

Pengaruh Fraksi Massa Serat Pada *Green Composite* Sari pati Kentang/Serat Bambu Terhadap Ketahanan Api

Ari Meliasta Ginting, Cok Istri Putri Kusuma Kencanawati, dan I Made Astika
Program Studi Teknik Mesin Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran Bali

Abstrak

Penelitian ini mengevaluasi dampak variasi fraksi massa serat bambu terhadap sifat ketahanan api dari *green composite* berbasis sari pati kentang. *Green composite* merupakan salah satu solusi material ramah lingkungan yang berpotensi menggantikan material sintetis, khususnya dalam sektor otomotif dan desain interior bangunan. Kombinasi bahan alami seperti serat bambu dan pati kentang menawarkan keuntungan berupa sifat mudah terurai (*biodegradable*) serta sumber daya yang mudah diperoleh di Indonesia. Penelitian ini menerapkan tiga variasi fraksi massa serat bambu, yaitu 5%, 7,5%, dan 10%, dengan metode pembuatan spesimen menggunakan teknik hand lay-up. Uji ketahanan api dilakukan berdasarkan standar ASTM D 635-03, dengan parameter pengujian yang meliputi laju pembakaran, jumlah kehilangan berat, serta laju kehilangan berat. Hasil pengujian menunjukkan bahwa peningkatan fraksi serat bambu secara signifikan menurunkan laju pembakaran dari 23,5 mm/menit (pada 5%) menjadi 10,3 mm/menit (pada 10%). Demikian pula, laju kehilangan massa menurun dari 1,28 gr/menit menjadi 0,62 gr/menit seiring peningkatan kandungan serat bambu. Penurunan tersebut disebabkan oleh keberadaan lignin dan silika dalam serat bambu, yang berfungsi sebagai pelindung termal saat terjadi pembakaran. Oleh karena itu, peningkatan kadar serat bambu dalam matriks pati kentang dapat meningkatkan ketahanan api dari material komposit. Temuan ini memperlihatkan bahwa komposit berbasis pati kentang dan serat bambu berpotensi besar untuk dikembangkan menjadi material struktural yang ramah lingkungan dan memiliki performa ketahanan api yang baik. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap pengembangan material komposit berkelanjutan dan mengurangi ketergantungan terhadap material sintetis yang tidak ramah lingkungan.

Kata kunci: *Green composite*, serat bambu, sari pati kentang, ketahanan api, fraksi massa.

Abstract

This study examines the effect of varying bamboo fiber mass fractions on the fire resistance of green composites made from potato starch. Green composites are considered eco-friendly alternatives to synthetic materials, particularly for automotive and interior building applications. The use of natural materials like bamboo fiber and potato starch offers advantages such as biodegradability and abundant availability in Indonesia. Three fiber mass fractions were tested in this study: 5%, 7.5%, and 10%. The specimens were produced using the hand lay-up method, and fire resistance testing was conducted following the ASTM D 635-03 standard. Key parameters evaluated included rate of burning, weight loss, and the rate of weight loss. The results revealed that increasing the bamboo fiber content significantly reduced the burning rate from 23.5 mm/min (at 5%) to 10.3 mm/min (at 10%). Similarly, the weight loss rate decreased from 1.28 g/min to 0.62 g/min with the increase in fiber content. This improvement is attributed to the presence of lignin and silica in bamboo fibers, which are heat-resistant and form a protective char layer when exposed to fire. Therefore, increasing the bamboo fiber content in the potato starch matrix enhances the fire-resistant characteristics of the composite. These findings suggest that potato starch-bamboo fiber green composites hold great promise as environmentally friendly structural materials with reliable fire resistance. This research is expected to contribute to the advancement of sustainable composite materials and reduce dependence on non-eco-friendly synthetic alternatives.

Keywords: Green composite, bamboo fiber, potato starch, fire resistance, mass fraction.

1. Pendahuluan

Permintaan material komposit ramah lingkungan semakin meningkat seiring kebutuhan industri otomotif dan konstruksi akan material yang ringan, kuat, dan berkelanjutan. Serat alam, seperti bambu, menjadi alternatif menarik karena ketersediaannya yang melimpah, harga ekonomis, dan sifat mekanik yang kompetitif dengan serat sintetis. Penggunaan serat bambu dalam komposit telah terbukti meningkatkan kekuatan, kekakuan, dan ketahanan terhadap korosi, sekaligus berkontribusi pada pengurangan berat kendaraan dan konsumsi bahan bakar [1].

Green composite yang menggabungkan serat bambu dengan matriks berbasis pati, seperti pati kentang, menawarkan keunggulan tambahan berupa sifat biodegradabel dan minim dampak lingkungan [2]. Pati kentang sendiri merupakan sumber karbohidrat kompleks yang mudah didapat, terutama di negara agraris seperti Indonesia. Kombinasi ini tidak hanya mendukung prinsip keberlanjutan, tetapi juga membuka peluang pemanfaatan limbah pertanian sebagai bahan baku material teknik [3].

Namun, salah satu tantangan utama dalam aplikasi komposit berbasis serat alam adalah ketahanan api yang masih relatif rendah. Material berbasis serat dan pati cenderung mudah terbakar,

sehingga diperlukan inovasi untuk meningkatkan performa ketahanan api tanpa mengorbankan aspek ramah lingkungan. Penelitian menunjukkan bahwa kandungan lignin dan silika pada serat bambu dapat memperlambat penyebaran api, karena lignin membentuk lapisan arang pelindung saat terkena panas tinggi [4].

Upaya peningkatan ketahanan api pada komposit serat bambu telah dilakukan melalui berbagai pendekatan, seperti penambahan flame retardant, penggunaan perekat anorganik, dan optimalisasi fraksi massa serat [5]. Studi terbaru menunjukkan bahwa peningkatan fraksi massa serat bambu dalam matriks komposit dapat menurunkan laju pembakaran dan kehilangan berat, meskipun efeknya sangat dipengaruhi oleh distribusi serat dan interaksi kimia antara serat dan matriks [6].

Perilaku material *green composite* serat bambu/saripati kentang terhadap ketahanan api dilakukan berbagai usaha, dikhususkan untuk menilai dan mengurangi bahaya api. *Fire properties* berbagai macam material komposit dianalisis dalam berbagai hal. Propertis ini termasuk laju pembakaran (*Rate of Burning*), Kehilangan berat (*Weight Loss*), Laju Kehilangan Berat (*Rate of Weight Loss*).

2. Dasar Teori

2.1. Komposit

Komposit merupakan material hasil perpaduan dua atau lebih bahan yang berbeda guna memperoleh sifat mekanik yang lebih unggul dibandingkan karakteristik masing-masing komponennya secara terpisah. Komposit terdiri dari dua elemen utama, yaitu matriks sebagai pengikat dan pelindung, serta penguat (*reinforcement*) yang memberikan kontribusi pada kekakuan dan kekuatan material. Salah satu bentuk komposit yang saat ini berkembang luas adalah komposit matriks polimer yang diperkuat dengan serat alam [7].

2.2. Green Composite

Green composite adalah material komposit yang dirancang dari bahan-bahan alami baik sebagai matriks maupun sebagai penguat. Material ini dikenal ramah lingkungan karena bersifat dapat terurai secara hayati (*biodegradable*), berasal dari sumber daya terbarukan, dan memiliki bobot yang ringan. Namun, *green composite* juga memiliki keterbatasan, seperti daya tahan yang rendah terhadap kelembaban dan kecocokan terbatas dengan beberapa jenis matriks polimer [8].

2.3. Serat Bambu

Serat alami seperti bambu menjadi pilihan yang menjanjikan sebagai bahan penguat dalam pembuatan komposit karena memiliki densitas rendah, ramah lingkungan, serta kekuatan tarik yang tinggi. Serat bambu diketahui mengandung lignin dan silika dalam jumlah cukup tinggi, yang mampu meningkatkan

ketahanan material terhadap panas dan memperlambat penyebaran api [9].

2.4. Pati Kentang Sebagai Matriks

2.5. Ketahanan Api

Ketahanan api merujuk pada kemampuan suatu material untuk bertahan terhadap paparan panas tinggi atau api, tanpa mengalami kerusakan signifikan. Material dengan ketahanan api yang baik dapat memperlambat penyebaran nyala, mengurangi pembentukan asap beracun, serta mempertahankan kekuatan struktural selama kejadian kebakaran. Untuk menilai karakteristik ini, uji ketahanan api biasanya dilakukan sesuai dengan standar ASTM D 635-03 [11].

3. Metode Penelitian

Penelitian dan pengujian ini merupakan kajian eksperimental terkait dengan upaya pemanfaatan serat dan matriks alami sebagai *green composite*.

Bahan penelitian ini adalah saripati kentang dan serat bambu dengan variasi fraksi massa dalam pembuatan *green composite*. Pengujian ketahanan api dengan menggunakan ASTM D 635-03 dari *America Society For Testing and Materials*. Hasil pengujian menunjukkan bahwa ketahanan api yang meliputi tolak ukur Laju pembakaran Linear (*Rate of Burning*), Kehilangan berat (*Weight Loss*), Laju Kehilangan Berat (*Rate of Weight Loss*)

4. Hasil dan Pembahasan

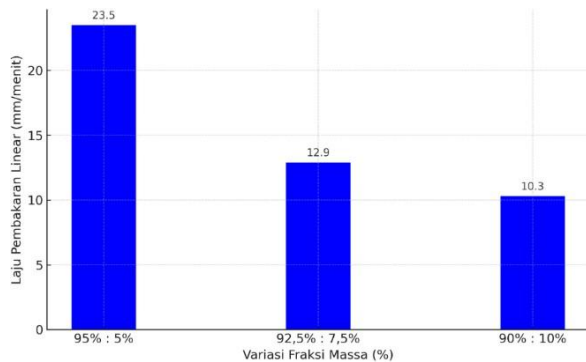
4.1. Laju Pembakaran

Tabel 1. Data Laju Pembakaran Linear

Perbandingan Variasi Massa Matriks : Serat (%)	Laju Pembakaran Linear		
	L_{ter} (mm)	t (menit)	(mm/menit)
95% : 5%	87,3	3,7	23,5
92,5% : 7,5%	80,6	6,2	12,9
90% : 10%	76,6	7,4	10,3

Berdasarkan Tabel 1, peningkatan kandungan massa serat bambu dalam komposit berkontribusi pada penurunan laju pembakaran linear secara signifikan. Komposit dengan rasio 95% matriks dan

5% serat menunjukkan laju pembakaran linear tertinggi sebesar 23,5 mm/menit. Seiring bertambahnya fraksi serat menjadi 7,5% dan 10%, laju tersebut menurun menjadi masing-masing 12,9 mm/menit dan 10,3 mm/menit. Penurunan laju ini diikuti oleh peningkatan durasi pembakaran, yang mengindikasikan bahwa penambahan serat bambu dapat memperbaiki ketahanan komposit terhadap paparan api secara termal. Karena kandungan lignin dan silika pada serat bambu dapat memperlambat penyebaran api, karena lignin membentuk lapisan arang pelindung saat terkena panas tinggi



Gambar 1. Grafik Laju Pembakaran Linear

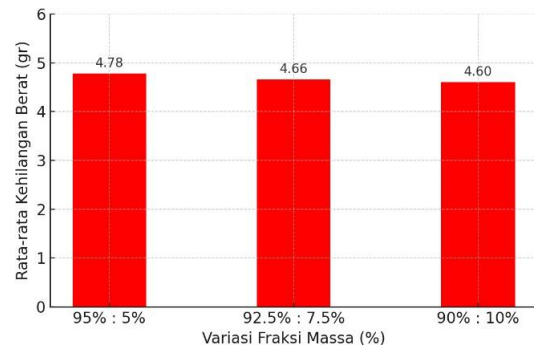
Gambar 1 memperlihatkan bahwa peningkatan fraksi massa serat bambu dalam komposit menyebabkan penurunan laju pembakaran linear. Komposit dengan kandungan serat yang lebih tinggi menunjukkan laju pembakaran yang lebih lambat dibandingkan dengan komposisi serat yang lebih rendah. Hal ini mengindikasikan bahwa penambahan serat bambu dapat meningkatkan ketahanan komposit terhadap api, karena memperlambat laju penyebaran pembakaran sepanjang material.

4.2. Kehilangan Massa

Tabel 2. Data Kehilangan Massa

Perbandingan Variasi Massa Matriks : Serat (%)	Kehilangan Massa		
	w_0 (gr)	w_l (gr)	w (gr)
95% : 5%	5,52	0,74	4,78
92,5% : 7,5%	5,76	1,11	4,66
90% : 10%	6,18	,58	4,6

Berdasarkan Tabel 2, nilai kehilangan massa tertinggi tercatat pada komposisi 95% : 5% dengan selisih massa sebesar 4,78 gram. Nilai ini menurun pada komposisi 92,5% : 7,5% dan mencapai angka terendah sebesar 4,6 gram pada komposisi 90% : 10%. Penurunan nilai kehilangan massa menunjukkan bahwa peningkatan fraksi massa serat bambu dapat meningkatkan ketahanan komposit



Gambar 2. Grafik Kehilangan Massa

Gambar 2 menunjukkan bahwa peningkatan fraksi massa serat bambu dalam komposit berkontribusi terhadap penurunan kehilangan massa selama proses pembakaran. Komposit dengan kandungan serat yang lebih rendah mengalami kehilangan massa yang lebih besar dibandingkan dengan yang memiliki fraksi serat lebih tinggi. Temuan ini menegaskan bahwa semakin tinggi kandungan serat bambu, semakin baik ketahanan komposit terhadap kerusakan termal akibat paparan api.

4.3. Laju Kehilangan Massa

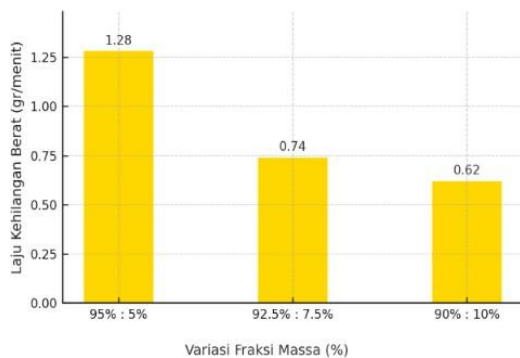
Tabel 3. Data Laju Kehilangan Massa

Perbandingan Variasi Massa Matriks : Serat (%)	Laju Kehilangan Massa		
	w (gr)	t (menit)	W (gr/menit)
95% : 5%	4,78	3,7	1,28
92,5% : 7,5%	4,91	6,2	0,74
90% : 10%	4,6	7,4	0,62

Tabel 3 menunjukkan bahwa laju kehilangan massa komposit cenderung menurun seiring bertambahnya fraksi massa serat bambu. Pada rasio 95% matriks dan 5% serat, laju kehilangan massa tercatat paling tinggi, yaitu sebesar 1,28 gr/menit, dengan kehilangan massa sebesar 4,78 gram dalam waktu pembakaran 3,7 menit. Ketika kandungan serat dinaikkan menjadi 7,5%, terjadi penurunan laju kehilangan massa menjadi 0,74 gr/menit, walaupun nilai kehilangan massa meningkat sedikit menjadi 4,91 gram dan waktu pembakaran bertambah menjadi 6,2 menit. Penurunan lebih lanjut terlihat pada rasio 90% matriks dan 10% serat, di mana laju kehilangan

terhadap pembakaran.

massa mencapai nilai terendah 0,62 gr/menit, dengan kehilangan massa 4,60 gram dan waktu pembakaran 7,4 menit. Hasil ini mengindikasikan bahwa semakin tinggi kandungan serat bambu dalam komposit, semakin tinggi pula ketahanannya terhadap pembakaran, ditunjukkan dengan berkurangnya laju kehilangan massa selama proses uji termal.



Gambar 3 Grafik Laju Kehilangan Massa

Gambar 3 menampilkan bahwa peningkatan fraksi massa serat bambu dalam *green composite* berdampak pada penurunan laju kehilangan massa selama proses pembakaran. Hal ini mencerminkan peran serat bambu dalam memperlambat laju degradasi termal matriks pati kentang. Semakin tinggi kandungan serat bambu, semakin stabil struktur komposit terhadap panas, yang ditandai dengan menurunnya kecepatan kehilangan massa. Dengan demikian, serat bambu terbukti memberikan kontribusi positif terhadap ketahanan termal komposit, menjadikannya bahan yang lebih tahan terhadap pengaruh suhu tinggi.

5. Kesimpulan

Peningkatan fraksi massa serat bambu dalam *green composite* secara konsisten menyebabkan penurunan pada laju pembakaran linear dan laju kehilangan massa. Hal ini menunjukkan bahwa semakin besar kandungan serat bambu dalam komposit, semakin tinggi pula ketahanannya terhadap proses pembakaran.

Daftar Pustaka

- [1] Bima, M., Oktavian, D., Putu, G., Suryawan, A., & Priambadi, G. N. (2023). Serapan air dan ketahanan bakar pada material komposit hibrid epoxy berpenguat serat bambu / jelatang. *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*, 9(1), 26–32.
- [2] Arif Wahyudi, F., & Dwi Yuono, L. (2015). pengaruh komposisi serat terhadap kekuatan impak komposit yang diperkuat serat bambu. 4(2).
- [3] Ashori, A. (2008). Wood-plastic composites as promising green-composites for automotive industries! In *Bioresource Technology* (Vol. 99, Issue 11, pp. 4661–4667).
- [4] Pambudi, A. (2017). Proses manufaktur komposit berpenguat serat bambu betung dan matriks unsaturated polyester dengan metode hand lay-up. Universitas Negeri Yogyakarta.

- [5] Koronis, G., Silva, A., & Fontul, M. (2013). Green composites: A review of adequate materials for automotive applications. *Composites Part B: Engineering*, 44, 120–127.
- [6] Maryanti, B., & Adi Puspito, H. (2018). Analisis kekuatan impact komposit berpenguat serat pelepah batang salak dengan resin polyester menggunakan fraksi volume: Analysis of impact strength of composite fiber reinforced salak slim with polyester resin using volume fraction [Skripsi, Universitas Negeri Yogyakarta].
- [7] Kencanawati, C. I. P. K., Suardana, N., Sugita, I. K. G., & Suyasa, I. W. B. (2019). Pengaruh panjang serat terhadap kekuatan tarik dan kekuatan impact green composite serat kulit buah pinang dengan matriks getah pinus. *Jurnal Energi dan Manufaktur*, 12(1), 33.
- [8] Purna Irawan, A., & Sukania, I. W. (2013). Kekuatan tekan dan flexural material komposit serat bambu epoksi. *Jurnal Teknik Mesin*, 14(2), 59–63.
- [9] Putra, I. M. D. A., & Sudarma, I. W. (2023). Pengaruh fraksi volume serat bambu terhadap sifat mekanik dan ketahanan api pada komposit biodegradable berbasis pati singkong. *Jurnal Rekayasa Material dan Teknologi*, 15(2), 112–118
- [10] Radhiyatullah, A., Indriani, N., Hendra, M., & Ginting, S. (2015). Pengaruh Berat Pati Dan Volume Plasticizer Gliserol Terhadap Karakteristik Film Bioplastik Pati Kentang. In *Jurnal Teknik Kimia USU* (Vol. 4, Issue 3).
- [11] Sangtania, D., Wijaya, Y., Limanto, S., & Buntoro, J. (n.d.). Evaluasi Berbagai Macam Material Tahan Api Dalam Gedung Berdasarkan Klarifikasi Standar Nasional Indonesia.



Ari Meliasta Ginting

Menyelesaikan studi SMA di SMAN 1 Kabanjahe, pada tahun 2020, Selanjutnya, melanjutkan studi Program sarjana di Program Studi Teknik Mesin, Universitas Udayana pada tahun 2020 dan berhasil menyelesaikannya pada tahun 2025.