

**PEMANFAATAN LIMBAH PENGGERGAJIAN KAYU SENGON
(*Paraserianthes falcataria*) MENJADI PAPAN SERAT
(Utilization of Sengon Wood Saw Waste (*Paraserianthes falcataria*) Becomes Fiberboard)**

Efrina Fathya Sufi¹, Tun Susdiyanti², Kustin Bintani Meiganati³

¹Fakultas Kehutanan Universitas Nusa Bangsa
Jl. KH. Sholeh Iskandar KM.4 Cimanggu, Tanah Sareal, Kota Bogor
e-mail : kb1nt41n1.m31@gmail.com

²Fakultas Kehutanan Universitas Nusa Bangsa
Jl. KH. Sholeh Iskandar KM.4 Cimanggu, Tanah Sareal, Kota Bogor
e-mail : susdiyanti@gmail.com

³Fakultas Kehutanan Universitas Nusa Bangsa
Jl. KH. Sholeh Iskandar KM.4 Cimanggu, Tanah Sareal, Kota Bogor
e-mail : kb1nt41n1.m31@gmail.com

ABSTRACT

Fiberboard can be made from a variety of berligno-cellulose fiber materials. One of the berligno-sesulose fiber materials is Sengon wood which is a waste of sawmills. Efforts to use sengon wood waste can be used for high density fiberboard. In this study we want to see the quality of sengon wood fiber board with TRF adhesive (Tanin Resolsinol Formaldehyde). The sengon wood fiber board was tested according to the JIS A-5905-2003 standard. The parameters tested were the physical-mechanical quality of the fiberboard, namely density, moisture content, water absorption, thickness development, elastic modulus, fracture modulus and internal adhesive strength. TRF is applied in three levels, namely: 0%, 6% and 8%. The results showed that the physical-mechanical quality that met the JIS A-5905-2003 standard was density (0.935 - 1.204 g / cm³), moisture content (9.840 - 12.2%), modulus of elasticity (313.55 - 355.53 kg / cm²), broken modulus (36,672 - 39,341 kg / cm²) and internal adhesion strength (4,244 - 4,371 kg / cm³). While the nature of water absorption (65,875 - 79,856%) and the development of thickness (27,665 - 39,295%) did not meet the JIS A-5905-2003 standard, at all TRF levels.

Keywords: Utilization of waste, fiberboard, fisik-mechanical, sengon wood, TRF.

ABSTRAK

Papan serat bisa dibuat dari berbagai bahan serat berligno-selulosa. Salah satu bahan serat berligno-sesulose adalah kayu Sengon yang merupakan limbah industri penggergajian. Upaya pemanfaatan limbah kayu sengon dapat digunakan untuk papan serat berkerapatan tinggi. Dalam penelitian ini ingin melihat kualitas papan serat kayu sengon dengan perekat TRF (*Tanin Resolsinol Formaldehida*). Papan serat kayu sengon diujikan sesuai dengan standar JIS A-5905-2003. Parameter yang diujikan adalah kualitas fisik-mekanis papan serat, yaitu kerapatan, kadar air, daya serap air, pengembangan tebal, modulus elastisitas, modulus patah dan kekuatan rekat internal. TRF diterapkan dalam tiga taraf yaitu: 0%, 6% dan 8%. Hasil penelitian diketahui bahwa kualitas fisik-mekanik yang memenuhi standar JIS A-5905-2003 adalah kerapatan (0,935 – 1,204 g/cm³), kadar air (9,840 – 12,2%), modulus elastisitas (313,55 – 355,53 kg/cm²), modulus patah (36.672 – 39.341 kg/cm²) dan kekuatan rekat internal (4,244 – 4,371 kg/cm³). Sedangkan sifat daya serap air (65,875 – 79,856 %) dan pengembangan tebal (27,665 – 39,295 %) tidak memenuhi standar JIS A-5905-2003, pada semua taraf TRF.

Kata kunci: pemanfaatan limbah, papan serat, fisik-mekanik, kayu sengon, TRF.

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Sengon merupakan salah satu kayu yang banyak diolah dalam industri perkayuan karena selain serbaguna kayu ini juga memiliki harga yang relatif murah. Hasil pengolahan kayu sengon menimbulkan limbah yang cukup banyak, limbah ini akan terbuang sia-sia apabila tidak dimanfaatkan, namun dengan seiring berjalannya waktu pemanfaatan limbah penggergajian kayu sengon ini bisa lebih dioptimalkan lagi penggunaannya salah satunya sebagai produk turunan seperti papan serat berkerapatan tinggi (*Hardboard*).

Hardboard cukup efisien dalam menggunakan bahan baku (Djalal, 1984). Papan serat dapat dibuat dengan menggunakan bahan baku berupa limbah kayu dengan kualitas rendah, dan bahan berlignoselulosa lainnya. Pemanfaatan limbah penggergajian kayu sengon menjadi papan serat berkerapatan tinggi (*hardboard*) dapat memberikan nilai tambah limbah kayu sengon serta dapat mengurangi volume penggunaan kayu dan menangani pencemaran lingkungan (Putri, 2002). Selain limbah kayu sengon, juga memanfaatkan kulit kayu akasia untuk diolah menjadi perekat alami karena kandungan taninnya (*TRF*) (Prayitno, 1996).

B. Rumusan Masalah

1. Bagaimana sifat fisik dan mekanis papan serat dari limbah penggergajian kayu sengon (*Paraserianthes falcataria*) ?
2. Bagaimana kualitas papan serat dari limbah penggergajian kayu sengon (*Paraserianthes falcataria*) dengan perekat TRF (*Tanin Resorsinol Formaldehida*) terhadap Standar JIS A-5905-2003?

C. Tujuan Penelitian

1. Mengetahui sifat fisik dan mekanis papan serat dari limbah penggergajian kayu sengon (*Paraserianthes falcataria*).
2. Mengetahui kualitas papan serat dari limbah penggergajian kayu sengon

(*Paraserianthes falcataria*) dengan perekat *Tanin Resorsinol Formaldehida* (*TRF*) terhadap Standar JIS A-5905-2003.

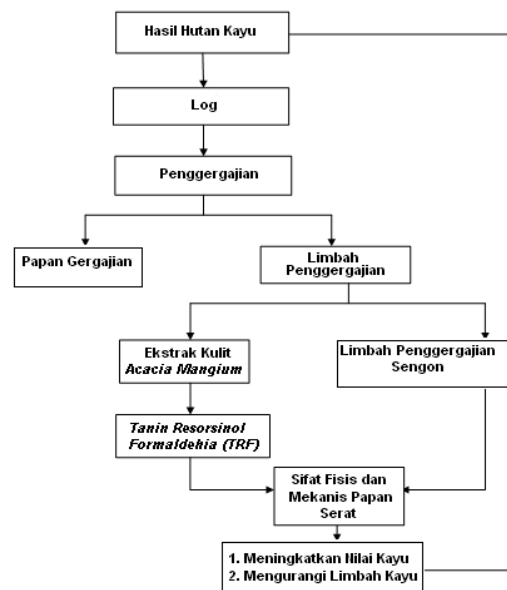
D. Manfaat Penelitian

1. Dapat menjadi referensi bagi pihak pengelola industri penggergajian dalam pemanfaatan limbah kayu sengon (*Paraserianthes falcataria*).
2. Dapat memperkaya pengetahuan mengenai pembuatan papan serat dari limbah penggergajian kayu sengon (*Paraserianthes falcataria*).

E. Hipotesis Penelitian

Sifat fisik, mekanik dan kualitas papan serat dari limbah penggergajian kayu sengon dengan perekat *Tanin Resorsinol Formaldehida* (*TRF*) memenuhi Standar JIS A-5905-2003.

F. Kerangka Pemikiran



Gambar 1 Kerangka Pemikiran

II. METODOLOGI PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat

Pengambilan data dilaksanakan pada Maret - Juli 2017 di Laboratorium Terpadu Pusat Penelitian Dan Pengembangan Hasil Hutan Jl. Gunung Batu No. 5 Bogor.

B. Alat dan Bahan

Alat dan bahan merupakan salah satu metode praktek yang dibutuhkan dalam

pengambilan data. Adapun alat dan bahan yang digunakan selama kegiatan terdapat pada Tabel 2.

Tabel 2. Alat-Alat Penelitian

No.	Alat	Fungsi
1	Kamera digital	Dokumentasi
2	<i>Defibrillator</i>	Memisah serat <i>pulp</i>
3	Alat tulis	Mencatat hasil
4	Golok	Memotong limbah kayu menjadi <i>chips</i>
5	Ketel pemasak	Memasak <i>chips</i> kayu
6	<i>Beater Hollander</i>	Menggiling <i>chips</i> kayu hasil pemasakan menjadi <i>pulp</i>
7	<i>Centrifuge</i>	Alat pemisah serat
8	Oven	Mengeringkan bahan
9	Timbangan	Mengukur massa serat
10	Neraca digital	Mengukur massa perekat, kadar air, dan pengembangan tebal
11	Ember plastik	Wadah serat
12	<i>Decle box</i>	Mencetak <i>pulp</i>
13	Kempa panas (<i>hot press</i>)	Member tekanan pada papan partikel agar sesuai dengan pengatur ketebalan yang digunakan
14	<i>Digital caliper</i>	Mengukur panjang, lebar, dan ketebalan papan serat

Tabel 3. Bahan-Bahan Penelitian

No	Bahan	Fungsi
1	Limbah penggergajian kayu sengon	Bahan pembuat papan serat
2	NaOH	Melunakkan serpih kayu
3	Air	Sebagai pengencer perekat
4	<i>Tanin Resorsinal Formaldehida (TRF)</i>	Bahan perekat
5	Lem epoxy	Perekat <i>internal bonding</i>

B. Prosedur Penelitian

Tahapan penelitian, secara garis besar terbagi dua bagian, yaitu tahap pertama adalah tahap pembuatan papan serat dan tahap kedua adalah tahap pengujian papan serat. Prosedur penelitian yang dimaksud dapat dilihat pada bagan berikut ini (Indrawan dkk, 2011).

1. Tahap Pembuatan Papan Serat

Pembuatan papan serat secara keseluruhan meliputi 9 tahap kerja mulai dari limbah penggergajian sampai jadi papan serat (Massijaya, 1999), sebagaimana digambarkan dalam diagram gambar pada gambar 3 berikut:



Gambar 3. Diagram alir proses pembuatan papan serat

2. Tahap Pengujian Papan Serat

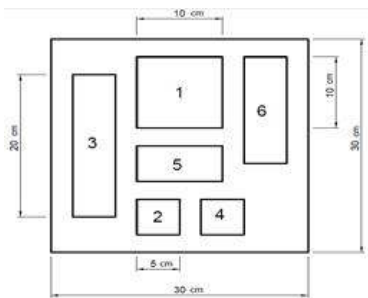
Pengujian terhadap sifat fisik dan mekanik papan serat secara garis besar dibagi dalam dua tahapan, yaitu tahapan pemotongan contoh uji dan tahap pengujian sifat fisik mekanik papan serat.

Tahapan yang dimaksud dijabarkan sebagai berikut:

a. Pemotongan Contoh Uji

Papan serat yang digunakan sebagai contoh uji dilakukan sebanyak dua kali pengulangan. Papan uji yang telah dilakukan

pengkondisian, kemudian dipotong sesuai pola yang mengacu pada standar JIS 5905 :



Gambar 4. Pemotongan contoh uji

Keterangan:

- 1 = contoh uji kerapatan dan kadar air (10 cm x 10 cm).
- 2 = contoh uji daya serap air dan pengembangan tebal (5 cm x 5 cm).
- 3 = contoh uji MOE dan MOR (5 cm x 20 cm).
- 4 = contoh uji kekuatan rekat internal (5 cm x 5 cm).
- 5 = contoh uji kuat pegang sekrup (5 cm x 10 cm).
- 6 = contoh uji cadangan.

2003 (Anonim, 2003) seperti pada gambar 4 berikut:

b. Pengujian Papan serat

1) Pengujian Sifat Fisis

Menurut Bowyer (2003) beberapa sifat fisis papan kayu buatan diantaranya adalah kerapatan, kadar air, pengembangan tebal dan daya serap air.

a) Penentuan Kerapatan

Contoh uji berukuran 10 cm x 10 cm x 1 cm yang sudah dalam keadaan kering ditimbang. Kemudian pengukuran dimensi dilakukan meliputi panjang, lebar, dan tebal untuk mengetahui volume contoh uji. Kerapatan papan dihitung menggunakan rumus.

$$\text{Kerapatan} = \frac{\text{berat (g)}}{\text{volume cm}^3}$$

b) Penentuan Kadar Air

Contoh uji berukuran 10 cm x 10 cm x 1 cm kadar air papan serat dihitung dari berat awal dan berat akhir setelah mengalami pengeringan oven sampai didapat berat konstan pada suhu 105°C selama 24 jam. Kadar air dihitung menggunakan rumus :

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

Keterangan

KA = Kadar Air (%)

BA = Berat awal (g)

BKO= Berat kering Oven (g)

c) Penentuan Daya Serap Air

Contoh uji 5 cm x 5 cm x 1 cm pada kondisi kering udara ditimbang beratnya (B₀). Kemudian direndam dalam air dingin selama 24 jam dengan suhu ruangan 20°C. Selanjutnya contoh uji diangkat dan ditiriskan sampai tidak ada lagi air yang menetes, kemudian timbang kembali beratnya (B₁). Nilai daya serap air dihitung menggunakan rumus:

$$\text{Daya Serap Air} = \frac{B_1 - B_0}{B_0} \times 100\%$$

Keterangan:

B₀=Berat awal (g)

B₁=Berat setelah perendaman (g)

d) Penentuan Pengembangan Tebal

Pengembangan tebal didasarkan atas tebal sebelum dan sesudah perendaman dalam air selama 24 jam. Nilai pengembangan tebal di hitung menggunakan rumus:

$$\text{Pengembangan Tebal} = \frac{D_1 - D_0}{D_0} \times 100\%$$

Keterangan:

D₀= Dimensi awal (cm)

D₁=Dimensi setelah perendaman (cm)

2) Pengujian Sifat Mekanis

Sifat mekanis diantaranya adalah kuat tekan lentur (MOE) kuat tekan sampai patah (MOR) dan keteguhan rekat internal (Bowyer, 2003)

a) Modulus Elastisitas (*Modulus of Elasticity*)

Pengujian dilakukan menggunakan alat uji mekanis (*Universal Testing Machine*).

$$MOE = \frac{\Delta PL^3}{\Delta ybh^3}$$

Keterangan :

ΔP = Selisih beban (kgf)

L = Jarak sangga (cm)

Δy = perubahan defleksi setiap perubahan beban (cm)

b = Lebar contoh Uji (cm)

h = Tebal contoh uji (cm)



Gambar 4. Skema pengujian MOE dan MOR menggunakan alat uji mekanis (*Universal Testing Machine*).

b) Penentuan Modulus Patah (MOR)

Pengujian modulus patah menggunakan contoh uji yang sama dengan contoh uji pengujian modulus elastisitas.

$$MOR = \frac{PL}{bh^2}$$

Keterangan :

P = Berat maksimum (kgf)

L = Jarak sangga (cm)

b = Lebar (cm)

h = Tebal (cm)

c) Keteguhan Rekat Internal (*Internal Bonding*).

Sampel direkatkan diantara dua buah blok kayu yang berukuran 5 cm x 5 cm dengan perekat *epoxy* dan biarkan mengering selama 24 jam agar proses perekatannya sempurna. Kemudian contoh uji diletakkan pada mesin uji. Kemudian blok kayu ditarik tegak lurus permukaan contoh uji sampai diketahui nilai beban maksimum. Nilai kekuatan rekat internal dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\text{Keteguhan Rekat Internal} = \frac{P}{A}$$

Keterangan:

P = Beban maksimum (Kgf)

A = Luas permukaan contoh uji (cm²)



Gambar 5 Sampel Uji Kekuatan Rekat Internal (*Internal Bonding*)

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. SIFAT FISIS PAPAN SERAT

1. Kerapatan

Secara keseluruhan nilai kerapatan papan serat yang dihasilkan telah memenuhi standar JIS A 5905-2003 yang mensyaratkan bahwa kerapatan papan serat berkisar 0.8 gr/cm³ sampai 1,2 gr/cm³.



Gambar 6. Papan serat limbah penggergajian kayu sengon

Nilai rata-rata hasil pengujian kerapatan papan serat dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Kerapatan papan serat.

Perlakuan	Ulangan	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tebal (cm)	Berat (gr)	Volume (cm ³)	Kerapatan (gr/cm)	Rerata
0%	1	9,86	9,79	0,3685	36	35,571	0,989	0,9715
	2	10,02	10,02	0,3735	40,3	38,472	0,954	
6%	1	9,86	9,91	0,5207	38,3	50,878	1,348	1,338
	2	9,95	9,94	0,5207	38,2	51,498	1,348	
8%	1	9,96	9,91	0,5207	41,3	51,394	1,244	1,207
	2	9,95	9,94	0,5207	44	51,498	1,17	

2. Kadar Air

Secara keseluruhan nilai kadar air papan serat yang dihasilkan telah memenuhi standar JIS A 5905-2003 yang mensyaratkan bahwa kadar air papan serat berkisar 5% sampai 13%. Nilai rata-rata hasil pengujian kadar air papan serat dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Kadar Air

Perlakuan	Ulangan	Sebelum (gr)	Sesudah (gr)	KA (%)	Rat rat
0%	1	40	34,3	14,25	13,8
	2	40	34,6	13,5	
6%	1	41,3	36,2	12,34	12,4
	2	41,2	34,4	12,5	
8%	1	42,1	38,6	8,313	9,8
	2	43,1	38,2	11,368	

3. Pengembangan Tebal

Tabel 5 menunjukkan bahwa secara keseluruhan nilai rata-rata pengembangan tebal papan serat yang dihasilkan tidak memenuhi ketentuan pengembangan tebal setelah perendaman 24 jam berdasarkan standar JIS A 5905-2003 yang mensyaratkan nilai pengembangan tebal papan serat yaitu maksimal 12%.

Hal ini diduga karena kurangnya tekanan pada saat kempa dingin atau kadar perekat yang rendah. Setiawan (2008) menyatakan bahwa pengembangan tebal diduga ada hubungan dengan absorpsi air, karena semakin banyak air yang diabsorpsi dan memasuki struktur serat maka semakin banyak pula perubahan dimensi yang dihasilkan, hal tersebut dibuktikan dengan besarnya nilai daya serap air yang tinggi.

Tabel 5. Pengembangan tebal papan serat

Perlakuan	Ulangan	Sebelum (gr)	Sesudah (gr)	PT (%)	Rata rata
0%	1	0,369	0,52453	42,0731	394,308
	2	0,369	0,50475	36,7886	
6%	1	0,569	0,724	27,2407	276,662
	2	0,566	0,725	28,0918	
8%	1	0,499	0,645	29,1466	294,626
	2	0,497	0,645	29,7786	

4. Daya Serap Air

Daya serap air merupakan kemampuan dari papan serat dalam menyerap air selama 24 jam. Nilai daya serap air sampel uji papan serat setelah perendaman 24 jam berkisar antara 65,875% sampai 75,856%. Berdasarkan standar JIS A 5905-2003 yang mensyaratkan nilai Daya serap air papan serat yaitu maksimal 25%.

Hal ini diduga karena kerapatan yang rendah, sehingga papan serat sangat mudah menyerap air. Pada pembuatan papan serat digunakan perekat *Tanin Resorsinol Formaldehida* yang bertujuan untuk mengurangi nilai daya serap air dan pengembangan tebal papan serat (Ruhendi dkk, 2007).

Tabel 6. Daya serap air papan serat

Perlakuan	Ulangan	Sebelum (gr)	Sesudah (gr)	DSA (%)	Rata rata
0%	1	40	66,1	65,25	65,875
	2	40	66,6	66,5	
6%	1	45,6	79,6	74,5614	75,397
	2	44,6	75,6	76,2331	
8%	1	43,6	75,6	77,9816	79,856
	2	41,6	75,6	81,7308	

B. SIFAT MEKANIS PAPAN SERAT

1. Modulus Elastisitas (*Modulus of Elasticity*)

Tabel 7 menunjukkan bahwa semua papan serat yang dihasilkan semua memenuhi standar JIS A 5905-2003 yang mensyaratkan nilai MOE papan serat yaitu minimum 25500 kg/cm².

Tabel 7 *Modulus of Elasticity (MOE)*

Perlakuan	Ulangan	MOE	MOE (Rataan)
0%	1	32834	35192
	2	37550	
6%	1	28485	31355
	2	34226	
8%	1	36245	35553
	2	34862	

2. Modulus Patah (*Modulus of Rapture*)

Tabel 8 menunjukkan bahwa semua papan serat yang dihasilkan memenuhi standar JIS A 5905-2003 yang mensyaratkan nilai modulus patah papan serat yaitu minimum 357 kg/cm².

Tabel 8 *Modulus of Rapture (MOR)*

Perlakuan	MOR (kg/cm ³)	MOE (Rataan)
0%	387,79	366,72
	345,65	
6%	364,65	381,215
	397,78	
8%	388,98	393,415
	397,85	

3. Kekuatan Rekat Internal (*Internal Bonding*)

Nilai rata-rata hasil pengujian kekuatan rekat internal papan partikel dapat dilihat pada Tabel 9 JIS A 5905-2003 yang mensyaratkan nilai kekuatan rekat internal bonding papan serat yaitu minimum 4,08 kg/cm².

Tabel 9 Kekuatan rekat *internal bonding* (IB)

Perlakuan	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Luas Permukaan sampel	Beban (kg)	IB (kg/cm ²)	Rataan
0%	5	4,7	23,5	98,8	4,204	4,244
	5	4,5	22,5	96,4	4,284	
6%	5	4,5	22,5	100,2	4,453	4,251
	5	4,8	24	97,2	4,05	
8%	5	4,5	22,5	100,6	4,471	4,371
	5	4,7	23,5	100,4	4,272	

Tabel 10 Rekapitulasi Papan Serat

Sifat Papan	JIS A 5905-2003	Perlakuan	Nilai Standar
Kerapatan (gr/cm)	0,8-1,2	0%	0,935
		6%	1,168
		8%	1,204
Kadar Air (%)	5-13	0%	9,840
		6%	11,62
		8%	12,2
Pengembangan Tebal (%)	Maksimal 12	0%	27,665
		6%	29,518
		8%	39,295
Daya Serap Air (%)	Maksimal 25	0%	65,875
		6%	75,397
		8%	79,856
Modulus Elastis (kg/cm ²)	Minimal 357	0%	313,55
		6%	351,92
		8%	355,53
Modulus Patah (kg/cm ²)	Minimal 25500	0%	36672
		6%	38121
		8%	39341
Kekuatan Rekat (kg/cm ²)	Minimal 4,08	0%	4,244
		6%	4,251
		8%	4,371

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. KESIMPULAN

1. Sifat fisik papan serat kayu sengon yang dihasilkan yaitu : kerapatan berkisar antara 0,935- 1,204 g/cm³, Kadar air berkisar antara 9,840 % sampai 12.2 %, pengembangan tebal berkisar antara 27,665 % sampai 39,295%, dan daya serap air berkisar antara 65.875% sampai 79,856%. Sifat mekanik papan serat kayu sengon yang dihasilkan yaitu : *Modulus of Elasticity (MOE)* berkisar antara 313,55 kg/cm² sampai 355,53 kg/cm², *Modulus of Rapture (MOR)* berkisar antara 36672 kg/cm² sampai 39341 kg/cm², dan Kekuatan rekat *internal bonding (IB)* berkisar antara 4,244 kg/cm² sampai 4,371 kg/cm².
2. Berdasarkan hasil pengujian sifat fisis dan mekanis, papan serat dari limbah penggergajian kayu sengon yang memenuhi

standar JIS A 5905-2003 yaitu pada kerapatan, kadar air, *Modulus of Elasticity*, *Modulus of Rapture*, dan *internal bonding*.

B. SARAN

1. Perlu dibuat alat pencacah mekanis dan alat pencampur limbah kayu sengon agar proses pencacahan dan pencampuran dengan perekat menjadi lebih efektif dan efisien.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan perekat alami dari ekstrak kulit kayu yang lain, serta dari limbah penggergajian kayu sengon.

DAFTAR PUSTAKA

Anonim. 2003. *Japanese Industrial Standard: JIS A 5908. Japanese Standards Assosiation Particleboard. Japan.*

- Bowyer JL, Shmulsky, Haygreen JG. 2003. *Forest Products and Wood Science - An Introduction, Fourth edition. Iowa State University Press.*
- Djalal M. 1984. Peranan Kerapatan Kayu Program Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor.
- Indrawan, D.A., Tampubolon, R., & Gustan, P. 2011 kualitas *hardboard* dua jenis bambu dengan tambahan *Tanin Resorsinol Formaldehida*.
- Massijaya, Y.M., Hadi, Y.S., Tambunan, B. & I. Sunarni. 1999. Studi pembuatan papan serat dari limbah kayu dan plastic polistirena. *Jurnal Teknologi Hasil Hutan* Vol 12 (2).
- Prayitno, T.A., 1996. *Perekatan Kayu*. Bagian Penerbitan Yayasan Pembina Fakultas Kehutanan UGM. Yogyakarta.
- Putri, M.D. 2002. Peningkatan Mutu Papan Serat Dari Limbah Serbuk Penggergajian Kayu Sengon (*Paraserianthes falcataria*).
- Ruhendi, S., Desy, NK., Firda, AS., Hikma, Y., Nurhaida., Sahriyanti, S., dan Tito, S. 2007. Analisis Perekatan Kayu. Fakultas Kehutanan. Institut Pertanian Bogor.
- Setiawan, B. 2008. Kualitas Papan Serat Sekam Padi . Departemen Hasil hutan. Fakultas Kehutanan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.