

KUALITAS PAPAN SEMEN KAYU KELOR
(*Moringa oleifera* Lamk).

OLEH:

SILVA SARI
M 121 02 048



5-12-07
Fak. Kehutanan
1 els
Hadiah
249
SKR-HH.07
SAR. k.

PROGRAM STUDI TEKNOLOGI HASIL HUTAN
FAKULTAS KEHUTANAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2007

HALAMAN PENGESAHAN

Judul Skripsi : Kualitas Papan Semen Kayu Kelor
(*Moringa oleifera* Lamk)
Nama : Silva Sari
No. Pokok : M 121 02 048
Program Studi : Teknologi Hasil Hutan

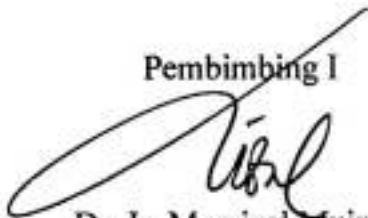
Skripsi ini sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Kehutanan

Pada

Program Studi Teknologi Hasil Hutan
Fakultas Kehutanan
Universitas Hasanuddin

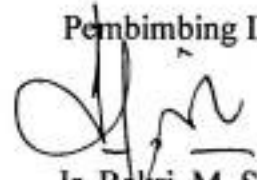
Menyetujui,
Komisi Pembimbing

Pembimbing I



Dr. Ir. Musrizal Muin, M. Sc
NIP. 131 909 789

Pembimbing II



Ir. Bakri, M. Sc
NIP. 131 803 221

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknologi Hasil Hutan
Fakultas Kehutanan Universitas Hasanuddin



Ir. Beta Putranto, M. Sc
Tanggal : 05 Desember 2007

ABSTRAK

Silva Sari (M 121 02 048). Kualitas Papan Semen Kayu Kelor (*Moringa oleifera* Lamk). Di bawah bimbingan Musrizal Muin dan Bakri.

Penelitian ini memanfaatkan serbuk kayu kelor sebagai bahan baku papan semen yang diharapkan dapat menjadi bahan baku alternatif untuk perkembangan produk-produk untuk tujuan komersil. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kualitas papan semen dari kayu yang kurang berguna yaitu kayu kelor dan untuk mengetahui kadar optimal perbandingan antara kayu dan semen. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi teknologi pemanfaatan kayu kelor.

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret sampai Mei 2007 dengan pengambilan sampel di Kabupaten Bone, Sulawesi Selatan. Pembuatan papan dilakukan di Balai Riset dan Standarisasi Industri dan Perdagangan, Makassar. Pemotongan papan dilakukan di Laboratorium Keteknikan dan Diversifikasi Produk Hasil Hutan. Pengujian sifat fisik dilakukan di Laboratorium Sifat Dasar dan Teknologi Kimia Hasil Hutan, Fakultas Kehutanan, Universitas Hasanuddin, Makassar. Pengujian sifat mekanik dilakukan di UPTD Pemanfaatan Sumber Daya Lokal, Dinas Pekerjaan Umum dan Pemukiman, Makassar. Penelitian ini meliputi : pembuatan papan semen kayu kelor, pengamatan suhu hidrasi, pengujian sifat fisik (kerapatan, daya serap air, pengembangan tebal dan pengembangan linier) serta pengujian sifat mekanis (MOR dan MOE).

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa suhu hidrasi yang diperoleh menunjukkan bahwa kayu kelor kurang baik untuk dijadikan sebagai bahan baku papan semen. Nilai kerapatan yang diperoleh belum mencapai target kerapatan

yang diharapkan. Kadar air papan semen memenuhi standar JIS A 5417-1992. Pengembangan tebal dan linier papan semen kayu kelor pada proporsi 1:2,5:1,25 baik perendaman 2 jam maupun 24 jam, lebih rendah dibandingkan dengan papan semen dengan proporsi 1:2:1. Daya serap air papan semen dengan proporsi 1:2,5:1,25 lebih rendah dibandingkan dengan papan semen dengan proporsi 1:2:1, baik dengan perendaman 2 jam maupun 24 jam. Keteguhan patah (MOR) papan semen kayu kelor pada proporsi 1:2,5:1,25 lebih besar dibandingkan dengan papan semen pada proporsi 1:2:1. Modulus elatisitas (MOE) papan semen kayu kelor pada proporsi 1:2,5:1,25 lebih besar dibandingkan dengan papan semen pada proporsi 1:2:1. Berdasarkan hasil penelitian, dapat diketahui bahwa papan semen dengan proporsi 1:2,5:1,25 lebih baik dari papan dengan proporsi 1:2:1.

KATA PENGANTAR

Assalamu Alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Segala puji bagi Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik. Skripsi yang berjudul **“Kualitas Papan Semen Kayu Kelor (*Moringa oleifera* Lamk)”** ini disusun dan diajukan untuk memenuhi persyaratan akademik untuk menyelesaikan pendidikan pada Program Studi Teknologi Hasil Hutan Fakultas Kehutanan Universitas Hasanuddin.

Penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik, tak lepas dari bimbingan, dukungan, arahan dan motivasi dari berbagai pihak. Oleh karena itu, izinkanlah penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak **Dr. Ir. Musrizal Muin, M. Sc** selaku pembimbing pertama dan Bapak **Ir. Bakri, M. Sc** selaku pembimbing kedua, atas segala keikhlasannya yang telah meluangkan waktu, pikiran dan tenaga dalam memberikan arahan dan bimbingan kepada penulis sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.
2. Bapak **Prof. Dr. Ir. H. Djamal Sanusi**, Bapak **Ir. Baharuddin**, dan Bapak **Suhasman S. Hut, M. Si** serta Bapak **Ir. Beta Putranto, M. Sc** selaku penguji, atas saran dan koreksinya terhadap skripsi ini.
3. Bapak **Dr. Ir. H. Muh. Restu, MP** selaku Dekan Fakultas Kehutanan Universitas Hasanuddin, serta seluruh **Dosen Pengajar dan Staf Administrasi** Fakultas Kehutanan.

4. Kedua orangtuaku tercinta, ayahanda **Ir. H. Sunardi Nurdin, M. Si** dan ibunda **Hj. Yamang**, serta adik-adikku **Anshory Sahlan, S. Ked** dan **Wana Sari**, atas segala doa, bimbingan dan motivasi serta dukungan moral dan materilnya dan terima kasih atas kesabarannya selama penulis kuliah.
5. Teman-teman penelitian "**Papan Komposit**" : **Uttie, helmi, marni, titin, dillah, verdy, jenny** (akhirnya saya bisa menyusul kalian dan buat jenny, tetap semangat yah!!!).
6. Sobat "**CR**" *sweerku* yang tersayang : **Wawa, Wiwi, Yaya, Ibond, Ithink, Linda, Ewi, Ritha, Tini** serta sobat-sobatku **syukur, bandaso, ammie**, serta kanda **iin**. Thanks ya guys !!!
7. Buat seseorang yang jauh di sana (K' Anshar). Thanks yah atas doa dan motivasinya terhadap penulis selama ini.
8. Seluruh teman-teman mahasiswa Kehutanan khususnya angkatan "02" yang namanya tidak sempat saya sebutkan satu persatu yang telah banyak membantu dalam penyusunan skripsi ini (buat teman-teman yang masih penelitian, tetap semangat yah!!! Ayo, Kamu Bisa !!!)

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu penulis mengharapkn saran dan kritik yang membangun serta semoga dapat bermanfaat bagi pembaca. Amin.

Waasalamu Alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Makassar, November 2007

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
ABSTRAK	iii
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Tujuan dan Kegunaan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
A. Papan Semen	5
B. Semen Sebagai Bahan Pengikat	6
C. Katalisator	8
D. Suhu Hidrasi	9
E. Kelor (<i>Moringa oleifera</i> Lamk)	9
BAB III METODE PENELITIAN	
A. Waktu dan Tempat	11
B. Alat dan Bahan	11
C. Prosedur Kerja	12
D. Pengujian	19
E. Analisis Data	23

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Suhu Hidrasi	24
B. Kerapatan	25
C. Kadar Air	26
D. Daya Serap Air	27
E. Pengembangan Tebal	29
F. Pengembangan Linier	30
G. Keteguhan Patah (MOR)	31
H. Modulus Elastisitas (MOE)	32
I. Gambaran Umum Papan Semen Kayu Kelor	33

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan	35
B. Saran	36

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar	<u>Teks</u>	Halaman
1.	Alat Ukur Hidrasi	13
2.	Pembuatan Lembaran Menggunakan Cetakan	15
3.	Pengempaan pada Papan dan Sistem Klem	16
4.	Alat Pengujian Papan Semen	17
5.	Alur Proses Pembuatan Papan Semen	18
6.	Bentuk dan Ukuran Contoh Uji	19
7.	Pengujian Keteguhan Patah (MOR).....	22
8.	Pengukuran Suhu Hidrasi pada Masing-masing Ulangan	24
9.	Kerapatan Papan Semen pada Proporsi 1:2,5:1,25 dan 1:2:1	25
10.	Kadar Air Papan Semen pada Proporsi 1:2,5:1,25 dan 1:2:1	27
11.	Daya Serap Air Papan Semen pada Proporsi 1:2,5:1,25 dan 1:2:1	28
12.	Pengembangan Tebal Papan Semen pada Proporsi 1:2,5:1,25 dan 1:2:1..	29
13.	Pengembangan Linier Papan Semen pada Proporsi 1:2,5:1,25 dan 1:2:1..	30
14.	MOR Papan Semen pada Proporsi 1:2,5:1,25 dan 1:2:1	31
15.	MOE Papan Semen pada Proporsi 1:2,5:1,25 dan 1:2:1	32

DAFTAR TABEL

Tabel	<u>Teks</u>	Halaman
1.	Sifat Fisik dan Mekanis Papan Semen Kayu Kelor	34

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	<u>Teks</u>	Halaman
1.	Pengamatan Suhu Hidrasi	40
2.	Sifat Fisik Papan Semen Komposit Kayu Kelor	42
3.	Sifat Mekanis Papan Semen Komposit Kayu Kelor	43

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Penggunaan perekat sintesis organik yang bersumber dari minyak bumi seperti urea formaldehyde dan phenol formaldehyde selama ini menimbulkan tambahan biaya produksi dalam pembuatan komposit kayu. Sifat polusif emisi perekat tersebut juga merupakan masalah dalam memproduksi produk-produk yang ramah lingkungan. Penggunaan perekat sintesis anorganik sebagai perekat alternatif dapat dilakukan karena beberapa percobaan yang telah dilakukan menunjukkan bahwa perekat sintesis anorganik seperti semen biru (*portland cement*) dapat diaplikasikan sebagai perekat potensial pembuatan papan komposit kayu.

Portland cement yang siap digunakan mengandung senyawa anorganik dan akan mengeras jika dicampur dengan air. Senyawa-senyawa anorganik yang dominan terdapat pada semen yaitu *tricalcium silicate* (3CaOSiO_2), *dicalcium silicate* (2CaOSiO_2), *tricalcium aluminate* ($3\text{CaOAl}_2\text{O}_3$) dan *tetracalcium aluminoferrite* ($4\text{CaOAl}_2\text{O}_3\text{Fe}_2\text{O}_3$) (Moslemi, 1974). Seluruh unsur-unsur dalam semen merupakan zat anhydrous sehingga jika bercampur dengan air akan membentuk senyawa hidrasi. Hidrasi senyawa-senyawa tersebut akan terjadi jika semen dicampur dengan air yang akan menghasilkan *calcium hydroxide* (CaOH_2). Proses hidrasi akan berlangsung terus yang menghasilkan sejumlah kristal *calcium hydroxide* berbentuk struktur kristalin pada waktu mengeras. Kristal-kristal ini saling bertaut seperti pita terlipat yang menyebabkan terjadinya pengerasan. Kontak antara kristal-kristal memiliki orientasi mirip pola-pola geometris berbentuk kisi-kisi yang saling bersambungan pada saat terjadi

reaksi pembentukan *solid state*. Jumlah dan kekuatan sambungan antar kristal akan bertambah dengan meningkatnya proses hidrasi sehingga ikatan antar kristal semakin kuat. Pencampuran bahan padat seperti kayu dengan semen seperti pada pembuatan papan semen menyebabkan partikel-partikel kayu bersatu dalam ikatan yang kuat.

Proses pembuatan komposit kayu yang menggunakan semen sebagai perekat pada dasarnya sama dengan pembuatan papan partikel konvensional. Kayu, semen dan air dicampur dan dibentuk dalam cetakan padat kemudian dikempa dingin. Tekanan dipertahankan sampai semen mengeras untuk memudahkan penanganan proses selanjutnya. Kemampuan semen untuk mengikat kayu disebabkan oleh adanya komponen kimia tertentu pada semen yang dapat mengeras pada suhu tertentu. Semen mengandung empat unsur dasar yaitu *silicon aluminium, iron, dan calcium* sehingga sering digunakan untuk pembuatan produk yang digunakan untuk tujuan struktural. Semen walaupun dapat menyatukan kayu oleh ikatan kimia tetapi adanya bahan tertentu yang terdapat pada kayu seperti tannin, gula dan phenol maka ikatan tersebut menjadi lemah. Bahan-bahan yang melemahkan ikatan kimia tersebut disebut efek penghambat terhadap formasi ikatan kayu dan semen (Moslemi, 1974).

Pada umumnya kayu memiliki komponen kimia yang dapat menghambat proses pengerasan semen sehingga diperlukan jenis-jenis kayu yang memiliki komponen kimia penghambat yang rendah. Karakteristik bahan baku yang digunakan dalam pembuatan papan semen adalah bahan yang memiliki kadar gula, tanin, polisakarida dalam jumlah yang kecil.

Kayu kelor merupakan salah satu jenis tanaman perdu yang mudah didapat karena dapat tumbuh walaupun pada musim kemarau. Pemanfaatan tanaman kelor di Indonesia saat ini banyak digunakan sebagai tanaman pagar hidup, batas tanah, sedangkan daun, biji serta buah mudanya sebagai sayuran. Karakteristik fisik dan mekanis kayu kelor yang kurang baik sehingga penggunaannya untuk tujuan komersil kurang diminati. Penggunaan jenis-jenis kayu yang selama ini tidak banyak dilakukan untuk tujuan komersil mulai dilakukan karena semakin terbatasnya jenis-jenis kayu untuk kebutuhan industri perkayuan. Kayu kelor mungkin potensial untuk dikembangkan sebagai bahan baku produk-produk untuk tujuan komersil misalnya papan semen.

Papan semen merupakan produk yang banyak digunakan sebagai komponen struktural karena memiliki sifat-sifat kekuatan yang cukup baik tetapi memiliki berat yang relatif besar karena umumnya memiliki kerapatan yang tinggi. Papan semen yang memiliki kerapatan yang tinggi jika digunakan sebagai komponen struktural tertentu yang tidak membutuhkan kerapatan yang tinggi seperti sekat dinding dan langit-langit kurang ekonomis sehingga dibutuhkan papan semen yang memiliki kerapatan rendah tetapi memiliki kekuatan yang cukup baik. Papan semen yang memiliki kerapatan rendah dapat diproduksi dengan cara mengurangi proporsi semen dan penggunaan kayu yang ringan. Oleh karena itu, dilakukanlah penelitian ini untuk mengetahui kadar optimal perbandingan antara kayu dan semen. Hal ini diharapkan dapat memberikan pengetahuan dalam pengembangan produk papan komposit selanjutnya.

B. Tujuan dan Kegunaan

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kualitas papan semen dari kayu yang kurang berguna yaitu kayu kelor dan untuk mengetahui kadar optimal perbandingan antara kayu dan semen. Hasil dari penelitian ini akan memberikan informasi teknologi pemanfaatan kayu kelor dalam pembuatan papan semen dengan kerapatan yang lebih rendah.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Papan Semen

Papan semen partikel merupakan papan tiruan yang dibuat dari campuran partikel kayu atau bahan berlignoselulosa lainnya dengan semen sebagai perekat. Apabila partikel kayu tersebut berbentuk wol maka papan semen yang dihasilkan disebut papan semen wol kayu, sedangkan yang dibuat dari partikel kayu kecil seperti serpih, tatal dan serbuk gergaji disebut papan semen partikel (Sutini, 2003). Selanjutnya Kliwon (1999) menambahkan bahwa syarat bahan baku kayu untuk papan semen partikel adalah memiliki kandungan gula maksimum 1 %, tannin maksimum 2 %, senyawa minyak atau lemak maksimum 3 %, serta memiliki serat lurus dan plastis.

Papan semen partikel memiliki keunggulan yang bervariasi. Salah satunya termasuk kemampuan diolah secara masinal yang sangat baik yang memungkinkan pembuat atau pengguna menggabungkan pemotongan atau penyambungan yang rumit. Papan semen secara umum memiliki nilai modulus patah yang rendah dari papan partikel biasa tetapi lebih superior dalam modulus elastisitas (Moslemi, 1989).

Coretti *et al.* (1998) menyatakan bahwa papan semen mempunyai kelebihan seperti : (1) memberi kemudahan atau mudah dalam mengatur konstruksi bangunan; (2) lebih disukai (bahan yang mengandung semen lebih disukai di daerah tropis); (3) memenuhi syarat kesehatan dan aman digunakan; (4) tahan terhadap serangan jamur dan tidak mudah busuk; (5) tahan dari bahaya kebakaran. Sedangkan Pfister (1985); Balnkerhorn *et al.* (1990), menyatakan

bahwa papan semen partikel kayu mempunyai kelebihan tertentu dibandingkan *particleboard* yang dibuat dengan perekat urea, phenol dan formaldehida. Kelebihan papan semen partikel tersebut antara lain ketahanan bakar yang tinggi, terhadap jamur dan serangga, cocok atau sesuai terhadap cuaca dan cocok untuk isolasi suara (kedap suara).

Haygreen dan Bowyer (1996) menyatakan bahwa selain tahan api papan semen juga tahan terhadap pembusukan oleh jamur dan serangan perusak sehingga cocok untuk permukaan dinding eksterior dan interior. Sutini (2003) menambahkan bahwa selain kelebihan-kelebihan di atas, papan semen partikel juga memiliki beberapa kekurangan, di antaranya : memiliki kerapatan yang paling tinggi ($1,25 \text{ g/cm}^3$) bila dibandingkan dengan papan partikel kerapatan sedang ($0,4 - 0,8 \text{ g/cm}^3$) maupun papan berkerapatan tinggi ($0,8 - 1,05 \text{ g/cm}^3$).

Mahyudan (2000) menyatakan bahwa pada pembuatan papan semen diperlukan sejumlah partikel kayu di mana setelah dilakukan pencampuran dengan bahan perekat selanjutnya dilakukan pengempaan sesuai dengan target kerapatan yang diinginkan. Ditambahkan pula bahwa keteguhan lentur atau kuat lentur dan kuat internal dari panel berperekat resin sintesis lebih tinggi dibandingkan panel berperekat semen, namun demikian sifat keteguhan tekan dari papan semen masih lebih tinggi.

B. Semen sebagai Bahan Pengikat

Semen sebagai bahan pengikat partikel memiliki ketahanan yang istimewa terhadap perusakan dan pembusukan serangga dan api, sehingga papan partikel

yang menggunakan perekat semen cocok untuk permukaan dinding-dinding eksterior dan interior (Haygreen dan Bowyer,1996).

Semen dibagi menjadi dua macam berdasarkan fungsinya sebagai perekat yaitu semen *portland* dan semen *sorrel*. Semen *portland* adalah perekat hidrolisis yang dapat mengeras bila bersenyawa dengan air dan akan membentuk benda padat yang tidak larut dalam air. Bahan baku semen *portland* adalah batu kapur dan tanah liat yang mengandung oksida besi, alumina, dan silika serta oksida lainnya walaupun sedikit. Sedangkan semen *sorrel* dibuat dari campuran bahan $MgCl_2$ dan MgO . Ditinjau dari ketahanan terhadap air, semen *sorrel* mudah terdegradasi oleh air. Oleh karena itu semen *sorrel* tidak cocok diproduksi bahan bangunan yang akan dipakai di luar ruangan, berbeda dengan semen *portland*. Semen *portland* cenderung lebih tahan terhadap air dan mempunyai sifat perekatan yang lebih baik jika dibandingkan dengan semen *sorrel*. Melihat dua sifat mendasar itu, maka semen yang umum dipakai dalam pembuatan papan semen adalah semen *portland* (Sutini, 2003).

Badan Standarisasi Nasional (1994) menggolongkan semen *portland* menjadi lima jenis,yaitu :

1. Semen *portland* jenis I : semen *portland* untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan-persyaratan khusus seperti pada jenis-jenis lain
2. Semen *portland* jenis II : semen *portland* yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat atau kalor hidrasi sedang
3. Semen *portland* jenis III : semen *portland* yang dalam penggunaannya memerlukan kekuatan tinggi pada tahap permulaan setelah pengikatan terjadi

4. Semen *portland* jenis IV : semen *portland* yang dalam penggunaannya memerlukan kalor hidrasi rendah
5. Semen *portland* jenis V : semen *portland* yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan tinggi terhadap sulfat.

C. Katalisator

Sutini (2003) mengemukakan bahwa katalisator adalah suatu bahan yang dapat mempercepat reaksi kimia tanpa merubah struktur bahan tersebut. Katalisator berfungsi untuk meningkatkan daya ikat bahan pengikat terhadap partikel kayu agar tercapai suatu ikatan yang optimum serta mempercepat proses sehingga didapatkan hasil akhir yang baik. Lebih lanjut Simatupang (1974) dalam Sutini (2003) menambahkan bahwa pemakaian katalisator dimaksudkan untuk mempercepat proses pengerasan atau pengeringan dan memperkuat daya rekat semen yang terpakai.

Bison (1975) dalam Setyono (2003) mengatakan bahwa katalisator yang umum dipakai dalam pembuatan papan semen adalah natrium silikat (Na_2SiO_3), tawas ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$) dan kalsium klorida (CaCl_2). Plastisitas semen dapat ditingkatkan dengan menambahkan kalsium hidroksida ($\text{Ca}(\text{OH})_2$). Jumlah natrium silikat (Na_2SiO_3) umumnya berkisar 3 – 7 % dari berat semen sedangkan aluminium sulfat atau tawas dalam jumlah yang lebih kecil yaitu berkisar 1 – 5 %.

D. Suhu Hidrasi

Suhu hidrasi terjadi akibat reaksi eksotermik antara semen dan air. Nilainya merupakan salah satu indikator kesesuaian kayu sebagai bahan baku papan semen partikel. Suhu dan waktu hidrasi dipengaruhi oleh zat ekstraktif sehingga zat ekstraktif dapat menghambat pengerasan semen (Setyono, 2003).

Menurut Sanderman (1956) dalam Kamil (1970) suhu hidrasi lebih dari 60°C adalah baik, 55° – 60° C sedang dan kurang dari 55°C tidak baik. Akan tetapi menurut standar Puslitbang Hasil Hutan suhu hidrasi yang lebih dari 41°C termasuk baik, 36° – 41°C sedang dan kurang dari 36°C tidak baik (Kamil, 1970).

Pengukuran suhu hidrasi dapat dilakukan dengan mengacu pada metode Hermawan dkk (2001), dilakukan dengan menggunakan kotak *styrene foam* kedap udara di mana ke dalamnya dimasukkan suatu wadah berisi partikel, semen dan air dengan perbandingan tertentu. Termokopel dimasukkan lewat tutup kemudian ditutup rapat agar tidak ada panas yang ke luar. Kenaikan suhu dicatat setiap jam terus-menerus selama 24 jam. Dalam periode tertentu suhu maksimum akan tercapai dan setelah suhu turun, suhu maksimum itulah yang dipakai sebagai ukuran suatu bahan bisa dipakai.

E. Kelor (*Moringa oleifera* Lamk)

Menurut Keng (1986), sistematika tanaman kayu kelor adalah sebagai berikut :

Divisio : Spermatophyta

Sub divisio : Angiospermae

Klas : Dicotyledonae
Ordo : Papaverales
Famili : Moringaceae
Genus : Moringa
Spesies : *Moringa oleifera* Lamk

Kelor termasuk jenis tumbuhan perdu yang dapat memiliki ketinggian batang 7 -11 meter. Di Jawa, kayu kelor sering dimanfaatkan sebagai tanaman pagar karena berkhasiat untuk obat-obatan. Pohon kelor tidak terlalu besar. Batang kayunya getas (mudah patah) dan cabangnya jarang tetapi mempunyai akar yang kuat. Daunnya berbentuk bulat telur dengan ukuran kecil-kecil bersusun majemuk dalam satu tangkai. Kelor dapat berkembang biak dengan baik pada daerah yang mempunyai ketinggian tanah 300-500 meter di atas permukaan laut. Bunganya berwarna putih kekuning-kuningan dan tudung pelepah bunganya berwarna hijau. Bunga kelor keluar sepanjang tahun dengan aroma bau semerbak. Buah kelor berbentuk segitiga memanjang yang disebut klentang (Jawa). Sedang getahnya yang telah berubah warna menjadi coklat disebut blendok (Jawa). Pengembangbiakannya dapat dengan cara stek (Iptek, 2007).

Tanaman kelor merupakan perdu dengan tinggi sampai 10 meter, berbatang lunak dan rapuh dengan daun sebesar ujung jari berbentuk bulat telur dan tersusun majemuk. Tanaman ini berbunga sepanjang tahun berwarna putih, buah bersisi segitiga dengan panjang sekitar 30 cm. Tumbuh subur mulai dari dataran rendah sampai ketinggian 700 m di atas permukaan laut (Suriawiria, 2005).

III. METODE PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret sampai Mei 2007 dengan pengambilan sampel di Kabupaten Bone, Sulawesi Selatan. Pembuatan papan dilakukan di Balai Riset dan Standarisasi Industri dan Perdagangan, Makassar. Pemotongan papan dilakukan di Laboratorium Keteknikan dan Diversifikasi Produk Hasil Hutan. Pengujian sifat fisik dilakukan di Laboratorium Sifat Dasar dan Teknologi Kimia Hasil Hutan, Fakultas Kehutanan, Universitas Hasanuddin, Makassar. Pengujian sifat mekanik dilakukan di UPTD Pemanfaatan Sumber Daya Lokal, Dinas Pekerjaan Umum dan Pemukiman, Makassar.

B. Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain : kotak *styrene foam*, tabung reaksi, *oven*, wadah plastik, *stopwatch*, termometer suhu, gelas plastik, timbangan digital dengan ketelitian 0,01 g, sarung tangan, saringan 80, 100, 9, 12, 17 dan 22 mesh,, cetakan 30 cm x 30 cm x 10 cm, mesin kempa, *hammer mill*, penangas air, gelas ukur, *sprayer*, plat besi (40 x 40 cm), baut 14, kunci 14, stik besi ukuran 1 cm x 1 cm x 1 cm, *calipper*, *Universal Testing Machine* (UTM), mikrometer, parang, gunting, dan alat tulis menulis. Bahan yang digunakan adalah : serbuk kayu kelor, semen, minyak barko, air, CaCl_2 , *aluminium foil*, kertas label, plastik, isolasi.



C. Prosedur Kerja

Penelitian ini mencakup beberapa tahap sebagai berikut :

1. Penyiapan Bahan

Bahan baku yang digunakan adalah kayu kelor. Kayu kelor yang diambil/ditebang terlebih dahulu dikeringudarkan sehingga siap untuk dibuat partikel.

2. Pembuatan partikel

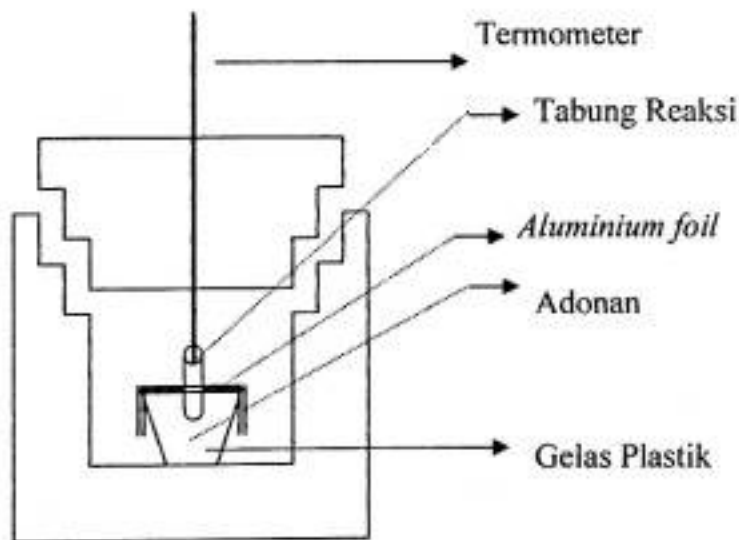
Kayu kelor dipotong – potong kecil dengan ukuran seragam sebesar korek api, kemudian digiling dengan menggunakan *hammer mill* lalu diayak menggunakan saringan 9 mesh untuk *core* dan 22 mesh untuk *face* dan *back*. Sebelum dibuat papan semen, partikel direndam terlebih dahulu dalam air selama 48 jam dan tiap 24 jam airnya diganti, dengan maksud untuk menghilangkan zat-zat ekstraktif yang terdapat di dalam partikel kayu kelor. Partikel yang telah direndam diangin-anginkan sampai kadar air 30 - 50% dengan menimbang berat awal dan berat kering tanur dari partikel sebelum digunakan sebagai bahan baku papan semen.

3. Pengukuran Suhu Hidrasi

Adapun langkah-langkah pengukuran suhu hidrasi adalah sebagai berikut :

- a. Membuat partikel dari kayu kelor dengan ukuran seragam sebesar korek api lalu digiling dengan *hammer mill* kemudian diayak dengan menggunakan saringan 80 dan 100 mesh. Partikel yang digunakan adalah yang lolos saringan 80 mesh dan tertahan di saringan 100 mesh dengan perlakuan :

- 1). Semen dan air
 - 2). Semen + partikel kelor + air
- b. Mencampur semen dan air dengan perbandingan 1 : 1, sedangkan campuran semen, partikel kelor dan air dibuat dengan perbandingan 7,5 gram partikel, 100 gram semen dan 43,5 ml air dan diaduk sampai homogen.
 - c. Memasukkan adonan ke dalam gelas plastik dan meletakkan ke dalam kotak *styrene foam*.
 - d. Menancapkan tabung reaksi yang berisi minyak bako ke dalam adonan.
 - e. Mencilupkan termometer ke dalam tabung reaksi melalui penutup kotak yang sudah dilubangi bagian tengahnya dan mengusahakan agar tidak ada panas yang keluar dari kotak *styrene foam*
 - f. Mencatat variasi suhu selama 24 jam setiap selang waktu 15 menit.



Gambar 1. Alat Ukur Suhu Hidrasi

Menurut Kamil (1970) suhu lebih besar dari 41°C termasuk baik digunakan sebagai bahan baku, $36 - 41^{\circ}\text{C}$ termasuk sedang untuk digunakan sebagai

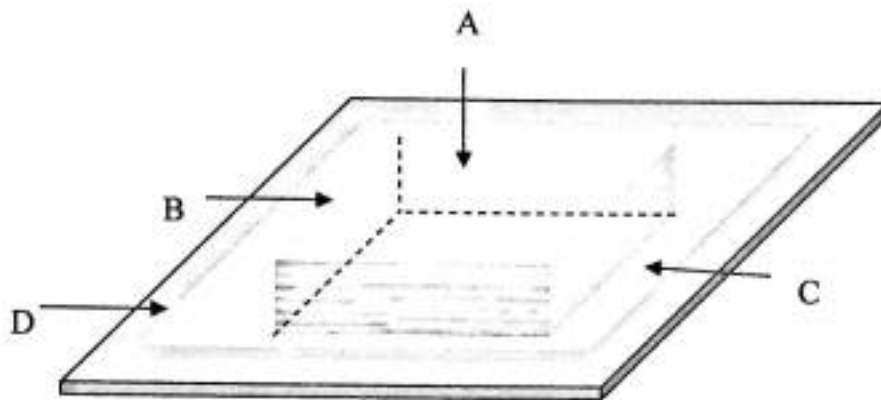
bahan baku, dan kurang dari 36°C termasuk tidak baik untuk digunakan sebagai bahan baku. Indikator layak tidaknya kayu kelor dapat digunakan sebagai bahan baku papan semen diperoleh dari nilai suhu yang tertinggi.

4. Pembuatan Papan Semen

Papan semen partikel dibuat dengan perbandingan partikel, semen dan air adalah 1 : 2,5 : 1,25 dan 1:2:1 dengan kerapatan sasaran 1,2 g/cm³, 1 g/cm³ dan 0,8 g/cm³. Banyaknya adonan untuk kerapatan 1,2 g/cm³, 1 g/cm³ dan 0,8 g/cm³ yaitu 1080 g, 900 g dan 720 g. Katalis yang digunakan adalah CaCl₂ sebanyak 2 % dari berat semen.

Pembuatan adonan terdiri atas tiga bagian yaitu bagian depan (*face*), tengah (*core*), dan belakang (*back*) dengan perbandingan 15 % : 70 % : 15 %, melalui tahapan sebagai berikut : CaCl₂ dilarutkan ke dalam air dan disemprotkan ke dalam partikel sampai rata, kemudian ditambahkan semen dan diaduk sampai homogen.

Pembuatan papan dilakukan di atas plastik dan plat besi dengan cetakan berukuran 30cm x 30cm x 10 cm (Gambar 2). Papan yang ada pada plat besi dikempa sampai ketebalan 1 cm, sementara itu baut dikencangkan (Gambar 3) selama 24 jam (*setting process*). Setelah papan dikempa dan diklem kemudian papan dikeluarkan dari plat besi dan diletakkan di ruangan untuk pengerasan lanjutan (*curing*) pada suhu ruangan selama tiga minggu.



Gambar 2. Pembuatan Lembaran Menggunakan Cetakan

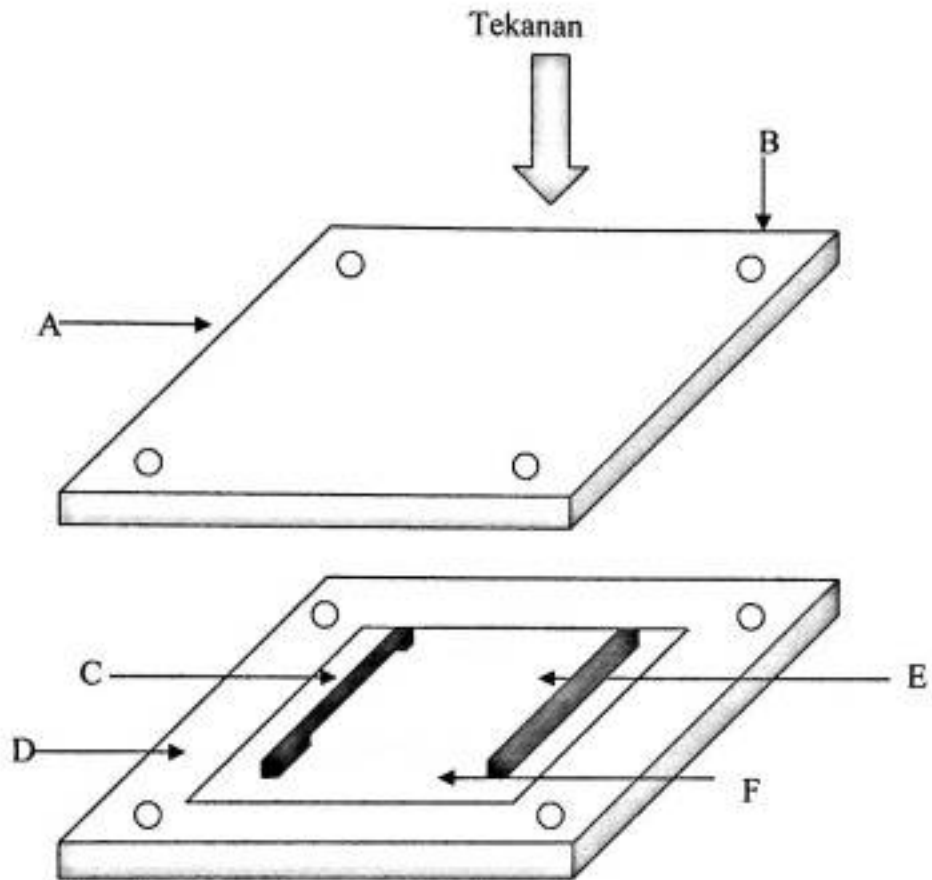
Keterangan :

A = Adonan

B = Cetakan berukuran 30cm x 30cm x 10 cm

C = Plastik

D = Plat besi



Gambar 3. Pengempaan pada Papan dan Sistem Klem

Keterangan gambar :

A = Plat besi bagian atas

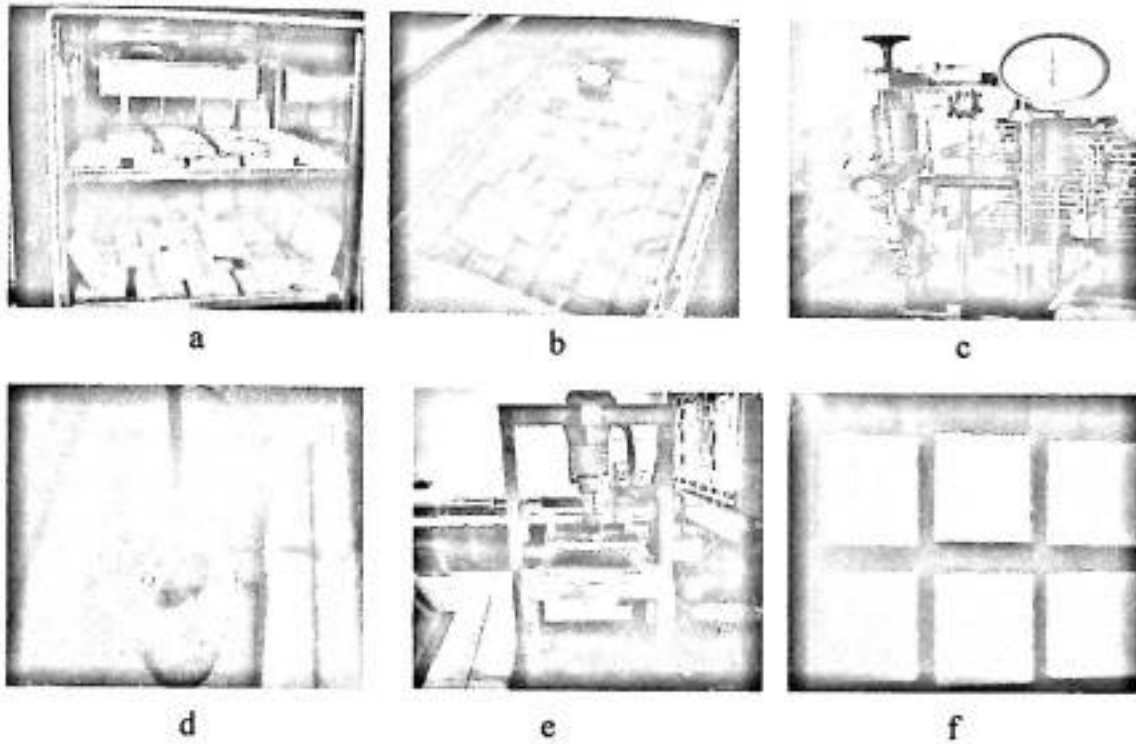
B = Lubang sekrup

C = Stik besi 1 cm x 1 cm

D = Plat besi bagian bawah

E = Adonan

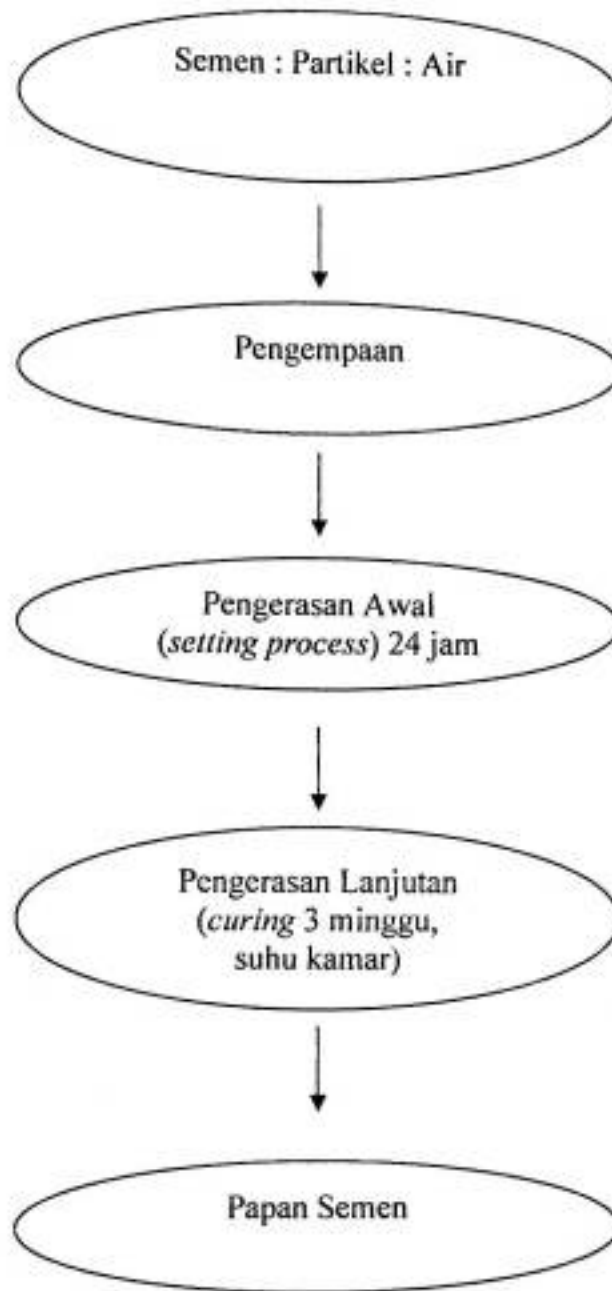
F = Plastik



Keterangan :

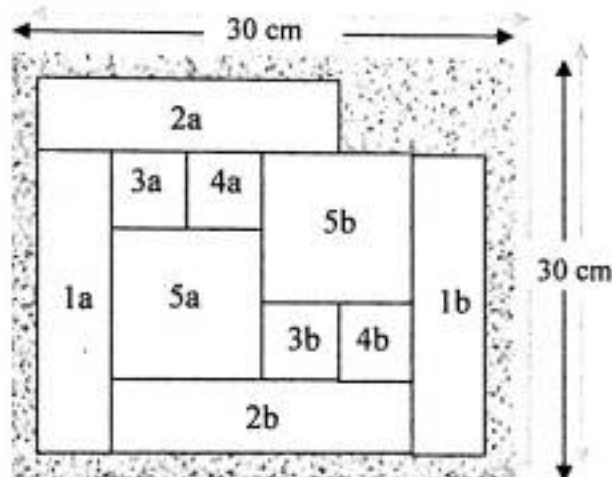
- a : Pengujian kadar air
- b : Pengujian daya serap air, pengembangan tebal dan linier
- c : Pengujian MOR dan MOE
- d : Pengujian suhu hidrasi
- e : Alat kempa
- f : Papan semen

Gambar 4. Alat Pengujian Papan Semen



Gambar 5. Alur Proses Pembuatan Papan Semen

Papan-papan yang telah selesai dibuat selanjutnya dipotong-potong untuk dilakukan pengujian guna mengetahui sifat fisik dan mekanis papan yang dibuat. Bentuk dan ukuran contoh uji mengacu pada standar JIS A 5908 (1994) dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Bentuk dan Ukuran Contoh Uji

Keterangan :

- 1 dan 2 = Contoh uji untuk keteguhan patah (MOR) dan modulus elastisitas (MOE) (20 cm x 5 cm)
- 3 = Contoh uji Internal Bond (5 cm x 5 cm)
- 4 = Contoh uji daya serap air, pengembangan tebal dan pengembangan linier (5 cm x 5 cm)
- 5 = Contoh uji kerapatan dan kadar air (10 cm x 10 cm)

D. Pengujian

Pengujian kualitas papan dilakukan dengan mengamati parameter sifat fisik dan mekanisnya yang dilakukan berdasarkan standar JIS A 5417 (1992) yaitu :

a. Sifat fisik papan partikel dari kayu kelor

1. Kerapatan (Kr)

Kerapatan papan komposit dihitung berdasarkan berat dan volume kering udara dengan menggunakan rumus :

$$Kr = \frac{B}{V}$$

Keterangan :

Kr = Kerapatan (g/cm³)

B = Berat contoh uji kering udara (g)

V = Volume contoh uji kering udara (cm³)

2. Kadar air (KA)

Kadar air papan dilakukan dengan menghitung selisih berat awal dengan berat setelah dikeringkan dalam *oven* sampai mencapai berat konstan pada suhu ± 103⁰C. Kadar air tersebut dihitung dengan rumus :

$$KA = \frac{BA - BKO}{BKO} \times 100\%$$

Keterangan :

KA = Kadar air (%)

BA = Berat awal (kering udara)

BKO = Berat akhir (kering *oven*)

3. Pengembangan linier dan pengembangan tebal

Pengembangan tebal dan pengembangan linier didasarkan atas selisih tebal dan panjang sebelum dan setelah perendaman dalam air dingin selama 2

jam dan 24 jam. Pengembangan tebal dan linier tersebut dihitung dengan rumus :

$$P = \frac{T_1 - T_0}{T_0} \times 100\%$$

Keterangan :

P = Pengembangan tebal dan linier (%)

To = Tebal atau panjang awal contoh uji setelah pengkondisian (cm)

T1 = Tebal atau panjang contoh uji setelah perendaman 2 jam dan 24 jam (cm)

4. Daya serap air

Pengujian daya serap air dilakukan bersama dengan pengujian pengembangan linier dan tebal. Dilakukan dengan menghitung selisih berat sebelum dan setelah perendaman dalam air dingin selama 24 jam. Daya serap air tersebut dihitung dengan rumus :

$$DS = \frac{B_2 - B_1}{B_1} \times 100\%$$

Keterangan :

DS = Daya serap air (%)

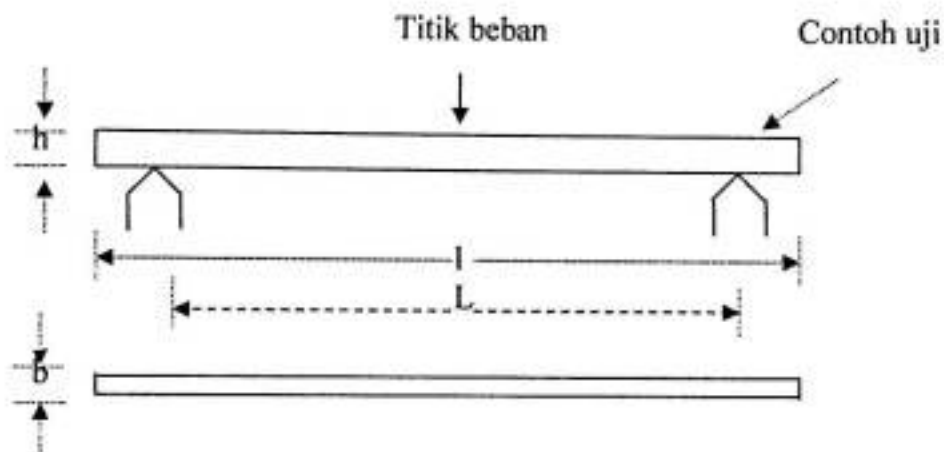
B₁ = Berat awal contoh uji setelah pengkondisian (g)

B₂ = Berat contoh uji setelah perendaman 2 jam dan 24 jam (g)

b. Sifat mekanis papan semen

1. Keteguhan patah (MOR)

Pengujian MOR dilakukan dengan menggunakan mesin penguji *Universal Testing Machine* (UTM). Dilakukan dengan memberikan beban secara perlahan – lahan pada bagian tengah contoh uji. Jarak sangga yang digunakan adalah 15 cm. Posisi beban dan jarak sangga dapat dilihat pada Gambar 7.



l : Panjang contoh uji (20 cm)

L : Jarak sangga (15 cm)

h : Tebal contoh uji (1cm)

b : Lebar contoh uji (5 cm)

Gambar 7. Pengujian Keteguhan Patah (MOR)

MOR contoh uji dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$\text{MOR} = \frac{3 P L}{2 b h^2}$$

Keterangan :

MOR = Keteguhan patah (kgf/cm²)

P = Beban maksimum (kgf)

- L = Jarak sangga (cm)
- b = Lebar contoh uji (cm)
- d = Tebal contoh uji (cm)

2. Modulus elastisitas (MOE)

Pengujian MOE dilakukan bersamaan dengan pengujian MOR, namun yang dicatat dalam pengujian ini adalah perubahan defleksi setiap perubahan beban tertentu. Nilai MOE dihitung dengan rumus :

$$\text{MOE} = \frac{\Delta P L^3}{4 \Delta Y b h^3}$$

Keterangan :

- MOE = Modulus Elastisitas (kgf/cm²)
- P = Beban sebelum batas proporsi (kgf)
- Y = Lenturan pada beban P
- L = Jarak sangga (cm)
- h = Tebal contoh uji (cm)
- b = Lebar contoh uji (cm)

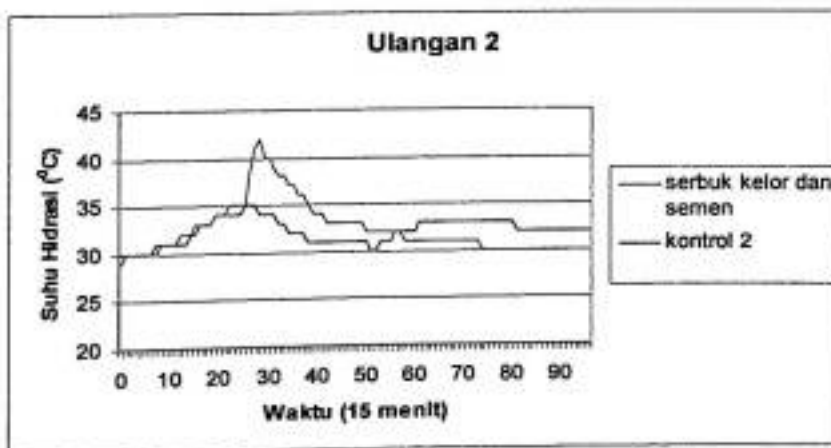
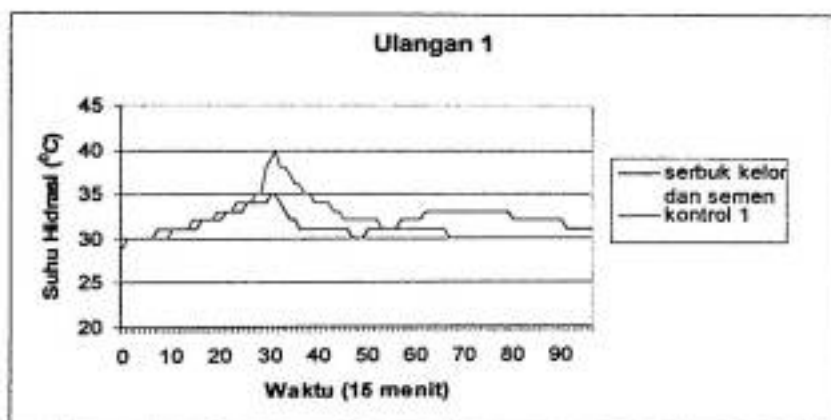
E. Analisis Data

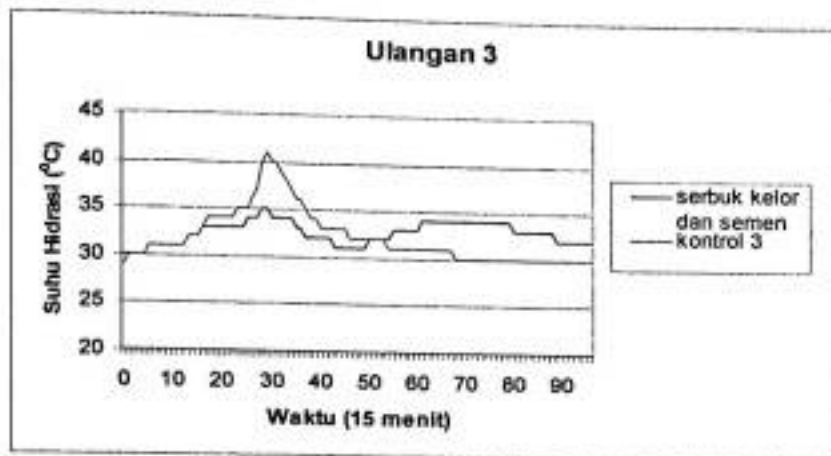
Penelitian kualitas papan semen komposit dari kayu kelor menggunakan analisis deskriptif sesuai dengan data yang diperoleh.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Suhu Hidrasi

Hasil penelitian suhu hidrasi untuk setiap ulangan dapat dilihat pada Gambar 8. Dari gambar tersebut dapat diketahui bahwa suhu hidrasi yang dimiliki serbuk kelor adalah 35°C dan oleh karena itu kurang baik untuk dijadikan sebagai bahan baku papan semen. Hal ini berdasarkan pada Kamil (1970) yang menyatakan bahwa suhu hidrasi termasuk baik bila lebih besar dari 41°C , termasuk sedang bila $36 - 41^{\circ}\text{C}$ dan tidak baik apabila kurang dari 36°C . Suhu hidrasi yang tinggi menunjukkan kompatibilitas antara semen dan kayu tinggi.

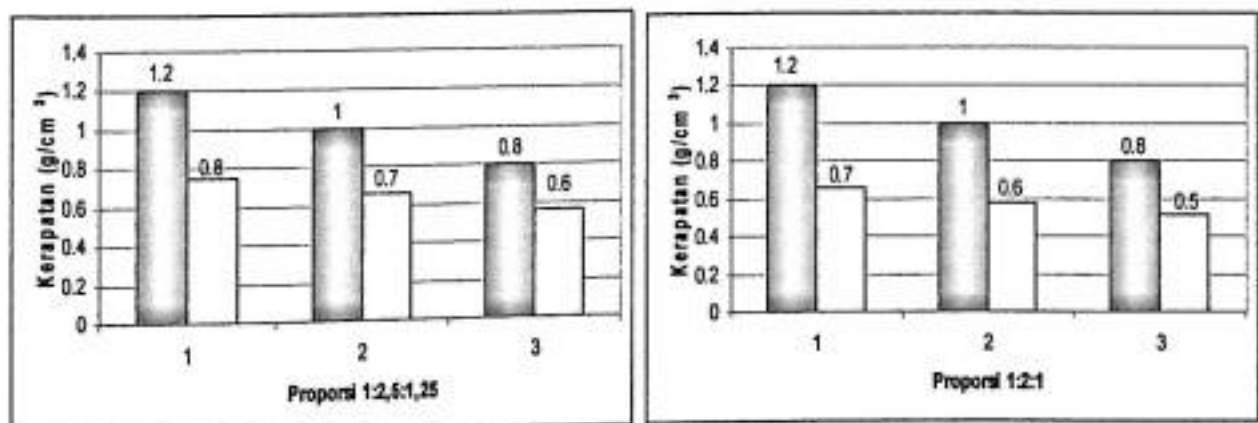




Gambar 8. Pengukuran Suhu Hidrasi pada Masing-masing Ulangan

B. Kerapatan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai kerapatan papan semen komposit kayu kelor belum mencapai target kerapatan yang diharapkan baik pada proporsi 1:2,5:1,25 maupun proporsi 1:2:1, dimana target yang diharapkan adalah 1,2 g/cm³, 1 g/cm³ dan 0,8 g/cm³. Namun, setelah dilakukan penelitian, hasil target kerapatan yang diperoleh pada proporsi 1:2,5:1,25 yaitu 0,8 g/cm³, 0,7 g/cm³ dan 0,6 g/cm³. Sedangkan untuk proporsi 1:2:1 yaitu 0,7 g/cm³, 0,6 g/cm³ dan 0,5 g/cm³. Secara keseluruhan hasil kerapatan tersebut dapat dilihat pada Gambar 9.



Ket:

■ Target Kerapatan



Hasil Kerapatan yang Diperoleh

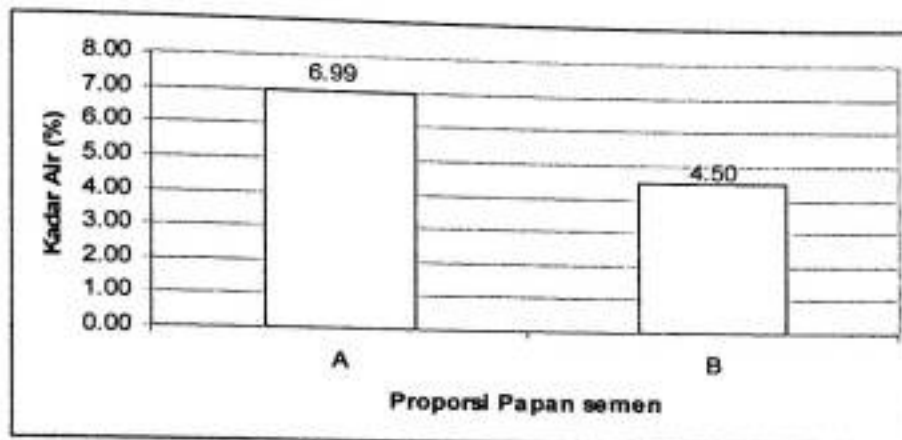
Gambar 9. Kerapatan Papan Semen pada Proporsi 1:2,5:1,25 dan 1:2:1

Rendahnya nilai kerapatan yang diperoleh disebabkan karena rata-rata ketebalan papan yang dihasilkan melebihi dari target ketebalan papan yang diinginkan yaitu 1 cm. Selain itu, jumlah semen yang digunakan juga mempengaruhi kerapatan semen sehingga pada proporsi 1:2,5:1,25 yang menggunakan jumlah semen yang lebih banyak menghasilkan papan yang memiliki ikatan antara semen dan partikel yang lebih kompak dibandingkan dengan proporsi 1:2:1. Hal ini menyebabkan kerapatan papan semen pada proporsi 1:2,5:1,25 lebih tinggi.

Untuk membandingkan sifat fisik dan mekanis lainnya, maka nilai karakteristik papan semen diinterpolasi pada kerapatan 0,65. Interpolasi tersebut dilakukan untuk mengeliminasi pengaruh kerapatan terhadap nilai sifat fisik dan mekanis papan lainnya karena menurut Maloney (1993), kerapatan papan komposit secara umum meningkatkan sifat fisik lainnya. Nilai kerapatan 0,65 dipilih sebagai nilai tengah antara proporsi 1;2,5 ;1,25 dan 1:2:1.

C. Kadar Air

Berdasarkan hasil pengujian, diperoleh nilai kadar air papan semen pada proporsi 1:2,5:1,25 sebesar 6,99 % dan pada proporsi 1:2:1 sebesar 4,50 %. Menurut JIS A 5417 1992, standar kadar air maksimal 16 %. Ini berarti semua papan memenuhi standar. Secara keseluruhan nilai kadar air pada papan semen dapat dilihat pada Gambar 10.



Ket :

A = Proporsi 1:2,5:1,25

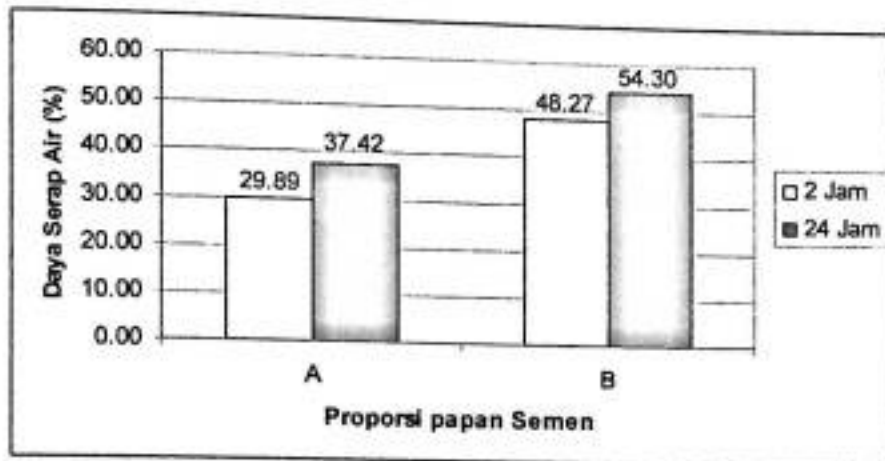
B = Proporsi 1:2:1

Gambar 10. Kadar Air Papan Semen pada Proporsi 1:2,5:1,25 dan 1:2:1

Berdasarkan hasil pengujian, menunjukkan bahwa pada papan dengan proporsi semen 1:2,5:1,25 memiliki kadar air yang tinggi dibandingkan dengan papan yang memiliki proporsi 1:2:1. Hal ini disebabkan karena pada proporsi 1:2,5:1,25 mengandung lebih banyak semen sehingga banyak partikel yang tertutupi dengan semen yang menyebabkan air dalam kayu sulit keluar. Selain itu, pada proporsi 1:2:1 memiliki jumlah semen yang lebih sedikit sehingga partikel tidak tertutupi dengan baik yang menyebabkan air banyak yang keluar.

D. Daya Serap Air

Berdasarkan hasil pengujian, nilai daya serap air pada proporsi partikel, semen dan air 1:2,5:1,25 selama 2 jam yaitu 29,89 % dan 24 jam yaitu 37,42 %. Pada proporsi 1:2:1, nilai daya serap untuk perendaman 2 jam yaitu 48,27 % dan untuk 24 jam yaitu 54,30 %. Nilai daya serap air tidak disyaratkan pada JIS A 5417 1992. Nilai daya serap air dapat dilihat pada Gambar 11.



Ket :

A = Proporsi 1:2,5:1,25

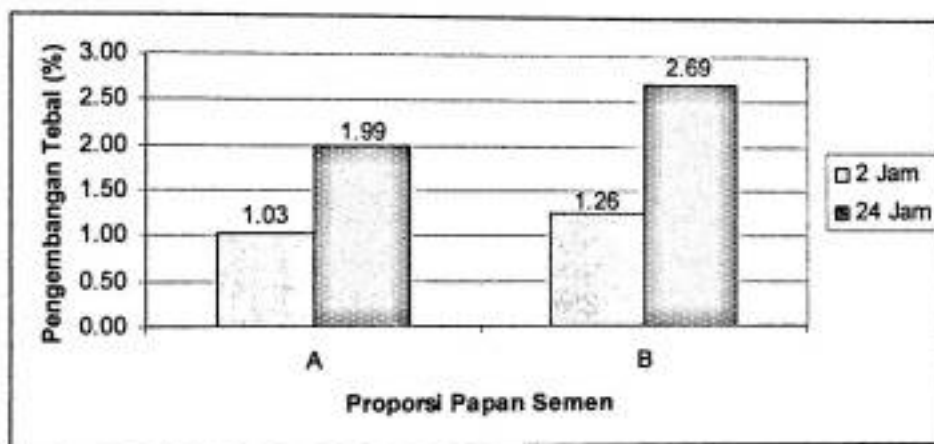
B = Proporsi 1:2:1

Gambar 11. Daya Serap Air Papan Semen pada Proporsi 1:2,5:1,25 dan 1:2:1

Berdasarkan hasil pengujian, diperoleh bahwa papan dengan proporsi semen 1:2,5:1,25 memiliki nilai daya serap air yang lebih rendah baik dengan perendaman selama 2 jam maupun selama 24 jam dibandingkan dengan papan yang memiliki proporsi semen 1:2:1. Rendahnya nilai daya serap air pada papan dengan proporsi semen 1:2,5:1,25 disebabkan karena memiliki jumlah semen yang lebih banyak sehingga serbuk kayu yang tertutupi oleh semen juga banyak sehingga menyebabkan sulitnya air untuk masuk ke dalam serbuk kayu. Selain itu, jumlah serbuk kayu yang digunakan lebih sedikit dibandingkan dengan proporsi 1:2:1. serta kandungan kadar air yang lebih tinggi sehingga menyebabkan jumlah air yang diserap sedikit. Jumlah air yang diserap tergantung dari jumlah komponen serbuk kayu yang dimiliki papan. Jika papan tersebut jumlah partikel serbuk kayu sedikit maka akan menyerap air dalam jumlah sedikit pula.

E. Pengembangan Tebal

Berdasarkan hasil pengujian, diperoleh nilai pengembangan tebal papan semen pada proporsi 1:2,5:1,25 untuk perendaman 2 jam sebesar 1,03 % dan untuk perendaman 24 jam sebesar 1,99 %. Sedangkan pada proporsi 1:2:1, untuk perendaman 2 jam sebesar 1,26 dan untuk 24 jam sebesar 2,69 %. Nilai pengembangan tebal tidak disyaratkan pada JIS A 5417 1992. Nilai pengembangan tebal dapat dilihat pada Gambar 12.



Ket :

A = Proporsi 1:2,5:1,25

B = Proporsi 1:2:1

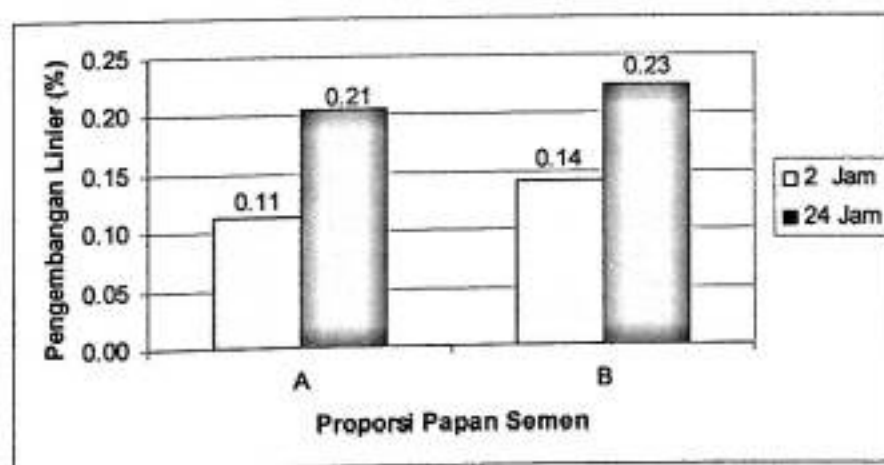
Gambar 12. Pengembangan Tebal Papan Semen pada Proporsi 1:2,5:1,25 dan 1:2:1

Berdasarkan hasil pengujian, maka diperoleh bahwa papan dengan proporsi semen 1:2,5:1,25 baik pada perendaman selama 2 jam maupun 24 jam memiliki nilai pengembangan tebal yang lebih rendah dibandingkan dengan papan dengan proporsi semen 1:2:1. Rendahnya nilai pengembangan tebal pada proporsi 1:2,5:1,25 disebabkan karena jumlah partikel serbuk kayu yang digunakan lebih

sedikit jika dibandingkan dengan proporsi 1:2:1. Serbuk gergaji merupakan partikel kayu yang mempunyai sifat mengembang jika menyerap air. Besarnya pengembangan tersebut tergantung dari jumlah partikel kayu yang dimiliki papan. Papan yang mempunyai partikel serbuk kayu sedikit akan lebih kecil pengembangannya. Selain itu, proporsi semen yang lebih banyak akan menyebabkan terbentuknya matriks semen yang dapat menutupi partikel serbuk kayu secara baik, sehingga serbuk tersebut sukar menyerap air, akibatnya papan sukar mengembang.

F. Pengembangan Linier

Berdasarkan hasil pengujian, diperoleh nilai pengembangan linier papan semen pada proporsi 1:2,5:1,25 untuk perendaman 2 jam sebesar 0,11 % dan untuk perendaman 24 jam sebesar 0,21 %. Sedangkan pada proporsi 1:2:1 untuk perendaman 2 jam sebesar 0,14 dan untuk perendaman 24 jam sebesar 0,23 %. Nilai pengembangan linier tidak disyaratkan pada JIS A 5417 1992. Nilai hasil pengujian pengembangan linier dapat dilihat pada Gambar 13.



Ket :

A = Proporsi 1:2,5:1,25

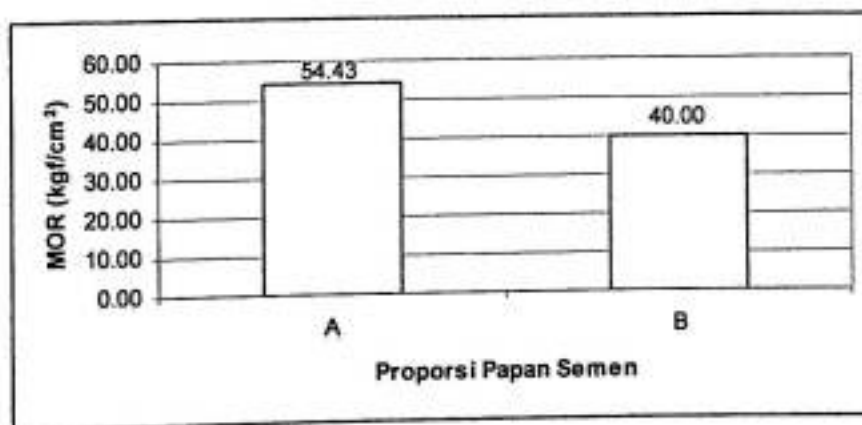
B = Proporsi 1:2:1

Gambar 13. Pengembangan Linier Papan Semen pada Proporsi 1:2,5:1,25 dan 1:2:1

Hasil pengujian menunjukkan bahwa papan semen dengan proporsi 1:2,5:1,25 baik pada perendaman selama 2 jam maupun 24 jam memiliki nilai pengembangan linier yang lebih rendah dibandingkan dengan proporsi 1:2:1. Sama halnya dengan pengembangan tebal, rendahnya nilai pengembangan linier pada proporsi 1:2,5:1,25 disebabkan karena jumlah partikel yang lebih sedikit dan jumlah semen yang lebih banyak sehingga serbuk kayu sulit mengembang.

G. Keteguhan Patah (MOR)

Berdasarkan hasil pengujian, diperoleh nilai keteguhan patah papan semen pada proporsi 1:2,5:1,25 sebesar 54,43 kgf/cm² dan pada proporsi 1:2:1 sebesar 40,00 kgf/cm². Nilai MOR tidak disyaratkan pada JIS A 5417 1992. Nilai hasil pengujian MOR dapat dilihat pada Gambar 14.



Ket :

A = Proporsi 1:2,5:1,25

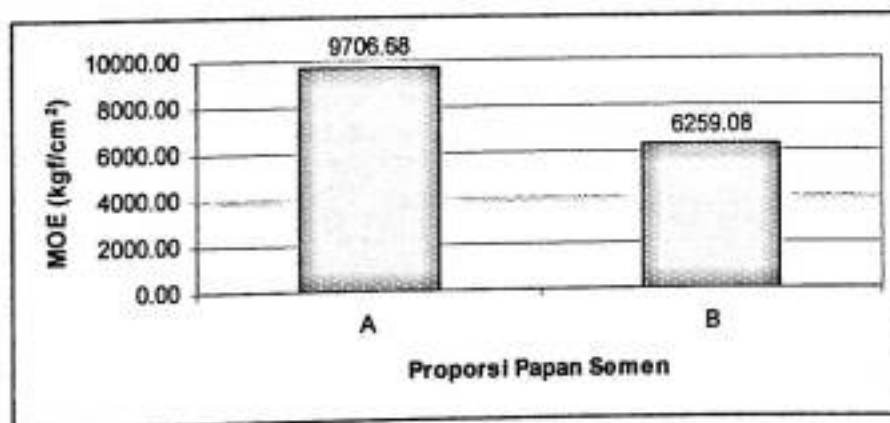
B = Proporsi 1:2:1

Gambar 14. MOR Papan Semen pada Proporsi 1:2,5:1,25 dan 1:2:1

Berdasarkan hasil pengujian, diperoleh bahwa pada papan semen dengan proporsi semen 1:2,5:1,25 memiliki nilai MOR yang lebih tinggi dibandingkan papan dengan proporsi semen 1:2:1. Pada proporsi 1:2,5:1,25 memiliki jumlah semen yang lebih banyak dibandingkan dengan proporsi 1:2:1. Papan yang memiliki jumlah semen yang lebih banyak akan bersifat lebih kuat, sehingga akan lebih kuat dalam menahan beban. Dengan kondisi demikian, maka akan dihasilkan papan yang memiliki nilai MOR lebih besar.

H. Modulus Elastisitas (MOE)

Berdasarkan hasil pengujian, diperoleh nilai modulus elastisitas papan semen pada proporsi 1:2,5:1,25 sebesar 9706,68 kgf/cm² dan pada proporsi 1:2:1 sebesar 6259,08 kgf/cm². Nilai MOE tidak disyaratkan pada JIS A 5417 1992. Nilai modulus elastisitas (MOE) pada papan semen dapat dilihat pada Gambar 15.



Ket :

A = Proporsi 1:2,5:1,25

B = Proporsi 1:2:1

Gambar 15. MOE Papan Semen pada Proporsi 1:2,5:1,25 dan 1:2:1

Berdasarkan hasil pengujian, diperoleh bahwa papan dengan proporsi semen 1:2,5:1,25 memiliki nilai MOE lebih besar dibandingkan dengan papan dengan proporsi semen 1:2:1. Tingginya nilai MOE disebabkan karena pada proporsi 1:2,5:1,25 memiliki jumlah semen yang lebih banyak sehingga dihasilkan papan yang lebih kaku dibandingkan dengan papan dengan proporsi 1:2:1. MOE merupakan suatu nilai yang menunjukkan sifat kekakuan suatu bahan sehingga semakin tinggi nilai MOE papan, maka papan tersebut semakin kaku.

I. Gambaran Umum Papan Semen Kayu Kelor

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kayu kelor termasuk kategori rendah atau kurang baik digunakan sebagai bahan baku pembuatan papan semen. Hal ini terbukti dengan rendahnya hasil suhu hidrasi yang diperoleh. Pengujian suhu hidrasi dilakukan untuk mengetahui kesesuaian kayu sebagai bahan baku papan semen.

Sifat fisik papan semen kayu kelor yang diuji antara lain kerapatan, kadar air, daya serap air, pengembangan linier dan pengembangan tebal papan. Sifat mekanis papan semen kayu kelor yang diuji adalah modulus patah (MOR) dan modulus elastisitas (MOE). Secara keseluruhan papan semen dengan proporsi 1:2,5:1,25 lebih baik dibandingkan dengan papan dengan proporsi 1:2:1. Ringkasan dari semua nilai yang diperoleh dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Sifat Fisik dan Mekanis Papan Semen Kayu Kelor

Parameter	Jenis papan Semen	
	Proporsi 1:2,5:1,25	Proporsi 1:2:1
<i>Kerapatan (g/cm^3)</i>	0.6 – 0.8*	0.5 – 0.7
<i>Kadar Air (%)</i>	6.99*	4.50*
Daya Serap Air 2 Jam (%)	29.89	48.27
Daya Serap Air 24 Jam (%)	37.42	54.30
Pengembangan Linier 2 Jam (%)	0.11	0.14
Pengembangan Linier 24 Jam (%)	0.21	0.23
Pengembangan Tebal 2 Jam (%)	1.03	1.26
Pengembangan Tebal 24 Jam (%)	1.99	2.69
MOR (kgf/cm^2)	54.43	40.00
MOE ($\times 10^3 kgf/cm^2$)	97.067	62.591
Parameter yang memenuhi standar	2	1

Keterangan :

* = memenuhi standar

Parameter yang dicetak miring disyaratkan dalam JIS A 5417 1992

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Suhu hidrasi yang diperoleh menunjukkan bahwa kayu kelor kurang baik untuk dijadikan sebagai bahan baku papan semen yaitu 35°C.
2. Kerapatan papan semen kayu kelor yang dihasilkan belum memenuhi target kerapatan yang diharapkan, baik pada proporsi 1:2,5:1,25 maupun pada proporsi 1:2:1.
3. Kadar air semua jenis papan yang dihasilkan pada penelitian ini memenuhi standar JIS A 5417 1992 dimana kadar air papan dengan proporsi partikel, semen dan air 1:2,5:1,25 lebih tinggi daripada papan dengan proporsi 1:2:1.
4. Pengembangan tebal dan linier papan semen kayu kelor pada proporsi 1:2,5:1,25 baik perendaman 2 jam maupun 24 jam, lebih rendah dibandingkan dengan papan semen dengan proporsi 1:2:1
5. Daya serap air papan semen kayu kelor pada proporsi 1:2,5:1,25 lebih rendah dibandingkan dengan papan semen dengan proporsi 1:2:1, baik dengan perendaman 2 jam maupun 24 jam.
6. Keteguhan patah (MOR) papan semen kayu kelor pada proporsi 1:2,5:1,25 lebih besar dibandingkan dengan papan semen pada proporsi 1:2:1.

7. Modulus elastisitas (MOE) papan semen kayu kelor pada proporsi 1:2,5:1,25 lebih besar dibandingkan dengan papan semen pada proporsi 1:2:1.

B. Saran

Sebaiknya pada penelitian papan semen selanjutnya, menggunakan stik yang memiliki ukuran yang lebih kecil dari 1 cm untuk mendapatkan kerapatan yang diinginkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Blankenhorn, R.P.; Labosky Jr, P.; Dicola, M; Stover, L.R, 1990. *The Use of Eastern Hardwoods in The United States for the Production of Cement-Bonded Particleboard*. Proceeding of The Second International Inorganic Bonded Wood and Fiber Composite Material Conference, Idaho.
- [BSN] Badan Standarisasi Nasional, 1994. *Pengawetan Kayu untuk Rumah dan Gedung*. SNI 03 – 3528 – 1994
- Coretti, A.R.; Eckelman, C.A; Wolfe, R.W, 1998. *Inorganic-Bonded Composite Wood Panel System for Low Cost Housing: A Central American Perspective*, Forest Products Journal Vol. 48 No.4.
- Gaspersz, V., 1994. *Metode Perancangan Percobaan*. Armico, Bandung.
- Haygreen, J.G. dan Bowyer, J.L., 1996. *Hasil Hutan dan Ilmu Kayu*. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Hermawan, D., Subiyanto, B., Kawai, S., 2001. *Manufacture and Properties of Oil Palm Fronds Cement-Bonded Board*, Journal Wood Science.
- Iptek, 2007. *Tanaman Obat Indonesia*. www.iptek.net.id/ind/pd_tanobat/view.php?id=144 (diakses tanggal 20 Januari 2007).
- JIS (Japanese Industrial Standard) A 5417. 1992. *Cement Bonded Particle Boards*. Japanese Standards Association.
- JIS (Japanese Industrial Standard) A 5908. 1994. *Particle Boards*. Japanese Standards Association.
- Kamil, R.N., 1970. *Prospek Pendirian Industri Papan Wol Kayu di Indonesia*. Pengumuman No. 95, LPHH, Bogor.
- Keng, H., 1986. *Order dan Famili Tumbuhan Berbiji di Tanah Melayu*. Dewan Bahasa dan Pustaka, Kementerian Pelajaran Malaysia, Kuala Lumpur.
- Kliwon, S., 1999. *Perkembangan Penelitian dan Industri Papan partikel dan Papan Semen Kayu di Indonesia*. Makalah Sukarela Kelompok III, Proceeding Kongres Kehutanan Indonesia II, Yayasan sarana Wana Jaya, Jakarta.
- Mahyudan, I., 2000. *Pembuatan Papan Semen dari Tandan Kosong dan Sabut Kelapa Sawit dengan Menggunakan Katalis $Ca(OH)_2$, $CaCl_2$ dan $MgCl_2$* . Skripsi Fakultas Teknologi Pertanian (tidak dipublikasikan), Institut Pertanian Bogor.

- Maloney, T.M., 1993. *Modern Particleboard and Dry-Process Fiberboard Manufacturing*. Edisi Revisi. USA : Miller Freeman Inc San Francisco.
- Moslemi, A.A., 1989. *Wood Cement Panel Product*. Coming Age, in Fiber and Particleboard Bonded with Inorganic Binders, USA.
- Pfeister C.S., 1985. *The Influence of Cement/Wood Ratio and Cement Type on Bending Strength and Dimensional Stability of Wood-Cement Particleboard*. Thesis Degree of Master of Science, Universitas of Idaho.
- Setyono, P., 2003. *Pengembangan Teknik Pembuatan Papan Semen Partikel*. Skripsi Jurusan Teknologi Hasil Hutan (tidak dipublikasikan), Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor.
- Suriawiria,U., 2005. *Manfaat Daun Kelor*. <http://keris.blogs.ie/2005/03/15/manfaat-daun-kelor/> (diakses tanggal 21 Januari 2007).
- Sutini, 2003. *Teknologi Pembuatan Papan Semen Partikel Ringan*. Jurnal Penelitian Jurusan Teknologi Hasil Hutan (tidak dipublikasikan), Fakultas Kehutanan, IPB.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Pengamatan Suhu Hidrasi

Waktu (15 menit)	Ulangan					
	I	kontrol I	II	kontrol II	III	kontrol III
0	30	29	30	29	30	29
1	30	30	30	30	30	30
2	30	30	30	30	30	30
3	30	30	30	30	30	30
4	30	30	30	30	30	30
5	30	30	30	30	31	31
6	30	30	30	30	31	31
7	31	30	31	30	31	31
8	31	30	31	31	31	31
9	31	30	31	31	31	31
10	31	31	31	31	31	31
11	31	31	31	31	31	31
12	31	31	31	32	31	31
13	31	31	31	32	32	32
14	31	32	32	32	32	32
15	31	32	32	33	32	32
16	32	32	33	33	33	33
17	32	32	33	33	33	34
18	32	32	33	33	33	34
19	32	33	34	34	33	34
20	32	33	34	34	33	34
21	33	33	34	34	33	34
22	33	33	34	35	33	34
23	33	34	34	35	33	35
24	33	34	34	35	33	35
25	34	34	35	35	34	35
26	34	34	35	38	34	36
27	34	35	35	41	34	37
28	34	35	34	42	35	40
29	34	38	34	40	35	41
30	35	39	34	40	34	40
31	35	40	34	39	34	40
32	34	38	33	38	34	39
33	33	38	33	38	34	38
34	32	37	32	37	34	37
35	32	36	32	37	33	36
36	31	36	32	36	33	36
37	31	35	32	36	32	35
38	31	35	31	35	32	34
39	31	34	31	34	32	34
40	31	34	31	34	32	33
41	31	34	31	34	32	33
42	31	34	31	33	32	33
43	31	33	31	33	31	33
44	31	33	31	33	31	33
45	31	32	31	33	31	33
46	31	32	31	33	31	32

47	30	32	31	33	31	32
48	30	32	31	33	31	32
49	30	32	31	33	31	32
50	31	32	31	32	32	32
51	31	32	30	32	32	32
52	31	32	30	32	32	32
53	31	31	31	32	32	32
54	31	31	31	32	32	31
55	31	31	31	32	33	31
56	31	31	32	32	33	31
57	32	31	32	32	33	31
58	32	31	32	31	33	31
59	32	31	32	31	33	31
60	32	31	32	31	33	31
61	32	31	33	31	34	31
62	33	31	33	31	34	31
63	33	31	33	31	34	31
64	33	31	33	31	34	31
65	33	31	33	31	34	31
66	33	31	33	31	34	31
67	33	30	33	31	34	31
68	33	30	33	31	34	30
69	33	30	33	31	34	30
70	33	30	33	31	34	30
71	33	30	33	31	34	30
72	33	30	33	31	34	30
73	33	30	33	31	34	30
74	33	30	33	30	34	30
75	33	30	33	30	34	30
76	33	30	33	30	34	30
77	33	30	33	30	34	30
78	33	30	33	30	34	30
79	33	30	33	30	34	30
80	32	30	33	30	33	30
81	32	30	32	30	33	30
82	32	30	32	30	33	30
83	32	30	32	30	33	30
84	32	30	32	30	33	30
85	32	30	32	30	33	30
86	32	30	32	30	33	30
87	32	30	32	30	33	30
88	32	30	32	30	32	30
89	32	30	32	30	32	30
90	32	30	32	30	32	30
91	31	30	32	30	32	30
92	31	30	32	30	32	30
93	31	30	32	30	32	30
94	31	30	32	30	32	30
95	31	30	32	30	32	30
96	31	30	32	30	32	30

Lampiran 2. Sifat Fisik Papan Semen Kayu Kelor

Proporsi 1:2,5:1,25

Sampel	Kerapatan (g/cm ³)	Faktor Koreksi	Kadar Air (%)	Penggembangan Tebal (%)		Daya Serap Air (%)		Penggembangan Linier (%)	
				2 Jam	24 Jam	2 Jam	24 Jam	2 Jam	24 Jam
1	0.8	1.15	8.08	1.94	2.24	27.61	35.07	0.10	0.24
2	0.7	1.02	7.16	0.87	1.83	38.66	45.75	0.12	0.21
3	0.6	0.86	5.73	0.29	1.90	23.41	31.43	0.11	0.17
Rataan			6.99	1.03	1.99	29.89	37.42	0.11	0.21

Proporsi 1:2:1

Sampel	Kerapatan (g/cm ³)	Faktor Koreksi	Kadar Air (%)	Penggembangan Tebal (%)		Daya Serap Air (%)		Penggembangan Linier (%)	
				2 Jam	24 Jam	2 Jam	24 Jam	2 Jam	24 Jam
1	0.7	1.02	4.41	1.21	2.46	46.20	49.87	0.18	0.26
2	0.6	0.90	5.06	1.26	3.19	49.33	56.19	0.15	0.25
3	0.5	0.79	4.03	1.31	2.43	49.27	56.85	0.10	0.17
Rataan			4.50	1.26	2.69	48.27	54.30	0.14	0.23

Lampiran 3. Sifat Mekanis Papan Semen Kayu Kelor

Proporsi 1:2,5:1,25

Sampel	Kerapatan (g/cm ³)	Faktor Koreksi	MOR (kgf/cm ²)	MOE (kgf/cm ²)
1	0.8	1.15	67.71	12756.60
2	0.7	1.02	56.22	8985.18
3	0.6	0.86	39.37	7378.26
Rataan			54.43	9706.68

Proporsi 1:2:1

Sampel	Kerapatan (g/cm ³)	Faktor Koreksi	MOR (kgf/cm ²)	MOE (kgf/cm ²)
1	0.7	1.02	38.22	4801.78
2	0.6	0.90	48.88	7122.75
3	0.5	0.79	32.89	6852.70
Rataan			40.00	6259.08