

HUBUNGAN ANTARA STRUKTUR POLA IKAT PEMBULUH DENGAN NILAI BERAT JENIS PADA POSISI HORIZONTAL BATANG BAMBU BETUNG (*Dendrocalamus asper* Backer)

Oleh :

Dara Mustika, Nani Nuriyatin, Putranto BAN

Jurusan Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Bengkulu. Jl.WR Supratman, Bengkulu

Abstrak

Sebagai hasil hutan bukan kayu, batang bambu betung tergolong keras dan kuat sehingga sering digunakan sebagai bahan konstruksi bangunan rumah-rumah sederhana di pedesaan atau jembatan. Sebagaimana batang jenis bambu yang lain, batang bambu betung juga digunakan sebagai bahan baku kertas dengan tingkat rendemen tinggi. Berat jenis merupakan salah satu sifat fisik bambu dalam penentuan penggunaan bambu sebagai bahan konstruksi (Pujirahayu, 2012). Karena terdapat perbedaan dalam susunan pola ikatan pembuluhnya, hal ini menimbulkan dugaan adanya perbedaan nilai berat jenis untuk setiap perbedaan pola penyusunannya. Penelitian ini mencoba untuk mengamati secara mendalam nilai berat jenis di berbagai posisi horizontal yaitu tepi, tengah, pusat dan dalam dari penampang melintang batang bambu dengan memperhatikan perbedaan struktur pola ikatan pembuluh penampang lintang bambu betung yang terdiri dari proporsi serabut, kerapatan pola ikat, rantai serabut 1 dan 2 diduga memiliki perbedaan nilai berat jenis dari setiap lapisan penampang lintang sehingga melatarbelakangi penelitian ini untuk bisa menentukan penggunaan batang bambu yang lebih efisien dan efektif sesuai dengan nilai berat jenisnya.

Penelitian ini menggunakan metode Vintila yang terdiri dari pengukuran berat jenis dan pengukuran massa jenis. Pengukuran berat jenis menggunakan ukuran sampel kecil berdasarkan lapisan pola ikat pembuluhnya Sampel yang digunakan yaitu sebanyak 24 sampel dengan 3 kali ulangan dan 4 kali perlakuan dari 2 posisi batang bambu betung. Analisis yang digunakan adalah analisis korelasi dan uji t. Penelitian ini dilaksanakan dari bulan April sampai bulan Juni 2018.

Hasil analisis korelasi menunjukkan bahwa berat jenis di berbagai lapisan penampang melintang tidak ada hubungan dengan struktur pola ikat pembuluh. Namun jumlah sampel yang digunakan sedikit atau kecil dari 30, jadi belum bisa mewakili analisis korelasinya, sehingga untuk penelitian selanjutnya perlu ditambah ulangannya atau sampelnya. Sedangkan

hasil uji t dari berat jenis adalah pada bagian tepi berbeda nyata dengan bagian tepi, tengah, pusat dan dalam. Pada bagian tengah berbeda nyata dengan bagian pusat dan dalam, serta pada bagian pusat berbeda nyata dengan bagian dalam. Namun berat jenis di posisi pangkal dan tengah batang pada masing-masing lapisan penampang lintang tidak berbeda nyata.

Key words: Bambu betung, Pola Ikatan Bambu, Berat Jenis

PENDAHULUAN

Bambu merupakan tanaman yang mudah tumbuh dengan cepat dan bisa beradaptasi dengan lingkungannya sehingga banyak digunakan oleh masyarakat. Bambu sangat penting selain sebagai tanaman konservasi, juga digunakan sebagai bahan konstruksi (Mustofa, 2012). Bambu memiliki sifat-sifat fisik yang baik untuk dimanfaatkan antara lain batangnya kuat, ulet, lurus, rata, keras, proses pengolahannya dan proses pengangkutannya mudah (Oka, 2005). Selain itu bambu juga relatif murah dibandingkan dengan bahan bangunan lain karena banyak ditemukan di sekitar pemukiman masyarakat. Bambu betung merupakan jenis bambu yang mempunyai rumpun sedikit rapat, tinggi buluh dapat mencapai 20 m dengan garis tengah sampai 20 cm. Pada buku-buku sering terdapat akar-akar pendek yang menggerombol. Panjang ruas berkisar antara 40-60 cm, dinding buluh cukup tebal 1-1,5 cm (Rulliaty *dkk*, 2012). Secara alami tersebar luas mulai dari Sumatera, Jawa, Kalimantan, Sulawesi, Bali, Lombok, Kepulauan Nusa Tenggara sampai Maluku. Tumbuh baik di tanah yang subur dengan iklim yang tidak terlalu kering (Setyo *dkk*, 2014). Sebagai hasil hutan bukan kayu, batang bambu betung tergolong keras dan kuat sehingga sering digunakan sebagai bahan konstruksi bangunan rumah-rumah sederhana di pedesaan atau jembatan. Sebagaimana batang jenis bambu yang lain, batang bambu betung juga digunakan sebagai bahan baku kertas dengan tingkat rendemen tinggi. Berat jenis merupakan salah satu sifat fisik bambu dalam penentuan penggunaan bambu sebagai bahan konstruksi (Pujirahayu, 2012)

Menurut Nuriyatin (2000) dalam hasil penelitiannya, nilai berat jenis diduga mempengaruhi sifat mekanik bambu (keteguhan tekan sejajar serat, keteguhan tarik sejajar serat, kekakuan). Batang bambu terdiri dari 50 % parenkim, 40 % serat, dan 10 % jaringan penyalur (pori dan saluran pembuluh) dengan variasi tergantung spesiesnya. Sel-sel parenkim dan pembuluh tapis sebagian besar terdapat pada 1/3 tebal batang bagian dalam, sedangkan serat terdapat pada 1/3 tebal batang bagian luar (Liese, 1985). Pada struktur penampang lintang bambu ditinjau dari perbedaan kerapatan ikatan pembuluhnya, semakin mendekati bagian kulit batang pola ikatan pembuluh semakin rapat, berukuran kecil dan berjumlah

banyak. Pada bagian dalam ikatan pembuluh semakin jarang, berukuran besar dan berjumlah sedikit. Secara umum kerapatan pola ikat semakin rapat dan jumlah ikatan pembuluh menurun dari tepi ke dalam (Rahmika, 2018).

Nuriyatin (2012) mengungkapkan bahwa terdapat hubungan yang positif antara kerapatan ikatan pembuluh dengan persentase serabut. Hal ini menandakan jika kerapatan ikatan pembuluh semakin tinggi maka persentase serabut semakin besar. Pada bagian dalam, ikatan serabut sebelah dalam dan sebelah luar berbentuk setengah lingkaran memanjang dengan ukuran yang sama besar. Sedangkan pada bagian tengah, bentuk ikatan serabut berbentuk seperti kacang dengan ikatan serabut sebelah luar berukuran lebih kecil dibandingkan dengan ikatan serabut sebelah dalam. Kemudian pada bagian tepi bambu, ikatan serabut sebelah dalam berbentuk seperti kendi dan sebelah luar berbentuk seperti bulan sabit hingga bulat telur tanpa menempel pada rantai vaskular pusat dengan ukuran lebih kecil dibandingkan dengan ikatan serabut sebelah dalam (Nuriyatin, 2000). Karena terdapat perbedaan dalam susunan pola ikatan pembuluhnya, hal ini menimbulkan dugaan adanya perbedaan nilai berat jenis untuk setiap perbedaan pola penyusunannya.

Penelitian ini mencoba untuk mengamati secara mendalam nilai berat jenis di berbagai posisi horizontal yaitu tepi, tengah, pusat dan dalam dari penampang melintang batang bambu dengan memperhatikan perbedaan struktur pola ikatan pembuluh penampang lintang bambu betung yang terdiri dari proporsi serabut, kerapatan pola ikat, rantai serabut 1 dan 2 diduga memiliki perbedaan nilai berat jenis dari setiap lapisan penampang lintang sehingga melatarbelakangi penelitian ini untuk bisa menentukan penggunaan batang bambu yang lebih efisien dan efektif sesuai dengan nilai berat jenisnya. Penelitian pada sifat fisik ini sangat penting karena dapat dikembangkan untuk menggali potensi yang dimiliki bambu termasuk di dalamnya melihat keterkaitan antara sifat fisik dengan sifat anatomi sehingga hasilnya dapat dipergunakan terutama dalam memanfaatkan bambu secara optimal (Nuriyatin, 2012). Penelitian ini merupakan penelitian lanjutan dari penelitian “Karakteristik Serabut dan Berat Jenis Bambu Betung (*Dendrocalamus asper* Backer) pada Penampang Melintang dan Posisi Batang” (Rahmika, 2018). Penelitian lanjutan ini menggunakan sampel berukuran kecil yang diambil dari sisa penampang melintang batang bambu betung dari penelitian Rahmika, 2018..

MATERI DAN METODE

Penelitian ini dilakukan pada rentang waktu \pm 2 bulan, dimulai dari bulan April 2018 sampai Mei 2018. Uji dan pengolahan data dilakukan di Laboratorium Kehutanan Universitas Bengkulu.

Adapun bahan dan alat yang digunakan dalam penelitian ini tercantum selengkapnya pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1. Bahan yang digunakan dalam penelitian:

No	Bahan
1	Bambu betung umur 3 tahun di posisi pangkal dan tengah
2	Aqudes
3	Data bentuk pola ikatan pembuluh pada bambu betung (proporsi pola ikat, kerapatan pola ikat, luas rantai serat 1 dan luas rantai serat 2 (Rahmika 2018))

Tabel 2. Alat yang digunakan dalam penelitian:

No	Alat	Fungsi
1	Spidol	Menandai setiap bagian bambu (pangkal, tengah, dan ujung) pada setiap ulangan
2	Penggaris	Mengukur panjang dan lebar pada saat pembuatan pola contoh uji
3	Oven	Mengeringkan sampel uji sebelum dan sesudah pengujian
4	Timbangan analitik	Untuk mengetahui berat sampel uji sebelum pengujian
5	Kertas Koran	Alas sampel di dalam oven
6	Kamera	Dokumentasi penelitisn
7	Pisau potong (cutter)	Menotong bambu pada penampang melintang
8	Kertas label	Untuk menandai setiap ulangan
9	Botol vial	Untuk menjenuhkan sampel/ sarana vakum
10	Suntik printer	Untuk melepaskan udara yang terjebak di dalam sampel
11	Microskop	Untuk melihat pola ikatan pembuluh pada bambu
12	Piknometer	Untuk mengukur massa jenis bambu
13	Alat tulis	Mencatat data penelitian
14	Saringan	Untuk menyaring bubuk bambu
15	Cawan petri	Untuk wadah bambu dalam melakukan penimbangan
16	Alat penumbuk	Untuk menumbuk bambu jadi bubuk bambu

Pendekatan pemecahan masalah yang terdapat di latar belakang dan pencapaian tujuan dari penelitian ini yaitu dengan menggunakan model analisis kuantitatif. Analisis kuantitatif yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis regresi sederhana dan korelasi berganda

untuk melihat hubungan dan pengaruh antara karakteristik bentuk pola ikat dengan berat jenis.

Penggunaan data struktur pola ikatan pembuluh dari penelitian sebelumnya

Data bentuk pola ikatan pembuluh yang digunakan yaitu proporsi pola ikat, kerapatan pola ikat, luas rantai serat 1 dan luas rantai serat 2 di berbagai lapisan penampang melintang dan posisi batang yang bersumber dari Rahmika (2018). Pembuatan sampel uji berat jenis berdasarkan posisi data tersebut.

Pengambilan sampel batang bambu betung

Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah sampel awal batang bambu betung pada bagian pangkal dan tengah yang sudah digunakan pada penelitian Rahmika (2018) yang tercantum di data biofisik sampel pada Tabel 3. Sampel uji berat jenis adalah sampel awal yang sudah berkurang panjang bambunya sebesar 2,5 cm.

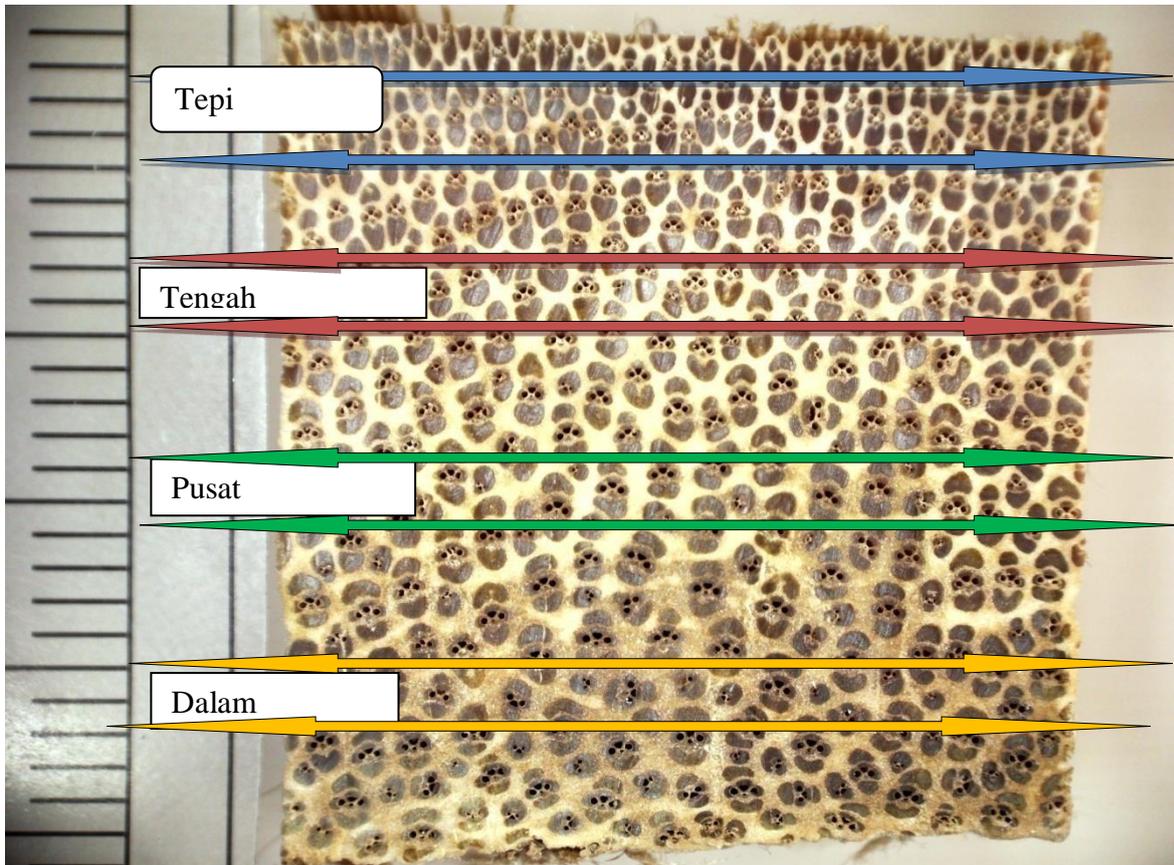
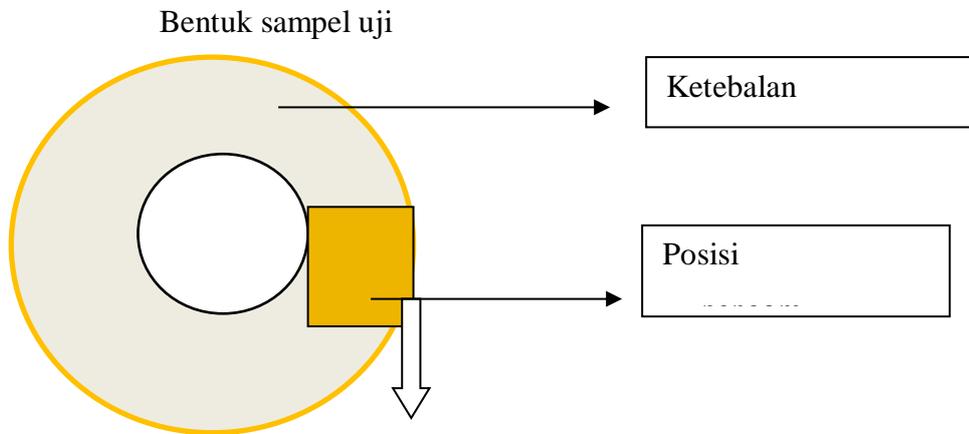
Tabel 3. Data biofisik sampel

No	Bagian	Tebal Bambu (cm)	Diameter Bambu (cm)	Panjang bambu yang sudah berkurang 2,5 cm (cm)
1	Pangkal	2	14,3	17,9
	Tengah	1	11,8	20
2	Pangkal	2,5	13,9	12,3
	Tengah	1	10,5	23
3	Pangkal	2,1	13,91	18,3
	Tengah	0,8	10,3	19,5

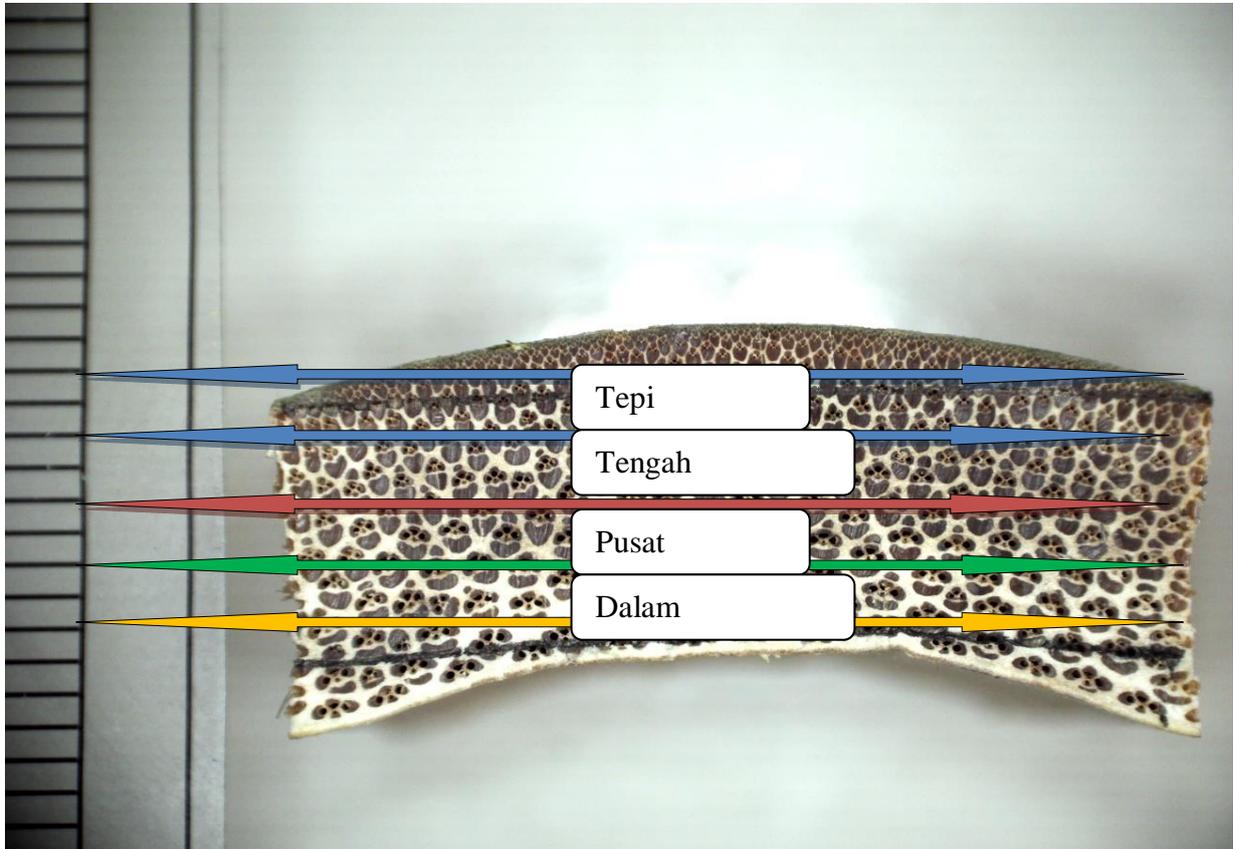
Sumber : Rahmika (2018)

Pemotongan sampel uji berat jenis berdasarkan perbedaan lapisan pada penampang lintang

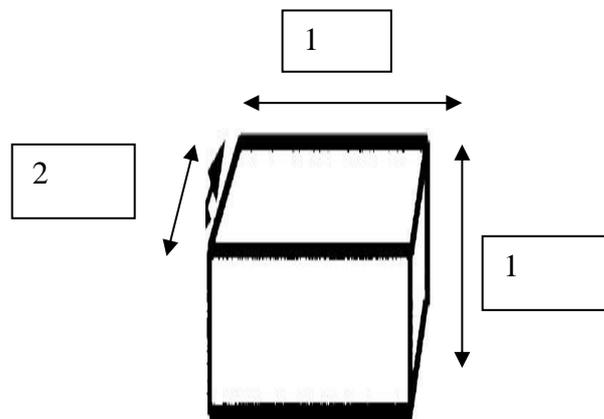
Batang bambu pada posisi pangkal dan tengah dibuat sampel uji berat jenis di berbagai lapisan penampang lintang pada setiap posisi batang bambu. Pada bagian pangkal dan tengah terdapat masing-masing 4 sampel uji (bagian tepi, tengah, pusat dan dalam). Pengukuran BJ mengacu pada metoda Vintilla (1939) dalam Smith (1955). Ukuran sampel uji 0,5 x 0,5 inchi dengan ketebalan yang disesuaikan kondisi sampel (Smith, 1955). Dalam penelitian ini, ukuran sampel mengacu pada ukuran terkecil yang ada pada bagian tengah batang bambu.



Gambar 6. Bentuk pola ikatan pembuluh dan pengambilan sampel uji pada bagian pangkal (Sumber : Rahmika 2018)



Gambar 7. Bentuk pola ikatan pembuluh dan pengambilan sampel uji pada bagian tengah (Sumber : Rahmika 2018)



Gambar 8. Ukuran sampel uji

Gambar 6 dan 7 adalah gambar posisi pengambilan sampel uji berat jenis di berbagai lapisan penampang lintang berdasarkan bentuk pola ikat pembuluh. Ukuran sampel uji berat jenis terdapat pada Gambar 8, panjang x lebar x tebal adalah 2 mm x 1cm x 1,5cm. Penentuan ukuran sampel uji ini disesuaikan dengan keadaan sampel. Karakteristik lapisan pada penampang lintang dilihat dari rantai serabutnya diuraikan pada Tabel 4. Total keseluruhan sampel adalah 24 sampel dengan rincian pada bagian pangkal dan tengah terdapat masing-masing 3 ulangan dengan sampel uji masing-masing 4 dari setiap ulangan.

Tabel 4. Karakteristik lapisan pada penampang lintang dilihat dari rantai serabut

Lapisan	Karakteristik
Tepi	Rantai serabut 2 bulat lonjong dan lebih besar dari rantai serabut 1
Tengah	Rantai serabut 2 melebar atau memipih dan lebih besar dari rantai serabut 1
Pusat	Rantai serabut 1 dan 2 melebar, memipih dengan ukuran yang sama besar
Dalam	Rantai serabut 1 dan 2 bentuknya tidak beraturan

Sumber : Nuriyatin (2012) dan Rahmika (2018)

3.5.4 Pengukuran berat jenis

Berdasarkan acuan metoda Vintila (1939) dalam Smith (1955). adapun langkah-langkah untuk pengukuran berat jenis sebagai berikut :

1. Sampel uji dimasukkan ke dalam botol vial yang berisi air setengah dari volume botol vial (Gambar 9)





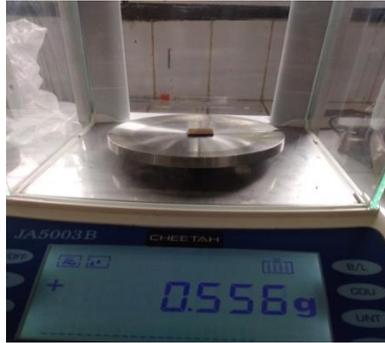
Gambar 9. Sampel di dalam botol vial

2. Sebelum divakumkan, udara yang masih terjebak di dalam sampel harus dikeluarkan dengan menggunakan suntik yang menyerap udara di dalam botol dan dikeluarkan. Sehingga air bisa masuk ke dalam sampel dan memenuhi sampel secara maksimal. (Gambar 10)



Gambar 10. Pengeluaran udara

3. Jarum suntik yang sudah di dalam botol tidak boleh terkena air di dalam botol, kemudian dilakukan penarikan udara
4. Penarikan udara dengan menggunakan alat suntik di dalam botol vial ini dilakukan sebanyak 50 kali penarikan dari setiap sampelnya, sehingga udara yang keluar dapat digantikan dengan air
5. Setelah dilakukan pengeluaran udara, divakumkan selama tujuh hari
6. Setelah tujuh hari, sampel ditimbang. Kemudian sampel divakumkan kembali dan sebelumnya dilakukan penarikan udara sebanyak 20 kali dari setiap sampelnya. Setelah dua hari, sampel ditimbang. Kemudian sampel divakumkan kembali dan sebelumnya dilakukan penarikan udara sebanyak 10 kali dari setiap sampelnya. Setelah tujuh hari sampel ditimbang. Sebelum ditimbang sampel dilap dengan menggunakan tisu



Gambar 11. Penimbangan sampel uji

7. Setelah 16 hari sampel dioven selama 18 jam dengan suhu 60°C. Kemudian sampel yang telah dioven ditimbang dan menjadi berat kering oven (Gambar 12)



Gambar 12. Pengovenan sampel

8. Menentukan berat jenis dengan persamaan sebagai berikut: $Gf = \frac{1}{\frac{mm-m_0}{m_0} + \frac{1}{G_{so}}}$

Dimana Gf adalah berat jenis, m_0 adalah berat sampel uji setelah pengovenan, m_m adalah berat sampel uji setelah divakum (berat sampel uji jenuh air), G_{so} adalah massa jenis bambu

Pengukuran massa jenis bambu

Berdasarkan Jurnal (2015), adapun langkah-langkah untuk perhitungan massa jenis sebagai berikut :

1. Pengukuran massa jenis menggunakan piknometer. Sampel bambu yang digunakan adalah sampel uji bambu yang sama dengan sampel pada pengukuran berat jenis dalam bentuk bubuk atau serbuk

2. Sampel disangrai dengan menggunakan kuali selama ± 1 menit yang bertujuan untuk memudahkan dalam penggilingan. Kemudian sampel digiling sampai menjadi bubuk dengan menggunakan batu giling (manual) tidak menggunakan mesin karena ukuran sampel yang terlalu kecil. Contoh sampel bambu dalam bentuk bubuk (Gambar 13)



Gambar 13. Bubuk bambu

3. Bubuk bambu disaring dengan menggunakan saringan yang memiliki ukuran 0,5 mm dan no mesh 35. Pemilihan ukuran saringan no mesh 35 disebabkan karena jumlah sampel yang sedikit jika no mesh besar dari 35 maka sampel akan banyak hilang terbawa angin dan jika no mesh kecil dari 35 maka masih ada serat-serat bambu yang tidak halus masih bisa tersaring. Tujuan penyaringan untuk menyaring sisa-sisa bubuk bambu yang tidak halus dan menyamakan ukuran keseluruhan bubuk bambu. (Gambar 14)



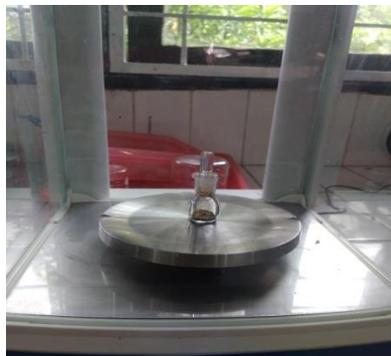
Gambar 14. Penyaringan bubuk bambu

4. Setelah disaring, bubuk bambu dibungkus dengan kertas dan dilubangi kemudian dioven selama 24 jam dengan suhu 105 °C (Gambar 15)



Gambar 15. Pengovenan bubuk bambu

5. Menimbang piknometer kosong
6. Mengisi piknometer dengan aquades sampai penuh dan tidak terbentuk gelembung udara, setelah itu ditutup dengan menggunakan penutup
7. Menimbang piknometer berisi aquades
8. Piknometer dikosongkan dan dikeringkan
9. Mengisi 1/3 dari volume piknometer dengan bubuk bambu setelah itu ditutup dengan menggunakan penutup pikno, kemudian ditimbang (Gambar 16)



Gambar 16. Piknometer dan bubuk bambu

10. Piknometer yang diisi dengan bubuk bambu ditambah dengan air sampai penuh (sampai ujung pikno) dan tidak terbentuk gelembung udara dan ditutup dengan penutup pikno kemudian ditimbang
11. Menentukan massa jenis bambu dengan persamaan:

$$\text{Massa jenis} = \frac{m}{W_0 - W_1}$$

Keterangan :

m = Berat sampel bubuk bambu didapatkan dari perhitungan : (bobot piknometer dan bubuk bambu – bobot piknometer kosong)

W_0 = volume air penuh didapatkan dari perhitungan : (bobot piknometer dan air – bobot piknometer kosong)

W_1 = Volume air yang ditambahkan didapatkan dari perhitungan : (bobot piknometer dengan bubuk bambu dan air – bobot piknometer dan bubuk bambu)

Analisa kontribusi struktur pola ikatan pembuluh terhadap berat jenis

Pengamatan yang dilakukan adalah melihat atau membandingkan nilai berat jenis dari setiap bagian mulai dari tepi, tengah, pusat dan dalam dengan memperhatikan data kerapatan pola ikatan. Adapun variable pengamatan yang dilakukan yaitu :

1. Variabel terikat

Variabel terikat (Y) dalam penelitian ini adalah berat jenis pada berbagai lapisan penampang lintang (tepi, tengah, pusat dan dalam) di posisi pangkal dan tengah

2. Variabel bebas

Variabel bebas (X) dalam penelitian ini adalah data distribusi pola ikatan pembuluh dari bambu seperti kerapatan pola pembuluh (X_1), proporsi pola pembuluh (X_2), luas rantai serat 1 (X_3) dan luas rantai serat 2 (X_4).

Analisis data

Data akan disajikan dalam bentuk tabulasi, gambar, grafik dan deskripsi. Analisis yang digunakan adalah analisis korelasi mengenai hubungan yang terjadi antara variabel terikat (variabel Y) dengan dua atau lebih variabel bebas (X_1, X_2, \dots, X_k).

dengan persamaan sebagai berikut :

$$r_{xy} = \frac{n \sum x_i y_i - (\sum x_i)(\sum y_i)}{\sqrt{(n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2)(n \sum y_i^2 - (\sum y_i)^2)}}$$

Dimana:

r_{xy} = korelasi antara x dengan y

x_i = nilai x ke- i

y_i = nilai y ke- i

n = banyaknya nilai

(Sugiyono, 2011: 228)

Perhitungan analisis korelasi dengan menggunakan software microsoft excel dan SPSS.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Massa jenis zat bambu

Salah satu komponen untuk mengetahui nilai berat jenis adalah dengan mengetahui nilai massa jenis zatnya. Massa jenis merupakan perbandingan massa zat dengan volume zat (Sugiyarto *dkk*, 2008). Satuan massa jenis adalah kg/m^3 atau g/cm^3 . Massa jenis yang diukur adalah massa jenis zat bambu pada bagian penampang lintang bambu betung (tepi, tengah, pusat dan dalam). Massa jenis zat bambu merupakan perbandingan berat zat yang terkandung dalam bubuk bambu terhadap jumlah air yang memenuhi bubuk bambu. Zat yang terkandung dalam bambu betung adalah zat lignin, alfaselulosa, holoselulosa dan zat ekstraktif (Lestari, 2014). Zat ekstraktif menempati rongga sel dan sel pori (Loiwatu, 2006) sedangkan lignin, alfaselulosa dan holoselulosa terdapat di dalam dinding sel dan di antara sel (Bowyer *dalam* Setiadi, 2009).

Pada pengukuran massa jenis, sampel bambu berbentuk serbuk/bubuk maka rongga sel/ lumen yang mengandung zat ekstraktif sudah tidak ada sehingga zat yang tersisa pada bubuk bambu adalah lignin, alfaselulosa dan holoselulosa yang tidak bisa larut dalam air (Setiadi, 2009) yang diduga berperan terhadap nilai massa jenis, sedangkan zat ekstraktif sudah keluar pada saat sampel divakumkan selama 16 hari. Analisis uji t massa jenis di berbagai posisi batang pada penampang melintang selengkapnya terdapat pada Lampiran 2 sampai Lampiran 6 dan Tabel 5 menyajikan rerata nilai massa jenis di berbagai posisi pada penampang melintang yang dihasilkan dengan menggunakan metode piknometer. Metode piknometer ini digunakan karena ukuran sampel bambu kecil sehingga dibuat menjadi butiran butiran atau serbuk. Sedangkan hasil perhitungan massa jenis dapat dilihat pada Lampiran 1.

Tabel 5. Nilai massa jenis di berbagai posisi pada penampang melintang

Posisi batang	Tepi (g/cm^3)	sd	Tengah (g/cm^3)	Sd	Pusat (g/cm^3)	sd	Dalam (g/cm^3)	sd	Rataan (g/cm^3)
P	1,47 ^{a1}	0,033	1,63 ^{a2}	0,247	1,69 ^{a4}	0,089	1,74 ^{a5}	0,372	1,63
T	1,45 ^{a1}	0,209	1,45 ^{a3}	0,157	1,40 ^{a4}	0,166	1,50 ^{a5}	0,142	1,45

Keterangan :

P : Pangkal

T : Tengah

Nilai pengamatan yang tidak berbeda nyata pada baris yang sama ditandai dengan huruf kecil yang sama dengan taraf pengujian 5 %

Nilai pengamatan yang tidak berbeda nyata pada kolom yang sama ditandai dengan angka yang sama dengan taraf pengujian 5 %

Pada Tabel 5 menunjukkan bahwa perbandingan nilai massa jenis di bagian penampang melintang dari bambu betung sebagian besar tidak berbeda nyata (hanya ada satu nilai uji yang dinyatakan berbeda) maka nilai massa jenis yang digunakan dalam perhitungan berat jenis dengan menggunakan metoda vintilla adalah rata-rata nilai massa jenis zat bambu betung yaitu $1,54 \text{ gr/cm}^3$. Sampel yang digunakan dalam pengukuran berat jenis sampel kecil pada penelitian Smith (1955) adalah *Pseudotsuga menziesii*, yang termasuk ke dalam pohon berdaun jarum dengan massa jenis zatnya sebesar $1,53 \text{ gr/cm}^3$. Massa jenis yang diketahui adalah massa jenis zat yang terkandung di dalam dinding sel. Nilai ini tidak jauh berbeda dengan massa jenis zat bambu betung. Dari hasil penelitian ini diperoleh hasil bahwa massa jenis zat bambu betung berkisar antara $1,40 - 1,74 \text{ g/cm}^3$.

Hukum Archimedes menyatakan bahwa jika massa jenis suatu benda lebih kecil dari massa jenis zat cair maka benda tersebut akan mengapung, sebaliknya jika massa jenis suatu benda lebih besar dari massa jenis zat cair maka benda tersebut akan tenggelam. Zat cair yang digunakan dalam pengukuran massa jenis dengan menggunakan piknometer adalah air yang nilai massa jenisnya 1 gr/cm^3 . sedangkan Nilai rata-rata nilai massa jenis zat yang diperoleh adalah $1,54 \text{ gr/cm}^3$, sehingga sampel bambu tenggelam di dalam piknometer. Padahal yang selama ini yang diketahui bahwa bambu jika diletakkan di atas air maka bambu tersebut akan mengapung. Ini disebabkan karena dalam bambu yang mengapung masih terdapat rongga sel sedangkan sampel bambu yang digunakan adalah berbentuk serbuk sehingga tidak terdapat rongga sel dan massa jenisnya lebih besar dari massa jenis air. Hal ini diperkuat dengan pernyataan Haris (2008) yang mengatakan bahwa kerapatan berkaitan dengan proporsi volume rongga sel.

Berat Jenis pada Setiap Bagian Penampang Melintang

Berat jenis merupakan perbandingan antara kerapatan kayu (atas dasar berat kering tanur pada kadar air tertentu dan volume pada kadar air tertentu) dengan kerapatan air pada suhu 40°C (Tamolang, 1980).. Nilai berat jenis pada setiap penampang melintang disajikan pada Tabel 6 dan perhitungan berat jenis dapat dilihat selengkapnya pada Lampiran 7 .

Analisis uji t berat jenis di berbagai posisi batang pada penampang melintang selengkapnya terdapat pada Lampiran 8 sampai Lampiran 11.

Tabel 6. Berat jenis pada penampang melintang di berbagai posisi batang

Posisi batang	Tepi	sd	Tengah	Sd	Pusat	sd	Dalam	sd
Pangkal	0,730 ^{a1}	0,008	0,485 ^{bc2}	0,081	0,415 ^{b3}	0,049	0,358 ^{c4}	0,053
Tengah	0,715 ^{a1}	0,188	0,533 ^{b3}	0,249	0,443 ^{b3}	0,201	0,402 ^{b4}	0,134

Keterangan :

Nilai pengamatan yang tidak berbeda nyata pada baris yang sama ditandai dengan huruf kecil yang sama dengan taraf pengujian 5 %

Nilai pengamatan yang tidak berbeda nyata pada kolom yang sama ditandai dengan angka yang sama dengan taraf pengujian 5 %

Tabel 6 menunjukkan nilai berat jenis pada pangkal batang di posisi berbagai penampang lintang memiliki nilai berat jenis yang berbeda kecuali bagian tengah. Pada bagian tengah di penampang lintang ini, nilai berat jenisnya berada di antara pusat dan dalam. Pada bagian tengah, nilai berat jenisnya sama untuk berbagai bagian penampang lintang kecuali bagian tepi. Berdasarkan trennya baik di posisi pangkal batang dengan tengah batang memiliki tren yang semakin ke dalam nilai berat jenis semakin menurun, hal ini sama dengan kerapatan pola ikat yang semakin ke dalam semakin jarang. Menurut Nuriyatin (2000) persentase serabut tidak selalu berperan terhadap nilai berat jenis tetapi berat jenis sangat berkaitan dengan unsur berat atau ketebalan dinding sel. Nilai rata-rata berat jenis pada pangkal batang dengan tengah batang di berbagai lapisan lintang tidak berbeda nyata. Sehingga didapatkan hasil nilai berat jenis pada penampang melintang dari ke dua posisi batang, pangkal dan tengah disajikan pada Tabel 7

Tabel 7. Nilai rata-rata berat jenis pada penampang lintang

Tepi	sd	Tengah	Sd	Pusat	sd	Dalam	sd
0,723 ^a	0,119	0,509 ^b	0,168	0,428 ^c	0,132	0,379 ^d	0,094

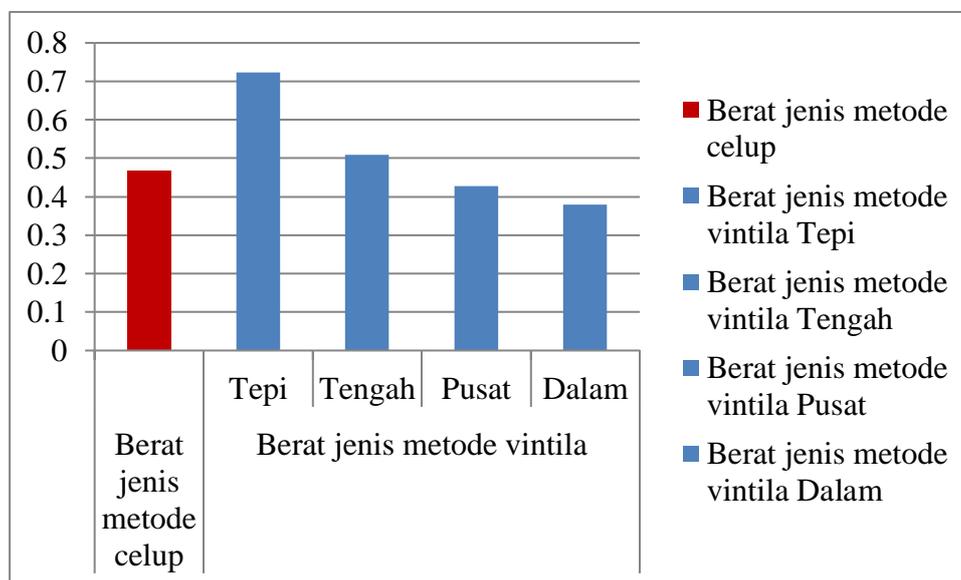
Keterangan :

Nilai pengamatan yang tidak berbeda nyata pada baris yang sama ditandai dengan huruf kecil yang sama dengan taraf pengujian 5 %

Pada Tabel 7 dengan menggunakan uji t pada lampiran 12 menunjukkan bahwa berat jenis pada bagian tepi berbeda nyata dengan bagian tengah, pusat dan dalam serta mengalami penurunan nilai berat jenis. Berat jenis bambu betung menunjukkan penurunan nilai dari tepi sampai ke dalam baik di posisi pangkal maupun tengah. Menurut Liese (1985) nilai berat

jenis bambu lebih besar pada bagian tepi batang bambu dan menurun pada bagian dalam batang bambu. Nilai berat jenis di posisi pangkal dan tengah dari bagian tepi sampai ke dalam berkisar antara 0,723-0,379. Nilai berat jenis bambu berkisar antara 0,5 sampai 0,9. Perbedaan kecepatan pertumbuhan di berbagai posisi batang . Semakin ke posisi ujung maka ukuran sel yang terbentuk sudah mulai memendek, berdiameter kecil dan berdinding tebal. (Nuriyatin, 2000).

Perbandingan nilai berat jenis dari hasil penelitian Rahmika (2018) menggunakan metode celup dengan sampel berbentuk persegi panjang dengan hasil penelitian berat jenis metode dengan sampel kecil (Tabel 7) disajikan pada Gambar 17.



Gambar 17. Berat jenis bambu betung

Gambar 17 menunjukkan bahwa antara nilai BJ 2 di bagian tepi lebih besar dan berbeda nyata dengan BJ 1, hal ini dikarenakan tidak keseluruhan bagian tepi termasuk ke dalam sampel BJ 1. Sedangkan BJ 2 dibagian tengah dan pusat tidak berbeda nyata dengan BJ karena keseluruhan bagian tengah dan pusat termasuk ke dalam sampel BJ 1. Nilai BJ 2 di bagian dalam lebih kecil dibandingkan dengan nilai BJ 1, karena tidak keseluruhan bagian dalam termasuk ke dalam sampel BJ 1. Tidak keseluruhan bagian tepi dan dalam ini termasuk ke dalam sampel metode celup karena ukuran panjang yang digunakan 2,5 cm dan sampel berbentuk balok sedangkan bentuk bambu seperti tabung dengan permukaannya yang melengkung, sehingga untuk mendapatkan bentuk balok, maka tidak keseluruhan bagian tepi dan dalam terambil menjadi sampel. Sedangkan pada metode sampel kecil ini ukuran panjang

yang digunakan lebih kecil dibandingkan dengan metode celup yaitu sebesar 1 cm, sehingga tidak ada bagian yang terbangun.

Hubungan Berat Jenis dengan Struktur Pola Ikat Pembuluh

Karakteristik struktur pola ikatan pembuluh pada posisi pangkal di penampang melintang bagian tepi hanya memiliki rantai serabut 1 yang berbentuk lonjong dengan ujung agak lancip. Pada bagian tengah, rantai serabut 2 sudah terbentuk dengan bentuk yang hampir sama dengan rantai serabut 1. Pada bagian pusat ke dua rantai serabut mengalami pembesaran ke arah samping dan di bagian dalam bentuknya sudah tidak sempurna lagi. Karakteristik struktur pola ikatan pembuluh pada posisi tengah di penampang melintang bagian tepi memiliki rantai serabut 1 dan sudah terdapat rantai serabut 2 dengan ukuran yang sangat kecil. Pada bagian tengah rantai serabut 1 dan 2 mengalami pembesaran dengan rantai serabut 1 berbentuk pipih (Rahmika, 2018).

Perbedaan struktur pola ikatan pembuluh, persentase serabut dan komposisi kimia mempengaruhi nilai berat jenis. dan Nilai berat jenis tergantung pada ukuran sel, ketebalan dinding sel dan hubungan antara ukuran dan ketebalan dinding sel (Pujirahayu, 2012). Namun untuk mengkaji lebih dalam, pada penelitian ini lebih difokuskan pada pengaruh struktur pola ikat pembuluh terhadap nilai berat jenis. Tabel 8 menyajikan data berat jenis dan struktur pola ikat yang digunakan dalam analisis korelasi. Analisis korelasi terdapat di Lampiran 13 sampai lampiran 16 yang disajikan pada Tabel 9 untuk mengetahui kekuatan hubungan antara variabel berat jenis dengan struktur pola ikatan pembuluh.

Tabel 8. Data berat jenis dan struktur pola ikat pembuluh

Bagian penampang melintang	Berat jenis	Struktur pola ikat pembuluh			
		Proporsi serabut	Kerapatan pola ikat	Luas serat 1	Luas rantai serabut 2
Tepi	0,726	0,536	2,006	0,421	
	0,739	0,485	1,971	0,421	
	0,726	0,547	2,322	0,446	
Tengah	0,531	0,301	1,078	0,237	0,128
	0,532	0,420	0,936	0,216	0,130
	0,392	0,459	1,086	0,235	0,117
	0,697	0,435	1,532	0,292	0,022
	0,656	0,429	1,268	0,297	0,018
	0,247	0,445	1,447	0,286	0,025
Pusat	0,471	0,377	0,716	0,164	0,114
	0,393	0,382	0,834	0,174	0,132
	0,380	0,380	0,836	0,149	0,125
	0,598	0,379	1,291	0,245	0,022

	0,515	0,386	1,093	0,252	0,029
	0,216	0,396	1,286	0,228	0,026
Dalam	0,419	0,323	0,850	0,142	0,056
	0,321	0,360	0,738	0,153	0,118
	0,335	0,317	0,809	0,120	0,080
	0,524	0,329	1,125	0,173	0,006
	0,422	0,317	0,896	0,168	0,008
	0,259	0,345	0,983	0,172	0,018

Sumber data bentuk struktur pola ikat dari penelitian Rahmika (2018)

Keterangan : Bentuk Truktur pola ikat di bagian tepi hanya proporsi serabut, kerapatan pola ikat, luas rantai serat 1 di posisi pangkal

Pada Tabel 8 menunjukkan bahwa data berat jenis yang digunakan yaitu berat jenis pada bagian pangkal dan tengah karena nilai berat jenis di berbagai penampang lintang tidak berbeda nyata antara posisi pangkal dan tengah tetapi memiliki nilai yang berbeda nyata di berbagai lapisan penampang lintangnya dan data bentuk pola ikat yang digunakan yaitu data hasil penelitian Rahmika (2018) berupa nilai proporsi serabut, kerapatan pola ikat, luas rantai serat 1 dan luas rantai serat 2 karena nilainya tidak berbeda nyata (hanya pada luas rantai serat 2 pada bagian tengah dan pusat di berbagai posisi batang berbeda nyata). Analisis korelasi terdapat pada lampiran 13 sampai lampiran 16.

Tabel 9. Tabel korelasi berat jenis pada penampang melintang dengan bentuk pola ikatan pembuluh

Variabel Y		Variabel X			
		Proporsi serabut	Kerapatan pola ikat	Luas rantai serat 1	Luas rantai serat 2
Tepi	Korelasi pearson	-0,986	-0,574	-0,500	
	Signifikan	0,106 ^{NS}	0,610 ^{NS}	0,667 ^{NS}	
Tengah	Korelasi pearson	-0,199	0,063	0,206	-0,162
	Signifikan	0,705 ^{NS}	0,906 ^{NS}	0,696 ^{NS}	0,759 ^{NS}
Pusat	Korelasi pearson	-0,714	-0,010	0,272	-0,189
	Signifikan	0,111 ^{NS}	0,985 ^{NS}	0,605 ^{NS}	0,720 ^{NS}
Dalam	Korelasi pearson	-0,503	0,484	0,186	-0,414
	Signifikan	0,309 ^{NS}	0,330 ^{NS}	0,724 ^{NS}	0,415 ^{NS}

Sumber data bentuk struktur pola ikat pembuluh berasal dari penelitian Rahmika (2018)

Keterangan: 0,00-0,19 (sangat rendah), 0,20-0,399 (rendah), 0,40-0,59 (sedang), 0,60-0,799 (kuat), 0,80-1,00 (sangat kuat) (Interpensi korelasi menurut Sugiyono, 2011) Luas rantai serat 2 di bagian tepi tidak ada data

Hubungan berat jenis dengan proporsi pola ikat

Pada Tabel 9 taraf nyata atau kebenaran yang digunakan adalah 5 %, artinya tingkat kebenaran hasil 95 % dengan kesalahan 5 %, jadi di lihat dari nilai signifikannya, jika nilai signifikannya lebih besar dari 5 % atau 0,05 maka H_0 ditolak dengan kesimpulan tidak terdapat hubungan dan jika nilai signifikannya lebih kecil dari 0,05 maka H_0 diterima dengan kesimpulan terdapat hubungan. Proporsi serabut merupakan proporsi serabut (rantai serabut 1 dan rantai serabut 2) yang tampak pada luasan tertentu (mm^2). Pada Tabel 9 menunjukkan bahwa tidak adanya hubungan antara proporsi serabut dengan berat jenis di berbagai lapisan melintang. Hal ini diduga karena menurut Rahmika (2018) di posisi pangkal batang pada bagian tepi, serabut yang muncul hanya rantai serabut 1 yang berbentuk lonjong dengan ujungnya agak lancip, sedangkan rantai serabut 2 baru muncul pada bagian tengah. Hal ini menandakan jika proporsi serabut yang terdiri dari rantai serabut 1 dan 2 maka seharusnya rantai serabut 2 sudah muncul di bagian tepi namun rantai serabut 2 belum muncul tetapi nilai berat jenis pada bagian tepi bisa diketahui. Menurut penelitian Nuriyatin (2000) tidak selalu % serabut tinggi menjadikan nilai berat jenis tinggi, hal ini dikarenakan bahwa berat jenis sangat berkaitan dengan unsur berat yang berpengaruh terhadap ketebalan dinding sel, dengan demikian faktor yang menentukan atau memperoleh nilai berat jenis adalah sel berdinding tebal/sklerenkim. Berdasarkan trennya nilai proporsi serabut mengalami penurunan nilai dari tepi ke dalam, sama halnya dengan berat jenis yang mengalami penurunan nilai dari tepi ke dalam. Penurunan nilai proporsi serabut ini mempengaruhi kerapatan, semakin kecil luas proporsi serabut maka kerapatan pola ikat semakin jarang, misalnya luas proporsi serabut di bagian dalam paling kecil maka kerapatan pola ikat pembuluhnya lebih jarang atau tidak rapat, dibandingkan dengan bagian lain.

Namun dilihat nilai korelasi berdasarkan Sugiyono (2011) korelasi yang paling kuat adalah di bagian tepi hal ini disebabkan karena nilai signifikannya lebih kecil dan lebih mendekati 0,05 dibandingkan dengan bagian penampang yang lain, sehingga hasil bisa diasumsikan terdapat hubungan tetapi dengan tingkat kebenarannya 89% dan kesalahannya 11%. Di lihat dari nilai berat jenis yang paling besar adalah di bagian tepi dan nilai proporsi serabut yang paling besar adalah di bagian tepi. Keseluruhan bagian penampang lintang

hubungan korelasinya adalah negatif, jika proporsi serabut meningkat maka akan menurunkan nilai berat jenis dan sebaliknya.

Hubungan berat jenis dengan kerapatan pola ikat

Kerapatan pola ikat pembuluh merupakan jumlah pola ikat pembuluh untuk setiap luasan tertentu (mm^2). Pada Tabel 9 menunjukkan bahwa tidak adanya hubungan antara kerapatan pola ikat dengan berat jenis di berbagai lapisan melintang. Menurut penelitian Rahmika (2018) Kerapatan ikatan pembuluh pada bagian tepi lebih tinggi dibanding dengan bagian-bagian lain. Hal ini karena pada bagian tepi ukuran pola ikat relatif paling kecil dan rapat sehingga tentu saja kerapatannya akan meningkat, sedangkan berat jenis berkaitan dengan berat sel bukan dari penampilan fisik. Tipe pola ikat pembuluh pada bambu betung ini adalah tipe IV yang menurut Liese (1985) ikatan pembuluh terdiri atas tiga bagian yaitu ikatan pembuluh pusat dan dua ikatan serabut yang terletak di sebelah dalam dan luar dari ikatan pembuluh pusat.

Pada bagian luar ikatan pembuluh berukuran kecil dalam jumlah yang banyak, sedangkan pada bagian dalam berukuran besar dalam jumlah yang sedikit. Jumlah ikatan pembuluh pembuluh berkurang dari bagian tepi ke bagian dalam dan dari bawah ke ujung batang (Widjaja, 2001), Sehingga mempengaruhi kerapatan pola ikat dengan jumlah pola ikat yang sedikit dan berukuran besar di bagian dalam, dengan demikian kerapatan pola ikatnya jarang atau tidak rapat, dibandingkan dengan bagian lain. Berdasarkan trennya nilai kerapatan pola ikat mengalami penurunan nilai dari tepi ke dalam, sama halnya dengan berat jenis yang mengalami penurunan nilai dari tepi ke dalam.

Namun dilihat nilai korelasi berdasarkan Sugiyono (2011) korelasi yang paling kuat adalah di bagian tepi sebesar 57% hal ini disebabkan karena nilai signifikannya mendekati 0,05, sehingga hasil bisa diasumsikan terdapat hubungan tetapi dengan tingkat kebenarannya 39% dan kesalahannya 61%. Sedangkan nilai signifikan yang paling kecil adalah pada bagian dalam sebesar 0,33 yang diasumsikan terdapat hubungan dengan tingkat kebenaran 67% dan kesalahan 33% tetapi kekuatan korelasinya lebih kecil dibandingkan dengan bagian tepi sebesar 48%. Di bagian tepi dan pusat memiliki hubungan korelasi yang negatif sedangkan di bagian tengah dan dalam memiliki hubungan korelasi yang positif.

Hubungan berat jenis dengan luas rantai serat 1

Rantai serat 1 merupakan rantai serat yang mengarah ke dalam (bagian bawah). Pada Tabel 9 menunjukkan bahwa tidak adanya hubungan antara luas rantai serat 1 dengan berat jenis di berbagai lapisan melintang. Hal ini dikarenakan pada proporsi serabut yang terdiri dari rantai serabut 1 dan 2 tidak ada hubungan dan tidak ada pengaruh terhadap berat jenis. Berdasarkan trennya nilai luas rantai serat 1 mengalami penurunan nilai dari tepi ke dalam, sama halnya dengan berat jenis yang mengalami penurunan nilai dari tepi ke dalam. Menurut penelitian Rahmika (2018) bahwa luas rantai serabut 1 yang paling besar adalah di bagian tepi pada posisi pangkal, karena pada bagian ini pola ikat pembuluh hanya terdiri dari rantai serat 1 yang lebih besar dari rantai pembuluh pusat. Sedangkan pada bagian tengah penampang melintang sudah terlihat bentuk serabut agak membulat dan tebal dan sudah ada rantai serat 2. Demikian pula pada bagian pusat bentuk rantai serat 1 dan rantai serat 2 serabutnya yang lebih memanjang. Sementara pada bagian dalam bentuk pola mirip dengan bagian pusat namun rantai serat 1 dan 2 lebih memanjang dan tipis bahkan berbentuk tidak sempurna.

Namun dilihat nilai korelasi berdasarkan Sugiyono (2011) korelasi yang paling kuat adalah di bagian tepi sebesar 50% hal ini disebabkan karena nilai signifikannya mendekati 0,05, sehingga hasil bisa diasumsikan terdapat hubungan tetapi dengan tingkat kebenarannya 33% dan kesalahannya 67%. Sedangkan nilai signifikan yang paling kecil adalah pada bagian pusat sebesar 0,61 yang diasumsikan terdapat hubungan dengan tingkat kebenaran 39% dan kesalahan 61% tetapi kekuatan korelasinya lebih kecil dibandingkan dengan bagian tepi sebesar 27%. Di bagian tepi memiliki hubungan korelasi yang negatif sedangkan di bagian tengah, pusat dalam memiliki hubungan korelasi yang positif.

Hubungan berat jenis dengan luas rantai serat 2

Rantai serat 2 merupakan rantai serat yang mengarah ke bagian luar (atas). Pada Tabel 9 menunjukkan bahwa tidak adanya hubungan antara luas rantai serat 2 dengan berat jenis di berbagai lapisan melintang. Sama halnya dengan rantai serabut 1 yaitu pada proporsi serabut yang terdiri dari rantai serabut 1 dan 2 tidak ada hubungan dan tidak ada pengaruh terhadap berat jenis. Berdasarkan trennya nilai luas rantai serat 2 mengalami penurunan nilai dari tepi ke dalam, sama halnya dengan berat jenis yang mengalami penurunan nilai dari tepi ke dalam. Menurut penelitian Rahmika (2018) nilai luas rantai serat 2 lebih kecil dibanding

dengan luas rantai serat 1, karena rantai serat 2 perlahan muncul di bagian tengah terus ke pusat dan dalam, namun luasnya tidak sebesar rantai serat 1. Kemunculan rantai serat 2 optimal dibagian tengah pada posisi pusat dan di bagian pusat pada posisi tengah batang.

Namun dilihat nilai korelasi berdasarkan Sugiyono (2011) korelasi yang paling kuat sebesar 41% hal ini disebabkan karena nilai signifikannya lebih mendekati 0,05, sehingga hasil bisa diasumsikan terdapat hubungan tetapi dengan tingkat kebenarannya 58% dan kesalahannya 42%. Keseluruhan bagian penampang melintang memiliki hubungan korelasi yang negatif. Salah satu yang mempengaruhi berat jenis adalah sel serabut (sklerenkim) yang terdapat di dalam ikatan pembuluh karena memiliki dinding sel lebih tebal dibandingkan dengan jaringan dasar sehingga berpengaruh terhadap berat sel (Nuriyatin, 2000). Semakin tebal dinding sel maka makin besar pula kandungan alfa, holoselulosa dan lignin serta semakin berat sel, semakin berat sel maka semakin tinggi nilai berat jenis.

Kesimpulan

Adapun kesimpulan dari hasil penelitian ini yaitu :

1. Nilai berat jenis pada penampang melintang dari bagian tepi sampai ke dalam menurun misalnya di posisi pangkal pada bagian tepi sebesar 0,730, tengah sebesar 0,485, pusat sebesar 0,417 dan dalam sebesar 0,358. Nilai berat jenis di posisi tengah pada penampang melintang dari bagian tepi sampai ke dalam juga menurun misalnya pada bagian tepi sebesar 0,715, tengah sebesar 0,533, pusat sebesar 0,443 dan dalam sebesar 0,402. Rata-rata berat jenis di posisi tengah sebesar 0,523.
2. Struktur pola ikat pembuluh yaitu proporsi serabut, kerapatan pola ikat, rantai serat 1 dan rantai serat 2 yang memiliki nilai yang berbeda dari setiap lapisan penampang melintang, sama halnya dengan berat jenis yang memiliki nilai yang berbeda dari setiap lapisan penampang antara distribusi pola ikat dengan setiap bagian lapisan penampang melintang dengan hasil korelasinya tidak ada hubungan antara berta jenis di berbagai lapisan penampang lintang dengan struktur pola ikat.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdul, Haris. 2008. Pengujian Sifat Fisis dan Mekanis Buluh Bambu Sebagai Bahan Kontruksi. Skripsi. Fakultas Kehutanan. Institut Pertanian Bogor, Bogor
- Adi, Setiadi. 2009. Sifat Kimia Beberapa Jenis Bambu pada Empat Tipe Ikatan Pembuluh. Skripsi. Fakultas Kehutanan. Institut Pertanian Bogor, Bogor

- Dirga, S.P. 2012. Karakteristik Bilah dan Buluh Bambu Gombang dan Mayan. Skripsi. Fakultas Kehutanan. Institut Pertanian Bogor, Bogor
- Dwi, P.L. 2014. Sifat Kimia dan Anatomi serta Pengaruhnya terhadap Kekuatan Tarik pada Lima Jenis Bambu. Skripsi. Fakultas Kehutanan. Institut Pertanian Bogor, Bogor
- Fadillah, Rahmika. 2018. Karakteristik Serabut dan Berat Jenis (BJ) Bambu Betung (*Dendrocalamus asper* Backer) pada Penampang Melintang dan Posisi Batang. Skripsi. Universitas Bengkulu, Bengkulu
- Grosser D, Liese W. 1971. On the anatomy of Asian bamboos, with spesial reference to their vaskular bundles. *Wood Sci and Tech* 5: 290-312.
- Gusti, M.O. 2005. Cara Penentuan Kelas Kuat Acuan Bambu Betung. Mektek VI (18)
- Karyono., Dwi Satya Palupi., Suharyanto. 2007. Fisika untuk SMA dan MA Kelas XI. BSE, Bogor
- Liese, W. 1980. Anatomy of Bamboo. *Dalam : Bamboo Research in Asia. Proceeding of a workshop held in Singapore, 28 – 30 May 1980.* hal. 161 – 164.
- Liese W. 1985. Anatomy and properties of Bamboo. *Proceedings of the International Bamboo Workshop recent research on bamboo. Singapore 28-30 May 1980*
- M, Loiwatu. 2006. Komponen Kimia dan Anatomi Tiga Jenis Bambu. Skripsi. Fakultas Pertanian. Universitas Pattimura, Ambon
- Niken, Pujirahayu. 2012. Kajian Sifat Fisik Beberapa Jenis Bambu di Kecamatan Tonggauna Kabupaten Konawe. *Agriplus XXII* (2)
- Nuriyatin, Nani. 2000. Studi Analisa Sifat-Sifat Dasar Bambu Pada Beberapa Tujuan Penggunaan. Tesis. Jurusan Ilmu Pengetahuan Kehutanan. Institut Pertanian Bogor, Bogor
- Nuriyatin, Nani. 2012. Pola Ikatan Pembuluh Bambu sebagai Pneduga Pemanfaatan Bambu. Disertasi Sekolah Paca Sarjana. IPB, Bogor.
- Orina, M. M. 2010. Karakteristik Papan Serat Berkerapatan Sedang dari Pulp Bambu Betung Melalui Proses Chemical Mechanical Pulping (CMP). Skripsi. Universitas Sumatera Utara
- Pande, P.K. 2009. Variation in fibre dimensions of some commercially important bamboo species of India. *Journal of the Indian Academy of Wood Science*, 6(1-2): 7-11.
- Putro, D.S., Jumari, Murningsih. 2014. Keanekaragaman Jenis dan Pemanfaatan Bambi di Desa Lopait Kabupaten Semarang Jawa Tengah. *Jurnal Biologi III* (2): 71-79

- Rulliaty, S., Hadjib, N., Jasni, Suprpti, S., Muslich, M., Komarayati, S., Pari, G., Basri, E., Sulastiningsih, I. M. & Abdurahman. (2012). Sifat Dasar dan Kegunaan Bambu. Laporan Hasil Penelitian. Bogor: Pusat Penelitian dan Pengembangan Keteknikan Kehutanan dan Pengolahan Hasil Hutan.
- Sitorus, R. (1997). Analisa Pemanfaatan Bambu di Daerah Transmigrasi Oransbari Kabupaten Manokwari. Skripsi. Fakultas Pertanian. Universitas Cendrawasih, Monokwari
- Smith, D. M. 1995. A Comparison of Two Methods for Determining the Specific Gravity of Small Samples of Second-Growth Douglas-Fir. U. S. Department of Agriculture. University of Wisconsin
- Tamolang, F. N., Lopez, F. R., Semara, S. A., Casin, R. F. and T. B. Espiloy. 1980. Properties and Utilization of Phillipines Erect Bamboos. *Dalam* : Bamboo Research in Asia. Singapore, 28-30 May 1980. International Development Reseach Centre. Ottawa.
- Teguh, Sugiyarto., Eny, Ismawati. Ilmu Pengetahuan Alam untuk SMP/Mts Kelas VII. BSE, Bogor
- Widjaja, E. A. 2001. Identikit Jenis-Jenis Bambu di Kepulauan Sunda Kecil. Puslitbang Biologi. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI). Bogor