

Kekuatan *Bending* Pada Komposit Pati Singkong Dan *Chitosan* Dengan Mikro Jelatang

Agrojansen Prayer Ialoy Manik, I Gede Putu Agus Suryawan, dan I Ketut Adi Atmika

Program Studi Teknik Mesin Universitas Udayana, Bukit, Jimbaran Bali

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh penambahan serat mikro jelatang terhadap kekuatan bending pada komposit berbasis pati singkong dan chitosan. Variasi komposisi yang digunakan meliputi T1 (85% pati singkong: 13% chitosan: 1% mikro jelatang: 1% mekpo), T2 (85% pati singkong: 12% chitosan: 2% mikro jelatang: 1% mekpo), dan T3 (85% pati singkong: 11% chitosan: 3% mikro jelatang: 1% mekpo). Pengujian bending dilakukan untuk memperoleh nilai tegangan, modulus elastisitas, serta regangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan fraksi mikro jelatang memberikan pengaruh signifikan terhadap sifat mekanik. Pada uji bending, spesimen T3 menghasilkan tegangan dan modulus elastisitas tertinggi masing-masing sebesar 21,477 MPa dan 2,217 GPa, sedangkan T1 menunjukkan nilai terendah yaitu 12,713 MPa dan 1,259 GPa. Namun, nilai regangan tertinggi diperoleh pada T1 sebesar 1,429%, sedangkan regangan terendah terdapat pada T3 dengan 1,199%. Dengan demikian, semakin banyak penambahan serat mikro jelatang, semakin meningkat kekuatan bending dan modulus elastisitas, namun regangan cenderung menurun.

Kata Kunci : Bending, Pati Singkong, Chitosan, Mikro, Jelatang

Abstract

This study aims to examine the effect of the addition of nettle microfibers on the bending strength of cassava starch and chitosan-based composites. The composition variations used include T1 (85% cassava starch: 13% chitosan: 1% micro nettle: 1% mekpo), T2 (85% cassava starch: 12% chitosan: 2% micro nettle: 1% mekpo), and T3 (85% cassava starch: 11% chitosan: 3% micro nettle: 1% mekpo). Bending tests were carried out to obtain stress, modulus of elasticity, and strain values. The results showed that increasing the fraction of micro nettle had a significant effect on the mechanical. In the bending test, specimen T3 produced the highest stress and elastic modulus of 21.477 MPa and 2.217 GPa, respectively, while T1 showed the lowest values of 12.713 MPa and 1.259 GPa. However, the highest strain value was obtained in T1 at 1.429%, while the lowest strain was found in T3 at 1.199%. Thus, the more nettle microfibers added, the more the flexural strength and elastic modulus increased, but the strain tended to decrease.

Keywords: Bending, Cassava Starch, Chitosan, Micro, Nettel

1. Pendahuluan

Kemajuan teknologi mendorong peningkatan kebutuhan material dengan sifat unggul dan ramah lingkungan. Material komposit menjadi alternatif penting karena memadukan dua atau lebih bahan berbeda untuk memperoleh sifat mekanik yang lebih baik. Salah satu tren yang berkembang adalah pemanfaatan serat alam sebagai penguat komposit karena sifatnya yang terbarukan, ringan, murah, dan ramah lingkungan [1].

Penelitian ini menggunakan pati singkong sebagai matriks utama. Pemilihan singkong didasarkan pada ketersediaannya yang melimpah di Indonesia serta kandungan patinya yang tinggi, sehingga berpotensi menjadi bahan dasar bioplastik [2]. Selain itu, pemanfaatan pati singkong mendukung optimalisasi sumber daya lokal yang tersedia.

Selain pati singkong, penelitian ini memanfaatkan *chitosan* yang berasal dari limbah cangkang kepiting. *Chitosan* merupakan biopolimer alami yang bersifat non-toksik, dapat terurai secara hayati, dan kompatibel dengan organisme hidup [3]. Penggunaannya tidak hanya berkontribusi pada pengembangan material komposit ramah lingkungan, tetapi juga berperan dalam mengurangi pencemaran yang ditimbulkan oleh limbah perikanan.

Penerapan mikroteknologi pada serat mikro membuka peluang peningkatan sifat mekanik material. Serat mikro memiliki diameter lebih kecil dibandingkan serat konvensional sehingga memberikan kehalusan dan kekuatan yang lebih baik [4]. Sebagai penguat, digunakan serat jelatang yang memiliki kandungan selulosa tinggi dan sifat mekanik

unggul [5], termasuk kekuatan *bending*. Inovasi pemanfaatan serat mikro melalui mikroteknologi juga diharapkan meningkatkan performa komposit, khususnya pada sifat kekuatan mekanik dan kelenturannya. Dengan kombinasi pati singkong, *chitosan*, dan serat jelatang, penelitian ini diarahkan untuk menghasilkan material komposit dengan potensi aplikasi lebih luas.

Tujuan dilakukan penelitian ini adalah untuk mengetahui kekuatan *bending* pada komposit pati singkong dan *chitosan* dengan penambahan serat mikro jelatang.

2. Dasar Teori

2.1. Komposit

Istilah komposit berasal dari kata kerja “to compose” yang berarti menyusun atau menggabungkan. Komposit merupakan material yang tersusun dari dua atau lebih bahan dengan sifat berbeda dalam skala besar hingga membentuk satu kesatuan komponen. Pada struktur akhir, masing-masing bahan tetap terpisah dan dapat dibedakan secara makroskopis sehingga masih terlihat secara visual [6].

2.2. Matriks

Matriks dalam komposit merujuk pada bahan yang digunakan dalam material komposit, yang terdiri dari dua atau lebih bahan untuk mencapai sifat yang diharapkan. Matriks ini mengikat serat atau penguat dan memberikan bentuk serta dukungan struktural pada suatu material. Matriks biasanya tersusun dari gabungan logam, polimer, dan keramik. Pada penelitian ini matriks yang digunakan adalah pati singkong dan *chitosan*.



Gambar 1. Pati singkong

Pati merupakan polisakarida yang tersusun atas rantai panjang glukosa dan berfungsi sebagai cadangan energi bagi tanaman. Senyawa ini banyak ditemukan pada umbi, biji, dan buah, seperti singkong, kentang, beras, dan jagung [7]. Selain itu, pati juga unggul karena harganya terjangkau, mudah diperoleh, dan dapat diperbarui.



Gambar 2. Chitosan

Chitosan adalah bentuk deasil kitin yang ditemukan di kulit (eksoskeleton) dari makhluk laut seperti kerang-kerangan, udang, lobster, dan kepiting [8]. *Chitosan* memiliki gugus amina bermuatan positif yang mampu mengikat muatan negatif dari senyawa lain.

2.3. Serat Mikro Jelatang

Mikroteknologi merupakan bidang penelitian dan pengembangan material dalam skala mikro. Ilmu ini berkembang pesat karena potensinya yang luar biasa dalam menciptakan material baru [9]. Mikroselulosa dapat dihasilkan melalui metode mekanis seperti penggunaan *high-speed*.



Gambar 3. Serat Mikro Jelatang

Tanaman jelatang memiliki serat kuat dengan kandungan karbon tinggi. Daun dan batangnya ditutupi bulu halus yang dapat melepaskan zat kimia penyebab rasa sengat, kemerahan, gatal, dan iritasi pada kulit [10].

2.4. Uji *Bending*



Gambar 4. Pengujian *Bending*

Uji *bending* merupakan pengujian untuk mengetahui kekuatan lentur dari suatu benda. Pada pengujian *bending* digunakan metode *three point bending* dimana pengujian ini memiliki satu pembeban dan dua tumpuan.

3. Metode penelitian

Alat yang digunakan dalam pengerjaan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Alat uji : *Bending Tensilon* RTG-1250 (ASTM D790-03).
2. Alat Cetak : cetakan akrilik.
3. Alat ukur : jangka sorong, penggaris, timbangan digital dan gelas ukur.
4. Alat bantu : gunting, *cutter*, kuas, *high speed blender*.
5. Alat pembersih : lap dan *tissue*.

Sedangkan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pati singkong dan *chitosan*
2. Serat mikro jelatang
3. MEKPO
4. Aquades
5. NaOH



Gambar 5. Spesimen Uji *Bending*



Gambar 6. Alat Uji *Bending*

4. Hasil dan Pembahasan

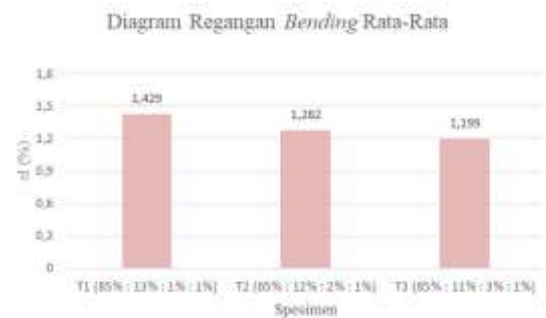


Gambar 7. Grafik Tegangan

Berdasarkan hasil data diatas menunjukkan bahwa, komposit dengan variasi T1 (85% pati singkong : 13% *chitosan* : 1% mikro : 1% mekpo) memiliki nilai tegangan rata-rata terkecil yaitu 12,713 MPa, pada variasi T2 (85% pati singkong : 12% *chitosan* : 2% mikro : 1% mekpo) memiliki tegangan rata-rata sebesar 15,146 MPa dan pada variasi T3 (85% pati singkong : 11% *chitosan* : 3% mikro : 1% mekpo) memiliki nilai rata-rata tegangan tertinggi yaitu 21,477 MPa.

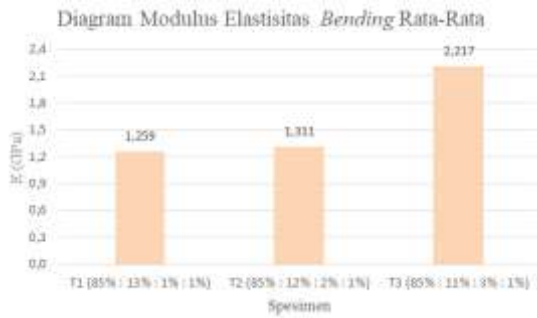
Pada Gambar 7 dapat dilihat terjadi peningkatan tegangan pada spesimen seiring meningkatnya mikro jelatang dan menurunnya *chitosan*. Hal Ini membuktikan bahwa penambahan serat mempengaruhi kenaikan nilai tegangan *bending* [11] dan pengurangan *chitosan* mempengaruhi kenaikan tegangan *bending* [12].

Gambar 8. Grafik Regangan



Berdasarkan hasil data diatas menunjukkan bahwa, komposit dengan variasi T1 (85% pati singkong : 13% *chitosan* : 1% mikro : 1% mekpo) memiliki nilai regangan rata-rata tertinggi yaitu 1,429%, pada variasi T2 (85% pati singkong : 12% *chitosan* : 2% mikro : 1% mekpo) memiliki regangan rata-rata sebesar 1,282% dan pada variasi T3 (85% pati singkong : 11% *chitosan* : 3% mikro : 1% mekpo) memiliki nilai regangan rata-rata terendah yaitu 1,199%.

Pada Gambar 8 dapat dilihat terjadi penurunan regangan pada spesimen seiring dengan meningkatnya mikro jelatang dan menurunnya *chitosan*. Hal tersebut membuktikan bahwa penambahan serat mempengaruhi penurunan regangan atau membuat spesimen menjadi lebih kaku [13].



Gambar 9. Grafik Modulus Elastisitas

Berdasarkan hasil data diatas menunjukkan bahwa, komposit dengan variasi T1 (85% pati singkong : 13% *chitosan* : 1% mikro : 1% mekpo) memiliki nilai modulus elastisitas rata-rata terendah yaitu 1,259 GPa, pada variasi T2 (85% pati singkong: 12% *chitosan* : 2% mikro : 1% mekpo) memiliki nilai modulus elastisitas rata-rata yaitu 1,311 GPa dan pada variasi T3 (85% pati singkong : 11% *chitosan* : 3% mikro : 1% mekpo) memiliki nilai modulus elastisitas rata-rata tertinggi yaitu 2,217 GPa.

Pada Gambar 9 terlihat bahwa peningkatan penggunaan mikro jelatang dan penurunan *chitosan* menyebabkan kenaikan nilai modulus elastisitas. Semakin tinggi modulus elastisitas, semakin kecil perubahan bentuk spesimen saat diberi gaya. Dengan demikian, semakin besar nilai modulus elastisitas suatu bahan, semakin rendah regangan yang dihasilkan. [14].

5. Kesimpulan

Pada uji *bending*, spesimen T3 menghasilkan tegangan dan modulus elastisitas tertinggi (21,477 MPa dan 2,217 GPa), sedangkan nilai terendah terdapat pada T1 (12,713 MPa dan 1,259 GPa). Untuk regangan, T1 mencatat nilai tertinggi 1,429%, sementara T3 memiliki nilai terendah 1,199%. Semakin banyak fraksi volume mikro jelatang yang digunakan akan menghasilkan tegangan bending dan modulus elastisitas yang tinggi namun regangan *bending* akan menurun.

6. Daftar Pustaka

- [1] E. J. Lavernia And T. S. Srivatsan, "The Rapid Solidification Processing Of Materials: Science, Principles, Technology, Advances, And Applications," *J. Mater. Sci.*, Vol. 45, No. 2, Pp. 287–325, 2010, Doi: 10.1007/S10853-009-3995-5.
- [2] 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.
- [3] S. Peter, N. Lyczko, D. Gopakumar, H. J. Maria, A. Nzihou, And S. Thomas, "Chitin And Chitosan Based Composites For Energy And Environmental Applications: A Review," *Waste And Biomass Valorization*, Vol. 12, No. 9, Pp. 4777–4804, 2021, Doi: 10.1007/S12649-020-01244-6.
- [4] D. K. Rajak, D. D. Pagar, P. L. Menezes, And E. Linul, "Fiber-Reinforced Polymer Composites: Manufacturing, Properties, And Applications," *Polymers (Basel)*, Vol. 11, No. 10, 2019, Doi: 10.3390/Polym11101667.
- [5] R. Deepa And K. Kumaresan, "Stinging Nettle Fibres Extraction And Characterization Using Chemical Retting Method And Influence Of Tensile Properties," *Ind. Crops Prod.*, Vol. 188, P. 115551, Nov. 2022, Doi: 10.1016/J.Indcrop.2022.115551.
- [6] S. Sunardi, M. Fawaid, And F. R. N. Muhamad, "Variasi Campuran Fly Ash Batubara Untuk Material Komposit," *Flywheel J. Tek. Mesin Untirta*, Vol. 1, No. 1, Pp. 90–102, 2015.
- [7] B. Pakartiko, *Sifat Fisik Dan Mekanik Plastik Biodegradable Dari Pati Singkong Dengan Variasi Penambahan Ampas Tebu Dan Gliserol*. 2019. [Online]. Available: [Http://Repository.Unej.Ac.Id/Handle/123456789/97888%0a](http://Repository.Unej.Ac.Id/Handle/123456789/97888%0a)
- [8] A. Aji And Meriatna, "Pembuatan Kitosan Dari Limbah Cangkang Kepiting," *J. Teknol. Kim. Unimal*, Vol. 1, No. 1, Pp. 80–90, 2012.
- [9] R. R. A. Y. Kharismi, Sutriyo, And H. Suryadi, "Preparation And Characterization Of Microcrystalline Cellulose Produced From Betung Bamboo (*Dendrocalamus Asper*) Through Acid Hydrolysis," *J. Young Pharm.*, Vol. 10, No. 2, Pp. S79–S83, 2018, Doi: 10.5530/Jyp.2018.2s.15.
- [10] I. G. P. Agus Suryawan, N. P. G. Suardana, I. N. Suprpta Winaya, I. W. Budiarsa Suyasa, And T. G. Tirta Nindhia, "Study Of Stinging Nettle (*Urtica Dioica* L.) Fibers Reinforced Green Composite Materials : A Review," *Iop Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, Vol. 201, No. 1, 2017, Doi: 10.1088/1757-899x/201/1/012001.
- [11] J. P. Singh *Et Al.*, "Influence Of Surface Treatment And Molding Temperature On Mechanical Properties Of Jute/Pla-Based Green Composites," *Lect. Notes Mech.*

- Eng.*, No. May, Pp. 149–158, 2020, Doi:
10.1007/978-981-15-4059-2_12.
- [12] V. Goetjes, C. L. Von Boyneburgk, H. P. Heim, And M. M. Horn, “Influence Of Chitosan And Grape Seed Extract On Thermal And Mechanical Properties Of Pla Blends,” *Polymers (Basel)*., Vol. 15, No. 6, 2023, Doi: 10.3390/Polym15061570.
- [13] N. H. Sari And S. Sinarep, “Analisa Kekuatan Bending Komposit Epoxy Dengan Penguatan Serat Nilon,” *Din. Tek. Mesin*, Vol. 1, No. 1, 2011, Doi: 10.29303/D.V1i1.130.
- [14] R. R. H. Hau, M. Masturi, I. Yulianti, S. K. Hau, And S. D. Talu, “Modulus Elastisitas Bambu Betung Dengan Variabel Panjang,” Vol. V, Pp. Snf2016-Cip-37-Snf2016-Cip-42, 2016, Doi: 10.21009/0305020108.

	Agrojansen Prayer Ialoy Manik menyelesaikan sarjana di Program Studi Teknik Mesin, Universitas Udayana, dari tahun 2021 hingga 2025, dengan fokus utama pada bidang rekayasa manufaktur
--	---