

ANALISIS SIFAT FISIS DAN MEKANIK PAPAN KOMPOSIT GIPSUM SERAT IJUK DENGAN PENAMBAHAN BORAKS (*Dinatrium Tetraborat Decahydrate*)

Hilda Trisna, Alimin Mahyudin

Jurusan Fisika, FMIPA Universitas Andalas, Padang

e-mail: hilda.trisna@yahoo.co.id

ABSTRAK

Penelitian mengenai sifat fisis dan mekanik papan gipsium dengan penambahan serat ijuk (*arrange pinnata*) dan boraks (*dinatrium tetraborat decahydrate*) telah dilakukan. Metode penyusunan serat yang digunakan yaitu 1 lapis secara teratur yang diletakkan di antara matriks, dengan variasi persentase serat 0,5%, 1,0%, 1,5%, 2,0%, dan 2,5% terhadap massa tepung gipsium, sedangkan kadar boraks yang digunakan yaitu 0,5% terhadap massa total adonan. Dari hasil pengujian diperoleh, nilai optimum daya serap air diperoleh pada papan dengan persentase serat 2,5% yaitu sebesar 24,32%, sedangkan nilai densitas optimum diperoleh pada papan dengan persentase serat 1,0% yaitu sebesar 1,4 g/cm³. Kuat tekan optimum diperoleh pada papan dengan persentase serat 1,0%, yakni sebesar 133,95 kg/cm², sedangkan nilai kuat lentur optimum terdapat pada papan dengan persentase serat 2,0% yaitu 45,38 kg/cm². Nilai daya serap air dan kuat tekan telah memenuhi standar mutu papan, sedangkan densitas dan kuat lentur belum memenuhi standar.

Kata kunci : papan gipsium, serat ijuk, densitas, daya serap air, kuat tekan, kuat lentur

ABSTRACT

The research about mechanical and physical properties of gypsum board with arrange pinnata fiber and borax addition was performed. The method of fiber preparation is a regular layer in the middle of matrix, with percentage of fiber variation are 0.5%, 1.0%, 1.5%, 2.0% and 2.5% to total mass of gypsum, and the percentage of borax is 0.5 percent to total mass of batter. The research result showed that the optimum value for the water absorption is 24.32 percent for gypsum board with 2.5 percent fiber and the optimum density is 1.4 g/cm³ for gypsum board with 1.0 percent fiber. The optimum compressive strength value is 133.95 kg/cm² for gypsum board with 1.0 percent fiber. The optimum flexural strength value is 45.38 kg/cm² for gypsum board with 2.0 percent fiber. The water absorption and compressive strength value have fulfilled the quality standard of gypsum board, while the density and flexural strength value have not fulfilled the standards.

Keywords: gypsum board, arrange fiber, density, water absorption, compressive strength, flexural strength

I. PENDAHULUAN

Kebutuhan akan bahan papan pada saat sekarang ini mengalami peningkatan yang sangat drastis. Bahan papan merupakan bahan yang diperoleh dari kayu-kayu hasil hutan. Peningkatan kebutuhan papan mengakibatkan sumber daya hutan semakin hari semakin berkurang. Untuk mengurangi ketergantungan akan hasil hutan tersebut, maka diperlukan material lain untuk memenuhi kebutuhan perumahan yang mempunyai kualitas yang tidak kalah dengan produk kayu hutan tersebut.

Papan gipsium adalah produk jadi yang terbentuk melalui pengolahan lanjutan material gipsium (serbuk gipsium). Papan gipsium biasa digunakan sebagai salah satu elemen dari dinding partisi dan papan/plafon untuk menggantikan triplek. Papan gipsium memiliki keunggulan tahan api dan mudah diperbaiki. Saat ini penggunaan papan gipsium masih terbatas. Hal ini dikarenakan ketersediaan papan gipsium di pasaran masih sangat kurang dan kekuatannya tidak sebaik triplek, serta sifat gipsium yang getas, rapuh dan tidak tahan air.

Sifat gipsium yang kurang baik tersebut dapat diperbaiki dengan menambahkan serat dalam produksinya. Serat ijuk merupakan salah satu serat alam yang cukup melimpah di Indonesia dan dapat diperbaharui serta memiliki keunggulan dibandingkan dengan serat alami yang lain. Ijuk diproduksi oleh tanaman aren atau enau (*Arrange pinnata*) yang sangat mudah didapat dengan harga yang murah. Selain itu, serat ijuk juga tahan lama, tahan terhadap asam dan garam air laut, serta dapat mencegah penembusan rayap.

Tujuan dari penelitian ini, yaitu untuk mengetahui komposisi optimal gipsium dan serat ijuk sehingga menghasilkan papan gipsium yang lebih unggul, lebih kuat dan tahan air, serta untuk mengetahui pengaruh proporsi serat ijuk dan penambahan boraks dalam pembuatan papan gipsium komposit terhadap sifat papan yang dihasilkan. Dengan penambahan ijuk diharapkan dapat meningkatkan sifat fisik dan mekanik dari papan gipsium, sehingga akan dihasilkan kualitas papan yang lebih baik dibandingkan dengan papan konvensional. Penelitian ini juga diharapkan dapat memberi pengetahuan tentang manfaat papan gipsium komposit berserat ijuk, serta diharapkan dapat memaksimalkan pemanfaatan serat ijuk dan dapat mengurangi ketergantungan penggunaan bahan-bahan material yang berasal dari kayu hasil hutan yang kian langka untuk memenuhi kebutuhan papan yang kian meningkat.

II. METODE

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah ijuk (*arrange pinnata*) yang berdiameter 0,2-0,4 mm dan panjang 4 cm, sedangkan perekatnya adalah tepung gipsium *Casting TE 11*, serta tambahan boraks ($Na_2B_4O_7$) sebagai zat aditif untuk memperlambat pengerasan gipsium. Banyaknya serat divariasikan pada komposisi 0,5%, 1,0%, 1,5%, 2,0%, dan 2,5% dari massa tepung gipsium, sedangkan ukuran masing-masing sampel untuk uji kuat tekan, daya serap air dan densitas adalah (5x5x3) cm dan untuk uji kuat lentur yaitu (20x5x3) cm.

Proses pembuatan sampel dimulai dengan mencampurkan larutan boraks dan air dengan tepung gipsium (dengan perbandingan air dan tepung gipsium 2:1) hingga terbentuk adonan yang homogen, yang selanjutnya dimasukkan ke dalam cetakan hingga cetakan terisi adonan hingga ketinggian ½ bagian cetakan kemudian ditambahkan serat ijuk. Serat ijuk yang digunakan telah direndam selama 24 jam, dan kemudian dikeringkan di bawah sinar matahari. Selanjutnya, adonan ditambahkan kembali hingga ketinggian cetakan mencapai 3 cm. Bahan tercetak dikeluarkan dari cetakan dan diletakkan selama 5x24 jam pada wadah terbuka yang bersih dan aman agar sampel tetap dalam kondisi baik sampai dilakukannya pengujian.

2.1 Pengujian Daya Serap Air

Ditentukan nilai dari pengukuran daya serap air dengan menggunakan Persamaan (1) (SNI 01-4449-2006).

$$Daya\ serap\ air\ (\%) = \frac{m_b - m_k}{m_k} \times 100\% \tag{1}$$

dengan m_k adalah massa kering (g) dan m_b adalah massa basah (setelah direndam 24 jam di dalam aquades) (g).

2.2 Pengujian Densitas

Ditentukan nilai dari pengukuran densitas menggunakan Persamaan (2) (SNI 01-4449-2006).

$$\rho = \frac{m}{V} \tag{2}$$

dengan ρ adalah densitas (g/cm^3), m adalah massa sampel (g) dan V adalah volume sampel (cm^3)

2.3 Pengujian Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan dilakukan dengan menggunakan mesin *compressor* uji kuat tekan untuk mengetahui kuat tekan hancur dari sampel uji, yakni dengan memberikan pembebanan di atas sampel uji tersebut. Skala yang tertera pada mesin uji saat benda uji mengalami keretakan dicatat sebagai nilai beban maksimum. Nilai kuat tekan dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan (3) (Dieter, 1981).

$$f_c = \frac{P}{A} \tag{3}$$

dengan f_c adalah kuat tekan benda uji (N/m^2), P adalah beban maksimum (N) dan A adalah luas penampang benda uji (m^2)

2.4 Pengujian Kuat Lentur

Nilai kuat lentur (f_r) dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan 4 (Dieter, 1981).

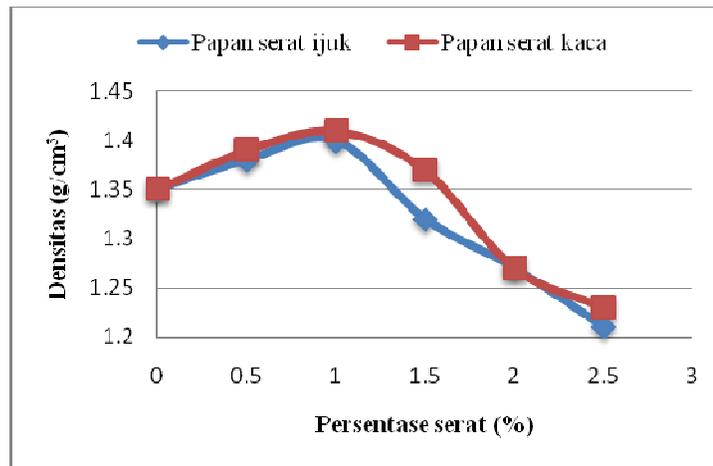
$$f_r = \frac{3PL}{2BH^2} \tag{4}$$

dengan P adalah beban patah maksimum (kg), L adalah jarak tumpuan (cm), B adalah lebar rata-rata benda uji (cm), H adalah tebal rata-rata benda uji (cm) dan f_r adalah kuat lentur benda uji (kg/cm^2)

III. HASIL

3.1 Densitas

Hasil pengujian pengaruh persentase serat terhadap densitas papan gipsum adalah seperti Gambar 1.



Gambar 1. Grafik pengaruh persentase serat terhadap densitas papan gipsum

Jika dibandingkan dengan papan gipsum berserat kaca, papan gipsum berserat ijuk memiliki densitas rata-rata yang lebih rendah. Hal ini dikarenakan ukuran diameter ijuk lebih besar dibandingkan dengan serat kaca, sehingga pada saat penyusunan serat lebih banyak terdapat rongga udara pada papan, sehingga porositasnya akan lebih besar yang mengakibatkan densitas papan gipsum serat ijuk lebih kecil. Dari Gambar 1 terlihat bahwa persentase serat 1,0% merupakan persentase optimum yang dapat diisikan pada matriks. Penambahan serat yang melebihi batas maksimum tersebut akan menyebabkan rongga udara semakin besar, sehingga densitasnya semakin kecil.

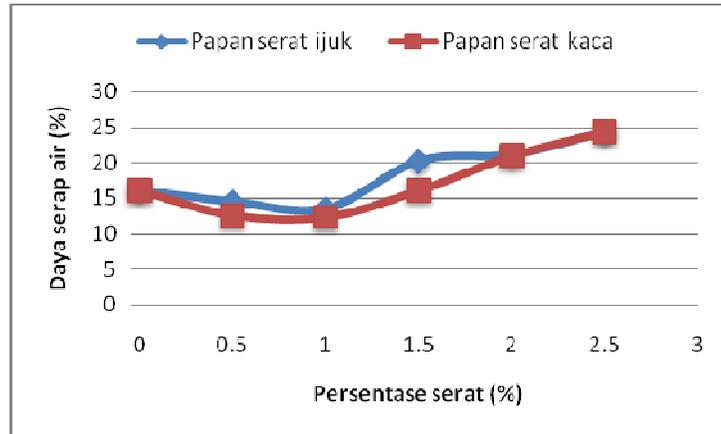
Pada penelitian ini juga dilakukan pengujian densitas papan gipsum tanpa serat dengan boraks dan papan gipsum tanpa serat tanpa boraks. Dari hasil pengujian, diperoleh nilai densitas papan gipsum tanpa serat dengan boraks yaitu $1,35 \text{ g/cm}^3$, sedangkan densitas papan gipsum tanpa serat tanpa boraks yaitu $1,32 \text{ g/cm}^3$.

Sifat gipsum yang mudah mengeras merupakan salah satu keuntungan dalam produksi papan mineral karena waktu pengeringan dapat dipersingkat. Tetapi terlalu cepatnya pengerasan ini menghasilkan campuran yang tidak kompak. Dengan menambahkan serat pada produksi papan gipsum, maka diperlukan waktu yang lebih lama agar serat dapat tersusun dengan teratur sebelum gipsum mengeras, sehingga menghasilkan campuran yang kompak serta ikatan antara matriks serat dan gipsum lebih sempurna. Waktu pengerasan gipsum dapat diperlambat dengan menambahkan bahan penghambat pada proses pembuatannya. Pemakaian boraks sebagai bahan penghambat sebanyak 1,0% dari kadar gipsum cukup memberikan waktu untuk menyiapkan

campuran (Febrianto, 1986). Namun pada penelitian ini hanya menggunakan 0,5% boraks, agar proses pengeringannya tidak terlalu lama, sehingga waktu pengeringan cukup dalam 5x24 jam.

3.2 Daya Serap Air

Hasil pengujian pengaruh persentase serat terhadap daya serap air dari papan gypsum adalah seperti Gambar 2.



Gambar 2. Grafik pengaruh persentase serat terhadap daya serap air dari papan gypsum

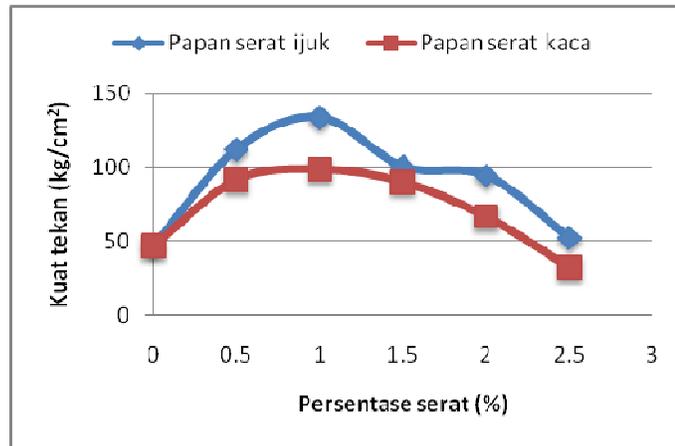
Jika dibandingkan dengan papan gypsum berserat kaca, papan gypsum berserat ijuk memiliki daya serap air rata-rata yang lebih tinggi. Hal ini dikarenakan ukuran diameter ijuk yang lebih besar, sehingga terdapat banyak rongga udara pada papan, sehingga mengakibatkan daya serap air papan gypsum serat ijuk lebih besar. Dari Gambar 2, terlihat bahwa persentase serat 1,0% merupakan persentase maksimum yang dapat diisikan ke matriks. Penambahan serat yang melebihi batas maksimum menyebabkan porositas semakin besar, sehingga menyebabkan daya serap air semakin besar.

Pada penelitian ini juga dilakukan pengujian daya serap air papan gypsum tanpa serat dengan boraks dan papan gypsum tanpa serat tanpa boraks. Dari hasil pengujian, diperoleh nilai daya serap air papan gypsum tanpa serat dengan boraks yaitu 16,12%, sedangkan daya serap air papan gypsum tanpa serat tanpa boraks yaitu 18,13%.

Maloney (1993) dalam Fitri (2002) menyatakan semakin tinggi densitas papan gypsum, maka ikatan antar partikel semakin kompak sehingga rongga udara dalam lembaran papan mengecil. Keadaan ini menyebabkan air atau uap air menjadi sulit untuk mengisi rongga tersebut. Ini berarti, semakin kecil densitas maka daya serap air akan semakin besar. Pernyataan tersebut memperkuat hasil pengujian, di mana semakin tinggi persentase serat, densitas papan semakin kecil, sedangkan daya serap air papan semakin besar.

3.3 Kuat Tekan

Hasil pengujian pengaruh persentase serat terhadap kuat tekan papan gypsum adalah seperti Gambar 3.



Gambar 3. Grafik pengaruh persentase serat terhadap kuat tekan papan gypsum

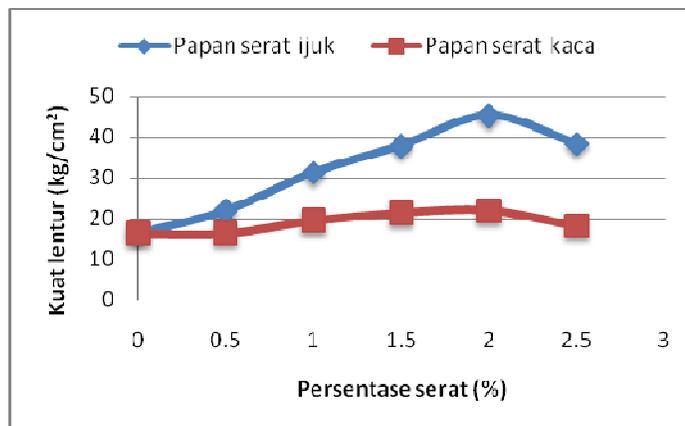
Jika dibandingkan dengan papan gipsum berserat kaca, papan gipsum berserat ijuk memiliki kuat tekan rata-rata yang lebih tinggi. Meskipun serat kaca memiliki kerapatan yang lebih tinggi, namun jenis material antara serat kaca dan serat ijuk yang berbeda. Struktur ikatan serat ijuk lebih kuat dibandingkan dengan serat kaca, sehingga kemampuan serat ijuk untuk menerima gaya yang terdistribusi pada matriks juga lebih besar. Sehingga dapat dikatakan kuat tekan tidak hanya ditentukan oleh kerapatan, tetapi juga ditentukan oleh kekuatan ikatan serat penguat yang digunakan.

Dari Gambar 3 terlihat bahwa jumlah serat dengan persentase 1% merupakan jumlah maksimum yang dapat diisikan sebagai penguat pada matriks. Jumlah serat yang melebihi batas maksimum akan membuat papan semakin rapuh, karena semakin memperlemah ikatan antar matriks. Dengan metode penyusunan serat yang digunakan adalah satu lapis secara teratur, maka persentase serat yang diisikan harus diperhitungkan.

Haygreen dan Bowyer (1982) menyatakan bahwa densitas berhubungan langsung dengan proporsi rongga kosong dan berpengaruh terhadap sifat fisis dan mekanis. Hal ini sesuai dengan hasil yang diperoleh yakni nilai kuat tekan meningkat seiring dengan meningkatnya densitas papan yang dihasilkan. Kuat tekan papan gipsum tanpa serat dengan boraks diperoleh $47,12 \text{ kg/cm}^2$, sedangkan kuat tekan papan gipsum tanpa serat tanpa boraks yaitu $20,47 \text{ kg/cm}^2$.

3.4 Kuat Lentur

Hasil pengujian pengaruh persentase serat terhadap kuat lentur papan gipsum ditunjukkan pada Gambar 4.



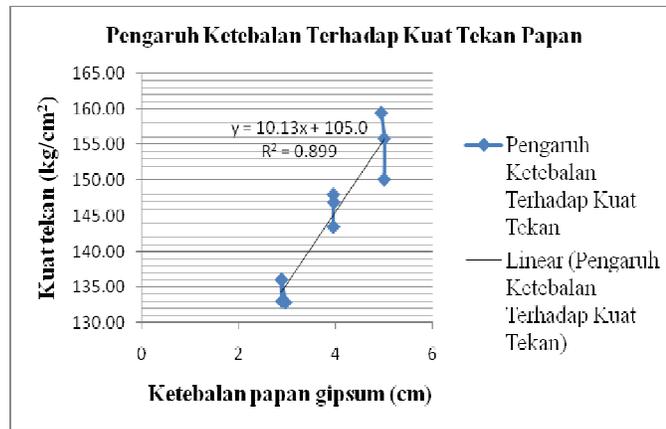
Gambar 4. Grafik pengaruh persentase serat terhadap kuat lentur papan gypsum

Nilai kuat lentur mengalami peningkatan seiring dengan semakin bertambahnya persentase serat yang digunakan, hanya pada papan gipsum dengan persentase serat 2,5% mengalami penurunan. Apabila dibandingkan dengan papan gipsum serat kaca, kuat lentur papan gipsum serat ijuk jauh lebih unggul. Ini berarti, serat ijuk lebih mampu menahan deformasi yang terjadi ketika diberikan pembebanan kepada matriks.

Jika dibandingkan dengan papan gipsum tanpa serat, nilai kuat lentur papan gipsum serat ijuk ini juga lebih unggul. Hal ini dikarenakan penambahan jumlah serat menyebabkan ikatan antar matriks gipsum yang dihasilkan semakin kuat. Sedangkan nilai kuat lentur papan gipsum tanpa serat dengan boraks diperoleh 16,39 kg/cm² dan kuat lentur papan gipsum tanpa serat tanpa boraks yaitu 10,53 kg/cm².

3.5 Pengaruh Ketebalan Terhadap Kuat Tekan Papan

Pada pengujian ini dilakukan variasi ketebalan yaitu 3 cm, 4 cm, dan 5 cm, sedangkan massa serat yang digunakan yaitu 1,15 g. Hasil pengujian ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Grafik pengaruh ketebalan terhadap kuat tekan papan gipsum serat ijuk

Hasil pengujian menunjukkan ketebalan mempengaruhi nilai kuat tekan. Pada aplikasi papan partisi dan plafon, standar papan partisi memiliki ketebalan 0,9 cm – 1,5 cm. Secara rumusan matematis, nilai kuat tekan tidak dipengaruhi oleh ketebalan papan, tetapi dipengaruhi oleh luas bidang yang ditekan oleh beban. Namun, aplikasi di lapangan, ketebalan papan berpengaruh terhadap nilai kuat tekan. Semakin tebal ukuran sebuah papan, kuat tekan yang dihasilkan semakin besar. Hal ini disebabkan karena semakin tebal sebuah material, material tersebut akan mampu menerima beban maksimum yang lebih.

Hasil analisis grafik yang linear menunjukkan bahwa semakin tebal ukuran papan, nilai kuat tekan akan semakin besar, karena papan yang tebal mampu menahan beban yang lebih besar. Gipsum merupakan matriks, yaitu sebagai perekat pada material papan gipsum. Semakin besar jumlah matriks, maka daya rekat semakin baik, sehingga papan yang dihasilkan semakin kuat.

Untuk aplikasi ukuran tebal papan yang sebenarnya, maka dibuat persamaan untuk mengetahui nilai kuat tekan dengan ukuran ketebalan yang diinginkan. Pada kasus ini dibuat persamaan kuadrat, baik perhitungan secara manual maupun dalam program Excel diperoleh Persamaan (5).

$$fc = 10,13x + 100,5 \tag{5}$$

Dari Persamaan 5 di atas, jika disubstitusi ukuran ketebalan 1,5 cm (standar ukuran ketebalan papan partisi), maka diperoleh nilai kuat tekan sebesar 120,195 kg/cm² yang masih memenuhi standar papan partikel.

IV. KESIMPULAN

Komposisi serat ijuk berpengaruh terhadap sifat fisis dan mekanis papan gipsum. Serat ijuk dengan komposisi 1% menghasilkan densitas dan kuat tekan papan maksimum, yakni $1,40 \text{ g/cm}^3$ dan $133,95 \text{ kg/cm}^2$, serta daya serap air minimum sebesar 13,59%, sedangkan kuat lentur papan maksimum dihasilkan pada persentase serat 2,0% yakni $45,38 \text{ kg/cm}^2$.

Pengisian serat ijuk sebagai penguat papan gipsum lebih baik dibandingkan dengan pengisian serat kaca. Kekuatan mekanik (kuat tekan dan kuat lentur) yang dihasilkan oleh papan gipsum berserat ijuk jauh lebih tinggi dibandingkan dengan papan gipsum berserat kaca dan papan gipsum tanpa serat. Sifat fisis papan gipsum berserat ijuk juga lebih unggul dibandingkan dengan papan gipsum berserat kaca dan papan gipsum tanpa serat.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih penulis ucapkan kepada Bapak Tommi Putra dari Baristand Industry Padang yang telah membantu penelitian dalam melakukan pengujian sifat mekanik di Baristand Industry Padang, serta kepada Bapak Dr. Dahyunir Dahlan sebagai Kepala Laboratorium Material Jurusan Fisika Universitas Andalas yang telah memfasilitasi penulis selama penelitian di Laboratorium Material Jurusan Fisika Universitas Andalas.

DAFTAR PUSTAKA

- Dieter, G.E., 1981, *Mechanical Metallurgy*, McGraw-Hill Kogakusha, Ltd.
- Febrianto, F., 1986, *Pengaruh Nisbah Campuran Partikel Dengan Gypsum dan Kadar Bahan Penghambat Terhadap Sifat Fisis Mekanis Papan Gypsum dari Kayu Karet (Hevea brasiliensis Muell. Arg.)*, Skripsi, Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Haygreen, JG. dan Bowyer, JL., 1982, *Forest Product and Wood Science: An Introduction*.
- Fitri, Hendra Setia C., 2002, *Pengembangan Teknologi Papan Komposit Dari Limbah Batang Pisang (Musa sp): Sifat Fisis dan Mekanis Papan Pada Berbagai Variasi Perekat dan Parafin*, Skripsi, Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- SNI 01-4449-2006, 2006, *Badan Standarisasi Nasional*, Daftar Standar Asing yang Digunakan sebagai Acuan Normatif pada Proses Perumusan SNI, <http://websisni.bsn.go.id>, diakses 10 Februari 2012.