

PEMBUATAN PAPAN SEMEN-GYPSUM DARI CORE-KENAF (*Hibiscus cannabinus* L.) MENGGUNAKAN TEKNOLOGI Pengerasan AUTOCLAVE

*(Manufacturing the Cement-Gypsum Board from Core-Kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) using Curing Autoclave Technology)*

Rohny Setiawan Maail¹, Dede Hermawan² dan Yusuf Sudo Hadi²

ABSTRACT

Cement and gypsum bonded celluloses fiber reinforced materials are ultimately ideal ecological building products. Their capability in using industrial co-products and wastes as both their matrix material make its reinforcement also environmentally sustainable products. The objective of this study was to evaluate the effect of proportion cement-gypsum and curing autoclave time on the properties of cement-gypsum board from core-kenaf. Three levels of proportion cement and gypsum were applied, namely: 40:60, 50:50, and 60:40, where cements contain at face-back layers and gypsum contain at core layers. Five levels of curing autoclave time were applied, namely: curing conventional (2 weeks), curing autoclave 2, 4, 8, and 16 hours. CaCl₂ 3% and Borax 2 % was used as an accelerator and inhibitor. The physical and mechanical properties of cement-gypsum board were observed in according to JIS A 5417-1992. The results show that the physical and mechanical properties were gain on proportion of cement-gypsum 60:40 with 8 hours curing autoclave.

Key words : Core-kenaf, Cement-gypsum board, Curing, Accelerator, Inhibitor, Autoclave.

PENDAHULUAN

Kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) sebagai salah satu tanaman penghasil serat memiliki potensi yang dapat dikembangkan sebagai bahan baku produk pengganti kayu bulat. Tanaman yang termasuk dalam famili *Malvaceae* ini merupakan tanaman yang cepat tumbuh, biasanya dipanen pada umur 125 - 140 hari (Dempsey 1975). Dengan diameter 35 mm, kenaf dapat menghasilkan serat sekitar 4,4 ton/ha. Setelah diambil seratnya, tanaman ini menghasilkan hasil ikutan (*By Product*) berupa *core* atau inti kenaf. Dalam satu hektar dapat dihasilkan core-kenaf kering udara (kadar air 15%) 6 - 8 ton (Sastrosupadi 1984). Ini merupakan hasil ikutan yang berpotensi

untuk dimanfaatkan sebagai bahan baku papan komposit.

Salah satu jenis produk penggabungan material kayu dengan bahan-bahan lain biasanya dikenal dengan sebutan produk komposit adalah papan mineral. Hal ini disebabkan papan mineral disamping tidak membutuhkan persyaratan bahan baku yang ketat, juga memiliki karakteristik yang unggul seperti tahan terhadap serangan organisme perusak, cuaca dan kelembaban, serta relatif lebih tahan api. Dalam bentuk panel, produk komposit ini digunakan untuk aplikasi struktural dan non struktural untuk kondisi interior maupun eksterior (Moslemi 1989).

Konsep dasar penggabungan serat atau partikel dari tumbuhan, seperti partikel

kayu atau limbah pertanian dan perkebunan, dengan matriks anorganik sudah sangat lama diterapkan. Selama beberapa waktu ini, konsep dasar tersebut telah diaplikasikan untuk penggunaan serat dan partikel kayu atau bahan berlignoselulosa lainnya dalam bentuk papan semen partikel dengan semen Portland sebagai perekatnya, ataupun dengan material anorganik lainnya seperti gypsum dan magnesit (Moslemi 1989). Papan semen partikel merupakan salah satu produk panil kayu yang berpotensi untuk dikembangkan. Papan semen partikel merupakan papan tiruan yang terbuat dari campuran partikel kayu atau bahan berlignoselulosa lainnya, semen dan bahan tambahan serta diberi perlakuan kempa dingin.

Papan semen partikel memiliki kelebihan jika dibandingkan dengan produk biokomposit lainnya, antara lain tahan terhadap serangan jamur, serangga dan api, tahan terhadap kelembaban serta memiliki stabilitas dimensi yang tinggi. Suatu sifat penting lainnya yaitu panil ini tidak menghasilkan bahan-bahan kimia berbahaya seperti yang terjadi dalam pembuatan papan partikel yang direkat dengan perekat organik atau sintetis, dan tidak mempengaruhi kualitas udara dalam ruangan selama penggunaan (Pease 1994).

Melihat perkembangannya sampai saat ini, papan semen sendiri disamping memiliki kelebihan stabilitas dimensi yang tinggi, namun memiliki masalah dimana waktu pengerasan semen (*curing*) yang relatif lama yakni minimal 28 hari (\pm 1 bulan) dan merupakan jenis panel yang cukup berat. Dibandingkan dengan papan gypsum, papan gypsum memiliki kelebihan dimana merupakan panel yang ringan dan mudah dalam pengerjaan, namun kelemahan utama dari papan gypsum adalah mudah menyerap air dan mempunyai kekuatan yang rendah.

Salah satu cara untuk mengatasi semua permasalahan dari papan semen dan papan gypsum tersebut di atas adalah dengan membuat papan semen-gypsum (substitusi semen dengan gypsum pada beberapa proporsi tertentu) dengan perlakuan pengerasan (*curing*) *autoclave*.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh proporsi semen-gypsum serta waktu *curing autoclave* terhadap sifat fisis dan mekanis papan semen-gypsum dari core-kenaf dan menentukan jenis proporsi semen-gypsum serta waktu *curing autoclave* terbaik dalam pembuatan papan semen-gypsum dari core-kenaf serta keunggulannya dibanding proses pembuatan papan semen-gypsum dengan *curing* konvensional selama 2 minggu.

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Pengukuran Suhu Hidrasi

Penelitian dilakukan dengan bahan-bahan partikel dari core-kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) berumur 4 bulan, berbentuk *slivers* dengan ukuran partikel antara 2 - 3 mm yang diperoleh dari PT. Abadi Barindo Autotech (PT. ABA), serta perekat berupa semen Portland dan gypsum. Terlebih dahulu dilakukan pengukuran suhu hidrasi untuk melihat kesesuaian core-kenaf sebagai bahan baku papan semen-gypsum. Pengukuran suhu hidrasi dilakukan terhadap campuran serbuk core-kenaf dan semen serta serbuk core-kenaf dan gypsum. Sebelum dilakukan pengukuran, partikel core-kenaf berbentuk *slivers* terlebih dahulu dibuat serbuk dengan ukuran 100 mesh. Semen atau gypsum selanjutnya dicampur dengan serbuk core-kenaf dan air dengan perbandingan 13,3 : 1 : 6,65 (Hermawan 2001). Juga ditambahkan *accelerator* (CaCl_2) sebesar 3% dan 5% serta *inhibitor* (boraks) sebesar 2% dan 5% (Sanderman 1963 dalam Kamil 1970, Simatupang

1985 dan Febrianto 1986). Campuran kemudian dimasukkan ke dalam wadah gelas plastik dan ditutup dengan aluminium foil serta diletakkan dalam kotak styrofoam. Termokopel dimasukkan lewat penutup kemudian ditutup rapat agar tidak ada panas yang keluar dan dihubungkan dengan recorder. Variasi suhu selama 24 jam akan tercatat secara otomatis dalam kertas grafik setiap selang 1 menit. Dari grafik tersebut akan diketahui suhu hidrasi yang dicapai (suhu maksimum selama pengukuran) serta lama waktu yang dibutuhkan untuk mencapai suhu tersebut. Pengelompokan suhu hidrasi dilakukan berdasarkan LPHH Dephut dalam Kamil (1970) dimana suhu hidrasi tergolong *tidak baik* apabila suhu hidrasi kurang dari 36°C, 36 - 41°C tergolong *sedang* dan lebih besar dari 41°C tergolong *baik*.

Pengukuran suhu hidrasi dilakukan dengan perlakuan-perlakuan : Campuran semen dan air, gypsum dan air, semen dengan air dan serbuk core-kenaf, semen dengan air dicampur serbuk core-kenaf dan CaCl₂ (3%), semen dengan air dicampur serbuk core-kenaf dan CaCl₂ (5%), Gypsum dengan air dan serbuk core-kenaf, gypsum dengan air dicampur serbuk core-kenaf dan Boraks (2%), serta gypsum dengan air dicampur serbuk core-kenaf dan Boraks (5%).

Pembuatan Papan Semen-Gypsum

Papan semen gypsum yang dibuat berukuran 30 cm x 30 cm x 1,2 cm dengan sasaran kerapatan 1,2 g/cm³. Papan semen gypsum yang dibentuk dari semen, partikel core-kenaf dan gypsum ini dibuat dengan formulasi untuk lapisan *face* dan *back* papan dari campuran semen, partikel core-kenaf dan air dengan perbandingan 2,5:1:1,25 (Hermawan 2001). Sedangkan untuk lapisan tengah (*core*) papan dibuat dari campuran gypsum, partikel core-

kenaf dan air dengan perbandingan 3:1:1,5 (Febrianto 1986). Bahan tambahan yang digunakan antara lain *accelerator* CaCl₂ (3%) dan *inhibitor* boraks (2%).

Proses kemudian dilanjutkan dengan pembentukan lembaran (*forming*) dimana pembentukan lembaran papan menerapkan metode *discontinuous* yaitu pembentukan lembaran papan satu demi satu. Jumlah lapisan ada tiga, yaitu lapisan *face* dan *back* untuk campuran partikel core-kenaf dengan semen dan lapisan tengah untuk campuran partikel core-kenaf dengan gypsum. Proporsi semen-gypsum yang digunakan untuk masing-masing lapisan dilakukan dengan perbandingan semen 40 dan gypsum 60, semen 50 dan gypsum 50 serta semen 60 dan gypsum 40. Adonan yang telah teraduk secara merata dicetak menjadi lapik atau lembaran dalam cetakan yang terbuat dari kayu berukuran 30 cm x 30 cm. Lembaran - lembaran yang sudah terbentuk ditempatkan di antara dua lempeng plat besi berukuran 40 cm x 40 cm x 1,6 cm yang telah dilapisi plastik dengan ketebalan 0,5 mm. Lembaran papan semen-gypsum yang telah terbentuk kemudian dikempa dengan tekanan spesifik 35 kg/cm² sampai ketebalan 1,2 cm. Selama pemasangan mur, tekanan terus dipertahankan sampai plat dikeluarkan dari kempa dan tepi plat ditutup dengan isolasi. Selanjutnya lembaran papan semen-gypsum yang sedang diklem dengan plat besi disimpan dalam oven pada suhu 60°C selama 24 jam untuk *setting* (pengerasan awal). Setelah tahap tersebut, proses dilanjutkan dengan *curing* (pengerasan lanjutan) dimana lembaran papan semen-gypsum kemudian dimasukkan ke dalam *autoclave* dengan suhu 126,1°C dan tekanan 20 Gauge atau 1,5 kg/cm² serta waktu *curing autoclave* 2, 4, 8 dan 16 jam. Kemudian dilanjutkan dengan tahap pengeringan (*drying*) dalam oven pada suhu 80°C selama 10 jam dan selanjutnya

dikondisikan (*conditioning*) kembali pada suhu ruangan selama 3 hari sebelum dipotong menjadi contoh uji untuk pengujian sesuai standar.

Penelitian dilakukan dengan menggunakan tiga ulangan untuk setiap jenis papan dengan kombinasi perlakuannya, dimana perlakuan pertama yakni proporsi semen-gypsum terdiri dari 3 taraf yaitu : 1) proporsi semen 40 dan gypsum 60; 2) semen 50 dan gypsum 50; serta 3) semen 60 dan gypsum 40, sementara perlakuan kedua yaitu waktu *curing autoclave* terdiri dari 5 taraf yaitu : 1) *curing* konvensional selama 2 minggu; 2) *curing autoclave* 2 jam; 3) *curing autoclave* 4 jam; 4) *curing autoclave* 8 jam; dan 5) *curing autoclave* 16 jam, sehingga jumlah keseluruhan papan yang dibuat sebanyak 45 lembar.

Pengujian Papan Semen-Gypsum

Pengujian sifat fisis dan mekanis papan semen-gypsum dilakukan berdasarkan *Japanese Industrial Standard JIS A 5417-1992* meliputi pengujian kerapatan, kadar air, daya serap air, pengembangan tebal dan linier, keteguhan rekat (IB), keteguhan lentur (MOE), keteguhan patah (MOR) dan kuat pegang sekrup. Hasil pengujian diolah dengan menggunakan model Regresi Linier Berganda dengan dua peubah bebas yakni : 1) proporsi perbandingan semen-gypsum (berdasarkan berat) terdiri dari tiga taraf, yaitu

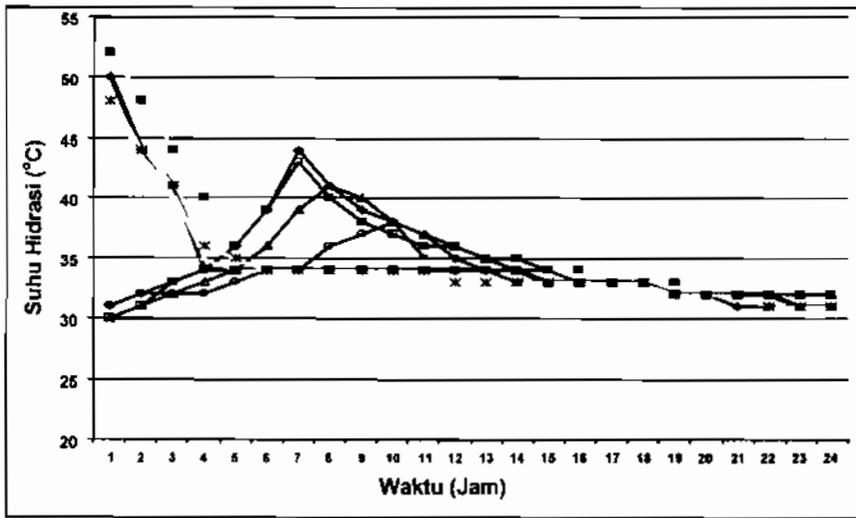
40:60, 50:50 dan 60:40; dan 2) waktu *curing autoclave* terdiri dari lima taraf, yaitu : *curing* konvensional (2 minggu), *curing autoclave* 2, 4, 8 dan 16 jam. Penelitian dilakukan dengan tiga ulangan sehingga terdapat 45 contoh uji.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Suhu Hidrasi

Hasil pengukuran suhu hidrasi seperti yang terlihat pada Gambar 1 menunjukkan bahwa campuran gypsum dan air memiliki suhu hidrasi tertinggi yaitu 52°C dengan pencapaian suhu maksimum terjadi dalam waktu 20 menit, diikuti campuran gypsum, air dan serbuk kenaf dengan suhu hidrasi 50°C; kemudian campuran gypsum, air, serbuk kenaf dan *inhibitor* boraks (2% dan 5%) sebesar 48°C dengan waktu pencapaian suhu maksimum yang hampir sama (36 dan 38 menit). Waktu ini tergolong singkat dibandingkan dengan waktu hidrasi semen.

Berbeda dengan gypsum yang mempunyai sifat cepat mengeras bila dicampur air, campuran semen dan air memiliki suhu maksimum 41°C dan dicapai dalam waktu 8 jam, sedangkan campuran semen, air dan serbuk kenaf memiliki suhu maksimum 38°C dicapai dalam waktu 10 jam.



Legenda :

- Semen + Air
- Gypsum + air
- ▲— Semen + Air + Kenaf
- Semen + Air + Kenaf + CaCl₂ (2%)
- ◇— Semen + Air + Kenaf + CaCl₂ (5%)
- Gypsum + Air + Kenaf
- △— Gypsum + Air + Kenaf + Boraks (2%)
- ×— Gypsum + Air + Kenaf + Boraks (5%)

Gambar 1. Grafik hubungan suhu hidrasi dengan waktu pengukuran

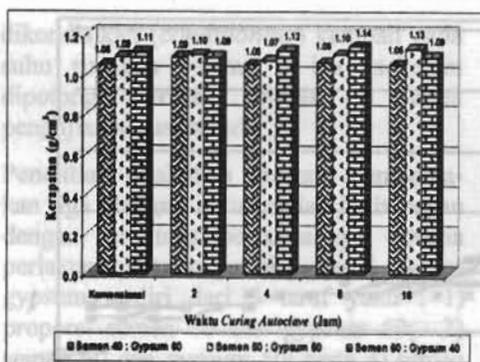
Jika ditambahkan *accelerator* CaCl₂ sebesar 2% dan 5% ke dalam campuran semen, air dan serbuk kenaf maka suhu maksimum yang terbentuk adalah 43°C dan 44°C dalam waktu 7 jam. Bila disesuaikan dengan pengelompokan suhu hidrasi semen oleh LPHH Dephut dalam Kamil (1970) maka semua perlakuan yang diterapkan dalam penelitian ini menunjukkan hasil yang tergolong '*baik*' karena suhu maksimum lebih besar dari 41°C. Hal ini memberikan indikasi bahwa kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) dapat digunakan atau sesuai sebagai bahan baku pembuatan papan semen-gypsum.

Kerapatan

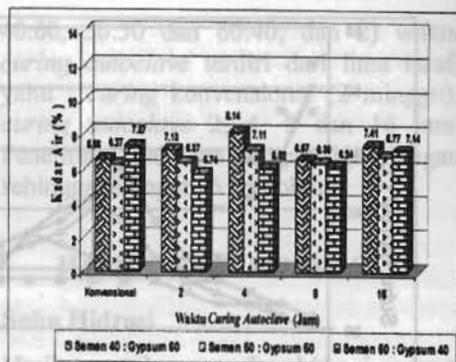
Nilai kerapatan papan berkisar dari 1,05 - 1,14 g/cm³. Kerapatan tertinggi yaitu 1,14

g/cm³ diperoleh pada papan dengan proporsi semen 60 dan gypsum 40 dengan *curing autoclave* 8 jam, sedangkan nilai kerapatan terendah yaitu 1,05 g/cm³ diperoleh pada papan dengan proporsi semen 40 dan gypsum 60 dengan *curing* konvensional 2 minggu. Histogram kerapatan papan semen-gypsum selengkapnya dapat dilihat pada Gambar 2.

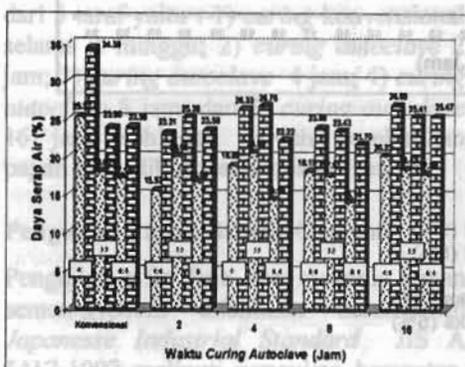
Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa kerapatan papan dipengaruhi oleh proporsi semen-gypsum tanpa dipengaruhi oleh waktu *curing autoclave* dan penggunaan proporsi semen yang lebih besar terhadap proporsi gypsum (semen 60 dan gypsum 40) akan mempengaruhi kerapatan papan dimana kerapatan papan menjadi semakin tinggi dan mendekati kerapatan sasaran.



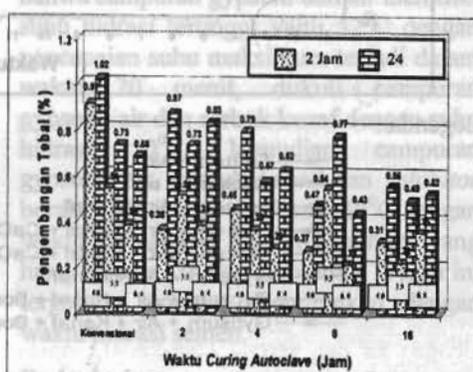
Gambar 2. Histogram kerapatan



Gambar 3. Histogram kadar air papan



Gambar 4. Histogram daya serap air



Gambar 5. Histogram pengembangan tebal

Kadar Air

Hasil pengukuran kadar air papan berkisar antara 5,74 - 8,14%. Histogram pada Gambar 3 menunjukkan bahwa papan dengan proporsi semen 40 dan gypsum 60 dengan *curing autoclave* 4 jam memiliki kadar air tertinggi (8,14%), sedangkan nilai kadar air terendah didapat pada papan dengan proporsi semen 60 dan gypsum 40 dengan *curing autoclave* 2 jam (5,74%). Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa nilai kadar papan semen-gypsum tidak dipengaruhi oleh proporsi semen-gypsum dan waktu *curing autoclave* yang digunakan dalam proses pembuatan papan dan berdasarkan JIS A 5417-1992 yang mensyaratkan kadar air papan maksimal 16% maka nilai kadar air

papan semen-gypsum hasil penelitian seluruhnya memenuhi standar tersebut.

Daya Serap Air

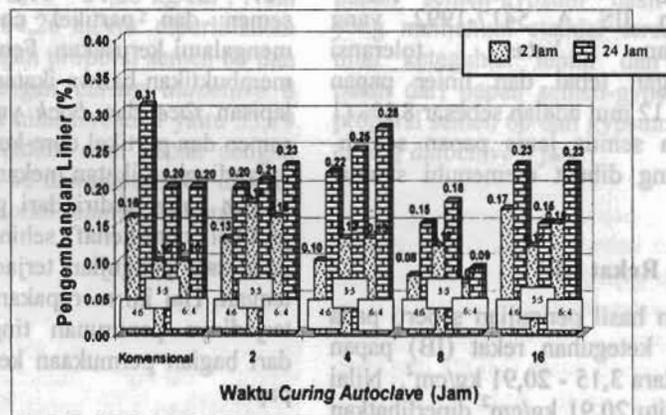
Nilai daya serap air seperti yang disajikan pada Gambar 4 menunjukkan bahwa daya serap air papan setelah perendaman selama 2 jam berkisar antara 15,57 - 25,27%, sementara setelah perendaman selama 24 jam, daya serap air berkisar antara 21,70 - 34,39%. Nilai tertinggi setelah perendaman 2 jam didapat pada papan dengan proporsi semen 40 dan gypsum 60 dengan *curing* konvensional selama 2 minggu (25,27%), nilai terendah didapat pada papan dengan proporsi semen 60 dan gypsum 40 dengan *curing autoclave* 8 jam (14,14%).

Setelah perendaman 24 jam, nilai tertinggi didapat pada papan dengan proporsi semen 40 dan gypsum 60 dengan *curing* konvensional selama 2 minggu (34,39%) dan nilai terendah didapat pada papan dengan proporsi semen 60 dan gypsum 40 dengan *curing autoclave* 8 jam (21,70%). Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa nilai daya serap air papan dipengaruhi oleh proporsi semen-gypsum yang digunakan, baik setelah perendaman 2 jam maupun 24 jam; dimana proporsi gypsum yang semakin besar terhadap semen akan menyebabkan daya serap air papan setelah perendaman 2 jam dan 24 jam menjadi semakin tinggi. Untuk itu diperlukan papan semen-gypsum dengan daya serap air rendah yang menunjukkan stabilitas dimensi papan semen-gypsum yang tinggi yaitu papan semen-gypsum dengan proporsi semen lebih besar dari proporsi gypsum yakni semen 60 dan gypsum 40 dengan *curing autoclave* 8 jam. Nilai daya serap air papan semen-gypsum yang tinggi oleh papan yang memiliki proporsi gypsum lebih besar dari semen disebabkan karena kandungan gypsum dengan sifat absorben air yang lebih besar, sehingga memberi peluang menyerap air lebih banyak. Sebagaimana yang dijelaskan Simatupang *et al.* (1989), hal ini

disebabkan sifat gypsum sebagai absorben air karena mengandung molekul hemihidrat ($\frac{1}{2}H_2O$), sehingga mudah mengikat air dan air yang diikat semakin banyak dengan bertambahnya proporsi gypsum.

Pengembangan Tebal dan Pengembangan Linier

Nilai pengembangan tebal papan (Gambar 5) setelah perendaman 2 jam berkisar antara 0,21 - 0,91%, sementara setelah perendaman 24 jam berkisar antara 0,43 - 1,02%. Nilai tertinggi setelah perendaman 2 jam yaitu 0,91% didapat pada papan dengan proporsi semen 40 dan gypsum 60 dengan *curing* konvensional selama 2 minggu, sedangkan nilai terendah yaitu 0,21% didapat pada papan dengan proporsi semen 60 dan gypsum 40 dengan *curing autoclave* 8 jam. Setelah perendaman 24 jam nilai tertinggi yaitu 1,02% didapat pada papan yang memiliki proporsi semen 40 dan gypsum 60 dengan *curing* konvensional selama 2 minggu, sedangkan nilai terendah yaitu 0,43% didapat pada papan dengan proporsi semen 60 dan gypsum 40 dengan *curing autoclave* 8 jam.



Gambar 6. Histogram pengembangan linier papan

Nilai pengembangan linier papan (Gambar 6) setelah perendaman selama 2 jam berkisar 0,07 - 0,23%, dan setelah perendaman 24 jam berkisar 0,09 - 0,31%. Nilai tertinggi setelah perendaman 2 jam yaitu 0,23% didapat pada papan dengan proporsi semen 40 dan gypsum 60 dengan *curing autoclave* 2 jam, sedangkan nilai terendah yaitu 0,07% didapat pada papan yang memiliki proporsi semen 60 dan gypsum 40 dengan *curing autoclave* 8 jam. Setelah perendaman 24 jam, nilai tertinggi yaitu 0,31% didapat pada papan dengan proporsi semen 60 dan gypsum 40 dengan *curing* konvensional selama 2 minggu, sedangkan nilai terendah yaitu 0,09% didapat pada papan dengan proporsi semen 60 dan gypsum 40 dengan *curing autoclave* 8 jam. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa pengembangan tebal dan linier papan semen-gypsum tidak dipengaruhi oleh proporsi semen-gypsum dan waktu *curing autoclave*. Hal ini berarti bahwa walaupun sifat gypsum yang absorben air dan bisa berpengaruh terhadap pengembangan tebal dan linier papan, namun secara umum pengaruh proporsi semen-gypsum dan waktu *curing autoclave* tidak berpengaruh secara signifikan terhadap perubahan dimensi papan khususnya pengembangan tebal dan linier papan. Berdasarkan JIS A 5417-1992, yang mensyaratkan batas toleransi pengembangan tebal dan linier papan untuk tebal 12 mm adalah sebesar 8,3% (1 mm), maka semua jenis papan semen-gypsum yang dibuat memenuhi standar tersebut.

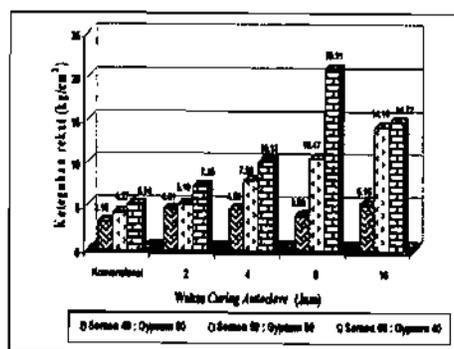
Keteguhan Rekat (IB)

Berdasarkan hasil pengujian seperti pada Gambar 7, keteguhan rekat (IB) papan berkisar antara 3,15 - 20,91 kg/cm². Nilai tertinggi yaitu 20,91 kg/cm² diperlihatkan oleh papan dengan proporsi semen 60 dan

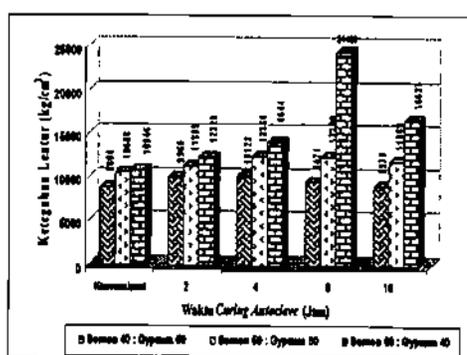
gypsum 40 dengan *curing autoclave* 8 jam, sedangkan nilai terendah yaitu 3,05 kg/cm² diperlihatkan oleh papan dengan proporsi semen 40 dan gypsum 60 dengan *curing* konvensional selama 2 minggu.

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa keteguhan rekat (IB) papan semen-gypsum dipengaruhi oleh proporsi semen-gypsum dan waktu *curing autoclave*. Hal ini berarti dengan meningkatnya proporsi semen-gypsum dimana proporsi semen lebih besar terhadap gypsum, dan meningkatnya waktu *curing autoclave* akan meningkatkan nilai keteguhan rekat pada papan yang dihasilkan. Berdasarkan JIS A 5417 1992 yang mensyaratkan nilai keteguhan rekat minimal 3,10 kg/cm² maka nilai keteguhan rekat papan semen-gypsum hasil penelitian seluruhnya memenuhi standar tersebut.

Fenomena lain yang dapat dilihat pada saat pengujian keteguhan rekat papan semen-gypsum adalah pola kerusakan contoh uji dimana contoh uji papan semen-gypsum mengalami kerusakan (pecah) ketika diberikan gaya tarik secara berlawanan pada arah tegak lurus permukaan papan terjadi pada lapisan tengah yang terdiri dari gypsum bercampur partikel core-kenaf, sedangkan lapisan *face* dan *back* yang terdiri dari semen dan partikel core-kenaf tidak mengalami kerusakan. Fenomena tersebut membuktikan bahwa ikatan mekanis pada lapisan *face* dan *back* yang terdiri dari semen dan partikel core-kenaf lebih tinggi dibandingkan ikatan mekanis pada lapisan tengah yang terdiri dari gypsum dengan partikel core-kenaf sehingga kerusakan pada saat pengujian terjadi pada lapisan tengah. Hal ini merupakan implikasi dari terjadinya penurunan tingkat kerapatan dari bagian permukaan ke bagian tengah papan.



Gambar 7. Histogram keteguhan rekat



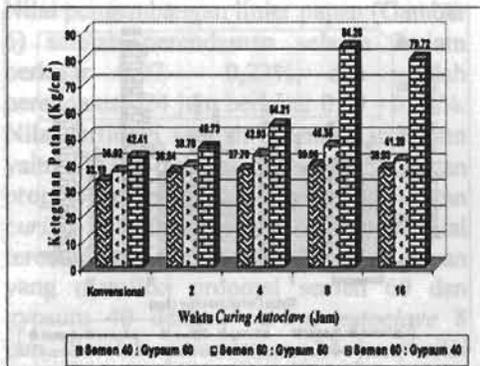
Gambar 8. Histogram keteguhan lentur

Keteguhan Lentur (MOE) dan Keteguhan Patah (MOR)

Berdasarkan hasil pengujian seperti pada Gambar 8, nilai keteguhan lentur (MOE) papan berkisar antara 8805- 24429 kg/cm². Nilai tertinggi yaitu 24429 kg/cm² diperlihatkan oleh papan dengan proporsi semen 60 dan gypsum 40 dengan *curing autoclave* 8 jam, sedangkan nilai terendah yaitu 8805 kg/cm² diperlihatkan oleh papan yang memiliki proporsi semen 40 dan gypsum 60 dengan *curing konvensional* selama 2 minggu.

Nilai keteguhan patah (MOR) papan seperti yang disajikan pada Gambar 9 berkisar antara 3,19 - 84,26 kg/cm². Nilai tertinggi yaitu 84,26 kg/cm² diperlihatkan oleh papan dengan proporsi semen 60 dan gypsum 40 dengan *curing autoclave* 8 jam, sedangkan nilai terendah yaitu 33,19 kg/cm² diperlihatkan oleh papan dengan proporsi semen 40 dan gypsum 60 dengan *curing konvensional* selama 2 minggu.

Hasil analisis ragam memperlihatkan bahwa nilai keteguhan linier dan keteguhan patah papan semen-gypsum dipengaruhi oleh proporsi semen-gypsum dan waktu *curing autoclave*. Hal ini berarti dengan meningkatnya proporsi semen-gypsum dimana proporsi semen lebih besar terhadap gypsum dan meningkatnya waktu *curing autoclave*, dapat meningkatkan nilai keteguhan patah pada papan semen-gypsum yang dihasilkan. Berdasarkan JIS A 5417 1992 yang mensyaratkan nilai keteguhan lentur minimal 24000 kg/cm² dan keteguhan patah minimal 63 kg/cm², maka nilai keteguhan lentur dan keteguhan patah papan semen-gypsum hasil penelitian yang memenuhi standar tersebut adalah nilai keteguhan lentur dan keteguhan patah dari papan semen-gypsum dengan proporsi semen 60 dan gypsum 40 dengan *curing autoclave* 8 jam.

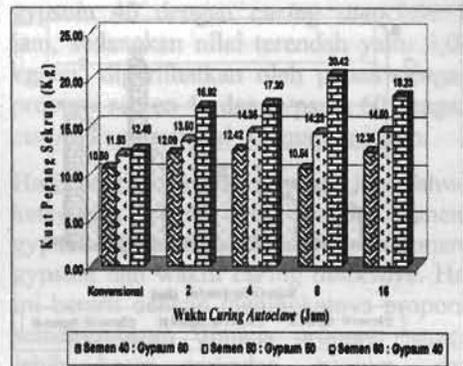


Gambar 9. Histogram keteguhan patah

Kuat Pegang Sekrup

Nilai kuat pegang sekrup seperti yang diperlihatkan pada Gambar 10 berkisar antara 10,50 - 20,42 kg. Nilai tertinggi yaitu 20,42 kg diperlihatkan oleh papan dengan proporsi semen 60 dan gypsum 40 dengan *curing autoclave* 8 jam, sedangkan nilai terendah yaitu 10,50 kg diperlihatkan oleh papan dengan proporsi semen 40 dan gypsum 60 dengan *curing* konvensional selama 2 minggu. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa nilai kuat pegang sekrup papan dipengaruhi oleh proporsi semen-gypsum dan *curing autoclave*. Hal ini berarti dengan meningkatnya proporsi semen-gypsum dimana proporsi semen lebih besar terhadap gypsum dan meningkatnya waktu *curing autoclave*, dapat meningkatkan nilai kuat pegang sekrup pada papan yang dihasilkan.

Pengujian terhadap parameter sifat mekanis papan semen-gypsum menunjukkan bahwa semua sifat mekanis papan semen-gypsum yang dibuat dengan *curing autoclave* lebih baik dimana nilai keteguhan rekat (IB), keteguhan lentur (MOE), keteguhan patah (MOR) dan kuat pegang sekrup lebih tinggi dibanding papan semen-gypsum yang dibuat dengan *curing* konvensional selama 2 minggu.



Gambar 10. Histogram kuat pegang sekrup

Hal tersebut diduga disebabkan karena proses pengerasan yang dilakukan dengan *autoclave* (suhu 126°C dan tekanan 1,5 kg/cm²) dapat menstimulir pembentukan kalsium silikat hidrat (Ca₃Si₂O₇·3H₂O) sehingga proses pembentukannya menjadi lebih cepat serta meningkat pada saat reaksi pengerasan awal (*setting*) dan berperan penting dalam reaksi saling-kunci (*interlocking reaction*) dengan kalsium karbonat (CaCO₃) pada saat pengerasan lanjutan yang turut menunjang kekuatan papan dimana sifat mekanis papan semen-gypsum menjadi lebih tinggi.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa core-kenaf dapat digunakan atau sesuai sebagai bahan baku dalam pembuatan papan semen-gypsum dan proporsi semen-gypsum dan pengerasan autoclave berpengaruh nyata terhadap sifat fisis dan mekanis papan semen-gypsum dari core-kenaf dimana proporsi semen 60 dan gypsum 40 dengan waktu *curing autoclave* 8 jam menghasilkan sifat papan semen gypsum yang memenuhi semua parameter pengujian dari standar JIS A 5417 1992

serta menjadikan proses pengerasan dengan *autoclave* lebih unggul dari *curing* konvensional selama 2 minggu karena dengan proses tersebut pembuatan papan semen-gypsum dapat dilakukan dengan waktu yang lebih singkat dan produk papan semen-gypsum yang dihasilkan memiliki sifat fisis dan mekanis yang lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [Balittas] Balai Penelitian Tembakau dan Tanaman Serat – Kenaf. 1996. Buku I. Malang : Balai Penelitian Tembakau dan Tanaman Serat.
- [Bison]. Bison Werke Bahre and Breten BMtt. 1975. Cement- Bonded Particle Board Plant Integreted with Low Cost Housing Production : Unit Case Study Prepared for FAO Portfolio of Scale Forest Industries for Developing Countries . Germany : Bison Werke Bahre and Breten BMtt and co. 3257 Spring IFR.
- [BSN] Badan Standarisasi Nasional. 1994. Standar Nasional Indonesia - Semen Portland. SNI No. 15-2049-1994.
- Dempsey, J.M., 1975., Fiber Crops. USA : Rose Pronting Company.
- Febrianto, F., 1986. Pengaruh Nisbah Campuran Partikel Dengan Gips dan Kadar Bahan Penghambat Terhadap Sifat Fisis Mekanis Papan Gips dari Kayu Karet (*Hevea brasilliensis* Muell. Agr.). [Skripsi] Bogor : Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor.
- Hermawan, D., 2001. Manufacture of Cement-Bonded Particleboard Using Carbon Dioxide Curing Technology. [Ph.D.Dissertation] Tokyo Japan : Departement of Forest and Biomass Science, Graduate School of The Faculty of Agriculture Kyoto University.
- Hubson U. 1987. Mempelajari Pengolahan Gypsum Menjadi Kapur Tulis. Badan Penelitian dan Pengembangan Industri Banda Aceh. Banda Aceh : Buletin Hasil Penelitian Industri 1 (1) : 7 - 12.
- [JSA] Japanese Standards Association. 1992. Cement Bonded Particle Boards. Japanese Industrial Standard (JIS) A 5417 - 1992. Japan.
- Kamil, R.H.N., 1970. Prospek Pendirian Indutri Papan Wol Kayu di Indonesia. Bogor : Pengumuman No. 95. Lembaga Penelitian Hasil Hutan.
- Liu A. 2004. Making Pulp and Paper from Kenaf. Agriculture Officer, International Jute Organization (IJO). http://www.chinaconsultinginc.com/paper_pulp.htm [24 Mei 2004].
- Mattjik AA, Sumertajaya M. 2002. Perancangan Percobaan dengan Aplikasi SAS dan Minitab. Jilid I. Bogor : IPB Press.
- Moslemi AA. 1989. Correlations Between Wood Cement Compatibility and Wood Extractives. Forest Products Journal 39 (6): 55 - 58.
- _____. 1994. Inorganic-Bonded Wood and Fiber Composites : Technologies and Applications. Proceeding Second Pacific Rim Bio-based Composites Symposium Vancouver, Canada ; (6) : 85 - 87.
- Namioka Y, Takahashi T, Anazawa T, Kitazawa M. 1976. Study on the Manufacturing of Wood-Based Cement Boards. Effect of Mixing Different-Shapped Particles on Board Properties. Journal of Hokkaido Forest Product 12 (37) : 7146.

- Pease DA. 1994. *Panels : Product, Applications and Production Trends*. USA : Miller Freeman.
- Sastrosupadi, A., 1984. Pengaruh Penggenangan Terhadap Pertumbuhan, Hasil dan Kualitas Serat serta Pulp Kayu Kenaf . [Tesis]. Bogor : Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.
- Sellers TJr, Miller GD, Fuller MJ, Broder JG. 1996. Lignocellulosic-Based Composites Made of Core From Kenaf, An Annual Agricultural Crop. <http://www.Newcrops.Uq.Edu.au/newslett/ncn11162.htm> [24 Mei 2004].
- Simatupang, M.H., Lange. H, Kasim. A, Seddig. N., 1989. Influence of Wood Species on The Setting of Cement and Gypsum. Di dalam : Moslemi AA, Hamel MP, editor. *Proceedings Fiber and Particle Boards Bonded With Inorganic Binders*; pp. 33 – 42.
- Sutigno P, Kliwon S, Karnasudirdja S. 1977. Sifat Papan Semen Lima Jenis Kayu. [Laporan Penelitian] Bogor : Lembaga Penelitian Hasil Hutan ; 96
- Youngquist JA. 1995. Unlike Partners? The Marriage of Wood and Nonwood Materials. USA : *Forest Products Journal* 45 ; 10 : 25 – 39.