KEKUATAN TEKAN DAN RASIO POISSON KAYU PANGSOR (*Ficus callosa* WILLD) DAN KECAPI (*Sandoricum kucape* MERR)

Compression Strength and Poisson's Ratio of Pangsor (Ficus callosa *WILLD) and Kecapi (*Sandoricum kucape *MERR) Wood*

Lusita WARDANI[1], Effendi Tri BAHTIAR[2], Ignasia Maria SULASTININGSIH[3], Atmawi DARWIS[4], Lina KARLINASARI[2], Naresworo NUGROHO[2], Surjono SURJOKUSUMO[2]
Corresponding Author: bahtiar_et@yahoo.com

ABSTRACT

Pangsor (*Ficus callosa* WILLD) and kecapi (*Sandoricum kucape* MERR) are usually planted in garden and rural forest. The objective of this study was to determine its specific gravity (SG), maximum crushing strength ($\sigma_{c//}$), longitudinal modulus elasticity (E_L), and Poisson's ratio (ν). The compression test was conducted referring to ASTM D143-94(2000) using UTM Instron 3369 which is equipped with two biaxial clip on extensometers. The result showed that vertical and horizontal position of wood in the trees statistically significant influenced on SG and $\sigma_{c//}$. Horizontal position in Pangsor wood affected its EL, but the other position in both species were not significantly different. There were poor correlations between SG with E_L and $\sigma_{c//}$. Poisson's ratio value of both woods were in a range 0.0045 – 0.275 for longitudinal-radial direction (ν_{LR}), and 0.0151 – 0.1289 for longitudinal-tangensial direction (ν_{LT}).

Keywords : Longitudinal Modulus of Elasticity, Maximum Crushing Strength, Poisson's Ratio, Pangsor wood, Kecapi wood

PENDAHULUAN

Pohon pangsor (*Ficus callosa* WILLD*)* merupakan pohon berbanir yang menurut Heyne (1988) dapat mencapai ketinggian 27 m dan diameter 60-80 cm. Kayunya digolongkan dalam kelas awet rendah sekali, namun karena berukuran besar dan lurus bisa digunakan untuk kano atau rumah-rumah sementara. Seng (1990) melaporkan bahwa pengujian 6 contoh uji bagian gubal (*sapwood*) kayu pangsor memperoleh berat jenis (BJ) rata-rata 0,33 dengan kelas kuat IV dan kelas awet V.

Banir merupakan akar besar pada semua sisi batang pohon, menyebar horizontal sejauh 30 m. Tinggi banir dapat mencapai 4,5 m, namun mempenetrasi tanah dangkal dan tidak mencapai lapisan yang lebih dalam. (Crook *et al*, 1997).

Banir merupakan bagian pohon yang menerima beban tarik, dan berfungsi untuk mengatasi tegangan akibat kanopi. Pada pohon berkanopi asimetris, ukuran banir menjadi lebih besar pada sisi yang berseberangan dengan kanopi yang besar. Banir mencegah pohon tumbang sekaligus menyerap lebih banyak nutrisi. Kondisi pohon berbanir yang khas tersebut mempengaruhi sifat fisik dan mekanis kayunya sehingga diduga distribusi berat jenis, modulus elastisitas, dan kekuatannya berbeda dengan pohon tak berbanir. Sampai saat ini belum diperoleh data yang memadai mengenai distribusi BJ dan kekuatan kayu pohon berbanir, sehingga diperlukan eksplorasi terkait kekhasan pola penyebaran sifat fisis mekanis kayu berdasarkan posisi vertikal dan horizontalnya di dalam pohon pangsor sebagai salah satu contoh pohon berbanir. Sebagai pembanding, pada penelitian ini diuji pula kayu kecapi sebagai contoh pohon tak berbanir.

Pohon kecapi (*Sandoricum kucape* MERR) merupakan pohon buah yang tingginya dapat mencapai 25-30 m, dan diameter 70-90 cm, sehingga potensial dimanfaatkan sebagai salah satu alternatif bahan baku konstruksi. Bila digergaji menjadi papan, kayu kecapi bertekstur kasar dan warnanya kurang bagus, juga tidak dapat dikerjakan menjadi licin. Selain itu, kayu kecapi pada umumnya ringan dan awet sehingga biasanya digunakan untuk komponen bagian atas rumah seperti reng atau kaso (Heyne, 1988). Seng (1990) melaporkan bahwa berdasarkan pengujian 11 contoh uji bagian teras (*heartwood*) memperlihatkan bahwa kayu kecapi memiliki BJ 0,49±0,048, dan tergolong dalam kelas kuat III-IV dan kelas awet IV-V.

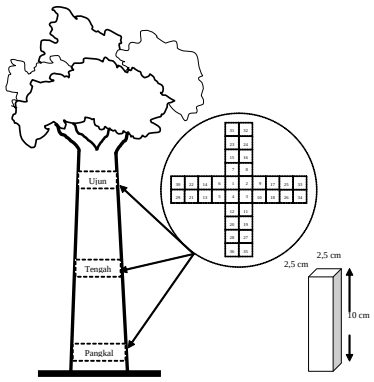
Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi penyebaran sifat mekanis kayu terutama kekuatan tekan dan rasio Poisson pada berbagai posisi asalnya (vertikal dan horizontal) di pohon. Jenis yang dipilih yaitu Pangsor sebagai contoh pohon berbanir dan kecapi (tidak berbanir).

BAHAN DAN METODE

Bahan yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah kayu yang diperoleh dari pohon pangsor berdiameter 44 cm dan kecapi berdiameter 33 cm yang berasal dari Kabupaten

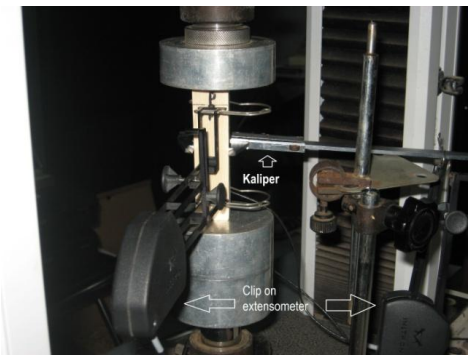
[1] Fakultas Kehutanan, Universitas Lambung Mangkurat, Banjarmasin
[2] Departemen Hasil Hutan Fakultas Kehutanan IPB
[3] Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan, Kemenhut RI
[4] Sekolah Ilmu dan Teknologi Hayati, ITB

Pandeglang, Propinsi Banten, Indonesia. Sampel berupa lempengan kayu (*disk*) diambil dari tiga ketinggian: pangkal, tengah dan ujung bebas cabang dengan ketebalan 20 cm. Contoh uji berbentuk balok berukuran (2,5x2,5x10) cm diambil dari masing-masing disk dengan pola pengambilan mengacu pada prosedur ASTM D5536-94 (2004) seperti diperlihatkan pada Gambar 1. Sebagai titik pusat pengambilan contoh adalah empulur.



Gambar 1. Pola Pengambilan Contoh Uji

Pengujian berat jenis dan kadar air menggunakan metode gravimetri. Nilai keteguhan tekan maksimum sejajar serat ($\sigma_{c//}$), Modulus Elastisitas Longitudinal (E_L), dan rasio Poisson (η) diperoleh melalui pengujian tekan sejajar serat yang mengacu pada prosedur ASTM D143-94(2000). Untuk memperoleh nilai rasio Poisson, Universal Testing Machine (UTM) yang dipergunakan untuk penelitian ini dilengkapi dengan dua buah *clip on extensometer* dan satu buah caliper (Gambar 2). Pembacaan beban dan elongasi pada dua arah (pemendekan arah aksial dan penambahan lebar arah transversal) sepenuhnya *computerized*, dan kecepatan pembebanan ditetapkan sebesar 1,3 mm per menit. Pengukuran lebar pada contoh uji berkode ganjil dilakukan pada arah tangensial untuk mendapatkan rasio Poisson Longitudinal-Tangensial (ν_{LT}), sedangkan pengukuran lebar contoh berkode genap pada arah radial untuk mendapatkan rasio Poisson Longitudinal-Radial (ν_{LR}).



Gambar 2. Konfigurasi Pengujian Tekan Sejajar Serat

Nilai-nilai $\sigma_{c//}$, E_L, ν_{LR}, dan ν_{LT} dihitung berdasarkan rumus-rumus berikut:

$$\sigma_{c//} = {}^{P_{max}}/_{A} \quad \text{.....(1)}$$

$$E_L = {}^{\Delta_P}/_{\Delta_L} \, {}^{L}/_{A} \quad \text{.....(2)}$$

$$\nu_{LR} = -\left({}^{\Delta_R}/_{\Delta_L}\right)\left({}^{L}/_{R}\right) \quad \text{.....(3)}$$

$$\nu_{LT} = -\left({}^{\Delta_T}/_{\Delta_L}\right)\left({}^{L}/_{T}\right) \quad \text{.....(4)}$$

di mana:

$\sigma_{c//}$: kekuatan tekan maksimum sejajar serat (kg/cm^2)
A : luas penampang (cm^2)
E_L : modulus elastisitas longitudinal (kg/cm^2)
ν_{LR} : rasio Poisson arah Longitudinal-Radial
ν_{LT} : rasio Poisson arah Longitudinal-Tangensial
P_{max} : beban maksimum (kg)
Δ_P/Δ_L: slope kurva beban-deformasi (kg/cm)
Δ_R/Δ_L: slope kurva deformasi radial-longitudinal
Δ_T/Δ_L: slope kurva deformasi tangensial-longitudinal
L : panjang mula-mula pengukuran aksial (7 cm)
R : panjang mula-mula sisi radial (cm)
T : panjang mula-mula sisi tangensial (cm)

Sebelum data-data hasil pengujian dihitung, dilakukan evaluasi bentuk-bentuk kerusakan. Enam macam kemungkinan kerusakan diamati yaitu *crushing*, *wedge splits*, *shearing*, *splitting*, *compression and shearing parallel to grain*, dan *end rolling (brooming),* namun hanya tiga jenis kerusakan yaitu *crushing*, *wedge split*, dan *shearing* yang datanya dapat dipergunakan untuk menentukan nilai $\sigma_{c//}$, E_L, ν_{LT} dan ν_{LR}. Oleh karena pengukuran deformasi arah aksial menggunakan *clip on extensometer* yang jarak antar ujungnya ditetapkan sebesar 7 cm, maka hasil pengujian yang dipergunakan adalah contoh uji yang kerusakannya terjadi di dalam tanda batas 7 cm tersebut. Sedangkan contoh uji yang rusak di luar tanda batas tidak dipergunakan dalam penentuan nilai-nilai mekanisnya.

Analisa data untuk mendapatkan distribusi sifat-sifat mekanis tersebut di dalam sebatang pohon dilakukan melalui regresi liniear berganda dengan peubah boneka (*dummy variable*) yang dilanjutkan dengan uji t-student. Model yang dipilih yaitu:

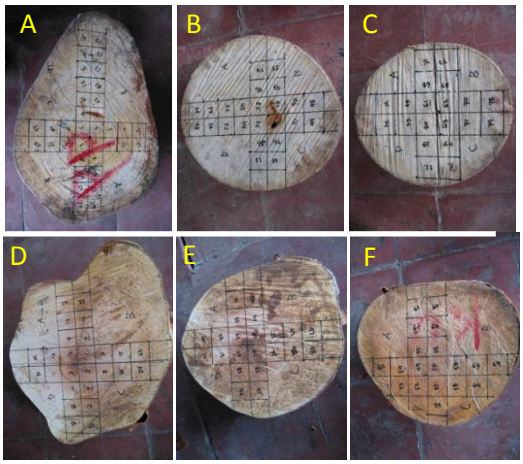
$$Y = A+Bh+Cv+e \quad \text{.....(5)}$$

di mana:

Y : sifat mekanis ($\sigma_{c//}$, E_L, η_{LR}, dan η_{LT})
A : konstanta
B, C : koefisien regresi
h : peubah boneka yang mewakili posisi vertikal (pangkal h=1; tengah h=2; ujung; h=3)
v : jarak dari empulur (tiap 1 satuan = 2,5 cm)
e : sisaan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pola pengambilan contoh uji mengacu pada prosedur yang dipersyaratkan ASTM D5536-94(2004), sehingga dari 3 (tiga) disk kayu pangsor diperoleh 80 contoh uji yaitu 36, 24, dan 20 buah berturut-turut dari disk pangkal, tengah dan ujung. (Gambar 3A,B,C). Sedangkan dari kayu kecapi diperoleh 67 contoh uji yaitu 26, 22, dan 19 buah dari disk pangkal, tengah, dan ujung (Gambar 3D,E,F).



Gambar 3. Pengambilan contoh uji kayu (A-C Pangsor; D-F Kecapi; A,D Pangkal; B,E Tengah; C,F Ujung)

Berat Jenis (BJ)

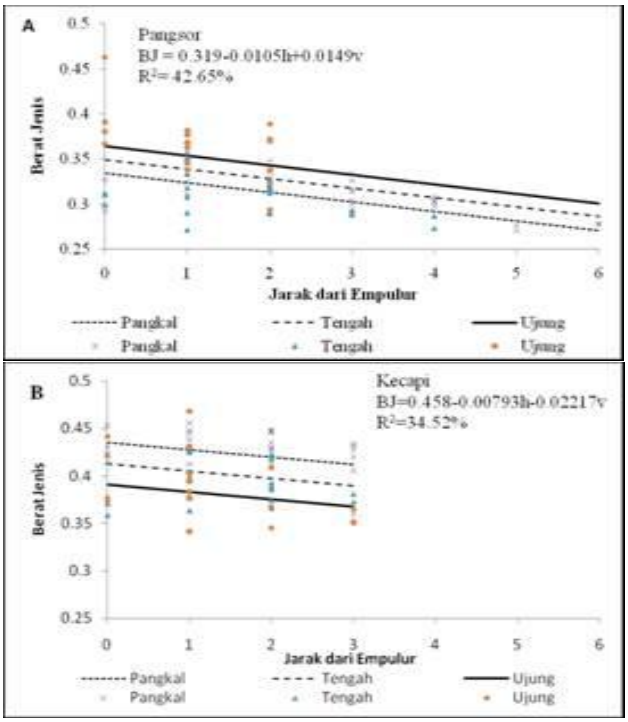
Setelah diangin-anginkan, pengujian kadar air dan BJ dilakukan dengan prosedur gravimetri. Kadar air kering udara contoh uji berkisar antara 14-15%. Dari Tabel 1 diketahui bahwa rata-rata BJ kayu pangsor adalah 0,33 sedangkan BJ kayu kecapi adalah 0,40. Nilai ini tidak jauh berbeda dengan laporan Seng (1990) yang menyatakan nilai BJ kayu pangsor adalah 0,33 dan kayu kecapi adalah 0,49. Berdasarkan berat jenisnya, kayu pangsor termasuk kelas kuat IV PKKI NI-5 1961, sedangkan kecapi termasuk kelas kuat III-IV.

Tabel 1. Berat jenis kayu pangsor dan kecapi

	Pangkal	Tengah	Ujung	Rataan
Pangsor	0,32	0,31	0,36	0,33
Kecapi	0,43	0,39	0,39	0,40

Tabel 2. Uji *t-student* koefisien regresi berganda dengan *dummy variable* terhadap BJ kayu pangsor

	Koefisien	*Standar Error*	*t Stat*	*Nilai-p*
Konstanta	0,3192	0,0110	28,9501	0,0000
Horisontal	-0,0105	0,0028	-4,2494	0,0000
Vertikal	0,0149	0,0042	3,5289	0,0007



Gambar 4. Distribusi BJ kayu (A. Pangsor; B. Kecapi)

Tabel 3. Uji *t-student* koefisien regresi berganda dengan *dummy variable* terhadap BJ kayu kecapi

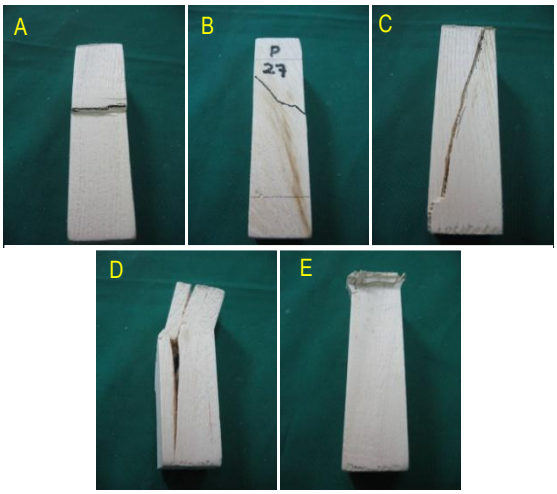
	Koefisien	*Standar Error*	*t Stat*	*Nilai-p*
Konstanta	0,4577	0,0104	44,1192	0,0000
Horisontal	-0.0079	0.0035	-2.2817	0.0261
Vertikal	-0.0222	0.0041	-5.3645	0,0000

Distribusi BJ kayu pangsor dan kecapi di dalam batang pohonnya diperlihatkan pada Gambar 4. Posisi vertikal (v) dan horizontal (h) kayu pangsor secara nyata mempengaruhi BJ-nya (Tabel 2). Seperti terlihat pada Gambar 4A, BJ kayu pangsor dekat empulur lebih tinggi daripada bagian tepinya, dan pada posisi vertikal ujung kayu pangsor memiliki berat jenis tertinggi, selanjutnya berturut turut diikuti bagian tengah dan ujung. Hal ini berlawanan dengan lazimnya pohon seperti beberapa penelitian (Haygreen dan Bowyer, 1989; Tsoumis, 1991) menyebutkan bahwa berat jenis kayu bagian pangkal pada umumnya lebih tinggi daripada tengah dan ujung. Iswanto (2008) melaporkan bahwa BJ beberapa jenis kayu yang ditelitinya (sengon buto, karet, gmelina, mangium, sonokeling, dan angsana) secara umum menurun dari pangkal menuju ujung; semakin ke ujung, BJ kayu semakin rendah. Abdurachman (2009) melaporkan kondisi yang serupa pada kayu Bisbul, dan Ishiguri, *et al*. (2010) untuk kayu Agathis dan Pinus. Laporan-laporan tersebut selaras dengan observasi pada kayu kecapi yang memperlihatkan bahwa bagian pangkal kayu kecapi memiliki BJ paling tinggi daripada pangkal dan

ujung (Gambar 4B). Uji t koefisien regresi memperlihatkan bahwa posisi horizontal dan vertikal kayu kecapi secara sangat nyata mengakibatkan BJ yang berbeda pula (Tabel 3).

Jenis-jenis Kerusakan

Lima jenis kerusakan akibat pembebanan tekan sejajar serat teridentifikasi pada penelitian ini yaitu *crushing, shearing, splitting, compression and shearing parallel to grain*, dan *end rolling* (*brooming*), sedangkan *wedge split* tidak ditemukan (Gambar 5). Adapun jumlah contoh uji yang mengalami tiap jenis kerusakan disajikan pada Tabel 4.



Gambar 5. Jenis-jenis kerusakan yang ditemui (A. *Crushing*, B. *Shearing*, C. *Splitting*, D. *Compression and shearing parallel to grain*, E. *End Rolling* atau *Brooming*)

Tabel 4. Jumlah contoh uji tiap jenis kerusakan pada kayu pangsor dan kecapi

Jenis Kerusakan	Pangsor	Kecapi
Crushing	22	32
Shearing	1	0
Splitting	3	4
Compression and shearing parallel to grain	1	0
End rolling (Brooming)	46	28
Wedge split	0	0
Total contoh uji yang diuji	73	60
Sisa (rusak sebelum pengujian)	7	7
Total contoh uji	80	67

Sebagian besar kerusakan pada pengujian tekan sejajar serat adalah *end rolling* (*brooming*) (Tabel 4). Fenomena ini terjadi akibat ujung-ujung contoh uji tidak mampu meneruskan beban ke bagian tengah. *End rolling* dapat pula terjadi akibat sisi penampang yang kurang tegak lurus terhadap sisi longitudinalnya. *Splitting* pada umumnya terjadi karena contoh uji miring serat dan *compression and shearing parallel to grain* terjadi akibat gejala tekuk pada batang tekan. Contoh uji yang mengalami salah satu dari tiga jenis kerusakan di atas tidak dapat merepresentasikan nilai sifat mekanis kayunya sehingga hanya 23 contoh uji kayu pangsor dan 26 kayu kecapi yang dapat dievaluasi lebih lanjut. Sejumlah 6 contoh uji kayu kecapi lainnya tidak dapat dievaluasi karena *crushing* terjadi di luar tanda batas 7 cm. Dengan demikian hanya 28,8% dari 80 contoh uji kayu pangsor yang hasil pengujiannya dapat mewakili nilai contoh kecil bebas cacatnya, dan 38,8% dari 67 contoh uji untuk kayu kecapi.

Modulus Elastisitas Longitudinal dan Kekuatan Tekan Maksimum Sejajar Serat

Sebagaimana disajikan pada Tabel 5, dari pengujian 23 contoh uji kayu pangsor diperoleh nilai kekuatan tekan sejajar serat berkisar 178-313 kg/cm^2. Adapun modulus elastisitas longitudinalnya berkisar 21764-309550 kg/cm^2 dengan nilai rata-rata 81379 kg/cm^2. Sedangkan berdasarkan pengujian 26 contoh uji kayu kecapi, diperoleh kekuatan tekan sejajar serat dan modulus elastisitas longitudinalnya berturut-turut berkisar antara 222-345 kg/cm^2 dan 4589-293009 kg/cm^2.

Tabel 5. Ringkasan hasil pengujian tekan sejajar serat kayu pangsor dan kecapi (kg/cm^2)

	Min	Maks	Rataan	Stdev	CV (%)
Pangsor					
$\sigma_{c//}$	179	314	240	33	13,6
E_L	21764	309550	81379	69751	85,7
Kecapi					
$\sigma_{c//}$	222	345	262	31	11,7
E_L	4589	293009	84072	53525	63,7

Posisi pengambilan contoh uji dalam batang pohon merupakan salah satu faktor penting yang berpengaruh terhadap kekuatan tekan sejajar serat kayu. Gambar 6(A) memperlihatkan bahwa E_L kayu pangsor pada arah vertikal lebih tinggi bagian ujung daripada pangkal meskipun tidak tampak signifikan, sedangkan pada arah horizontal cenderung menurun secara signifikan dari empulur ke arah tepi (Tabel 6). Sebaliknya E_L kayu kecapi bagian ujung cenderung lebih rendah daripada pangkal, dan bagian tepi lebih rendah daripada dekat empulur (Gambar 6B) meskipun nilai-p pada Tabel 7 menunjukkan nilai yang tidak signifikan.

Tabel 6. Uji *t-student* koefisien regresi berganda dengan *dummy variable* terhadap E_L kayu pangsor

	Koefisien	*Standar Error*	*t Stat*	*Nilai-p*
Konstanta	10740	40201	0.2671	0.7921
Horisontal	48793	16126	3.0258	0.0067
Vertikal	-1932	11203	-0.1724	0.8648

Tabel 7. Uji *t-student* koefisien regresi berganda dengan *dummy variable* terhadap E_L kayu kecapi

	Koefisien	*Standar Error*	*t Stat*	*Nilai-p*
Konstanta	154196	29314	5.2601	0.0000
Horisontal	-23632	11729	-2.0149	0.0563
Vertikal	-14063	10925	-1.2872	0.2114

Gambar 7 memperlihatkan pola distribusi kekuatan tekan maksimum sejajar serat yang berkebalikan antara kayu pangsor dan kecapi. Pada kayu pangsor, bagian ujung memiliki kekuatan tekan sejajar serat yang secara sangat signifikan lebih tinggi dibanding pangkal (Tabel 8). Rata-rata selisih kekuatan tekan sejajar serat adalah 13,29 kg/cm^2 dari pangkal ke ujung. Sebaliknya untuk kayu kecapi posisi ujung memiliki kekuatan tekan sejajar serat lebih rendah daripada pangkal dengan perbedaan yang sangat signifikan (Tabel 9). Pola yang berlawanan juga terjadi dilihat dari posisi horisontalnya diukur dari empulur. Bagian dekat empulur kayu pangsor cenderung lebih kuat daripada tepi, sebaliknya kayu kecapi semakin ke tepi semakin kuat.

Tabel 8. Uji *t-student* koefisien regresi berganda dengan *dummy variable* terhadap $\sigma_{c//}$ kayu pangsor

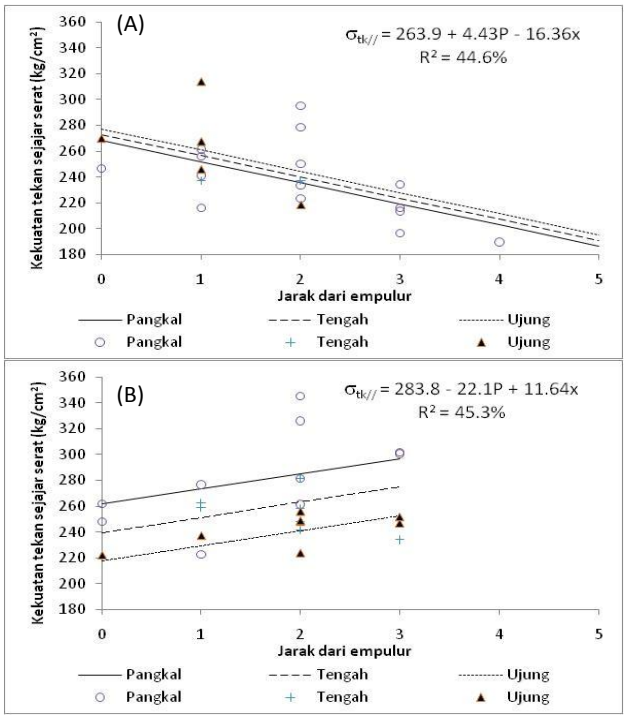
	Koefisien	*Standar Error*	*t Stat*	*Nilai-p*
Konstanta	263.90	17.57	15.0229	0.0000
Horisontal	4.43	7.05	0.6285	0.5368
Vertikal	-16.36	4.90	-3.3412	0.0033

Tabel 9. Uji *t-student* koefisien regresi berganda dengan *dummy variable* terhadap $\sigma_{c//}$ kayu kecapi

	Koefisien	*Standar Error*	*t Stat*	*Nilai-p*
Konstanta	283.84	14.14	20.0789	0.0000
Horisontal	-22.10	5.66	-3.9073	0.0008
Vertikal	11.64	5.27	2.2099	0.0378

Haygreen dan Bowyer (1989), Panshin dan de Zeew (1970), dan Abdurachman (2009) melaporkan pohon pada umumnya memiliki distribusi kekuatan seperti terlihat pada kecapi, pada posisi horizontal dari empulur ke arah tepi semakin kuat karena kayu bagian tepi dibentuk oleh kambium yang sudah dewasa, sedangkan ke arah ujung semakin lemah karena pembentukannya masih dipengaruhi oleh meristem pucuk. Namun kayu pangsor sebagai salah satu vegetasi berbanir memiliki pola yang berlawanan dengan pohon pada umumnya. Bagian pohon yang berfungsi struktural menopang batang pangsor adalah banir sehingga pangkal batang utamanya sendiri tidak lebih kuat daripada bagian ujungnya yang tanpa banir. Keberadaan banir pada pohon pangsor mengakibatkan pola distribusi kekuatan kayu pangsor tidak mengikuti pola pohon pada umumnya. Hal ini didukung pula oleh fakta bahwa BJ kayu pangsor lebih tinggi pada bagian ujung daripada pangkal (Gambar 4A).

Distribusi kekuatan tekan sejajar serat pada arah horizontal kayu pangsor juga menunjukkan pola yang berlawanan dengan pohon pada umumnya. Semakin jauh dari empulur, kayu pangsor cenderung semakin lemah (Gambar 7A) meskipun tidak signifikan, sedangkan pohon pada umumnya semakin dekat ke kulit akan semakin kuat karena dibentuk oleh kambium dewasa. Hal ini selaras pula dengan distribusi BJ kayu pangsor yang semakin ke tepi nilainya juga semakin rendah (Gambar 4A). BJ merupakan indikator ketebalan dinding sel sehingga sifat-sifat kekuatan kayu pada umumnya berbanding lurus dengan BJ-nya. Semakin tinggi BJ maka kekuatan kayu juga semakin tinggi.

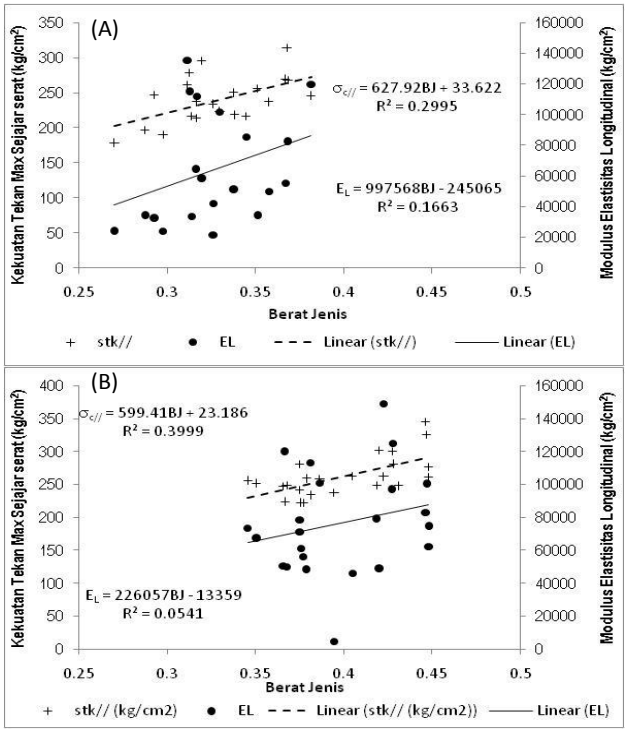


Gambar 7. Distribusi $\sigma_{c//}$ (A. Kayu Pangsor, B. Kayu Kecapi)

Distribusi modulus elastisitas kayu pangsor dan kecapi pada posisi horizontal dan vertikal memiliki pola yang serupa dengan distribusi BJ-nya. Keselarasan pola distribusi antara E_L dan BJ kayu ini, sejalan dengan keeratan hubungan antara keduanya. Rozenberg *et al.* (1999) melaporkan bahwa parameter kerapatan kayu dapat menjelaskan sebagian besar variasi alami dari MOE. Modulus Elastisitas (MOE) dan BJ berkorelasi positif dengan cukup erat. Semakin tinggi BJ maka MOE-nya pada umumnya semakin tinggi pula, sebagaimana terlihat pada Gambar 8A dan 8B berturut-turut untuk kayu pangsor dan kecapi. Gambar 8 tersebut juga memperlihatkan bahwa terdapat kecenderungan korelasi positif antara BJ dan kekuatan tekan sejajar serat kayu pangsor dan kecapi. Kayu

yang ber-BJ tinggi memiliki kekuatan tekan maksimum sejajar serat yang tinggi pula.

BJ merupakan salah satu indikator utama yang telah diadopsi oleh berbagai standar seperti PKKI NI-5 1961, Draft RSNI 2002, ASTM D245, dan lain-lain untuk menduga kekuatan kayu. Namun perlu dipahami pula bahwa BJ dipengaruhi oleh kandungan zat ekstraktif. Kayu yang memiliki kandungan ekstraktif cukup besar akan meningkatkan BJ, sedangkan keberadaan zat ekstraktif tidak banyak berperan pada penambahan kekuatan kayu. Peningkatan BJ pada bagian dekat empulur kayu kecapi diduga lebih disebabkan oleh keberadaan zat ekstraktif karena kekuatan kayu kecapi tetap meningkat dari empulur menuju tepi meskipun BJ-nya cenderung menurun. Jumlah zat ekstraktif pada umumnya menurun dari dekat empulur menuju tepi dekat kulit sebagaimana dilaporkan oleh Ishiguri *et al. (*2010) pada kayu Pinus. Hal itu memberi penjelasan mengapa pola distribusi BJ kayu kecapi pada arah horizontal berkebalikan dengan kekuatan tekan sejajar seratnya, meskipun secara umum terdapat korelasi positif antara BJ dan kekuatan tekan sejajar serat.



Gambar 8. Hubungan BJ dengan $\sigma_{c//}$ dan E_L (A. Kayu Pangsor, B. Kayu Kecapi)

Rasio Poisson

Beberapa konstanta elastis kayu belum diteliti secara menyeluruh karena kesulitan dalam pengukurannya. Rasio Poisson merupakan salah satu konstanta elatis kayu yang ketersediaan data eksprimennya masih sangat sedikit (Sliker, 1971). Akan tetapi dengan adanya kecenderungan untuk menyelesaikan masalah yang komplek dengan usaha yang sungguh-sungguh, maka perhatian yang lebih besar harus senantiasa diberikan untuk mengembangkan cara mengevaluasi semua konstanta.

Nilai rasio Poisson diperlukan dalam analisis struktur bangunan. Sampai saat ini nilai rasio Poisson kayu-kayu Indonesia belum ada, sebaliknya penentuan nilai rasio Poisson berbagai kayu dari luar negeri mulai banyak yang telah diteliti (Winandi, 1994; Baeta, 1997) dan telah didata juga nilai rata-rata antara kayu softwood dan hardwood (Bodig dan Jayne, 1982). Sampai saat ini para perencana struktur bangunan kayu di Indonesia pada umumnya masih menggunakan nilai rasio Poisson yang dilaporkan Bodig dan Jayne (1982) yang diperoleh dari pengujian jenis-jenis kayu dari luar negeri, padahal konstruksi yang dirancangnya menggunakan bahan baku kayu Indonesia.

Ringkasan hasil pengujian rasio Poisson kayu pangsor dan kecapi disajikan pada Tabel 9. Selang nilai yang diperoleh sangat lebar sehingga *Coefficient of Variation* (CV)-nya 33% bahkan mencapai 95%. Variasi rasio Poisson dalam satu batang pohon sangat tinggi, sehingga dapat ditemukan rasio Poisson kayu pangsor dari selang 0,0042-0,0773 dan kayu kecapi 0,0115-0,2750 yang masing-masing berasal satu batang pohon. Nilai ini jauh lebih kecil daripada yang disarankan Bodig dan Jayne (1982) yaitu ν_{LR}=0,37 dan ν_{LT}=0,42 untuk *softwood* dan ν_{LR} =0,37 dan ν_{LR} =0,50 untuk *hardwood.*

Rasio Poisson arah LR kayu pangsor tidak berbeda dengan arah LT, sedangkan pada kayu kecapi arah LR hampir dua kali lipat lebih tinggi daripada arah LT. Namun oleh karena variasi yang sangat tinggi, nilai-nilai rasio Poisson kayu kecapi pada kedua arah (LR dan LT) juga tidak berbeda nyata.

Tabel 9. Ringkasan hasil pengujian rasio Poisson kayu pangsor dan kecapi

	Min	Maks	Rataan	Stdev	CV (%)
Pangsor					
ν_{LR}	0,0042	0,0773	0,0365	0,0281	77,12
ν_{LT}	0,0346	0,0770	0,0479	0,0159	33,17
Kecapi					
ν_{LR}	0,0115	0,2750	0,1175	0,1125	95,74
ν_{LT}	0,0151	0,1289	0,0665	0,0462	69,38

KESIMPULAN

Distribusi BJ kayu pangsor sebagai pohon berbanir berbeda dengan pohon pada umumnya. BJ kayu pangsor meningkat dari pangkal menuju ujung, sebaliknya BJ kayu kecapi bagian ujung lebih rendah daripada pangkal. Pada kedua jenis pohon tersebut, BJ menurun dari dekat empulur menuju tepi dekat kulit.

Distribusi Modulus Elastisitas arah Longitudinal (E_L) pada kedua jenis kayu menunjukkan pola yang serupa dengan distribusi BJ-nya. Sementara itu, kekuatan tekan maksimum sejajar serat ($\sigma_{c//}$) kayu pangsor meningkat dari pangkal ke ujung dan menurun dari dekat empulur menuju tepi dekat kulit, sebaliknya pada kayu kecapi bagian ujung lebih rendah daripada pangkal dan bagian dekat empulur lebih rendah daripada tepi dekat kulit.

Pada kedua jenis kayu terdapat kecenderungan hubungan yang berbanding lurus antara BJ dengan E_L dan $\sigma_{c//}$. Apabila BJ meningkat maka E_L dan $\sigma_{c//}$ cenderung meningkat pula, Namun demikian koefisien korelasi yang terbentuk dari hubungan tersebut masih rendah. Nilai rata-rata rasio poisson kayu pangsor dan kecapi arah LR dan LT sangat rendah dibandingkan dengan rujukan yang biasa digunakan.

DAFTAR PUSTAKA

Abdurachman. 2009. Sifat Fisik dan Mekanik Kayu Bisbul (*Diospyros blancoi* A.DC.). Jurnal Ilmu dan Teknologi Kayu Tropis, Vol 7. No 2: 49-55.

[ASTM] American Society for Testing and Materials. 2004. Standard Practice for Sampling Forest Trees for Determination of Clear Wood Properties. ASTM D 5536-94 (Reapproved 2004).United States.

[ASTM] American Society for Testing and Materials. 2000. Standard Test Methods for Small Clear Specimens of Timber. ASTM D 143-94 (Reapproved 2000). United States.

Baeta RD. 1997. Mechanical Properties of Wood an Indigenous Building Material. Journal of Applied Science and Technology, Vol.2 Nos. 1&2: 35-57

Bodig J dan Jayne BA. 1982. Mechanics of Wood and Wood Composites. Krieger Publishing Company. Malabar, Florida.

Crook MJ, Ennos AR, dan Banks JR. 1997. The function of buttress roots: a comparative study of the anchorage systems of buttressed (Aglaia and Nephelium ramboutan species) and non-buttressed (Mallotus wrayi) tropical trees. J. Experimental Botany 48(9):1703-1716.

Haygreen JG dan Bowyer JL. 1989. Hasil Hutan dan Ilmu Kayu. Terjemahan. Diterjemahkan oleh Soetjipto A. H. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.

Heyne K. 1988. Tumbuhan Berguna Indonesia. Yayasan Sarana Wana Jaya. Koperasi Karyawan, Departemen Kehutanan. Jakarta.

Ishiguri F, Wahyudi I, Iizuka K, Yokota S, dan Yoshizawa N. 2010. Radial variation of Wood Property in *Agathis sp.* And *Pinus insularis* Growing at Plantation in Indonesia. Wood Research Journal, Journal of Indonesian Wood Research Society, Vol 1. No 1:1-6.

Iswanto AH. 2008. Sifat Fisis Kayu: Berat Jenis dan Kadar Air pada Beberapa Jenis Kayu. USU e-Repository. Medan.

Panshin AJ dan de Zeeuw C. 1970. Textbook of Wood Technology. McGraw-Hill Book Company, New York. Pp 237-275

Rozenberg P, Franc A, Mamdy C, Launay J, Schermann N, dan Bastien JC. 1999. Genetic control of stiffness of standing Douglas fir; from the standing stem to the standardized wood sample, relationships between modulus of elasticity and wood density parameters. Part II. Ann. For. Sci. 56 (1999):145-154.

Seng OD. 1990. Berat Jenis dari Jenis-Jenis Kayu Indonesia dan Pengertian Beratnya Kayu untuk Keperluan Praktek. Pusat Riset dan Pengembangan Hasil Hutan. Departemen Kehutanan. Bogor.

Sliker A. 1971. Measuring Poisson's Ratios in Wood. Paper was presented at 1971 SESA fall meeting held in Milwaukee, Wisconsin, on Oktober 19-22.

Tsoumis G. 1991. Science and Technology of Wood: Structure, Properties, Utilization. Van Nostrand Reinhold. New York.

Winandi JE. 1994. Wood Properties. Di dalam: Arntzen, Charles J, editor. Encyclopedia of Agricultural Science. Orlando, FL. Academic Press: 549-561, Vol. 4.