SIFAT FISIK DAN MEKANIK PAPAN PARTIKEL DARI SERBUK GERGAJIAN KAYU SENGON LAUT (*Paraserianthes falcataria*) MENGGUNAKAN PEREKAT PVAC

Physical and Mechanical Properties of Particle Board of Sea Sengon (Paraserianthes falcataria) Wood Sawdust Using PVAC Adhesives

Hendra Mirza, Muhammad Faisal Mahdie, dan Gusti Ahmad Rahmat Thamrin
Program Studi Kehutanan
Fakultas Kehutanan Universitas Lambung Mangkurat

ABSTRACT. *The purpose of this study is to analyze the physical and mechanical properties of the particle board of sengon wood powder (Paraserianthes falcataria) using PVAC adhesives and to analyze the suitability of wood as raw material for particle board. The method used is physical properties testing in the form of testing water content and density as well as testing mechanical properties in the form of flexural strength (MoE) and fracture firmness (MoR). The physical properties of the particle board with the addition of different adhesives between 1.0.54-1.0.63 grams each treatment did not significantly affect the value of water content. Overall average water content reaches less than 14% that has met SNI, each treatment has no significant effect on the density value, the density value meets the Indonesian National Standard (SNI) with SNI requirements for particle board density of 0.4-0.9 gr / cm3 (low density), the average modulus of elasticity (MoE) produced had a very significant effect and fulfilled the SNI for particle board min 20400 kgf / cm2 in A2 treatment, but did not meet the standards in A1 and A3 treatments, the average value of fracture constancy (MoR) for each treatment has a very significant effect and according to the standards set SNI min 82 kgf / cm2 already meets the standard in A2 treatment with a ratio between powder and adhesive 1: 0.58 while it does not meet the standard in treatment A1 , and A3. The suitability of Sengon wood powder (Paraserianthes falcataria) to the physical and mechanical properties of the particle board in the form of water content, density, flexural strength (MoE) and fracture firmness (MoR) for each given treatment is appropriate because most have met the Standard Indonesian National (SNI).*

Keywords: *Particle Board; Physical Properties; Mechanical Properties*

ABSTRAK. Tujuan penelitian ini yaitu untuk menganalisis sifat fisik dan mekanik papan pertikel dari bahan serbuk kayu sengon *(Paraserianthes falcataria)* menggunakan perekat pvac dan untuk menganalisis kesesuaian kayu sebagai bahan baku papan partikel. Metode yang digunakan yaitu pengujian sifat fisik berupa pengujian kadar air dan kerapatan serta pengujian sifat mekanik berupa keteguhan lentur (MoE) dan keteguhan patah (MoR). Sifat fisik papan partikel dengan penambahan perekat yang berbeda antara 1,0,54-1,0,63 gram setiap perlakuan tidak berpengaruh nyata terhadap nilai kadar air. Kadar air rata-rata keseluruhan mencapai kurang dari 14% yang telah memenuhi SNI, setiap perlakuan tidak berpengaruh nyata terhadap nilai kerapatan , nilai kerapatan sudah memenuhi Standar Nasional Indonesia (SNI) dengan persyaratan SNI untuk kerapatan papan partikel 0,4-0,9 gr/cm^3 (*low density*), nilai rata-rata modulus elastisitas (MoE) yang dihasilkan berpengaruh sangat nyata dan memenuhi SNI untuk papan partikel min 20400 kgf/cm^2 pada perlakuan A2, namun belum memenuhi standar pada perlakuan A1 dan A3, nilai rata-rata keteguhan patah (MoR) untuk setiap perlakuan berpengaruh sangat nyata dan menurut standar yang ditetapkan SNI min 82 kgf/cm^2 sudah memenuhi standar pada perlakuan A2 dengan perbandingan antara serbuk dan perekat 1:0,58 sedangkan belum memenuhi standar pada perlakuan A1, dan A3. Kesesuaian bahan baku serbuk kayu sengon (*Paraserianthes falcataria*) terhadap sifat fisik dan mekanik papan partikel berupa nilai kadar air, kerapatan, keteguhan lentur (MoE) dan keteguhan patah (MoR) untuk masing-masing perlakuan yang diberikan telah sesuai karena sebagian besar telah memenuhi Standar Nasional Indonesia (SNI).

Kata kunci: Papan Partikel; Sifat Fisik; Sifat Mekanik

Penulis untuk korespondensi, surel: hendra.mirza96@gmail.com

PENDAHULUAN

Salah satu pionir pohon serbaguna (*Multipurpose tree species*) yang ada di Indonesia adalah pohon sengon laut (*Paraserianthes falcataria*). Dalam industri kayu sengon ini menjadi bahan yang sangat baik sebagai bahan baku untuk industri panel dan kayu lapis dikarenakan kecepatan tumbuh yang cepat, dapat hidup di berbagai kondisi tanah. Masyarakat memanfaatkan Kayu sengon sebagai bahan utama bangunan dan bahan baku kayu dipilih karena kayu sengon sendiri memiliki beberapa kelebihan diantaranya: ringan, tahan terhadap gempa, serta mudah dalam pelaksanaan dan pengerjaan industri. Pada proses produksi pengolahan kayu menghasilkan sisa berupa potongan kecil kayu, serbuk gergajian (*saw dust*), tatal, pasahan (*shaving*), dan lain-lain (Siregar, *et al* 2008). Namun meskipun kayu memiliki kelebihan kayu juga memiliki kekurangan seperti mudah mengalami kembang susut, tidak tahan terhadap serangan rayap dan mudah terbakar. Sebelum menggunakan kayu untuk membuat kontruksi bangunan alahkah lebih baik jika memperhatikan kelebihan dan kekurangan kayu tersebuk.

Papan partikel sangat direkomendasikan sebagai produk utama kayu karena memiliki kelebihan yang sangat banyak diantaranya pengolahan papan partikel berasal dari limbah kayu dan dapat mengatasi penanganan yang belum optimal sehingga dapat mendaur ulang dan dapat menghasilkan produk dengan nilai mamfaat dan nilai ekonomi bagi masyarakat.Upaya untuk menangulangi kekurangan papan dari kayu yang utuh yaitu dengan memanfaatkan limbah dari serbuk kayu yang dapat dibuat menjadi papan. Produk industri kayu yang menjadi salah satu industri yang memiliki peluang yang cukup baik dimasa yang akan datang yaitu papan kayu partikel. Bahan untuk pembuatan papan kayu partikel tidak memerlukan persyaratan yang cukup tinggi, karena diolah menggunakan sisa kayu yang berasal dari industri kayu penggergajian (Sutarman 2016). Untuk mengolah papan partikel yang kuat dan memiliki krateristik yang baik maka dilakukan dengan membuat materil komposit yang menggunakan serbuk gergajian kayu sengon dan perekat PVAc.

Perekat yang dapat digunakan untuk pembuatan papan partikel yaitu Polivinil Asetat (PVAc). PVAc memiliki sifat yang sangat kuat dalam hal kerekatan sehingga cocok untuk lem kertas maupun kayu. PVAc tidak memiliki berbau, lebih cepat solid dan tidak mudah terbakar. Pizzi (1983) menyatakan, bahan perekat PVAc merupakan perekat yang penggunaannya secara luas tampa kempa panas dan menghasilkan nilai yang baik dalam keteguan rekat serta biaya PVAc tersebut relatif rendah. Penggunaan PVAc memiliki keuntungan utama melebihi perekat UF karena kemampuannya dalam menghasilkan kekuatan rekat yang cepat pada keadaan suhu kamar. Salah satu keuntungan lainnya yaitu mempunyai sifat termoplastik yang penting untuk menjaga tekanan dalam kempa selama waktu pembentukan ikatan rekat sampai ikatan rekat tersebut memiliki kekuatan yang memadai, dan juga menghindari penggunaan biaya tinggi dalam melakukan kempa panas.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis sifat fisik dan mekanik dari papan partikel kayu sengon laut *(Paraserianthes falcataria)* menggunakan perekat PVAc dan menganalisis kesesuaian kayu sebagai bahan baku papan partkel.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di di Laboratorium Ilmu Kayu dan *Workshop* Fakultas Kehutanan Universitas Lambung Mangkurat Banjarbaru. Penelitian ini dilaksanakan kurang ± 3 bulan terhitung mulai dari tahapan persiapan penulisan usulan penelitian, pelaksanaan, pengolahan dan analisis data serta penyusunan laporan penelitian. Waktu penelitian dimulai dari bulan Juni sampai dengan bulan September 2019.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah timbangan digital, moisture meter, press menual, ember, cetakan dari besi ukuran 30 cm x 30 cm x 2 cm, plastik, karung, jangka sorong, oven, *universal testing machine* untuk menguji sifat mekanik papan partikel, kamera untuk dokumentasi, kalkulator, alat tulis menulis dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah serbuk kayu gergajian dari kayu Sengon (*Paraserianthes falcataria)* (PT. Surya Satrya Timur) (2.070 gr) dan Polivinil Asetat (PVAc) (1.215 gr/3 botol)

Prosedur Penelitian dengan cara Pembuatan Papan Kayu Partikel dan Pembuatan Sample Uji yang meliputi pengujian sifat fisik dengan parameter sebagai berikut :

Pengukuran kadar air dilakukan untuk mengetahui sifat fisiknya dilakukan terhadap sampel uji yang berukuran 10 cm x 10 cm x 1 cm. Menimbang sampel uji pada saat sampel kering udara, kemudian memasukkan ke dalam oven dengan temperature oven berkisar pada suhu 103ºC ± 2ºC sampai berat konstan. Kemudian contoh uji ditimbang dan di ukur panjang, lebar dan tebalnya. Menurut Panshin & deZeeuuw 1980, Rumus Kadar Air :

$$\mathbf{Ka} = \frac{\boldsymbol{B0} - \boldsymbol{B1}}{\boldsymbol{B1}} \times \mathbf{100}\%$$

Keterangan:
Ka = Kadar air (%)
B0 = Berat awal contoh uji (gr)
B1 = Berat akhir contoh uji (gr)

Pengukuran kerapatan yaitu untuk mengetahui sifat fisiknya, dilakukan terhadap sampel uji yang berukuran 10 cm x 10 cm x 1 cm. Sampel uji dimasukkan ke oven pada temperatur oven berada pada 103ºC ± 2ºC sampai berat konstan, kemudian contoh uji ditimbang di ukur panjang, lebar dan tebalnya. Menurut Panshin & deZeeuuw 1980, Rumus Kerapatan :

$$\mathbf{p} = \frac{\mathbf{m}}{\mathbf{v}}$$

Keterangan:
p = Kerapatan (gr/cm^3)
m = Massa sampel uji (gr/cm^3)
v = Volume sampel uji (gr/cm^3)

Pengujian sifat mekanik meliputi keteguhan lentur dan keteguhan patah. Setiap contoh papan partikel yang dibuat, dipotong untuk mendapatkan dua potong berukuran 25 cm x 5 cm x 1 cm dan bebas dari cacat berupa digunakan sebagai contoh uji keteguhan lentur statik dan uji keteguhan patah untuk mengetahui sifat mekaniknya, dengan menggunakan rumus:

$$\mathbf{MoE} = \frac{\boldsymbol{PL^3}}{\mathbf{48.ID}}\ \boldsymbol{gr/cm^2}$$

Keterangan:
MoE = *Modulus of Elasticity* (gr/cm^2)
P = Beban maksimum (kgf)
L = Jarak sangga (cm)
D = Defleksi
I = Momen inersia

$$\mathbf{MoR} = \frac{\mathbf{1,5\ PL}}{\mathbf{b}\boldsymbol{d^2}}\ \boldsymbol{gr/cm^2}$$

Keterangan:
MoR = *Modulus of Rupture* (gr/cm^2)
P = Beban maksimum (kgf)
L = Jarak sangga (cm)
b = Lebar gelagar (cm)
d = Tebal gelagar (cm)

Analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah rancangan acak lengkap (RAL), dengan 3 ulangan, sehingga jumlah sampel uji yang digunakan dalam penelitian ini adalah 3 x 3 = 9 buah, data hasil pengujian dimasukan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Nilai hasil pengujian kadar air, keraparatan, MoE, MoR pada perlakuan berat perekat masing-masing pengujian di ulang sebanyak 3 (Tiga) kali

Ulangan	Perlakuan		
	A1	A2	A3
1	A1.1	A2.1	A3.1
2	A1.2	A2.2	A3.2
3	A1.3	A2.3	A3.3
Jumlah			
Rata-rata			

Sedangkan untuk perlakuan terhadap berat perekat mengharapkan kerapatan dari papan partikel sebesar 0,6 gr/cm^3 dengan perbandingan serbuk dan perekat A1 (1:0,54), A2 (1:0,58) dan A3 (1:0,63) sebagai berikut:

A1 : (Serbuk kayu 230 gr + Perekat 125 gr)
n = 3
A2 : (Serbuk kayu 230 gr + Perekat 135 gr)
n = 3
A3 : (Serbuk kayu 230 gr + Perekat 145 gr)
n = 3

Bentuk umum Rancangan Acak Lengkap (RAL) menurut Hanafiah, (2000) adalah:

$$Yij = \mu + \tau i + \varepsilon ij$$

Keterangan:
Yij = Nilai pengamatan pada perlakuan ke-i dan ulangan ke-j
μ = Nilai tengah umum
τi = Pengaruh perlakuan ke-i
εij = Galat percobaan pada perlakuan ke-i dan ulangan ke-j

Data hasil pengujian kadar air, kerapatan, keteguhan lentur (MoE) dan keteguhan patah (MoR), dilakukan uji pendahuluan yaitu uji normalitas dengan uji Liliofors, uji keragaman dengan uji Bartlett. Jika nilai Li max lebih kecil dari Li tabel maka data diangkap normal atau jika nilai Li max lebih besar dari Li tabel Maka itu dianggap tidak normal.

Selanjutnya jika data menyebar normal dilakukan uji ke-4, sifat yang akan diuji dilakukan analisa sidik ragam seperti Tabel 2 berikut:

Tabel 2. Analisis keragaman dari rancangan acak lengkap

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	F Tabel	
					5 %	1 %
Perlakuan	t-1	JKP	JKP/dbp	KTP/KTG		
Galat	t(r-1)	JKA	JKG/dbg	KTA/KTG		
Total	t.r-1	JKB				
Total	(nab-1)	JKT				

Sumber: Hanafiah, (2000)

Keterangan:
JKP = Jumlah Kuadrat Perlakuan
JKG = Jumlah Kuadrat Galat
JKT = Jumlah Kuadrat Tengah
KTP = Kuadrat Tengah Perlakuan
KTG = Kuadrat Tengah Galat
Db = Derajat Bebas

Kriteria hipotesa berdasarkan analisa acak lengkap yaitu Jika F Hitung ≥ F Tabel pada tingkat nyata 5 % berarti perlakuan tersebut berpengaruh nyata terhadap parameter yang di ukur. Jika F Hitung ≥ F Tabel pada tingkat nyata 1 % berarti perlakuan tersebut berpengaruh sangat nyata terhadap parameter yang di ukur. Jika F Hitung ≤ F Tabel berarti perlakuan tersebut tidak berpengaruh nyata terhadap parameter yang di ukur.

Jika hasil analisis sidik ragam berpengaruh maka selanjutnya dilakukan uji beda yang sesuai setelah mengetahui koefisien keragamannya (KK) yang dinyatakan dalam persen dengan rumus:

$$\boldsymbol{KK} = \frac{\sqrt{\mathbf{KTG}}}{\tilde{Y}} \times \mathbf{100}\%$$

Keterangan:
KK = Koefisien Keragaman (%)
KTG = Kuadrat Tengah Galat
Ỹ = Rata-rata seluruh pengamatan

Koefisien keragaman (KK) dengan kriteria Jika KK besar (≥ 10 %), maka uji lanjutan Duncan yang digunakan, karena dikatakan paling teliti, Jika KK sedang (5% - 10%), maka uji lanjutan yang sebaiknya digunakan adalah uji Beda Nyata Terkecil (BNT) dan Jika KK kecil (≤ 5%), maka uji lanjutannya memakai uji Beda Nyata Jujur.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kadar Air

Berdasarkan hasil penelitian pembuatan papan partikel dari kayu sengon pengujian kadar air dapat ditunjukan pada Tabel 3.

Tabel 3. Data Nilai Kadar Air (%) Papan Partikel dari Kayu Sengon (*Paraserianthes falcataria*)

Ulangan	Perlakuan		
	A1	A2	A3
1	10,99	11,15	10,69
2	10,77	10,91	10,49
3	10,87	10,48	10,97
Jumlah	32,63	32,54	32,15
Rata-rata	10,88	10,85	10,72

Hasil dari Tabel 3 menunjukan kadar air terendah diperoleh diperlakuan A3 dengan perbandingan serbuk kayu dan perekat (1:0,63) sebesar 10,72 %. Sedangkan kadar air tertinggi diperoleh pada perlakuan A1 dengan perbandingan serbuk kayu dan perekat (1:0,54) sebesar 10,88 %. Nilai kadar air pada tiap perlakuan secara keseluruhan telah sesuai dengan kriteria SNI 03-2105-2006 yang berkisar antara < 14 %. Penelitian ini memiliki nilai kadar air yang bermaca-macam, Prasetyani & Ruhendi (2009) berpendapat bahwa penentuan kadar air dapat dilihat pada kadar air awal, nilai jumlah air yang keluar waktu pengempaan, dan nilai jumlah air didalam perekat tersebut. Kerapatan juga mempengaruhi tingkat kadar air, semakin tinggi nilai tingkat kerapatan maka semakin kecil tingkat kadar air didalam papan kayu partikel tersebut.

Kadar air merupakan kandungan berat air yang dinyatakan dalam persen berat kayu bebas air atau kering tanur yang dapat mempengaruhi sifat mekanik kayu. Penyerapan dan pelepasan air dipengaruhi kelembaban dan suhu di sekitarnya dan juga jumlah air pada kayu tersebut. Tinggi atau rendahnya nilai kadar air pada papan partikel dapat disebabkan oleh bahan baku maupun serbuk yang digunakan dalam pembuatan papan partikel, jika bahan baku yang digunakan merupakan jenis kayu yang memiliki kadar air tinggi maka akan mengakibatkan adonan perekat menjadi lebih encer. Pengaruh penambahan komposisi perekat PVAc terhadap nilai kadar air dapat dilihat dengan melakukan analisis keragaman. Hasil analisa keragaman dapat ditunjukan pada Tabel 4.

Tabel 4. Data analisa keragaman nilai kadar air papan kayu partikel (%)

Sumber Keragaman	Derajat bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	Fhitung	Ftabel	
					5%	**1%**
Perlakuan	2	0,043	0,022	0,35 tn	5,14	10,92
Galat	6	0,371	0,062			
Total	8	0,414				

Keterangan:
tn : Tidak berpengaruh nyata

Hasil nilai dari analisa sidik ragam diatas menunjukan nilai komposisi dari pembuatan bahan baku papan kayu partikel dari serbuk gergajian dengan menggunakan kayu sengon pada beberapa perlakuan penambahan perekat PVAc tidak berpengaruh nyata terhadap nilai kadar air. Dengan mengetahui nilai koefisien keragamannya sebesar 2,30 % dan nilai F hitung = 0,35 lebih kecil dari F tabel taraf 5 % = 5,14 dan kurang dari F tabel taraf 1%= 10,92 sehingga dengan nilai F hitung tersebut maka tidak dilakukan uji lanjutan kerena data tidak signifisikan atau tidak berpengaruh nyata. Kadar air kayu akan berubah jika kondisi udara sekitarnya juga berubah. Perubahan kadar air kayu akan berpengaruh terhadap demensi dan sifat-sifat kayu. Semakin kecil kandungan kadar air dalam papan partikel maka akan semakin baik, hal ini dikernakan keberadaan air dalam papan partikel berpengaruh terhadap pengembangan tebal papan partikel dan kekuatan dari papan partikel tersebut. Banyaknya kandungan air dalam papan partikel dapat menghambat penetrasi PVAc sebagai perekat antar ikatan papan partikel.

Kerapatan

Berdasarkan hasil penelitian pembuatan papan partikel dari kayu sengon pengujian kerapatan ditunjukan pada Tabel 5.

Tabel 5. Data Kerapatan (gr/cm^3) Papan Partikel dari Kayu Sengon (*Paraserianthes falcataria*)

Ulangan	Perlakuan		
	A1	A2	A3
1	0,569	0,602	0,612
2	0,665	0,589	0,593
3	0,662	0,601	0,602
Jumlah	1,896	1,792	1,807
Rata-rata	0,6320	0,5973	0,6023

Hasil pada tabel 5 menujukan bahwa kerapatan nilai terendah terdapat pada perlakuan A2 dengan perbandingan serbuk kayu dan perekat (1:0,58) yang berjumlah 0,5973 gr/cm^3, sedangkan nilai kerapatan tertinggi terdapat pada perlakuan A1 perbandingan serbuk kayu dan perekat (1:0,54) yang berjumlah 0,6320 gr/cm^3. Berdasarkan pada hasil tabel 6 dapat disimpulkan bahwa nilai kerapatan pada perlakuan A1, A2 dan A3 telah sesuai dengan kriteria SNI 03-2105-2006 yang berkisar 0,4-0,9 gr/cm^3. Menurut Hakim *et al.* (2011) ketebalan pada dinding sel, kadar dari air, proses pengeleman dan pengempaan dapat mempengaruhi kerapatan kayu. Kerapatan yaitu perbandingan dari massa per volume yang memiliki hubungan distribusi partikel serta perekat dalam contoh uji, dimana distribusi tersebut menyebar secara rata cerderung lebih merata dalam menghasilkan nilai kerapatan. Tinggi rendahnya nilai kerapatan dipengaruhi oleh bahan baku dan tekanan yang diberikan selama proses pengempaan. Kelebihan yang dimiliki serbuk kayu yang berukuran lebih halus dapat mengisi ruang kosong diantara celah serbuk lainnya.

Tingkat kerapatan papan partikel yang dibuat semakin tinggi, maka tekanan kempa yang diberikan saat pengempaan semakin besar. Berdasarkan hasil yang diperoleh, kemudian dilakukan uji kenormalan *Lilifors* dan uji ragam *Bartlet* untuk pengujian homogenitas. Hasil uji yang dilakukan diperoleh data nilai kerapatan papan partikel menyebar secara normal dimana Li Max < Li Tabel serta homogen dengan nilai X^2 hitung < dari X^2 Tabel. Hasil analisis keragaman untuk nilai kerapatan papan kayu partikel dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Data analisa keragaman nilai kerapatan papan kayu partikel (gr/cm^3)

Sumber Keragaman	Derajat bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	Fhitung	Ftabel	
					5%	1%
Perlakuan	2	0,002	0,001	1,10 tn	5,14	10,92
Galat	6	0,006	0,001			
Total	8	0,008				

Keterangan:
tn : Tidak berpengaruh nyata

Hasil analisa keragaman nilai kerapatan setiap perlakuan papan kayu partikel yaitu terjadi perbedaan tidak berpengaruh nyata. Hal ini dikarenakan nilai F hitung (1,10) lebih kecil dari F tabel 5% (5,14) dan F tabel 1% (10,92), sehingga dengan nilai F hitung tersebut maka tidak dilakukan uji lanjutan karena data tidak signifikan atau tidak berpengaruh nyata yang artinya nilai kerapatan tersebut tidak mengalami perubahan meskipun ada penambahan komposisi perekat.

Keteguhan Lentur (*Modulus of Elastisity* atau MOE)

Berdasarkan hasil pengujian keteguhan lentur (MoE), untuk melihat pengaruh penambahan komposisi perekat dapat ditunjukan pada tabel 7.

Tabel 7. Data MoE (*Modulus of Elasticity*) (gr/cm^3) Papan Partikel Dari Kayu Sengon (*Paraserianthes falcataria*)

Ulangan	Perlakuan		
	A1	A2	A3
1	17716,91	24068,03	8020,89
2	19406,09	23063,95	7700,28
3	18649,03	23991,71	7852,15
Jumlah	55771,04	71122,69	23573,32
Rata-rata	18590,35	23707,23	7858,77

Hasil pengujian MOE papan kayu partikel menunjukkan bahwa rata-rata nilai tertinggi pada perlakuan A2 dengan perbandingan serbuk kayu dan perekat (1:0,58) yaitu 23707,23 kgf/cm^2 dan yang terendah pada perlakuan A3 dengan perbandingan serbuk kayu dan perekat (1:0,63) yaitu sebesar 7858,77 kgf/cm^2. Ukuran ketahanan papan dalam menahan beban, dan perubahan bentuk merupakan sampai batas proporsi yang menunjukkan sifat elastisitas disebut MOE atau keteguhan lentur (Manurung 2011). Papan partikel akan semakin kuat apabila nilai keteguhan lenturnya semakin tinggi. Pengujian keteguhan lentur (MOE) yang dilakukan pada penelitian ini, untuk A2 (1:0,58) sudah sesuai kriteria SNI 03-2105-2006 dan untuk A1(1:0,54) dan A3 (1:0,63) belum sesuai dengan kriteria SNI 03-2105-2006 yang mensyaratkan nilai MOE minimal 20400 kgf/cm^2. Nilai keteguhan lentur dipengaruhi tingkat kerapatan papan partikel, Haygreen & Bowyer (1993), semakin tinggi keteguhan lentur statis maka semakin tinggi kerapatannya, yang merupakan fungsi dari berat jenis atau karapatan. Hasil untuk mengetahui pangaruh rata-rata seluruh perlakuan pada uji MOE, maka dilakukan analisa keragaman nilai keteguhan lentur ditunjukan pada Tabel 8.

Tabel 8. Data Analisa Keragaman Nilai Keteguhan Lentur (MOE) Papan Partikel Kayu Sengon (kgf/cm^2).

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	Fhitung	Ftabel	
					5%	1%
Perlakuan	2	392575894,543	196287947,272	558,01**	5,14	10,92
Galat	6	2110595,449	351765,908			
Total	8	394686489,993				

Keterangan:
** : Berpengaruh sangat nyata
KK : 3,55 %

Berdasarkan Tabel diatas hasil analisis keragaman nilai keteguhan lentur (MOE) menunjukan bahwa pada perlakuan berpengaruh sangat nyata, karena F hitung (558,01) lebih besar dari pada F tabel 5% (5,14) dan F tabel 1% (10,92), dengan koefisien keragaman sebesar 3,55% maka uji lanjutan yang di pergunakan UJi Beda Nyata Jujur ditunjukan pada Tabel 9.

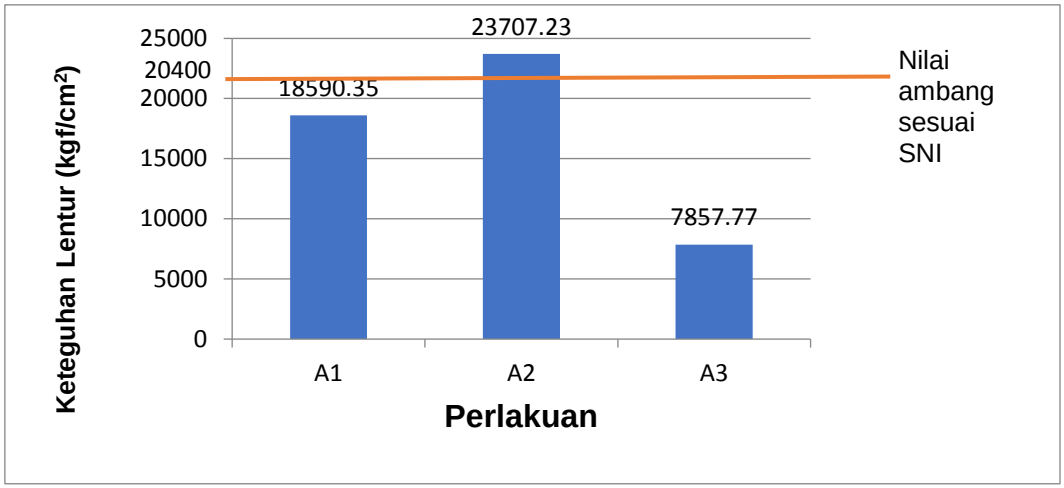
Tabel 9. Data Uji BNJ Untuk Nilai Keteguhan Lentur (MOE) Papan Partikel Kayu Sengon (kgf/cm^2).

Perlakuan	Nilai tengah	Nilai beda	
		A2	A1
A2	23.707,23		
A1	18.590,35	5.116,88**	
A3	7.857,77	15.849,46**	10.732,57**
BNJ	5%	1.184,79	1.657,34
	1%	1,794.31	2,167.55

Keterangan:
** : Berpengaruh sangat nyata

Hasil analisis keragaman pada uji lanjutan Beda Nyata Jujur (BNJ), pada penambahan komposisi perakat terhadap setiap perlakuan A2 dengan A1 dan A2 dengan A3 maupun perlakuan A1 dan perlakuan A3, maka data menunjukan bahwa perlakuan berbeda sangat nyata. Perbedaan nilai rata-rata keteguhan lentur diduga, disebabkan oleh perbedaan kerapatan dan adanya kandungan zat ekstraktif dari serbuk kayu sengon. Penambahan perekat sangat berpengaruh terhadap *Modulus of Elasticity* atau MOE. Banyaknya perekat yang digunakan meningkatkan kekuatan antar partikel. Dengan meningkatnya kekuatan partikel, sifat papan partikel akan semakin keras dan tingkat kekuatan papan partikel akan semakin tinggi pula (Sulastiningsih, dkk. 2006), dan ternyata juga tingkat MOE pada papan partikel yang dihasilkan akan semakin meningkat. Kollmann dalam Firdaus, (2010) sifat-sifat papan partikel dipengaruhi oleh pengunaan jumlah perekat dalam papan kayu partikel. Semakin besar perakat yang digunakan dalam pembuatan papan kayu partikel maka semakin besar juga tingkat kekuatan yang dihasilkan.

Rata-rata nilai keteguhan lentur (*Modulus of Elasticity* atau MOE) papan partikel kayu sengon berada diantara 7857,77-23707,23 kgf/cm^2 dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Histogram Rata-Rata Keteguhan Lentur (*Modulus of Elasticity* atau MOE) papan partikel serbuk kayu sengon dengan menggunakan perekat PVAc.

Angka keteguhan lentur dari pembuatan papan partikel yang peroleh berkisar antara 7857,77-23707,23 kgf/cm^2. Nilai terendah pada keteguhan lentur terdapat pada perlakuan A3 dengan komposisi bahan baku dan perekat 1:0,63 dan tertinggi pada perlakuan A2 dengan komposisi bahan baku dan perekat 1:0,58. Hasil analisa ragam menunjukkan bahwa bahan baku kayu sengon dan perekat berpengaruh sangat nyata terhadap nilai MOE papan kayu partikel. Nilai MOE yang dihasilkan telah sesuai dengan kriteria SNI 03-2105-2006 untuk perlakuan A2, sedangkan perlakuan A1 dan A3 belum sesuai kriteria SNI 03-2105-2006 yang mensyaratkan MOE minimal 20400 kgf/cm^2.

Keteguhan Patah (*Modulus of Rupture* atau MOR)

MOR merupakan suatu kemampuan dari papan kayu partikel dalam menanggung beban pada tingkat maksimum (hingga papan mengalami patah atau kerusakan) (Bowyer, *et al.* 2003). untuk melihat pengaruh penambahan komposisi perekat terhadap nilai *modulus of rupture* ditunjukan pada Tabel 10.

Tabel 10. Data MoR (*Modulus of Rupture*) (gr/cm^3) Papan Partikel Dari Kayu Sengon (*Paraserianthes falcataria*)

Ulangan	Perlakuan		
	A1	A2	A3
1	17,773	85,875	12,201
2	21,775	81,971	11,595
3	19,983	85,574	11,882
Jumlah	59,531	253,420	35,679
Rata-rata	19,844	84,473	11,893

Hasil pengujian ini menunjukkan pada nilai MOR papan kayu partikel yang dihasilkan untuk A2 sudah sesuai dengan kriteria SNI 03-2105-2006, A1 dan A3 belum sesuai dengan kriteria SNI 03-2105-2006. Nilai MOR tertinggi terdapat pada perlakuan A2 dengan perbandingan serbuk kayu dan perekat (1:0,58) yaitu rata-rata 84,473 kgf/cm^2, dan MOR terendah terdapat pada perlakuan A3 dengan perbandingan serbuk kayu dan perekat (1:0,63) yaitu sebesar 11,893 kgf/cm^2. Nilai keteguhan patah (MOR) yang dihasilkan untuk perlakuan A2 sudah memenuhi kriteria SNI 03-2105-2006,

untuk perlakuan A1 dan A3 belum memenuhi standar SNI 03-2105-2006 yang mensyaratkan MOR minimal 82 kgf/cm^2, jumlah komposisi bahan baku kayu sengon yang semakin banyak, maka semakin besar pula nilai MOR yang dihasilkan. Kekuatan lentur patah (MOR) merupakan suatu sifat mekanik berkaitan dengan tingkat kekuatan dari sesuatu papan dalam hal menanggung beban. Semakin tinggi tingkat kekuatan lentur pada papan yang dibuat maka semakin kuat papan tersebut dalam menahan bobot sesuatu benda. Hasil analisis keragaman nilai MOR papan kayu partikel pada kayu sengon ditunjukan pada Tabel 11.

Tabel 11. Analisis Keragaman Nilai Keteguhan Patah (MOR) Papan Partikel Kayu Sengon (kgf/cm^2).

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	Fhitung	Ftabel	
					5%	1%
Perlakuan	2	9508,113	4754,057	1.615,45**	5,14	10,92
Galat	6	17,657	2,943			
Total	8	9525,771				

Keterangan:
** : Berpengaruh sangat nyata
KK : 4,43 %

Berdasarkan Tabel diatas hasil analisis keragaman nilai keteguhan patah (MOR) menunjukan bahwa faktor penambahan komposisi perekat berpengaruh sangat nyata terhadap nilai keteguhan patah papan partikel, karena nilai F hitung (1615,45) lebih besar dari nilai F tabel 5% (5,14) dan nilai F tabel 1% (10,92), dengan koefisien keragaman sebesar 4,43%, karena nilai KK yang dihasilkan lebih kecil dari 5% maka uji lanjutan yang di pergunakan adalah UJi Beda Nyata Jujur ditunjukan pada Tabel 12.

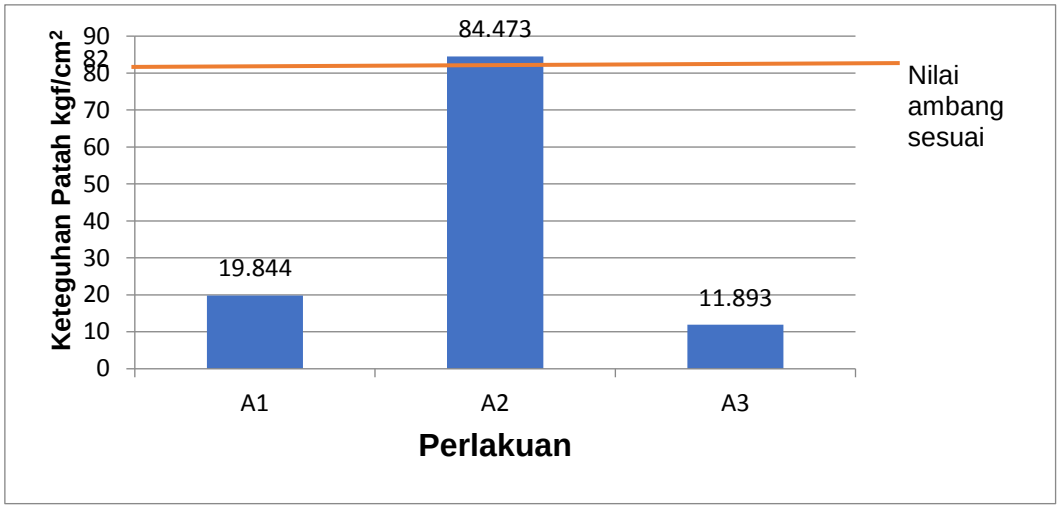
Tabel 12. Data Uji BNJ Untuk MOR Papan Kayu Partikel Pada Kayu Sengon (kgf/cm^2).

Perlakuan	Nilai tengah	Nilai beda	
		A2	A1
A2	84,47		
A1	19,84	64,63**	
A3	11,89	72,58**	7,95**
BNJ	5%	3,43	4,79
	1%	5,19	6,27

Keterangan:
** : Berpengaruh sangat nyata

Berdasarkan hasil analisis keragaman pada uji lanjutan Beda Nyata Jujur (BNJ). Bakri *et al*. (2006) berpendapat, papan yang memiliki jumlah proporsi perekat yang lebih banyak akan memiliki sifat yang kuat, sehingga papan mempunyai kemampuan yang sangat besar dalam menahan beban. Kondisi yang seperti ini menjadikan papan partikel yang dibuat memiliki nilai MOR yang lebih tinggi.

Faktor yang dapat meningkatkan nilai *Modulus of Rufture* (MOR) papan partikel adalah perekat karena semakin banyak perekat yang di pergunakan untuk memenuhi seluruh permukaan dengan baik maka akan membentuk garis perekatan yang lebih baik sehingga terbentuk ikatan yang lebih kompak antara partikel penyusunan papan partikel tersebut. Rata-rata nilai keteguhan patah (*modulus of Rupture* atau MOR) papan kayu partikel pada kayu sengon berada diantara 11,893-84,473 kgf/cm^2 dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Histogram Rata-Rata Keteguhan Patah (*Modulus of Rupture* atau MOR) papan kayu partikel serbuk kayu sengon dengan menggunakan perakat PVAc.

Berdasarkan gambar 3 diatas hasil pengujian menunjukkan rata-rata nilai MOR papan kayu partikel yang dihasilkan sudah memenuhi target untuk perlakuan A2, nilai MOR tertinggi terdapat pada perlakuan A2 dengan perbandingan serbuk dan perekat 1:0,58 (23707.23 kgf/cm^2), MOR terendah terdapat pada perlakuan A3 dengan perbandingan serbuk dan perekat 1:0,63 (7857,77 kgf/cm^2). Pengujian MOR yang dihasilkan telah sesuai kriteria SNI 03-2105-2006 untuk perlakuan A2, sedangkan perlakuan A1 dan A3 belum sesuai kriteria SNI 03-2105-2006 yang mensyaratkan nilai MOR minimal 82 kg/cm^2.

Rahmadi, dkk (2005) menyatakan bahwa kadar air, kerapatan, jumlah, dan komposisi bahan perekat serta kesolidan antara bahan yang direkat dan perekat sangat erat kaitannya dengan keteguhan patah. Kadar air yang semakin tinggi akan menurunkan tingkat keteguhan patahnya, begitu juga keteguhan patah akan semakin tinggi bila kerapatannya juga tinggi. Adanya perbedaan hasil pada ketiga perlakuan secara garis besar dapat di pengaruhi oleh faktor dalam dan faktor luar. Contoh faktor dari dalam seperti zat ekstraktif dan berat jenis kayu. Dalam penelitian ini untuk mengurangi kandungan zat ekstraktif yang terkandung dalam serbuk kayu sengon diberikan perlakuan perendaman selama 24 jam.

Faktor luar yang mempengaruhi adalah tipe dan ukuran partikel, proses pengolahan serta kualitas pembuatannya. Dalam hal ini kerataan pengadukan antara perkat dengan partikel, besarnya tekanan kempa dan besarnya suhu kempa yang digunakan dan banyaknya jumlah perekat yang digunakan. Faktor lain yang tidak mempengaruhi secara langsung terhadap presentase penambahan bahan adalah keterbatasan alat yang digunakan. Ketidak seragaman besarnya kekuatan yang digunakan saat proses pengepresan diduga dapat dipengaruhi oleh sifat fisik dan mekanika papan kayu partikel yang dihasilkan. Papan partikel yang dihasilkan dalam penelitian ini dapat digunakan sebagai produk pembuat rak buku, bagian atas lemari kayu, meja, kotak peti, kotak salon untuk speaker dan untuk pembuatan produk mebel yang tidak memerlukan kekuatan yang besar.

Berdasarkan data pengujian sifat fisik dan mekanik dari papan kayu partikel serbuk gergajian kayu sengon menggunakan perekat PVAc berupa kadar air, kerapatan, keteguhan lentur (*Modulus of Elastisity* atau MoE) dan keteguhan patah (*modulus of Rupture* atau MoR). Rata-rata data hasil dari pengujian sifat fisik dan mekanik ditunjukan pada Tabel 13.

Tabel 13. Rekapitulasi rata-rata nilai sifat fisik dan mekanik papan kayu pertikel dari serbuk gergajian kayu sengon menggunakan perekat PVAc.

No	Sifat Fisik & Mekanik	Perlakuan	Nilai rata-rata	Nilai Standar SNI 03-2105-2006
1	Kadar Air	A1	10,88*	< 14 %
		A2	10,85*	
		A3	10,72*	
2	Kerapatan	A1	0,6320*	0,4 – 0,9 gr/cm^3
		A2	0,5973*	
		A3	0,6023*	
3	MoE	A1	18.590,35	Min 20400 kgf/cm^2
		A2	23.707,23*	
		A3	7.857,77	
4	MoR	A1	19,844	Min 82 kgf/cm^2
		A2	84,473*	
		A3	11,893	

Keterangan:
* : Sudah memenuhi standar SNI
A1 : (Serbuk kayu 230 gr + Perekat 125 gr) n = 3
A2 : (Serbuk kayu 230 gr + Perekat 135 gr) n = 3
A3 : (Serbuk kayu 230 gr + Perekat 145 gr) n = 3

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Sifat fisik papan partikel dari serbuk kayu sengon menghasilkan rata-rata nilai kadar air tertinggi terdapat perlakuan A1 perbandingan serbuk kayu dan perekat (1:0,54) sebesar 10,88 %, nilai rata-rata kerapatan tertinggi pada perlakuan A1 dengan perbandingan serbuk kayu dan perekat (1:0,54) sebesar 0,6320 gr/cm^3. Sifat mekanika papan partikel menghasilkan rata-rata keteguhan lentur (MOE) tertinggi pada perlakuan A2 dengan perbandingan serbuk kayu dan perekat (1:0,58) sebesar 23.707,23 kgf/cm^2 dan rata-rata nilai keteguhan patah (MOR) tertinggi pada perlakuan A2 dengan perbandingan serbuk kayu dan perekat (1:0,58) sebesar 84,473 kgf/cm^2 dan Serbuk kayu sengon yang dipergunakan sebagai bahan baku pengolahan papan partikel untuk kadar air, kerapatan, MOE dan MOR pada perlakuan sama A2 dengan perbandingan serbuk kayu dan perekat (1:0,58) sudah sesuai kriteria SNI 03-2105-2006, sedangkan untuk MOE dan MOR pada perlakuan yang sama yaitu A1 dengan perbandingan serbuk kayu dan perekat (1:0,54) dan A3 dengan perbandingan serbuk kayu dan perekat (1:0,63) belum sesuai kriteria SNI 03-2105-2006.

Saran

Papan kayu partikel yang dibuat dari serbuk kayu sengon dengan perekat PVAC sebaiknya menggunakan komposisi 1 bagian serbuk ditambah 0,58 bagian perekat PVAC (perlakuan pada taraf A2), karena pada komposisi ini kadar air, kerapatan, MOE dan MOR sesuai kriteria SNI 03-2105-2006. Perlu penelitian lanjutan menggunakan serbuk kayu sengon dengan perbandingan perekat yang berbeda agar papan partikel yang dihasilkan memiliki kualitas yang lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

Anhar Firdaus, 2010. *Pembuatan Rotary Mixer untuk Penggabungan Partikel Kayu dengan Perekat*. Laporan Penelitian. Balai Riset dan Standardisasi Industri Banjarbaru

Bakri, Gunawan, E. Sanusi, D. 2006. Sifat Fisik dan Mekanik Komposit Kayu Semen Serbuk Gergaji. *Jurnal Parenial*, 2(1):38-41.

Bowyer JL, Shmulsky R, Haygreen JG. 2003. *Forest Product and Wood Science An Introduction.* Fourth Edition. Iowa State Press.

Hakim L, Herawati, E, Wistara, INJ. 2011. Papan Serat Berkerapatan Sedang Berbahan Baku Sludge Terasetilasi Dari Industri Kertas. *Jurnal Makara Teknologi*. (15: 2) (123 - 130).

Hanafiah, A.K.2000. Metode Rancangan Percobaan, Armici, Bandung

Haygreen JG, R Shmulsky, and JL Bowyer. 1993. *Forest Products and Wood Science, An Introduction*.USA: The Lowa State University Press.

I.M. Sulastiningsih, Novitasari, AgusTuroso, (2006). Pengaruh Kadar Perekat Terhadap Sifat PapanPartikel Bambu*. Jurnal PenelitianHasil Hutan.* Vol.24 No.1.Hal 5. Pusat Penelitian Dan Pengembangan Hasil Hutan. Bogor.

Manurung, O. M. 2011. Karakteristik Papan Serat Berkerapatan Sedang yang dibuat dari Serat Bambu Betung Proses CMP Sederhana [Skripsi]. Universitas Sumatera Utara. Medan.

Panshin, A.J. dan Carl de Zeeuw. 1980. *Text Book of Wood Technology. Mcgraw-Hill Book Company.* Hew York, ST. Lois-San Fransisco, Auckland, Bogota, Hamburg, Johannesburg London, Madrid, Mexico, Montreal, Mew Delhi, Paris, Sao Paulo, Singapore, Sidney, Tokyo, Toronto. (pp. 200-285).

Pizzi A. 1983. *Wood Adhesives, Chemistry of Technology*. National Timber Research Institute Council for Scientific and Industrial Research. South Africa: Proteria.

Prasetyani SR, Ruhendi S. 2009. *Keteguhan Rekat Internal Papan Partikel Ampas Tebu Dengan Swa Adhesi Dan Perekat Urea.* Prosiding Simposium Nasional I Forum Teknologi Hasil Hutan (FTHH), Bogor, 30-31 Oktober 2009. Hal 66-74.

Rahmadi, A. Mahdie, F. dan Mansyah, A. 2005. Pemanfaatan Limbah Industri Hasil Hutan Menjadi Papan Semen dengan Menggunakan Semen Pozolan. *Jurnal Ilmiah Hutan Tropis Borneo*. Fakultas Kehutanan UNLAM, Banjarbaru.

Siregar IZ, Yunanto T, Ratnasari J.2008. Prospek Bisnis, Budi Daya, Panen & Pascapanen Kayu Sengon. Jakarta: Penebar Swadaya.

Sutarman, I Wayan. 2016. Pemanfaatan Limbah Industri Pengolahan Kayu Di Kota Denpasar (Studi Kasus Pada CV Aditya). *Jurnal PASTI*. Volume X No 1, 15 – 22.