkan kualitasnya. Dalam penelitian ini, serat pohon Tengging diasapkan dengan durasi 0, 5, 10, 15, dan 20 jam, kemudian digunakan sebagai penguat dalam material komposit resin epoksi dengan fraksi volume. Sifat mekanik material komposit dianalisis menggunakan uji tarik dan uji ketangguhan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengasapan dapat meningkatkan sifat mekanik material komposit. Serat dengan pengasapan selama 15 jam sebagai penguat dengan fraksi volume 20 % serat dengan resin epoksi 80 % menunjukkan hasil yang optimal dalam meningkatkan kekuatan tarik 35,8 MPa menjadi 68,45 MPa, nilai impak 0,011 J/mm<sup>2</sup> menjadi 0,138 J/mm<sup>2</sup>. Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai acuan untuk pengembangan material komposit yang lebih kuat dan tahan lama.

**Kata kunci:** Serat pohon Tengging., pengasapan., resin epoksi, kekuatan tarik., nilai impak.

*Informasi Artikel: Diterima: xx-xx-xxxx, Disetujui: xx-xx-xxxx, Dipublikasikan: xx-xx-xxxx*

## 1. Pendahuluan

Material komposit telah menjadi fokus utama dalam penelitian material modern karena kemampuannya untuk menggabungkan sifat-sifat terbaik dari masing-masing komponen. Salah satu jenis komposit yang menarik perhatian adalah komposit resin epoksi yang diperkuat dengan serat alami, seperti serat pohon tengging (*Artocarpus elasticus*). Penelitian ini bertujuan

untuk mengeksplorasi sifat mekanik dari komposit ini, khususnya setelah perlakuan pengasapan, yang diharapkan dapat meningkatkan kekuatan dan daya tahan material. Menurut penelitian oleh Mohd et al. (2020), dan Palungan, et al (2017) pengasapan dapat mengubah struktur kimia serat, sehingga meningkatkan interaksi antara serat dan resin, yang berpotensi meningkatkan sifat mekanik komposit.

Dalam konteks penggunaan, komposit resin epoksi - serat alami banyak diaplikasikan dalam industri otomotif, konstruksi, dan barang konsumen. Misalnya, dalam industri otomotif, penggunaan komposit ini dapat mengurangi berat kendaraan, sehingga meningkatkan efisiensi bahan bakar, Jiang et al., (2018). Dengan demikian, penting untuk memahami dan mempelajari sifat mekanik dari komposit ini, terutama dalam konteks pengasapan yang dapat memberikan keuntungan tambahan.

Pengasapan merupakan teknik yang telah lama digunakan dalam pengolahan kayu untuk meningkatkan daya tahan terhadap serangan hama dan jamur. Namun, efek pengasapan terhadap sifat mekanik serat alami dalam komposit resin epoksi masih kurang dieksplorasi. Penelitian oleh Rahman et al. (2019) dan Palungan, et al (2016), menunjukkan bahwa pengasapan dapat meningkatkan kekuatan tarik serat, yang berimplikasi langsung pada peningkatan sifat mekanik komposit. Oleh karena itu, penelitian ini berfokus pada analisis mendalam mengenai pengaruh perlakuan pengasapan terhadap sifat mekanik komposit resin epoksi yang diperkuat dengan serat pohon tenging.

## 2. Metodologi Penelitian

### 2.1. Bahan

Bahan penelitian yaitu SPT yang diperoleh dari Kabupaten Bulungan Provinsi Kalimantan Utara. Serat dikeluarkan secara mekanis dari daging kulit dan selanjutnya SPT dibersihkan dari kotoran dengan air aquades. SPT dipotong menjadi tiga bagian yaitu pangkal, tengah dan ujung masing- masing dengan panjang 40 cm. Sebagai sampel pengujian, yaitu bagian tengah SPT dan dikelompokkan untuk diberi perlakuan pengasapan dengan variasi waktu.

### 2.2 Perlakuan Pengasapan

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental dengan perlakuan pengasapan berupa variasi durasi pengasapan terhadap SPT bagian tengah. Perlakuan pengasapan dilakukan pada suhu tetap 45°C dengan sumber asap dari pembakaran tempurung kelapa. Variasi durasi pengasapan terdiri atas lima kelompok perlakuan: tanpa pengasapan (0 jam) sebagai kontrol, serta pengasapan 5 jam, 10 jam, 15 jam, dan 20 jam. Serat tanpa dan dengan perlakuan pengasapan diberi notasi seperti pada Tabel.1

Tabel 1. Notasi perlakuan serat pohon Tening

Simbol	Keterangan
SPT	Serat pohon Tening
TP	Tanpa pengasapan
P5J	Pengasapan lima jam
P10J	Pengasapan sepuluh jam
P15J	Pengasapan limabelas jam
P20J	Pengasapan duapuluh jam

### 2.2 Pengujian Sifat Mekanik

Setelah perlakuan pengasapan, serat yang telah diproses akan dikombinasikan dengan resin epoksi dengan fraksi volume yaitu SPT : Resin Epoksi (10 : 90, 20 : 80, 30 : 70) %, untuk membentuk material komposit. Proses pencampuran dilakukan dengan hati-hati untuk

memastikan distribusi serat yang merata dalam resin epoksi. Pengujian kekuatan tarik dilakukan dengan menggunakan standar ASTM D3039, dan pengujian kekuatan impak dengan standar ASTM D6110-17. Data dari pengujian ini akan dianalisis untuk menentukan pengaruh perlakuan pengasapan terhadap sifat mekanik komposit.

Pengujian kekuatan tarik, misalnya, akan memberikan informasi mengenai kemampuan komposit untuk menahan beban tarik sebelum mengalami kegagalan. Sementara itu, pengujian impak akan memberikan informasi mengenai kemampuan komposit untuk menyerap energi sebelum patah. Data dari pengujian ini diharapkan dapat memberikan gambaran yang jelas mengenai peningkatan sifat mekanik akibat perlakuan pengasapan pada serat pohon tenging.

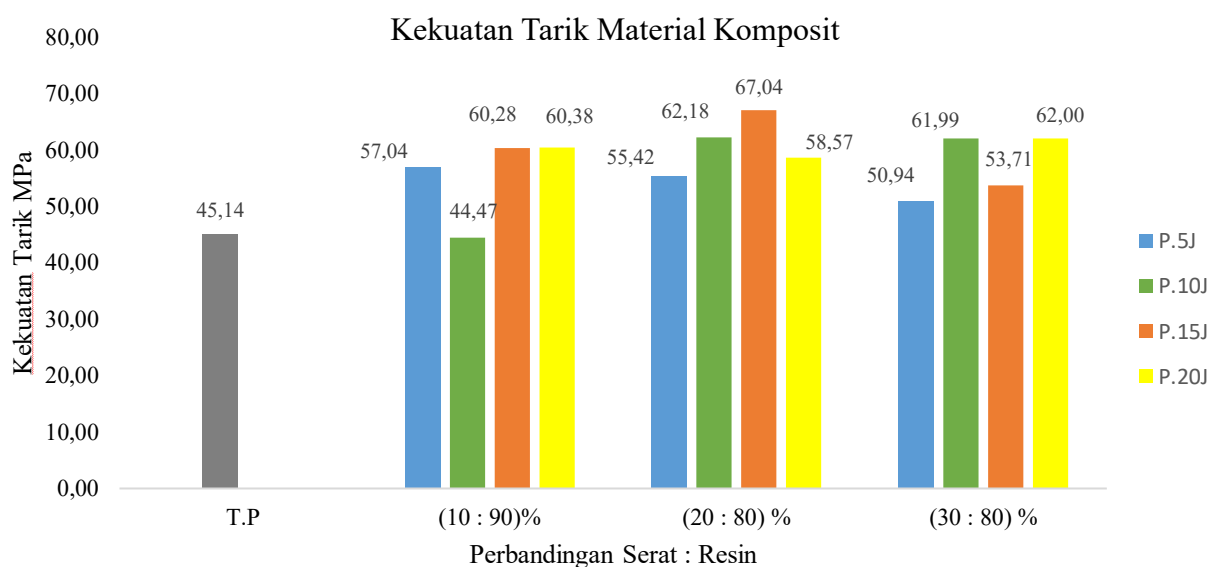
### 3. Hasil dan Pembahasan

Gambar 3.1(A) memperlihatkan SPT tanpa perlakuan pengasapan sedangkan SPT yang telah diberi perlakuan pengasapan dengan variasi waktu seperti yang diperlihatkan pada Gambar 3.1(B-E).



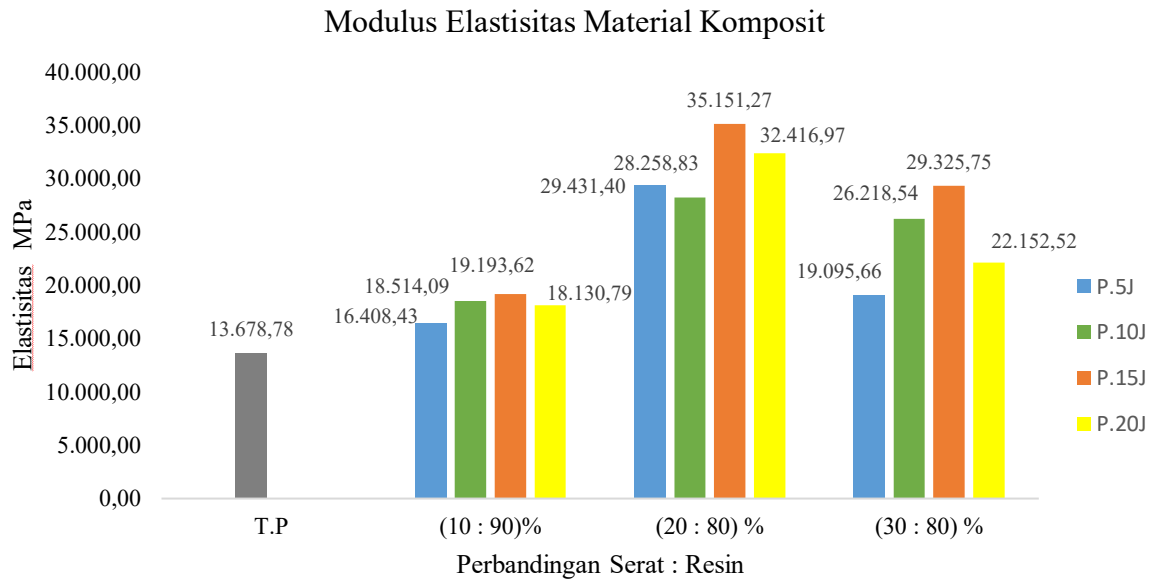
Gambar 3.1. SPT Sebelum dan Setelah Pengasapan

Pada gambar 3.1 memperlihatkan pengaruh pengasapan terhadap SPT sebelum dan setelah pengasapan mengalami perubahan warna disebabkan oleh asap tempurung kelapa yang komposisi kimianya terdiri dari karbonil, fenol, asam asetat dan unsur kimia lainnya. Semakin lama Durasi pengasapan semakin coklat pekat warna SPT atau durasi pengasapan berbanding lurus dengan warna serat pohon Tening.



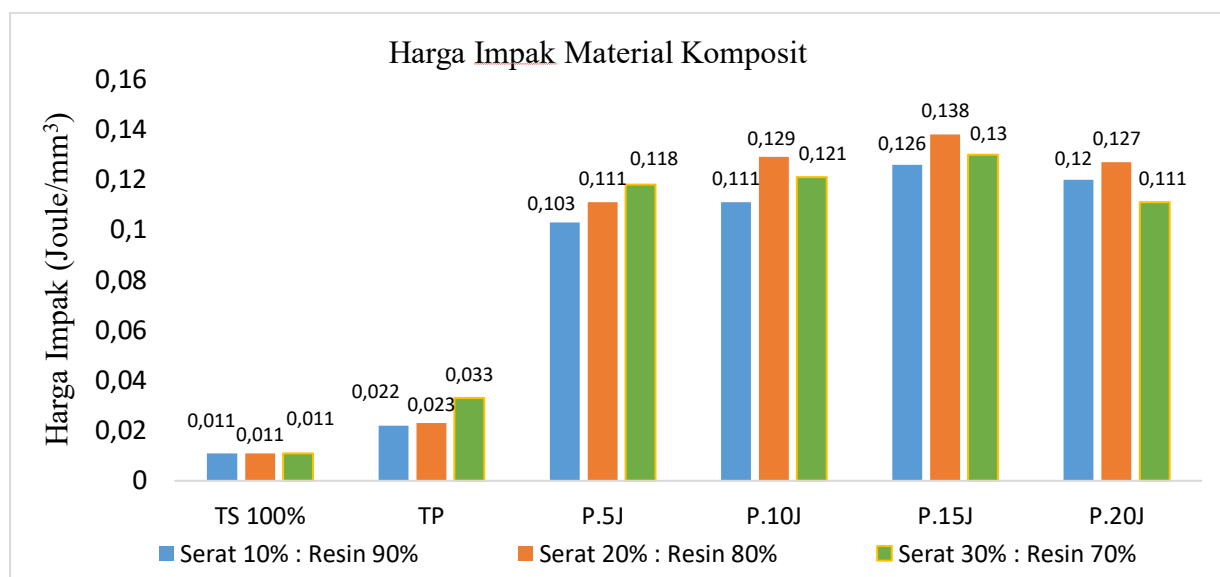
Gambar 3.2. Grafik Pengaruh Durasi Pengasapan SPT Vs Tegangan Tarik Material Komposit Dengan Fraksi Volume

Kekuatan tarik material komposit meningkat hingga P15J dan tertinggi pada fraksi volume (20 : 80) % kemudian menurun, demikian juga untuk elastisitas material komposit tertinggi pada P15J pada fraksi volume (20 : 80) %



Gambar 3.3. Grafik Pengaruh Durasi Pengasapan SPT Vs Elastisitas Material Komposit Dengan Fraksi Volume

Pada gambar 3.3 nampak pengaruh pengasapan SPT sebagai penguat material komposit. Kekuatan tarik material komposit meningkat hingga P15J dan tertinggi pada fraksi volume (20 : 80) % kemudian menurun, demikian juga untuk elastisitas material komposit tertinggi pada P15J pada fraksi volume (20 : 80) %



Gambar 3.4. Grafik Pengaruh Durasi Pengasapan SPT Penguat Komposit Vs Harga Impak

Pada gambar 3.4 nampak pengaruh Pengasapan SPT, sebagai penguat material komposit resin epoksi, meningkatkan harga impak dan tertinggi pada penguat serat pengasapan 15 jam dengan fraksi volume serat : resin epoksi 20 % : 80 %.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa komposit resin epoksi yang diperkuat dengan serat pohon tenging yang telah melalui perlakuan pengasapan memiliki sifat mekanik yang lebih baik dibandingkan dengan komposit tanpa perlakuan pengasapan. Hal ini sejalan dengan temuan oleh Kadir et al. (2022) dan Palungan et al (2019) yang menyatakan bahwa pengasapan dapat meningkatkan interaksi antara serat dan resin, yang berkontribusi pada peningkatan kekuatan tarik.

Selain itu, hasil pengujian kekuatan lentur juga menunjukkan peningkatan yang signifikan. Komposit yang telah diasapkan menunjukkan kekuatan lentur yang lebih tinggi, yang dapat diatribusikan pada perubahan struktur mikroskopis serat akibat perlakuan pengasapan. Penelitian oleh Lee et al. (2021) dan Palungan et al (2016) juga mencatat bahwa perlakuan panas, seperti pengasapan, dapat meningkatkan crystallinity pada serat, yang berkontribusi pada peningkatan kekuatan mekanik.

Peningkatan sifat mekanik ini memiliki implikasi penting dalam aplikasi industri. Misalnya, dalam pembuatan komponen otomotif, peningkatan kekuatan tarik dan lentur dapat memungkinkan desain yang lebih ringan dan lebih efisien. Dengan demikian, penggunaan komposit resin epoksi-serat pohon tenging yang telah diasapkan dapat menjadi alternatif yang menarik bagi industri yang mencari solusi material yang lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan.

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa perlakuan pengasapan terhadap serat pohon tenging (*Artocarpus elasticus*) memberikan efek positif yang signifikan terhadap sifat mekanik komposit resin epoksi. Peningkatan kekuatan tarik dan Impak menunjukkan bahwa pengasapan dapat meningkatkan interaksi antara serat dan resin, yang pada gilirannya meningkatkan performa komposit. Temuan ini membuka peluang untuk penelitian lebih lanjut mengenai penggunaan serat alami dalam komposit, serta eksplorasi teknik perlakuan lainnya yang dapat lebih meningkatkan sifat mekanik material ini.

Dengan meningkatnya kesadaran akan pentingnya keberlanjutan, penggunaan material komposit berbasis serat alami seperti serat pohon tenging dapat menjadi solusi yang tepat dalam mengurangi ketergantungan pada material sintetis. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi pada pengembangan material komposit yang lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan, serta mendorong industri untuk beralih ke solusi yang lebih efisien dan berkelanjutan.

#### 5. Rekomendasi

Untuk penelitian selanjutnya, disarankan untuk mengeksplorasi berbagai teknik perlakuan lainnya yang dapat meningkatkan sifat mekanik komposit resin epoksi-serat alami. Selain itu, penelitian lebih lanjut tentang dampak jangka panjang dari penggunaan komposit ini dalam aplikasi nyata juga sangat penting. Mengingat sifat mekanik yang telah terbukti meningkat dengan pengasapan 15 jam, penelitian tentang ketahanan terhadap lingkungan, termasuk kelembapan dan suhu ekstrem, juga perlu dilakukan untuk mengintegrasikan material komposit berbasis serat alami ke dalam produk-produk komersial. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya memberikan wawasan ilmiah tetapi juga membuka peluang untuk inovasi dalam desain material yang lebih berkelanjutan dan efisien.

## Referensi

- Mohd, A. R., et al. (2020). "Effects of Smoke Treatment on the Mechanical Properties of Natural Fiber Reinforced Composites." *Journal of Materials Science*, 55(12), 5001-5015.
- Jiang, L., et al. (2018). "Application of Natural Fiber Composites in Automotive Industry." *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing*, 110, 12-20.
- Palungan, M.B., et al (2017). The Effect of Fumigation Treatment Towards Agave Cantala Roxb Fibre Strength And Morphology. "Journal of Engineering Science and Technology Vol. 12, (5), 1399 - 1414
- Rahman, M. M., et al. (2019). "Effect of Smoke Treatment on the Mechanical Properties of Natural Fibers." *Materials Today: Proceedings*, 18, 123-130.
- Sulaiman, S. A., et al. (2021). "Traditional Smoke Treatment of Wood: A Review." *Wood Science and Technology*, 55(5), 1234-1250.
- Palungan, M.B., et al (2017). Structure Crystallization of Cellulose King Pineapple Leafs Fiber (Agave Cantala Roxb) Due To Smoke Fumigation, *ARPJ Journal of Engineering and Applied Sciences*, VOL. 12. (20), 2006-2017
- Kadir, M. F., et al. (2022). "Mechanical Properties of Epoxy Composites Reinforced with Treated Natural Fibers." *Materials Science and Engineering: A*, 823, 141755.
- Lee, S. H., et al. (2021). "Influence of Heat Treatment on the Mechanical Properties of Natural Fiber Composites." *Journal of Composite Materials*, 55(10), 123-135.
- Palungan, M.B., et al (2019). The Effect of King Pineapple Leaf Fiber (*Agave cantala* Roxb) Fumigated Toward the Fiber Wettability and the Matrix Epoxy Interlocking Ability. *EnvironmentAsia* 12(3) 129-139
- Referensi Rahman, M. M., et al. (2020). "Effects of Smoking Treatment on the Mechanical Properties of Natural Fiber Reinforced Composites." *Journal of Composite Materials*, 54(12), 1675-1690.
- Sari, R. P., et al. (2021). "The Influence of Fiber Content on the Mechanical Properties of Epoxy Composite Reinforced with Natural Fibers." *International Journal of Material Science and Engineering*, 9(3), 45-52.
- Ismail, A. F., et al. (2022). "Mechanical Performance of Natural Fiber Composite: The Role of Fiber Treatment." *Materials Science Forum*, 1020, 123-130.