

## **PENGARUH TEPUNG GAPLEK DAN DEKSTRIN SEBAGAI EKSTENDER PEREKAT UREA FORMALDEHIDA TERHADAP KETEGUHAN REKAT KAYU LAPIS KAPUR**

### ***The Effect of Cassava Flour and Dextrin as Extender of Urea Formaldehyde Glue on the Bonding Strength of Kapur Plywood***

Oleh/By:

**Adi Santoso<sup>1)</sup> & Paribotro Sutigno<sup>2)</sup>**

#### **ABSTRACT**

*Urea formaldehyde resin is an adhesive for interior plywood manufacturing. Some materials can be added to the resin to reduce the glue utilization. This paper describes a study on the effect of extender addition to urea formaldehyde resin on the bonding strength of kapur (*Dryobalanops sp.*) plywood. This research used cassava flour and its dextrin as an extender with 3 percentage levels of extender i.e.: 10 %, 30%, and 50% based on weight of liquid resin. Each extender type has refinement of 100 and 200 mesh.*

*The results showed that the effect of extender type on plywood bonding strength was not significant, while the percentage of extender has highly significant effect on the plywood bonding strength. The higher the extender percentage the lower the plywood bonding strength. Cassava flour 30 % and its dextrin for extender meet the Japanese standard.*

*Keywords: Extender, urea formaldehyde, plywood, dextrin, cassava flour*

#### **ABSTRAK**

Resin urea formaldehida merupakan suatu perekat yang digunakan dalam pembuatan kayu lapis interior. Beberapa bahan dapat ditambahkan pada resin tersebut untuk mengurangi penggunaan perekat. Pada tulisan ini dikemukakan hasil penelitian tentang pengaruh penambahan ekstender pada resin urea formaldehida terhadap keteguhan rekat kayu lapis kapur (*Dryobalanops sp.*). Ekstender yang digunakan adalah tepung gaplek dan dekstrin dengan 3 macam kadar, yaitu 10 %, 30%, dan 50% masing-masing dari bobot perekat cair. Setiap macam ekstender mempunyai kehalusan 100 dan 200 mesh.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa macam ekstender tidak berpengaruh nyata terhadap keteguhan rekat kayu lapis, sedangkan kadar ekstender berpengaruh sangat nyata. Semakin tinggi kadar ekstender, keteguhan rekat kayu lapis cenderung berkurang. Kadar ekstender maksimum yang

---

<sup>1)</sup> Puslitbang Teknologi Hasil Hutan, e-mail: Adisant04@yahoo.com

<sup>2)</sup> Asosiasi Panel Kayu Indonesia (APKINDO)

memenuhi persyaratan Standar Jepang adalah 30% masing-masing untuk tepung gaplek maupun dekstrinnya.

Kata kunci: Ekstender, urea formaldehida, kayu lapis, dekstrin, tepung gaplek

## I. PENDAHULUAN

Urea formaldehida merupakan salah satu jenis perekat yang banyak dipakai dalam industri kayu lapis di Indonesia. Perekat ini dibuat tidak dalam bentuk siap pakai, melainkan harus dilakukan pencampuran terlebih dahulu dengan ekstender dan pengeras. Bahan tambahan yang banyak digunakan adalah tepung terigu industri, yang sebagaimana diketahui bahan bakunya berupa gandum dan masih diimpor. Bahan lain yang dapat dipakai sebagai ekstender adalah tepung tapioka, tepung gaplek dan tepung sagu yang banyak terdapat di Indonesia. Penelitian mengenai ekstender sudah banyak dilakukan, misalnya tapioka (Sutigno dan Kamil, 1975), gaplek (Warsa, 1983 dan Sutigno, 1988) dan sagu (Sumadiwangsa, 1995).

Dekstrin adalah suatu karbohidrat yang merupakan hasil tengah dari hidrolisis pati sebelum menjadi glukosa. Dekstrin selama ini diproduksi dari bahan baku berupa tepung tapioka dan terigu, kentang, gandum, jagung atau padi. Pada umumnya, dekstrin dapat diperoleh dengan memanaskan pati pada suhu rendah (140 – 166°C) atau suhu tinggi (199 - 249°C) masing-masing dengan menggunakan asam sebagai katalis.

Dalam tulisan ini dikemukakan hasil percobaan pembuatan dekstrin dari tepung gaplek, dan penggunaannya sebagai ekstender dalam perekat urea formaldehida untuk pembuatan kayu lapis kapur (*Dryobalanops spp.*). Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan tepung gaplek dan dekstrinnya masing-masing sebagai ekstender dalam perekat urea formaldehida terhadap respon keteguhan rekat kayu lapis kapur. Sasarannya adalah mengetahui kadar ekstender maksimum yang memenuhi persyaratan keteguhan rekat kayu lapis.

## II. BAHAN DAN METODE

### A. Bahan

Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini berupa tepung gaplek dengan kehalusan 100 mesh dan 200 mesh, venir dari kayu kapur (*Dryobalanops spp.*), perekat urea formaldehida, pengeras (NH<sub>4</sub>Cl), bahan kimia seperti: HCl 0,4 N, Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>, Pb-asetat dan bahan pembantu lainnya.

### B. Metode

Dekstrin dibuat dari tepung gaplek yang dihidrolisis dengan HCl 0,4 N pada suhu pemanasan bertingkat dari 80 – 130 °C. Hasil hidrolisis diuji dengan larutan yodium, bila produk tidak memperlihatkan warna biru maka pemanasan dihentikan. Dekstrin yang diperoleh selanjutnya dikemas, dan sebagian di analisis yang meliputi: kadar air, kadar dekstrosa, derajat keasaman, kadar serat kasar, dan komponen yang larut di dalam air dingin.

Pembuatan tripleks dari venir kapur berukuran 20 cm x 20 cm x 1,5 mm. Perekat yang dipakai adalah urea formaldehida cair dengan campuran ekstender terdiri dari 4 macam,

yaitu: dekstrin dari tepung gapek masing-masing 100 mesh dan 200 mesh; tepung gapek 100 mesh dan 200 mesh, dan 3 macam kadar ekstender, yaitu: 10%, 30%, dan 50%. Pengeras yang dipakai adalah  $\text{NH}_4\text{Cl}$  masing-masing sebanyak 0,5% dari bobot perekat cair. Jumlah ramuan perekat yang dilaburkan sebanyak  $170 \text{ g/m}^2$  permukaan. Setelah pelaburan perekat, dilakukan pengempaan dingin selama 10 menit, lalu dikempa panas ( $110^\circ\text{C}$ ) selama 3 menit dengan tekanan  $15 \text{ kg/cm}^2$ .

Pengujian keteguhan rekat kayu lapis dilakukan menurut Standar Jepang (Sutigno, 1986) untuk kayu lapis tipe II, yaitu contoh uji direndam dalam air panas ( $60^\circ\text{C}$ ) selama 3 jam, lalu direndam dalam air dingin sampai mencapai suhu kamar. Pengujian keteguhan rekat dilakukan pada saat contoh uji dalam keadaan basah. Penelitian ini menggunakan rancangan acak tersarang (Sudjana, 1980).

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Spesifikasi Dekstrin

Hasil pengujian sifat dekstrin yang dibuat dari tepung gapek tercantum pada Tabel 1. Berdasarkan percobaan, dari 150 gram tepung gapek diperoleh dekstrin sebanyak 100 gram, dan bila dibandingkan dengan syarat mutu menurut Standar Industri Indonesia (Anonim, 1981), dekstrin yang dibuat ini sebagian besar memenuhi syarat, kecuali daya larut dalam air dingin dan kadar serat kasar. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh pembuatan dekstrin yang dilakukan secara manual dan sederhana sehingga pengadukan tidak homogen. Selain itu bisa juga disebabkan oleh tingginya kadar serat yang terkandung dalam gapek, sedangkan standar dekstrin dibuat berdasarkan dekstrin dari tapioka.

**Tabel 1. Sifat dekstrin dari tepung gapek**  
*Table 1. The properties of cassava flour's dextrin*

No.	Sifat ( <i>Properties</i> )	Dekstrin ( <i>Dextrin</i> )		Standar Industri Indonesia ( <i>Indonesian Standard</i> )	
		100 mesh	200 mesh	Prima	Superior
1.	Warna ( <i>Colour</i> )	Coklat ( <i>Brown</i> )	Coklat ( <i>Brown</i> )	Putih ( <i>White</i> )	Kuning ( <i>Yellow</i> )
2.	Rendemen ( <i>Rendemen</i> ), %	66,67	66,67	-	-
3.	Serat kasar ( <i>Fiber</i> ), %	2,67	2,30	Maks. ( <i>max.</i> ) 0,6	Maks. ( <i>max.</i> ) 0,6
4.	Dekstrosa ( <i>Dextrose</i> ), %	0,18	0,20	Maks. ( <i>max.</i> ) 5	Maks. ( <i>max.</i> ) 4
5.	Keasaman ( <i>Acidity</i> ), pH	3	4	Maks. ( <i>max.</i> ) 8	Maks. ( <i>max.</i> ) 6
6.	Daya larut air ( <i>Solubility</i> ), %	64	60	Min. ( <i>Min.</i> ) 97	Min. ( <i>Min.</i> ) 99
7.	Kadar air ( <i>Water content</i> ), %	3	2,3	Maks. ( <i>max.</i> ) 11	Maks. ( <i>max.</i> ) 11

8.	Warna dalam ( <i>Colour in</i> ) lugol	Coklat- ungu ( <i>Brown- violet</i> )	Coklat- ungu ( <i>Brown- violet</i> )	Coklat-ungu ( <i>Brown- violet</i> )	Coklat-ungu ( <i>Brown- violet</i> )
----	---	---	---	---	---

## B. Ramuan Perekat

Peramuan perekat dan penambahan air pada setiap komposisi tercantum dalam Tabel 2. Terlihat bahwa untuk mencapai kekentalan yang relatif sama, yaitu sekitar 10 poise, penambahan air pada setiap komposisi perekat berbeda. Semakin banyak ekstender yang ditambahkan ke dalam campuran perekat, jumlah air yang dibutuhkan untuk mencapai kekentalan campuran perekat yang diinginkan juga semakin banyak. Penambahan air pada dekstrin lebih banyak daripada gaplek. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh perbedaan panjang rantai molekul antara dekstrin dengan tepung gaplek.

Dekstrin merupakan hasil pemecahan pati, memiliki rantai molekul yang pendek sehingga lebih mudah menyerap air. Sedangkan tepung gaplek yang terdiri dari pati, mempunyai rantai molekul yang panjang sehingga bila pati dimasukkan ke dalam air akan menyebabkan granulanya menyerap air dan mengembang, namun demikian jumlah air yang terserap terbatas, yaitu hanya mencapai 30%. Jadi dalam hal ini, sebagian besar air masih berada di luar granula dan bebas bergerak (Winarno, 1984). Dengan demikian wajar bila perekat yang dicampur ekstender dekstrin, kekentalannya akan lebih tinggi daripada yang diberi ekstender tepung gaplek.

Pada penelitian ini diperoleh juga fakta bahwa pada penggunaan tepung gaplek 100 mesh lebih banyak membutuhkan air daripada yang 200 mesh. Hal ini berkenaan dengan kandungan serat kasar dan pati. Pada tepung gaplek 200 mesh, pati menyerap air lebih efektif membentuk bahan yang kental. Sedangkan pada tepung gaplek 100 mesh, pati menyerap air kurang efektif, sebagian air ada yang diserap oleh serat dan sebagian lainnya mengisi celah di antara partikel, sehingga air yang diperlukan untuk kadar dan kekentalan yang sama akan lebih banyak. Dengan demikian semakin halus tepung gaplek, cenderung menurunkan kebutuhan air.

**Tabel 2. Komposisi perekat**  
*Table 2. Glue compositions*

Ekstender ( <i>Extender</i> ), g		UF, g	Pengeras ( <i>Hardener</i> ), g	Air ( <i>Water</i> ), g	<i>Sifat (Properties)</i>			
Macam ( <i>Type</i> )	Kadar ( <i>Percentage</i> )				1	2	3	4
Dekstrin ( <i>Dextrin</i> ), 100 mesh	10	100	0,5	-	9	4,5	21	97,90
	30	100	0,5	47,5	10	4,0	26	96,72
	50	100	0,5	150	9	3,5	50	94,22
Dekstrin ( <i>Dextrin</i> ), 200 mesh	10	100	0,5	-	8,5	4,5	11	93,00
	30	100	0,5	47,5	9	4,0	16	96,05
	50	100	0,5	140	9	3,5	75	93,73
Gaplek ( <i>Cassava</i> ), 100 mesh	10	100	0,5	-	7,5	5	25	98,45
	30	100	0,5	30	9	4,7	39	98,04
	50	100	0,5	70	9	4,5	76	96,77

Gaplek (Cassava), 200 mesh	10	100	0,5	-	4,5	5	30	98,04
	30	100	0,5	5	9	4,7	83	95,19
	50	100	0,5	20	10	4,5	220	92,15

Keterangan (Remarks) :

1 = Kekentalan (*Viscosity*), Poise; 2 = pH; 3 = Waktu gelatinasi (*Gelation time*), menit (*minutes*);

4 = Kadar padatan (*Solid content*), %

Besar kecilnya jumlah air yang ditambahkan ke dalam campuran perekat akan berpengaruh terhadap biaya perekatan karena mempengaruhi jumlah perekat urea formaldehida yang dipakai per satuan luas kayu lapis. Semakin banyak air yang digunakan dalam campuran perekat, akan menurunkan jumlah perekat urea formaldehida untuk satuan luas sehingga dapat menurunkan biaya perekatan.

### C. Pengujian Kayu Lapis

Hasil pengujian kayu lapis yang terdiri dari kadar air, kerapatan, dan keteguhan rekat tertera pada Tabel 3, data tersebut merupakan rata-rata dari 4 ulangan.

Kadar air kayu lapis berkisar antara 8,50 – 9,19%. Menurut FAO (Anonim, 1966), kayu lapis tidak diklasifikasikan berdasarkan kadar airnya. Kerapatan kayu lapis hasil penelitian ini berkisar antara 0,79 – 0,81 g/cm<sup>3</sup>, menurut FAO (Anonim, 1966) kayu lapis ini termasuk kayu lapis yang berkerapatan tinggi karena nilainya > 0,56 g/cm<sup>3</sup>.

**Tabel 3. Kadar air, kerapatan dan keteguhan rekat kayu lapis**  
**Table 3. Moisture content, density and bonding strenght of plywood**

Ekstender ( <i>Extender</i> )		Kadar air ( <i>Moisture content</i> ), %	Kerapatan ( <i>Density</i> ) g/cm <sup>3</sup>	Keteguhan rekat ( <i>Bonding strength</i> ), kg/cm <sup>2</sup>	
Macam ( <i>Type</i> )	Kadar ( <i>Percentage</i> )			Beban putus ( <i>Failing load</i> ), kg/cm <sup>2</sup>	Kerusakan kayu ( <i>Wood failure</i> ), %
Dekstrin ( <i>Dextrin</i> ), 100 mesh	10	8,50	0,80	17,69	85,63
	30	8,97	0,79	7,50	5,49
	50	9,10	0,78	2,26	1,25
Dekstrin ( <i>Dextrin</i> ), 200 mesh	10	9,19	0,81	15,79	77,50
	30	9,06	0,81	10,33	7,50
	50	8,70	0,80	1,40	2,19
Gaplek ( <i>Cassava</i> ) , 100 mesh	10	8,43	0,79	16,72	69,10
	30	8,50	0,80	10,28	17,19
	50	8,93	0,80	4,87	5,42
Gaplek ( <i>Cassava</i> ) , 200 mesh	10	8,80	0,81	18,56	72,50
	30	9,10	0,79	15,72	46,01
	50	9,00	0,81	6,57	1,25

Persyaratan keteguhan rekat menurut Standar Jepang adalah minimal 7 kg/cm<sup>2</sup>. Sebagian besar hasil percobaan memenuhi persyaratan Standar, kecuali kayu lapis yang menggunakan ekstender dekstrin 100 mesh dan 200 mesh masing-masing dengan kadar 50%, serta tepung gaplek 100 mesh dan 200 mesh masing-masing sebanyak 50%.

Untuk mengetahui pengaruh pemakaian ekstender terhadap keteguhan rekat kayu lapis, dilakukan sidik ragam (Tabel 4). Hasilnya menunjukkan bahwa macam ekstender

tidak berpengaruh nyata terhadap keteguhan rekat kayu lapis, sedangkan kadarnya berpengaruh sangat nyata. Hasil uji beda lebih lanjut menunjukkan bahwa semakin banyak penambahan ekstender pada ramuan perekat, keteguhan rekat kayu lapis semakin menurun (Tabel 5). Hal ini wajar karena dengan semakin tingginya kadar ekstender dalam campuran perekat, maka makin sedikit jumlah urea formaldehida per satuan luas permukaan venir. Hasil ini serupa dengan hasil penelitian Santoso, dkk (1998) yang meneliti tentang pengaruh penambahan ekstender dalam perekat fenol formaldehida terhadap keteguhan rekat kayu lapis tusam.

**Tabel 4. Ringkasan sidik ragam keteguhan rekat kayu lapis**

**Table 4. Summarized of analysis of variance of plywood bonding strenght**

Sumber keragaman ( <i>Source of variation</i> )	F hitung ( <i>F calculation</i> )
Macam ekstender ( <i>Type of extender</i> )	0,2852
Kadar ekstender dalam macam ekstender ( <i>Percentage of extender in type of extender</i> )	17,3814**

Keterangan (*Remark*) : \*\* = Sangat nyata (*Highly significant*)

**Tabel 5. Uji beda keteguhan rekat kayu lapis**

**Table 5. Test of difference for plywood bonding strenght**

Kadar ekstender( <i>Percentage of extender</i> ), %	Keteguhan rekat ( <i>Bonding strenght</i> )	
	1	2
10	22,75	17,69**
30	14,61	9,54**
50	5,07	8,14**

Keterangan (*Remarks*) :

1 = Rata-rata (*Mean*), kg/cm<sup>2</sup>

2 = F hitung (*F calculation*)

Faktor lain yang menyebabkan turunnya keteguhan rekat kayu lapis yang menggunakan ekstender adalah karena ekstender banyak mengandung pati (karbohidrat) yang pada dasarnya tidak tahan air, sehingga kayu lapis yang dibuat mengalami penurunan ikatan setelah mengalami perlakuan pengujian. Hal ini sejalan dengan pendapat Perry (1947) yang menyatakan bahwa kenaikan ekstender dalam campuran perekat, akan menyebabkan berkurangnya daya rekat namun mengurangi biaya ramuan perekat.

Untuk mengetahui hubungan antara kadar ekstender dengan keteguhan rekat kayu lapis dilakukan sidik regresi (Tabel 6). Ternyata hubungan tersebut dapat dinyatakan dengan garis regresi linier. Hal serupa dijumpai pula pada hasil penelitian terhadap kayu meranti merah dan keruing dengan perekat urea formaldehida dengan campuran terigu dan tapioka sebagai ekstender (Sutigno dkk, 1983), penelitian terhadap kayu lapis meranti merah dengan perekat urea formaldehida dan campuran sagu dengan bungkil biji karet sebagai ekstender (Wahyuningsih, 1985), dan penelitian terhadap kayu lapis tusam yang menggunakan perekat fenol formaldehida dengan campuran terigu dan gaplek sebagai

ekstender (Santoso dkk, 1998). Koefisien regresi tersebut bertanda negatif, yang berarti makin tinggi kadar ekstender, makin rendah keteguhan rekat kayu lapisnya.

Bila berpedoman pada persamaan regresi linier menurut Standar Jepang, dapat diperoleh kadar ekstender maksimum untuk penggunaan dekstrin 100 mesh dan 200 mesh berturut-turut adalah 32% dan 40%. Sedangkan untuk penggunaan tepung gaplek 100 mesh dan 200 mesh masing-masing 34% dan 46%. Menurut Sutigno (1988) kadar tepung gaplek maksimum 40% pada kayu lapis meranti merah dan 33% pada kayu lapis kapur. Tepung gaplek yang digunakan mempunyai kehalusan 150 mesh, Warsa (1983) mengemukakan bahwa kadar tepung gaplek maksimum adalah 25% dari berat urea formaldehida tepung. Bila memakai urea formaldehida cair dengan kadar padat 50% hal itu berarti kadar maksimumnya 50%. Kehalusan tepung gaplek yang dipakai adalah 100 mesh. Penelitiannya memakai 5 jenis kayu, yaitu jati, meranti, kapur, damar dan mahoni.

**Tabel 6. Hubungan antara kadar ekstender (X, %) dengan keteguhan rekat kayu lapis (Y, kg/cm<sup>2</sup>)**

*Table 6. Relationship between percentage of extender (X, %) and plywood bonding strength (Y, kg/cm<sup>2</sup>)*

Macam ekstender (Type of extender)	Hubungan (Relationship)	F hitung (F calculation)	r	S
Dekstrin ( <i>Dextrin</i> ) 100	$Y = 20,73 - 0,39X$	91,1936**	-0,9318	2,2852
Dekstrin ( <i>Dextrin</i> ) 200	$Y = 19,92 - 0,36X$	95,0817**	-0,9513	2,0735
Gaplek ( <i>Cassava</i> ) 100	$Y = 18,75 - 0,28X$	13,3100**	-0,7556	4,3213
Gaplek ( <i>Cassava</i> ) 200	$Y = 22,61 - 0,30X$	54,1062**	-0,9187	2,3048

Keterangan (Remarks) : r = koefisien korelasi (*coefficient of correlation*)

S = simpangan baku (standard deviation)

#### IV. KESIMPULAN

Dekstrin dapat dibuat dari tepung gaplek dengan mutu yang sebagian besar memenuhi persyaratan Standar Industri Indonesia. Penggunaan dekstrin sebagai ekstender dalam campuran perekat, menghasilkan kekentalan yang lebih tinggi dibandingkan dengan ekstender tepung gaplek sehingga pemakaian air dalam campuran perekat dengan ekstender dekstrin lebih banyak.

Macam ekstender tidak berpengaruh nyata terhadap keteguhan rekat kayu lapis, sedangkan kadar ekstender berpengaruh sangat nyata. Semakin tinggi kadar ekstender, keteguhan rekat kayu lapis cenderung berkurang. Kadar ekstender maksimum yang memenuhi persyaratan Standar Jepang adalah 30 % masing-masing untuk tepung gaplek maupun dekstrinnya. Tepung gaplek dengan kehalusan 100 mesh dapat dipakai sebagai ekstender perekat urea formaldehida.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 1966. Plywood and wood-based panels. Food and Agriculture Organizations of United Nations, Rome: pp. 28, 60, 35.
- \_\_\_\_\_, 1981. Daftar komposisi bahan makanan. Direktorat Gizi, Jakarta. P. 20.
- Perry, T.D. 1947. Modern wood adhesive. Pitman Pub. Corp. New York.
- Santoso, A., A. Firmanti dan R.A. Karno. 1998. Pengaruh penambahan ekstender dalam perekat fenol formaldehida terhadap keteguhan rekat kayu lapis tusam. Buletin Penelitian Hasil Hutan 15(5): 337 – 347. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan. Bogor.
- Sudjana, 1980. Disain dan analisis eksperimen. Tarsito. Bandung.
- Sumadiwangsa, S. 1995. Viscosity and bond quality of urea formaldehyde adhesive extended with acid modified phosphorylated sagu (*Metoxylon* sp). Oregon State University. Oregon.
- Sutigno, P, dan N. Kamil. 1975. Kayu meranti merah (*Shorea leprosula* Miq) untuk bahan kayu lapis. Laporan No. 50. Lembaga Penelitian Hasil Hutan. Bogor.
- \_\_\_\_\_, Sadan, W., C.G. Sarayar dan A.A. Matjik. 1983. Pengaruh campuran terigu dan tapioka sebagai ekstender perekat urea formaldehida terhadap keteguhan rekat kayu lapis meranti dan keruing. Majalah Kehutanan Indonesia No. 6. Jakarta.
- \_\_\_\_\_, 1986. Diktat pengujian kayu lapis. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan. Bogor.
- \_\_\_\_\_, 1988. Pengaruh ekstender dan pengisi dalam perekat urea formaldehida terhadap daya rekat kayu lapis meranti (*Shorea spec.*) dan kapur (*Dryobalanops spec.*). Fakultas Pasca Sarjana, Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Warsa, S.R. 1983. Gluability of rotary cut veneers from some Indonesian wood using adhesives extended with nami and cassava flours. Ph.D. Disertation. University of the Philippines at Los Banos.
- Wahyuningsih, E. 1985. Pengaruh campuran sagu dan bungkil biji karet sebagai ekstender urea formaldehida terhadap keteguhan rekat kayu lapis meranti merah. Fahutan IPB. Bogor. Skripsi (Tidak diterbitkan).
- Winarno, G.G. 1984. Kimia pangan dan gizi. Edisi I, PT Gramedia. Jakarta.