



E1THH/1992/012

# **PENGARUH TINGKAT ASETILASI DAN PERENDAMAN PANAS SELUMBAR TERHADAP SIFAT FISIS DAN MEKANIS PAPAN PARTIKEL KAYU KARET (*Hevea brasiliensis*. Muell. Arg.)**

Oleh  
**ANTO DARSANTO**  
**E 23.0684**



**JURUSAN TEKNOLOGI HASIL HUTAN  
FAKULTAS KEHUTANAN  
INSTITUT PERTANIAN BOGOR  
1992**



## RINGKASAN

**ANTO DARSANTO.** Pengaruh Tingkat Asetilasi dan Perendaman Panas Selumbar terhadap Sifat Fisis dan Mekanis Papan Partikel Kayu Karet (*Hevea brasilliensis*. Muell. Arg.). Dibawah bimbingan Dr.Ir. Yusuf Sudo Hadi, MAgd dan Ir. I.M. Sulastiningsih, MS.

Kebutuhan manusia terhadap kayu dari tahun ke tahun semakin meningkat, seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk dan perkembangan teknologi, sehingga perlu pemanfaatan sumberdaya yang efisien.

Salah satu usaha pemanfaatan bahan baku atau limbah kayu adalah dengan membuat papan partikel, karena dalam pembuatannya tidak memerlukan persyaratan bahan baku yang tinggi. Tetapi papan partikel masih memiliki kelemahan yang berarti, dalam hal stabilitas dimensinya yang rendah.

Asetilasi terhadap selumbar dengan menggunakan bahan kimia anhidrida asetat adalah salah satu usaha untuk memperbaiki sifat-sifat papan partikel. Karena bahan tersebut harganya mahal, maka perlu penggunaan yang efisien.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh tingkat penambahan anhidrida asetat dan perendaman panas terhadap sifat fisis dan mekanis papan partikel, serta untuk mengetahui penggunaan anhidrida asetat yang memadai.

Papan partikel dibuat dari selumbar (flake) kayu karet berukuran kasar yang berasal dari Sasmaya T.O di Cibadak Sukabumi.

Setelah disaring dengan saringan yang berukuran lolos 9 cm x 9 cm dan tertahan 2 cm x 2 cm, selumbar dikeringkan dalam oven sampai mencapai kadar air 2-5 %. Selanjutnya diasetilasi oleh anhidrida asetat dengan berbagai tingkat



penambahan yaitu 10 %, 20 %, 30 % dan 60 %. Disamping itu ada pula selumbar yang tidak diasetilasi untuk papan partikel kontrol dan perendaman panas.

Perekat yang digunakan adalah fenol formaldehida dengan resin solid 44 % dan bahan tambahan berupa filler (HP-1). Jumlah perekat yang dicampur sebanyak 10 % dari berat kering oven selumbar.

Contoh uji papan partikel dibuat dengan ukuran 35 cm x 35 cm x 1 cm. Suhu yang diberikan adalah 160°C dengan tekanan 24 Kg/cm<sup>2</sup> selama 10 menit. Setelah pengkondisian selama dua minggu papan partikel dipotong-potong. Selanjutnya diuji sifat fisis dan mekanisnya yang meliputi kerapatan, kadar air, penyerapan air, pengembangan tebal, modulus patah, modulus elastisitas dan keteguhan rekat internal kering udara maupun basah.

Analisa data dilakukan dengan menggunakan analisis ragam faktor tunggal rancangan acak lengkap sederhana (RAL), dengan 6 perlakuan yang terdiri dari Asetilasi 10%, 20 %, 30 %, 60 %, perendaman panas dan kontrol, yang masing-masing perlakuan dilakukan 4 kali ulangan. Respon yang diuji adalah sifat fisis yang meliputi kerapatan, kadar air kesetimbangan, penyerapan air dan pengembangan tebal, sedangkan sifat mekanis yang diuji adalah modulus patah (MOR), modulus elastisitas (MOE) dan keteguhan rekat internal kering udara maupun basah. Selanjutnya dilakukan pengujian ganda terhadap masing-masing perlakuan dengan menggunakan uji beda rata-rata Duncan, untuk melihat perlakuan yang terbaik.

Hasil penelitian menunjukkan terdapat perbedaan yang sangat nyata (selang kepercayaan 99 %) dari perlakuan yang



diberikan terhadap zat ekstraktif kayu, pH kayu, kadar air, pengembangan tebal dan keteguhan rekat internal kering udara maupun basah. Sedangkan pengaruh perlakuan pendahuluan tidak berbeda nyata terhadap kerapatan, modulus patah (MOR) dan modulus elastisitas (MOE).

Dengan meningkatnya konsentrasi anhidrida asetat yang diberikan maka pertambahan berat semakin tinggi. Pertambahan berat yang tertinggi ditunjukkan oleh asetilasi 60 %, dengan nilai persen pertambahan berat (WPG) 17,65 %. Peningkatan konsentarsi anhidrida asetat menyebabkan sifat-sifat papan partikel menjadi lebih baik yakni dapat menurunkan kadar air, penyerapan air, pengembangan tebal serta meningkatkan keteguhan rekat internal kering udara maupun basah. Perlakuan asetilasi dengan WPG 17,65 % mempunyai pengaruh yang paling baik dari pada perlakuan lainnya yang ditunjukkan dengan kadar air, penyerapan air, dan pengembangan tebalnya memenuhi Standar Industri Indonesia (0797-83) dan FAO.

Perlakuan asetilasi dengan WPG 2,53% mempunyai nilai yang relatif seragam dengan perlakuan perendaman panas. Dengan demikian perlakuan asetilasi pada WPG tersebut tidak efisien dibanding dengan perlakuan perendaman panas.

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
    - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
    - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
  2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

# **PENGARUH TINGKAT ASETILASI DAN PERENDAMAN PANAS SELUMBAR TERHADAP SIFAT FISIS DAN MEKANIS PAPAN PARTIKEL KAYU KARET (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.)**

oleh

**ANTO DARSANTO**

**E 23. 0684**

**SKRIPSI**

**Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar**

**SARJANA KEHUTANAN**

**Pada**

**Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor**

**JURUSAN TEKNOLOGI HASIL HUTAN**

**FAKULTAS KEHUTANAN**

**INSTITUT PERTANIAN BOGOR**

**1992**





**Judul Skripsi : PENGARUH TINGKAT ASETILASI DAN PERENDAMAN PANAS SELUMBAR TERHADAP SIFAT FISIS DAN MEKANIS PAPAN PARTIKEL KAYU KARET (*Hevea brasiliensis*, Muell. Arg.)**

**Nama Mahasiswa : ANTO DARSANTO**

**Nomor Pokok : E 23.0684**

**Disetujui oleh :**

**Pembimbing I**

**(Dr. Ir. Yusuf Sudo Hadi, M.Agr)**

**Pembimbing II**

**(Ir. I.M. Sulastiningsih, MS)**

**Tanggal : 4 Januari 1993**

**Tanggal :**

**Diketahui oleh :**

**Ketua Jurusan Teknologi Hasil Hutan**

**Kelas Kehutanan IPB**



**Kurnia Sofyan)**

**Tanggal : 4 Januari 1993**

**Tanggal Lulus : 21 Desember 1992**





## RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan pada tanggal 21 April 1967 di Tasikmalaya, Jawa Barat, sebagai anak ke dua dari enam bersaudara dari ayah bernama **Takril Sasmito (alm)** dan ibu bernama **Tutum Taryum**.

Pendidikan dasar dimulai tahun 1974 di SD Pakemitan Indihiang Tasikmalaya dan lulus tahun 1980. Pada tahun 1983 lulus dari SMP N 2 Tasikmalaya. Kemudian melanjutkan ke SMA N 2 Tasikmalaya dan lulus tahun 1986.

Pada tahun 1986 penulis diterima di Institut Pertanian Bogor melalui jalur Seleksi Penerimaan Mahasiswa Baru (Sipenmaru). Pada tahun 1988 penulis diterima di Fakultas Kehutanan IPB dan memilih jurusan Teknologi Hasil Hutan pada tahun 1990.

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Kehutanan IPB, penulis melakukan penelitian dengan judul Pengaruh Tingkat Asetilasi dan Perendaman Panas Selumbar terhadap Sifat Fisis dan Mekanis Papan Partikel Kayu Karet (*Hevea brasilliensis* Muell.Arg.) dibawah bimbingan Dr. Ir. Yusuf Sudo Hadi, MAggr sebagai ketua pembimbing dan Ir. I.M. Sulastiningsih, MS sebagai anggota pembimbing.



## KATA PENGANTAR

Bismillaahirrahmaanirrohiim

Penulis panjatkan puji dan syukur ke hadirat Allah SWT, karena berkat rahmat dan kebesaran-NYA, tulisan ini dapat tersusun.

Tulisan ini diberi judul Pengaruh Tingkat Asetilasi dan Perendaman Panas Selumbar terhadap Sifat Fisis dan Mekanis Papan Partikel Kayu Karet (*Hevea brasilliensis* Muell. Arg). Disusun berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan di Laboratorium Pengolahan Mekanis, Laboratorium Ilmu kayu di Fakultas Kehutanan IPB dan Laboratorium Produk Majemuk di PUSLITBANG Hasil Hutan, Gunung Batu Bogor, selama 4 bulan.

Atas terwujudnya tulisan ini penulis menyampaikan rasa terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Dr.Ir. Yusuf Sudo Hadi, MAgr dan Ir. I.M. Sulastiningsih, MS sebagai dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan dari mulai persiapan sampai tulisan ini selesai.
2. Dr.Ir Kurnia Sofyan sebagai Ketua Jurusan Teknologi Hasil Hutan.
3. Penanggung jawab serta seluruh staff Laboratorium Pengolahan Mekanis, Laboratorium Ilmu Kayu, Fakultas Kehutanan IPB dan Laboratorium Produk Majemuk PUSLIT-BANG Gunung Batu Bogor, Yang telah membantu penulis selama melakukan penelitian.





4. PT Pamolite Adhesive Industry, Probolinggo Jawa Timur dan Sasmaya T.O, Cibadak Sukabumi yang telah membantu berupa bahan penelitian.

5. Yuri, Rudi, Juhe, Yayan, Lukman, Cuki, Endat, Cucu, Tono, Mery, Wida dan rekan-rekan lainnya yang telah memberikan dorongan semangat selama penelitian.

Walaupun tulisan ini masih jauh dari sempurna, harapan penulis semoga dapat memberikan manfaat. Amiin

Bogor, Desember 1992

Penulis



DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR .....	i
DAFTAR ISI .....	iii
DAFTAR TABEL .....	v
DAFTAR GAMBAR .....	vi
DAFTAR LAMPIRAN .....	vii
I. PENDAHULUAN .....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Tujuan .....	3
II. TINJAUAN PUSTAKA .....	4
A. Papan Partikel .....	4
B. Perlakuan Pendahuluan .....	7
C. Perekat Fenol Formaldehida .....	11
D. Kayu Karet .....	13
III. BAHAN DAN METODE .....	15
A. Bahan dan Alat .....	15
B. Metode Penelitian .....	16
D. Rancangan Percobaan .....	28
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN .....	30
A. Pertambahan Berat .....	30
B. Pengujian Pendahuluan .....	31
C. Sifat Fisis dan Mekanis Papan Partikel ...	37



V. KESIMPULAN DAN SARAN .....	57
DAFTAR PUSTAKA .....	58
LAMPIRAN - LAMPIRAN .....	61

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang  
Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber ;
- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



## DAFTAR TABEL

Nomor		Halaman
1.	Analisis Keragaman Kadar Zat Ekstraktif .....	32
2.	Analisis Keragaman pH Larutan .....	34
3.	Analisis Keragaman Kerapatan Papan Partikel.....	37
4.	Analisis Keragaman Kadar Air Papan Partikel.....	38
5.	Analisis Keragaman Penyerapan Air Papan Partikel.....	42
6.	Analisis Keragaman Pengembangan Tebal Papan Partikel.....	45
7.	Analisis Keragaman Modulus Patah (MOR) Papan Partikel.....	48
8.	Analisis Keragaman Modulus Elastisitas (MOE) Papan Partikel.....	50
9.	Analisis Keragaman Keteguhan Rekat Internal Kering Udara Papan Partikel.....	53
10.	Analisis Keragaman Keteguhan Rekat Internal Basah Papan Partikel.....	55



## DAFTAR GAMBAR

Nomor	Halaman
1.	Pola Pemotongan Contoh Uji ..... 23
2.	Skema Pengujian Modulus Patah dan Modulus Elastisitas ..... 25
3.	Skema Pengujian Keteguhan Rekat Internal ..... 27
4.	Histogram Pertambahan Berat pada Berbagai Tingkat Asetilasi ..... 31
5.	Kerapatan Papan Partikel untuk Setiap Perlakuan dan Tanpa Perlakuan ..... 37
6.	Kadar Air Papan Partikel untuk Setiap Perlakuan dan Tanpa Perlakuan ..... 39
7.	Penyerapan Air Papan Partikel untuk Setiap Perlakuan dan Tanpa Perlakuan ..... 42
8.	Pengembangan Tebal Papan Partikel untuk Setiap Perlakuan dan Tanpa Perlakuan ..... 45
9.	Modulus Patah untuk Setiap Perlakuan dan Tanpa Perlakuan ..... 49
10.	Modulus Elastisitas untuk Setiap Perlakuan dan Tanpa Perlakuan ..... 51
11.	Keteguhan Rekat Internal Kering Udara Papan Partikel untuk Setiap Perlakuan dan Tanpa Perlakuan ..... 52
12.	Keteguhan Rekat Internal Basah Papan Partikel untuk Setiap Perlakuan dan Tanpa Perlakuan ..... 55

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Halaman
1. Komposisi Bahan-bahan yang Diperlukan untuk Pembuatan Setiap Papan Partikel.....	62
2. Tingkat Asetilasi Selumbar.....	64
3. Kadar Zat Ekstraktif Larut Air Panas untuk Setiap Perlakuan dan Tanpa Perlakuan .....	65
4. pH Larutan untuk Setiap Perlakuan dan Tanpa Perlakuan .....	65
5. Kerapatan Papan Partikel untuk Setiap Perlakuan dan Tanpa Perlakuan .....	66
6. Kadar Air Papan Partikel untuk Setiap Perlakuan dan Tanpa Perlakuan .....	66
7. Penyerapan Air Papan Partikel untuk Setiap Perlakuan dan Tanpa Perlakuan .....	67
8. Pengembangan Tebal Papan Partikel untuk Setiap Perlakuan dan Tanpa Perlakuan .....	67
9. Modulus Patah Papan Partikel untuk Setiap Perlakuan dan Tanpa Perlakuan .....	68
10. Modulus Elastisitas Papan Partikel untuk Setiap Perlakuan dan Tanpa Perlakuan .....	68
11. Keteguhan Rekat Internal Kering Udara Papan Partikel untuk Setiap Perlakuan dan Tanpa Perlakuan .....	69
12. Keteguhan Rekat Internal Basah Papan Partikel untuk Setiap Perlakuan dan Tanpa Perlakuan .....	69





## I. PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Hutan merupakan sumberdaya alam yang potensial yang dapat dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan manusia. Pemanfaatan sumberdaya alam dari hutan berupa kayu perlu mendapat perhatian, karena kebutuhan manusia dari tahun ke tahun terus meningkat. Hal ini disebabkan oleh peningkatan jumlah penduduk dan perkembangan teknologi. Dilain fihak kemampuan hutan guna penyediaan kayu semakin menurun, sehingga pada suatu saat tidak akan mampu lagi untuk memenuhi kebutuhan manusia apabila tidak dilakukan efisiensi pemanfaatannya.

Dengan berkembangnya teknologi maka industri pengolahan kayu terus meningkat, sehingga diperlukan bahan baku untuk kelanjutannya. Pembangunan industri hendaknya dilaksanakan dengan mendayagunakan sumberdaya alam, sumberdaya manusia serta teknologi yang tepat dengan memperhatikan kelestarian kemampuan lingkungan serta didorong oleh peningkatan efisiensinya.

Salah satu industri pengolahan kayu yang merealisasikan efisiensi pemanfaatan kayu, yaitu industri papan partikel, karena dalam pembuatannya tidak memerlukan persyaratan bahan baku yang tinggi. Bahan baku untuk pembuatan papan partikel dapat diperoleh dari limbah kayu, serta kayu-kayu yang tidak bernilai ekonomis atau pohon yang tidak memproduksi lagi.

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang  
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :  
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah  
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.  
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Kayu karet adalah salah satu jenis kayu yang dapat dijadikan bahan baku papan partikel. Industri papan partikel pada umumnya memanfaatkan pohon karet yang sudah tidak memproduksi lagi. Kehadiran industri ini memberikan nilai tambah yang cukup tinggi, karena mempergunakan kayu karet tanpa memperhatikan bentuk dan ukuran yang pada umumnya sudah tidak termanfaatkan (Direktorat Jendral Aneka Industri, 1989).

Menurut Sumadiwangsa dan Widarmana (1980) keuntungan membuat papan partikel yaitu memperbesar persentasi penggunaan kayu, mempertinggi sifat tertentu dari kayu pengharanya, kualitas papan dapat diatur melalui proses pembuatannya serta mempertinggi sifat-sifat alami yang kurang disenangi seperti :

- papan partikel bersifat isotropis
- ukuran dan kekuatan dapat disesuaikan menurut kebutuhan atau pemakaiannya.
- kualitas atau tampak muka dapat diatur menurut permintaan atau selera konsumen.

Di samping kelebihan di atas papan partikel mempunyai kelemahan yang berarti, yaitu stabilitas dimensi yang rendah. Haygreen dan Bowyer (1989) mengemukakan pengembangan tebal papan partikel antara 10-25 % dari kondisi kering ke basah dan pengembangan panjangnya sampai 0,35 %.

Usaha untuk mengatasi kelemahan di atas telah dilakukan beberapa penelitian diantaranya dengan memberikan perlakuan perendaman panas dan asetilasi

terhadap selumbar sebelum dibuat papan partikel. Jaenudin (1988) mengemukakan bahwa perendaman panas selumbar meranti merah dapat memperbaiki sifat fisis mekanis papan partikelnya. Komara (1989) mengemukakan bahwa perlakuan pendahuluan berupa perendaman dingin, perendaman panas dan asetilasi selumbar berpengaruh terhadap sifat papan partikel kayu karet serta terjadi perbaikan sifat fisis mekanis papan partikel melalui perubahan sifat selumbar.

Bahan kimia anhidrida asetat untuk proses asetilasi dapat dikatakan mahal harganya, sehingga perlu penggunaan yang efisien dengan cara mengetahui persentase pertambahan berat yang paling memadai yang dapat memperbaiki sifat fisis mekanis papan partikel yang dibuat.

## B. Tujuan

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh tingkat asetilasi dengan penambahan anhidrida asetat berbeda yaitu 10 %, 20 %, 30 % dan 60 % dan perendaman panas selumbar terhadap sifat fisis dan mekanis papan partikel kayu karet (*Hevea brasiliensis*. Muell.Arg) serta untuk mengetahui penggunaan anhidrida asetat yang memadai.



## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Papan Partikel

Papan partikel adalah panel kayu yang terbuat dari potongan-potongan kecil yang dicampur dengan perekat sintetis atau bahan pengikat lain dan direkat dengan pengempaan. Selama proses berlangsung dapat ditambahkan bahan penolong dengan tujuan untuk memperbaiki sifat-sifat tertentu (Maloney, 1977).

Proses pembuatan papan partikel secara garis besarnya, yaitu persiapan partikel, pengeringan partikel, pencampuran antara partikel dengan perekat, pembentukan lembaran, pengempaan dingin dan pengempaan panas dan tahap akhir adalah pengkondisian.

Kamil (1977) mengemukakan bahwa dalam pembuatan papan partikel, bentuk dan tebal dari partikel-partikel kayu harus diperhatikan secara khusus karena sangat besar pengaruhnya terhadap mutu dan tipe papan yang dihasilkan. Selanjutnya dikatakan bahwa didalam menghasilkan papan yang berkualitas baik, partikel-partikel untuk permukaan harus lebih halus supaya permukaannya licin.

Menurut FAO (1966) partikel-partikel dapat berbentuk seperti batang korek api (splinter), tatal (shaving), serpih-serpih kayu (flakes) dan serat-serat (fibers).



Haygreen dan Bowyer (1989) menerangkan bahwa pengeringan partikel dilakukan sampai mencapai kadar air 2-5 %. Bila kadar air partikel setelah dikeringkan terlalu tinggi akan mengakibatkan terjadinya *blows* pada saat pengempaan. Lebih lanjut diterangkan juga bahwa kadar air partikel yang terlalu tinggi akan mengakibatkan peningkatan kebutuhan perekat, sehingga pembuatan papan partikel menjadi tidak ekonomis (Maloney, 1977).

Suhu yang dibutuhkan dalam pengempaan adalah antara 130-160°C. Tekanan yang dibutuhkan untuk membuat papan partikel berkerapatan sedang adalah antara 14-35 kg/cm<sup>2</sup>, tekanan rendah adalah untuk membuat papan partikel berkerapatan rendah dan tekanan yang lebih tinggi untuk papan partikel berkerapatan tinggi (Kollman et al., 1975).

Pada dasarnya sifat papan partikel dipengaruhi oleh bahan baku kayu pembentuknya, perekat dan formulasi yang digunakan serta proses pembuatan papan partikel dari mulai persiapan bahan baku sampai proses kempa dan *finishing* (Kollman et al., 1975).

Menurut Kelly (1977), kerapatan papan partikel tergantung kepada kerapatan kayu asalnya dan besarnya tekanan yang diberikan pada waktu pengempaan panas.

Sifat bahan baku yang mempengaruhi sifat papan partikel antara lain, jenis dan kerapatan kayu, bentuk

dan bahan baku kayu yang digunakan, kulit kayu, tipe, ukuran dan geometri partikel (Maloney, 1977).

Untuk jenis kayu selain kerapatan, keasaman kayu mempengaruhi proses perekatan terutama dalam pematangan perekat (Haygreen and Bowyer, 1982).

Menurut Maloney (1977) kerapatan kayu merupakan salah satu faktor dalam pemilihan bahan baku papan partikel. Umumnya kerapatan kayu yang lebih rendah akan menghasilkan panel dengan sifat kekuatan yang lebih baik daripada jenis kayu yang berkerapatan tinggi.

Pada umumnya peningkatan kerapatan bahan baku menyebabkan penurunan kekuatan, meningkatkan pengembangan linear dan tebal, meningkatkan keteguhan rekat internal, pada beberapa jenis kayu menurunkan penyerapan air. Kerapatan kayu mempengaruhi konsumsi perekat sehingga mempengaruhi kekuatan dan kehalusan permukaan, hal ini ditunjang oleh ukuran partikelnya (Vital et al., 1974).

Kelly (1977) mengemukakan bahwa papan partikel dengan modulus patah yang tinggi mempunyai modulus elastisitas yang tinggi pula. Bentuk dan ukuran partikel mempengaruhi sifat-sifat papan partikel, baik proses pembuatan maupun sifat-sifat akhirnya. Sifat pembuatan yang dipengaruhi oleh bentuk dan ukuran partikel adalah pengeringan, pencampuran perekat



pembentukan lembaran dan pengempaan. Sifat akhir yang dipengaruhi bentuk dan ukuran partikel adalah sifat mekanis, stabilitas dimensi, karakteristik permukaan dan sifat pengerjaan permesinan (Maloney, 1977).

Guna meningkatkan sifat papan partikel dan stabilitas dimensi perlu digunakan partikel yang tebalnya merata dan nisbah antara panjang dan tebal (nisbah kelangsingan) yang tinggi (Haygreen dan Bowyer, 1989).

Hadi (1977) menyatakan bahwa partikel yang kasar atau lolos saringan berukuran 9 mm x 9 mm menghasilkan papan partikel yang mempunyai modulus elastisitas yang lebih tinggi dan penyerapan air yang lebih rendah dibandingkan dengan partikel halus yang lolos saringan berukuran 2,6 mm x 2,6 mm dan tidak lolos 0,14 mm x 0,14 mm.

## **B. Perlakuan Pendahuluan**

### **1. Perendaman Panas**

Selumbar yang direndam dalam air panas pada suhu 80-90°C selama 2 jam dapat meningkatkan kekuatan papan partikel. Jaenudin (1988) mengatakan bahwa perendaman selumbar dengan air panas meningkatkan kualitas papan partikel yang dihasilkan. Perendaman selama satu jam berbeda nyata dengan perendaman dua, tiga dan empat jam, sedangkan antara dua, tiga dan empat jam tidak

berbeda nyata satu sama lainnya. Dengan demikian, perendaman selumbar dengan air panas selama dua jam merupakan perlakuan yang optimal.

Hadi (1988) menyatakan pula bahwa perendaman selumbar dengan air panas selama dua jam merupakan perlakuan yang optimal karena tidak berbeda dengan perendaman tiga dan empat jam, untuk meningkatkan stabilitas dimensi papan partikelnya dengan ASE sebesar 36%.

## 2. Asetilasi

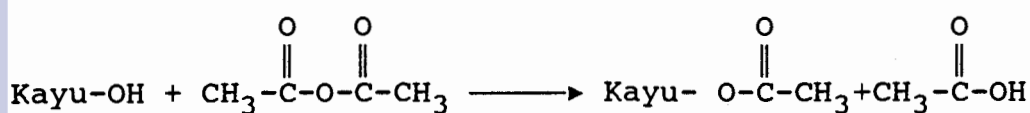
Rowell (1984) menyatakan bahwa stabilitas dimensi sering menjadi masalah pada kayu karena kayu mengandung gugus hidroksil (OH) yang menyebabkan kayu bersifat higroskopis. Pengurangan higroskopisitas kayu dapat dilakukan dengan berbagai macam cara, salah satu cara yang efektif dan mulai dikembangkan adalah dengan proses asetilasi dengan menggunakan anhidrida asetat maupun pe-reaksi yang lainnya.

Asetilasi adalah suatu proses dimana group hidroksil aktif pada holoselulosa dan lignin diisi oleh asetil, dan perlakuan ini efektif untuk meningkatkan stabilitas kayu (Kumar dan Singh, 1979).

Asetilasi kayu dilakukan dengan mereaksikan kayu dengan anhidrida asetat pada suhu 110°C-120°C. Sebelum diasetilasi kayu tersebut harus

kering dengan kadar air kurang dari 5 %. Tekanan dapat diberikan agar anhidrida asetat dapat masuk ke dalam kayu dengan jumlah yang lebih banyak, sehingga persen pertambahan beratnya (WPG) dapat ditingkatkan dan menghasilkan kayu dengan hidrofobilitas yang tinggi.

Secara skematis reaksi antara kayu dengan anhidrida asetat sebagai berikut :



Anhidrida asetat tersebut bereaksi dengan gugus hidroksil yang ada pada kayu, baik kayu gubal maupun kayu teras dari berbagai kayu daun jarum maupun kayu daun lebar. Reaksi tersebut dapat terjadi dengan selulosa, hemiselulosa dan lignin (Rowell, 1975 dalam Peterson dan Thomas, 1978).

Goldstein, Jerosky, Lund, Nielson dan Weaver (1961) melaporkan bahwa beberapa faktor yang mempengaruhi asetilasi adalah :

1. Jenis dan jumlah katalis, untuk proses dengan katalis
2. Temperatur
3. Konsentrasi anhidrida asetat
4. Kadar air kayu
5. Asam asetat yang terbentuk selama proses berlangsung



Rowell (1984) menyebutkan reaksi asetilasi merupakan reaksi satu tapak (*single site reaction*) dimana satu asetil per gugus hidroksil tanpa ada polimerisasi. Hal ini juga berarti penambahan berat asetil dapat dikonversikan secara langsung ke dalam unit hidroksil yang bereaksi.

Asetilasi kayu dengan WPG 15-20 % dapat mengurangi pengembangan volume kayu sebesar 20-25 % bila kayu tersebut direndam dalam air (Rowell dan Konkol, 1987).

Rowell, Youngquist dan Sachs (1987) dalam Hadi (1991) mengemukakan bahwa asetilasi dapat menurunkan titik jenuh serat dan kadar air kesetimbangan selumbar, karena selumbar tersebut lebih bersifat hidrofobik setelah proses asetilasi. Keadaan ini tidak menguntungkan bagi proses perekatan yang perekatnya dilarutkan dalam air, karena proses pembasahan, penyebaran dan penetrasi perekat tidak berlangsung sempurna. Hal ini ditunjukkan oleh rendahnya nilai keteguhan rekat internal (IB, *Internal Bond*) papan partikel yang selumbarnya diasetilasi.

Menurut Rowell (1984), kadar air kayu yang akan diasetilasi sangat rentan terhadap proses. Goldstein et al., (1961) mencatat dalam proses asetilasi terjadi kehilangan anhidrida asetat



kira-kira 5,7 % dari berat kayu untuk setiap 1 % air dalam kayu. Selanjutnya dinyatakan bahwa kadar air optimum kayu yang akan di asetilasi sebesar 2-5 %.

Achmadi (1989), menyatakan kayu terasetilasi lebih rapat dibandingkan kayu kontrolnya dan jumlah serat per unit volume menjadi lebih rendah juga. Hal ini disebabkan pemejalan oleh asetat yang memang lebih rapat dibanding dengan air.

Imamura dan Nishimoto (1986) mengemukakan bahwa pertambahan berat 18% asetil sudah cukup untuk mencegah serangan jamur brown rot, sedangkan pertambahan berat 5% cukup efektif untuk mencegah serangan jamur white rot.

### C. Perekat Fenol Formaldehida (PF)

Perekat fenol formaldehida termasuk perekat sintetis jenis termoseting, yang merupakan hasil dari reaksi antara fenol dan formaldehida. Perekat ini termasuk perekat eksterior yang tahan terhadap pengaruh cuaca (Direktorat Jenderal Pengusahaan Hutan, 1985).

Menurut Sumadiwangsa dan Widarmana (1980) fenol dibuat dari minyak bumi atau benzena. Fenol dengan formaldehida akan membentuk mono (orto atau para) atau dimetil fenol atau kadang-kadang terbentuk trimetil fenol. Pada lingkungan asam akan terjadi



reaksi kondensasi antara metilol-fenol dengan fenol yang pada akhirnya terbentuk resin novolak yang dapat meleleh. Sedangkan pada lingkungan basa terjadi reaksi kondensasi tetapi dengan hasil akhir yang tak dapat meleleh yaitu resol. Pada kondisi normal novolak bersifat stabil terhadap pengaruh cuaca, sehingga perekat PF dapat digunakan untuk pembuatan papan partikel ekterior.

Resin fenol formaldehida mengalami pemadatan yang lebih lambat sehingga memerlukan temperatur kempa yang lebih tinggi dan waktu kempa lebih lama. Oleh karena itu kadar air partikel perlu lebih diperhatikan dalam perekatan fenol formaldehida daripada dengan urea formaldehida (Kollman et al., 1975 )

Maloney (1977) serta Haygreen dan Bowyer (1989) menyatakan bahwa papan partikel yang direkat dengan fenol formaldehida dapat digunakan untuk kepentingan eksterior dan struktural. Perekat yang digunakan biasanya mempunyai berat molekul yang cukup tinggi dan akan menghasilkan garis rekat diantara partikel kayu yang kuat, kaku, dan tahan terhadap pengaruh air. Selain itu dapat pula digunakan fenol formaldehida dengan berat molekul rendah, sehingga perekat dapat masuk dan mengembangkan dinding sel kayu, dan setelah



dimatangkan dengan pengaruh panas, papan partikel yang dihasilkan mempunyai stabilitas dimensi yang tinggi.

Diantara sifat perekat yang sangat penting untuk diperhatikan yaitu kekuatan rekatnya. Kekuatan rekat ini sangat berhubungan dengan pematangan perekat. Untuk mendapatkan kekuatan rekat yang baik diperlukan pematangan perekat yang sempurna.

#### D. Kayu Karet

Kayu karet atau *Hevea brasiliensis* Muell. Arg. termasuk famili *Euphorbiaceae* dan sering disebut juga para atau balam perak (Heyne, 1950 dalam Martawijaya, 1972).

Sifat kayu karet antara lain adalah : agak lunak dan mempunyai bau asam yang karakteristik. Menurut klasifikasi Lembaga Penelitian Hasil Hutan, kayu karet ini termasuk kelas kuat II-III dan berat jenis antara 0,55-0,70 mudah dikerjakan terutama dibelah, dapat digergaji tanpa menimbulkan kesulitan dan mudah diserut sampai licin, tetapi mempunyai kecenderungan pecah bila dipaku (Burgess, 1966 dalam Martawijaya, 1972).

Papan partikel dari kayu karet mempunyai kerapatan  $0,59 \text{ gr/cm}^3$  dan keteguhan tekan tegak lurus permukaan serat adalah  $237,2 \text{ kg/cm}^2$ . Penyerapan air papan partikel yang dibuat dari kayu karet memenuhi

persyaratan Standard FAO dengan ukuran partikel sedang dan kasar (Hadi dan Tambunan, 1980).

Industri papan partikel pada umumnya memanfaatkan tebangan pohon karet tua yang sudah tidak berproduksi lagi. Kehadiran industri ini memberikan nilai tambah yang cukup tinggi karena mempergunakan kayu karet tanpa memperhatikan bentuk dan ukuran yang pada umumnya sudah tidak termanfaatkan (Direktorat Jendral Aneka Industri, 1989).



### III. BAHAN DAN METODE

#### A. Bahan dan Alat

##### 1. Bahan

###### a. Partikel Kayu

Partikel kayu yang digunakan dalam penelitian ini adalah selumbar kasar dari jenis kayu karet (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg) yang diperoleh dari Sasmaya T.O di Cibadak Sukabumi.

###### b. Perekat

Perekat yang digunakan adalah fenol formaldehida cair dengan kadar padat 44 % dan bahan tambahan berupa filler (HP-1). Perekat ini diperoleh dari PT Pamolite Adhesive Industri di Probolinggo Jawa Timur.

Disamping perekat fenol formaldehida digunakan pula perekat epoksi untuk kepentingan pengujian *Internal Bond*.

###### c. Bahan Kimia

Bahan kimia yang digunakan yaitu anhidrida asetat sebagai bahan untuk asetilasi selumbar.

###### d. Air

Dalam penelitian ini digunakan air untuk perlakuan perendaman panas selumbar.

## 2. Alat-alat yang digunakan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

- a. Saringan atau ayakan dari kawat untuk memisahkan partikel kasar dan partikel halus.
- b. Alat untuk menentukan kadar zat ekstraktif seperti gelas piala, gelas ukur, penangas air dan erlenmeyer.
- c. Untuk perlakuan pendahuluan diperlukan alat seperti panci anti karat, ember, pengaduk, pengukur waktu, termometer, kompor gas, timbangan, dan oven.
- d. Alat untuk pembuatan contoh uji papan partikel seperti *sprayer*, *blender*, neraca, alat pence- tak, dan alat kempa panas.
- e. Alat untuk pengujian papan partikel seperti gergaji potong, mikrometer, pH meter dan alat penguji sifat fisis mekanis.

## B. Metode Penelitian

### 1. Pembuatan Papan Partikel

Contoh uji papan partikel ini dibuat dengan perlakuan pendahuluan terhadap partikel kayu yaitu perendaman panas dan asetilasi, disamping itu dibuat pula papan partikel yang tidak diberi perlakuan pendahuluan sebagai kontrol. Ukuran



contoh uji yang diinginkan adalah 30cm x 30cm x 1cm dengan kerapatan 0,6 gram/cm<sup>3</sup>.

Tahap pembuatan papan partikel adalah sebagai berikut:

**a. Persiapan Partikel**

Selumbar yang masih merupakan partikel kasar diayak. Selumbar yang dipakai dalam pembuatan contoh uji ini yaitu yang lolos saringan 9 mm x 9 mm, tetapi tertahan oleh saringan 2 mm x 2 mm.

**b. Pengeringan Partikel**

Setelah diayak selumbar dikeringkan dalam oven dengan suhu 100-105°C sampai mencapai kadar air 2-5%. Selanjutnya diberikan perlakuan pendahuluan.

**c. Perlakuan Pendahuluan**

**1. Perendaman Panas Selumbar**

Selumbar kering udara dimasukkan ke dalam panci anti karat kemudian ditambahkan air sebanyak dua kali volume partikelnya. Selanjutnya dipanaskan di atas kompor gas pada suhu 80°C-90°C selama dua jam. Untuk mengamati suhu digunakan termometer yang diamati secara periodik. Setelah perendaman, partikel dikeringkan di dalam oven sampai mencapai kadar air 2-5 %.

Setelah di oven, selumbar disimpan dalam kantong plastik dan ditutup rapat agar kadar airnya konstan, selanjutnya dipersiapkan untuk pembuatan contoh uji papan partikel.

## 2. Perlakuan Asetilasi.

Perlakuan pendahuluan berupa asetilasi dilakukan dengan konsentrasi yang berbeda berdasarkan berat per berat. Konsentrasi yang digunakan yaitu 10%, 20%, 30% dan 60%. Selain itu dibuat pula papan partikel yang tidak diberi perlakuan pendahuluan asetilasi maupun perendaman panas sebagai kontrol.

Selumbar yang telah dikeringkan dalam oven dan telah mencapai kadar air 2-5%, dicampur dengan anhidrida asetat yang berkonsentrasi 10 % selama 15 menit. Agar partikel dan anhidrida asetat dapat bercampur secara merata, digunakan alat penyemprot. Anhidrida dengan konsentrasi 10 % disemprotkan kedalam panci yang berisi partikel dan dilakukan secara bertahap. Begitu pula untuk konsentrasi anhidrida asetat yang lainnya (20%, 30% dan 60%) dikerjakan seperti prosedur di atas.



Setelah pencampuran antara selumbar dan anhidrida asetat, lalu panci anti karat tersebut ditutup rapat kemudian dimasukkan ke dalam oven dengan suhu  $120^{\circ}\text{C}$  selama 24 jam untuk terjadinya proses asetilasi. Untuk menghilangkan kelebihan anhidrida asetat, tutup panci dibuka dan pengovenan diteruskan selama 2 hari.

Selumbar yang telah diberi perlakuan pendahuluan kemudian dikeringkan sampai mencapai kadar air 2-5 %, kemudian dipersiapkan untuk dicampur dengan perekat.

#### d. Pencampuran Partikel dan Perekat

Perekat yang telah dipersiapkan terlebih dahulu sebanyak 10 % dari berat partikel kering tanur dicampur dengan partikel kering yang telah diberi perlakuan pendahuluan dalam suatu alat pencampur/*blender*. Selumbar dimasukan ke dalam *blender* kemudian disemprotkan perekat dengan bantuan alat penyemprot, sambil diputar secara manual sampai campuran tersebut merata.

#### e. Pembentukan Lembaran

Pembentukan lembaran dilakukan dengan cara menabur partikel secara merata pada

cetakan yang berukuran 35 cm x 35 cm dan ketebalan papan yang diinginkan adalah 1 cm. Hal yang perlu diperhatikan dalam pembentukan lembaran ini adalah keseragaman tebal dan kerapatan pada seluruh bagian contoh uji papan partikel yang dibuat.

#### f. Pengempaan

Pengempaan ada dua cara, yaitu pengempaan dingin dan pengempaan panas. Pengempaan dingin dilakukan dengan cara menginjak partikel dalam cetakan agar diperoleh lembaran yang lebih padat kemudian dibebani alat kempa dingin yang berupa besi seberat 50 kg, setelah itu dibiarkan beberapa saat. Sedangkan pengempaan panas dilakukan pada suatu alat kempa panas dengan ketebalan papan partikel 1 cm, suhu kempa 160°C, dan tekanan 24 kg/cm<sup>2</sup> selama 10 menit.

#### g. Pengkondisian

Papan partikel yang telah dibuat dibiarkan selama dua minggu agar kadar airnya sesuai dengan kadar air kesetimbangan. Papan partikel yang telah mengalami pengkondisian dipotong-potong untuk diuji sifat fisis dan mekanisnya.

## 2. Pengujian Contoh Uji

### a. Pengujian Pendahuluan

#### a.1. Kelarutan Kayu dalam Air Panas

Pada pengujian pendahuluan ini yang diuji adalah kadar zat ekstraktif selumbar-nya sebelum dan sesudah mendapat perlakuan . Kadar zat ekstraktif ditentukan dari larutan kayu dalam air panas berdasarkan TAPPI Standard T 1 m - 54.

Serbuk kayu karet kering udara dengan ukuran 40-60 mesh sebanyak 2 gram dicampur dengan 100 ml air destilata dalam gelas piala 400 ml, kemudian dipanaskan dalam sebuah penangas air dengan suhu 100 °C, selama 3 jam. Kemudian campuran tersebut dimasukkan ke dalam kertas saring lalu dikeringkan dalam oven pada suhu 100-105 °C hingga beratnya konstan. Nilai kelarutan kayu dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$K = \frac{A - (C - B)}{A} \times 100\%$$

Keterangan : K = kelarutan kayu (%)  
 A = berat awal kering oven (g)  
 B = berat cawan kosong (g)  
 C = berat kering konstan dengan cawan (g)

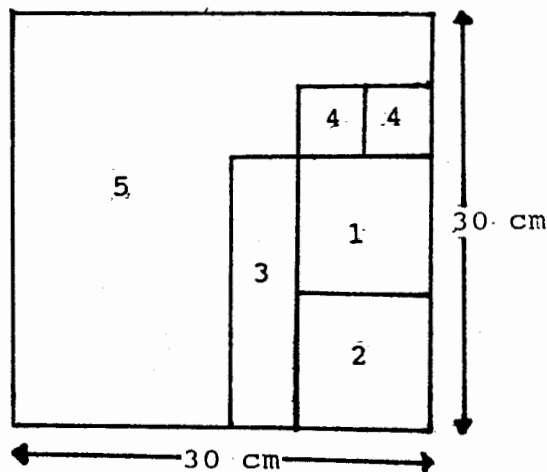
### a.2. pH Kayu

Serbuk kayu kering udara berukuran 40-60 mesh sebanyak 4 gram dicampur dengan air aquades sebanyak 100 ml pada suhu kamar dan dibiarkan selama dua jam sambil sering diaduk. Kemudian serbuk tersebut disaring dan pelarutnya diukur keasamannya dengan pH meter.

### b. Pengujian Sifat Papan Partikel

Pengujian sifat fisis dan mekanis papan partikel dilakukan berdasarkan Standar Industri Indonesia SII (0797 - 83). Pengujian contoh uji dilakukan setelah pengkondisian selama dua minggu. Sifat fisis yang diuji meliputi : kadar air kesetimbangan, kerapatan, penyerapan air dan pengembangan tebal. Sedangkan sifat mekanis yang diuji meliputi modulus patah (MOR), modulus elastisitas (MOE) dan keteguhan rekat internal (*internal bond*, IB). Pola pemotongan contoh uji disajikan pada Gambar 1.





**Gambar 1. Pola Pemotongan Contoh Uji Sifat Fisis dan Mekanis Papan Partikel**

- Keterangan :**
1. Contoh uji kadar air dan kerapatan dengan ukuran 10 cm x 10 cm
  2. Contoh uji penyerapan air dan pengembangan tebal 10 cm x 10 cm
  3. Contoh uji MOR dan MOE pada keadaan kering udara dengan ukuran 5 cm x 20 cm
  4. Contoh uji keteguhan rekat internal pada keadaan kering udara dan basah dengan ukuran 5 cm x 5 cm
  5. Untuk pengujian lainnya

#### 1). Kerapatan

Contoh uji yang digunakan berukuran 10 cm x 10 cm x 1 cm dalam keadaan kering oven kemudian ditimbang untuk mengetahui beratnya serta diukur panjang, lebar dan tebal untuk mengetahui volumenya. Nilai kerapatan dihitung dengan rumus :

$$\text{Kerapatan} = \frac{\text{berat contoh uji}}{\text{volume contoh uji}} \quad \text{g/cm}^3$$



## 2). Kadar Air Kesetimbangan

Contoh uji yang digunakan berukuran 10 cm x 10 cm x 1 cm ditimbang untuk mengetahui berat awalnya (BA), kemudian dimasukkan ke dalam oven dengan suhu 100-105 °C. Setelah beratnya konstan (berat kering tanur) contoh uji ditimbang kembali. Nilai kadar air dihitung dengan rumus :

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

Keterangan : KA = kadar air (%)  
BA = berat awal (g)  
BKT = berat kering tanur (g)

## 3). Penyerapan Air dan Pengembangan Tebal

Pengujian penyerapan air dan pengembangan tebal menggunakan contoh uji yang sama dengan ukuran 10 cm x 10 cm x 1 cm. Contoh uji diukur ketebalannya pada keempat sudut, kemudian dirata-ratakan ( $t_0$ ) serta ditimbang beratnya ( $b_0$ ). Setelah diukur contoh uji direndam dalam air selama 24 jam dan diukur kembali tebal ( $t_1$ ) dan beratnya ( $b_1$ ). Nilai penyerapan air dan pengembangan tebal papan partikel dihitung dengan rumus :

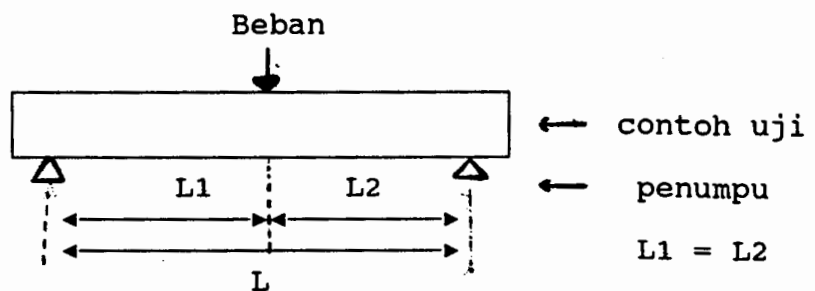
$$\text{Penyerapan air} = \frac{b_1 - b_0}{b_0} \times 100\%$$

$$\text{Pengembangan tebal} = \frac{t_1 - t_0}{t_0} \times 100\%$$

Keterangan :  $b_1$  = berat setelah perendaman (g)  
 $b_0$  = berat sebelum perendaman (g)  
 $t_1$  = tebal setelah perendaman (mm)  
 $t_0$  = tebal sebelum perendaman (mm)

#### 4). Modulus Patah (MOR)

Contoh uji yang digunakan berukuran 20 cm x 5 cm x 1 cm. Pengujian dilakukan pada kondisi kering udara dengan menggunakan mesin uji universal buatan Lohman-V Tarnogrochi, Esen Jerman Barat dengan dilengkapi deflektometer. Skema pengujian disajikan pada Gambar 2.



**Gambar 2. Skema Pengujian Modulus Patah dan Modulus Elastisitas**

Keterangan :  $L$  = jarak sangga  
 = 15x tebal, tetapi tidak  
 = kurang dari 15 cm.

Beban diberikan dengan kecepatan 70 kg/menit sampai beban maksimum, yaitu sampai contoh uji patah. Nilai modulus patah dihitung dengan rumus :

$$MOR = \frac{3 \times P_m \times L}{2 b d^2} \quad \text{Kg/cm}^2$$

Keterangan : MOR = modulus patah (kg/cm<sup>2</sup>)  
 P<sub>m</sub> = beban maksimum sampai batas patah (kg)  
 L = jarak sangga (cm)  
 b = lebar contoh uji (cm)  
 d = tebal contoh uji (cm)

#### 5). Modulus Elastistas (MOE)

Contoh uji yang digunakan sama dengan contoh uji untuk pengujian MOR. Data yang dicatat adalah selang beban dimana papan partikel belum mengalami kerusakan (patah) serta besarnya defleksi untuk setiap selang beban yang digunakan. MOE dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$MOE = \frac{P L^3}{4 b d^3 y} \quad \text{kg/cm}^2$$

Keterangan :

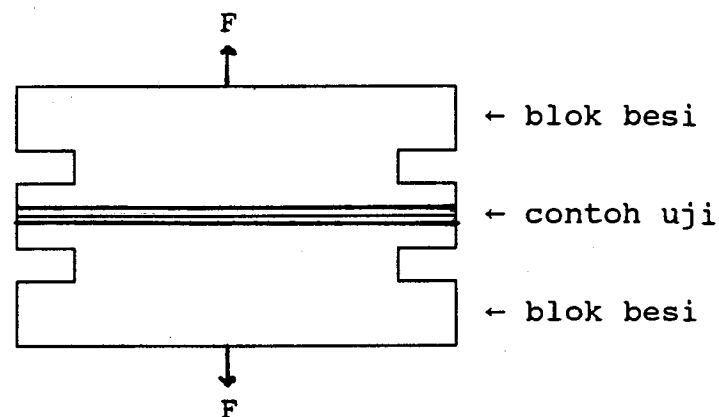
MOE = modulus elastisitas (kg/cm<sup>2</sup>)  
 P = beban di bawah batas proporsi (kg)  
 Y = besar defleksi untuk beban P (cm)

#### 6). Keteguhan Rekat Internal

Contoh uji yang digunakan berukuran 5 cm x 5 cm x 1 cm. Kedua permukaan

contoh uji direkat pada suatu blok dengan perekat epoksi dan dibiarkan selama 24 jam agar terjadi perekatan yang sempurna. Pengujian dilakukan dalam kondisi kering udara dan kondisi basah. Untuk pengujian pada kondisi kering udara dapat segera dilakukan, sedangkan untuk kondisi basah contoh uji bersama dengan blok besi direbus terlebih dahulu pada suhu  $100^{\circ}\text{C}$  selama 2 jam setelah itu segera dilakukan pengujian, yaitu dengan cara menarik dua blok besi tersebut dengan kecepatan tetap sampai beban maksimum, yaitu sampai ikatan internalnya lepas atau contoh uji terkelupas menjadi dua bagian.

Skema pengujian dapat dilihat pada Gambar 3.



**Gambar 3. Skema Pengujian Keteguhan Rekat Internal**

Nilai keteguhan rekat internal kering udara maupun basah ditentukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$IB = \frac{B_m}{p \times l} \text{ kg/cm}^2$$

Keterangan :

IB = keteguhan rekat internal (kg/cm<sup>2</sup>)  
 B<sub>m</sub> = beban maksimum (kg)  
 p = panjang (cm)  
 l = lebar (cm)

### C. Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan dalam penelitian ini mengikuti pola acak lengkap. Perlakuan adalah asetilasi 10%, 20%, 30%, 60%, perendaman panas dan tidak diberi perlakuan sebagai kontrol. Respon yang di uji adalah sifat fisis yang meliputi kerapatan, kadar air kesetimbangan, penyerapan air dan pengembangan tebal, sedangkan sifat mekanis yang diuji adalah modulus patah (MOR), modulus elastisitas (MOE) dan keteguhan rekat internal.

Setiap perlakuan dilakukan empat kali ulangan, sehingga diperlukan contoh uji sebanyak 24 papan partikel. Model umum rancangan acak lengkap adalah sebagai berikut (Sudjana, 1985).

$$Y_{ij} = u + t_j + e_{ij}$$



Keterangan :  $i j$  = nilai pengamatan yang diperoleh dari ulangan ke- $i$  dan perlakuan ke- $j$ .

$u$  = efek umum atau efek rata-rata sebenarnya

$t j$  = efek sebenarnya dari perlakuan ke- $j$

$eij$  = efek sisa dari unit percobaan ke- $i$  yang berasal dari perlakuan ke- $j$ .

Untuk melihat adanya pengaruh perlakuan terhadap respon yang diukur maka dilakukan analisis keragaman dan uji F, dengan membandingkan F tabel dan F hitung pada tingkat kepercayaan 95% dan 99%.

Jika  $F \text{ hitung} < F \text{ tabel}$ , maka perlakuan tidak berpengaruh nyata pada suatu tingkat kepercayaan dan jika  $F \text{ hitung} > F \text{ tabel}$  berarti perlakuan berpengaruh nyata pada suatu tingkat kepercayaan.

Selanjutnya untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan perlakuan dilakukan uji beda rata-rata menurut prosedur Duncan seperti berikut :

$$D = SSR \times Sy$$

Keterangan :  $D$  = Nilai untuk membandingkan setiap perlakuan.

$SSR$  = Significant studentized Range

$Sy$  = Simpangan baku yang dihitung dengan rumus :

$$Sy = \sqrt{\frac{KTS}{n}}$$



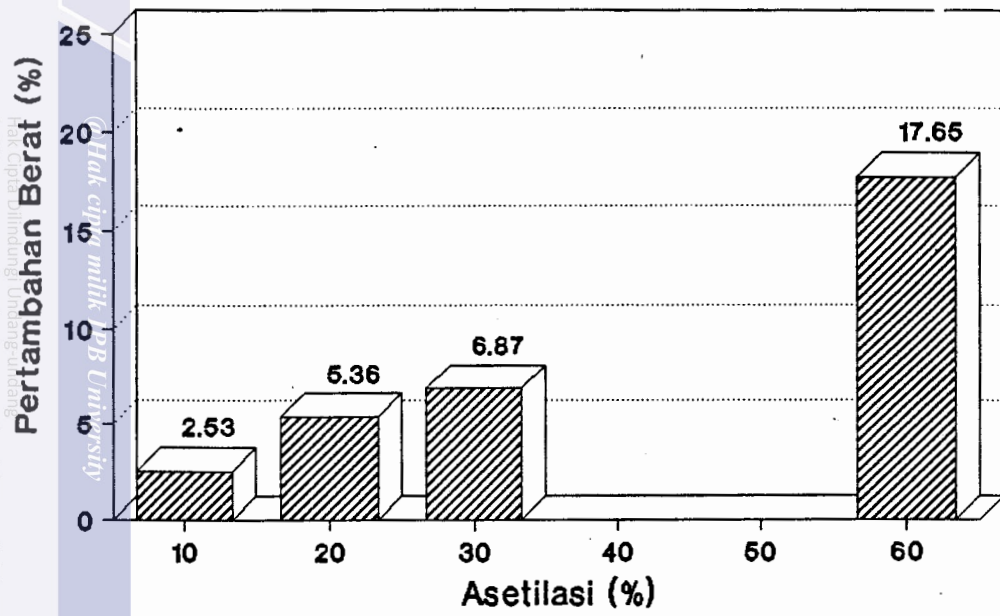
## IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Pertambahan Berat

Hasil Asetilasi pada kayu secara lengkap dapat dilihat pada Lampiran 2. Nilai persen pertambahan berat (WPG) untuk tingkat asetilasi 10 %, 20%, 30% dan 60% adalah 2,53%, 5,36%, 6,87% dan 17,65%.

Asetilasi kayu dapat menyebabkan terjadinya pertambahan berat, semakin tinggi tingkat asetilasi, pertambahan berat semakin tinggi. Pertambahan berat yang tertinggi ditunjukkan oleh tingkat penambahan anhidrida asetat 60% dengan WPG 17,65%. Hal ini diduga karena dengan meningkatnya tingkat asetilasi menyebabkan meningkatnya kadar asetil yang menggantikan gugus OH. Hal ini sesuai dengan pendapat Rowell (1984) yang menyebutkan reaksi asetilasi merupakan reaksi satu tapak (*single site reaction*) dimana satu asetil pergugus hidroksil tanpa ada polimerisasi, yang juga berarti pertambahan berat asetil dapat dikonversikan langsung ke dalam unit hidroksil yang bereaksi.

Menurut Hadi (1991) pencirian proses asetilasi kayu dapat pula dilakukan lewat persen pertambahan berat (WPG, *Weight Percent Gain*) sebelum dan sesudah reaksi berlangsung. Selanjutnya dikatakan pula bahwa WPG merupakan pertanda banyaknya anhidrida asetat yang bereaksi dengan kayu.



**Gambar 4. Histogram Pertambahan Berat pada Berbagai Tingkat Asetilasi**

## B. Pengujian Pendahuluan

### 1. Kadar Zat Ekstraktif Kayu

Nilai kadar zat ekstraktif kayu secara lengkap disajikan di Lampiran 3. Dari hasil penelitian didapat nilai rata-rata kadar zat ekstraktif tanpa perlakuan pendahuluan, asetilasi pada tingkat WPG 2,53%, 5,36%, 6,87% dan 17,65% serta perendaman panas berturut-turut adalah 6,68%, 7,46%, 6,34%, 6,21%, 2,97% dan 4,24 %

Untuk mengetahui pengaruh perlakuan pendahuluan terhadap kadar zat ekstraktif kayu dilakukan analisis keragaman yang hasilnya disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Analisis Keragaman Kadar Zat Ekstraktif

Sumber Keragaman	db	Jumlah Kwadrat	Kwadrat Tengah	F hit
Perlakuan	5	57,220	11,444	81,278**
Kesalahan Percobaan	18	2,534	1,408 x 10 <sup>-1</sup>	
Total	23	59,754		

Berdasarkan uji F pada Tabel 1, perlakuan pendahuluan sangat berpengaruh terhadap kadar zat ekstraktif kayu (F hitung > F tabel) pada taraf nyata 1%.

Untuk mengetahui pengaruh perlakuan mana yang berbeda nyata dilakukan uji beda rata-rata Duncan sebagai berikut:

P1	P0	P2	P3	P5	P4
7,455	6,678	6,340	6,207	4,237	2,965

Keterangan : P0 = kontrol, P1, P2, P3 dan P4 masing-masing adalah tingkat asetilasi dengan WPG 2,53%, 5,36%, 6,87% dan 17,65%, P5 = perendaman panas, — = tidak beda nyata

Dari hasil uji beda rata-rata Duncan ternyata perlakuan asetilasi pada tingkat WPG 5,36%, 6,87% dan kontrolnya tidak berbeda nyata, sedangkan perlakuan asetilasi dengan WPG 2,53% berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Perlakuan perendaman panas berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Perlakuan asetilasi

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang  
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber;  
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah  
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.  
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

dengan kadar WPG 17,65% berbeda nyata dengan perlakuan perlakuan lainnya.

Perlakuan asetilasi dengan kadar WPG 2,53% kadar zat ekstraktifnya lebih besar daripada perlakuan lainnya. Hal ini diduga karena perlakuan asetilasi dengan kadar WPG tersebut belum dapat mendegradasi zat ekstraktif, karena distribusi bahan kimia dalam dinding sel tidak sama, sehingga zat ekstraktif belum terlarut. Hal ini sesuai dengan Rowell (1984) yang mengemukakan syarat bahan kimia yang digunakan dalam asetilasi harus mampu mengembangkan holoselulosa dan lignin untuk masuknya anhidrida asetat. Jika tidak demikian perlu ditambahkan larutan lain untuk membantu mempermudah masuknya larutan stabilisator (anhidrida asetat) ke dalam kayu.

Perlakuan perendaman panas mempunyai kadar zat ekstraktif yang lebih rendah dari pada kontrol, asetilasi kadar WPG 2,53%, 5,36%, dan 6,87%. Hal ini diduga karena adanya pengaruh energi berupa panas dengan suhu 80-90°C yang dapat melarutkan zat ekstraktif tertentu. Zat ekstraktif yang larut air panas antara lain gula sederhana, tanin, garam dan senyawa fenolik.

Perlakuan asetilasi dengan kadar WPG 17,65 % mempunyai nilai zat ekstraktif yang terendah. Hal ini diduga karena proses asetilasi selain menghasilkan produk utama ester juga menghasilkan produk samping



berupa asam asetat yang mampu menghidrolisis beberapa bagian komponen kayu termasuk zat ekstraktif. Dengan semakin tingginya WPG diduga akan semakin banyak gugus asetil yang bereaksi dengan gugus hidroksil. Hal ini sesuai dengan pendapat Risi dan Arsenau (1957) yang mengemukakan pertambahan berat asetil (acetyl content) yang dinyatakan dalam prosen berat serat kering setelah perlakuan terhadap berat serat kering kontrol (tanpa perlakuan).

## 2. pH Larutan

Hasil pengujian pH larutan secara lengkap dapat dilihat di Lampiran 4. Nilai rata-rata pH larutan masing-masing untuk kontrol, asetilasi dengan tingkat WPG 2,53%, 5,36%, 6,87%, 17,65% dan perendaman panas adalah 5,75, 4,59, 4,64, 4,72, 5,13 dan 5,24

Untuk mengetahui pengaruh perlakuan pendahuluan terhadap pH larutan dilakukan analisis keragaman yang hasilnya disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Analisis Keragaman pH Larutan

Sumber Keragaman	db	Jumlah Kwadrat	Kwadrat Tengah	F hit
Perlakuan	5	4,024	$8,047 \times 10^{-1}$	339,02**
Kesalahan Percobaan	18	$4,273 \times 10^{-2}$	$2,374 \times 10^{-3}$	
Total	23	4,066		

Berdasarkan uji F pada Tabel 2, perlakuan pedahu-  
luan sangat berpengaruh terhadap pH larutan (F hitung >  
F Tabel) pada taraf nyata 1%

Untuk mengetahui pengaruh perlakuan mana yang  
berbeda nyata dilakukan uji beda rata-rata Duncan  
sebagai berikut:

P0	P5	P4	P3	P2	P1
5,745	5,235	5,127	4,718	4,642	4,585

Keterangan : P0 = kontrol, P1, P2, P3 dan P4 masing-  
masing adalah tingkat asetilasi dengan  
WPG 2,53%, 5,36%, 6,87% dan 17,65%,  
P5 = perendaman panas, — = tidak  
berbeda nyata.

Dari hasil uji beda rata-rata Duncan, ternyata  
pengaruh perlakuan asetilasi dengan WPG 6,87% dan  
5,36% tidak berbeda nyata, tetapi berbeda nyata dengan  
kontrol, perendaman panas dan asetilasi dengan WPG  
17,65%. Pengaruh perlakuan asetilasi dengan WPG 2,53%  
dan WPG 5,36% tidak berbeda nyata, tetapi berbeda  
nyata dengan kontrol, perlakuan perendaman panas dan  
asetilasi WPG 17,65%.

Perlakuan asetilasi berpengaruh terhadap keasaman  
partikel dengan semakin meningkatnya WPG. Nilai pH  
partikel meningkat, hal ini diduga karena dengan  
meningkatnya WPG maka ikatan antara asetil dengan kayu  
semakin kuat sehingga zat yang larut semakin kecil.

Selain itu kadar zat ekstraktifnya semakin kecil, dimana zat ekstraktif ini mempengaruhi keasaman larutan.

Perlakuan perendaman panas mempunyai nilai pH yang lebih rendah dari pada kontrolnya. Hal ini diduga karena dengan adanya perendaman panas dapat menyebabkan zat ekstraktif larut atau menempel di zat kayu sehingga bersifat asam.

Pada serbuk yang diberi perlakuan asetilasi dengan kadar WPG 2,53%, 5,36% serta 6,87% mempunyai pH yang lebih rendah dari perlakuan lainnya. Hal ini diduga karena disamping kadar zat ekstraktifnya yang lebih besar juga adanya pengaruh asetilasi. Pada proses asetilasi tidak semua anhidrida menguap sehingga masih ada sisa asam asetat pada selumbar yang menyebabkan sifat asam. Hal ini sesuai dengan pendapat Hadi (1991) yang mengemukakan walaupun selumbar telah dicuci setelah proses asetilasi, tidak semua anhidrida asetat bereaksi dengan selumbar sehingga masih terdapat sisa anhidrida asetat pada selumbar tersebut.

### C. Sifat Fisis dan Mekanis Papan Partikel

#### 1. Kerapatan Papan Partikel

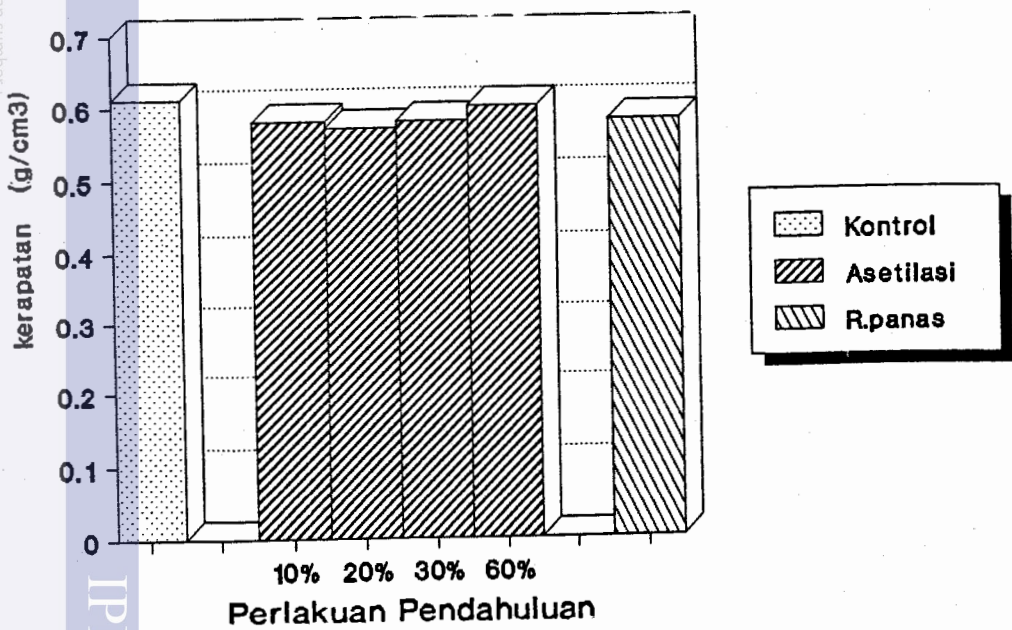
Hasil pengujian kerapatan papan partikel secara lengkap dapat dilihat di Lampiran 5. Nilai rata-rata kerapatan papan partikel kontrol, tingkat asetilasi

dengan WPG 2,53%, 5,36%, 6,87%, 17,65% dan perendaman panas berturut-turut adalah 0,61 g/cm<sup>3</sup>, 0,58 g/cm<sup>3</sup>, 0,57 g/cm<sup>3</sup>, 0,58 g/cm<sup>3</sup>, 0,60 g/cm<sup>3</sup> dan 0,58 g/cm<sup>3</sup>.

Untuk mengetahui pengaruh perlakuan pendahuluan terhadap kerapatan papan partikel dilakukan analisis keragaman yang hasilnya disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Analisis Keragaman Kerapatan Papan Partikel

Sumber Keragaman	db	Jumlah Kwadrat	Kwadrat Tengah	F hit
Perlakuan	5	$3,1333 \times 10^{-3}$	$6,267 \times 10^{-4}$	0,85 tn
Kesalahan Percobaan	18	$1,325 \times 10^{-2}$	$7,3611 \times 10^{-4}$	
Total	23	$1,6383 \times 10^{-2}$		



Gambar 5. Kerapatan Papan Partikel untuk Setiap Perlakuan dan Tanpa Perlakuan



Berdasarkan uji F pada Tabel 3, perlakuan pendahuluan tidak berpengaruh nyata terhadap kerapatan papan partikel ( $F_{hitung} < F_{Tabel}$ ).

Menurut Kelly (1977), kerapatan papan partikel tergantung kepada kerapatan kayu asalnya dan tekanan yang diberikan pada waktu pengempaan panas.

Pada penelitian ini contoh uji dibuat dari jenis kayu yang sama serta tekanan yang diberikan sama. Selain itu jumlah perekat serta partikel dibuat dalam jumlah yang sama sehingga kerapatannya relatif sama.

2. Kadar Air Papan Partikel

Hasil pengujian kadar air papan partikel secara lengkap dapat dilihat di Lampiran 6. Nilai rata-rata kadar air papan partikel kontrol, asetilasi dengan tingkat WPG 2,53%, 5,36%, 6,87%, 17,65% dan perendaman panas berturut-turut adalah 11,08%, 9,83%, 9,73%, 9,66%, 8,61% dan 10,18%.

Untuk mengetahui pengaruh perlakuan pendahuluan terhadap kadar air papan partikel dilakukan analisis keragaman yang hasilnya disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Analisis Keragaman Kadar air Papan Partikel

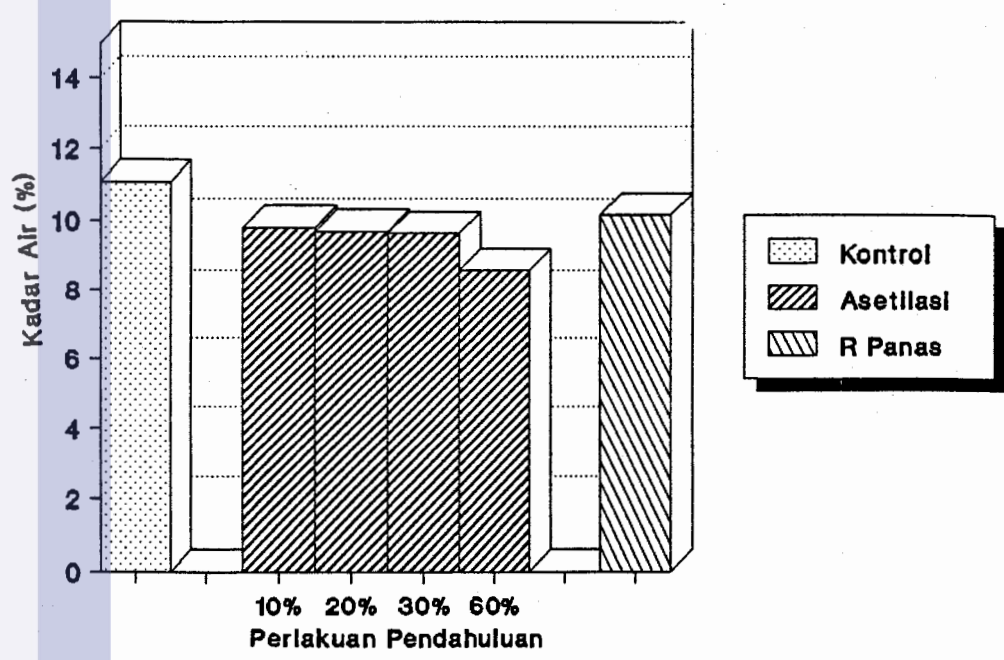
Sumber Keragaman	db	Jumlah Kwadrat	Kwadrat Tengah	F hit
Perlakuan	5	12,903	2,5809	46,34 **
Kesalahan Percobaan	18	1,0025	5,5693 x 10 <sup>2</sup>	
Total	23	13,905		

Berdasarkan uji F pada Tabel 4, perlakuan pendahuluan sangat berpengaruh terhadap kadar air papan partikel ( $F_{hitung} > F_{Tabel}$ ) pada taraf nyata 1%.

Untuk mengetahui pengaruh perlakuan mana yang berbeda nyata dilakukan uji beda rata-rata Duncan sebagai berikut:

P0	P5	P1	P2	P3	P4
11.08	10.19	9.827	9.728	9.662	8.607

Keterangan : P0 = kontrol, P1, P2, P3 dan P4 masing-masing adalah tingkat asetilasi dengan WPG 2,53%, 5,36%, 6,87% dan 17,65%, P5 = perendaman panas, — = tidak beda nyata



Gambar 6. Kadar Air Papan Partikel Untuk Setiap Perlakuan dan Tanpa Perlakuan

1. Dianggap mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :  
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah  
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.  
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



Dari hasil uji beda rata-rata Duncan ternyata perlakuan perendaman panas, asetilasi dengan WPG 2,53%, 5,36% tidak berbeda nyata tetapi ketiganya berbeda nyata dengan kontrolnya. Perlakuan asetilasi dengan WPG 6,87% berbeda nyata dengan perlakuan perendaman panas, tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan asetilasi dengan WPG 2,53% dan 5,36%. Perlakuan asetilasi dengan kadar WPG 17,65% berbeda nyata dengan semua perlakuan lainnya.

Perlakuan perendaman panas kadar airnya lebih kecil daripada kontrol. Hal ini diduga dari kadar zat ekstraktifnya. Dengan adanya perlakuan perendaman panas kadar zat ekstraktif dapat terlarut, sehingga memudahkan perekat untuk masuk ke dalam rongga sel atau zat ekstraktif yang tidak terbuang dapat menghalangi masuknya air. Hal ini sesuai dengan pendapat Hadi (1990) yang menyatakan bahwa perlakuan perendaman berupa perendaman dingin maupun panas pada selumbar kayu karet menurunkan kadar air papan partikelnya.

Perlakuan asetilasi pada berbagai tingkat WPG berbeda nyata dengan kontrolnya. Hal ini diduga karena dengan perlakuan asetilasi terjadi substitusi gugus OH oleh asetil yang menyebabkan partikel kayu lebih hidrofobik sehingga uap air yang diserap disekitarnya lebih sedikit. Hal ini sesuai dengan pendapat Rowell dan Youngquist dan Sach (1987) dalam Hadi (1991) mengemukakan bahwa selumbar yang diasetilasi

titik jenuh serat kadar air kesetimbangannya lebih kecil daripada kontrolnya.

Menurut Hadi (1991) asetilasi dengan WPG yang lebih besar menurunkan kadar air yang lebih besar pula. Selanjutnya Rowell dan Konkol (1989) mengemukakan bahwa kadar air kesetimbangan serat terasetilasi jauh lebih rendah daripada kontrolnya dengan semakin tinggi WPG. Dalam penelitian ini asetilasi dengan WPG 17,65% menunjukkan kadar air yang paling rendah hal ini diduga kadar WPG tersebut mensubstitusi OH lebih banyak dari perlakuan asetilasi lainnya, sehingga partikelnya lebih hidrofob.

Standar Industri Indonesia ( SII 0797 -83) telah menetapkan kadar air kesetimbangan maksimum papan partikel sebesar 14 %. Dari hasil penelitian ini seperti disajikan di Lampiran 6, ternyata semua papan partikel memenuhi standar tersebut.

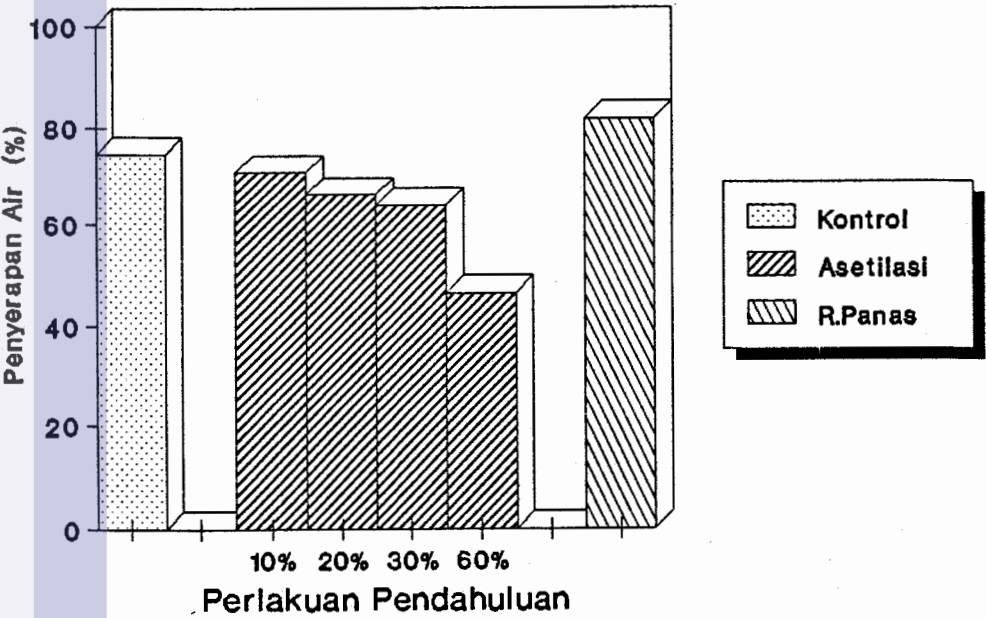
### 3. Penyerapan Air Papan Partikel

Hasil pengujian penyerapan air papan partikel secara lengkap dapat dilihat di Lampiran 7. Nilai rata-rata penyerapan air papan partikel kontrol, asetilasi dengan tingkat WPG 2,53%, 5,36%, 6,87%, 17,65% dan perendaman panas berturut-turut adalah 74,52%, 70,81%, 66,15%, 63,97%, 46,38% dan 81,75%.

Untuk mengetahui pengaruh perlakuan pendahuluan terhadap penyerapan air papan partikel dilakukan analisis keragaman yang hasilnya disajikan di Tabel 5.

Tabel 5. Analisis Keragaman Penyerapan Air Papan Partikel

Sumber Keragaman	db	Jumlah Kwadrat	Kwadrat Tengah	F hit
Perlakuan	5	2893,50	578,69	7,09 **
Kesalahan Percobaan	18	1469,50	81,64	
Total	23	4363,00		



Gambar 7. Penyerapan Air Papan Partikel untuk Setiap Perlakuan dan Tanpa Perlakuan

Berdasarkan uji F pada Tabel 5, perlakuan pendahuluan sangat berpengaruh terhadap penyerapan air papan partikel ( $F_{hitung} > F_{Tabel}$ ) pada taraf nyata 1%.

Untuk mengetahui pengaruh perlakuan mana yang berbeda nyata dilakukan uji beda rata-rata Duncan sebagai berikut:

P5	P0	P1	P2	P3	P4
81,75	74,52	70,81	66,15	63,97	46,38

Keterangan : P0 = kontrol, P1, P2, P3 dan P4 masing-masing adalah tingkat asetilasi dengan WPG 2,53%, 5,36%, 6,87% dan 17,65%, P5 = perendaman panas — = tidak beda nyata

Dari uji beda rata-rata Duncan terlihat perlakuan perendaman panas, asetilasi dengan WPG 2,53%, 5,36%, 6,87% dan kontrolnya tidak berbeda nyata. Asetilasi dengan WPG 6,87 dan 17,65% tidak berbeda nyata, tetapi perlakuan asetilasi dengan WPG 17,65% berbeda nyata dengan perlakuan lainnya.

Perlakuan perendaman panas mempunyai nilai penyerapan air yang lebih tinggi dibanding perlakuan lainnya. Hal ini diduga setelah perendaman panas tidak semua zat ekstraktif terbuang, tetapi menempel di dinding sel atau partikel, sehingga akan menghalangi proses perekatan serta mengurangi kekompakan papan partikel dan penyerapan airnya tinggi. Hal ini didukung oleh Nguyen (1975) bahwa zat ekstraktif tertentu kemungkinan menutupi permukaan kayu dan menurunkan kemampuan perekat menembus dinding sel.

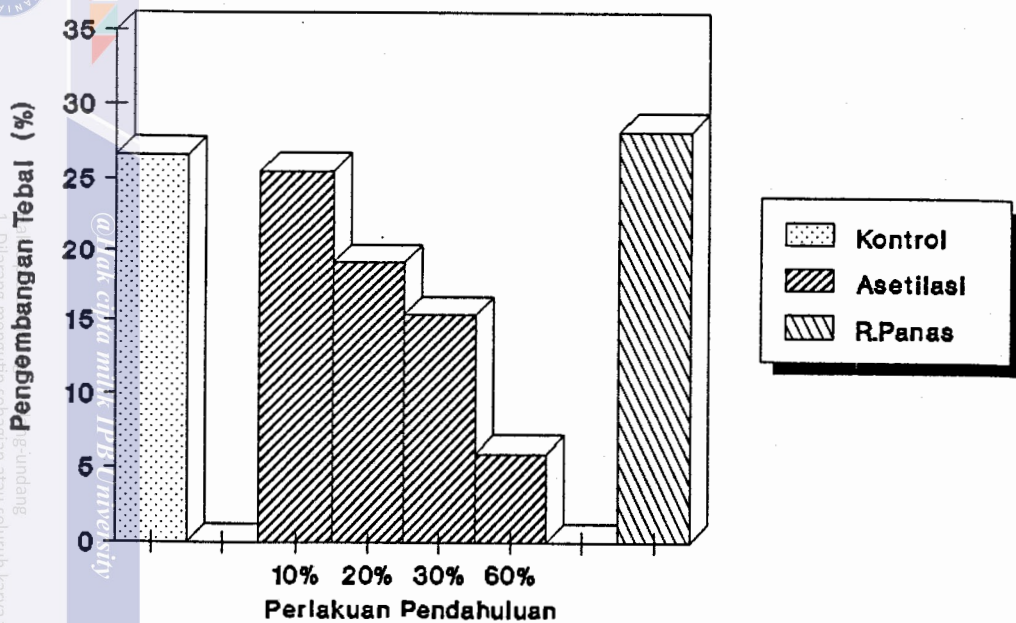


Perlakuan asetilasi dengan WPG 17,65% mempunyai nilai penyerapan air yang paling rendah dibanding dengan perlakuan lainnya. Hal ini diduga partikel dengan WPG 17,65% kadar zat ekstraktifnya paling rendah sehingga sifat papan partikelnya lebih baik dari yang lainnya. Dengan perlakuan asetilasi papan partikel menjadi lebih hidrofob. Semakin tinggi konsentrasi anhidrida asetat menyebabkan semakin banyaknya gugus OH yang tersubstitusi oleh asetil. Hal ini sesuai dengan pendapat Rowell, Tillman dan Simonson (1986) dalam Hadi (1991) yang menyatakan tingkat higroskopisitas papan partikel menurun dengan meningkatnya WPG selumbar.

Menurut FAO penyerapan air setelah direndam selama 24 jam adalah 20-70% . Dari hasil penelitian ini yang memenuhi standar adalah perlakuan asetilasi dengan kadar WPG 5,36%, 6,87% dan 17,65% sedangkan perlakuan perendaman panas, kontrol dan asetilasi dengan WPG 2,53% tidak memenuhi standar.

#### 4. Pengembangan Tebal

Hasil pengujian pengembangan tebal papan partikel secara lengkap dapat dilihat di Lampiran 8. Nilai rata-rata pengembangan tebal papan partikel kontrol, asetilasi dengan tingkat WPG 2,53%, 5,36%, 6,87%, 17,65% dan perendaman panas berturut-turut adalah 26,56%, 25,48%, 19,97%, 15,46%, 5,91% dan 28,22%.



**Gambar 8. Pengembangan Tebal Papan Partikel untuk Setiap Perlakuan dan Tanpa Perlakuan**

Untuk mengetahui pengaruh perlakuan pendahuluan terhadap pengembangan tebal papan partikel dilakukan analisis keragaman yang hasilnya disajikan pada Tabel 6.

**Tabel 6. Analisis Keragaman Pengembangan Tebal Papan Partikel**

Sumber Keragaman	db	Jumlah Kwadrat	Kwadrat Tengah	F hit
Perlakuan	5	1437,700	287,540	18,010 **
Kesalahan Percobaan	18	287,370	15,965	
Total	23	1725,100		

Berdasarkan uji F pada Tabel 6, perlakuan pendahuluan sangat berpengaruh terhadap pengembangan



tebal papan partikel ( $F_{hitung} > F_{Tabel}$ ) pada taraf nyata 1%.

Untuk mengetahui pengaruh perlakuan mana yang berbeda nyata dilakukan uji beda rata-rata Duncan sebagai berikut:

P5	P0	P1	P2	P3	P4
28,22	26,56	25,48	19,97	15,46	5,91

Keterangan : P0 = kontrol, P1, P2, P3 dan P4 masing-masing adalah tingkat asetilasi dengan WPG 2,53%, 5,36%, 6,87% dan 17,65%, P5 = perendaman panas, — = tidak berbeda nyata

Perlakuan perendaman panas, kontrol dan perlakuan asetilasi WPG 2,53%, tidak berbeda nyata. Perlakuan perendaman panas berbeda nyata dengan perlakuan asetilasi WPG 5,36%, 6,87% dan 17,65%. Asetilasi dengan kadar WPG 5,36% dan 6,87% tidak berbeda nyata tetapi keduanya berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Perlakuan asetilasi dengan kadar WPG 17,65% berbeda nyata dengan perlakuan lainnya.

Perlakuan perendaman panas berbeda nyata dengan perlakuan asetilasi yang berkadar WPG lebih besar dari 5,36%. Hal ini diduga karena asetilasi menyebabkan gugus OH disubstitusi oleh asetil sehingga papan partikel lebih hidrofob, sedangkan dengan perlakuan

asetilasi WPG 2,53% tidak berbeda nyata. Ini diduga karena kandungan zat ekstraktifnya lebih besar dari pada perlakuan perendaman panas, sehingga mengganggu pada proses perekatan dan sifat papan menjadi tidak baik. Hal ini sejalan dengan pendapat Pizzi (1983) yang mengemukakan zat ekstraktif dapat menghambat proses perekatan secara fisis maupun kimia, sehingga dengan berkurangnya zat ekstraktif kontak antara perekat dan kayu menjadi lebih baik.

Papan partikel yang diberi perlakuan asetilasi dengan kadar WPG 17,65% mempunyai pengembangan tebal yang paling rendah. Ini diduga karena perlakuan asetilasi dengan kadar WPG tersebut mensubstitusi OH lebih banyak dari pada perlakuan asetilasi lainnya. Hal ini sejalan dengan pendapat Rowell (1984) yang mengemukakan asetilasi adalah reaksi satu tapak artinya satu gugus asetil per gugus hidroksil, tidak ada polimerisasi. Ini juga berarti penambahan bobot asetil dapat dikoversikan langsung ke dalam unit hidroksil yang bereaksi. Rowell dan Konkol (1987) mengemukakan asetilasi kayu dengan WPG 15-20% dapat mengurangi pengembangan volume sebesar 20-25% bila kayu tersebut direndam dalam air.

Pengembangan tebal maksimum papan partikel menurut Standar Indonesia setelah contoh uji direndam selama 24 jam untuk mutu I adalah 20 %.



Dari hasil penelitian ini yang memenuhi persyaratan tersebut adalah perlakuan asetilasi dengan WPG 5,36%, 6,87% dan WPG 17,65 % sedangkan perlakuan lainnya tidak memenuhi standar.

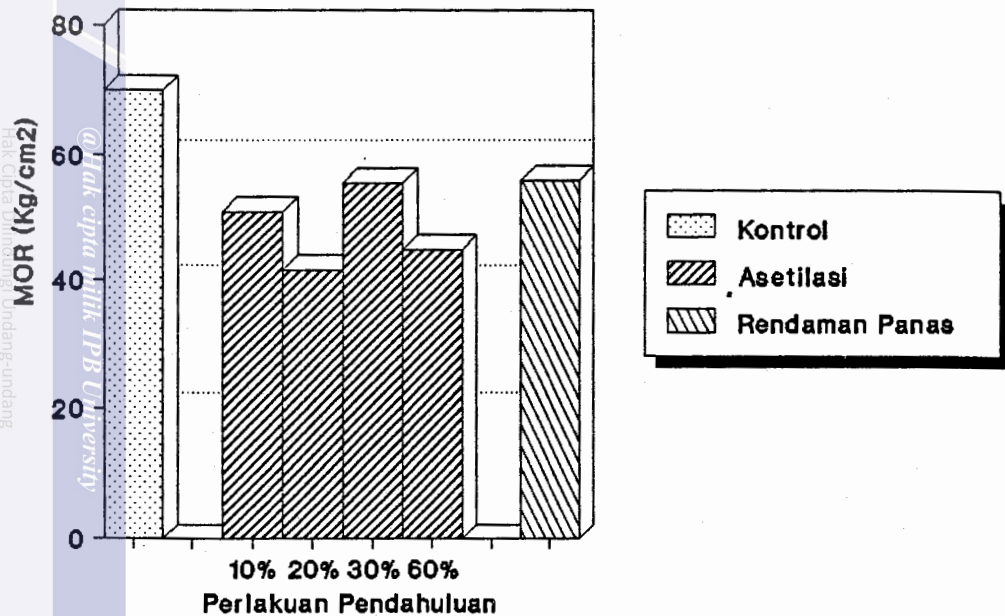
### 5. Modulus Patah (MOR)

Hasil pengujian modulus patah papan partikel secara lengkap dapat dilihat di Lampiran 9. Nilai rata-rata modulus patah papan partikel kontrol, asetilasi dengan tingkat WPG 2,53%, 5,36%, 6,87%, 17,65% dan perendaman panas berturut-turut adalah 70,03 kg/cm<sup>2</sup>, 51,00 kg/cm<sup>2</sup>, 41,68 kg/cm<sup>2</sup>, 55,58 kg/cm<sup>2</sup>, 44,84 kg/cm<sup>2</sup>, 55,96 kg/cm<sup>2</sup>

Untuk mengetahui pengaruh perlakuan pendahuluan terhadap modulus patah papan partikel dilakukan analisis keragaman yang hasilnya disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Analisis Keragaman Modulus Patah (MOR) Papan Partikel

Sumber Keragaman	db	Jumlah Kwadrat	Kwadrat Tengah	F hit
Perlakuan	5	2017,10	403,43	1,53 tn
Kesalahan Percobaan	18	4742,10	263,45	
Total	23	6759,30		



**Gambar 9. Modulus Patah untuk Setiap Perlakuan dan Tanpa Perlakuan.**

Berdasarkan uji F pada Tabel 7, perlakuan pendahuluan tidak berpengaruh nyata terhadap modulus patah papan partikel ( $F_{hitung} < F_{Tabel}$ )

Menurut Djalal (1984) modulus patah dan modulus elastisitas lembaran papan partikel dipengaruhi oleh kerapatan kayu asal. Dalam penelitian ini digunakan bahan baku dari jenis kayu yang sama dan kerapatan papan partikelnya relatif sama, sehingga diduga menyebabkan modulus patah tidak berbeda nyata akibat adanya perlakuan pendahuluan.



6. Modulus Elastisitas (MOE)

Hasil pengujian modulus elastisitas papan partikel secara lengkap dapat dilihat di Lampiran 10. Nilai rata-rata modulus elastisitas papan partikel kontrol, asetilasi dengan tingkat WPG 2,53%, 5,36%, 6,87%, 17,65% dan perendaman panas adalah 4370,96 kg/cm<sup>2</sup>, 4331,78 kg/cm<sup>2</sup>, 4170,24 kg/cm<sup>2</sup>, 4568,29 kg/cm<sup>2</sup>, 5249,00 kg/cm<sup>2</sup>, 3846,64 kg/cm<sup>2</sup>.

Untuk mengetahui pengaruh perlakuan pendahuluan terhadap modulus elastisitas papan partikel dilakukan analisis keragaman yang hasilnya disajikan pada Tabel 8.

Tabel 8. Analisis Keragaman Modulus Elastisitas Papan Partikel

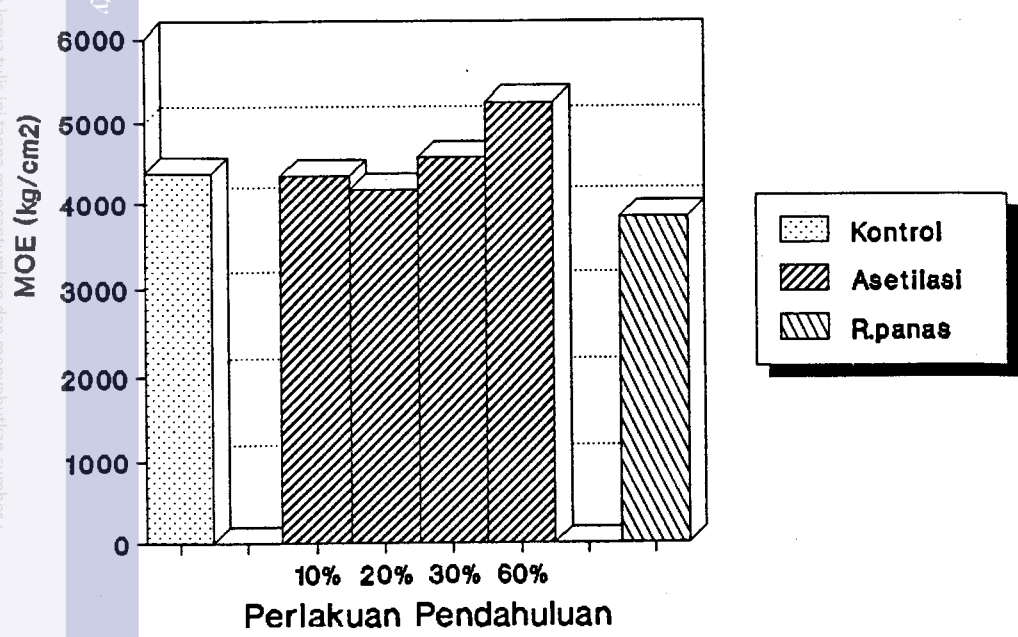
Sumber Keragaman	db	Jumlah Kwadrat	Kwadrat Tengah	F hit
Perlakuan	5	2017,10	403,43	1,53 tn
Kesalahan Percobaan	18	4742,10	263,45	
Total	23	6759,30		

Berdasarkan uji F pada Tabel 8, perlakuan pendahuluan tidak berpengaruh nyata terhadap modulus elastisitas papan partikel (F hitung < F Tabel)

Menurut Kelly (1977) kerapatan papan partikel, geometri partikel dan orientasi partikel sangat

berpengaruh terhadap modulus elastisitas. Selanjutnya dikatakan terdapat hubungan yang linear antara modulus elastisitas dan kerapatan papan partikel pada berbagai kadar resin.

Dalam penelitian ini dihasilkan kerapatan yang relatif sama, demikian juga geometri dan orientasi partikel dianggap homogen, sehingga MOE relatif sama.



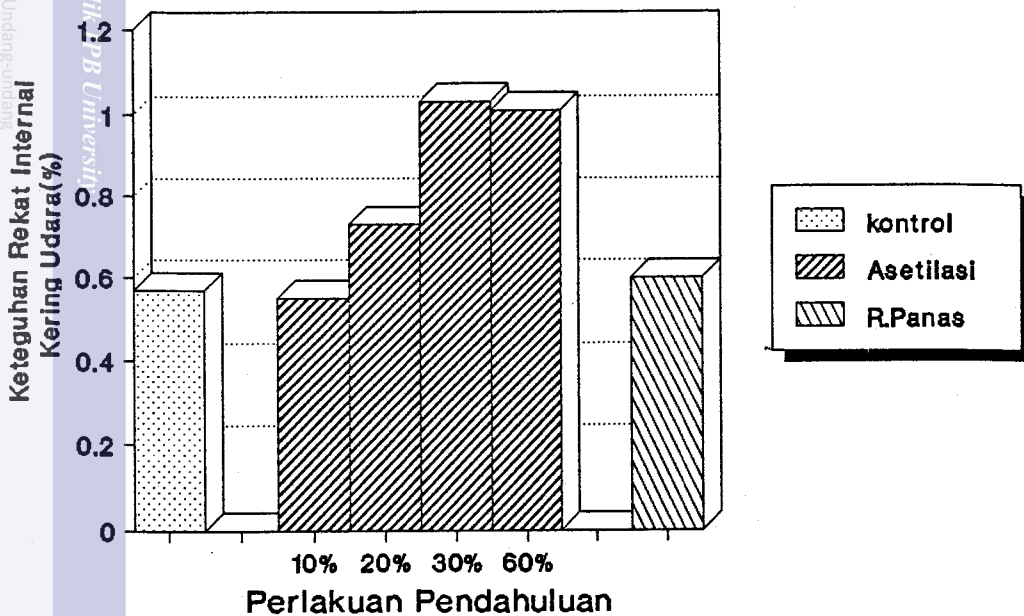
Gambar 10. Modulus Elastisitas untuk Setiap Perlakuan dan Tanpa Perlakuan.

### 7. Keteguhan Rekat Internal Kering Udara

Hasil pengujian keteguhan rekat internal kering udara secara lengkap disajikan di Lampiran 11. Nilai rata-rata keteguhan rekat internal kering udara papan



partikel partikel kontrol, asetilasi dengan tingkat WPG 2,53%, 5,36%, 6,87%, 17,65% dan perendaman panas berturut-turut adalah 0,57 kg/cm<sup>2</sup>, 0,55 kg/cm<sup>2</sup>, 0,73 kg/cm<sup>2</sup>, 1,03 kg/cm<sup>2</sup>, 1,01 kg/cm<sup>2</sup> dan 0,6 kg/cm<sup>2</sup>.



**Gambar 11. Keteguhan Rekat Internal Kering Udara untuk Setiap Perlakuan Pendahuluan dan Tanpa Perlakuan.**

Untuk mengetahui pengaruh perlakuan pendahuluan terhadap keteguhan rekat internal kering udara papan partikel dilakukan analisis keragaman yang hasilnya disajikan pada Tabel 9.

Tabel 9. Analisis Keragaman Keteguhan Rekat Internal Kering Udara Papan Partikel

Sumber Keragaman	db	Jumlah Kwadrat	Kwadrat Tengah	F hit
Perlakuan	5	$9,656 \times 10^{-1}$	$1,9313 \times 10^{-1}$	22,12**
Kesalahan Percobaan	18	$1,553 \times 10^{-1}$	$8,7436 \times 10^{-3}$	
Total	23	1,1231		

Berdasarkan uji F pada Tabel 9, perlakuan pendahuluan sangat berpengaruh terhadap keteguhan rekat internal kering udara papan partikel ( $F_{hitung} > F_{Tabel}$ ) pada taraf nyata 1% .

Untuk mengetahui pengaruh perlakuan mana yang berbeda nyata dilakukan uji beda rata-rata Duncan sebagai berikut:

P3	P4	P2	P5	P0	P1
1,03	1,01	0,73	0,61	0,58	0,55

Keterangan : P0 = kontrol, P1, P2, P3 dan P4 masing-masing adalah tingkat asetilasi dengan WPG 2,53%, 5,36%, 6,87% dan 17,65%, P5 = perendaman panas, — = tidak beda nyata

Dari hasil uji beda rata-rata Duncan ternyata Perlakuan asetilasi WPG 17,65% dan 6,87% tidak berbeda nyata, tetapi berbeda nyata dengan perlakuan lainnya.

2. Diarahkan mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Papan partikel yang diberi perlakuan asetilasi dengan WPG 17,65% dan 6,87% mempunyai keteguhan rekat internal kering udara yang lebih besar dari perlakuan lainnya. Hal ini diduga karena perlakuan tersebut mempunyai kadar asetil yang tinggi yang berpengaruh terhadap pematangan perekat. Seperti terlihat dari pengujian pH, serbuk yang diberi perlakuan asetilasi dengan konsentrasi yang lebih tinggi mempunyai keasaman yang lebih rendah. Perekat fenol formaldehide tidak menghendaki kondisi asam, akibatnya perekatan menjadi lebih baik. Hal ini didukung oleh pendapat Maloney (1977) yang mengemukakan bahwa keasaman kayu besar pengaruhnya terhadap kekuatan rekat, pada umumnya pematangan perekat fenol tidak menghendaki kondisi asam, sedang perekat UF memerlukan pH 4,6-4,5.

Menurut Standar Indonesia nilai keteguhan rekat internal kering udara minimum adalah  $6 \text{ kg/cm}^2$ . Dari hasil penelitian semua nilai keteguhan rekat internal kering udara tidak memenuhi standar.

#### 8. Keteguhan Rekat Internal Basah

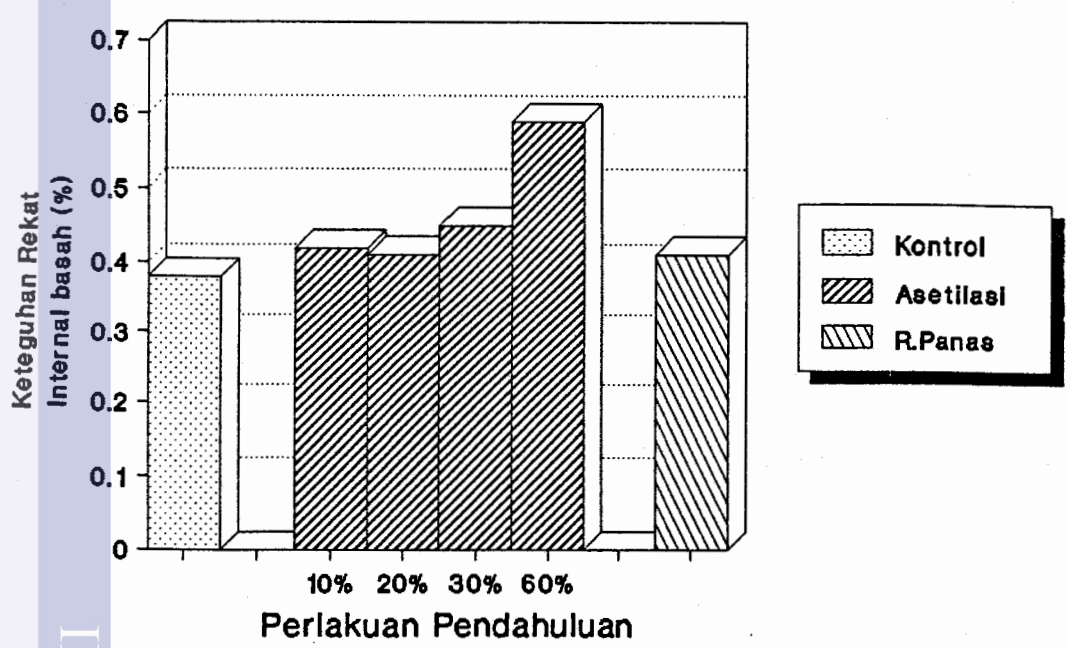
Hasil pengujian keteguhan rekat internal basah secara lengkap dapat dilihat di Lampiran 12. Nilai rata-rata keteguhan rekat internal basah untuk papan partikel kontrol, asetilasi dengan tingkat WPG 2,53%, 5,36%, 6,87%, 17,65% dan perendaman panas berturut-turut adalah  $0,38 \text{ kg/cm}^2$ ,  $0,42 \text{ kg/cm}^2$ ,  $0,41 \text{ kg/cm}^2$ ,  $0,45 \text{ kg/cm}^2$ ,  $0,59 \text{ kg/cm}^2$  dan  $0,42 \text{ g/cm}^2$ .

Untuk mengetahui pengaruh perlakuan pendahuluan terhadap keteguhan rekat internal basah papan partikel dilakukan analisis keragaman yang hasilnya disajikan pada Tabel 10.

Hak cipta milik IPB University

Tabel 10. Analisis Keragaman Keteguhan Rekat Internal Basah Papan Partikel

Sumber keragaman	db	Jumlah Kwadrat	Kwadrat Tengah	F hit
Perlakuan	5	$1,141 \times 10^{-1}$	$2,282 \times 10^{-2}$	5,76**
Kesalahan Percobaan	18	$7,128 \times 10^{-2}$	$3,957 \times 10^{-3}$	
Total	23	$1,854 \times 10^{-1}$		



Gambar 12. Keteguhan Rekat Internal Basah untuk Setiap Perlakuan dan Tanpa Perlakuan



Dari hasil analisis keragaman ternyata perlakuan pendahuluan sangat berpengaruh terhadap keteguhan rekat internal basah ( $F_{hitung} > F_{tabel}$ ) pada taraf nyata 1%.

Untuk mengetahui pengaruh perlakuan mana yang berbeda nyata dilakukan uji beda rata-rata Duncan sebagai berikut :

P4	P3	P1	P5	P2	P0
0,593	0,453	0,423	0,415	0,408	0,383

Keterangan : P0 = kontrol, P1, P2, P3 dan P4 masing-masing adalah tingkat asetilasi dengan WPG 2,53%, 5,36%, 6,87% dan 17,65%, P5 = perendaman panas, — = tidak beda nyata

Dari hasil uji beda rata-rata Duncan ternyata perlakuan asetilasi dengan kadar WPG 17,65% berbeda nyata dengan semua perlakuan lainnya.

Dengan adanya perendaman panas papan partikel terjadi pengembangan, hal ini diduga akan merusak ikatan papan partikel sehingga akan menurunkan kekuatan internalnya.

Pada papan partikel yang diberi perlakuan aseilasi dengan WPG 17,65%, pengembanganya tidak terlalu besar, karena papan partikel tersebut lebih hidrofob.

Menurut Standar Indonesia nilai keteguhan rekat internal basah minimum dengan pengujian basah adalah 1,5 kg/cm<sup>2</sup>. Dari hasil penelitian semua papan partikel masih belum memenuhi standar.

@Hak cipta milik IPB University

IPB University

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### A. Kesimpulan

Asetilasi pada selumbar sebelum dibuat papan partikel dapat memperbaiki sifat-sifat papan partikel yang dihasilkan yaitu menurunkan kadar air, penyerapan air, pengembangan tebal serta meningkatkan keteguhan rekat internal kering udara maupun basah.

Asetilasi dengan WPG 17,65 % mempunyai pengaruh yang paling baik dari pada perlakuan lainnya dimana kadar air, penyerapan air, dan pengembangan tebalnya memenuhi standar SII (0797-83) dan FAO.

Papan Partikel yang diberi perlakuan asetilasi dengan WPG 2,53% mempunyai nilai yang relatif seragam dengan perlakuan perendaman panas. Dengan demikian perlakuan asetilasi pada WPG tersebut tidak efisien dibanding dengan perlakuan perendaman panas.

### B. Saran

Untuk memperbaiki sifat-sifat papan partikel yang diinginkan disarankan dibuat papan partikel dengan nisbah kompresi yang tinggi, serta kadar padat perekat yang lebih tinggi.

Dalam pembuatan papan partikel, disarankan menggunakan tekanan spesifik yang lebih tinggi.

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan jenis kayu yang berbeda.





## DAFTAR PUSTAKA

- Achmadi, S. 1989. Kimia Kayu. Pusat Antar Universitas, Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Departemen Perindustrian. 1983. Papan Partikel Datar. Standar Industri Indonesia SII 0797-83. Jakarta.
- Direktorat Jenderal Pengusahaan Hutan. 1985. Perekat. Departemen Kehutanan. Jakarta.
- Direktorat Jendral Aneka Industri. 1989. Prospek Pengembangan Industri Kayu Karet. Makalah Lokakarya HTI Karet. Jakarta.
- Djalal, M. 1984. Peranan Kerapatan Kayu dan Kerapatan Lembaran dalam Usaha Memperbaiki Sifat-Sifat Mekanik dan Stabilitas Dimensi Papan Partikel dari Beberapa Jenis Kayu dan Campurannya. Desertasi Doktor Fakultas Pasca Sarjana IPB. Bogor. Tidak diterbitkan.
- Food and Agriculture Organization (FAO). 1966. Plywood and Other Wood Based Panels. Rome.
- Goldstein, I.S., E.B. Jerosky A.E. Lund, J.F. Nielson and J.W. Weaver. 1961. Acetylation of Wood in Lumber Thickness. Forest Products Journal, 11 (8) : 364-366.
- Hadi, Y.S. 1977. Beberapa Sifat Papan Partikel dari Jenis Kayu *Agathis lorantifolia* Salibs., *Albizia falcataria* (L.) Fosberg., dan *Hevea brasiliensis* Muell. Arg. Skripsi. Departemen Hasil Hutan. Fakultas Kehutanan IPB. Bogor. Tidak diterbitkan.
- Hadi, Y.S. dan B. Tambunan. 1980. Sifat Papan Partikel Tiga Jenis Kayu. Makalah Diskusi Industri Perkayuan. Jakarta.
- Hadi, Y.S. 1988. Pengaruh Perendaman Panas Partikel Kayu terhadap Stabilitas Dimensi Papan Partikel Meranti Merah. Teknolog, Buletin Jurusan Teknologi Hasil Hutan, Fahutan IPB. 2 (1) : 16-24.
- Hadi, Y.S. 1991. Pengaruh Perendaman Panas dan Asetilasi Selumbar Terhadap Sifat Papan Partikel. Disertasi Doktor. Fakultas Pasca Sarjana IPB, Bogor. Tidak diterbitkan.

Haygreen, J.G. dan J.L. Bowyer. 1989. Hasil Hutan dan Ilmu Kayu Suatu Pengantar. Diterjemahkan oleh S.A. Hadikusumo. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.

Imamura, Y. and Nishimoto. 1986. Wood Res., no. 72 : 7-9

Jaenudin, T.S. 1988. Pengaruh Perendaman Dingin dan Panas Partikel Kayu terhadap Sifat Fisis Mekanis Papan Partikel Meranti Merah (*Shorea spp*). Skripsi Jurusan Teknologi Hasil Hutan, Fakultas Kehutanan IPB. Bogor. Tidak diterbitkan.

Kelly, M.W. 1977. Critical Literature Review of Relationship between Processing Parameters and Physical Properties of Particleboard. Gen. Tech. Rep. FPL-10. Madison, WI;USDA, Forest Service, Forest Products Laboratory. 66p.

Kollmann, F.F.P., E.W. Kuenzi, and A.J. Stamm. 1975. Principles of Wood Science and Technology II. Springer Verlag. Berlin.

Komara, I. 1988. Pengaruh Perlakuan Pendahuluan terhadap Sifat Papan Partikel Kayu Karet (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.). Skripsi Jurusan Teknologi Hasil Hutan, Fakultas Kehutanan IPB. Bogor. Tidak diterbitkan.

Kamil, R.N. 1970. Prospek Pendirian Pabrik Papan Wol Kayu di Indonesia. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan. Bogor.

Kumar, S. and I.D.S.P. Singh. 1979. Chemical Modification of Wood : Vapor Phase Acetylation With Thio Acetic Acid. Wood Science 2 (4) : 268 - 270.

Maloney, T.M. 1977. Modern Particleboard and Dry Process Fiberboard Manufacturing. Miller Freeman Publication. San Fransisco.

Martawijaya, A. 1972. Keawetan dan Pengawetan Kayu Karet. Laporan Penelitian Hasil Hutan. Bogor.

Nguyen, D. 1975. Effect of Wood Extractives on Cure of Phenolic Resin. Thesis. Oregon State University. Plywood Research Fundation, Tacoma. Washington, DC.

Peterson, M.B. and R.J. Thomas. 1978. Protection of Wood from Decay Fungi by Acetylation An Ultrastructural and Chemical Study. Wood and Fiber 10 (3) : 149 - 163.

Pizzi, A. (Editor). 1983. Wood Adhesive Chemistry and Technology. Marcel Decker, Inc. New York.

Risi, J. A. and D.F. Arseneau. 1957. Dimensional Stabilization of Wood. Forest Products Journal 7(6) : 210-213.

Rowell, R.M. 1984. The Chemistry of Solid Wood. American Chemical Society. Washington DC.

Rowell, R.M. and P. Konkol. 1987. Treatments That Enhance Physical Properties of Wood. Gen. Tech. Rep. FPL-GTR-55. Madison, WI ; USDA, Forest Service, Forest Products Laboratory ; 12p.

Sudjana. 1982. Disain dan Analisis Eksperimen. Tarsito. Bandung.

Sumadiwangsa, S. dan S. Widarmana 1980. Bahan Baku Kayu dan Perekat untuk Pembuatan Papan Partikel di Indonesia. Diskusi Industri Perkayuan. Jakarta.

Vital, B.R., W.F. Lehmann and R.S. Boone. 1974. How Species and Board Densities Affect Properties of Exotic Hardwood Particleboard. For, Prod. J. 24 (12): 37-45.

Youngquist, J.A., R.M. Rowell and A. Krzysik. 1986. Mechanical Properties and Dimensional Stability of Acetylated Aspen Flakeboard. Holz als Roh - Und Werkstoff, (44) : 453 - 457.



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University  
— Bogor Indonesia —

## LAMPIRAN - LAMPIRAN

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
    - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
    - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
  2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

**Lampiran 1. Komposisi Bahan-bahan yang Diperlukan untuk Setiap Contoh Uji Papan Partikel dan Cara Perhitungannya**

**1. Komposisi Bahan**

Komposisi Bahan	Berat (gram)
1. Partikel (KA 5%)	701,60
2. Perekat 10% dari BKT	151,90
3. Filler (HP-1)	38,00

**2. Perhitungan**

- a. Kerapatan yang diinginkan =  $0,6 \text{ g/cm}^3$
- b. Berat kering tanur = volume x kerapatan  
 $= (35\text{cm} \times 35\text{cm} \times 1\text{cm}) \times 0,6 \text{ g/cm}^3$   
 $= 735 \text{ g}$
- c. Perbandingan partikel dan perekat 100 : 10
- d. Jumlah partikel kering tanur yang dibutuhkan  
 $= 100/110 \times 735 \text{ g}$   
 $= 668,2 \text{ g}$
- e. Jumlah partikel berkadar air 5 %  
 $= 105/100 \times 668,2 \text{ g}$   
 $= 701,6 \text{ g}$
- f. Jumlah perekat yang dibutuhkan ( RS 44% )  

$$= \frac{0,1 \times 668,2}{0,44}$$
  
 $= 151,9 \text{ g}$



## Lampiran 1. (lanjutan)

g. Jumlah partikel berkadar air 5 % yang dibutuhkan untuk 24 contoh uji papan partikel

$$= 701,6 \text{ g} \times 24$$

$$= 16838,4 \text{ g}$$

h. Jumlah perekat yang dibutuhkan untuk 24 buah contoh uji papan partikel

$$= 151,9 \text{ g} \times 24$$

$$= 3645,6 \text{ g}$$

i. Jumlah filler : powder (Hp-1)

$$= \text{Perbandingan filler : perekat}$$

$$= 0,25 \times 151,9$$

$$= 38,00 \text{ g}$$

### 3. Kebutuhan Anhidrida Asetat

$$\text{Konsentrasi 10 \%} = 0,1 \times ( (668,2 \times 4) + 200 )$$

$$= 287,3 \text{ g}$$

$$\text{Konsentrasi 20 \%} = 0,2 \times ( (668,2 \times 4) + 200 )$$

$$= 574,6 \text{ g}$$

$$\text{Konsentrasi 30 \%} = 0,3 \times ( (668,2 \times 4) + 200 )$$

$$= 861,8 \text{ g}$$

$$\text{Konsentrasi 60 \%} = 0,6 \times ( (668,2 \times 4) + 200 )$$

$$= 1723,68 \text{ g}$$

### Jumlah anhidrida asetat keseluruhan

$$= 287,3 + 574,6 + 861,8 + 1723,38$$

$$= 3447,08 \text{ g}$$

Keterangan : Tambahan 200 gram selumbar merupakan spilasi untuk pengujian pH dan kelarutan.

## Lampiran 2. Tingkat Asetilasi Selumbar

Tingkat Asetilasi (%)	Bo (g)	B1 (g)	WPG (%)
10,00	3126,00	3205,00	2,53
20,00	3080,00	3245,00	5,36
30,00	3130,00	3345,00	6,87
60,00	3145,00	3700,00	17,65

### Keterangan:

Bo = berat selumbar sebelum diasetilasi  
 B1 = berat selumbar setelah diasetilasi  
 WPG = persen pertambahan berat

### Lampiran 3. Kadar Zat Ekstraktif Larut Air Panas untuk Setiap Perlakuan dan Tanpa Perlakuan

Ulangan	P0	P1	P2	P3	P4	P5
	..... (%) .....					
1	6,04	7,94	6,99	6,37	3,05	4,23
2	6,59	7,27	6,17	6,15	3,00	4,54
3	6,62	7,25	5,74	6,04	2,69	3,91
4	7,46	7,36	6,46	6,28	3,12	4,28
Jumlah	26,71	29,82	25,36	24,84	11,86	16,96
Rata-rata	6,68	7,46	6,34	6,21	2,97	4,24

### Lampiran 4. pH Larutan untuk Setiap Perlakuan Pendahuluan dan Tanpa Perlakuan

Ulangan	P0	P1	P2	P3	P4	P5
	..... (%) .....					
1	5,58	4,59	4,65	4,71	5,13	5,21
2	5,83	4,60	4,64	4,71	5,11	5,24
3	5,76	4,56	4,62	4,73	5,13	5,26
4	5,81	4,59	4,66	4,72	5,14	5,23
Jumlah	22,98	18,34	18,57	18,87	20,51	20,94
Rata-rata	5,75	4,59	4,64	4,72	5,13	5,24

**Lampiran 5. Kerapatan Papan Partikel untuk Setiap Perlakuan dan Tanpa Perlakuan**

Ulangan	P0	P1	P2	P3	P4	P5
	.....g/cm <sup>3</sup> .....					
1	0,61	0,56	0,60	0,55	0,60	0,58
2	0,59	0,62	0,54	0,57	0,54	0,58
3	0,62	0,56	0,59	0,60	0,60	0,58
4	0,60	0,59	0,57	0,60	0,65	0,56
Jumlah	2,42	2,33	2,30	2,32	2,39	2,30
Rata-rata	0,61	0,58	0,57	0,58	0,60	0,58

**Lampiran 6. Kadar Air Papan Partikel untuk Setiap Perlakuan dan Tanpa Perlakuan**

Ulangan	P0	P1	P2	P3	P4	P5
	.....(%).....					
1	11,34	9,97	9,83	9,62	8,76	10,03
2	10,56	9,72	9,48	9,88	8,63	10,39
3	11,28	9,61	9,92	9,59	8,62	9,84
4	11,15	10,01	9,68	9,56	8,42	10,48
Jumlah	44,33	39,31	38,91	38,65	34,43	40,74
Rata-rata	11,08	9,83	9,73	9,66	8,61	10,18

### Lampiran 7. Penyerapan Air Papan Partikel untuk Setiap Perlakuan dan Tanpa Perlakuan

Ulangan	P0	P1	P2	P3	P4	P5
	..... (%) .....					
1	70,03	85,83	63,80	64,42	39,55	75,36
2	93,76	64,63	71,38	63,98	56,75	73,47
3	73,58	67,32	61,05	60,41	51,88	91,70
4	60,72	65,46	68,38	67,07	37,33	86,46
Jumlah	298,09	283,24	264,61	255,88	185,51	326,99
Rata-rata	74,52	70,81	66,15	63,97	46,38	81,75

### Lampiran 8. Pengembangan Tebal Papan Partikel untuk Setiap Perlakuan dan Tanpa Perlakuan

Ulangan	P0	P1	P2	P3	P4	P5
	..... (%) .....					
1	24,27	34,09	18,90	12,20	5,62	26,40
2	28,91	21,17	28,69	19,20	5,71	31,30
3	26,08	24,46	17,25	16,88	5,75	30,63
4	26,98	22,20	15,05	13,57	6,54	24,54
Jumlah	106,24	101,92	79,89	61,85	23,62	112,87
Rata-rata	26,56	25,48	19,97	15,46	5,91	28,22



Lampiran 9. Modulus Patah (MOR) Papan Partikel untuk Setiap Perlakuan dan Tanpa Perlakuan

Ulangan	P0	P1	P2	P3	P4	P5
	.....Kg/cm <sup>2</sup> .....					
1	85,41	28,93	52,96	54,55	50,55	69,07
2	52,13	43,48	36,60	63,26	51,45	80,56
3	94,39	64,27	42,37	42,33	36,78	36,06
4	48,21	67,30	34,77	62,19	40,58	38,15
Jumlah	280,14	203,98	166,70	222,33	179,36	223,84
Rata-rata	70,04	51,00	41,68	55,58	44,84	55,96

Lampiran 10. Modulus Elastisitas (MOE) Papan Partikel untuk Setiap Perlakuan dan Tanpa Perlakuan

Ulangan	P0	P1	P2	P3	P4	P5
	.....Kg/cm <sup>2</sup> .....					
1	4488,79	3471,62	5921,44	4578,20	5517,69	4511,99
2	3745,49	3831,92	3521,77	5433,25	6757,23	4939,24
3	4812,32	4926,71	4579,48	3331,96	5199,68	3074,39
4	4437,24	5096,86	2658,27	4929,74	3521,40	2860,95
Jumlah	17483,84	17327,11	16680,96	18273,15	20996,00	15386,57
Rata-rata	4370,96	4331,78	4170,24	4568,29	5249,00	3846,64

### Lampiran 11. Keteguhan Rekat Internal Kering Udara untuk Setiap Perlakuan dan Tanpa Perlakuan

Ulangan	P0	P1	P2	P3	P4	P5
	.....Kg/cm <sup>2</sup> .....					
1	0,59	0,58	0,84	1,03	1,04	0,58
2	0,57	0,59	0,61	1,07	0,85	0,55
3	0,61	0,52	0,70	1,03	0,88	0,62
4	0,53	0,50	0,75	1,00	1,27	0,66
Jumlah	2,30	2,19	2,90	4,13	4,04	2,41
Rata-Rata	0,57	0,55	0,73	1,03	1,01	0,60

### Lampiran 12. Keteguhan Rekat Internal Basah untuk Setiap Perlakuan Pendahuluan dan Tanpa Perlakuan

Ulangan	P0	P1	P2	P3	P4	P5
	.....Kg/cm <sup>2</sup> .....					
1	0,43	0,44	0,35	0,42	0,66	0,49
2	0,35	0,45	0,41	0,36	0,63	0,46
3	0,36	0,42	0,38	0,45	0,53	0,38
4	0,39	0,38	0,49	0,58	0,55	0,33
Jumlah	1,53	1,69	1,63	1,81	2,37	1,66
Rata-rata	0,38	0,42	0,41	0,45	0,59	0,42

Keterangan : P0 = Kontrol (Tanpa Perlakuan)  
 P1 = Perlakuan Asetilasi 2,53%  
 P2 = Perlakuan Asetilasi 5,36%  
 P3 = Perlakuan Asetilasi 6,87%  
 P4 = Perlakuan Asetilasi 17,65%  
 P5 = Perlakuan Perendaman Panas