

Meningkatkan Kekuatan Tarik Bambu Melalui Durasi Pengawetan Bambu

Noverma ^{[1]*}, Oktavi Elok Hapsari ^[1], Yusrianti ^[1], Tira Roesdiana^[2]

^[1] Universitas Islam Negeri Sunan Ampel, Surabaya, 60237, Indonesia

^[2] Universitas Swadaya Gunung Jati, Cirebon, 45132, Indonesia

Email: noverma@uinsa.ac.id *

*) Corresponding Author

Received: 22 September 2024; Revised: 09 May 2025; Accepted: 18 August 2025

How to cited this article:

N., Noverma, Hapsari, O.E., Yusrianti, Roesdiana, T. (2026). Meningkatkan Kekuatan Tarik Bambu Melalui Durasi Pengawetan Bambu. Jurnal Teknik Sipil, 22(1), 01–13.
<https://doi.org/10.28932/jts.v22i1.10019>

ABSTRAK

Bambu merupakan material alternatif pengganti kayu dan besi yang mempunyai banyak keunggulan, diantaranya memiliki sifat fisik dan mekanik yang baik, material yang ringan, momen kelembaban tinggi, elastis dengan masa tanam yang cepat dibanding kayu. Namun bambu juga mempunyai kekurangan, diantaranya durabilitas rendah dan mudah terserang kumbang bubuk. Upaya mengatasi hal ini dilakukan pengawetan sebelum pemanfaatannya. Metode pengawetan yang berbeda dapat mempengaruhi sifat fisik dan mekanik serta memberikan kualitas yang berbeda juga. Penelitian ini bertujuan mengukur durasi pengawetan yang optimal terhadap nilai kekuatan tarik. Kegiatan dilakukan dengan cara sederhana dan ramah lingkungan melalui perendaman spesimen dalam air tawar dan air garam dengan durasi waktu tertentu: 1 x 24 jam, 3 x 24 jam dan 14 x 24 jam selanjutnya dilakukan pengujian tarik. Hasil penelitian menunjukkan terdapat perbedaan kekuatan tarik bambu. Berdasarkan durasi waktu pengawetan diperoleh nilai kekuatan tarik optimal pada durasi waktu 3 x 24 jam. Terjadi peningkatan kekuatan pada spesimen yang diawetkan dibandingkan tanpa diawetkan dengan persentase berkisar 10% sampai 30%. Selain itu bahan pengawet juga berpengaruh, bambu yang diawetkan dengan air garam mempunyai kekuatan tarik lebih tinggi dibanding yang diawetkan dengan air tawar. Disimpulkan bahwa durasi waktu pengawetan dan jenis bahan pengawet mempengaruhi kekuatan tarik. Pengawetan dalam jangka waktu singkat atau terlalu lama memberikan nilai kekuatan tarik yang rendah.

Kata kunci: Durabilitas Bambu, Durasi Pengawetan, Kekuatan Tarik Bambu, Metode Pengawetan Bambu

ABSTRACT. Enhancing Bamboo Tensile Strength through Bamboo Preservation Duration. Bamboo is a potential alternative material to replace wood and steel, offering several advantages such as favorable physical and mechanical properties, lightweight characteristics, high moisture tolerance, elasticity, and a significantly shorter growth cycle compared to wood. However, bamboo also has notable disadvantages, including low natural durability and vulnerability to powder-post beetle attacks. To address these issues, preservation treatments are recommended prior to use, although the type and duration of treatment may influence the physical and mechanical properties of bamboo, thereby affecting its quality. This study aims to determine the optimal treatment duration to enhance the tensile strength of bamboo through a simple and environmentally friendly preservation method, namely immersion in either freshwater or saltwater for varying durations (1 × 24 hours, 3 × 24 hours, and 14 × 24 hours), followed by tensile strength testing. The results indicated that the highest tensile strength was obtained with a treatment duration of 3 × 24 hours, with treated specimens exhibiting an increase in tensile strength ranging from approximately 10% to 30% compared to untreated samples. Furthermore, bamboo treated with saltwater demonstrated higher tensile strength than that treated with freshwater, suggesting that both treatment duration and type of preservative significantly affect tensile performance. It can be concluded that inappropriate treatment durations—either too short or too long—may lead to suboptimal tensile strength in bamboo.

Keywords: *Bamboo Durability, Bamboo Preservation Method, Bamboo Tensile Strength, Preservation Duration*

1. PENDAHULUAN

Upaya menjadikan bambu sebagai bahan bangunan pengganti kayu dan besi terus dilakukan. Hal ini ditunjukkan dengan perkembangan penelitian tentang bambu sejak beberapa tahun yang lalu sampai saat ini (Dacuan et al., 2021; Jain et al., 1992; Karakus-Zambak & Celik, 2025; Noverma, 2024; D. Trujillo et al., 2017; Xu et al., 2025). Penelitian terus dikembangkan sebagai upaya untuk mendapatkan bambu yang kuat dan awet. Bambu merupakan jenis material yang berasal dari alam dengan pertumbuhan sangat cepat dibanding kayu, mempunyai sifat fisik dan mekanik yang baik. Berbagai jenis bambu tersebar di dunia, tercatat lebih dari 75 genera/jenis dengan 1250 spesies, dan 80% dari jumlah tersebut tersebar di Asia Selatan dan Asia Tenggara terutama di daerah tropis termasuk Indonesia dengan jumlah spesies paling banyak adalah genus *Bambusa* (Morisco, 2006).

Sejak dahulu masyarakat telah mengenal bambu, dimanfaatkan untuk berbagai macam kerajinan, *furniture*, alat perang/senjata serta dimanfaatkan juga dalam seni, budaya dan bahan bangunan. Penggunaan bambu dalam desain bangunan modern banyak digunakan untuk memberikan nilai estetika (Prakash & Chand, 2020; D. J. Trujillo & López, 2020). Pemanfaatan bambu sebagai material bangunan dapat sebagai elemen struktur maupun non struktur seperti; balok, kolom, dinding, lantai, plafon, pintu jendela dan lainnya (Maurina & Prastyatama, 2017). Meski memiliki sifat yang mirip dengan kayu, bambu memiliki banyak kelebihan, seperti masa tanam yang lebih singkat dan mudah dibudidayakan (Azeem et al., 2020; Correal, 2020; Kathiravan et al., 2020; Nurdiah, 2016; Prakash & Chand, 2020; D. J. Trujillo & López, 2020). Selain itu bambu juga dapat dimanfaatkan sebagai upaya penurunan resiko bencana seperti gempa bumi, banjir dan kekeringan (Azeem et al., 2020; Correal, 2020; Noverma; sawiji, A.; Hapsari, 2018; Prakash & Chand, 2020; Raj & Agarwal, 2014; Scheba et al., 2019; Sharma, Gatoo, et al., 2015; Xiao et al., n.d.; Yasin et al., 2018).

Dari penelitian terdahulu dilaporkan bambu mempunyai kekuatan tarik yang tinggi, sehingga menjadikan bambu potensial sebagai bahan bangunan alternatif pengganti kayu dan baja tulangan (Azeem et al., 2020; Morisco, 2006; Noverma et al., 2019; Wang, 2011). Namun bambu merupakan material dari alam yang mempunyai sifat yang sama dengan kayu, menjadikannya tidak tahan terhadap perubahan cuaca, lingkungan abiotik, mudah terserang kumbang bubuk, rayap, serangga dan jamur (Gaus et al., 2021; Handana et al., 2020). Beberapa teknik pengawetan telah dikembangkan untuk meningkatkan ketahanan bambu sebagai material bangunan (Gauss et al., 2021; Handana et al., 2020; Pojoh, 2017; Rahmani et al., 2025; Xia et al., 2025).

Penelitian terdahulu banyak memperkenalkan metode pengawetan dengan cara yang sederhana dan kompleks atau secara kimia dan non-kimia serta teknik tradisional hingga modern. Beberapa senyawa kimia digunakan dan efektif melawan jamur, serangga, dan rayap serta meningkatkan masa pakainya; senyawa poliborat, CCA (tembaga, kromium arsenik), Bis-tri-butil Timah Oksida (TBTO), Creosote, Zinx Klorida/Tembaga sulfat, Natrium Pentakolorfenat, Tembaga Krom-Boron (CCB), Ammonik-Tembaga-Arsenat (ACA), Bis-(N-sikloheksil-diazaniumdioksida)-tembaga(Cu-HDO, Tembaga Naftenat, 3-Iodo-2-propynil butilkarbamat-(IPBC). Penting untuk diperhatikan, metode pengawetan secara kimia ini jika digunakan secara berlebihan akan berdampak negatif terhadap lingkungan. Selain itu juga memerlukan biaya yang besar, oleh karenanya cara pengawetan yang sederhana dan ramah lingkungan perlu menjadi pertimbangan (Kaur et al., 2016). Solusi lain pengawetan bambu dengan metode non-kimia diantaranya metode perendaman, pengasapan, dan pengawetan berbasis ekstrak botani.

Berbagai penelitian membuktikan bahwa bambu yang diawetkan dapat memberikan daya tahan lebih baik terkait masa layan dan mempengaruhi sifat fisik dan mekanik (Reynolds et al., 2019). Penelitian pengawetan bambu menggunakan minyak rami atau minyak bunga matahari yang dipanaskan pada suhu 100°C atau 180°C selama 1 jam sampai 3 jam menunjukkan hasil bahwa ketahanan dan kuat tekan spesimen meningkat. Hasil terbaik diamati pada spesimen yang dipanaskan pada suhu 180°C selama 1 jam atau 2 jam tanpa minyak dan selanjutnya didinginkan dalam minyak bunga matahari 20°C (Bui et al., 2017). Namun penelitian tersebut hanya dilakukan pada spesies bambu dari keluarga Phyllostachys yang berasal dari wilayah Savoy, Perancis. Hal ini juga diungkap oleh peneliti lain, yang menyatakan bahwa komposisi bahan pengawet dan lama pengawetan berpengaruh terhadap nilai kekuatan tarik (Ninez et al., 2014).

Penelitian penggunaan larutan boraks sebagai bahan pengawet pada bahan kayu dan bambu juga dilakukan dengan cara merendam spesimen dalam kondisi dingin. Hasil menunjukkan penggunaan 30% hingga 50% boraks dalam larutan pengawet cukup untuk menghasilkan sifat mekanik yang signifikan, namun tidak ada informasi mengenai durasi waktu yang dibutuhkan untuk pengawetan (Handana et al., 2020).

Perbedaan cara pengawetan, jenis bambu, durasi waktu pengawetan, dan lain-lain dapat mempengaruhi durabilitas serta sifat fisik dan mekanik bambu yang kemudian memberikan perbedaan kualitas (Bui et al., 2017; Chen et al., 2020; Gauss et al., n.d., 2019; Handana et al., 2020; Kamarudin & Sugiyanto, 2012; Kaminski et al., 2016; Lantican et al., 1985; Supit & Nishiwaki, 2019). Solusi metode pengawetan yang berkelanjutan masih perlu diteliti dan penelitian ini bertujuan untuk mengukur durasi waktu optimal pengawetan terhadap nilai kekuatan tarik. Dalam industri konstruksi, mengetahui kekuatan tarik material sangatlah penting untuk mendapatkan gambaran karakteristik material tersebut terhadap beban-beban yang

direncanakan bekerja selama masa layan. Metode penelitian dilakukan dengan cara merendam benda uji dalam air tawar dan air garam selama beberapa waktu. Menambahkan zat yang tidak berbahaya seperti garam dapat merusak membran sel mikroba karena tekanan osmotik yang tinggi dan sifat higroskopis serta berkurangnya kelarutan oksigen oleh larutan garam untuk menyerap air dan mengendalikan pertumbuhan organisme (Zhang et al., 2018). Hasil penelitian akan memberikan informasi mengenai kekuatan tarik bambu dari spesimen yang diawetkan dan durasi waktu pengawetan yang optimal dengan cara yang sederhana, ramah lingkungan dan dapat menjadi pilihan metode pengawetan yang lebih murah.

Kekuatan tarik material berperan penting dalam perencanaan struktur dan pemilihan material terkait keamanan dan keandalan. Kekuatan tarik adalah kemampuan suatu material dalam menerima beban maksimal ketika ditarik sebelum terjadinya kegagalan atau mengalami kerusakan/fraktur (Mutayi et al., 2024; Sulandari et al., 2019). Secara teori, penentuan kuat tarik menggunakan Persamaan 1 dan mempunyai dimensi gaya per satuan luas (Mittemeijer, 2011).

$$\sigma = \frac{P}{A} \quad (1)$$

Keterangan:

- σ : kekuatan tarik pada beban maksimum (MPa)
P : gaya tarik maksimum/ultimit (N)
A : luas penampang material (mm²)

Dalam kasus pengujian tarik bambu, bambu dengan ruas atau antar ruas sebagai spesimen memberikan kekuatan tarik yang berbeda. Kekuatan tarik bambu dengan ruas memberikan kekuatan lebih rendah 30% dibandingkan kekuatan tarik pada bagian antar ruas. Pengujian dilakukan dengan menerapkan gaya tarik maksimum sampai terjadi kerusakan pada spesimen (*Bamboo – Determination of Physical and Mechanical Properties, Part 2, Laboratory Manual.*, 2004).

2. METODE PENELITIAN

2.1. Persiapan Bahan dan Spesimen

Spesimen yang digunakan adalah jenis bambu Ori (*Bambusa Arundinacea*) berumur 3 – 5 tahun, diameter 8 cm dan tebal 0,5 cm, berasal dari Jawa Timur, dan penebangan pada musim kemarau seperti terlihat pada Gambar 1. Pengambilan spesimen dilakukan dengan menggunakan bagian tengah batang yang sama dan dipotong dari bagian ruas. Setiap kondisi perlakuan mengambil tiga sampel (total 21 spesimen) dan dilakukan pengkodean spesimen sebelum pengawetan: tanpa perlakuan (T), spesimen direndam air tawar (AT) dan spesimen direndam air asin (AA). Gambar 2 menunjukkan tata letak, bentuk dan ukuran spesimen yang mengacu pada

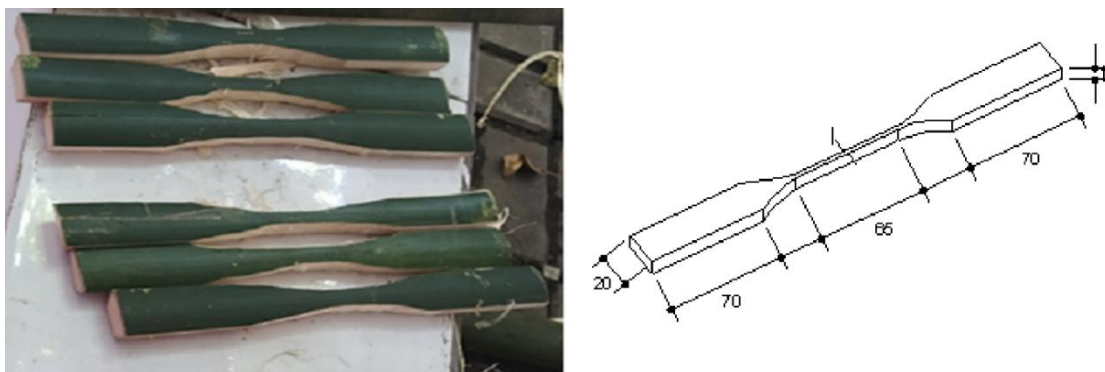
standar ISO 22157-1 2004, (*Bamboo – Determination of Physical and Mechanical Properties, Part 1, Requirements, 2004; Bamboo – Determination of Physical and Mechanical Properties, Part 2, Laboratory Manual., 2004*)



a) Batang bambu ori

b) Pertumbuhan bambu ori

Gambar 1. Jenis Bambu Ori (*Bambusa Arundinacea*)



Gambar 2. Benda Uji Bambu Ori

Sumber: Dokumentasi pribadi berdasarkan ISO 22157-1 2004

2.2. Proses Pengujian

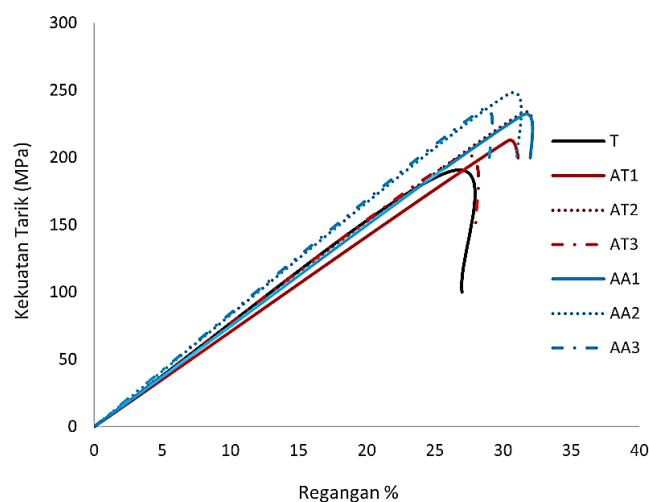
Sebelum dilakukan pengujian, dilakukan pengawetan dengan perendaman air tawar dan air garam. Langkah pertama adalah mengukur salinitas air tawar dan air garam dengan *Salt meter*. Salinitas air tawar pada pengondisian 0 ($0^{/00}$), sedangkan salinitas air garam sebesar 6,32 ($0^{/00}$). Perendaman dilakukan selama 1 x 24 jam, 3 x 24 Jam, dan 14 x 24 jam. Pengeringan benda uji di udara sampai kadar air kurang lebih 10%. Selanjutnya dilakukan pengujian kekuatan tarik menggunakan *Universal Testing Machine (Gotech Testing Machines Inc. GT-7001-LC-30)* yang dihubungkan dengan 1 unit komputer untuk penginputan data sifat-sifat benda uji dan output diagram tegangan-regangan. Masing-masing perlakuan diulang sebanyak tiga kali dengan masing-masing 3 spesimen. Pengulangan pengujian dimaksudkan untuk mendapatkan nilai kekuatan tarik yang representatif, dimana secara umum dalam suatu pengujian di laboratorium minimal dibutuhkan lebih dari 1 spesimen uji agar diperoleh keandalan penelitian (Creswell &

Creeswell. J David, 2018). Standar pengujian bambu ISO 22157-1 2004 tidak memberi pernyataan eksplisit jumlah minimal spesimen, namun harus representatif (*Bamboo – Determination of Physical and Mechanical Properties, Part 1, Requirements, 2004; Bamboo – Determination of Physical and Mechanical Properties, Part 2, Laboratory Manual., 2004*

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Kekuatan Tarik Bambu Tanpa Pengawetan dan Dengan Pengawetan

Gambar 3 adalah rata-rata hasil uji kekuatan tarik untuk setiap perlakuan spesimen: bambu tanpa pengawetan (T); pengawetan dengan perendaman air tawar 1 x 24 jam (AT1), 3 x 24 jam (AT2), 14 x 24 jam (AT3); pengawetan dengan perendaman air garam 1 x 24 jam (AA1), 3 x 24 jam (AA2), 14 x 24 jam (AA3).



Gambar 3. Hasil Uji Kekuatan Tarik Bambu Dengan dan Tanpa Pengawetan

Hasil uji kekuatan tarik memberikan nilai yang bervariasi. Kekuatan tarik terendah untuk benda uji tanpa pengawetan (T) sebesar 188,89 MPa pada regangan 25,86%. Kekuatan tarik benda uji yang diawetkan dengan cara direndam dalam air tawar untuk durasi waktu 1 x 24 jam sebesar $212,56 \pm 2,700$ MPa pada regangan sebesar 30,33%, durasi 3 x 24 jam sebesar $232,67 \pm 6,811$ MPa pada regangan 31,34% dan untuk durasi 14 x 24 jam nilai kekuatan tarik turun menjadi $209,31 \pm 5,748$ MPa pada regangan 28,17%. Kekuatan tarik benda uji yang diawetkan dengan cara perendaman dalam air garam untuk durasi 1 x 24 jam sebesar $232,27 \pm 4,488$ MPa pada regangan 31,36%, durasi 3 x 24 jam sebesar $246,47 \pm 1,721$ MPa pada regangan 30,27 %, dan durasi 14 x 24 jam diperoleh $227,64 \pm 5,640$ MPa pada regangan 28,39 %.

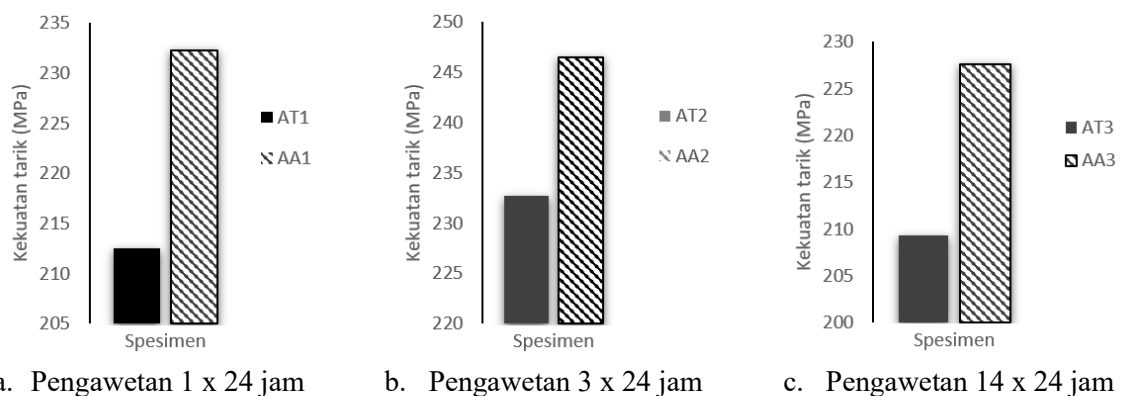
Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan pengawetan pada benda uji berpengaruh terhadap nilai kekuatan tarik. Spesimen yang diberi perlakuan mempunyai kuat tarik yang lebih

tinggi dibandingkan yang tidak diberi perlakuan. Hasilnya sangat menjanjikan, dimana kekuatan tarik pada pengamatan spesimen yang diawetkan selama 3 x 24 jam, diperoleh kekuatan tarik hampir melampaui kekuatan tarik baja yang digunakan sebagai tulangan beton di pasaran dengan kekuatan tarik 240 MPa. Hal yang seiring dengan temuan Morisco (2006) dan Kathiravan et al. (2020) yang melaporkan bahwa bambu memiliki kekuatan tarik yang lebih tinggi dibandingkan baja, yaitu untuk baja mutu rendah BJ-24 yang biasa digunakan untuk besi/tulangan beton pada bangunan sederhana.

Metode pengawetan mempengaruhi sifat kekuatan tarik, pengawetan yang berbeda memberikan perbedaan kualitas (Fattah et al., 2014), Selain itu peneliti lain mengungkapkan bahwa jenis bambu, bagian batang bambu yang dijadikan spesimen, dan cara pengolahan juga mempengaruhi sifat mekaniknya (Oka et al., 2014). Terdapat banyak faktor yang mempengaruhi kekuatan tarik bambu, antara lain: jenis bambu, umur bambu, geometri batang, kadar air, bagian batang bambu yang digunakan sebagai spesimen seperti bagian luar atau dalam, pangkal, tengah, atau ujung batang, dengan ruas atau tanpa ruas (Dhinakaran & Chandana, 2016; Gauss et al., 2021; Handana et al., 2020; Pojoh, 2017).

3.2. Perbandingan Kekuatan Tarik Bambu Dengan Perbedaan Pengawetan Pada Waktu Tertentu

Gambar 4 menyajikan perbandingan bambu dengan perendaman air tawar dan air garam pada durasi waktu tertentu. Kekuatan tarik spesimen yang diawetkan dengan perendaman menggunakan air garam menunjukkan kekuatan tarik yang lebih tinggi dibandingkan dengan perendaman dengan media air tawar. Namun demikian, hasil pengamatan tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan. Persentase hasil pengujian disajikan pada Tabel 1.



Gambar 4. Perbandingan Kekuatan Tarik Bambu: Pengawetan Air Tawar vs Air Garam

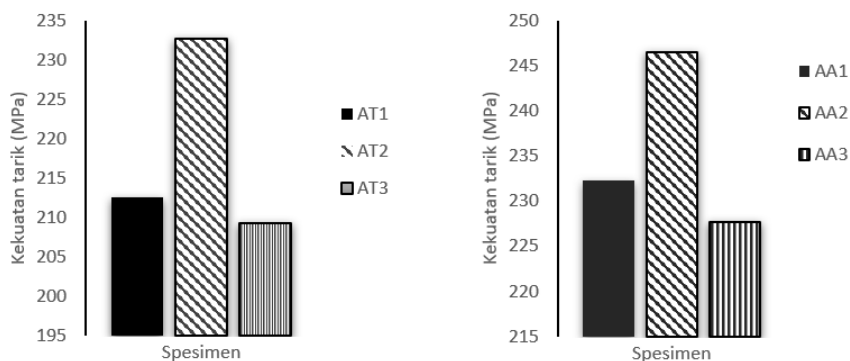
Tabel 1. Peningkatan Kekuatan Tarik Bambu: Pengawetan Air Tawar dan Air Garam

Durasi Pengawetan (jam)	Peningkatan Kekuatan Tarik (%)
1 x 24	9,27
3 x 24	5,93
14 x 24	8,76

Gambar 4 dan Tabel 1 menunjukkan hasil yang sejalan dengan temuan peneliti sebelumnya yang melaporkan bahwa konsentrasi bahan kimia mungkin mempengaruhi sifat mekanik bambu. Hal ini berkaitan dengan cara pengawetan, yang mana perlakuan yang berbeda dapat menghasilkan kualitas yang berbeda pula. (Amatosa & Loretero, 2018; Bui et al., 2017; Fattah et al., 2014; Sharma, Gatóo, et al., 2015).

3.3. Pengaruh Durasi Pengawetan Terhadap Kekuatan Tarik

Gambar 5 menunjukkan nilai kekuatan tarik bambu melalui perendaman dengan air tawar dan air garam pada durasi waktu 1 x 24 jam, 3 x 24 jam, dan 14 x 24 jam. Hasil menunjukkan benda uji yang diawetkan selama 3 x 24 jam memberikan kekuatan tarik tertinggi dibandingkan dengan pengawetan pada durasi waktu yang lebih singkat 1 x 24 jam dan lebih panjang 14 x 24 jam. Persentase peningkatan kekuatan tarik seperti pada Tabel 2.



a. Pengawetan dengan Air Tawar

b. Pengawetan dengan Air Garam

Gambar 5. Perbandingan Durasi Pengawetan Terhadap Kekuatan Tarik

Tabel 2. Perbandingan Kekuatan Tarik Berdasarkan Durasi Pengawetan

Spesimen	Durasi Pengawetan (jam)	Peningkatan Kekuatan Tarik (%)
Pengawetan dengan Air Tawar	1 x 24	-
	3 x 24	9,46
	14 x 24	-1,56
Pengawetan dengan Air Garam	1 x 24	-
	3 x 24	6,03
	14 x 24	-1,99

Rendahnya kekuatan tarik spesimen yang dilakukan perendaman selama 1 x 24 jam kemungkinan disebabkan proses perlakuan yang kurang optimal pada durasi waktu tersebut. Kekuatan tarik yang mengalami penurunan pada spesimen yang direndam selama 14 x 24 jam diperkirakan durasi pengawetan yang lebih lama dapat menurunkan kandungan pati pada bambu. Hal ini berkaitan dengan penyerapan selama proses pengawetan, artinya tinggi rendahnya serapan dapat mempengaruhi hilangnya kandungan pati bambu sehingga menurunkan kekuatannya. Hasil ini sejalan dengan penelitian terdahulu yang mengamati jenis bambu Betung (*Dendrocalamus Asper*) yang direndam dalam larutan boraks. Benda uji pada pengamatan 72 jam dapat mengalami serapan 2x lebih besar dari pada 24 jam sehingga kekuatannya menurun. Selain itu pengamatan juga dilakukan terhadap spesimen tanpa pengawetan dan diawetkan dengan komposisi kimia boraks/asam borat 20%, 40%, dan 60%. Kekuatan tarik paling rendah terdapat pada spesimen bambu yang tidak diberi perlakuan, sedangkan kekuatan tarik tertinggi terdapat pada komposisi boraks/asam borat 60%, peningkatan kuat tariknya hampir 2x lebih tinggi dibandingkan spesimen yang tidak diberi perlakuan dan meningkat 78% dibandingkan komposisi boraks/asam borat 20% (Ninez et al., 2014). Kandungan pati pada bambu berfungsi untuk mengikat serat bambu (Bui et al., 2017). Penyerapan paling intensif terjadi pada awal perendaman, laju penyerapan dapat mencapai 50% dari total penyerapan dan akan terus menurun setelah penyerapan optimal (Suranto Y., 2002). Pengamatan lain terhadap jenis bambu ampel (*Bambusa Vulgaris Schard*) yang diawetkan dengan cara direndam pada air mengalir, genangan air, dan lumpur. Kandungan pati tidak mengalami penurunan pada perendaman air mengalir, sebaliknya perendaman pada air tergenang selama 7 hari dan 21 hari turun masing-masing sebesar 16,7% dan 14,8%, serta pada perendaman lumpur selama 28 hari sebesar 14,2% (Abdurachman & Ismanto, 2018).

IV. SIMPULAN

Penelitian kekuatan tarik bambu dengan dan tanpa pengawetan untuk mendapatkan durasi optimal pengawetan melalui perendaman dalam air tawar dan air garam selama 1 x 24 jam, 3 x 34 jam, dan 14 x 24 jam. Hasil menunjukkan bahwa metode pengawetan dan lamanya waktu pengawetan mempengaruhi kekuatan tarik bambu. Spesimen yang melalui proses pengawetan dengan perendaman menunjukkan kekuatan tarik yang lebih baik dibandingkan dengan yang tidak melalui perendaman. Pengawetan dengan air garam memberikan kekuatan tarik yang lebih tinggi dibandingkan air tawar dalam jangka waktu yang lebih pendek atau lebih lama, dengan durasi optimal adalah 3 x 24 jam. Banyak faktor dapat mempengaruhi kekuatan tarik bambu, seperti umur bambu, jenis bambu, geometri batang, metode pengambilan spesimen dan sebagainya, sehingga direkomendasikan adanya penelitian lebih lanjut.

Penelitian ini terkait upaya dalam meningkatkan sifat mekanik bambu dan diperlukan penelitian yang lebih lanjut. Hal ini dikarenakan bambu merupakan material alami dan mempunyai sifat unisotropik, dimana ada banyak faktor yang mempengaruhi sifat fisik dan mekanisnya. Jenis bambu yang berbeda akan memberikan karakteristik yang berbeda juga, sehingga metode pengawetan yang dilakukan pada jenis bambu yang berbeda akan memberikan perbedaan hasil pengujian namun teknik pengawetan yang diterapkan dapat diadaptasi untuk pengawetan material sejenis kayu atau bambu secara luas.

V. DAFTAR PUSTAKA

- Abdurachman, A., Ismanto, A. (2018). Pengaruh Waktu Perendaman dalam Air, Kadar Pati, dan Kadar Lignin terhadap Sifat Fisik dan Mekanik Bambu Ampel (*Bambusa vulgaris* Schard). *JURNAL SAINS NATURAL*, 7(1), 39–47. <https://doi.org/10.31938/JSN.V7I1.168>
- Amatosa, T. Jr., & Loretero, M. (2018). Axial Tensile Strength Analysis of Naturally Treated Bamboo as Possible Replacement of Steel Reinforcement in the Concrete Beam. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.3083832>
- Azeem, M. W., Hanif, M. A., & Khan, M. M. (2020). Bamboo. *Medicinal Plants of South Asia*, 29–45. <https://doi.org/10.1016/b978-0-08-102659-5.00003-3>
- Bamboo – Determination of Physical and Mechanical Properties, Part 1, Requirements, Pub. L. No. ISO 22157-1:2004(E), 1 (2004).
- Bamboo – Determination of Physical and Mechanical Properties, Part 2, Laboratory Manual., Pub. L. No. ISO/ TR 22157-2:2004(E), 1 (2004).
- Bui, Q. B., Grillet, A. C., & Tran, H. D. (2017). A Bamboo Treatment Procedure: Effects on the Durability and Mechanical Performance. *Sustainability (Switzerland)*, 9(9), 1–11. <https://doi.org/10.3390/su9091444>
- Chen, M., Ye, L., Li, H., Wang, G., Chen, Q., Fang, C., Dai, C., & Fei, B. (2020). Flexural Strength and Ductility of Moso Bamboo. *Construction and Building Materials*, 246, 118418. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.118418>
- Correal, F. F. (2020). Bamboo Design and Construction. In *Nonconventional and Vernacular Construction Materials* (pp. 521–559). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/b978-0-08-102704-2.00019-6>
- Creswell, J. W., & Creswell, J. David. (2018). *Research Design Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches*.
- Dacuan, C. N., Abellana, V. Y., & Canseco, H. A. R. (2021). Assessment and Evaluation of Blended Cement Using Bamboo Leaf Ash BLASH Against Corrosion. *Civil Engineering Journal*, 7(6), 1015–1035. <https://doi.org/10.28991/cej-2021-03091707>
- Dhinakaran, G., & Chandana, G. H. (2016). Compressive Strength and Durability of Bamboo Leaf Ash Concrete. *Jordan Journal of Civil Engineering*, 10(3), 279–289. <https://doi.org/10.14525/jjce.10.3.3601>
- Fattah, A. R., Prinindya, K. N. N., & Ardhyanta, H. (2014). The Effect of Chemical Substance and Immersion Time to Tensile Strength of Bamboo Betung (*Dendrocalamus Asper*) as Chemical Preservation Treatment. *IPTEK Journal of Proceedings Series*, 0(1). <https://doi.org/10.12962/j23546026.y2014i1.580>
- Gauss, C., Kadivar, M., Pereira, R. G. F., & Savastano, H. (2021). Assessment of *Dendrocalamus Asper* (Schult and schult f.) (Poaceae) Bamboo Treated with Tannin-Boron Preservatives. *Construction and Building Materials*, 282, 122723. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.122723>

- Gauss, C., Kadivar, M., & Savastano, H. (2019). Effect of Disodium Octaborate Tetrahydrate on the Mechanical Properties of Dendrocalamus Asper Bamboo Treated by Vacuum/Pressure Method. *Journal of Wood Science*, 65(1). <https://doi.org/10.1186/s10086-019-1804-6>
- Gauss, C., Kadivar, M., Science, H. S. J.-J. of W., & 2019, undefined. (n.d.). Effect of Disodium Octaborate Tetrahydrate on the Mechanical Properties of Dendrocalamus Asper Bamboo Treated by Vacuum/Pressure Method. *Springer*. Retrieved November 7, 2019, from <https://link.springer.com/article/10.1186/s10086-019-1804-6>
- Handana, M., Surbakti, B., & Karolina, R. (2020). The Effect of Borax Solution as Preservative to the Mechanical Properties of Bamboo. *International Journal of Sustainable Construction Engineering and Technology*, 11(2), 79–88. <https://doi.org/10.30880/ijscet.2020.11.02.009>
- Jain, S., Kumar, R., & Jindal, U. C. (1992). Mechanical Behaviour of Bamboo and Bamboo Composite. *Journal of Materials Science*, 27(17), 4598–4604. <https://doi.org/10.1007/BF01165993>
- Kamarudin, N., & Sugiyanto, K. (2012). The Effect of Heat Treatment on The Durability of Bamboo Gigantochloa scortechinii. *Indonesian Journal of Forestry Research*, 9(1), 25–29. <https://doi.org/10.20886/ijfr.2012.9.1.25-29>
- Kaminski, S., Lawrence, A., Trujillo, D., & King, C. (2016). Structural Use of Bamboo. Part 2: Durability and Preservation. *The Structural Engineer: Journal of the Institution of Structural Engineer*, 94(10), 38–43.
- Karakus-Zambak, O., & Celik, O. C. (2025). Behavior of Bamboo Reinforced Concrete (BRC) Beams Under Monotonic and Dynamic Loads. *Construction and Building Materials*, 458, 139683. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2024.139683>
- Kathiravan, N. S., Manojkumar, R., Jayakumar, P., Kumaraguru, J., & Jayanthi, V. (2020). State of Art of Review on Bamboo Reinforced Concrete. *Materials Today: Proceedings*. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.03.159>
- Kaur, P. J., Satya, S., Pant, K. K., & Naik, S. N. (2016). Eco-Friendly Preservation of Bamboo Species: Traditional to Modern Techniques. *Eco-Friendly Preservation of Bamboo Species: Traditional to Modern Techniques*, 11(4), 10604–10624. <https://doi.org/10.15376/biores.11.4>
- Lantican, C. B., Palijon, A. M., & Saludo, C. G. (1985). Traditional Preservation of Bamboo Research in Philippines. In *Proceedings of the International Bamboo Workshop*.
- Maurina, A., & Prastyatama, B. (2017). Bamboo Architectonic: Experimental Studies using Bundled-Bamboo- Split (BBS). *International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology (IJASEIT)*, 7(3), 850–857.
- Mittemeijer, E. J. (2011). Fundamentals of Materials Science: The Microstructure-Property Relationship Using Metals as Model Systems. In *Fundamentals of Materials Science: The Microstructure-Property Relationship Using Metals as Model Systems*. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-10500-5>
- Morisco. (2006). *Teknologi Bambu*. Universitas Gadjah Mada.
- Mutayi, C. O., Sabuni, B., Waweru, S., & Mwasame, G. (2024). Structural Characterization and Grading of Timber Species for Engineering Applicability in Kenya. *Jurnal Teknik Sipil*, 20(2). <https://doi.org/10.28932/jts.v20i2.8310>
- Ninez, K., Prinindya, N., & Ardiansyah, L. (2014). The Effect of Chemical Substance and Immersion Time of Dendrocalamus asper as Chemical Preservation Treatment. *International Journal of Advances in Materials Science and Engineering (IJAMSE)*, 3(1), 1–13.
- Noverma. (2024). Uji Kuat Lentur Bambu Dengan dan Tanpa Bahan Pengisi Dalam Rongga Bambu Sebagai Upaya Meningkatkan Kekuatan dan Kekakuan Bambu. *JOMCER: Journal of Disaster Mitigation and Civil Engineering Research*, 01(01), 45–50. <https://doi.org/https://doi.org/10.29080/jomcer.v1i01.2159>
- Noverma; sawiji, A.; Hapsari, O. E.; Y. (2018). Pengurangan Resiko Bencana Melalui Pemanfaatan Bambu. *Pertemuan Ilmiah Tahunan Ke-5 Riset Kebencanaan 2018 Ikatan Ahli Kebencanaan Indonesia*, 131–142.

- <https://seminar.unand.ac.id/index.php/iabi/pit5iabi2018/paper/view/177>
- Noverma, Yusianti, Hapsari, O. E., & Pribadi, A. (2019). Strength Comparison between Bolt and Cendani Bamboo (*Bambusa multiplex*) as A Shear Connector. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 366(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/366/1/012020>
- Nurdiah, E. A. (2016). The Potential of Bamboo as Building Material in Organic Shaped Buildings. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 216(October 2015), 30–38. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.12.004>
- Oka, G. M., Triwiyono, A., Awaludin, A., & Siswosukarto, S. (2014). Effects of Node, Internode and Height Position on the Mechanical Properties of *Gigantochloa Atroviolacea* Bamboo. *Procedia Engineering*, 95(Scescm), 31–37. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2014.12.162>
- Pojoh, B. (2017). Pengaruh Perendaman Dalam Air Sungai dan Air Laut terhadap Daya Tahan Tulangan. *Jurnal Penelitian Teknologi Industri*, 1(9), 37–48. <https://www.neliti.com/publications/285997/pengaruh-perendaman-dalam-air-sungai-dan-air-laut-terhadap-daya-tahan-tulangan-b>
- Prakash, S., & Chand, D. (2020). Bamboo Structural Technology. *Encyclopedia of Renewable and Sustainable Materials*, 35–38. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-803581-8.11313-x>
- Rahmani, A. A. N., Rumidatul, A., & Sumardi, I. (2025). *Exploration of Alternative Preservative Materials Used on Bamboo-Infesting Fungi*. 020045. <https://doi.org/10.1063/5.0241126>
- Raj, D., & Agarwal, B. (2014). Bamboo as a Building Material and Its Processing Methods. *Journal of Civil Engineering and Environmental Technology*, 1(3), 56–61. https://www.krishisanskriti.org/vol_image/03Jul201502074415.pdf
- Reynolds, T. P. S., Sharma, B., Serrano, E., Gustafsson, P. J., & Ramage, M. H. (2019). Fracture of Laminated Bamboo and the Influence of Preservative Treatments. *Composites Part B: Engineering*, 174(May), 107017. <https://doi.org/10.1016/j.compositesb.2019.107017>
- Scheba, A., Blanchard, R., & Mayeki, S. (2019). *Bamboo for Green Development: The Opportunities and Challenges of Commercialising Bamboo in South Africa*. <http://ecommons.hsrc.ac.za/handle/20.500.11910/12292>
- Sharma, B., Gatoo, A., Bock, M., Mulligan, H., & Ramage, M. (2015). Engineered Bamboo: State of the Art. *Proceedings of Institution of Civil Engineers: Construction Materials*, 168(2), 57–67. <https://doi.org/10.1680/coma.14.00020>
- Sharma, B., Gatoo, A., & Ramage, M. H. (2015). Effect of Processing Methods on the Mechanical Properties of Engineered Bamboo. *Construction and Building Materials*, 83, 95–101. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2015.02.048>
- Sulandari, N., Milyardi, R., & Pranata, Y. A. (2019). Studi Eksperimental dan Analitis Sambungan Batang Tarik Tipe Kegagalan Geser Baut. *Jurnal Teknik Sipil*, 13(1), 82–93. <https://doi.org/10.28932/jts.v13i1.1430>
- Supit, S. W. M., & Nishiwaki, T. (2019). Compressive and Flexural Strength Behavior of Ultra-High-Performance Mortar Reinforced with Cellulose Nano Fibers. *International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology*, 9(1), 365–372. <https://doi.org/10.18517/ijaseit.9.1.7506>
- Suranto Y. (2002). *Pengawetan Kayu. Bahan dan Metode*.
- Trujillo, D. J., & López, L. F. (2020). Bamboo Material Characterisation. *Nonconventional and Vernacular Construction Materials*, 2004, 491–520. <https://doi.org/10.1016/b978-0-08-102704-2.00018-4>
- Trujillo, D., Jangra, S., & Gibson, J. M. (2017). Flexural Properties as a Basis for Bamboo Strength Grading. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers: Structures and Buildings*, 170(4), 284–294. <https://doi.org/10.1680/JSTBU.16.00084>
- Wang, S. (2011). Discuss on Green Building Materials and Related Issues. *Advanced Materials Research*, 280, 165–170. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMR.280.165>
- Xia, Y., Dong, H., Semple, K., Huang, J., Zhang, W., & Dai, C. (2025). Drying and Heat Treatment of Bamboo: Cell Collapse and Restoration. *Construction and Building Materials*, 466, 140314. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2025.140314>

- Xiao, Y., She, L., Shan, B., ZHOU, Q., ... G. C.-J. of N., & 2009, undefined. (n.d.). Application of Modern Bamboo Structure to Reconstruction After Wenchuan Earthquake. *En.Cnki.Com.Cn*.
- Xu, P., Tam, V. W. Y., Li, H., Zhu, J., & Xu, X. (2025). A Critical Review of Bamboo Construction Materials for Sustainability. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 210, 115230. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2024.115230>
- Yasin, I., Haza, Z. F., & Sutrisno, W. (2018). Mechanical Properties of Bamboo as Green Materials to Reduce the Global Warming Effect. *Journal of Advanced Research in Fluid Mechanics and Thermal Sciences*, 52(1), 46–54.
- Zhang, G., Deng, X., Guan, F., Bai, Z., & Cao, L. (2018). The Effect of Storage Time in Saline Solution on the Material Properties of Cortical Bone Tissue. *Elsevier*. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0268003318303905>