

PENGARUH KONSENTRASI SEMEN TERHADAP SIFAT FISIK DAN MEKANIK PAPAN SEMEN PARTIKEL DARI KAYU SENGON (*Paraserianthes falcataria*)

*The Effect of Cement Concentration on the Physical and Mechanical Properties of Particle Cement Board from Sengon wood
(Paraserianthes falcataria)*

Dwi Hariyati, Gusti Abdul Rahmat Thamrin, dan Zainal Abidin

Program Studi Kehutanan

Fakultas Kehutanan Universitas Lambung Mangkurat

ABSTRACT. *The aim of this research is to analyze the effect of cement concentration on the physical and mechanical properties of the cement particle board of sengon wood powder (*Paraserianthes falcataria*). Analyzing the suitability of wood as raw material for cement boards. The physical properties of the particle cement board with the addition of a cement ratio of 225 grams per treatment did not significantly affect the value of the water content. Overall average water content reaches less than 14% that meets SNI, the average value of density produced has a very significant effect but only on treatment with a ratio of powder: 3: 1 cement that meets the Indonesian National Standard (SNI) with SNI requirements for cement board density from 0.4 to 0.9 gr / cm³ (low density), the average modulus of elasticity (MoE) produced significantly influences and fulfills SNI for cement board particles 2.55 kgf / cm² at A2 treatment, A3 and A4 but have not met the standard in A1 treatment, the average value of fracture firmness (MoR) for each treatment has a very significant effect and according to the standards stipulated SNI min 133 kgf / cm² it meets the standard in A4 treatment with a ratio between powder and cement 6 : 1 while not meeting the standards in A1, A2 and A3 treatments. The suitability of Sengon wood powder (*Paraserianthes falcataria*) to the physical and mechanical properties of particle cement 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 Indonesian National Standard (SNI).*

Keywords: *Cement Board; Physical and Mechanical Properties of Cement Board, Particle Board*

ABSTRAK. Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah untuk Menganalisis pengaruh konsentrasi semen terhadap sifat fisik dan mekanik papan semen partikel dari bahan serbuk kayu sengon (*Paraserianthes falcataria*). Menganalisis kesesuaian kayu sebagai bahan baku papan semen. Sifat fisik papan semen partikel dengan penambahan rasio semen sebanyak 225 gram setiap perlakuan tidak berpengaruh nyata terhadap nilai kadar air. Kadar air rata-rata keseluruhan mencapai kurang dari 14% yang telah memenuhi SNI, nilai rata-rata kerapatan yang dihasilkan berpengaruh sangat nyata namun hanya pada perlakuan dengan perbandingan antara serbuk dan semen 3:1 yang memenuhi Standar Nasional Indonesia (SNI) dengan persyaratan SNI untuk kerapatan papan semen 0,4-0,9 gr/cm³ (*low density*), nilai rata-rata modulus elastisitas (MoE) yang dihasilkan berpengaruh nyata dan memenuhi SNI untuk papan semen partikel min 2,55 kgf/cm² pada perlakuan A2, A3 dan A4 namun belum memenuhi standar pada perlakuan A1, nilai rata-rata keteguhan patah (MoR) untuk setiap perlakuan berpengaruh sangat nyata dan menurut standar yang ditetapkan SNI min 133 kgf/cm² sudah memenuhi standar pada perlakuan A4 dengan perbandingan antara serbuk dan semen 6:1 sedangkan belum memenuhi standar pada perlakuan A1, A2 dan perlakuan A3. Kesesuaian bahan baku serbuk kayu sengon (*Paraserianthes falcataria*) terhadap sifat fisik dan mekanik papan semen 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 Semen; Sifat Fisik dan Mekanik Papan Semen; Papan Partikel

Penulis untuk korespondensi, surel: dwihariyati1402@gmail.com

PENDAHULUAN

Salah satu olahan pabrik berupa lembaran papan yang dikempa dengan menggunakan bahan baku berupa limbah kayu yang umumnya berbentuk partikel kayu yang mengandung lignoselulosa yang dapat direkatkan dengan semen dan diberi bahan tambahan berupa zat adiktif yang disebut papan semen partikel (Pease 1994). Papan semen tahan terhadap pembusukan, perusakan, api dan serangga perusak. Sehingga papan semen partikel dapat dipergunakan sebagai pelapis dinding eksterior dan interior bangunan (Haygreen & Bowyer 1989). Dibandingkan dengan bahan baku kayu yang masih berbentuk log dan belum diberi perlakuan, papan semen lebih tahan dari serangan rayap tanah (Sukartana et al. 2000).

Pohon sengon (*Paraserianthes falcataria*) adalah salah satu dari jenis pohon pionir *multipurpose tree species*. Pohon sengon ini menjadi salah satu bahan yang direkomendasikan untuk industri kayu dikarenakan pertumbuhannya yang cepat, mampu bertahan hidup di berbagai macam kondisi tanah, serta merupakan bahan yang cocok untuk industri panel kayu dan juga industri kayu lapis. Selain itu sengon juga merupakan salah satu kayu yang memiliki harga jual yang sesuai dengan konsumen dan dapat diolah dalam industri perkayuan.

Pengoptimalan pemanfaatan limbah yang berasal dari industri penggergajian kayu berupa serbuk kayu sengon sangat diperlukan. Sehingga penelitian ini dilakukan untuk mencoba memanfaatkan serbuk gergajian kayu sengon tersebut sebagai bahan penguat komposit agar serbuk tersebut tidak hanya dianggap sebagai limbah. Dengan dibuatnya papan partikel diharapkan dapat meningkatkan nilai ekonomis dan mengefisienkan biaya serta ramah lingkungan.

Tujuan dari dilakukannya penelitian ini untuk menganalisis pengaruh konsentrasi semen terhadap sifat fisik dan mekanik papan semen partikel dari bahan serbuk kayu sengon (*Paraserianthes falcataria*). Menganalisis kesesuaian jenis kayu sebagai bahan baku pembuatan papan semen.

METODE PENELITIAN

Tempat dan waktu penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Ilmu Kayu Fakultas Kehutanan Universitas Lambung Mangkurat Banjarbaru. Penelitian dilakukan selama 5 bulan terhitung mulai dari tahapan persiapan penulisan usulan penelitian, pelaksanaan, pengolahan dan analisis data serta penyusunan laporan penelitian.

Alat dan Bahan

Penelitian ini menggunakan peralatan berupa bak perendam dan bak pencampur, timbangan digital, gelas ukur volume 1000 ml, kantong plastik, sarung tangan karet, cetakan dari besi ukuran 30 cm x 30 cm, alat kempa dingin, gergaji besi, semprotan air, *moisture meter*, jangka sorong, oven, *Universal testing machine* (UTM), kamera, kalkulator, alat tulis. Penelitian ini menggunakan bahan berupa serbuk kayu gergajian dari kayu sengon, semen Portland, $MgCl_2$, dan air bersih.

Prosedur Penelitian

Cara Kerja

Pembuatan papan semen meliputi: (1) Persiapan alat dan bahan yang akan dipergunakan dalam pembuatan papan semen. (2) Menyiapkan bahan perekat berupa semen Portland dan bahan $MgCl_2$. (3) Serbuk kayu direndam pada suhu kamar ± 24 jam untuk menurunkan zat ekstraktif. (4) Jika proses selesai, serbuk tadi dikeringkan. (5) Selanjutnya agar kestabilan kadar air serbuk tetap terjaga kemudian disimpan ke dalam kantong plastic.

Pembuatan contoh uji meliputi: (1) Menimbang masing-masing serbuk kayu yang telah kering, semen dan kapur dengan komposisi yang telah ditentukan. (2) Papan semen diolah dengan mencampurkan bahan pengikat semen dan bahan $MgCl_2$ secara merata, kemudian ditambahkan air sedikit demi sedikit. Setelah bahan adonan pengikat merata, tambahkan serbuk kayu kering sedikit demi sedikit. Aduk menggunakan tangan hingga semuanya tercampur rata. Gunakan sarung tangan karet ketika mengaduknya. (3) Pindahkan adonan papan semen tadi ke dalam cetakan contoh uji berukuran 30 cm x 30 cm x 1 cm

dengan bagian bawahnya terlebih dahulu dilapisi menggunakan plastik agar adonan tidak melekat pada alat cetak. (4) Kemudian tekan dan ratakan dengan tangan ke semua arah, tepi-tepi bagian dalam cetakan agar bentuknya sesuai dengan cetakan, lalu pada bagian permukaan dilapisi plastik agar tidak melekat pada alat cetak. (5) Selanjutnya dilakukan proses press dengan menggunakan pres dingin (manual) selama 24 jam.

Setelah contoh uji papan semen dibiarkan dalam cetakan dalam tekanan selama 24 jam, dikeluarkan dari cetakan dan diangin-anginkan selama beberapa hari hingga mencapai kadar air kurang dari 14%. Contoh uji dibuat sebanyak 12 buah. Kemudian contoh uji siap untuk dipotong sesuai dengan keperluan pengujian.

Perhitungan Sifat Fisik dan Mekanik

Pengujian Sifat Fisik

Parameter yang digunakan dalam penelitian kali ini meliputi beberapa sifat fisik dan mekanik yaitu kadar air, kerapatan, keteguhan lentur statik dan keteguhan patah.

1. Kadar Air

Untuk mengetahui sifat fisiknya, dilakukan pengukuran kadar air dengan contoh uji yang berukuran 10 cm x 10 cm x 1 cm. Menimbang contoh uji pada saat sampel kering udara, kemudian memasukkan ke dalam oven dengan temperature oven berkisar pada suhu 103°C ± 2°C sampai berat konstan.

Rumus Kadar Air:

$$Ka = \frac{W0 - W1}{W1} \times 100\%$$

Sumber: (Panshin & deZeeuw1980)

Keterangan:

Ka = Kadar air (%)

W0 = Berat awal contoh uji (gr)

W1 = Berat akhir contoh uji (gr)

2. Kerapatan

Pengukuran kerapatan yaitu untuk mengetahui sifat fisiknya, dilakukan terhadap contoh uji yang berukuran 10 cm x 10 cm x 1 cm. Contoh uji dimasukkan ke oven pada temperatur oven berada pada

103°C ± 2°C sampai berat konstan, kemudian contoh uji ditimbang di ukur panjang, lebar dan tebalnya.

Rumus kerapatan:

$$K = \frac{B}{p \times l \times t}$$

Sumber: (Panshin & deZeeuw1980)

Keterangan :

K = Kerapatan

B = Berat contoh uji kering oven (gr)

p = Panjang contoh uji kering oven (cm)

l = Lebar contoh uji kering oven (cm)

t = Tebal contoh uji kering oven (cm)

Pengujian Sifat Mekanik

Keteguhan Lentur Statik (MoE) dan Keteguhan Patah (MoR)

Setiap contoh papan semen partikel yang dibuat, dipotong untuk mendapatkan potongan berukuran 25 cm x 5 cm x 1 cm dan bebas dari cacat untuk digunakan sebagai contoh uji keteguhan lentur statik dan uji keteguhan patah untuk mengetahui sifat mekaniknya. Beban maksimum pada saat contoh uji lentur di catat dan dihitung dengan rumus:

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

Keterangan :

MoE = Modulus of Elasticity (gr/cm²)

P = Beban maksimum (kgf)

L = Jarak sangga (cm)

D = Defleksi

I = Momen inersia

$$MoR = \frac{1,5 PL}{bd^2} \text{ gr/cm}^2$$

Keterangan :

MoR = Modulus of Rupture (gr/cm²)

P = Beban maksimum (kgf)

L = Jarak sangga (cm)

b = Lebar gelagar (cm)

d = Tebal gelag ar (cm)

Metode dan Analisis Data

Data di analisis menggunakan percobaan faktorial menggunakan rumus rancangan acak lengkap (RAL). Pola percobaan faktorial 4 perlakuan dan dengan menggunakan 3 ulangan. Jumlah contoh uji yang digunakan adalah $4 \times 3 = 12$ buah percobaan, sehingga banyaknya sampel yang akan digunakan seluruhnya berjumlah 36 buah, terdiri dari: (1) 12 contoh uji untuk kadar air. (2) 12 contoh uji untuk kerapatan. (3) 12 contoh uji untuk MoE, dan MoR.

Sedangkan untuk perlakuan terdiri dari faktor A yaitu faktor bahan pengikat (gr) dan serbuk kayu dengan perbandingan A1 (3:1), A2 (4:1), A3 (5:1) dan A4 (6:1).

Faktor A (Komposisi Bahan Pengikat + Serbuk Kayu) meliputi: (1) A1 : (Semen 675 gr + MgCl 45 gr) + Serbuk kayu (225 gr). (2) A2 : (Semen 900 gr + MgCl 45 gr) + Serbuk kayu (225 gr) (3) A3 : (Semen 1125 gr + MgCl 45 gr) + Serbuk kayu (225 gr). (4) A4 : (Semen 1350 gr + MgCl 45 gr) + Serbuk kayu (225 gr).

Parameter yang akan diukur adalah sifat fisik (kadar air dan kerapatan) dan mekanik (keteguhan lentur statik). Untuk mengetahui perlakuan mana yang berpengaruh karena adanya penambahan komposisi semen terhadap nilai sifat fisik dan mekaniknya maka dilakukan uji sidik ragam. Sebelumnya data pengamatan di analisis, tetapi sebelum itu dilakukan terlebih dahulu uji pendahuluan yaitu uji normalitas dengan uji Lilliefors, uji keragaman dengan uji Bartlett.

Model umum rancangan acak lengkap menurut Hanafiah (2005), sebagai berikut:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \epsilon_{ij}$$

Keterangan:

Y_{ij} = Pengamatan perlakuan ke-i dan ulangan ke-j
 μ = Rataan umum
 τ_i = Pengaruh perlakuan ke-i
 ϵ_{ij} = Kesalahan percobaan dari perlakuan ke-i dan ulangan ke-j

Uji F dilakukan untuk memperlihatkan derajat pengaruh perlakuan terhadap data

dari hasil percobaan yang dilakukan meliputi: (1) Perlakuan akan berpengaruh nyata jika H_1 diterima pada taraf uji $\leq 5\%$. (2) Perlakuan akan berpengaruh sangat nyata jika H_1 diterima pada taraf uji 1% . (3) Perlakuan akan berpengaruh tidak nyata jika H_0 diterima pada taraf uji $\geq 5\%$.

Hanafiah (2005) menyatakan bahwa untuk mengetahui lagi taraf faktor yang memberikan perbedaan pengaruh yang nyata maupun sangat nyata tersebut terhadap nilai keteguhan lentur statik contoh uji, maka dilakukan uji beda yang sesuai setelah mengetahui koefisien keragamannya (KK):

$$KK = \frac{\sqrt{KTGalat}}{\bar{y}} \times 100\%$$

Keterangan :

KK = Koefisien Keragaman
 KTG = Kuadrat Tengah Galat
 \bar{y} = Rata-rata seluruh pengamatan

Keragaman (KK) dengan kriteria berikut: (1) Apabila nilai KK besar (minimal 10% pada kondisi homogen), maka uji lanjutan yang paling baik digunakan adalah uji Duncan, karena dikatakan paling teliti. (2) Apabila nilai KK sedang (antara 5% - 10% pada kondisi homogen), maka uji lanjutan yang paling baik digunakan adalah uji BNT (Beda Nyata Terkecil) karena uji ini dapat dikatakan juga berketelitian sedang. (3) Apabila nilai KK kecil (maksimal 5% pada kondisi homogen), maka uji lanjutannya memakai uji BNJ (Beda Nyata Jujur) karena uji ini termasuk kurang teliti.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kadar Air Papan Semen

Hasil dari perhitungan kadar air memenuhi standar menurut SNI-03-2115-2006 yaitu kadar air maksimal sebesar 14 % untuk ketebalan papan ± 1 cm. Data rata-rata nilai kadar air untuk setiap perlakuan disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai Kadar Air (%) Papan Semen Partikel dari Kayu Sengon (*Paraserianthes falcataria*)

Ulangan	Perlakuan			
	A1	A2	A3	A4
1	11,05	8,43	9,17	9,00
2	10,11	9,10	11,38	8,13
3	9,59	10,29	9,00	10,90
Jumlah	30,75	27,82	29,55	28,03
Rata-rata	10,25	9,27	9,85	9,34

Hasil yang didapat dalam penelitian ini yaitu rata-rata kadar air terendah adalah 9,27% dihasilkan pada perlakuan A2 dengan perbandingan komposisi semen 900 gram dengan serbuk kayu 225 gram, sedangkan rata-rata kadar air tertinggi adalah 10,25 % pada perlakuan A1 dengan perbandingan komposisi semen 675 gram dengan serbuk kayu yaitu 225 gram.

Rata-rata nilai kadar air ini memenuhi standar SNI yaitu kurang dari 14 %. Penurunan kadar air ketika di oven juga mempengaruhi berat sampel yang juga mengalami penurunan hingga berat

konstan atau kadar air di dalam papan semen mencapai 0% dan tidak mengalami penurunan lagi. Menurut Haygreen dan Bowyer (1996), kayu merupakan bahan yang sifatnya higroskopis artinya kayu tersebut dapat melepaskan ataupun menyerap air, baik dalam bentuk cairan ataupun berbentuk uap air. Suhu dan kelembaban disekitarnya juga mempengaruhi pelepasan dan penyerapan air didalam kayu. Pengaruh penambahan komposisi semen terhadap nilai kadar air dapat kita lihat dengan melakukan analisis keragaman.

Tabel 2. Analisis Keragaman Kadar Air (%) Papan Semen Partikel dari Kayu Sengon (*Paraserianthes falcataria*)

Sumber Keragaman	Derajat bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	Fhitung	Ftabel	
					5%	1%
Perlakuan	3	1,90	0,63	0,49 tn	4,07	7,59
Galat	8	10,41	1,30			
Total	11	12,31				

Keterangan:

tn = Tidak berpengaruh nyata

KK = 11,78 %

Hasil analisis sidik ragam diatas menunjukkan bahwa komposisi bahan baku papan partikel yang berasal dari limbah serbuk kayu Sengon (*Paraserianthes falcataria*) dengan beberapa perlakuan penambahan semen tidak mengalami pengaruh yang nyata terhadap nilai kadar air. Dengan mengetahui nilai koefisien keragamannya yaitu sebesar 11,78 %, dan didapat nilai F hitung = 0,49 lebih kecil dari F tabel taraf 5% = 4,07 dan kurang dari F Tabel taraf 1% = 7,59 sehingga dengan nilai F hitung tersebut maka tidak dilakukan uji lanjutan karena data tidak

signifikan atau tidak berpengaruh nyata yang artinya nilai kadar air tersebut tidak mengalami perubahan meskipun ada penambahan komposisi perekat.

Kerapatan

Kerapatan papan semen yaitu sifat fisis yang menyatakan bobot papan semen per satuan volume. Hasil perhitungan kerapatan papan semen partikel dari serbuk sengon (*Paraserianthes falcataria*) dengan beberapa perlakuan penambahan komposisi semen disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Nilai Kerapatan (gr/cm³) Papan Semen Partikel dari Kayu Sengon (*Paraserianthes falcataria*)

Ulangan	Perlakuan			
	A1	A2	A3	A4
1	0,89	1,26	1,19	1,40
2	0,84	1,31	1,36	1,60
3	0,63	1,28	1,37	1,33
Jumlah	2,36	3,85	3,92	4,33
Rata-rata	0,79	1,28	1,31	1,44

Hasil yang diperoleh dari perbandingan partikel dan semen 3:1, 4:1, 5:1 maupun 6:1 menghasilkan nilai kerapatan yang berpengaruh sangat nyata. Hal tersebut disebabkan karena semakin banyaknya rongga papan partikel yang terisi oleh semen. Dan sebaliknya bila dalam perbandingan komposisi tersebut semennya semakin sedikit maka nilai kerapatan akan semakin kecil. Perbandingan partikel dan semen 3:1, 4:1 dengan 5:1 maupun 6:1 secara berturut-turut menghasilkan kerapatan 0,79; 1,28; 1,31 dan 1,44 gr/cm³.

Pengaruh perlakuan yang diberikan dapat diketahui dengan dilakukan Analisis

Keragaman. Analisis keragaman dilakukan setelah diuji kenormalannya dengan Uji Liliofers, dengan hasil Li max = 0,1574 kurang dari Li tabel (5%) adalah 0,242 dan Li tabel (1%) adalah 0,275 artinya data menyebar normal, selanjutnya dilakukan Uji Homogenitas dengan Uji Barlett, dimana hasil uji menyatakan bahwa data tersebut homogen yaitu X hitung = 3,762 kurang dari X² tabel (5%) = 7,815 dan X² tabel (1%) = 11,345 . Pengaruh terhadap kerapatan dapat kita lihat dengan melakukan analisis keragaman.

Tabel 4. Analisis Keragaman Terhadap Kerapatan (gr/cm³) Papan Semen Partikel dari Kayu Sengon (*Paraserianthes falcataria*)

Sumber Keragaman	derajat bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	Fhitung	Ftabel	
					5%	1%
Perlakuan	3	0,74	0,25	20,05 **	4,07	7,59
Galat	8	0,10	0,01			
Total	11	0,84				

Keterangan:

** = Berpengaruh sangat nyata

KK = 9,23 %

Analisis sidik ragam pada tabel diatas menunjukkan faktor perbedaan perlakuan berupa penambahan komposisi semen dengan serbuk kayu sengon berpengaruh sangat nyata terhadap nilai kerapatan karena F hitung = 20,05 lebih besar dari F

tabel (5%) adalah 4,07 dan F tabel (1%) adalah 7,59. Uji lanjutan dilakukan dengan data yang ditentukan oleh nilai KK, karena nilai KK yang dihasilkan antara 5%-10% maka Uji BNT adalah uji lanjutan yang dipergunakan dan disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Uji Lanjutan BNT (Beda Nyata Terkecil) terhadap Nilai Kerapatan (gr/cm³)

Perlakuan	Nilai tengah	Nilai beda		
		A4	A3	A2
A4	1,44			
A3	1,31	0,14 tn		
A2	1,28	0,16 tn	0,02 tn	
A1	0,79	0,66 **	0,52 **	0,50 *
BNT	5%	0,30	0,37	0,41
	1%	0,43	0,51	0,56

Keterangan:

- ** = Berpengaruh sangat nyata
- * = Berpengaruh nyata
- tn = Tidak berpengaruh nyata

Berdasarkan hasil data analisis keragaman dan Uji Beda Nyata Terkecil (BNT), penambahan komposisi semen sebanyak 225 gram setiap perlakuan berpengaruh sangat nyata. Nilai kerapatannya mengalami kenaikan seiring dengan penambahan komposisi semen tersebut. Berdasarkan analisa sidik ragam tersebut, konsentrasi perekat menghasilkan pengaruh yang sangat nyata terhadap nilai kerapatan, hal ini disebabkan dalam penelitian ini menargetkan ketebalan papan semen ± 1 cm, berat bahan 225 gr namun perbandingan volume ditambah sehingga dihasilkan nilai kerapatan papan partikel yang beragam. Faktor lain yang mempengaruhi ketebalan papan semen partikel yaitu alat cetaknya dan juga ketika dilakukan proses pengempaannya yang kurang optimal.

Uji regresi menunjukkan bahwa penambahan rasio semen atau komposisi semen sebanyak 225 gram setiap perlakuan cenderung meningkatkan nilai kerapatan papan semen. Namun tidak semua perlakuan menyebabkan pengaruh yang sangat nyata. Uji regresi menunjukkan bahwa perlakuan cenderung berpengaruh terhadap nilai kerapatan dengan nilai koefisien korelasi sebesar 0,7067.

Keteguhan Lentur Statik MoE (*Modulus of Elasticity*)

Modulus elastisitas menunjukkan kemampuan papan jika dikenakan suatu gaya agar dapat mempertahankan bentuk dan ukuran semula (Soenardi, 2000). Pengaruh penambahan konsentrasi semen terhadap nilai modulus elastisitas disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Data MoE (*Modulus of Elasticity*) (gr/cm²) Papan Semen Partikel Dari Kayu Sengon (*Paraserianthes falcataria*)

Ulangan	Perlakuan			
	A1	A2	A3	A4
1	17364,38	34728,75	36015,00	46305,00
2	28940,63	54122,73	46305,00	69457,50
3	23047,26	48234,38	57881,25	52619,32
Jumlah	69352,27	137085,86	140201,25	168381,82
Rata-rata	23117,42	45695,29	46733,75	56127,27

Tabel 6 menunjukkan bahwa nilai rata-rata MoE tertinggi terjadi pada perlakuan A4 dengan komposisi semen sebanyak 1350 gram sebesar 56.127,27 kgf/cm² dengan perbandingan antara perekat semen dengan serbuk kayu yaitu 6:1 dibandingkan dengan perlakuan dengan komposisi semen 675 gram yang memiliki nilai MoE terkecil yaitu

rata-rata 23.117,42 kgf/cm² dengan perbandingan antara perekat semen dengan serbuk 3:1 dan pada perlakuan ini belum memenuhi nilai standar (SNI) yang ditentukan yaitu min 25.500 kgf/cm². Pengaruh penambahan rasio semen terhadap modulus elastisitas disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Data Analisis Keragaman MoE (*Modulus of Elasticity*) (gr/cm²) Papan Semen Partikel dari Kayu Sengon (*Paraserianthes falcataria*)

Sumber Keragaman	Derajat bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	Fhitung	Ftabel	
					5%	1%
Perlakuan	3	1766463020,60	588821006,87	5,96 *	4,07	7,59
Galat	8	790565806,31	98820725,79			
Total	11	2557028826,91				

Keterangan:

- * = Berpengaruh nyata
- KK = 23,16 %

Hasil analisis keragaman MoE menunjukkan bahwa pada masing-masing kadar semen berpengaruh nyata, ini terbukti dari nilai F hitung (5,96) yang lebih besar dari nilai F tabel 5% (4,07) juga lebih kecil dari F tabel 1% (7,59). Dengan demikian, variasi nilai MoE (*Modulus of Elasticity*) papan semen partikel dapat dipengaruhi oleh persentase campuran bahan papan

semen partikel secara nyata. Nilai MoE akan semakin tinggi seiring dengan semakin banyaknya kadar semen yang digunakan. Selanjutnya dilakukan Uji lanjutan yang ditentukan oleh nilai KK untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan, karena nilai KK yang dihasilkan lebih dari 10% kemudian dilakukan uji lanjutan Duncan.

Tabel 8. Uji Lanjutan Duncan terhadap MoE (*Modulus of Elasticity*) (gr/cm²) Papan Semen Partikel dari Kayu Sengon (*Paraserianthes falcataria*)

Perlakuan	Nilai tengah	Nilai beda		
		A4	A3	A2
A4	56127,27			
A3	46733,75	9393,52 tn		
A2	45695,29	10431,99 tn	1038,46 tn	
A1	23117,42	33009,85 *	23616,33 tn	22577,86 tn
Duncan	5%	26460,37	32791,38	36768,56
	1%	38473,06	45696,90	50323,41

Keterangan:

- * = Berpengaruh nyata
- tn = Tidak berpengaruh nyata

Berdasarkan hasil uji lanjutan Duncan tersebut terlihat berpengaruh nyata dapat terlihat pada perlakuan A4 dengan A1. Semakin banyak semen yang digunakan maka permukaan partikel sengon akan lebih rapat dan papan semakin kuat sehingga modulus elastisitas juga semakin tinggi dan tahan terhadap perubahan bentuk (deformasi) (Haygreen dan Bowyer, 1996).

Uji regresi menunjukkan bahwa penambahan rasio semen atau komposisi semen sebanyak 225 gram setiap perlakuan cenderung meningkatkan nilai modulus elastisitas papan semen. Namun tidak semua perlakuan menyebabkan pengaruh

yang nyata. Uji regresi menunjukkan bahwa perlakuan cenderung berpengaruh terhadap nilai modulus elastisitas (MoE) dengan nilai koefisien korelasi sebesar 0,5874.

Keteguhan Patah MoR (*Modulus of Rupture*)

Modulus patah menunjukkan upaya suatu benda dalam menahan beban yang berusaha mematahkannya dari arah tegak lurus benda tersebut (Soenardi, 2000). Pengaruh penambahan konsentrasi semen terhadap nilai MoR disajikan pada Tabel 9.

Tabel 9. Data MoR (*Modulus of Rupture*) (kgf/cm²) Papan Semen Partikel dari Kayu Sengon (*Paraserianthes falcataria*)

Ulangan	Perlakuan			
	A1	A2	A3	A4
1	60,44	70,96	112,84	174,69
2	68,74	138,61	99,40	179,04
3	45,81	112,95	126,70	154,71
Jumlah	174,99	322,52	338,94	508,44
Rata-rata	58,33	107,51	112,98	169,48

Nilai modulus patah papan semen tertinggi dapat dilihat pada perlakuan A4 yaitu rata-rata 169,48 kgf/cm² dengan perbandingan perekat semen dengan serbuk kayu yaitu 6:1 dibandingkan dengan perlakuan A1 hanya sebesar 58,33 kgf/cm² dengan perbandingan 3:1. Hasil perhitungan tersebut menunjukkan bahwa rata-rata nilai

modulus patah yang masuk dalam standar (SNI 03-2115-2006) dengan nilai (MoE) min 133 kgf/cm² yaitu pada perlakuan A4 sebesar 169,48 kgf/cm². Rata-rata nilai modulus patah setiap perlakuan selalu mengalami kenaikan karena adanya perlakuan penambahan konsentrasi semen.

Tabel 10. Data Analisis Keragaman MoR (*Modulus of Rupture*) (kgf/cm³) Papan Semen Partikel dari Kayu Sengon (*Paraserianthes falcataria*)

Sumber Keragaman	derajat bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	Fhitung	Ftabel	
					5%	1%
Perlakuan	3	18616,64	6205,55	14,99 **	4,07	7,59
Galat	8	3311,64	413,96			
Total	11	21928,28				

Keterangan:

- ** = Berpengaruh sangat nyata
- KK = 18,15 %

Hasil analisis menunjukkan bahwa faktor penambahan komposisi semen mempunyai pengaruh yang sangat nyata terhadap nilai MoR karena F hitung = 14,99 lebih besar dari F tabel (5%) adalah 4,07 dan F tabel (1%) adalah 7,59. Faktor perbandingan

partikel dan semen mempunyai pengaruh sangat nyata, kemudian dilakukan Uji lanjutan yang ditentukan oleh nilai KK, karena nilai KK yang dihasilkan lebih dari 10%-20% selanjutnya dilakukan uji lanjutan Duncan.

Tabel 11. Uji Lanjutan Duncan terhadap MoR (*Modulus of Rupture*) (kgf/cm³) Papan

Perlakuan	Nilai tengah	Nilai beda		
		A4	A3	A2
A4	169,48			
A3	112,98	56,50 *		
A2	107,51	61,97 *	5,47 tn	
A1	58,33	111,15 **	54,65 tn	49,18 tn
Duncan	5%	54,16	67,11	75,25
	1%	78,74	93,53	103,00

Keterangan:

- ** = Berpengaruh sangat nyata
- * = Berpengaruh nyata
- tn = Tidak berpengaruh nyata

Berdasarkan analisis keragaman dan uji lanjutan Duncan tersebut menunjukkan bahwa penambahan konsentrasi semen pada perlakuan yang berpengaruh sangat nyata terjadi pada perlakuan A4 terhadap perlakuan A1, A2 maupun A3. Bakri *et al.* (2006), papan akan bersifat lebih kuat apabila mengandung kadar semen yang lebih banyak, sehingga kekuatan papan juga akan lebih besar. Sesuai dengan Kamil (1970) berpendapat bahwa apabila semakin banyak komposisi semen yang digunakan

maka nilai modulus patahnya juga akan semakin tinggi.

Uji regresi menunjukkan bahwa penambahan rasio semen atau komposisi semen sebanyak 225 gram setiap perlakuan cenderung meningkatkan nilai modulus patah papan semen. Namun tidak semua perlakuan menyebabkan pengaruh yang sangat nyata. Uji regresi menunjukkan bahwa perlakuan cenderung berpengaruh terhadap nilai modulus patah (MoR) dengan nilai koefisien korelasi sebesar 0,7858.

Berdasarkan hasil penelitian ini diperoleh hasil rekapitulasi data sifat fisik dan mekanik berdasarkan Standar Nasional Indonesia

(SNI-03-2115-2006) untuk setiap parameter yang diuji dapat dilihat pada Tabel 12.

Tabel 12. Rekapitulasi data keseluruhan menurut SNI-03-2115-2006

No	Sifat Fisik & Mekanik	Perlakuan	Nilai rata-rata	Nilai Standar SNI
1	Kadar Air	A1	10,25 *	< 14 %
		A2	9,27 *	
		A3	9,85 *	
		A4	9,34 *	
2	Kerapatan	A1	0,79 *	0,4 – 0,9 gr/cm ³
		A2	1,28	
		A3	1,31	
		A4	1,44	
3	MoE	A1	23.117,42	Min 25.500 kgf/cm ²
		A2	45.695,29 *	
		A3	46.733,75*	
		A4	56.127,27*	
4	MoR	A1	58,33	Min 133 kgf/cm ²
		A2	107,51	
		A3	112,98	
		A4	169,48 *	

Keterangan:

- * : Sudah memenuhi Standar Nasional Indonesia (SNI)
- A1 : (Semen 675 gr + MgCl 45 gr) + Serbuk kayu (225 gr)
- A2 : (Semen 900 gr + MgCl 45 gr) + Serbuk kayu (225 gr)
- A3 : (Semen 1125 gr + MgCl 45 gr) + Serbuk kayu (225 gr)
- A4 : (Semen 1350 gr + MgCl 45 gr) + Serbuk kayu (225 gr)

Hasil rekapitulasi uji sifat fisik dan mekanik berupa uji kadar air, kerapatan, modulus lentur (MoE) dan modulus patah (MoR) menunjukkan bahwa sebagian besar perlakuan yang di uji telah memenuhi Standar SNI yang telah ditentukan untuk papan semen partikel.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Sifat fisik papan semen partikel dengan penambahan rasio semen sebanyak 225 gram setiap perlakuan tidak berpengaruh nyata terhadap nilai kadar air namun menghasilkan nilai kadar air dengan rata-rata keseluruhan mencapai kurang dari 14% yang telah memenuhi SNI, nilai rata-rata kerapatan yang dihasilkan berpengaruh sangat nyata namun hanya pada perlakuan dengan perbandingan antara serbuk dan semen 3:1 yang memenuhi Standar

Nasional Indonesia (SNI) dengan persyaratan SNI untuk kerapatan papan semen 0,4-0,9 gr/cm³ (*low density*), nilai rata-rata modulus elastisitas (MoE) yang dihasilkan berpengaruh nyata dan memenuhi SNI untuk papan semen partikel min 2,55 kgf/cm² pada perlakuan A2, A3 dan A4 namun belum memenuhi standar pada perlakuan A1 dengan perbandingan antara serbuk dan semen 3:1, nilai rata-rata keteguhan patah (MoR) untuk setiap perlakuan berpengaruh sangat nyata dan menurut standar yang ditetapkan SNI min 133 kgf/cm² sudah memenuhi standar pada perlakuan A4 dengan perbandingan antara serbuk dan semen 6:1 sedangkan belum memenuhi standar pada perlakuan A1, A2 dan perlakuan A3.

Kesesuaian bahan baku serbuk kayu sengon (*Paraserianthes falcataria*) terhadap sifat fisik dan mekanik papan semen 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).

Saran

Penambahan bahan perekat seperti semen perlu diperhatikan agar nilai kerapatan tidak semakin tinggi namun tidak mempengaruhi nilai modulus elastisitas dan modulus patahnya. Dalam penelitian ini rekomendasi papan semen partikel yang paling baik digunakan yaitu pada perlakuan A4 dengan komposisi bahan perekat dan serbuk adalah 1350 gram: 225 gram dengan perbandingan 6:1 sehingga papan semen tersebut sesuai dan dapat dimanfaatkan oleh masyarakat.

Soenardi, P. 2000. Sifat Fisika Kayu. Bahan Kuliah S2 Program Studi Ilmu Kehutanan. Jurusan Ilmu-ilmu Pertanian. Program Pascasarjana. UGM. Yogyakarta.

Sukartana, P. R. Rushelia and I.M. Sulastiningsih. 2000. *Resistance of Wood-and Bamboo-Cement Boards to Subterranean Termite Coptotermes gestroi Wasmann (Isoptera: Rhinotermitidae)*. Wood-Cement Composites in the Asia Pacific Region. ACIAR Proceedings No. 107. Pp 62-65.

DAFTAR PUSTAKA

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

Hanafiah, K. A. 2005. *Rancangan Percobaan*. RajaGrafindo Persada, Jakarta.

Haygreen, J.G dan J.L. Bowyer. 1989. *Hasil Hutan dan Ilmu Kayu*, Suatu Pengantar. Diterjemahkan oleh Dr. Ir. Sutjipto A. Hadikusumo. Gadjah Mada University Press : Yogyakarta.

Haygreen, J.G dan J.L. Bowyer. 1996. *Hasil Hutan dan Ilmu Kayu*, Suatu Pengantar.. Gadjah Mada University Press : Yogyakarta.

Kamil, N. 1970. *Prospek pendirian industri papan wol kayu di Indonesia*. Pengumuman No.95. Lembaga-lembaga penelitian.Kehutanan. Bogor.

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

Pease, D. A. 1994, *Panels Product, Applications and Production Trends*, USA, Miller Freeman.