



## SIFAT FISIK DAN MEKANIK PAPAN SERAT BATANG PISANG KEPOK (*Musa paradisiaca*. L) PADA BERBAGAI SUHU DAN WAKTU KEMPA

(Physical and Mechanical Properties of a Fibre Board Made from Kepok Banana Stem (*Musa Paradisiaca* L) at Various Pressing Temperatures and Times)

Via Mahardika Maftuhatin, Yuliati Indrayani dan Ahmad Yani

Fakultas Kehutanan Universitas Tanjungpura. Jalan Imam Bonjol Pontianak 78124  
Email: viamaftuhatin@gmail.com

### Abstract

This research aims to identify the optimal pressing temperatures and time of a fibre board made from kepok banana stem. The target of density for this fibre board is  $0.6 \text{ gr/cm}^3$ . The board was made by dividing the fibre into three different parts with the same weight (weight ration 1:1:1). After that, each fibre was applied adhesive mixtures by a means of spraying the mixture evenly with a hand sprayer. Having evenly mixed, the fibre was put into a  $30 \text{ cm} \times 30 \text{ cm} \times 1 \text{ cm}$  mold by an intersecting perpendicular. The physical and mechanical properties were examined based on JIS (Japanese Industrial Standard) A 5906-2003. In this research, the variables of observation involved physical properties (density, water content, thickness swelling, and water absorption) and mechanical properties (MOE, MOR, bonding strength, grasp screw strength). The results revealed that the average value of physical properties were stated as follows: the board density was between  $0.5618\text{-}0.6268 \text{ gr/cm}^3$ , the water content was between  $9.1438\%\text{-}10.2041 \%$ , the water absorption was between  $148.5961\% - 120.5571\%$ , the thickness swelling was between  $15.5167\%\text{-}23.9611\%$ . Meanwhile, the average value of mechanical properties were recorded as follows: MOE was between  $10553.3831 \text{ kg/cm}^2\text{-}15199.4095 \text{ kg/cm}^2$ , MOR was between  $208.2067 \text{ kg/cm}^2\text{-}270.0940 \text{ kg/cm}^2$ , bonding strength was between  $0.5012 \text{ kg/cm}^2\text{-}1.0790 \text{ kg/cm}^2$ , grasp screw strength was between  $30.9408 \text{ kg} - 43.3176 \text{ kg}$ . The fibre board with temperature  $180^\circ\text{C}$  and 10 minutes of prssing time constituted as the optimal treatment to produce a fibre board which met the standard of JIS A 5905-2003 type 5,15,25, and 30.

Keywords: fibre board, kepok banana fibre, pressing temperature, pressing time.

### PENDAHULUAN

Kondisi hutan Indonesia menunjukkan produktivitas yang semakin menurun, sementara kebutuhan kayu semakin meningkat. Untuk mengatasi masalah ini maka perlu dilakukan berbagai usaha antara lain efisiensi pemanfaatan kayu, pemanfaatan kayu secara total serta mencari alternatif melalui pengembangan teknologi pengolahan kayu dari bahan non kayu dan limbah perkebunan serta bahan berlignoselulosa lainnya. Salah satu upaya untuk mengefisiensikan pemanfaatan kayu yaitu pembuatan papan serat. Salah satu

sumber serat non kayu yang belum dimanfaatkan adalah batang pisang kepok. Sampai saat ini, bagian tanaman pisang kepok (*Musa paradisiaca* L) yang dimanfaatkan hanya buah dan daunnya saja, sedangkan batangnya akan dibuang. Batang pisang kepok memiliki berat jenis  $0,29 \text{ gr/cm}^3$  dengan ukuran panjang serat  $4,20\text{-}5,46 \text{ mm}$  dan kandungan lignin  $33,51\%$  (Nurrani, L. 2012 a). Dilihat dari anatomi seratnya, batang pisang kepok memiliki potensi serat yang berkualitas baik, sehingga merupakan salah satu



alternatif bahan baku potensial untuk pembuatan papan serat.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh suhu dan waktu kempa panas serta interaksi keduanya terhadap sifat fisik dan mekanik papan serat dari batang pisang kepok (*Musa paradisiaca* L), dan untuk mengetahui suhu dan waktu kempa optimum papan serat dari batang pisang kepok (*Musa paradisiaca* L) yang memenuhi standar JIS A 5905-2003.

#### METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di *Wood Workshop* Fakultas Kehutanan Universitas Tanjungpura untuk persiapan bahan dan Laboratorium PT. Duta Pertiwi Nusantara yang berlokasi di Jl. Adi Sucipto KM 10,6 Kecamatan Sungai Raya Kabupaten Kubu Raya untuk pembuatan papan dan pengujian sifat fisik dan mekanik. Penelitian ini dilakukan selama 3 bulan. Bahan yang digunakan adalah batang pisang kapok (*Musa paradisiacal* L), perekat urea formaldehida (UF) dengan *solid conten* (SC) 52 %, katalis ( $\text{NH}_4\text{Cl}$ ) dan paraffin. Alat yang digunakan antara lain mesin dekortikasi, parang, gunting, penggaris, sikat baja, oven, timbangan analitik, gelas ukur, kantong plastik, *hand sprayer*, alat pencetak contoh uji, mesin kempa panas, *stop watch*, gergaji potong, desikator, kaliper, *hot melt glue / glue stik*, alat tulis menulis, kalkulator, kamera, ember, alat uji sifat fisik dan mekanik.

Batang pohon pisang yang sudah ditebang dipotong-potong sepanjang 45 cm kemudian batang pisang dikupas sehingga diperoleh permukaan batang yang berwarna putih lalu dibelah-belah. Selanjutnya batang pisang dimasukkan

kedalam mesin dekortikasi pada serat-serat batang pisang yang dihasilkan dilakukan penyisiran menggunakan sikat baja. Serat-serat yang dibutuhkan didalam pembuatan papan serat adalah serat-serat yang homogen, bebas dari bongkahan dan bubuk, selanjutnya serat di potong dengan ukuran 30 cm. Serat-serat tersebut kemudian dikeringkan menggunakan oven hingga mencapai kadar air kering oven  $\pm 5\%$ .

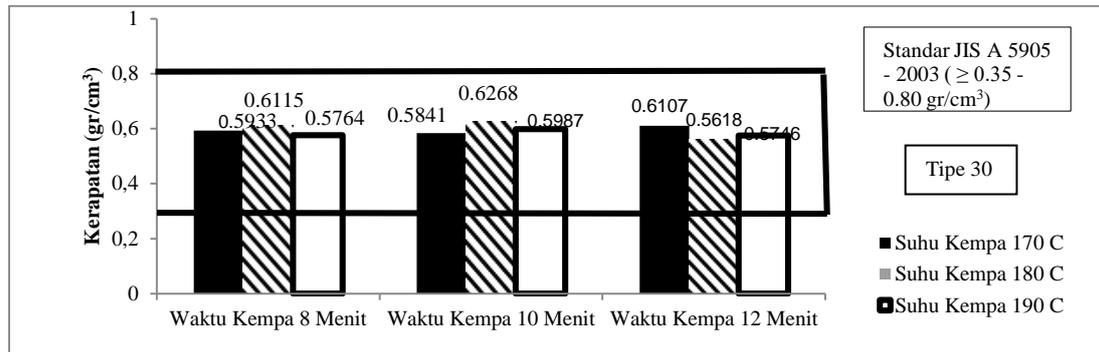
Perekat yang digunakan adalah Urea Formaldehida (UF) dengan konsentrasi 20% (Rashid, M. dkk 2014) dan *solid content* (SC) perekat 52%. Sebagai campuran ditambah juga parafin cair sebanyak 1% dan katalis ( $\text{NH}_4\text{Cl}$ ) sebanyak 0,1% kedalam perekat. Papan serat yang dibuat berukuran 30 cm  $\times$  30 cm  $\times$  1 cm dengan target kerapatan 0,6 gr/cm<sup>3</sup>. Suhu kempa yang diberikan 170<sup>0</sup>C, 180<sup>0</sup>C, 190<sup>0</sup>C dan waktu kempa 8, 10 dan 12 menit dengan tekanan spesifik 23 kg/cm<sup>2</sup>. Papan serat yang dihasilkan kemudian dikondisikan selama 7 hari pada ruangan. Pemotongan dan pengujian sampel dilakukan sesuai dengan standar JIS (*Japanese Industrial Standar*) A 5905-2003. Pengujian sampel meliputi kerapatan, kadar air, pengembangan tebal, daya serap air, *Modulus Of Elasticity* (MOE), *Modulus Of Rupture* (MOR), keteguhan rekat internal, kuat pegang sekrup. Penelitian menggunakan percobaan Faktorial Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan pola faktorial dan tiga kali ulangan.

#### HASIL DAN PEMBAHASAN

##### Sifat Fisik Papan Serat

###### a. Kerapatan

Hasil pengujian kerapatan disajikan pada Gambar 1.



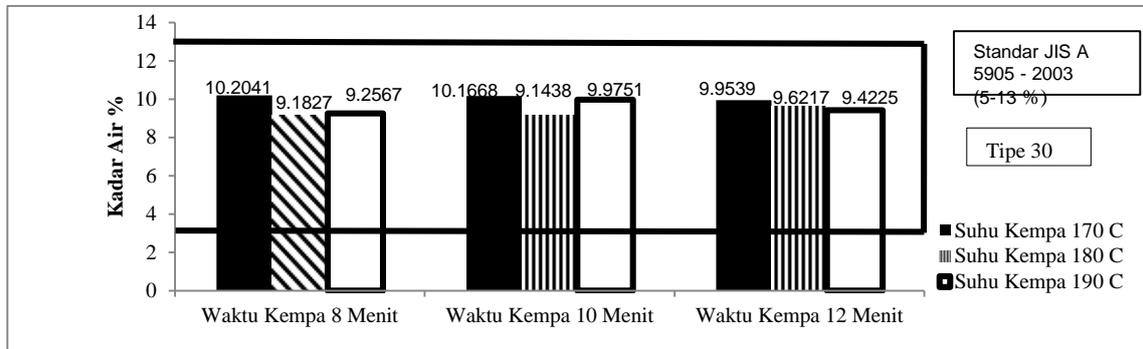
Gambar 1. Nilai Rerata Kerapatan ( $\text{g/cm}^3$ ) Papan Serat Batang Pisang Kepok Berdasarkan Suhu dan Waktu Kempa (*The average value of density ( $\text{g/cm}^3$ ) for a fibre board made from kepok banana stem based on pressing temperatures and times*)

Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai kerapatan papan serat batang pisang kepok terbaik dihasilkan pada suhu kempa  $180^{\circ}\text{C}$  dengan waktu kempa 10 menit. Hal ini menunjukkan bahwa suhu kempa  $180^{\circ}\text{C}$  dan waktu kempa 10 menit merupakan suhu dan waktu kempa optimal yang menghasilkan nilai kerapatan terbaik. Standar JIS A 5905-2003 menetapkan papan serat berkerapatan sedang sebesar  $0.35 \text{ gr/cm}^3$  atau lebih dan tergolong Tipe 30. Jika dilihat dari standar tersebut, maka kerapatan papan serat yang dihasilkan semuanya memenuhi standar. Nilai kerapatan yang dihasilkan dari penelitian ini bervariasi. Target kerapatan papan serat dari batang pisang kepok adalah  $0.6 \text{ gr/cm}^3$ . Nilai kerapatan yang bervariasi ini diduga karena tidak

meratanya penyebaran serat pada tahap pembuatan lembaran (*mat forming*) saat proses pembuatan papan serat, walaupun sudah diusahakan serata mungkin. Distribusi serat dalam lembaran papan yang tidak menyebar merata menyebabkan saat proses pengempaan, tekanan yang diterima pada tiap lembaran papan tidak sama. Karena nilai kerapatan papan serat yang dihasilkan pada penelitian ini bervariasi maka parameter pengujian selanjutnya dihitung dan dikoreksi berdasarkan kerapatan target yaitu  $0.6 \text{ gr/cm}^3$  agar diperoleh nilai perbandingan yang tepat.

b. Hasil Pengujian Kadar Air

Hasil pengujian kadar air disajikan pada Gambar 2.



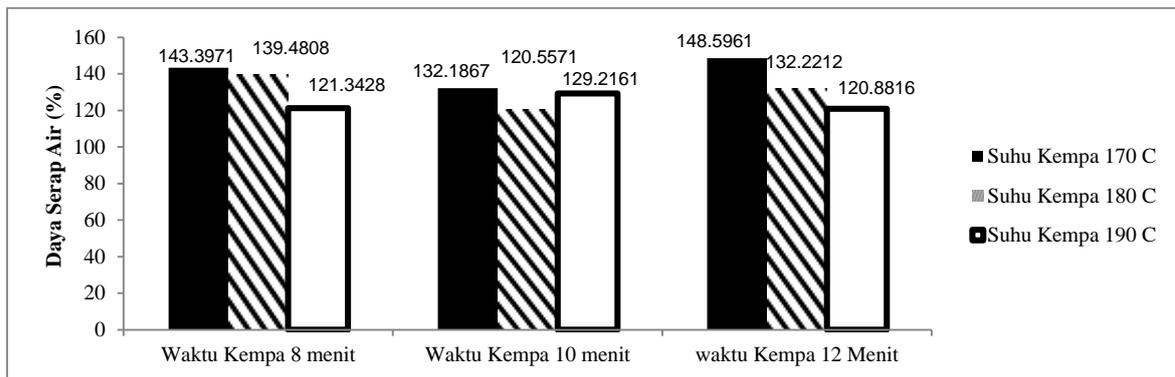
Gambar 2. Nilai Rerata Kadar Air (%) Papan Serat Batang Pisang Kepok Berdasarkan Suhu dan Waktu Kempa (*The average value of water content (%) for a fibre board made from kepok banana stem based on pressing temperatures and times*)

Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai kadar air papan serat batang pisang kepok terbaik dihasilkan pada suhu kempa 180°C dengan waktu kempa 10 menit. Beberapa faktor yang mempengaruhi kadar air antara lain faktor suhu dan waktu kempa serta jenis perekat. Peningkatan suhu pada kempa panas akan mempercepat penguapan air sehingga menghasilkan nilai kadar air yang rendah. Selain itu, semakin lama waktu pengempaan, maka kadar air yang dihasilkan semakin rendah (Roffi dkk, 2008). Kadar air ini juga ditentukan oleh kadar air serat sebelum kempa panas, jumlah air yang terkandung dalam perekat serta jumlah

uap air yang keluar dari sistem perekat sewaktu memperoleh energi panas pada proses pengerasan yang berupa tekanan dan suhu pelat kempa panas. Kadar air serat sebelum pengempaan dikondisikan kadar airnya sekitar 5%. Sehingga pada saat pembuatan papan serat, papan tidak mengembang. Standar JIS A 5905-2003 menetapkan nilai kadar air papan serat sebesar 5% sampai 13%, dengan demikian nilai kadar air papan serat pada penelitian ini telah memenuhi standar yang telah ditetapkan.

c. Daya Serap Air

Hasil pengujian daya serap air disajikan pada Gambar 3.



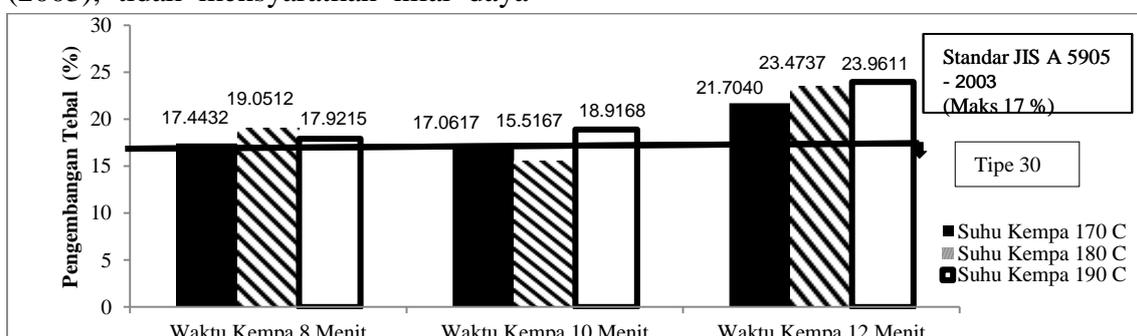
Gambar 3. Nilai Rerata Daya Serap Air (%) Papan Serat Batang Pisang Kepok Berdasarkan Suhu dan Waktu Kempa (*The average value of water absorption (%) for a fibre board made from kepok banana stem based on pressing temperatures and times*)

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa semakin tinggi suhu dan semakin lama waktu kempa menghasilkan nilai daya serap air semakin menurun, hasil penelitian ini sesuai dengan penelitian (Syahroni, 2015). Nilai daya serap air papan serat yang dihasilkan cukup tinggi disebabkan karena sifat bahan baku (serat batang pisang kepok) yang bersifat higroskopis dikarenakan mengandung lignin dan selulosa, dimana semua bahan yang mengandung lignin dan selulosa sangat mudah menyerap dan melepaskan air (Hakim, L dkk.,2011). Pada standar JIS A 5905 (2003), tidak mensyaratkan nilai daya

serap air, akan tetapi uji daya serap air ini perlu dilakukan karena uji ini dapat digunakan sebagai pertimbangan untuk menentukan penggunaan dari papan serat ini, apakah layak digunakan pada eksterior atau hanya untuk interior. Jika dilihat dari nilai daya serap air yang berkisar antara 148.5961% sampai 120.5571 % maka menunjukkan nilai daya serap air yang tinggi, sehingga papan serat ini direkomendasikan untuk keperluan interior.

#### d. Pengembangan Tebal

Hasil pengujian pengembangan tebal disajikan pada Gambar 4.



Gambar 4. Nilai Rerata Pengembangan Tebal (%) Papan Serat Batang Pisang Kepok Berdasarkan Suhu dan Waktu Kempa (*The average value of thickness swelling (%) for a fibre board made from kepok banana stem based on pressing temperatures and times*)



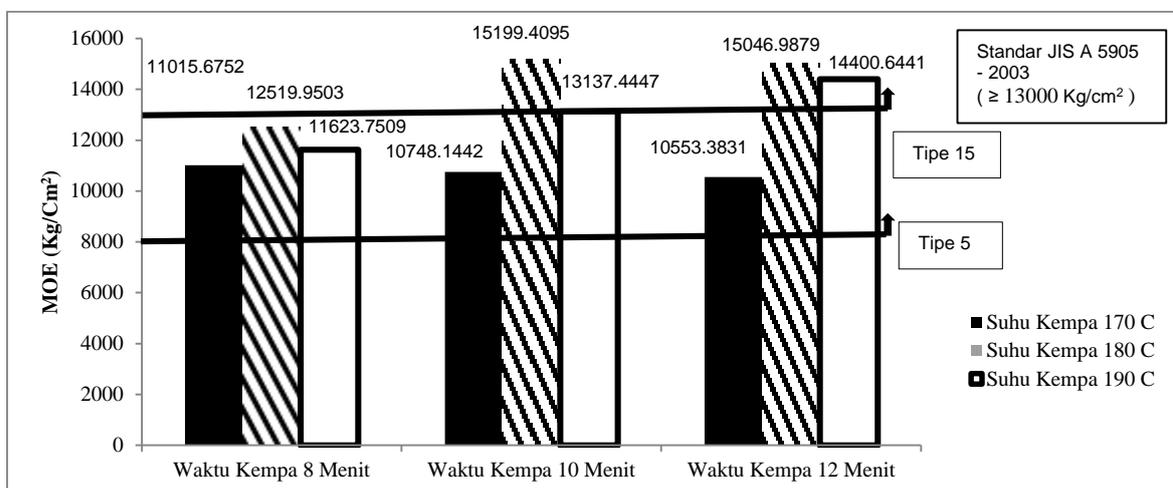
Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada suhu kempa 180<sup>0</sup> menunjukkan nilai pengembangan tebal lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan suhu kempa 170<sup>0</sup>C dan 190<sup>0</sup>C. Pengembangan tebal papan serat dipengaruhi oleh kerapatan papan serat itu sendiri dan kerapatan bahan baku. Hal ini sesuai dengan pernyataan Syahroni (2015) bahwa kerapatan papan serat yang rendah akan memudahkan air masuk ke dalam celah-celah papan sehingga akan menambah pengembangan yang terjadi, sedangkan proses pengempaan pada papan serat yang berasal dari bahan baku berkerapatan rendah akan menyebabkan pengembangan tebal yang tinggi apabila papan tersebut direndam dalam air. Faktor lain yang mempengaruhi

tingginya nilai pengembangan tebal papan serat yang dihasilkan disebabkan oleh bahan baku yang digunakan yaitu serat batang pisang kepok yang bersifat higroskopis sehingga penyerapan air tinggi yang mengakibatkan pengembangan tebal yang cukup tinggi juga. Jika dilihat dari standar JIS A 5905-2003 pengembangan maksimal yaitu 17%. Maka nilai pengembangan tebal dari seluruh perlakuan dalam penelitian ini hanya perlakuan a2b2 yang memenuhi standar yang ditetapkan.

### Sifat Mekanik Papan Serat

#### a. Modulus of Elasticity (MOE)

Hasil pengujian *Modulus of Elasticity* (MOE) disajikan pada Gambar 5.



Gambar 5. Nilai Rerata MOE Papan Serat Batang Pisang Kepok Berdasarkan Suhu dan Waktu Kempa (*The average value of MOE (kg/cm<sup>2</sup>) for a fibre board made from kepok banana stem based on pressing temperatures and times*)

Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai MOE tertinggi terdapat pada perlakuan suhu 180<sup>0</sup>C dengan waktu kempa 10 menit. Faktor yang

mempengaruhi kualitas papan serat adalah tingkat kematangan perekat ditentukan oleh kombinasi suhu dan waktu kempa yang digunakan. Waktu

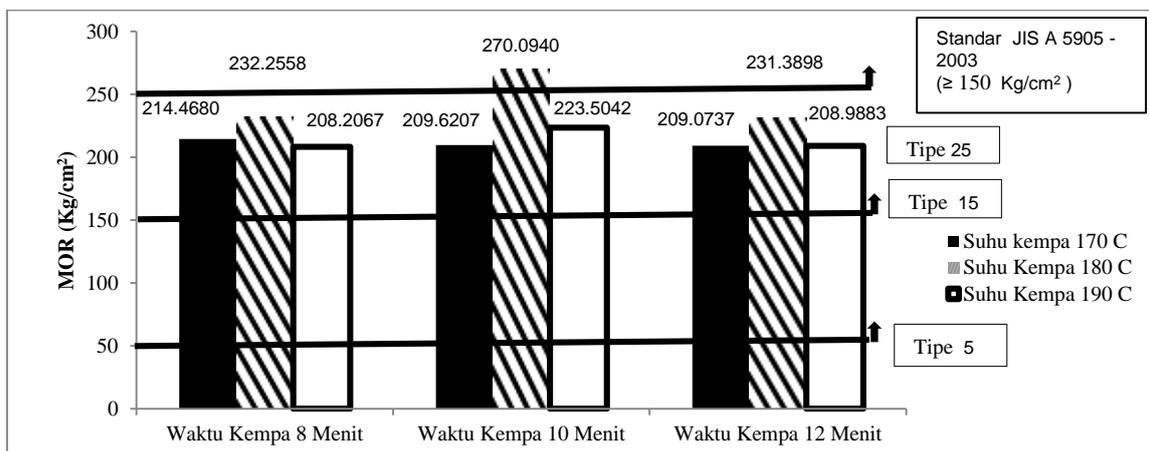


pengempaan dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain tipe atau jenis perekat yang digunakan, kondisi perekat yang dipakai sewaktu dikenai tekanan, ketebalan bahan yang direkat dan komposisi adonan atau larutan perekat (Ruhendi dkk, 2007). Suhu kempa yang lebih rendah dapat diimbangi oleh masa kempa yang lebih lama dan sebaliknya. Pada pengempaan panas, suhu yang terlalu rendah menyebabkan perekat kurang sempurna. Sebaliknya jika suhu yang digunakan terlalu tinggi akan

menyebabkan perekat menjadi gosong. Hasil pengujian menunjukkan bahwa semua pengujian MOE papan serat batang pisang kepok memenuhi standar JIS A 5905-2003 yang mensyaratkan nilai MOE papan serat yaitu  $\geq 13000$  kg/cm<sup>2</sup> dan  $\geq 8000$  kg/cm<sup>2</sup> yang termasuk pada tipe 15 atau tipe 5.

b. *Modulus of Rupture (MOR)*

Hasil pengujian *Modulus of Rupture (MOR)* disajikan pada Gambar 6.



Gambar 6. Nilai Rerata MOR Papan Serat Batang Pisang Kepok Berdasarkan Suhu dan Waktu Kempa (*The average value of MOR (kg/cm<sup>2</sup>) for a fibre board made from kepok banana stem based on pressing temperatures and times*)

Hasil penelitian menunjukkan bahwa suhu 180<sup>0</sup>C merupakan suhu optimal yang menghasilkan nilai MOR terbaik. Hasil penelitian ini senada dengan penelitian Okuda et al., (2004) yang melakukan penelitian papan serat menggunakan serat tanaman kenaf (*Hibiscus cannabinus*) dengan menggunakan suhu 140<sup>0</sup> C, 160<sup>0</sup> C, 180<sup>0</sup> C dan waktu yang sama yaitu 10 menit menunjukkan hasil papan serat dengan waktu 10 menit dan suhu 180<sup>0</sup> C

telah memenuhi standar JIS A 5905-1994. Ada beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam melakukan pengempaan antara lain waktu kempa, tekanan spesifik dan suhu pengempaan. Waktu kempa dipengaruhi oleh ketebalan bahan yang akan dikempa serta komposisi adonan dan jenis perekat yang digunakan. Untuk tekanan spesifik berfungsi sebagai pembatas kemungkinan terjadinya pecah pada panel yang dibuat. Sedangkan untuk

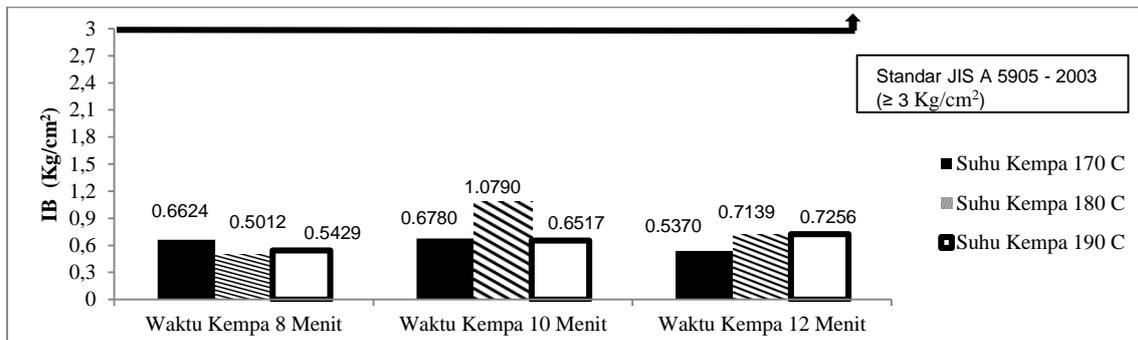


suhu pengempaan berhubungan dengan waktu kempa. Suhu kempa yang tinggi diperlukan untuk mematangkan perekat dengan cepat, tetapi suhu yang tinggi berarti tidak ekonomis karena diperlukan biaya yang tinggi untuk membawa suhu kempa ke suhu yang lebih tinggi dari suhu kamar. Suhu yang rendah mampu dipakai untuk mematangkan perekat tetapi membutuhkan waktu yang lama (Prayitno, 1984). Hasil pengujian menunjukkan bahwa semua papan serat

yang dihasilkan memenuhi standar JIS A 5905-2003 yang mensyaratkan nilai MOR papan serat yaitu  $\geq 150 \text{ kg/cm}^2$  yang termasuk pada tipe 15, sedangkan perlakuan suhu  $180^\circ \text{C}$  dengan waktu kempa 10 menit termasuk tipe 25 yaitu  $\geq 250 \text{ kg/cm}^2$ .

### c. Keteguhan Rekat Internal (*Internal Bonding / IB*)

Hasil pengujian Keteguhan Rekat Internal (*Internal Bonding / IB*) disajikan pada Gambar 7.



Gambar 7. Nilai Rerata Keteguhan Rekat Internal (*Internal Bonding / IB*) Papan Serat Batang Pisang Kepok Berdasarkan Suhu dan Waktu Kempa (*The average value of internal bonding (IB) (kg/cm<sup>2</sup>) for a fibre board made from kepok banana stem based on pressing temperatures and times*)

Hasil penelitian menunjukkan bahwa keteguhan rekat tertinggi terdapat pada perlakuan suhu  $180^\circ \text{C}$  dengan waktu kempa 10 menit. Pada umumnya, kenaikan suhu pengempaan dapat meningkatkan sifat-sifat papan yang dihasilkan. Namun pada suhu yang terlalu tinggi sifat-sifat papan dapat menurun yang diakibatkan oleh terlalu tingginya kerusakan serat selama proses pengempaan. Hal ini sejalan dengan penelitian syahroni (2015) yang menyatakan bahwa degradasi

komponen kimia yang terlalu berlebihan dapat menyebabkan penurunan sifat papan tersebut. Apabila suhu terlalu rendah, maka perekat menjadi kurang matang, namun apabila terlalu tinggi maka menyebabkan perekat menjadi terlalu matang sehingga perekat menjadi regas. Sutigno (1986) mengatakan suhu yang terlalu rendah ataupun tinggi akan mengurangi keteguhan rekatnya. Masa kempa perlu disesuaikan dengan perekat yang digunakan serta suhu pada proses



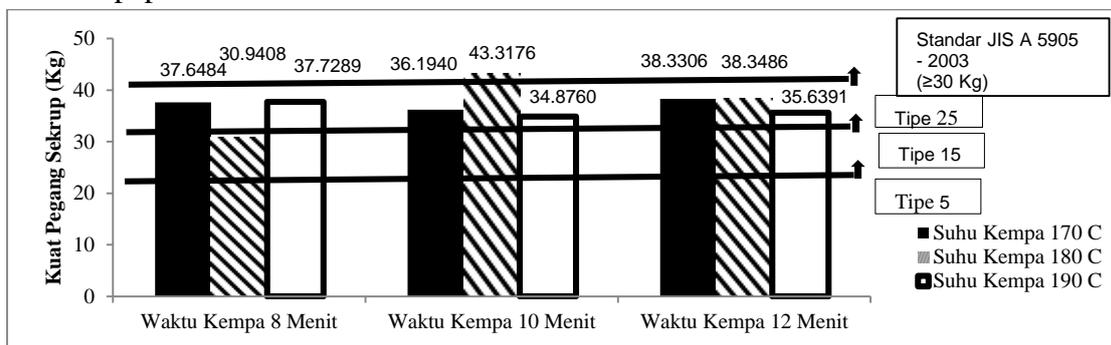
pengempaan. Pengempaan panas sampai titik material lignoselulosa mempunyai efek menurunkan kekuatan serat. Oleh sebab itu, pemanasan dengan pengempaan sekaligus akan membuat lapisan serat menjadi menurun kekuatannya bila titik plastisitas terlampaui (Prayitno,1984). Hasil penelitian menunjukkan bahwa semua papan serat tidak memenuhi

standar JIS A 5905-2003 yang mensyaratkan keteguhan rekat papan serat yaitu  $\geq 3 \text{ kg/cm}^2$ .

Namun demikian, suhu kempa 180°C dan waktu kempa 10 menit memiliki keteguhan rekat terbaik.

d. Kuat Pegang Sekrup

Hasil pengujian kuat pegang sekrup disajikan pada Gambar 8.



Gambar 8. Nilai Rerata Kuat Pegang Sekrup Papan Batang Pisang Kepok Berdasarkan Suhu dan Waktu Kempa (*The average value of graps screw strength (kg) for a fibre board made from kepok banana stem based on pressing temperatures and times*)

Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai kuat pegang sekrup tertinggi terdapat pada perlakuan suhu kempa 180°C dengan waktu kempa 10 menit. Hal ini menunjukkan bahwa suhu 180°C merupakan suhu optimal yang menghasilkan nilai kuat pegang sekrup terbaik. Nilai kuat pegang sekrup dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya pengaruh dari struktur kayu yang digunakan, ukuran serat atau jenis kayu (berat jenis rendah atau tinggi) dan jenis perekat yang digunakan. Selain itu, tingkat kematangan perekat ditentukan oleh kombinasi suhu dan waktu kempa yang digunakan. Menurut Sutigno (1986), suhu kempa

berhubungan dengan waktu kempa. Suhu yang lebih rendah dapat diimbangi dengan masa waktu kempa yang lebih lama begitu pula suhu yang lebih tinggi dapat diimbangi dengan waktu kempa yang singkat. Pada pengempaan panas, apabila suhu yang terlalu rendah berakibat daya rekat kurang sempurna dan begitu pula sebaliknya jika suhu yang digunakan terlalu tinggi akan menyebabkan perekat menjadi gosong. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semua nilai kuat pegang sekrup papan serat memenuhi standar JIS A 5905-2003, yang nilainya untuk papan serat berkerapatan sedang tipe 5 yaitu  $\geq 20 \text{ kg}$  dan tipe 15 yaitu  $\geq 30 \text{ kg}$  sedangkan



hanya pada perlakuan suhu kempa 180°C dengan waktu 10 menit termasuk tipe 25 yaitu  $\geq 40$  kg.

#### KESIMPULAN

Hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa Faktor suhu kempa berpengaruh nyata dan berpengaruh sangat nyata terhadap daya serap air, MOE, MOR, keteguhan rekat internal kecuali kerapatan, kadar air, pengembangan tebal, kuat pegang sekrup. Sedangkan faktor waktu kempa berpengaruh nyata dan berpengaruh sangat nyata terhadap MOR, keteguhan rekat internal, pengembangan tebal kecuali MOE, daya serap air, kerapatan, kadar air dan kuat pegang sekrup. Interaksi antara kedua faktor perlakuan berpengaruh nyata dan berpengaruh sangat nyata terhadap kerapatan, keteguhan rekat internal, kuat pegang sekrup kecuali MOE, MOR, daya serap air, pengembangan tebal dan kadar air. Hasil penelitian ini memenuhi standar JIS A 5905-2003 tipe 5, 15, 25 dan 30, kecuali pada pengujian keteguhan rekat dan pengujian pengembangan tebal hanya perlakuan a2b2 yang memenuhi standar. Papan serat dengan suhu kempa 180°C dengan waktu kempa 10 menit merupakan perlakuan yang optimal untuk menghasilkan papan serat yang memenuhi standar JIS A 5905-2003 tipe 5, 15, 25 dan 30.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Hakim, L. Herawati, E. Wistara, N. J. 2011. *Papan Serat berkerapatan Sedang Berbahan Baku Sludge Terasetilasi dari Industri Kertas*. Makara Teknologi. 15 (2) : 123 - 130.
- JIS A 5905. 2003. *Fiberboard, Japenese Industrial Standar*. Japenese Standards Association.
- Nurrani, L. 2012 a. *Pemanfaatan Batang Pisang (Musa sp) Sebagai Bahan Baku Papan Serat dengan Perlakuan Termo-Mekanis*. Jurnal Penelitian Hasil Hutan. 30 (1) : 1 - 5.
- Okuda, dan Sato, M. 2004. *Manufacture and Mechanical Properties of Binderless Board From Kenef Core*. Journal of wood Science (50) : 53 - 61
- Prayitno, T.A. 1984. *Perekatan Kayu*. Yayasan Pembinaan Fakultas Kehutanan Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.
- Rashid, M. Das, A. K. Shams, I. Biswas, S. K. 2014. *Physical and Mechanical Properties of Medium Density fiber Board (MDF) Fabricated from Banana Plant (Musa sapientum) Stem and Midrib*. Journal Indian AcademyofWoodScince.[http://www.academia.edu/6257565/Physical\\_and\\_mechanical\\_properties\\_of\\_medium\\_density\\_fiber\\_board\\_MDF\\_fabricated\\_from\\_banana\\_plant\\_Musa\\_sapientum\\_stem\\_and\\_midrib](http://www.academia.edu/6257565/Physical_and_mechanical_properties_of_medium_density_fiber_board_MDF_fabricated_from_banana_plant_Musa_sapientum_stem_and_midrib). Diakses tanggal 12 Maret 2015.
- Rofii, M.N, H.B. Dwiatmoko dan Prayitno, T.A. 2008. Sifat Papan Komposit Kayu-Plastik dengan Variasi Dimensi dan Komposisi Partikel Kayu Suren (*Toona sinensis* (a.juss) roem) dan Plastik Polistiren. Prosiding Seminar Nasional. Masyarakat Peneliti Kayu Indonesia (MAPEKI) XI, Palangka Raya.
- Ruhendi S, Koroh DN, Syamani FA, Yanti H, Nurhaida, Saad S, Sucipto T. 2007. *Analisis*



*Perekatan Kayu*, Fakultas Kehutanan Institut Pertanian, Bogor.

Sutigno P. 1986. *Perekat*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Kehutanan, Departemen Kehutanan, Bogor.

Syahroni, H.S. Rudi, H. Tito, S. Apri, H.I. 2015. *Variasi Suhu dan*

*Waktu Pengempaan Terhadap Kualitas papan Partikel dari Limbah Batang Kelapa Sawit dengan Perekat Phenol Formaldehida*. Jurnal Kehutanan Universitas Sumatra Utara 2 (3): 11-17. Diakses pada tanggal 25 Desember 2015.