

KARAKTERISTIK BAHAN BAMBU DITINJAU DARI STRUKTUR MIKRO – STUDI KASUS BAMBU TALI (*Gigantochloa Apus Bl. ExSchult.f.*)

Bamboo Characteristic Based On Microstructure – Case Study Gigantochloa Apus Bl. ExSchult.f.

Adityo Budi Utomo¹, Indira Laksmi Widuri¹, Rikal Andani¹, Eko Kusumo Friatmojo²
Marchus Budi Utomo²

¹Teknologi Konstruksi Jalan dan Jembatan, Politeknik Pekerjaan Umum, JL Prof. Soedarto, SH, Tembalang, Semarang

²Teknologi Konstruksi Bangunan Gedung, Politeknik Pekerjaan Umum, JL Prof. Soedarto, SH, Tembalang, Semarang

email: adityobudiutomo@pu.go.id

Diterima: 3 Januari 2022; Direvisi: 11 Maret 2022; Disetujui: 5 April 2022

ABSTRAK

Bambu telah banyak dipakai sebagai bahan perancah, kusen, rangka kuda-kuda atap, kolom, dinding, balok, dan perabot lainnya. Sebagai bahan bangunan alam, bambu memiliki sifat mekanis yang tidak seragam antar batang, tidak seragam antar posisi, dan tidak seragam dari kulit terluar hingga terdalam. Tujuan penelitian ini yaitu mengamati struktur mikro anatomi bambu tali (*Gigantochloa apus Bl. Ex (Schult.f.)*) yang mempengaruhi sifat mekanisnya. Penelitian dilakukan dengan mengambil sampel batang bambu pada bagian pangkal, tengah, dan ujung batang dan dilakukan pemotongan secara melintang mulai kulit terluar hingga terdalam. Potongan melintang tersebut akan diamati secara mikroskopis. Hasil pengamatan mikro anatomi terhadap panjang serat, diameter serat, diameter lumen, tebal dinding sel, prosentase serat, diameter pembuluh, prosentase parenkim, dan tipe pola ikatan pembuluh diolah menjadi nilai daya tenun, nilai fleksibilitas, nilai kekakuan, nilai runkel, dan nilai muhlsteph. Dari nilai turunan serat didapatkan hasil bahwa bagian batang bambu yang memiliki tekstur paling licin dan paling halus serta memiliki plastisitas tinggi terdapat pada bagian tengah batang bambu. Sedangkan bagian pangkal batang bambu merupakan bagian yang memiliki serat paling kuat terhadap beban tekan atau paling kaku dan bagian ujung batang bambu merupakan bagian bambu yang paling fleksibel terhadap tarikan. Untuk sifat tiap lapisan bambu secara umum dari ketiga bagian batang (pangkal, tengah, dan ujung) dapat terlihat bahwa lapisan bagian dalam merupakan lapisan yang paling fleksibel dan memiliki serat yang tidak mudah putus akibat beban tarik, sedangkan bagian kulit merupakan bagian yang memiliki plastisitas paling tinggi jika dibandingkan dengan lapisan lainnya.

Kata kunci: bambu tali, struktur mikro, anatomi, bahan bangunan

ABSTRACT

Bamboo has been widely used as construction material for formwork, door/window frame, roof truss, columns, walls, beams, and furniture. As a natural building material, bamboo has different mechanical properties in each rod, position, and outer and inner skin. This study aims to observe the anatomical microstructure of Bamboo tali (*Gigantochloa apus Bl. Ex (Schult.f.)*) which influenced their mechanical properties. The research was conducted by taking samples of bamboo rods at the base, middle, and top and then performing axial cutting from the outer to the deepest skin. The axial pieces will be observed microscopically. The result describes properties of the samples such as fiber length, fiber diameter, lumen diameter, cell wall thickness, fiber percentage, pore diameter, parenchyma percentage, and type of pore bond pattern. These properties are then

processed into weaving power value, flexibility value, rigidity value, Runkel value, and Muhlstep value. The fiber derivative values show that the part of the bamboo stem characterized by the slippery texture, smooth surface, and high plasticity value is found in the middle of the bamboo stem. While the base of the bamboo rod is the part that has the strongest fiber against the compression load, the top of the bamboo rod is the most flexible part of bamboo against the tension. For each part of the rod (base, middle, and top), the inner layer is the most flexible and has fibers that are not easily broken due to tensile load, while the outer layer is the part that has the highest plasticity when compared to inner layers.

Keywords: bamboo tali, microstructure, anatomy, construction material

PENDAHULUAN

Bambu dengan nama botani *Gigantochloa apus Bl. Ex (Schult.f.)* di Indonesia dikenal dengan nama bambu apus atau bambu tali, sedang di berbagai daerah bambu tersebut dikenal dengan nama awi tali, pring tali, pring apus, pereng tale, tiing tali, dan tiing tlantan. Bambu apus dapat tumbuh di dataran rendah sampai pegunungan dengan tinggi 1000 m di atas permukaan laut. Bambu apus memiliki tinggi batang 8-11 m, panjang ruas 45-65 cm, diameter 5-8 cm, dan tebal 3-15 mm [1]. Jenis bambu ini kuat, liat, lurus, baik untuk kerajinan anyaman karena seratnya panjang, kuat, lentur, dan rebungnya pahit. Bambu apus tidak mudah terserang bubuk sekalipun tidak diawetkan. Oleh karena itu bambu jenis ini banyak dipakai sebagai bahan bangunan [2].

Bambu memenuhi unsur kekuatan yang diperlukan sebagai bahan bangunan. Unsur kekuatan disini dapat dipresentasikan dalam perbandingan dalam sifat mekanik bambu dengan beberapa material lain dapat dilihat pada tabel 1. Sifat mekanik mengacu pada efisiensi bahan untuk kekuatan (tegangan kerja per satuan volume) dan kekakuan (modulus E per satuan volume) [3].

Tabel 1 Perbandingan Material dari Segi Efisiensi Kekuatan dan Kekakuan

Material	Tegangan Kerja / Volume	Modulus E / Volume
Beton	8 / 2400 = 0,003	25000 / 2400 = 10
Steel	160 / 7800 = 0,02	210000 / 7800 = 27
Kayu	7,5 / 600 = 0,013	11000 / 600 = 18
Bambu	10 / 600 = 0,017	20000 / 600 = 33

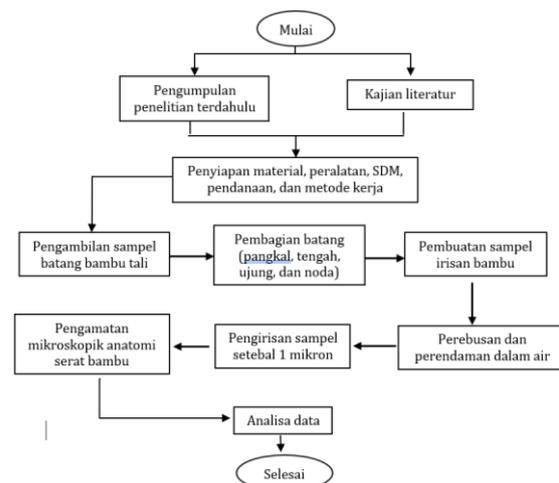
Sebagai bahan bangunan, bambu tali memiliki kuat tarik dan tekan bambu yang bervariasi antarposisi bagian pangkal, tengah, atau ujung bambu serta kulit terluar hingga terdalam [4]. Setiap jenis bambu memiliki komponen anatomi yang khas yaitu ikatan pembuluh (*vascular bundle*) yang berbeda satu sama lain [5]. Dengan demikian sifat-sifatnya pun akan berbeda. Perbedaan pola ikatan pembuluh ini dipakai

dalam identifikasi bambu. Pola ini diduga berhubungan dengan sifat dasar bambu. Pola ikatan pembuluh mempunyai nilai penting untuk membedakan jenis bambu juga dapat digunakan untuk menentukan arah penggunaan bambu [6]. Sifat mekanis bambu dapat dilihat dengan melakukan uji Tarik, uji tekan, dan uji bending yang menunjukkan bagian pangkal bawah bambu memiliki nilai kekuatan mekanis yang cenderung lebih tinggi dibandingkan bagian tengah dan ujung atas [7]. Penelitian ini bertujuan untuk mengamati secara mendalam struktur mikro bambu tali pada bagian pangkal, tengah, dan ujung.

METODE PENELITIAN

Bagan Alir Penelitian

Tahapan pelaksanaan penelitian dimulai dengan pendataan dan akuisisi hasil penelitian sebelumnya, pemilihan penelitian terdahulu yang terkait, dan berturut-turut sampai analisis dan laporan [8]. Bagan alir penelitian secara lengkap seperti pada Gambar 1 berikut.

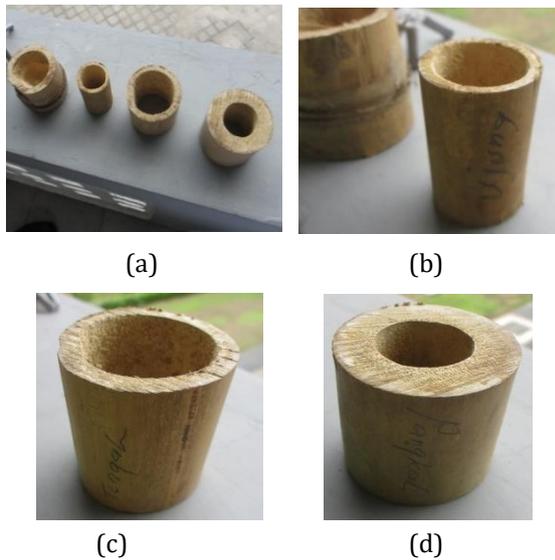


Gambar 1 Bagan Alir Penelitian

Alat dan Bahan

Pengujian sifat anatomi bambu membutuhkan bahan kimia alkohol (C2H5OH), perihidrol

(H₂O₂), safranin, xylol (C₅H₁₀), akuades, Canada balsam dan asam asetat glasial [9]. Sedangkan alat yang digunakan meliputi gergaji, parang, meter roll, tabung reaksi, preparat glass, pingset, pipet, kompor pemanas, mikroton dan mikroskop digital [10]. Benda uji bambu dibedakan menjadi 3 bagian yaitu bagian ujung, tengah dan pangkal. Sampel bambu yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat dalam gambar 2.



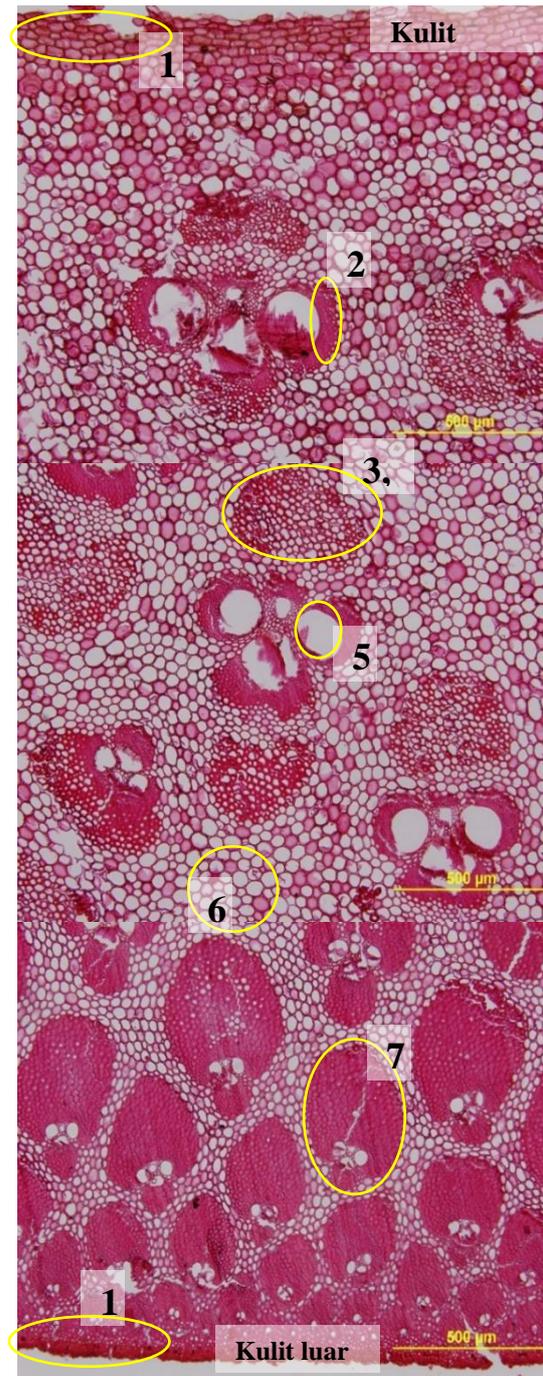
Gambar 2 Sampel Benda Uji Bambu Tali A) Tampak Keseluruhan, B) Bagian Ujung Batang, C) Bagian Tengah Batang, D) Bagian Pangkal Batang

Variabel Penelitian

Variabel yang akan dikumpulkan dalam penelitian ini antara lain panjang serat (L), diameter serat (D), diameter lumen (l), tebal dinding sel (w), prosentase serat, diameter pembuluh, prosentase parenkim, tipe pola ikatan pembuluh.

**HASIL DAN PEMBAHASAN
Penampang Struktur Mikro Bagian Pangkal Batang Bambu**

Penampang struktur mikro Bambu tali pada bagian pangkal hasil pengamatan dengan mikroskop dapat dilihat dalam gambar 3.



Keterangan :

1. Silika
2. Serat
3. Lumen
4. Dinding sel
5. Pembuluh
6. Parenkin
7. Ikatan Pembuluh

Gambar 3 Penampang Struktur Mikro Bambu Tali Bagian Pangkal

Parameter nilai serat dan nilai turunan serat bambu tali mempengaruhi sifat mekanika bambu. Diameter serat terbesar ada di sisi tengah

pada bagian pangkal batang artinya bagian ini merupakan bagian paling awet karena memiliki kandungan pati paling sedikit. Diameter lumen terbesar ada di sisi dalam pada bagian pangkal batang artinya memiliki kandungan air yang besar sehingga kekuatan dan keawetan rendah. Prosentase parenkim terbesar juga terdapat di

sisi dalam artinya memiliki berat jenis tinggi, keteguhan lengkung tinggi, keteguhan geser tinggi, dan keawetan rendah. Sedangkan pada sisi kulit memiliki dinding sel paling tebal artinya memiliki berat jenis tinggi, muai susut tinggi, dan kekuatan tinggi (tabel 2).

Tabel 2 Parameter Nilai Serat Bambu Tali pada Bagian Pangkal

No	Parameter	Dalam	Tengah	Kulit	Rata-rata
1	Panjang serat (L)	3,04µm	2,8µm	2,95µm	2,93 µm
2	Diameter serat (D)	19,49µm	21,13µm	19,33µm	19,98 µm
3	Diameter lumen (l)	12,09µm	9,47µm	7,55µm	9,70µm
4	Tebal dinding sel (w)	3,7µm	5,83µm	5,89µm	5,14µm
5	Prosentase serat	12,32 %	28,94 %	53,16 %	31,48%
6	Diameter pembuluh	140,21µm	88,75µm	29,59µm	86,18 µm
7	Prosentase parenkim	75,45 %	65,87 %	40,68 %	60,66 %
8	Tipe pola ikatan pembuluh	II	IV	III	

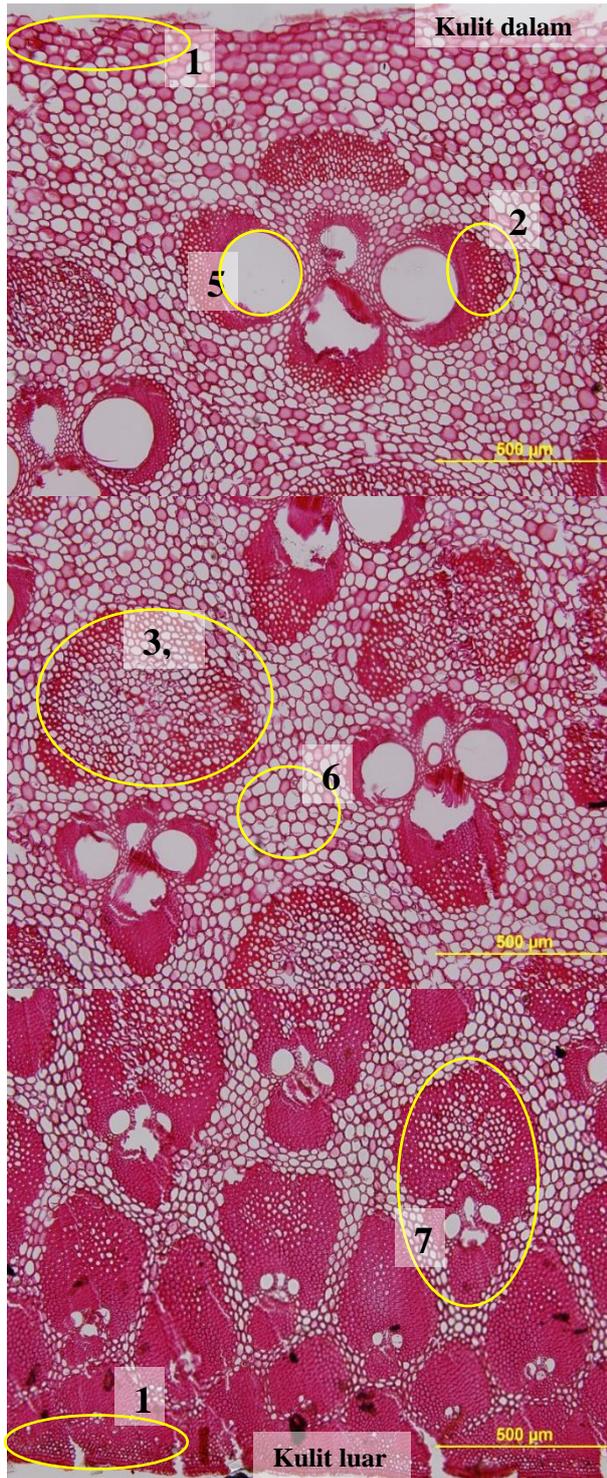
Tabel 3 Nilai Turunan Serat Bambu Tali Pada Bagian Pangkal

No	Nilai turunan	Dalam	Tengah	Kulit	Rata-rata
1	Daya tenun (L/D)	0,156	0,13	0,15	0,14
2	Nilai fleksibilitas (l/D)	0,62	0,45	0,39	0,49
3	Nilai kekakuan (w/D)	0,19	0,28	0,3	0,26
4	Nilai Runkel (2w/l)	0,61	1,23	1,56	1,13
5	Nilai Muhlsteph (100(D ² -l ²)/D ²)	61,5	79,93	84,75	75,39

Nilai turunan serat bambu tali bagian pangkal pada sisi dalam, tengah, dan kulit memiliki nilai yang berbeda-beda dimana bagian pangkal yang memiliki nilai Daya Tenun tertinggi adalah bagian sisi dalam artinya tekstur bambu bagian sisi dalam pada pangkal bambu tali memiliki tingkat kehalusan dan kelicinan paling besar diantara bagian lainnya (tabel 3). Nilai fleksibilitas serat tertinggi terdapat di bagian sisi dalam pada pangkal bambu tali artinya bagian dalam memiliki fleksibilitas tinggi terhadap tarikan. Sisi dalam bagian pangkal bambu tali juga memiliki karakteristik serat yang tidak mudah putus bila dikenakan beban tarik jika dibandingkan dengan bagian pangkal bambu tali lainnya karena bagian sisi dalam pangkal bambu tali memiliki nilai koefisien kekakuan paling rendah. Sedangkan bagian sisi kulit pangkal bambu tali merupakan bagian yang paling plastis atau bila dilipat tidak mudah sobek, dapat dilihat dari nilai Muhlsteph bagian kulit merupakan nilai tertinggi. Hasil perhitungan nilai Runkell dengan meninjau sebagai bahan pulp menunjukkan bahwa pada bagian sisi dalam memiliki dinding sel dengan ukuran sedang, dan kualitas serat yang cukup baik (Kelas III). Sedangkan pada sisitengah dan sisi kulit memiliki dinding sel ukuran tebal dan kualitas serat yang kurang baik (Kelas IV).

Penampang Struktur Mikro Bagian Tengah Batang Bambu

Penampang struktur mikro Bambu tali pada bagian tengah hasil pengamatan dengan mikroskop dapat dilihat dalam gambar 4.



Diameter lumen terbesar dan prosentase parenkim terbanyak terdapat di sisi dalam bagian tengah batang bambu artinya pada bagian ini memiliki kadar air paling banyak sehingga kekuatan dan keawetannya rendah serta memiliki berat jenis tinggi, keteguhan lengkung tinggi, dan keteguhan geser yang tinggi. Sedangkan, diameter serat terbesar dan dinding sel paling tebal terdapat di sisi kulit artinya bagian ini memiliki keawetan paling tinggi, berat jenis tinggi, muai susut tinggi, dan kekuatan tinggi (tabel 3).

Keterangan :

1. Silika
2. Serat
3. Lumen
4. Dinding sel
5. Pembuluh
6. Parenkim
7. Ikatan Pembuluh

**Gambar 4 Penampang Struktur Mikro
Bambu Tali Bagian Tengah**

Tabel 3. Parameter nilai serat bambu tali pada bagian tengah

No	Parameter	Dalam	Tengah	Kulit	Rata-rata
1	Panjang serat (L)	3,09 μm	2,82 μm	3,015 μm	2,98 μm
2	Diameter serat (D)	15,13 μm	13,71 μm	18,72 μm	15,85 μm
3	Diameter lumen (l)	7,26 μm	5,26 μm	5,97 μm	6,16 μm
4	Tebal dinding sel (w)	3,93 μm	4,23 μm	6,38 μm	6,38 μm
5	Prosentase serat	13,73 %	33,27 %	64,92 %	37,31 %
6	Diameter pembuluh	209,83 μm	86,05 μm	54,43 μm	116,77 μm
7	Prosentase parenkim	78,87 %	59,61 %	32,34 %	56,94 %
8	Tipe pola ikatan pembuluh	I	III	III	

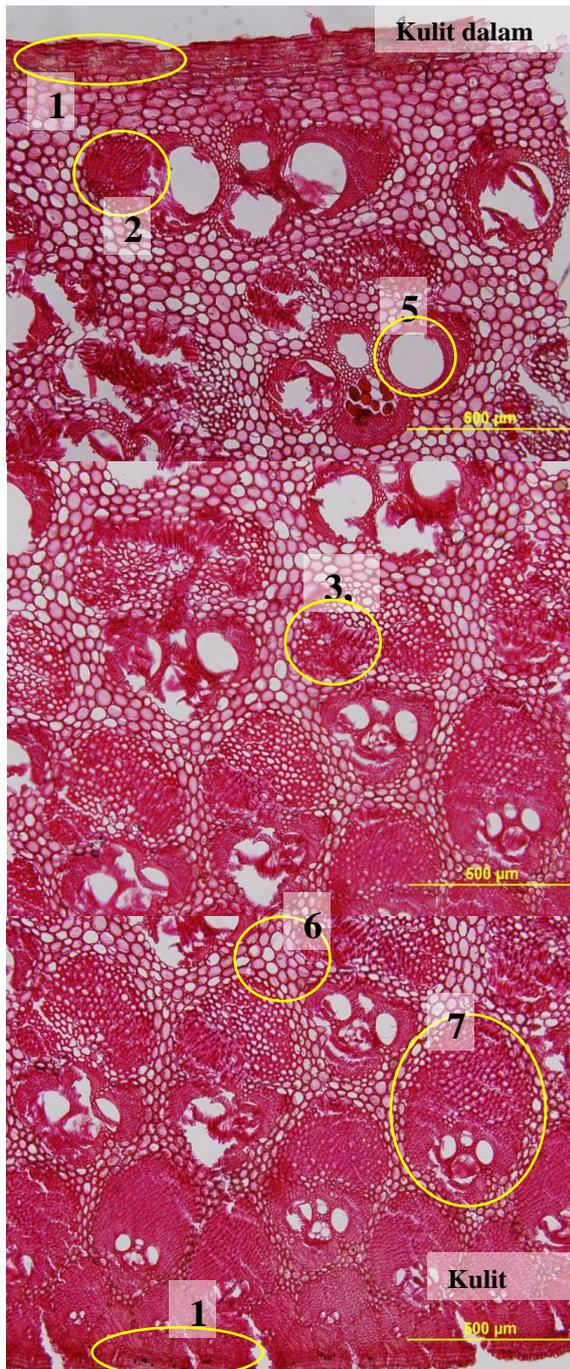
Tabel 4. Nilai turunan serat bambu tali pada bagian tengah

No	Nilai turunan	Dalam	Tengah	Kulit	Rata-rata
1	Daya tenun (L/D)	0,20	0,21	0,16	0,19
2	Nilai fleksibilitas (l/D)	0,48	0,38	0,32	0,39
3	Nilai kekakuan (w/D)	0,26	0,31	0,34	0,3
4	Nilai Runkel (2w/l)	1,08	1,61	2,14	1,61
5	Nilai Muhlsteph (100(D ² -l ²)/D ²)	76,98	85,28	89,85	84,04

Daya tenun tertinggi terdapat di bagian tengah pada tengah bambu tali yang artinya bagian tengah memiliki tekstur yang paling licin dan halus. Bagian dalam pada tengah bambu tali memiliki nilai fleksibilitas serat tertinggi dan nilai kekakuan terendah artinya bagian dalam memiliki karakteristik fleksibilitas tinggi terhadap tarikan dan serat tidak mudah putus jika dikenakan beban Tarik (tabel 4). Sedangkan nilai Muhlstep tertinggi terdapat pada bagian kulit di tengah bambu tali yang artinya bagian kulit merupakan bagian paling plastis atau tidak mudah sobek. Hasil perhitungan nilai Runkell dengan meninjau sebagai bahan pulp menunjukkan bahwa pada bagian sisi dalam dan sisi tengah memiliki dinding sel dengan ukuran tebal, dan kualitas serat yang kurang baik (Kelas IV). Sedangkan pada sisi kulit memiliki dinding sel ukuransangat tebal dan kualitas serat yang tidak baik (Kelas V).

Penampang struktur mikro bagian ujung batang bambu

Penampang struktur mikro Bambu tali pada bagian ujung hasil pengamatan dengan mikroskop dapat dilihat dalam gambar 5.



Keterangan :

1. Silika
2. Serat
3. Lumen
4. Dinding sel
5. Pembuluh
6. Parenkim
7. Ikatan Pembuluh

Gambar 5 Penampang Struktur Mikro Bambu Tali Bagian Ujung

Pada bagian ujung batang bambu, diameter serat dan lumen terbesar terdapat di bagian tengah yang artinya bagian ini awet, tetapi juga mengandung banyak air. Bagian kulit memiliki dinding sel paling tebal artinya pada bagian ini memiliki berat jenis tinggi, muai susut tinggi, dan

kekuatan tinggi. Sedangkan, prosentase parenkim terbesar terdapat pada bagian dalam yang artinya bagian ini memiliki berat jenis tinggi, keteguhan lengkung tinggi, keteguhan geser tinggi, dan keawetan rendah (tabel 5).

Tabel 5 Parameter Nilai Serat Bambu Tali pada Bagian Ujung

No	Parameter	Dalam	Tengah	Kulit	Rata-rata
1	Panjang serat (L)	3,01 µm	3,02 µm	3,015 µm	3,02 µm
2	Diameter serat (D)	21,24 µm	29,42 µm	20,12 µm	23,59 µm
3	Diameter lumen (l)	16,55 µm	17,81 µm	7,78 µm	14,05 µm
4	Tebal dinding sel (w)	4,69 µm	11,61 µm	12,34 µm	9,55 µm
5	Prosentase serat	23,92%	66,67 %	70,86 %	53,82 %
6	Diameter pembuluh	186,72 µm	95,94 µm	57,38 µm	113,34 µm
7	Prosentase parenkim	55,27 %	24,34 %	24,29 %	34,63 %
8	Tipe pola ikatan pembuluh	II	I	III	

Tabel 6 Nilai Turunan Serat Bambu Tali pada Bagian Ujung

No	Nilai turunan	Dalam	Tengah	Kulit	Rata-rata
1	Daya tenun (L/D)	0,14	0,1	0,15	0,13
2	Nilai fleksibilitas (l/D)	0,78	0,61	0,39	0,59
3	Nilai kekakuan (w/D)	0,22	0,39	0,61	0,41
4	Nilai Runkel (2w/l)	0,57	1,30	3,17	1,68
5	Nilai Muhlsteph ($100(D^2-l^2)/D^2$)	39,28	63,37	85,04	62,56

Bagian kulit di ujung bambu tali merupakan bagian yang memiliki tekstur paling halus dan licin seperti terlihat pada nilai Daya Tenun bagian kulit merupakan yang tertinggi (tabel 6). Bagian dalam pada ujung bambu tali memiliki nilai fleksibilitas serat tertinggi dan nilai kekakuan terendah artinya bagian dalam memiliki karakteristik fleksibilitas tinggi terhadap tarikan dan serat tidak mudah putus jika dikenakan beban tarik. Sedangkan nilai Muhlsteph tertinggi terdapat pada bagian kulit di ujung bambu tali yang artinya bagian kulit merupakan bagian paling plastis atau tidak mudah sobek. Hasil perhitungan nilai Runkel dengan meninjau sebagai bahan pulp menunjukkan bahwa pada bagian sisi dalam memiliki dinding sel dengan ukuran sedang, dan kualitas serat yang cukup baik (Kelas III). Sedangkan pada sisi tengah memiliki dinding sel ukuran tebal dan kualitas serat yang kurang baik (Kelas IV). Dan pada sisi kulit memiliki dinding sel ukuran sangat tebal dan kualitas serat yang tidak baik (Kelas V).

KESIMPULAN DAN SARAN

Bambu merupakan material konstruksi yang berasal dari alam yang memiliki sifat berbeda pada setiap bagiannya. Antara lapisan bagian dalam, tengah, dan kulit serta bagian pangkal, tengah, dan ujung batang bambu memiliki susunan struktur mikro yang berbeda dimana struktur mikro ini akan berpengaruh terhadap sifat mekanika bambu secara mekanika. Dari nilai turunan serat didapatkan hasil bahwa bagian batang bambu yang memiliki tekstur paling licin dan paling halus serta memiliki plastisitas tinggi terdapat pada bagian tengah batang bambu. Sedangkan bagian pangkal batang bambu

merupakan bagian yang memiliki serat paling kuat terhadap beban tarik atau paling kaku dan bagian ujung batang bambu merupakan bagian bambu yang paling fleksibel terhadap tarikan. Untuk sifat tiap lapisan bambu secara umum dari ketiga bagian batang (pangkal, tengah, dan ujung) dapat terlihat bahwa lapisan bagian dalam merupakan lapisan yang paling fleksibel dan memiliki serat yang tidak mudah putus karena beban tarik, sedangkan bagian kulit merupakan bagian yang memiliki plastisitas paling tinggi jika dibandingkan dengan lapisan lainnya.

Banyak elemen konstruksi rumah tinggal atau jembatan yang menggunakan bambu karena alasan utama ekonomis dan estetis. Penggunaan bambu sebagai elemen aksial disarankan untuk menggunakan bagian pangkal bambu. Untuk elemen dinding yang selalu terekspos cuaca disarankan untuk menggunakan system anyaman bambu dengan menggunakan bagian kulit luar. Sedangkan elemen lentur lebih menguntungkan bila menggunakan bagian ujung batang bambu.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih diucapkan kepada direktur Politeknik Pekerjaan Umum yang sudah mendukung dalam penyediaan sumber daya penelitian juga rekan-rekan fakultas kehutanan, UGM dalam hal penyediaan peralatan lab yang baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] N. Komang and A. Artiningsih, "Pemanfaatan Bambu Pada Konstruksi Bangunan Berdampak Positif Bagi Lingkungan," *Metana*, vol. 8, no. 01, pp. 1-9, 2012, doi: 10.14710/metana.v8i01.5117.
- [2] F. R. Bethony, "Optimasi Perendaman Air Belerang Panas Terhadap Sifat Mekanis dan Sifat Fisis Strip Bambu Petung (*Dendrocalamus asper*)," *J. Dyn. Saint*, vol. 3, no. 2, pp. 621-644, 2018, doi: 10.47178/dynamicsaint.v3i2.424.
- [3] E. Suriani, "Bambu Sebagai Alternatif Penerapan Material Ekologis: Potensi dan Tantangannya," *EMARA Indones. J. Archit.*, vol. 3, no. 1, pp. 33-42, 2017, doi: 10.29080/emara.v3i1.138.
- [4] M. A. Yahya, S. M. B. Respati, and H. Purwanto, "PENGARUH PEREBUSAN LARUTAN AIR JAHE (*Zingiber Officinale*) PADA SERAT BAMBUPUS (*Gigantochloa Apus*) TERHADAP KEKUATAN TARIK DAN MIKROSTRUKTUR," *Rotasi*, vol. 18, no. 2, p. 57, 2016, doi: 10.14710/rotasi.18.2.57-64.
- [5] A. Setiadi, "Sifat Kimia Beberapa Jenis Bambu Pada Empat Tipe Ikatan Pembuluh," Bogor, 2009.
- [6] Anonymous, "Anatomi Penampang Lintang Batang 9 Jenis Bambu," Bogor, 2008.
- [7] S. Handayani, "Pengujian Sifat Mekanik Bambu (Metode Pengawetan Dengan Boraks)," *J. Tek. Sipil dan Perenc.*, vol. 9, no. 1, pp. 43-53, 2009, doi: 10.15294/jtsp.v9i1.6921.
- [8] T. Mutia, H. Risdianto, S. Sugesty, H. Hardiani, and T. Kardiansyah, "SERAT DAN PULP BAMBUPUS (*Gigantochloa apus*) UNTUK PAPAN SERAT," *Arena Tekst.*, vol. 31, no. 2, pp. 63-74, 2017, doi: 10.31266/at.v31i2.1936.
- [9] D. F. Rochman and M. Irfai, "Pengaruh Konsentrasi Larutan KOH Terhadap Kekuatan Tarik dan Struktur Mikro Komposit Hibrid Serat Rami dan Serat Bambu," *J. Tek. Mesin*, vol. 08, no. 2, pp. 111-118, 2020.
- [10] M. Loiwatu, "Sifat anatomi dan Nilai turunan tiga jenis bambu (Studi Kasus di Tiga Kecamatan di Pulau Seram)," *J. Agroforestri*, vol. III, no. 2, pp. 87-94, 2008.