

SIFAT FISIK MEKANIK PAPAN SEMEN DARI LIMBAH KULIT KAYU GALAM

PHYSICAL MECHANICAL PROPERTIES CEMENT BOARD FROM GALAM BARK WOOD WASTE

Djoko Purwanto

Balai Riset dan Standardisasi Industri Banjarbaru, Kementerian Perindustrian
Jl. P. Batur Barat No.2, Banjarbaru – Indonesia
e-mail: djoko@yahoo.co.id

diajukan: 31/10/2014, direvisi: 17/11/2014, disetujui: 27/11/2014

ABSTRACT

Galam wood (Melaleuca leucadendra), used as a building material, charcoal, and firewood. But galam bark wood stripping results has not utilized. The purpose of research was to determine the physical mechanical properties board from mix galam bark with cement. Bark galam is cut into pieces with a length of 2 cm, 4 cm and 6 cm, washed with water and dried naturally air dried until the moisture content Board making from mix galam bark wood and cement with composition 1:1, 1:1,5 and 1:2. Parameters tested, namely the absorption of water, the development of thick, density, modulus of rupture / MOR, modulus of elasticity /MOE and tensile strength. The treatment repeated 3 times. The average value of the absorption of water for 2 hours 5.60 to 14.25 %. Developing thick for 2 hours 2.01 to 18.23 %. Density of 1.11 to 1.20 gr/cm³. Modulus of rupture/ MOR 25.96 to 79.26 kg/cm². Modulus of elasticity/MOE 2551.04 to 38181.07 kg/cm², and tensile strength 0.40 to 0.51 kg/cm².

Keywords: galam, bark wood, cement, board, physical, mechanical

ABSTRAK

Kayu galam (*Melaleuca leucadendra*), digunakan sebagai bahan bangunan, arang, dan kayu bakar; tetapi limbah kulit hasil pengupasan kayu belum dimanfaatkan. Tujuan penelitian adalah untuk menentukan sifat fisik mekanik papan dari campuran kulit kayu dan semen. Kulit kayu galam dipotong-potong dengan panjang 2 cm; 4 cm dan 6 cm. Dicuci dengan air dan dikeringkan secara alami hingga kadar air kering udara. Papan dibuat dari campuran kulit kayu galam dan semen dengan perbandingan 1:1; 1:1,5 dan 1:2. Parameter yang diuji meliputi penyerapan air, pengembangan tebal, kerapatan, kekuatan patah/MOR, lentur/MOE dan tarik. Perlakuan diulang 3 kali. Rata-rata penyerapan air selama 2 jam adalah 5,60 – 14,25%. Pengembangan tebal selama 2 jam 2,01 – 18,23%. Kerapatan 1,11 – 1,20 gr/cm³. Keteguhan patah/MOR 25,96 – 79,26 kg/cm². Keteguhan lentur/MOE 2551,04–38181,07kg/cm², dan keteguhan tarik 0,40 – 0,51 kg/cm².

Kata kunci: galam, kulit kayu, semen, papan, fisik, mekanik

PENDAHULUAN

Di Indonesia penyebaran jenis kayu galam hampir terdapat di seluruh Kalimantan, sebagian Sumatera dan Sulawesi. Khusus di Kalimantan Selatan keberadaan kayu tersebut banyak dijumpai hampir di seluruh Kabupaten (Anonim, 2009).

Galam (*Melaleuca leucadendra*) merupakan tumbuhan yang dapat mencapai ketinggian 40 meter, dan diameter 35 cm. Kayu galam yang termasuk kelas awet III dan kelas kuat II, selama ini digunakan untuk tiang bahan bangunan rumah, lantai jembatan, sumber bahan pengolahan

produk kayu, kayu bakar, arang kayu dan sebagainya (Onan, 2010). Masyarakat di sekitarnya memanfaatkan kayu galam dijual dalam bentuk yang telah dikupas kulitnya. Kulit kayu galam belum dimanfaatkan, ditumpuk dan dibakar.

Kulit kayu galam berbentuk seperti lembaran kertas, agak tebal, berwarna coklat agak kemerahan. Pada umumnya bahan – bahan yang berasal dari kulit kayu mengandung lignosellulosa. Bahan – bahan yang berlignoselulosa dapat untuk bahan papan semen, papan partikel, papan serat, dan sebagainya.

Sutigno (1977), papan semen partikel adalah salah satu jenis papan komposit

yang dibuat dari campuran partikel – partikel kayu atau bahan berlignoselulosa lainnya dengan semen sebagai perekatnya. Partikel dibuat dengan cara kayu dipotong – potong menjadi berukuran 50 cm dengan *chain saw*, kemudian dimasukkan ke dalam *flaker*, hasilnya berupa partikel berukuran panjang 30 – 40 mm dan tebal 0,2 – 0,3 mm.

Lebih lanjut Sulastiningsih dan Sutigno (2008), mengatakan papan semen adalah papan tiruan yang menggunakan semen sebagai perekatnya, sedangkan bahan bakunya dapat berupa partikel kayu atau partikel bahan berlignoselulosa lainnya; seperti halnya dengan papan partikel maka bentuk partikel untuk papan semen antara lain dapat berupa selumbar (*flake*), serutan (*shaving*), untai (*strand*), suban (*splinter*) atau wol kayu (*excelsior*)

Industri papan semen partikel tidak memerlukan persyaratan bahan baku yang tinggi tetapi lebih ditekankan pada pemanfaatan limbah kayu. Dimana produk papan semen partikel mempunyai keunggulan komporatif diantaranya kestabilan dimensinya baik, tahan kelembaban, tahan api, kedap suara, tahan terhadap serangan jamur dan serangga perusak kayu serta tidak beracun (Sri Asih, 2006)

Badejo (1986), semen berfungsi sebagai bahan pengikat dan memiliki ketahanan terhadap air, api, jamur dan serangan rayap. Bowyer dan Haygreen (1989), papan partikel yang menggunakan perekat semen cocok untuk pemakaian dinding eksterior dan interior. Papadopoulos (2008), papan semen memiliki kelebihan ketahanan terhadap api, serangan serangga, dan kerusakan yang dirasakan selama bencana alam seperti gempa bumi dan tropis badai, hal ini merupakan diantara sifat yang dimiliki oleh papan semen, dan membuat bahan serbaguna untuk atap, plafon, dan lantai, partisi, *cladding*, dan *shuttering*.

Menurut Badejo (1986), faktor-faktor yang mempengaruhi papan semen yaitu penggunaan geometri partikel dan rasio pencampuran kayu semen, faktor ini memainkan peran utama dalam menentukan kualitas papan semen dan penggunaan akhir produk. Lebih lanjut Badejo, *et al.* (2011), mengatakan geometri

partikel adalah ukuran atau bentuk (serpihan, lembaran, serat, potongan) partikel dalam pembuatan papan partikel semen, dapat mempengaruhi sifat fisik mekanik.

Penelitian ini bertujuan menentukan sifat fisik mekanik papan semen dari limbah kulit kayu galem. Diharapkan dari penelitian ini dapat menghasilkan papan semen yang dapat memanfaatkan limbah kulit kayu galem.

METODE

Bahan

Bahan baku penelitian yang digunakan yaitu limbah kulit kayu galem (Gambar 3) dari hasil pengupasan kayu galem (Gambar 2). Limbah kulit kayu galem diambil dari pengumpul kayu galem (Gambar 1) di daerah kabupaten Tanah Laut Pelaihari. Bahan penolong yang dipakai yaitu perekat Jenis semen portland yang dijual dipasaran.

Peralatan

Peralatan yang digunakan diantaranya alat potong kulit kayu galem, alat cetakan untuk pembuatan papan semen, alat press hidrolik, dan alat uji sifat fisik mekanik papan semen.

Metode Pengujian

Kulit kayu galem dipotong-potong dengan panjang 2 cm, 4 cm dan 6 cm. Kulit kayu galem dicuci dengan air untuk menghilangkan kotoran-kotoran yang mengganggu dalam proses perekatan. Kulit kayu galem dikeringkan secara alami hingga kadar air kurang lebih 7%.

Untuk membuat papan semen ukuran 30 cm x 30 cm x 1 cm dengan sasaran ketebalan 1 cm, kulit kayu galem dicampur perekat semen portland dengan perbandingan kulit kayu dan semen masing-masing 1:1; 1:1,5 dan 1:2 dan ditambah air secukupnya. Papan semen dipress dingin secara hidrolik dengan tekanan 15 kg/cm² selama 24 jam. Papan semen dikeringkan secara alami.

Papan semen diuji sifat fisik mekanik (penyerapan air, pengembangan tebal, kerapatan, keteguhan patah/MOR, keteguhan lentur/MOE dan keteguhan tarik) menggunakan metode standar JIS A 5417-1992. Papan semen hasil penelitian disajikan dalam Gambar 4.

Desain penelitian yang digunakan yaitu Rancangan Acak Lengkap (RAL) pola faktorial dengan model menurut Sudjana (1997), yaitu

$$Y_{ijk} = U + A_i + B_j + AB_{ij} + E_{ijk}$$

Keterangan:

U = nilai rata-rata harapan

A_i = pengaruh perlakuan A pada tingkat ke- i

B_j = pengaruh perlakuan B pada tingkat ke- j

AB_{ij} = interaksi AB pada tingkat ke- i (A) tingkat ke- j (B)

E_{ijk} = kesalahan percobaan

Perlakuan penelitian yang digunakan yaitu panjang kulit kayu galam (A) ada 3 yaitu : 2 cm (a1), 4 cm (a2) dan 6 cm (a3); dan perlakuan perbandingan campuran bahan baku dan semen (B) ada 3 yaitu 1: 1 (b1); 1: 1,5 (b2); dan 1: 2 (b3). Perlakuan diulang 3 kali. Jumlah contoh penelitian/uji yaitu $3 \times 3 \times 3 = 27$. Data penelitian selanjutnya dilakukan analisis persamaan regresi dan uji beda nyata jujur (BNJ). Data analisa papan semen dari hasil penelitian juga dibandingkan dengan persyaratan kualitas papan partikel semen dalam hal ini standar JIS A 5417-1992.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penyerapan air

Penyerapan air terendah (5,60%) dihasilkan pada perlakuan panjang kulit kayu galam 6 cm dan perbandingan campuran kulit kayu dengan semen 1:2 ; dan terbesar (14,25%) diperoleh pada perlakuan panjang kulit kayu 2 cm dan perbandingan campuran kulit kayu dengan semen 1:1 (Tabel 1). Dalam standar JIS A 5417-1992 penyerapan air tidak dipersyaratkan. Sifat kulit kayu galam termasuk sukar dalam menyerap air. Masyarakat menggunakan kulit kayu galam sebagai bahan untuk penutup lubang/sambungan kayu pada pembuatan perahu tradisional. Semua perlakuan berpengaruh nyata terhadap penyerapan air (Tabel 2). uji regresi menunjukkan bahwa penambahan panjang kulit kayu (X1) dan perbandingan campuran kulit kayu dan semen (X2) cenderung memperkecil nilai penyerapan air (Tabel 3). Dari uji BNJ diperoleh bahwa tidak semua perlakuan menghasilkan perbedaan yang nyata (Tabel 4). Sebagai contoh perlakuan panjang kulit kayu 2 cm dan perbandingan campuran kulit kayu dengan semen 1: 1,5 (a1b2) sebesar 12,50% tidak memberikan perbedaan yang nyata terhadap nilai penyerapan air yang dihasilkan pada panjang kulit kayu 4 cm dengan perbandingan campuran kulit kayu dan semen 1:2,0 (a2b1) sebesar 12,40%.

Kadar air

Kadar air terendah (10,28%) dihasilkan pada perlakuan panjang kulit kayu 6 cm dan perbandingan campuran kulit kayu dengan semen 1:2; dan terbesar (14,26%) dari perlakuan panjang kulit kayu galam 2 cm dan perbandingan campuran



Gambar 1. Kayu Galam



Gambar 2. Pengupasan



Gambar 3. Kulit Kayu galam



Gambar 4. Papan Semen

kulit kayu dengan semen 1:1 (Tabel 1). Semua perlakuan menghasilkan kadar air memenuhi persyaratan JIS A 5417-1992 (di bawah 16%). Makin panjang kulit kayu galam dan banyak campuran semen maka nilai kadar air makin rendah. Kadar air berkaitan dengan penyerapan air dalam papan semen. Panjang kulit kayu dan perbandingan campuran kulit kayu dengan semen menunjukkan berpengaruh sangat nyata terhadap kadar air yang dihasilkan (Tabel 2). Uji regresi menunjukkan bahwa panjang kulit kayu galam (X_1) dan perbandingan campuran kulit kayu dengan semen (X_2) cenderung tidak menambah/mengurangi terhadap nilai kadar air (Tabel 3). Tidak semua perlakuan panjang kulit kayu galam dan perbandingan campuran kulit kayu dengan semen berbeda nyata. Sebagai contoh perlakuan ukuran panjang kulit kayu 6 cm (a_3) sebesar 13,17% dengan (a_2) sebesar 13,03% tidak memberikan perbedaan yang nyata terhadap nilai kadar air yang dihasilkan. Namun untuk perlakuan perbandingan campuran kulit kayu dengan semen (b_1, b_2, b_3) menunjukkan perbedaan sangat nyata.

Pengembangan tebal

Pengembangan tebal terendah (2,01%) dihasilkan dari perlakuan panjang kulit kayu 6 cm dan perbandingan campuran kulit kayu dengan semen 1:2; nilai terbesar (18,23%) dihasilkan dari panjang kulit kayu 6 cm dan perbandingan campuran kulit kayu dengan semen 1:1 (Tabel 1). Persyaratan pengembangan tebal papan semen menurut JIS A 5417 – 1992 maksimal 8,3%. Perlakuan yang memenuhi persyaratan adalah panjang kulit kayu 4 cm dengan perbandingan campuran kulit kayu dan semen 1: 2 (6,64%); panjang kulit kayu 6 cm dengan perbandingan campuran kulit kayu dan semen 1:1,5 (4,62%); dan panjang kulit kayu 6 cm dengan perbandingan campuran kulit kayu dan semen 1:2 (2,01%).

Pengembangan tebal papan semen selama perendaman dalam air dapat ditentukan diantaranya dari jenis/sifat kulit kayu atau bahan baku dan komposisi semen yang di gunakan. Juga berkaitan

dengan besarnya penyerapan dan kadar air papan semen. Penyerapan air yang besar dan kadar air tinggi akan menyebabkan pengembangan tebal yang besar papan semen. Menurut Olufemi *et al* (2012), penyerapan air dan pengembangan tebal adalah sifat fisik terkait dengan stabilitas dimensi papan semen. Parameter ini memberikan gambaran papan semen kayu berperilaku bila digunakan dalam kondisi kelembaban yang tinggi dan ini sangat penting dalam papan semen untuk penggunaan eksternal. Lebih lanjut Olufemi *et al* (2012), mengatakan bahwa pengembangan tebal papan semen juga dipengaruhi oleh perbandingan campuran bahan baku dengan semen. Kandungan semen yang besar pada papan akan menurunkan pengembangan tebal. Semple and Evans (2007), mengatakan pengembangan tebal papan semen sangat tergantung dari ukuran partikel geometri.

Peningkatan nilai pengembangan tebal dapat disebabkan oleh peningkatan panjang partikel. Semua perlakuan menunjukkan berpengaruh sangat nyata terhadap pengembangan tebal (Tabel 2). Uji regresi menunjukkan bahwa panjang kulit kayu galam (X_1) dan perbandingan campuran kulit kayu dengan semen (X_2) cenderung meningkatkan pengembangan tebal (Tabel 3). Tidak semua perlakuan interaksinya menghasilkan perbedaan yang nyata (Tabel 4). Sebagai contoh perlakuan panjang kulit kayu 6 cm dan perbandingan campuran kulit kayu dengan semen 1:1 (a_3b_1) sebesar 18,23% tidak memberikan perbedaan nyata terhadap pengembangan tebal yang dihasilkan pada panjang kulit kayu 4 cm dengan perbandingan campuran kulit kayu dengan semen 1:1 (a_2b_1) sebesar 17,53%.

Kerapatan

Kerapatan terendah (1,11 gr/cm³) dihasilkan pada perlakuan panjang kulit kayu 6 cm dengan perbandingan campuran kulit kayu dan semen 1:1; dan terbesar (1,20 gr/cm³) diperoleh dari perlakuan panjang kulit kayu 2 cm dengan perbandingan campuran kulit kayu dan semen 1:2 (Tabel 1). Persyaratan dalam JIS A 5417 -1992 tidak mempersyaratkan nilai

kerapatan. Meningkatnya kerapatan karena ada penambahan rasio semen, sehingga kuantitas semen dalam campuran yang lebih padat dari pada kulit kayu. Kepadatan tinggi bisa dikaitkan dengan sifat dari ukuran kulit/ partikel kayu yang dapat meningkatkan ikatan dan mengisi ruang kosong di papan. Ukuran kulit kayu yang lebih kecil cenderung ikatan yang lebih baik dengan semen portland dari partikel yang lebih besar. Panjang kulit dan perbandingan campuran kulit kayu dan semen berpengaruh sangat nyata terhadap kerapatan yang dihasilkan (Tabel 2). Dari uji regresi diperoleh penambahan panjang kulit kayu galam (X1) cenderung mengurangi kerapatan. Penambahan perbandingan campuran kulit kayu dengan semen (X2) menunjukkan kecenderungan kerapatan makin besar (Tabel 3). Tidak semua perlakuan ukuran kulit kayu dan perbandingan campuran kulit kayu dengan semen menghasilkan perbedaan yang nyata (Tabel 4). Sebagai contoh panjang kulit kayu 2 cm (a1) sebesar $1,167 \text{ g/cm}^3$ tidak memberikan perbedaan nyata terhadap nilai kerapatan yang dihasilkan pada panjang kulit kayu 4 cm (a2) sebesar $1,156 \text{ g/cm}^3$. Kemudian perlakuan perbandingan campuran kulit kayu dengan semen 1:2 (b3) sebesar $1,176 \text{ g/cm}^3$ dengan 1:1,5 (b2) sebesar $1,153 \text{ g/cm}^3$ tidak berbeda nyata terhadap nilai kerapatan yang dihasilkan.

Keteguhan patah

Keteguhan patah/MOR terendah ($25,96 \text{ kg/cm}^2$) dihasilkan dari perlakuan panjang kulit kayu 6 cm dengan perbandingan campuran kulit kayu dan semen 1:1; dan terbesar ($79,26 \text{ kg/cm}^2$) diperoleh pada panjang kulit kayu 2 cm dengan perbandingan campuran kulit kayu dan semen 1:2 (Tabel 1). Persyaratan dalam JIS A 5417 – 1992 untuk nilai keteguhan patah minimal 63 kg/cm^2 . Perlakuan yang memenuhi persyaratan dalam JIS A 5417 – 1992 yaitu ukuran panjang kulit kayu 6 cm dengan perbandingan campuran kulit kayu dan semen 1:1 ($69,23 \text{ kg/cm}^2$); perbandingan campuran kulit kayu dan semen 1:1,5 ($71,41 \text{ kg/cm}^2$); dan perbandingan campuran kulit kayu dan semen 1:2 ($79,26$

kg/cm^2). Ikatan kekuatan papan meningkat dengan meningkatnya dalam komponen semen pada papan. Sementara ketika perbandingan campuran kulit kayu dan semen meningkat dari 1:1 ke 1:2, dihasilkan MOR dari papan meningkat. Namun meningkatnya komponen semen papan di atas 1:2 atau 1:2,5 akan mengakibatkan penurunan keteguhan patah (Olufemi. *et al*, 2012).

Menurut Sotannde *et al.* (2011), perlakuan persentase semen dan kayu, dan interaksinya menunjukkan pengaruh yang sangat nyata terhadap kekuatan patah/MOR dan kekuatan elastisitas/MOE papan. Bakri *et al.* (2006), papan yang mempunyai proporsi semen lebih banyak bersifat lebih kuat, sehingga kemampuan papan menahan beban lebih besar. Kondisi seperti ini menghasilkan papan yang mempunyai nilai MOR lebih besar. Perlakuan panjang kulit kayu (A) dan perbandingan campuran kulit kayu dan semen (B) menunjukkan berpengaruh sangat nyata terhadap keteguhan patah yang dihasilkan (Tabel 2).

Penambahan panjang kulit kayu galam (X1) menyebabkan penurunan keteguhan patah. Penambahan perbandingan campuran kulit kayu dan semen (X2) menunjukkan kecenderungan makin besar nilai keteguhan patah (Tabel 3). Semua perlakuan ukuran panjang kulit kayu (a1, a2, dan a3) menghasilkan perbedaan nyata. Perlakuan perbandingan campuran ukuran panjang kulit dan semen (b1, b2, dan b3) menunjukkan perbedaan nyata. Namun tidak semua perlakuan menunjukkan tersebut, contohnya perlakuan perbandingan campuran ukuran kulit kayu dengan semen 1: 1,5 (b2) sebesar $47,15 \text{ kg/cm}^2$ tidak memberikan perbedaan yang nyata terhadap nilai keteguhan patah yang dihasilkan pada perbandingan campuran kulit kayu dengan semen 1:1 (b1) sebesar $43,27 \text{ kg/cm}^2$.

Keteguhan lentur

Keteguhan lentur/MOE terendah ($2551,04 \text{ kg/cm}^2$) dihasilkan dari perlakuan panjang kulit kayu 2 cm dengan perbandingan campuran kulit kayu dan semen 1:1,5; dan terbesar ($38181,07 \text{ kg/cm}^2$) diperoleh dari perlakuan ukuran

panjang kulit kayu 2 cm dengan perbandingan campuran kulit kayu dan semen 1:2 (Tabel 1). Persyaratan nilai keteguhan lentur/MOE dalam JIS A 5417 – 1992 yaitu minimum 24.000 kg/cm². Semua perlakuan memenuhi syarat JIS A 5417 – 1992.

Semua perlakuan menunjukkan berpengaruh sangat nyata terhadap keteguhan lentur yang dihasilkan (Tabel 2). Uji regresi diperoleh penambahan panjang kulit kayu galam (X1) dapat menambah kekuatan lentur yang dihasilkan. Penambahan perbandingan campuran kulit kayu dengan semen (X2) menunjukkan kecenderungan makin rendah nilai keteguhan lentur yang dihasilkan (Tabel 3). Tidak semua perlakuan menghasilkan perbedaan yang nyata terhadap keteguhan lentur (Tabel 4). Contohnya panjang kulit kayu 6 cm dengan perbandingan campuran kulit kayu dengan semen 1: 2 (a3b3) sebesar 38081,07 kg/cm² tidak memberikan perbedaan yang nyata terhadap keteguhan lentur yang dihasilkan pada panjang kulit kayu 2 cm dengan perbandingan campuran kulit kayu dengan semen 1: 2 (a1b3) sebesar 38181,06 kg/cm². Rudi and Andriati (2012), mengemukakan kekuatan lentur/MOE dan patah/MOR memiliki hubungan linier dengan sifat peningkatan kerapatan papan.

Keteguhan tarik

Keteguhan tarik terendah (0,40 kg/cm²) diperoleh pada panjang kulit kayu galam 6 cm dengan perbandingan campuran kulit kayu dan semen 1:1; dan terbesar (0,51 kg/cm²) dihasilkan dari perlakuan panjang kulit kayu 2 cm dengan perbandingan campuran kulit kayu dan semen 1: 2 (Tabel 1). Nilai keteguhan tarik dalam JIS A 5417- 1992 tidak dipersyaratkan. Panjang kulit kayu dan perbandingan campuran kulit kayu dengan semen berpengaruh sangat nyata terhadap keteguhan tarik yang dihasilkan (Tabel 2). Uji regresi diperoleh penambahan panjang kulit kayu galam (X1) dan perbandingan campuran kulit kayu dengan semen (X2) menunjukkan kecenderungan makin kecil nilai keteguhan tarik yang dihasilkan (Tabel 3). Karade *et al.* (2003), mengatakan partikel kayu yang lebih kecil cenderung ikatan yang lebih baik dengan semen portland dari pada partikel yang lebih besar dalam komposit kayu-semen. Tidak semua perlakuan panjang kulit kayu menghasilkan perbedaan yang nyata terhadap keteguhan tarik (Tabel 4). Sebagai contoh perlakuan panjang kulit kayu 6 cm (a3) sebesar 0,43 kg/cm² tidak memberikan perbedaan yang nyata terhadap keteguhan tarik yang dihasilkan pada panjang kulit kayu 4 cm (a2) sebesar 0,41 kg/cm²

Tabel 1. Rata-rata Hasil Pengujian penyerapan air, kadar air, pengembangan tebal, kerapatan, keteguhan lentur/MOE, keteguhan patah/MOR, dan keteguhan tarik

No	Ukuran panjang kulit kayu (cm) (A)	Perbandingan kulit kayu dan semen (B)	Hasil pengujian						
			Penyerapan air (%)	Kadar Air (%)	Pengembangan tebal (%)	Kerapatan (gr/cm ³)	Keteguhan lentur /MOE (kg/cm ²)	Keteguhan patah /MOR (kg/cm ²)	Keteguhan tarik (kg/cm ²)
1	2	1: 1,0	14,25	13,58	8,64	1,13	23883,33	69,23	0,51
2	2	1:1,5	12,50	11,40	4,62	1,17	2551,04	71,41	0,47
3	2	1: 2,0	11,11	10,28	2,01	1,20	38181,06	79,26	0,45
4	4	1: 1,0	12,40	14,16	17,53	1,13	6410,41	34,62	0,47
5	4	1: 1,5	11,60	13,00	14,16	1,16	17833,34	39,67	0,42
6	4	1: 2,0	10,00	11,92	6,64	1,18	7933,37	42,52	0,40
7	6	1: 1,0	8,88	14,26	18,23	1,11	18948,92	25,96	0,42
8	6	1: 1,5	6,59	13,20	12,53	1,13	20636,83	30,37	0,41
9	6	1: 2,0	5,60	12,05	10,72	1,15	38081,07	34,62	0,40

Tabel 2. Ringkasan analisis sidik ragam penyerapan air, kadar air, pengembangan tebal, kerapatan, keteguhan lentur/MOE, keteguhan patah/MOR, dan keteguhan tarik

No.	Sumber keragaman	Derajat bebas	F-hitung						
			Penyerapan air	Kadar air	Pengembangan tebal	Kerapatan	Keteguhan lentur/MOE	Keteguhan Patah/MOR	Keteguhan tarik
1.	Panjang kulit kayu (A)	2	545,198 **	26,245 **	919,588 **	5,294 **	50,215 **	250,428 **	27,877 **
2.	Konsentrasi perekat (B)	2	137,549 **	72,368 **	7036,062 **	10,529 **	48,101 **	9,563 **	15,438 **
3.	Interaksi (AB)	4	3,131 *	1,849 ns	3,674 **	0,296 ns	40,772 **	0,271 ns	1,544 ns

Keterangan : ** Sangat nyata

* Nyata

NS tidak nyata

Tabel 3. Persamaan regresi hubungan antara panjang kulit kayu galam (X_1) dan perbandingan campuran kulit kayu dengan semen (X_2)

Hasil pengujian	Persamaan regresi	Koefisien korelasi (r)	F-hitung
Penyerapan air (%)	$Y = 15,4 - 1,40 X_1 + 0,322 X_2$	0,71	29,99 **
Kadar air (%)	$Y = 10,6 + 0,354 X_1 + 0,389 X_2$	0,21	3,18 **
Pengembangan tebal (%)	$Y = 1,61 + 2,18 X_1 + 0,14 X_2$	0,45	9,92 **
Kerapatan (gr/cm^3)	$Y = 1,19 - 0,0917 X_1 + 0,0011 X_2$	0,20	2,91 **
Keteguhan lentur/MOE (kg/cm^2)	$Y = 16930 + 1088 X_1 - 1264 X_2$	0,02	0,27 ns
Keteguhan patah/MOR (kg/cm^2)	$Y = 89,8 - 10,7 X_1 + 0,45 X_2$	0,83	58,59 **
Keteguhan tarik (kg/cm^2)	$Y = 0,521 - 0,0167 X_1 - 0,010 X_2$	0,49	11,46 **

Keterangan :

** Sangat nyata

NS: tidak nyata

Tabel 4. Hasil uji BNJ (beda nyata jujur) Perlakuan AB

No.	Parameter uji	Perlakuan interaksi	Nilai rata-rata yang dibandingkan								
			a1b1	a1b2	a2b1	a2b2	a1b3	a2b3	a3b1	a3b2	a3b3
1.	Penyerapan air (%)	AB	14,25	12,50	12,40	11,60	11,11	10,00	8,88	6,66	5,60
2.	Pengembangan tebal (%)	AB	18,23	17,53	14,16	12,53	10,72	8,64	6,64	4,62	2,01
3.	Keteguhan lentur/MOE ($10^3 kg/cm^2$)	AB	38,181	38,081	23,833	20,636	18,948	17,833	7,933	6,410	2,551

Keterangan:

AB (Interaksi antara panjang kulit kayu dengan perbandingan campuran kulit kayu dan semen)

_____ Tidak berbeda nyata

KESIMPULAN

Papan semen dari limbah kulit kayu galam berukuran panjang kulit kayu 2 cm dan perbandingan campuran kulit kayu dengan semen 1:2, menghasilkan dar air, pengembangan tebal, penyerapan air, kerapatan, keteguhan patah /MOR, keteguhan lentur/MOE dan keteguhan tarik yang terbaik, dan memenuhi standar JIS A 5417-1992. Peningkatan kadar semen dapat menurunkan penyerapan air dan pengembangan tebal papan. Peningkatan perbandingan campuran kadar semen secara nyata mempengaruhi pengembangan tebal dan kekuatan papan.

DAFTAR PUSTAKA

- Badejo, S.O.O., 1986. Dimensional stability of Cement Bonded Particle Board From Eight Tropical Hardwoods Grown in Nigeria. *Nigerian Journal of Forestry*. 16 (1): 11-19.
- Badejo, S. O. O., Fuwape, J. A. and Iye, B. O., 2011. Static Bending and Moisture Response of Cement Bonded Particleboard Produced at Different Level of Percent Chemical Additive Content In Board. *Nigerian Journal of Agriculture Food and Environment*. 7(4):111-120.
- Bowyer dan Haygreen.,1989. Hasil Hutan dan Ilmu Kayu. Suatu Pengantar. Gadjah Mada University Press.
- Bakri., Endra Gunawan., dan Djamil Sanusi., 2006. Sifat Fisik dan Mekanik Komposit Kayu Semen-Serbuk Gergaji. *Jurnal Perennial*. 2(1): 38- 41. Universitas Hasannudin. Makassar.
- Herdian Setiadi., 2006. Pembuatan Papan Semen dari Sabut Kelapa Kehutanan. Departemen Hasil Hutan. Institut Pertanian Bogor.
- Japanese Standards Association. 1992. Japanese Industrial Standard Cement Bonded Particle Board No. 5417-1992.
- Karade, S.R.; Irle, M.; and Maher, K. 2003. Assessment of Wood-Cement Compatibility: A New Approach. *Holzforchung (International Journal of the Biology, Chemistry, Physics, and Technology of Wood*. 57(6): 672-680.
- Olufemi A.S., Abiodu O, Omajor., Paul F.A., 2012. Evaluation of Cement-Bonded Particle Board Produced from *Azelia Africana* Wood Residues .*Journal of Engineering Science and Technology* 7(6):732-743.School of Engineering.Taylor's University. Negeria.
- Papadopoulos, A.N.,2008. Natural Durability and Performance of Hornbeam Cement Bonded Particle Board. *Maderas Cienciy Tecnologia*. 10(2): 93-98.
- Rudi.S. and Andriati A.H., 2012. Utilization of Eucalyptus Oil Refineries Waste for Cement Particle Board. *InternationalJournal of Sustainable Construction Engineering and Technology*. ISSN: 2180-3242. Volume 3. Issue 2.Pages 1-10.
- Semple, K. E, and Evans, P. D. 2007. Manufacture of Wood-cement From *Acacia Mangium*. Part II. Use of Accelerators in the of Wood-wool Boards From *A. Mangium*. *Fibre Sci*. 39: 120-131. *Journal of Applied Sciences Research*. 6 (11): 1855-1861.
- Sri Asih, H. 2006. Sifat-sifat Papan Semen Partikel Dari Campuran Kayu Jenis Meranti merah (*Shorea Spp.*) dan Kakao (*Theobroma cacao*). *Jurnal Rimba Kalimantan*. Fakultas Kehutanan UNMUL. Samarinda. 6(11): 69-73.
- Sutigno P. 1977. Sifat Papan Semen Lima Jenis Kayu. Laporan (Report), Nomor 96. lembaga Penelitian Hasil Hutan. Bogor.
- Sudjana. 1997. Desain dan Analisis Eksperimen. PT. Tarsito. Bandung.
- Sulastiningsih dan Sutigno, 2008, Standardisasi Mutu Kayu Untuk Bahan Papan Semen. *Majalah Prosiding PPIS*. Volume Edisi Jakarta 2008. Halaman 6.