

Ketahanan Bakar Komposit Pati Singkong Dan *Chitosan* Dengan Mikro Jelatang

Maulana Rahman Firdaus, I Gede Putu Agus Suryawan, dan I Ketut Adi Atmika
Program Studi Teknik Mesin Universitas Udayana, Bukit, Jimbaran Bali

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui ketahanan bakar pada komposit berbahan dasar pati singkong dan *chitosan* dengan penambahan serat mikro jelatang. Variasi fraksi volume yang digunakan terdiri dari (85% pati singkong : 11% *chitosan* : 3% mikro jelatang : 1% hardener), (85% pati singkong : 12% *chitosan* : 2% mikro jelatang : 1% hardener), dan (85% pati singkong : 13% *chitosan* : 1% mikro jelatang : 1% hardener). Pada pengujian ketahanan bakar, waktu penyalaan terlama sebesar 28,24 detik diperoleh pada fraksi volume 85% pati singkong, 13% *chitosan*, 1% mikro jelatang, dan 1% hardener, sedangkan waktu tercepat yaitu 14,53 detik ditunjukkan oleh fraksi volume 85% pati singkong, 11% *chitosan*, 3% mikro jelatang, dan 1% hardener.

Kata Kunci : Komposit, Pati Singkong, Chitosan, Mikro Jelatang, Ketahanan Bakar

Abstract

This study aims to determine the fire resistance of composites based on cassava starch and chitosan with the addition of nettle microfibers. The volume fraction variations used consisted of (85% cassava starch : 11% chitosan : 3% nettle microfibers : 1% hardener), (85% cassava starch : 12% chitosan : 2% nettle microfibers : 1% hardener), and (85% cassava starch : 13% chitosan : 1% nettle microfibers : 1% hardener). In the fire resistance test, the longest ignition time of 28.24 seconds was achieved by the composite with a volume fraction of 85% cassava starch, 13% chitosan, 1% nettle microfibers, and 1% hardener, while the fastest ignition time of 14.53 seconds was recorded in the volume fraction of 85% cassava starch, 11% chitosan, 3% nettle microfibers, and 1% hardener.

Keywords: Composite, cassava starch, chitosan, nettle microfibers, fire resistance Test

1. Pendahuluan

Indonesia dikenal sebagai salah satu negara dengan kapasitas produksi plastik yang signifikan. Plastik, sebagai material yang sering digunakan dalam kehidupan sehari-hari, terutama untuk kemasan, memiliki keunggulan seperti ringan, praktis, dan harganya yang terjangkau. Lebih dari 30 juta ton plastik digunakan untuk keperluan kemasan [1]. Pemanfaatan singkong sebagai bahan baku pembuatan plastik biodegradable bisa menjadi terobosan baru pada material komposit.

Komposit merupakan hasil kombinasi dari dua atau lebih material yang berbeda dalam bentuk maupun komposisi kimianya, serta tidak saling larut satu sama lain. Salah satu material berfungsi sebagai penguat, sementara yang lainnya bertindak sebagai pengikat untuk menjaga keutuhan unsur-unsur tersebut [2]. Dalam penelitian ini memakai pati singkong dan *chitosan* dengan penguat mikro jelatang.

Pati adalah polisakarida yang melimpah di alam dan memiliki banyak kegunaan. Dengan dukungan teknologi, pati dapat dimodifikasi, tersedia dalam jumlah besar, serta berbiaya rendah. [3]. Indonesia memiliki salah satu tanaman pangan utama yang menjadi andalannya, yaitu singkong. Singkong

merupakan salah satu tanaman yang kaya akan pati [4]. Selain tanaman pangan yang menjadi unggulan, Indonesia mempunyai potensi besar di wilayah kelautan.

Kepiting merupakan salah satu komoditas ekspor non-migas yang menghasilkan limbah berupa cangkang, yang dapat dimanfaatkan untuk memproduksi khitin dan *Chitosan* [5]. *Chitosan* adalah senyawa dari golongan karbohidrat (polisakarida) yang berasal dari limbah hasil laut. Proses pembuatannya melibatkan tiga tahapan utama, yaitu deproteinasi, demineralisasi, dan deasetilasi [6]. Selain menggunakan pati singkong dan *chitosan* penelitian ini menggunakan serat sebagai penguat.

Dalam penelitian ini, serat alami yang dipilih adalah mikrofiber jelatang yang berasal dari tanaman *Urtica dioica* L. Serat ini diolah hingga berukuran mikro. Mikrofiber adalah jenis serat yang lebih kecil dari serat biasa, tetapi belum mencapai ukuran mikro [7]. Serat mikro ini dibuat dari serat alami melalui proses penggilingan atau perlakuan kimia, sehingga cocok digunakan untuk memperkuat bahan komposit. Dalam berbagai bidang seperti tekstil dan material ramah lingkungan, mikrofiber terbukti mampu meningkatkan kekuatan dan daya tahan produk [8]. Pada penelitian ini, serat mikro dari jelatang

digunakan untuk memperkuat campuran pati singkong dan *chitosan*. Dengan adanya serat mikro, ikatan antar bahan menjadi lebih kuat dan beban bisa tersebar dengan baik.

Pada penelitian ini melakukan pengujian ketahanan bakar. Pengujian ketahanan bakar bertujuan untuk menilai karakteristik ketahanan material terhadap api, seperti kemampuan menahan laju penyebaran api, kehilangan massa, dan tingkat pelelehannya.

2. Dasar Teori

Komposit adalah material yang terbentuk dari kombinasi dua atau lebih jenis bahan yang berbeda. [9]. Secara umum, penggabungan dilakukan pada dua material yang memiliki perbedaan dalam hal bentuk, komposisi, serta sifat fisika maupun kimia. Berdasarkan fungsinya, komposit terdiri dari dua bagian utama. Pertama, matriks yang berperan sebagai pengikat sekaligus pelindung pengisi dari kerusakan luar. Kedua, pengisi yang berfungsi memperkuat matriks. [10]. Komposit diklasifikasikan ke dalam dua kategori, yaitu berdasarkan jenis matriks yang digunakan dan berdasarkan jenis bahan penguat yang digunakan.

Berdasarkan matriks penyusunnya, komposit diklasifikasikan ke dalam tiga kategori,:

- Polymer matrix composite* (PMC)
- Ceramic Matrix Composites* (CMC)
- Metal Matrix Composite* (MMC)

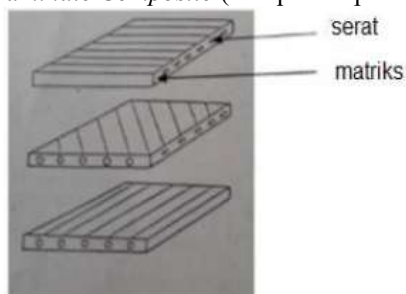
Komposit berdasarkan penguat yang digunakan :

- Fiber composite* (komposit serat)



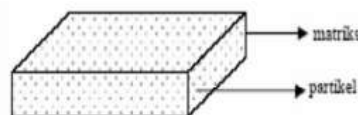
Gambar 2. 1 Fiber Composite

- Laminate Composite* (komposit lapisan)



Gambar 2. 2 Laminate Composite

- Particulate Composite* (komposit partikel)



Gambar 2. 3 Particulate Composite

Matriks merupakan bahan pengikat yang berperan sebagai perantara dalam mentransfer beban ke penguat, mencegah penyebaran retakan, dan melindungi penguat dari faktor lingkungan. Sementara itu, penguat bertugas memberikan kontribusi kekuatan pada material tersebut.

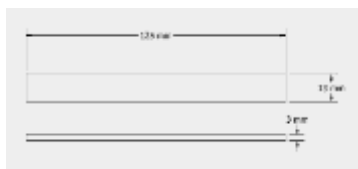
Pati adalah sejenis karbohidrat yang terbentuk dari beberapa unit glukosa yang terhubung melalui ikatan glikosidik. [11]. Komposisi utama pati singkong terdiri dari amilosa dan amilopektin, dengan sisanya merupakan komponen minor seperti protein dan air [12]. Pati singkong adalah pati yang diperoleh melalui proses ekstraksi dari umbi singkong. [13].

Chitosan merupakan polisakarida yang berasal dari kelompok karbohidrat dan diperoleh dari limbah laut, terutama dari *crustacea* seperti udang, kepiting, ketam, dan kerang. Proses memperoleh *chitosan* dilakukan melalui tiga tahapan, yakni deproteinasi, demineralisasi, dan deasetilasi. [14].

Saat ini, banyak peneliti yang lebih tertarik mempelajari serat alami daripada serat sintetis. Serat alami tersedia melimpah di alam. Alasan utama pembuatan serat alami adalah karena sifatnya yang ramah lingkungan dan mudah terurai secara alami [15]. Penelitian kali menggunakan serat mikro jelatang.

Jelatang adalah jenis tanaman yang mengandung serat di kulit batang dan sangat layak untuk dibudidayakan di wilayah Asia, termasuk Indonesia. Serat dari jelatang terkenal karena kekuatannya dan kandungan karbon yang tinggi, serta memiliki sifat yang kuat dan ringan. Pada penelitian ini menggunakan mikro jelatang. Serat mikro atau mikroserat adalah jenis serat yang memiliki ukuran kecil [16]. Oleh karena itu, serat mikro dari bahan alam menjadi pilihan yang ramah lingkungan dalam pembuatan bahan komposit [17].

Pengujian ketahanan bakar adalah pengujian untuk menentukan ketahanan bahan komposit terhadap api. Pengujian ini bertujuan memperoleh data tentang laju pembakaran dan laju kehilangan berat spesimen yang diuji. Selain itu, uji tahan bakar juga bertujuan mengetahui durasi waktu yang diperlukan hingga komposit tersebut terbakar habis. Pengujian ketahanan bakar ini mengacu pada standar ASTM D635 dengan dimensi panjang 125 mm, lebar 13 mm, dan tebal 3 mm.



Gambar 2. 4 Ukuran Spesimen Uji Ketahanan Bakar

3. Metode Penelitian

Bahan yang Bahan bahan yang diperlukan untuk pembuat spesimen yaitu :

- Pati Singkong
- Chitosan*
- Mikro Jelatang
- Aquades
- MEKPO
- NaOH
- Asam Asetat
- Sealant* Silikon

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian dan pembuatan spesimen sebagai berikut :

- Alat uji : Alat uji impak menggunakan alat uji metode charpy dengan ASTM D 6110 dan alat uji ketahanan bakar menggunakan ASTM D635
- Alat ukur : Timbangan Digital, Stop Watch, Gelas Ukur, Jangka Sorong.
- Alat Cetak : Cetakan terbuat dari akrilik.
- Alat Bantu : *High Speed Blender*, Gunting



Gambar 3. 1 Alat Uji Ketahanan Bakar

4. Hasil dan Pembahasan

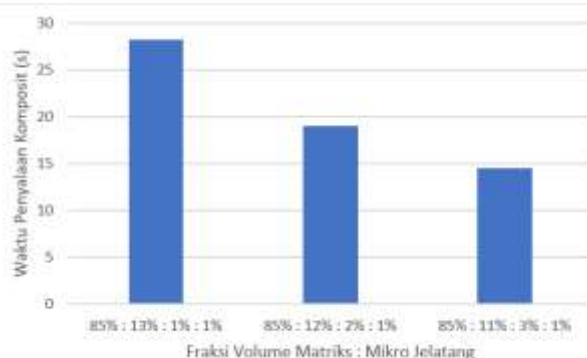
Pengujian ketahanan bakar dilakukan di Laboratorium Analisa Bahan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Udayana. Uji ketahanan bakar pada material komposit pati singkong dan chitosan dengan penguat mikro jelatang dilakukan dengan sesuai ASTM D635. Pada pengujian ini menggunakan 9 spesimen dengan 3 spesimen pada setiap variasi fraksi volume. Variasi fraksi volume :

- 85% pati singkong : 13% *Chitosan* : 1% mikro jelatang : 1% hardener

- 85% pati singkong : 12% *Chitosan* : 2% mikro jelatang : 1% hardener
- 85% pati singkong : 11% *Chitosan* : 3% mikro jelatang : 1% hardener

Tabel 4. 1 Hasil Uji Ketahanan Bakar

85% pati singkong : 13% <i>Chitosan</i> : 1% mikro jelatang : 1% hardener		
Sampel	Waktu Penyalaan (s)	Kecepatan Bakar (mm/s)
1	25,79	Api Mati
2	28,89	Api Mati
3	30,03	Api Mati
Rata Rata	28,24	
85% pati singkong : 12% <i>Chitosan</i> : 2% mikro jelatang : 1% hardener		
Sampel	Waktu Penyalaan (s)	Kecepatan Bakar (mm/s)
1	17,96	Api Mati
2	20,15	Api Mati
3	19,11	Api Mati
Rata Rata	19,07	
85% pati singkong : 11% <i>Chitosan</i> : 3% mikro jelatang : 1% hardener		
Sampel	Waktu Penyalaan (s)	Kecepatan Bakar (mm/s)
1	16,24	Api Mati
2	12,93	Api Mati
3	14,43	Api Mati
Rata Rata	14,53	



Gambar 4. 1 Grafik Lama Waktu Penyalaan Komposit

Berdasarkan Gambar 4.1 didapatkan hasil pengujian ketahanan bakar, menunjukkan komposit 85% pati singkong :13% *Chitosan* :1% mikro jelatang :1% hardener memiliki nilai rata rata waktu penyalaan terlama yaitu 28,24 detik. Sedangkan pada variasi 85% pati singkong :11% *Chitosan* :3% mikro jelatang :1% hardener mendapatkan waktu penyalaan tercepat yaitu 14,53 detik.

Berdasarkan hasil pengujian, data yang diperoleh hanya berupa waktu padam api, yakni selang waktu sejak pematik dimatikan hingga nyala api pada spesimen benar-benar padam. Hal ini disebabkan karena nyala api yang terjadi tidak menyebar atau merambat, melainkan tetap berada pada satu titik di permukaan spesimen.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa semakin banyak kandungan *chitosan* dalam komposit, maka

ketahanannya terhadap api semakin meningkat. Hal ini terlihat dari waktu penyalaan yang menjadi lebih lama. *Chitosan* memiliki sifat sebagai penghambat api alami karena mampu membentuk lapisan arang saat terbakar, yang berfungsi melindungi bagian dalam komposit dari panas [18].

Hasil pengujian menunjukkan bahwa penambahan mikro jelatang memiliki pengaruh signifikan terhadap ketahanan bakar komposit. Peningkatan fraksi mikro jelatang menyebabkan waktu penyalaan api menjadi lebih cepat. Kondisi ini berkaitan dengan karakteristik alami mikro jelatang yang memiliki kandungan selulosa cukup tinggi [19].

5. Kesimpulan

Hasil uji ketahanan bakar, diketahui bahwa spesimen tahan terhadap api karena adanya kombinasi antara *chitosan* dan mikro jelatang. Pada penelitian ini menunjukkan bahwa yang mendapatkan waktu penyalaan terlama dengan fraksi volume (85% pati singkong :13% *Chitosan* :1% mikro jelatang :1% hardener). Sedangkan yang mendapatkan waktu penyalaan tercepat dengan fraksi volume (85% pati singkong : 11% *Chitosan* : 3% jelatang : 1% hardener).

Daftar Pustaka

- [1] N. Asni, D. Saleh, And N. Rahmawati, "Plastik Biodegradable Berbahan Ampas Singkong Dan Polivinil Asetat," *Pros. Semin. Nas. Fis.*, Vol. 4, Pp. 57–62, 2015.
- [2] B. Maryanti, A. A. Sonief, And S. Wahyudi, "Pengaruh Alkalisasi Komposit Serat Kelapa-Poliester Terhadap Kekuatan Tarik," *Rekayasa Mesin*, Vol. 2, No. 2, Pp. 123–129, 2011.
- [3] A. Ali, M. S. Memon, And I. Khushk, "Incorporation Of Enteromorpha Procera Ahlner As Nutrition Supplement In Chick's Feed," *Int. J. Biol. Biotechnol.*, Vol. 5, No. 3/4, Pp. 211–214, 2008.
- [4] J. Yulisani, R. F. Balfas, And H. Fajarini, "Uji Kompresibilitas Granul Pati Bengkoang Dengan Metode Granulasi Basah," *J. Ilm. Jophus J. Pharm. Umus*, Vol. 1, No. 02, Pp. 13–17, 2020, Doi: 10.46772/Jophus.V1i02.132.
- [5] I. Sanjaya And L. Yuanita, "Adsorpsi Pb (Ii) Oleh Kitosan Hasil Isolasi Kitin Cangkang Kepiting Bakau (Scylla Sp)," *J. Ilmu Dasar*, Vol. 8, No. 1, Pp. 30–36, 2007.
- [6] D. P. Sari And I. M. Abdiani, "Pemafaatan Kulit Udang Dan Cangkang Kepiting Sebagai Bahan Baku Kitosan," *J. Harpodon Borneo*, Vol. 8, No. 2, Pp. 142–147, 2015, [Online]. Available: [Http://Jurnal.Borneo.Ac.Id/Index.Php/](http://Jurnal.Borneo.Ac.Id/Index.Php/)
- [7] N. Sgriccia, M. C. Hawley, And M. Misra, "Characterization Of Natural Fiber Surfaces And Natural Fiber Composites," *Compos. Part A Appl. Sci. Manuf.*, Vol. 39, No. 10, Pp. 1632–1637, Oct. 2008, Doi: 10.1016/J.Compositesa.2008.07.007.
- [8] Y. Zhou, M. Fan, And L. Chen, "Interface And Bonding Mechanisms Of Plant Fibre Composites: An Overview," *Compos. Part B Eng.*, Vol. 101, Pp. 31–45, Sep. 2016, Doi: 10.1016/J.Compositesb.2016.06.055.
- [9] J. Fema, "Studi Sifat Mekanik Komposit Serat Sansevieria Cylindrica Dengan Variasi Fraksi Volume," Vol. 1, No. April, Pp. 85–93, 2013.
- [10] N. Lisdayana And D. A. Larasati, "Review : Teknologi Produksi Plastik Biodegradable Berbasis Pati Dan Pemanfaatannya Sebagai Bahan Kemasan Review : Technology Of Starch-Based Biodegradable Plastic Production And Its Utilization As Packaging Materials," Vol. 11, No. 2, Pp. 38–43, 2019.
- [11] K. Noerwijati, "Upaya Modifikasi Pati Ubikayu Melalui Pemuliaan Tanaman," *Bul. Palawija*, Vol. 13, No. 1, Pp. 92–100, 2015.
- [12] P. Studi, T. Industri, F. T. Pertanian, And U. Jember, *Digital Digital Repository Repository Universitas Universitas Jember Jember Digital Digital Repository Repository Universitas Universitas Jember*. 2019.
- [13] R. Armanto, "Kajian Konsentrasi Bakteri Asam Laktat Dan Lama Fermentasi Pada," Vol. 28, No. 3, Pp. 97–101, 2008.
- [14] B. C. M. P. Yoshida, E. Nazaré, And O. Junior, "Chitosan Tailor-Made Films : The Effects Of Additives On Barrier And Mechanical Properties And Science," No. November 2008, Pp. 161–170, 2009.
- [15] K. Karthik *Et Al.*, "State Of The Art: Natural Fibre-Reinforced Composites In Advanced Development And Their Physical/Chemical/Mechanical Properties," *Chinese J. Anal. Chem.*, Vol. 52, No. 7, P. 100415, Jul. 2024, Doi: 10.1016/J.Cjac.2024.100415.
- [16] M. M. Kabir, H. Wang, K. T. Lau, And F. Cardona, "Chemical Treatments On Plant-Based Natural Fibre Reinforced Polymer Composites: An Overview," *Compos. Part B Eng.*, Vol. 43, No. 7, Pp. 2883–2892, Oct. 2012, Doi: 10.1016/J.Compositesb.2012.04.053.
- [17] S. Alsubari, M. Y. M. Zuhri, S. M. Sapuan, M. R. Ishak, R. A. Ilyas, And M. R. M. Asyraf, "Potential Of Natural Fiber Reinforced Polymer Composites In Sandwich Structures: A Review On Its Mechanical Properties," *Polymers (Basel)*, Vol. 13, No. 3, Pp. 1–20, 2021, Doi: 10.3390/Polym13030423.
- [18] Z. Ali *Et Al.*, "Development Of Sustainable Flame-Retardant Bio-Based Hydrogel Composites From Hemp/Wool Nonwovens With Chitosan-Banana Sap Hydrogel," *Sci. Rep.*, Vol. 14, No. 1, Pp. 1–10, 2024, Doi: 10.1038/S41598-024-73052-0.
- [19] M. Jawaid And H. P. S. Abdul Khalil,

“Cellulosic/Synthetic Fibre Reinforced
Polymer Hybrid Composites: A Review,”
Carbohydr. Polym., Vol. 86, No. 1, Pp. 1–18,
Aug. 2011, Doi:
10.1016/J.Carbpol.2011.04.043.



Maulana Rahman Firdaus
menyelesaikan studi S1 Teknik
Mesin di Universitas Udayana,
dari tahun 2021 sampai 2025.
Menyelesaikan studi dengan
mengambil topik penelitian di
bidang Rekayasa Manufaktur
yang berfokus pada material
komposit.