

## PENGARUH PRA-PERLAKUAN PENGUKUSAN (*STEAMING*) TERHADAP KARAKTERISTIK KAYU JABON TERPADATKAN

Meylida Nurrachmania<sup>1</sup>,

<sup>1</sup>Dosen Program Studi Kehutanan Fakultas Pertanian USI

**Abstrak:** Prinsip dasar proses pembuatan kayu kompresi/terpadatkan dapat dibagi menjadi 3 tahap, yaitu: (1) pelunakan (*softening*); (2) deformasi (*deformation*); dan (3) fiksasi (*fixation*). Kayu harus mengalami pelunakan terlebih dahulu, dan selanjutnya akan mengalami tahap deformasi pada saat pengempaan/pengepresan. Pra-perlakuan dengan cara pengukusan (*steaming*) sebelum kayu dikempa panas diharapkan dapat membantu proses pelunakan dan deformasi kayu, serta memperbaiki karakteristik kayu kompresi yang dihasilkan. Kayu jabon (*Anthocephalus cadamba*) berukuran 10cm (L) x 5cm (T) x 2cm (R) dikempa (T: 170°C) pada arah radial (R) dengan target pemadatan 50% dari ketebalan awal. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kerapatan kayu yang dipadatkan meningkat 59,5% - 86,5% dari kerapatan awal. Produk kayu kompresi yang dihasilkan masih belum mencapai fiksasi permanen karena nilai *Recovery of Set* (RS)-nya masih cukup tinggi: 57,44% (60 menit); 66,16% (120 menit); dan 74,56% (kontrol).

Kata kunci: *Kayu Kompresi, Jabon, Pengukusan, Recovery Of Set*

### PENDAHULUAN

Beragamnya jenis kayu akan memberikan perbedaan pada kualitas yang diperoleh dari kayu tersebut. Namun demikian, pada dasarnya sifat dan kualitas kayu tidak hanya tergantung pada jenisnya saja, melainkan juga pada perlakuan yang diberikan (Pramana, 2000; Amin, 2003). Berbagai usaha dalam rangka meningkatkan kualitas kayu dan efisiensi pemanfaatannya telah banyak dilakukan, antara lain dengan cara peningkatan sifat fisik-mekanik kayu. Menurut Sulistyono (2002), salah satu cara yang dapat dilakukan untuk meningkatkan sifat kayu adalah melalui teknik pengepresan (*wood densifying by compression*). Teknik densifikasi kayu merupakan teknik pengempaan/pengepresan kayu utuh (*solid*) yang bertujuan untuk meningkatkan kualitas kayu (kerapatan, kekerasan dan kekuatan). Pemadatan kayu dengan cara pengempaan (*compression*) dapat memodifikasi sifat-sifat kayu dibawah kondisi tanpa merusak struktur sel kayu (Stamm, 1964). Teknik ini dapat diterapkan pada jenis-jenis kayu cepat tumbuh yang pada umumnya berkualitas rendah (BJ rendah) melalui peningkatan kerapatannya.

Produk kayu yang dipadatkan dikenal dengan istilah kayu terpadatkan '*densified wood*' (Sulystiono *et al.*, 2001; 2002) atau kayu kompresi '*compressed wood*' (Amin *et al.*, 2007). Produk pemadatan kayu solid pertama kali diperkenalkan di Jerman pada awal tahun 1930-an (Murhofiq, 2000). Produk tersebut dikenal dengan nama *Lignostone*, sedangkan di Amerika Serikat produk yang serupa dikenal dengan istilah *Staypak*, yaitu berupa kayu hasil pemadatan dengan perlakuan panas. Penggunaan produk kayu kompresi antara untuk pemintal tenun, kumparan, kayu pemukul, baling-baling, produk furnitur dan lantai kayu (Murhofik, 2000).

Pada prinsipnya proses pembuatan kayu kompresi dapat dibagi menjadi 3 tahap, yaitu: (1) pelunakan (*softening*); (2) deformasi (*deformation*); dan (3) fiksasi (*fixation*). Pemadatan kayu dipengaruhi oleh plastisitas kayu, sehingga

proses plastisisasi dan pemadatan yang sesuai akan menghasilkan produk kayu kompresi yang berkualitas baik. Plastisisasi merupakan perubahan karakteristik kayu sehingga menjadi lebih lunak dan lebih mudah untuk dibentuk (dipadatkan atau dilengkungkan) dengan energi yang lebih rendah serta tingkat kerusakan yang relatif kecil (Bodig dan Jayne, 1982; dalam Sulistyono, 2001). Proses plastisisasi kayu dapat dilakukan dengan teknik pelunakan sebelum kayu dikompresikan melalui perlakuan pendahuluan (*pre-treatment*), ataupun pada saat proses pengempaan. Kayu harus mengalami pelunakan terlebih dahulu, dan selanjutnya akan mengalami tahap deformasi pada saat pengepresan. Proses pelunakan dapat dilakukan secara fisik maupun kimia. Pelunakan secara fisik dapat terjadi bila tiga komponen (air dalam kayu, suhu tinggi dan tekanan) tersedia secara bersamaan. Secara fisik, pelunakan kayu dapat dilakukan dengan cara perendaman dalam air dingin atau panas, perebusan, pengukusan, ataupun melalui pemanasan dalam oven / radiasi gelombang mikro (*microwave*). Sedangkan secara kimia, proses pelunakan dapat dilakukan dengan cara *treatment* menggunakan bahan kimia tertentu (misal: NaOH).

Pengukusan merupakan proses pemberian uap panas pada suhu tertentu. *Standard American Wood Preserver Association* dalam Barnes (1981) menyarankan agar pemberian suhu pada proses pengukusan tidak lebih dari 6 jam. Lamanya waktu pengukusan yang cocok untuk berbagai ukuran dan jenis kayu sampai saat ini belum pernah ditetapkan, tetapi proses pengukusan yang berlebihan harus dihindari karena hal ini dapat merusak struktur kayu. Proses plastisisasi dengan cara pemberian panas pada kayu agathis dapat dicapai pada suhu di atas 120°C (Sulistyono, 2001). Pada kayu jabon, karena merupakan kayu berkerapatan rendah maka pra-perlakuan pengukusan di atas air mendidih (suhu ± 90-100°C) diduga cukup untuk menyebabkan kayu menjadi lunak (plastis), sehingga mempermudah proses pengempaan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pra-perlakuan pengukusan pada proses pemadatan kayu jabon terhadap karakteristik produk kayu kompresi yang dihasilkan.

## BAHAN DAN METODE

Bahan baku yang digunakan pada penelitian ini adalah kayu jabon (*Anthocephalus cadamba*) yang berasal dari hutan rakyat.

Persiapan contoh uji dilakukan dengan membuat potongan kayu (papan tangensial) berukuran 10cm (L) x 5cm (T) x 2cm (R). Sampel kecil ukuran 2cm x 2cm x 2cm dipersiapkan masing-masing untuk pengujian *stress-strain*, pengukuran kadar air dan kerapatan kayu sebelum dipadatkan. Pengukuran kadar air (KA) dan kerapatan kayu dilakukan dengan metode gravimetri.

$$\text{Kadar Air} = \frac{\text{BA} - \text{BKO}}{\text{BKO}} \times 100\%$$

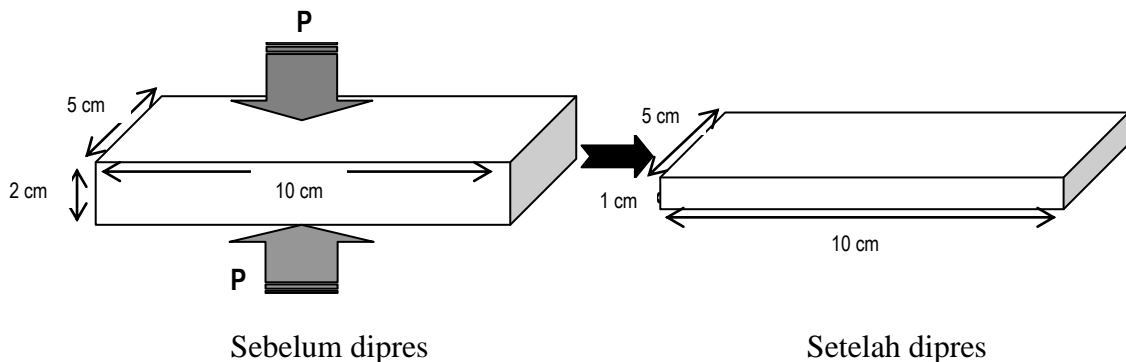
$$\text{Kerapatan} = \frac{\text{BKO (gr)}}{\text{VKO (cm}^3\text{)}}$$

dimana,

BA : Berat Awal  
 BKO: Berat Kering Oven  
 VKO: Volume Kering Oven

Sebelum dilakukan pengepresan, contoh uji dikeringkan di dalam oven selama 24 jam pada suhu  $103\pm 2^{\circ}\text{C}$  dan diukur dimensi tebal-nya ( $T_0$ ). Kemudian contoh uji tersebut dibagi menjadi kelompok perlakuan, yaitu kelompok kontrol tanpa pengukusan (C); pengukusan 60 menit (S60); dan kelompok pengukusan 120 menit (S120). Pengukusan dilakukan menggunakan panci berisi air mendidih ( $T:\pm 90\sim 100^{\circ}\text{C}$ ) selama 60 menit dan 120 menit. Masing-masing kelompok perlakuan dilakukan sebanyak 3 ulangan.

Pengepresan dilakukan pada arah radial (R) menggunakan alat *hot press* ( $T: 170^{\circ}\text{C}$ ;  $t: 3$  menit) dengan target pemadatan 50% dari ketebalan awal.



Gambar 1. Skema Proses Pengempaan Kayu

Kayu yang telah dipres/dikempa selanjutnya dikeringkan dalam oven selama 24 jam pada suhu  $103\pm 2^{\circ}\text{C}$  dan diukur dimensi tebal-nya ( $T_c$ ). Kemudian dilakukan pengujian pemulihan tebal dengan cara merendam di dalam air pada suhu ruang selama 24 jam, dan dilanjutkan dengan perebusan dalam mendidih selama 30 menit. Kayu yang telah direbus dikeringkan lagi dalam oven ( $103\pm 2^{\circ}\text{C}$ ; 24 jam) kemudian diukur kembali tebal setelah *recovery* ( $T_r$ ). Besarnya pemulihan tebal '*recovery of set*' (RS) diukur dengan persamaan:

$$RS = [(T_r - T_c) / (T_0 - T_c)] \times 100\%$$

Untuk mengetahui perubahan struktur anatomi kayu jabon setelah mengalami proses pemadatan, maka dilakukan pula pengamatan terhadap hasil foto mikroskop dengan perbesaran 10 kali.

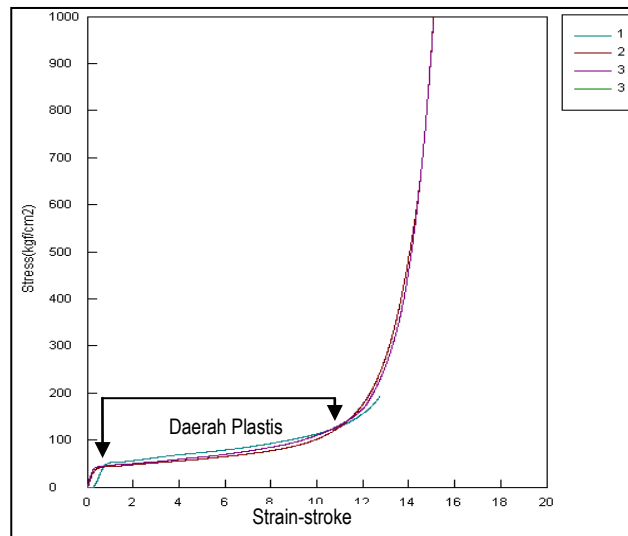
## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Kerapatan dan *Recovery of Set* (RS) Kayu Jabon Terpadatkan

Salah satu tujuan pemadatan kayu adalah untuk meningkatkan kerapatan kayu tersebut. Karakteristik dan sifat awal kayu sebelum dipadatkan sangat

berpengaruh terhadap pertimbangan pemilihan perlakuan yang akan diterapkan dalam proses pemadatan kayu, misalnya pertimbangan mengenai target pemadatan dan perlakuan pendahuluan. Kayu dengan BJ/kerapatan rendah ( $< 0,4$ ) umumnya lebih mudah dipadatkan daripada kayu dengan BJ lebih tinggi.

Selain berdasarkan pertimbangan Bj kayu awal, target pemadatan yang akan diterapkan pada suatu jenis kayu didasarkan pula pada karakteristik kurva *stress-strain* dari kayu tersebut. Kurva *stress-strain* merupakan diagram atau kurva yang menunjukkan seberapa besar deformasi/regangan (*strain/stroke*) yang terjadi pada suatu material (benda) akibat beban gaya (*stress*) yang bekerja pada benda tersebut. Berdasarkan hasil pengujian *stress-strain* terhadap sampel kayu jabon pada kondisi kering udara (Gambar 2), maka dapat diketahui bahwa daerah plastis kayu jabon berkisar pada strain/stroke 0,3-11 mm, yang artinya pembebanan sampai terjadi deformasi/stroke 11 mm dari ketebalan 20 mm (tebal awal kayu) belum menyebabkan kayu tersebut mengalami kerusakan (masih dalam daerah plastis), sehingga target pemadatan 50% dari ketebalan awal (2 cm menjadi 1 cm) masih memungkinkan untuk diterapkan pada kayu jabon. Dengan target pemadatan 50% ini diharapkan dapat meningkatkan kerapatan kayu jabon minimalnya 50% dari kerapatan awal.



Gambar 2. Kurva stress-strain kayu jabon

Jabon merupakan salah satu jenis kayu berkerapatan rendah (BJ rendah) yang saat ini mulai banyak dikenal oleh sebagian masyarakat karena pertumbuhannya yang cepat (*fast growing species*). Menurut Massijaya *et al.* (2010), kayu jabon (*Anthocephalus cadamba*) memiliki BJ 0,33 (segar) dan 0,41 (kering udara). Hadjib *et al.* (2010) menambahkan bahwa kayu jabon dalam kondisi kering udara memiliki sifat mekanis: MOE ( $15000 \text{ kg/cm}^2$ ); MOR ( $185 \text{ kg/cm}^2$ ); kekerasan  $105 \text{ kg/cm}^2$  (ujung) dan  $128 \text{ kg/cm}^2$  (sisi); dan termasuk kelas kuat IV-V. Kayu dengan kerapatan/BJ rendah relatif lebih mudah untuk dipadatkan karena ber dinding tipis sehingga kurang mampu menahan beban (Blomberg *et al.*, 2006; dalam Darwis, 2008).

Hasil pengujian kerapatan kayu jabon sebelum dan sesudah dipadatkan, serta besarnya nilai pemulihan tebal (RS) ditunjukkan pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Kerapatan dan RS kayu jabon setelah dipadatkan

No. sampel	Perlakuan	Do (gr/cm <sup>3</sup> )	Dc (gr/cm <sup>3</sup> )	To (cm)	Tc (cm)	Tr (cm)	RS (%)
1	Control	0.37	0.59	19.68	9.73	17.50	78.08
2				19.55	9.88	16.96	73.24
3				19.23	9.93	16.66	72.35
<b>rata-rata</b>				<b>19.49</b>	<b>9.85</b>	<b>17.04</b>	<b>74.56</b>
19	60 menit	0.37	0.69	19.80	9.78	15.53	57.41
20				19.79	9.23	16.15	65.51
21				19.70	10.30	14.94	49.39
<b>rata-rata</b>				<b>19.76</b>	<b>9.77</b>	<b>15.54</b>	<b>57.44</b>
25	120 menit	0.37	0.62	19.77	10.05	16.91	70.56
26				19.57	11.79	16.53	60.89
27				19.81	11.41	17.04	67.02
<b>rata-rata</b>				<b>19.72</b>	<b>11.08</b>	<b>16.82</b>	<b>66.16</b>

Keterangan: Do : Kerapatan kering oven sebelum dipadatkan  
 To : Tebal kayu sebelum dipadatkan  
 Dc : Kerapatan kering oven setelah dipadatkan  
 Tc : Tebal kayu setelah dipadatkan  
 Tr : Tebal kayu uji *recovery*

Berdasarkan Tabel 1 dapat diketahui bahwa kerapatan kayu jabon yang digunakan dalam penelitian ini memiliki kerapatan 0,37 gr/cm<sup>3</sup> (kering oven). Setelah dilakukan pemadatan 50% dari ketebalan 2cm menjadi 1cm, maka kerapatan kayu jabon tersebut mengalami peningkatan kerapatan rata-rata sebesar 70,3 % (59,5 % ~ 86,5%). Peningkatan kerapatan berbanding lurus dengan besarnya target pemadatan yang diterapkan (Amin *et al.*, 2004), sehingga dapat dikatakan bahwa target atau tingkat pemadatan merupakan fungsi dari kerapatan/BJ kayu (Darwis, 2008). Kerapatan tertinggi dicapai pada pra-perlakuan pengukusan selama 60 menit. Kerapatan kayu jabon cenderung meningkat lebih tinggi pada kayu yang diberi pra-perlakuan pengukusan dibanding kayu yang tidak dikukus (control). Hal ini terjadi karena dengan pra-perlakuan pengukusan maka kayu cenderung lebih lunak sehingga lebih mudah terdeformasi (dipadatkan), dan mencapai target ketebalan yang diharapkan.

Penambahan waktu pengukusan tidak berpengaruh pada peningkatan kerapatan kayu jabon terpadatkan, bahkan sebaliknya cenderung menurunkan kerapatannya. Penurunan kerapatan pada pengukusan 120 menit diduga karena terdapat beberapa komponen kimia kayu (terutama zat ekstraktif) yang terdegradasi dan keluar dari dalam kayu akibat faktor panas selama proses pengukusan, sehingga mengurangi berat kayu. Selain itu, pada pengukusan 120 menit telah menyebabkan kondisi kayu jadi lebih porous, sehingga uap air yang diserap makin banyak dan kadar air kayu jadi makin tinggi. Pada kondisi kadar air yang cukup tinggi, maka akan berpengaruh terhadap proses pemadatan dengan kempa panas. Perlakuan suhu kempa 170°C selama 3 menit tidak berhasil mengeluarkan seluruh kandungan uap air dalam kayu yang dikukus 120 menit.

Sehingga pada saat kayu dikeluarkan dari *hot press*, maka masih terdapat sejumlah uap air yang terjebak didalam kayu tersebut. Hal ini menyebabkan terdapat bagian kayu yang menggelembung (bentuk cembung) terutama pada bagian tengah, dan tidak dapat mencapai target ketebalan (tebal >1cm). Dengan ketebalan lebih besar dari target yang diharapkan, maka volume kayu akan meningkat juga, sementara berat kayunya berkurang akibat terdegradasinya beberapa kompoen kimia kayu sehingga secara teoritis kerapatan kayu-nya pun berkurang. Lamanya pemanasan yang diberikan akan mempengaruhi besarnya pengurangan berat sampel. Semakin lama kayu dipanaskan, semakin tinggi pula penurunan beratnya (Dwianto *et al.*, 1998).

Selama proses pengempaan, dinding sel kayu mengalami perubahan bentuk (*deformasi*) sampai mencapai target ketebalan yang ditentukan akibat adanya tekanan dari alat kempa. Stamm (1964) menjelaskan bahwa produk *Staypak* cenderung tidak mengembang lagi ketika pengempaan berlangsung pada suatu kondisi yang menyebabkan pelunakan lignin (*flow*) dan pelepasan tegangan dalam (*internal stress*). Dikatakan pula bahwa stabilitas dimensi yang optimum dapat dicapai dengan mengkombinasikan kadar air kayu, suhu, waktu pemanasan, serta besarnya tekanan kempa. Tetapi kombinasi perlakuan tersebut tidak dapat mencapai fiksasi permanen dalam waktu yang singkat.

Pada hasil penelitian ini (Tabel 1), kayu yang dipadatkan dengan pra-perlakuan pengukusan maupun kontrol, semuanya belum berhasil mencapai tingkat fiksasi yang permanen, yang ditunjukkan dengan masih tingginya nilai *Recovery of Set* (RS > 50%). Hal ini diduga terjadi karena kombinasi suhu dan waktu pengempaan yang masih belum optimal. RS adalah nilai yang menyatakan besarnya pemulihan tebal kayu kompresi terhadap ketebalan awal yang dinyatakan dalam persen. Dwianto *et al.* (1997), fiksasi yang permanen pada pemadatan kayu dengan metode *heat treatment* (*hot press*), dapat dicapai dengan kombinasi perlakuan suhu 180°C dan waktu pengempaan sekitar 20 jam. Pengempaan kayu pada suhu di atas 180°C dapat menyebabkan terdegradasi-nya komponen hemiselulosa dan lignin di dalam dinding sel, sebagai akibatnya maka tegangan yang tersimpan dalam mikrofibril akan mengalami relaksasi (Dwianto *et al.*, 1998). Pada kondisi seperti ini deformasi yang terjadi tidak kembali ke bentuk semula atau mengalami fiksasi yang permanen.

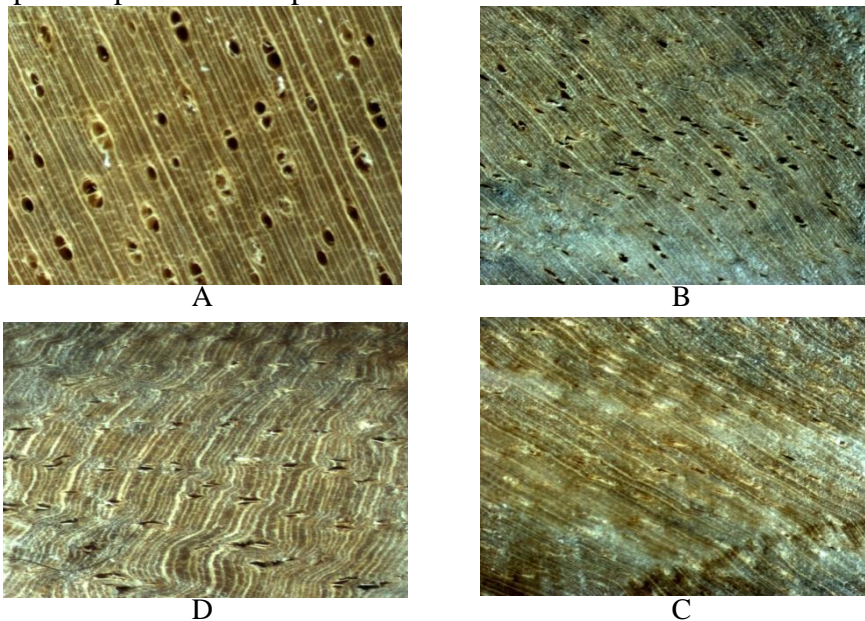
Pada penelitian ini, pra-perlakuan pengukusan terbukti mampu memperbaiki terjadinya pemulihan tebal (mengurangi RS), walaupun belum mencapai fiksasi yang permanen. Nilai RS terbaik dicapai pada pengukusan 60 menit (RS = 57,44%). Penelitian sebelumnya (Dwianto *et al.*, 2005) menyatakan bahwa perlakuan awal berupa perebusan dalam larutan NaOH 25% selama 1-3 jam dalam proses pembuatan kayu kompresi dapat mencapai fiksasi yang permanen (RS = 0%), namun hal tersebut diikuti oleh terdegradasinya komponen kimia kayu yang cukup tinggi (kehilangan berat ≈ 20%). Menguapnya sebagian dari komponen penyusun kayu ini menyebabkan kehilangan berat pada kayu kompresi. Amin dan Dwianto (2006) menambahkan bahwa pemadatan kayu randu dengan metode CSC, dalam kondisi kayu jenuh air dan dikempa dengan suhu 180°C selama 30 menit dapat dicapai nilai RS 9,6% .

Dengan perlakuan panas (*heat treatment*) pelunakan hemiselulosa dan lignin pada kayu terjadi pada perlakuan suhu di atas 120°C (Dwianto *et al.*, 1998). Hsu *et al.*, (1988) menambahkan bahwa perlakuan uap panas (*steam treatment*)

pada kayu dapat mengurangi tegangan dalam yang tersimpan di dinding sel. Selama proses pengepresan dengan perlakuan panas, lignin yang merupakan polimer berikatan silang (*cross-link*) akan melunak/mengalir dan mengisi ruang matriks di dalam kayu. Perlakuan panas ataupun uap panas pada kayu dapat menyebabkan terjadinya kerusakan pada ikatan hidrogen (-H) antar molekul-molekul di dalam matriks hemiselulosa-lignin. Sedangkan terdegradasinya hemiselulosa sebagai komponen utama yang berperan dalam pengikatan molekul air dapat mengurangi sifat higroskopis dinding sel pada kayu kompresi, sehingga memungkinkan terjadinya fiksasi yang permanen.

### Perubahan Struktur Anatomi Kayu Jabon Akibat Pemadatan

Berdasarkan pengamatan mikroskopis, kayu jabon memiliki ciri pori tata baur yang sebagian besar tersusun ganda radial, terdiri dari 2-3 pori. Menurut Martawijaya *et al.* (1989), ukuran diameter pori kayu jabon berkisar antara 130-220  $\mu$ , dengan frekuensi 2-5 pori per  $\text{mm}^2$ . Jari jari uniseriet, tinggi (580  $\mu$ ) dan lebar (44  $\mu$ ), dengan frekuensi 2-3 per mm. Fenomena peningkatan kerapatan kayu akibat proses pemadatan dengan cara pengempaan secara langsung berhubungan dengan perubahan bentuk sel-sel penyusun kayu tersebut. Sel-sel kayu terpadatkan cenderung memipih sehingga mengurangi volume rongga, yang sekaligus mengurangi volume kayunya, sementara berat kayu tersebut cenderung tetap. Hal ini berdampak pada meningkatnya kerapatan kayu. Semakin tinggi tingkat pemadatan yang diterapkan, maka volume sel yang terpadatkan akan semakin besar sehingga volume kayu semakin berkurang. Kayu jabon yang dipadatkan mengalami perubahan karakteristik anatominya, baik secara makroskopis maupun mikroskopis.



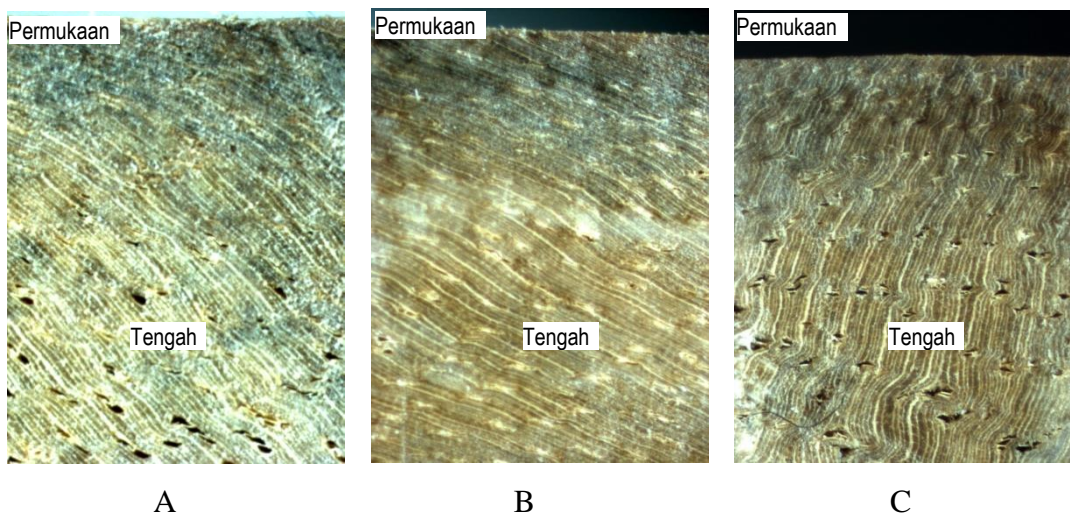
Gambar 3. Penampang melintang kayu jabon (10x):(A) sebelum dipadatkan; (B) pemadatan tanpa pengukusan; (C) pengukusan 60 menit; (D) pengukusan 120 menit

Secara makroskopis, kayu jabon yang dipadatkan dengan pengempaan suhu 170°C mengalami perubahan warna menjadi lebih gelap, teksturnya jadi lebih halus dengan permukaan yang mengkilap dan licin. Sedangkan secara mikroskopis, terjadi perubahan struktur anatomi terutama pada sel pembuluh



(pori) dan jari-jari. Dengan dilakukannya pengempaan maka bentuk pori kayu jabon jadi memipih serta terjadi penekukan pada bagian jari-jari kayu-nya (Gambar 3). Sel pembuluh cenderung lebih mudah memipih daripada sel serabut di sekitarnya (Darwis, 2008). Hal ini dikarenakan sel pembuluh memiliki ukuran rongga sel yang lebih besar dan dinding sel yang lebih tipis dibanding sel serabut. Memipihnya sel pembuluh kayu jabon yang dipadatkan mengakibatkan jari-jari kayu mengalami penekukan mengikuti arah deformasi yang terjadi (Gambar 3 B, C dan D)

Pemadatan dengan cara pengempaan pada suhu 170°C selama 3 menit menunjukkan adanya gradasi tingkat pemipihan antara bagian kedua permukaan kayu dengan bagian tengahnya (Gambar 4). Pada bagian permukaan kayu yang dipadatkan intensitas pemipihan sel pembuluh lebih tinggi daripada bagian tengah, sehingga secara mikroskopis bagian permukaan kayu tampak lebih padat daripada bagian tengahnya. Pada bagian permukaan kayu yang dipadatkan tidak tampak adanya sel pembuluh (pori) yang terbuka, sementara makin ke tengah maka makin tampak adanya pori yang masih terbuka, walaupun bentuknya tidak bundar lagi (mengalami pemipihan). Intensitas pemipihan yang paling tinggi terjadi pada kayu yang dipadatkan dengan pre-perlakuan pengukusan 60 menit (Gambar 4B), hampir kelihatan rapat tanpa adanya rongga sel pembuluh. Sementara pada sampel tanpa pengukusan dan pengukusan 120 menit (Gambar 4A dan 4C) tampak masih banyak rongga sel yang berbentuk pipih. Hal ini berhubungan dengan tingkat kerapatan yang terjadi pada kayu tersebut. Selain menunjukkan adanya degradasi tingkat pemipihan, tampak pula adanya gradasi warna antar bagian permukaan dengan bagian tengah. Bagian permukaan kayu yang dipadatkan dengan pengempaan tampak lebih gelap (coklat tua) daripada bagian tengahnya. Hal ini diduga terjadi karena pengaruh faktor kadar air dalam kayu dan faktor panas suhu kempa.



Gambar 4. Gradasi tingkat pemipihan dan warna kayu jabon terpadatkan (10x):  
 (A) pemadatan tanpa pengukusan; (B) pengukusan 60 menit;  
 (C) pengukusan 120 menit



Deformasi (pemipihan) bentuk rongga sel pada kayu terpadatkan belum mencapai fiksasi yang permanen, sehingga memungkinkan untuk kembali ke bentuk semula bila terkena pengaruh kelembaban atau air (direndam).

### KESIMPULAN

Pra-perlakuan pengukusan pada pemdatan kayu jabon berhasil meningkatkan kerapatan kayu tersebut. Peningkatan kerapatan tertinggi sebesar 86,5% terjadi pada pra-perlakuan pengukusan 60 menit ( $0,37 \text{ gr/cm}^3 \rightarrow 0,69 \text{ gr/cm}^3$ ). Pra-perlakuan pengukusan juga berpengaruh positif terhadap nilai pemulihan tebal kayu jabon yang dipadatkan (menurunkan RS). RS terbaik dicapai pada pra-perlakuan pengukusan 60 menit. Namun demikian, pra-perlakuan pengukusan yang diterapkan pada kayu jabon belum menunjukkan pengaruh yang signifikan terhadap tercapainya fiksasi yang permanen ( $RS > 50\%$ ). Pemadatan terhadap kayu jabon menyebabkan terjadinya deformasi struktur anatomi (gradasi pemipihan rongga sel pembuluh/pori) dan gradasi perubahan warna kayu.

### DAFTAR PUSTAKA

- Amin, Y. 2003. Pengaruh pengukusan (*steaming*) dan pemadatan terhadap sifat fisis mekanis kayu sawit (*Elaeis guineensis* Jacq).[Skripsi]. Jurusan Teknologi Hasil Hutan Fakultas Kehutanan Universitas Winaya Mukti. Jatinangor.
- Amin, Y., Dwianto W., Prianto A.H. Sifat mekanik kayu kompresi. Prosiding Seminar Nasional VII MAPEKI, Makasar 5-6 Agustus 2004
- Amin Y. dan Dwianto W. 2006. Pengaruh suhu dan tekanan uap air terhadap fiksasi kayu kompresi dengan menggunakan close system compression. Jurnal Ilmu dan Teknologi Kayu Tropis Vol. 4 No. 2 (55 – 60). Bogor.
- Amin Y; DarmawanT., WahyuniI., DwiantoW. 2007. Pengaruh Perendaman dalam NaOH terhadap Fiksasi Kayu Kompresi dengan Menggunakan *Close System Compression*. Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Peneliti Kayu Indonesia X, Pontianak.
- Barnes H.M. 1981. Effect of steaming temperature and CCA retention on mechanical properties of southern pine. *Forest Product Journal*. Vol. 35
- Darwis A. 2008. Fiksasi kayu agathis dan gmelina terpadatkan pada arah radial serta observasi strukturanatominya.[Tesis]. Sekolah Pascasarjana IPB. Bogor
- Dwianto W., InoueM., Norimoto,M. 1997. Fixation of Compressive Deformation of Wood by Heat Treatment. *Mokuzai Gakkaishi* 43 (4), 303-309.

- Dwianto W., Morooka, T., Norimoto, M. 1998. The Compressive Stress Relaxation of Wood during Heat Treatment. *Mokuzai Gakkaishi* 44 (6), 403-409.
- Dwianto, W., Wahyuni, I., Amin, Y., Darmawan, T. 2005. Influence of NaOH Pretreatment on Fixation of Compressed Wood. *Proceedings of the 6<sup>th</sup> International Wood Science Symposium, LIPI-JSPSCoreUniversity Program in the Field of Science. Bali – Indonesia.*
- Hadjib N., Massijaya M.Y., Hadi Y.S. 2010. Address technical gaps in producing bio-composite product: Identify suitable wood species and evaluate mechanical properties. Paper presented on Project Workshop CFC/ITTO: Utilization of small diameter logs from sustainable source for bio-composite products. Bogor, Indonesia ;December 9-10, 2010.
- Hsu W.E., Schwald W., Schwald J., Shield J.A. 1988. *Wood Sci. Tech.* 22, 281-289
- Martawijaya A., Kartasujana I., Mandang I.Y., Prawira S.A., Kadir K. 1989. *Atlas Kayu Indonesia Jilid II. Badan Litbang Kehutanan Departemen Kehutanan. Bogor.*
- Massijaya M.Y., Hadi Y.S., Tambunan B., Hadjib N., Hermawan D. 2010. Utilization of small diameter logs from sustainable source for bio-composite products. Paper presented on Project Workshop CFC/ITTO: Utilization of small diameter logs from sustainable source for bio-composite products. Bogor, Indonesia ;December 9-10, 2010.
- Murhofiq S. 2000. Pengaruh pemadatan arah radial disertai suhu tinggi terhadap sifat fisis dan mekanis kayu agatis (*Agathis lorantifolia* Salisb.) dan sengon (*Paraserianthes falcataria* L. Nielsen). [Skripsi]. Jurusan Teknologi Hasil Hutan, Fakultas Kehutanan IPB. Bogor.
- Pramana J. 2000. Kualitas kayu – Realita pemakaian dan kemungkinan peningkatannya. Pusat Penelitian Hasil Hutan, Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan dan Perkebunan Departemen Kehutanan dan Perkebunan. Bogor.
- Sulistiyono. 2001. Studi rekayasa teknis, sifat fisis, sifat mekanis dan keterandalan konstruksi kayu agatis (*Agathis lorantifolia* Salisb.) terpadatkan. [Tesis]. Program Pasacasarjana IPB, Bogor.
- Stamm, A.J. 1964. *Wood and Cellulose Science. The Ronald Kempas Company.* 343-358.