

**SIFAT FISIK DAN MEKANIK KAYU BENUANG (*Octomeles sumatrana* Miq)
YANG DIDENSIFIKASI BERDASARKAN SUHU DAN WAKTU KEMPA
Physical and Mechanical Properties of Benuang Wood (*Octomeles sumatrana*
Miq) are Densification by Temperatur and Time Felts**

Sarino, Fadillah. H. Usman, dan Nurhaida

Fakultas Kehutanan Universitas Tanjungpura. Jalan Imam Bonjol Pontianak 78124

Email : Sarino1899@yahoo.co.id

ABSTRACT

*Benuang (*Octomeles sumatrana* Miq) wood less attractive to industrial carpentry, because of Benuang wood has a low at strength level (strength class IV - V). Densification of wood is one solution, which is the timber compaction process that aims to improve the strength and durability of the wood. There are two factors for treatment in this study that include temperature factors felts (170⁰C, 180⁰C and 190⁰C) and Time Felts (50 minutes and 60 minutes). Samples made of from Benuang with wood measuring 30 cm (L) x 8 cm (W) x 4 cm (H), then steamed in an autoclave and hot pressed (hot press) with a target thickness of 30% and the pressure felt by 60 kg/cm². Then created a test sample for testing. The parameters measured are physical properties (color and touch wood impression, moisture content, density and dimensional changes) and mechanical properties (static bending persistence / Modulus of Elasticity, strength of bending fracture / Modulus of Rupture, and firmness press parallel fiber / Cruishing Maximum Strength). The design that used in this study is a 3x2 factorial experimental design in a completely randomized design (CRD) with 3 replications. Results showed that the densification process on wood Benuang generally not been able to increase the strength of the timber, that is still in the same class with the timber control (strenght class IV-V). But partially strength there is still best value that on the showed densification timber with temperature 180⁰C with clamp time for 60 minutes, with decrease in water content of 43.12%, increase in value density of 27,22%, dimensional change impairment of 7,57%, MOE impairment of 71,61%, MOR values decrease by 61,93% and MCS impairment of 18,41%.*

*Keyword : *Octomeles sumatrana* Miq, densification processes, physical and mechanical properties of wood.*

PENDAHULUAN

Kayu sebagai produk utama hutan dapat dimanfaatkan untuk berbagai keperluan dalam menunjang kehidupan. Laju pertumbuhan penduduk dan pesatnya kemajuan teknologi, menyebabkan kebutuhan akan bahan baku kayu semakin meningkat, dan disisi lain ketersediaan kayu semakin berkurang.

Jenis kayu yang cepat tumbuh (*fast growing*) maupun kayu pertumbuhan menengah (*medium growing*) masih cukup banyak dan tersedia, sehingga dimungkinkan untuk

dimanfaatkan sebagai pengganti kayu yang berkualitas tinggi yang sudah dirasakan langka antara jenis kayu Benuang (*Octomeles sumatrana* Miq). Jenis kayu tersebut potensinya cukup besar dan tersebar diseluruh Indonesia serta merupakan kayu yang cepat tumbuh (*fast growing*) dan mempunyai batang yang lurus sehingga berpeluang sangat menjanjikan bagi pengusaha hutan tanaman saat ini. Kayu Benuang kurang diminati oleh industry pertukangan karena memiliki tingkat kekuatan yang rendah (kelas kuat IV-V).

Berbagai teknologi pengelolaan kayu telah berkembang dan tersedia sesuai dengan kemajuan ilmu dan teknologi saat ini, sehingga dikenal bermacam-macam produk hasil rekayasa teknologi pengolahan kayu yang berbeda baik dari bahan asalnya maupun dalam bentuk dimensi, sifat dan kualitasnya. Teknologi yang sedang dikembangkan dewasa ini yang bertujuan untuk meningkatkan mutu kayu terutama kerapatan dan kekuatan kayu adalah dengan cara pemadatan kayu atau densifikasi.

Proses densifikasi (pemadatan) kayu dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti jenis kayu, kerapatan awal kayu, perlakuan pendahuluan sebelum proses pengempaan, plastisitas kayu, kadar air, suhu, waktu kempa, dan penerapan besarnya tekanan kempa.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh suhu dan waktu kempa serta interaksi kedua faktor tersebut terhadap sifat fisik dan mekanik kayu Benuang (*Octomeles sumatrana* Miq) yang didensifikasi dan mengetahui suhu dan waktu kempa yang tepat sehingga diduga dapat menghasilkan sifat fisik dan mekanik kayu Benuang yang lebih baik. Manfaat dari penelitian ini adalah untuk memberikan informasi mengenai proses densifikasi dari jenis kayu Benuang (*Octomeles sumatrana* Miq) agar mutunya dapat ditingkatkan sehingga ragam penggunaannya lebih luas.

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian dilakukan di laboratorium *wood workshop*, laboratorium teknologi hasil hutan,

Fakultas Kehutanan, Universitas Tanjungpura, dan PT. Duta Pertiwi Nusantara. Bahan yang digunakan adalah kayu Benuang (*Octomeles sumatrana* Miq). Alat yang digunakan antara lain chain saw, mesin serut, moisture meter, caliper, autoklaf, aluminium foil, mesin kempa panas, gergaji pita, timbangan analik, oven, desikator, mesin penguji sifat mekanik kayu.

Prosedur Penelitian

Persiapan Sampel Kayu

Pohon Benuang (*Octomeles sumatrana* Miq) yang digunakan berdiameter 42 cm. Penebangan pohon dilakukan setinggi 30 cm di atas banir, dan dipotong sampai batas bebas cabang sekitar 18 meter. Kemudian dilakukan pemotongan batang dengan mengambil bagian pangkal, tengah dan ujung masing-masing sepanjang 1,3 meter, kemudian diberi kode serta dilapisi dengan cat pada kedua bontosnya untuk mencegah penguapan air yang berlebihan dan serangan jamur.

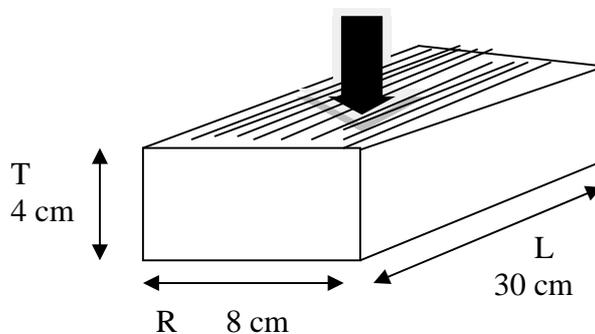
Selanjutnya kayu Benuang tersebut dibuat sampel dan dikering anginkan hingga mencapai kadar air 12 – 18% selama kurang lebih 6 minggu. Setelah tercapai kondisi kadar air kering udara yang diinginkan, papan dipotong dengan ukuran 30 cm (P) x 8 cm (L) x 4 cm (T). sampel tersebut selanjutnya dilakukan proses densifikasi sesuai dengan prosedur kerja.

Proses Densifikasi

Kayu sampel tersebut dibuat, kemudian contoh uji yang mengacu pada prosedur penelitian dari Sulistyono

(2001) dan Wardhani, Surjokorto, Hadi dan Nugroho (2006) sebagai berikut :

1. Sampel kayu dikering anginkan (kadar air 12 -18 %) kemudian dilakukan pengukuran dimensi dan berat awal kayu.
2. Sampel kayu dikukus dalam *autoclave* dengan suhu 120⁰C selama 60 menit supaya sel-sel kayu menjadi lunak sehingga deformasi pada saat pengempaan bisa terjadi secara sempurna.
3. Setelah pengukusan selesai, sampel kayu didinginkan selama 5-10 menit, kemudian dikempa panas dengan dilapisi alumunim foil untuk menghindari terjadinya gosong pada saat pengempaan
4. Pengempaan dilakukan pada arah radial (lihat Gambar 1) dengan target penurunan tebal 30 %. Perbandingan target tebal kayu sebelum dan sesudah didensifikasi, hasilnya dapat dilihat pada Gambar 1



Gambar 1. Arah Pematatan Kayu (*Compaction Wood Directions*)



Gambar 2. Perbandingan Targel Tebal Kayu yang Didensifikasi dan Kayu Kontrol
(*Comparison of Thick Target from Densification Wood and Wood Control*)

Keterangan :

- A : Tebal kayu Benuang setelah didensifikasi
 B : Tebal kayu Benuang sebelum didensifikasi (Kontrol)

5. Sampel kayu yang telah dikempa selanjutnya dikering udarakan selama 7 hari kemudian diukur dimensi dan beratnya
6. Sampel kayu hasil proses densifikasi kemudian dibuat contoh uji sifat fisik dan mekanik menurut ukuran

yang telah ditentukan berdasarkan *British standard Methods* no. 373 (1957). Adapun sifat fisik yang diukur adalah kadar air, dan kerapatan serta perubahan dimensi, dan sifat mekanik adalah MOE, MOR, dan MCS).

Analisis Data

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap, dengan percobaan faktorial dengan 2 faktor perlakuan yaitu faktor A suhu kempa (170°C , 180°C dan 190°C), dan faktor B waktu (kempa 50 menit dan 60 menit), yang masing-masing dibuat 3 kali ulangan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sifat fisik Kayu Benuang (*Octomeles sumatrana* Miq) Yang Didensifikasi

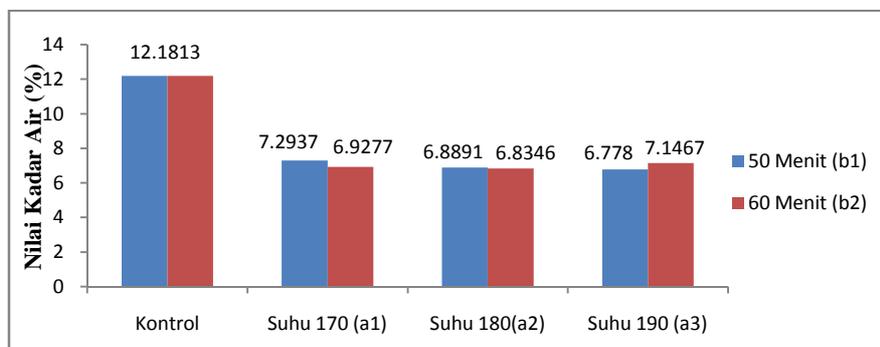
1. Warna kayu dan kesan raba

Hasil penelitian tentang densifikasi kayu Benuang (*Octomeles sumatrana* Miq) menghasilkan kayu yang mengalami perubahan warna, jika dibandingkan dengan kayu kontrol yaitu dari warna putih krem, menjadi krem muda sampai krem tua. Untuk perlakuan suhu 190°C menghasilkan

kesan raba halus dan licin, dan suhu 180°C hasilnya relatif licin dan halus, sedangkan suhu 170°C relatif kesan rabanya bervariasi yaitu antara sedang halus dan halus.

2. Kadar air

Secara statistik suhu dan waktu kempa tidak berpengaruh terhadap kadar air kayu Benuang. Namun jika dilihat dari angkanya terjadi penurunan yaitu nilai kadar air kayu Benuang yang didensifikasi berkisar antara 6,7780 % - 7,2934 %. Kadar air tertinggi terdapat pada perlakuan a_1b_1 (suhu 170°C dan dengan waktu 50 menit yaitu 7,2934 dan kadar air terendah terdapat pada perlakuan a_3b_1 (suhu 190°C dan dengan waktu 50 menit yaitu 6,7780. Sedangkan nilai rerata kadar air kayu Benuang untuk kontrol sebesar 12,0160, dan untuk jelasnya lihat Gambar 3.



Gambar 3. Nilai Kadar Air Kayu Benuang Kontrol dan Kayu Benuang yang Didensifikasi (*Value Benuang Wood Moisture Content from and Densification Wood*)

Dari gambar 3 menunjukkan bahwa jelas terjadi penurunan kadar air. Hal ini sesuai dengan yang dikemukakan oleh Amin dan Dwianto (2006), bahwa panas akan mendesak uap air keluar dari dalam kayu. Kadar air ini bervariasi antar posisi kayu

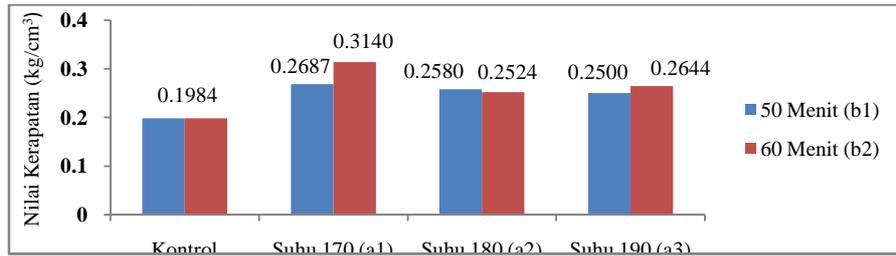
dalam pohon dan antar pohon sejenis (Brown dkk, 1952).

3. Kerapatan Kayu

Nilai kerapatan kayu Benuang yang didensifikasi berkisar $0,2524 \text{ gr/cm}^3 - 0,3140 \text{ gr/cm}^3$. Kerapatan tertinggi terdapat pada perlakuan a_1b_2

(0,3140 gr/cm³) dan terendah terdapat pada a2b2 (0,2524 gr/cm³). Untuk

jelasnya lihat Gambar 4.



Gambar 4. Nilai Kerapatan (kg/cm³) kayu Benuang Kontrol dan Kayu Benuang yang Didensifikasi (*Density values (kg/cm²) Benuang Wood from Control and Densification Wood*)

Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa faktor suhu kempa dan waktu kempa serta interaksi dari kedua faktor tidak berpengaruh nyata terhadap kerapatan kayu Benuang yang didensifikasi. Hal tersebut menunjukkan bahwa densifikasi kayu ternyata secara statistik belum dapat memperbaiki sifat-sifat kayu, namun jika dilihat nilainya pada gambar 4, hasil penelitian menunjukkan perlakuan densifikasi dapat meningkatkan kerapatan kayu, dan nilainya (0,2500 gr/cm³ – 0,3140 gr/cm³) berada pada nilai kerapatan yang dikemukakan Martawijaya *dkk* (1989) menyatakan bahwa kayu Benuang memiliki kerapatan 0,16 – 0,48 gr/cm³ (0,33 gr/cm³). Menurut Hayrgeen dan Bowyer (1989), kerapatan meningkat jika kandungan air berkurang sampai titik jenuh serat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai kerapatan kayu Benuang yang didensifikasi meningkat dibandingkan kayu Benuang kontrol. Sedangkan menurut Tomme *dkk* (1998) dalam Sulistyono (2001), densifikasi kayu dapat meningkatkan kerapatan kayu karena rongga sel dan dinding sel menjadi lebih padat dan hanya

mengandung sedikit hemiselulosa pada dinding sel primer dan lamella tengah. Kerapatan kayu berhubungan linier dengan kekuatan kayu.

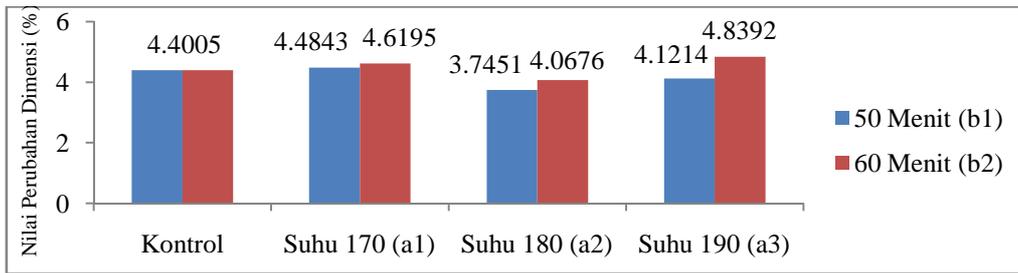
4. Perubahan Dimensi

Hasil analisis keragaman perubahan dimensi kayu Benuang yang didensifikasi menunjukkan bahwa faktor suhu kempa dan waktu kempa serta interaksi dari kedua faktor tidak berpengaruh nyata. Menurut Sulistyono (2001), selama proses pengempaan, lignin akan mengalir mengisi ruang matriks karena pengaruh panas.

Nilai perubahan dimensi kayu Benuang yang didensifikasi berkisar antara 3,7451 % - 4,8392 %. Perubahan dimensi tertinggi terdapat pada perlakuan a3b2 (suhu 190^oC dan dengan waktu kempa 60 menit yaitu 4,8392 %) dan terendah pada perlakuan a2b1 (suhu 180^oC dan dengan waktu kempa 50 menit yaitu 3,7451 %), sedangkan nilai rerata perubahan dimensi kayu benuang kontrol (4,4005). Menurut Sulistyono (2001), selama proses pengempaan, lignin akan mengalir mengisi ruang matriks karena pengaruh panas. Lignin yang melunak akan berfungsi menjadi pengikat atau perekat komponen kayu,

sehingga ketika lignin mengeras kayu tidak akan kembali ke ketebalan

semula. Untuk jelasnya lihat Gambar 5.



Gambar 5. Nilai Perubahan Dimensi Kayu Benuang Kontrol dan yang Didensifikasi (*Value of Change of Wood Dimension from Control and Densification Wood*)

Sifat mekanik Kayu Benuang (*Octomeles sumatrana* Miq)

1. Modulus of Elasticity (MOE)

Hasil analisis keragaman kayu Benuang, menunjukkan bahwa faktor suhu kempa dan waktu kempa tidak berpengaruh nyata terhadap nilai MOE kayu Benuang (*Octomeles sumatrana* Miq) yang didensifikasi, sedangkan interaksi kedua faktor tersebut berpengaruh nyata. Hal ini menunjukkan bahwa perpaduan antara suhu dan waktu kempa yang tepat akan menghasilkan nilai MOE yang lebih baik.

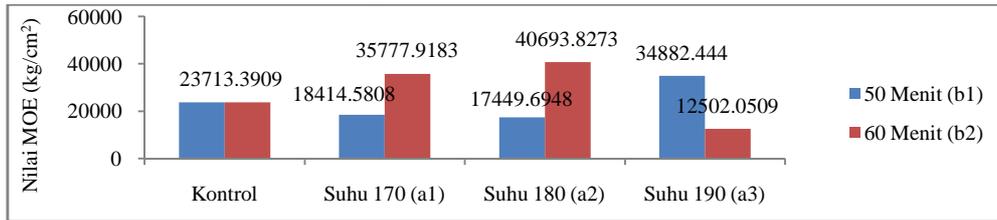
Hal ini disebabkan karena lamanya waktu antara selesai pengukusan sampai pada saat kayu yang akan dikempa. Selain itu kayu mengalami kerusakan pada struktur anatomi pada kayu Benuang sering menimbulkan cacat retak, pecah dan perubahan bentuk terutama pada batas kayu gubal dan kayu teras, selain itu pengeringan kayu Benuang agak lambat sehingga pengaruh suhu kempa maupun lamanya waktu pengempaan menurunkan nilai MOE. Hal ini didukung oleh pernyataan Wardhani (2005), bahwa kerusakan struktur

anatomi kayu akan menurunkan kekuatan kayu, seperti halnya cacat kayu. Walaupun tidak diketahui dengan pasti ada tidaknya kerusakan pada dinding sel misalnya retak dan pecah, tetapi dengan menurunnya nilai MOE dapat dipastikan terjadi kerusakan pada dinding sel. Penurunan nilai MOE pada kayu Benuang tersebut terjadi karena pada bagian kayu yang struktur selnya rusak tersebut tidak terjadi kesatuan gaya reaksi yang bekerja untuk melawan gaya dari luar. Sedangkan menurut Sulistyono (2001), bahwa pada suhu tertentu ($> 150^{\circ}\text{C}$), kemungkinan dapat merusak kandungan kimia kayu dan struktur sel. Jika suhu yang diberi suhu melewati batas kemampuan, maka komponen kimia kayu dan struktur sel akan mengalami deformasi yang melebihi kewajaran sehingga akan menurunkan kekuatan kayu.

Nilai MOE kayu Benuang yang didensifikasi berkisar antara $12502,0509 \text{ kg/cm}^2$ - $40693,8273 \text{ kg/cm}^2$. Nilai MOE terendah terdapat pada perlakuan a3b2 (suhu kempa 190°C dan dengan waktu 60 menit yaitu $12502,0509 \text{ kg/cm}^2$) dan nilai MOE tertinggi terdapat pada perlakuan a2b2

(suhu kempa 180⁰C dan dengan waktu 60 menit yaitu 40693,8273 kg/cm²).

Untuk jelasnya lihat Gambar 6.



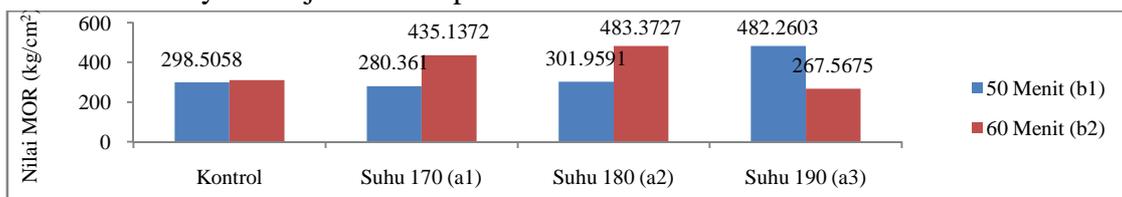
Gambar 6. Nilai MOE Kayu Benuang Kontrol dan Kayu Benuang yang Didensifikasi (*MOE values from Control and Densification Wood*)

2. Modulus of Rupture (MOR)

Hasil analisis keragaman kayu Benuang, menunjukkan bahwa faktor suhu dan waktu kempa tidak berpengaruh nyata terhadap nilai MOR kayu Benuang (*Octomeles sumatrana* Miq) yang didensifikasi, sementara itu interaksi dari kedua faktor berpengaruh nyata. Peningkatan dan penurunan nilai MOR tersebut bervariasi terhadap suhu kempa dan waktu kempa yang didensifikasi. Menurut Rilatupa *dkk* (2004), peningkatan nilai MOR pada kayu yang didensifikasi terjadi karena struktur sel kayu menjadi lebih padat

dan merata pada setiap bagian kayu, dan selain itu adanya kristalisasi molekul selulosa dalam daerah amorf dari mikrofibril.

Nilai MOR kayu Benuang didensifikasi berkisar antara 267,5675 kg/cm² - 482,2603 kg/cm². nilai MOR terendah terdapat pada perlakuan a3b2 (suhu 190⁰C dan dengan waktu 60 menit yaitu 267,5675 kg/cm²) dan nilai MOR tertinggi terdapat pada perlakuan a3b1 (suhu 190⁰C dan dengan waktu 50menit yaitu 482,2603 kg/cm²). Untuk jelasnya lihat Gambar 7.

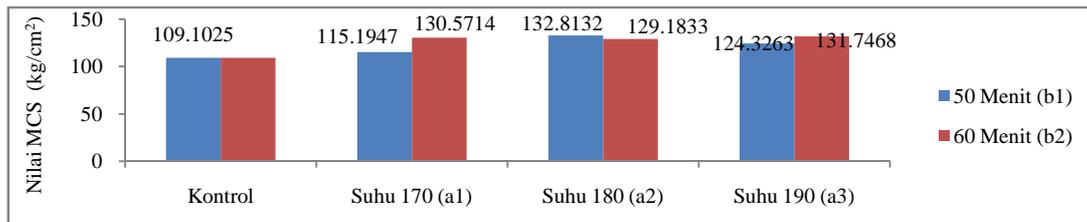


Gambar 7. Nilai MOR pada Kayu Benuang Kontrol dan kayu Benuang yang Didensifikasi (*MOR values from Control and Densification Wood*)

3. Maximum Crushing Strength (MCS)

Nilai MCS kayu Benuang yang didensifikasi berkisar antara 115,1947 kg/cm² - 132,8132 kg/cm². Nilai MCS

tertinggi terdapat pada perlakuan a2b1 (132,8132 kg/cm²) dan terendah pada perlakuan a1b1 (115,1947 kg/cm²). Untuk jelasnya lihat Gambar 8.



Gambar 8. Nilai MCS Kayu Benuang Kontrol dan Kayu Benuang yang Didensifikasi (MCS values from Control and Dinsification Wood)

Gambar 8 menunjukkan bahwa nilai rerata MCS kayu benuang yang didensifikasi terjadi peningkatan pada perlakuan a2b1, a1b2, dan a1b2, diikuti a2b2, a3b1 dan a1b1 lebih meningkat dibandingkan dengan kontrol, menunjukkan bahwa kayu yang dilakukan proses densifikasi memiliki nilai MCS yang lebih baik dibandingkan dengan nilai MCS kayu kontrol. Hal ini didukung oleh pernyataan Kollman dan Cote (1984) dalam Wardhani (2005), yang menyatakan bahwa pengaruh mata kayu dan retak terhadap keteguhan tekan sejajar serat tidak sebesar pada kekuatan tarik dan dapat abaikan bila retak kecil terjadi, Sebagaimana dikatakan oleh Heygreen dan Bowyer (1989), bahwa saat kayu mengering dibawah titik jenuh serat, sebagian besar kekuatannya akan bertambah karena saat air dikeluarkan dari dinding sel, molekul-molekul berantai panjang bergerak saling mendekat dan menjadi terikat kuat.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Perlakuan densifikasi kayu Benuang (*Octomeles sumatrana* Miq) berdasarkan suhu dan waktu kempa tidak berpengaruh nyata terhadap semua parameter yang diukur yaitu

kadar air, kerapatan, perubahan dimensi, MOE, MOR dan MCS. Sedangkan interaksi antara kedua faktor yaitu suhu dan waktu kempa kayu Benuang (*Octomeles sumatrana* Miq) yang didensifikasi berpengaruh nyata dan sangat nyata terhadap nilai MOE dan MOR.

2. Sifat fisik kayu benuang yang didensifikasi memberikan tampilan warna yang lebih baik, dimana warna contoh uji kontrol yang tadinya pucat menjadi lebih cerah dan permukaan yang kasar menjadi sedang, halus dan lebih halus, nilai kadar air setelah didensifikasi lebih rendah yaitu berkisar 6,7780 % - 7,2934 % dari nilai kadar air kayu Benuang kontrol sebesar 12,0160 %. Nilai kerapatan lebih tinggi yaitu berkisar 0,2500 gr/cm³ - 0,3140 gr/cm³ dari nilai kerapatan kayu Benuang kontrol 0,1984 gr/cm³, sedangkan nilai perubahan dimensi lebih rendah yaitu berkisar 3,7451 % - 4,8392 % dari nilai perubahan dimensi kayu Benuang kontrol yaitu sebesar 4,4005 %.
3. Sifat mekanik kayu Benuang yang didensifikasi berdasarkan suhu dan waktu kempa menghasilkan nilai MOE lebih tinggi yaitu berkisar 12502,0509 kg/cm² - 40693,8273

kg/cm² dari nilai MOE kayu Benuang kontrol sebesar 23713,3909 kg/cm², nilai MOR berkisar 267,5675 kg/cm² – 483,3727 kg/cm² dari nilai MOR kayu Benuang kontrol sebesar 298,5058 kg/cm² dan nilai MCS berkisar 115,1947 kg/cm² – 132,8132 kg/cm² dari nilai MCS kayu Benuang kontrol sebesar 109,1025 kg/cm².

5. Perlakuan terbaik dalam penelitian ini terdapat pada perlakuan dengan suhu kempa 180⁰C dan waktu kempa 60 menit (a2b2), dengan penurunan kadar air sebesar 43,12%, peningkatan nilai kerapatan sebesar 27,22%, penurunan nilai perubahan dimensi sebesar 7,57 %, penurunan nilai MOE sebesar 71,61 %, penurunan nilai MOR sebesar 61,93 % dan penurunan nilai MCS sebesar 18,41 %.

Saran

1. Untuk penelitian densifikasi sebaiknya bagian kayu teras dan gubal dibedakan pada setiap perlakuan agar menghasilkan penelitian yang tepat dan maksimal.
2. Perlunya menambah waktu kempa dalam proses densifikasi, karena waktu yang dijadikan perlakuan dirasakan masih kurang lama sehingga belum mencapai fiksasi yang sempurna atau permanen.
3. Diharapkan dalam teknis pelaksanaan densifikasi kayu harus sesuai dengan prosedurnya, agar proses densifikasi untuk meningkatkan kekuatan, keawetan dan penggunaannya yang berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- 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 4 (2) : 19 – 24.
- British Standar. 1957. Methods of testing Small Clear Specimens of Timber. Serial BS 373. British standat Instituition. London.
- Dwianto W, Morooka, Norimoto M, 2004. Fiksasi Bambu Gombong dan Tali. Jurnal Ilmu dan Teknologi Kayu Tropis 2 (1) : 40-45.
- Gaspersz V. 1991. Metode Perancangan Percobaan. CV Armico. Bandung.
- Haygreen JG dan Bowyer JL. 1989. Hasil Hutan dan Ilmu Kayu. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Kurniawan. 2009. Sifat Fisik Kayu Pulau Yang Didensifikasi Berdasarkan Suhu Dan Waktu Kempa. Skripsi Fakultas Kehutanan, Universitas Tanjungpura. Pontianak
- Mardikanto TR. 1979. Sifat – sifat Mekanis Kayu. Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Martawijaya A, Kartasujana I, Mandang YI, Among S, Kadir dan Prawira. 1989. Atlas Kayu Indonesia. Jilid II. Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan. Bogor

Rilatupa J, Surjokusumo S, dan Nandika D. 2004. Keandalan papan Lapis dari kayu Damar (*Agathis lorantimona* Salisb) Terpadatkan sebagai Pelat Buhul pada Aritektur Kontruksi Atap Rumah

Sulistiyono. 2001. Studi Rekayasa Teknis, Sifat Fisis, Sifat Mekanis dan Keandalan Kontruksi Kayu *Agathis* (*Agathis loratifolia* Salisb) Terpadatkan. Program Studi Ilmu Pengtahuan Kehutanan Program Pasca

Sarjana Insitut Pertanian Bogor. Bogor

Wardhani, I.Y. 2005. Kajian Sifat Dasar dan Pemanfaatan Bagian Dalam Kayu Kelapa (*Cocos nucifera* Linn). Sekolah Pasca Sarjana. Insitut Pertanian Bogor. Bogor

Wardhani IY, Surjokusumo S, Hadi YS dan Nugroho N. 2006. Penampilan Kayu Kelapa (*Cocos nucifera* Linn) Bagian Dalam yang Dimampatkan. Jurnal Ilmu dan Teknologi Kayu Tropis 4 (2) : 50 – 54.