

1

ISBN 978-979-17723-89

"PENINGKATAN KUALITAS HAYATI MELALUI TEKNOLOGI

PROSIDING SEMINAR NASIONAL  
MASYARAKAT PENELITIAN KAYU INDONESIA  
(MAREKI) X  
PONTIANAK, 9 - 11 AGUSTUS 2007

ORGANISATOR  
MASYARAKAT PENELITIAN KAYU INDONESIA (MAREKI)  
PUSAT TEKNOLOGI HASIL HAYATI  
UNIVERSITAS TANJUNGPURA



Pontianak  
2007



## DAFTAR ISI

### Kata Pengantar

### Keynote

No.	Judul Makalah	Kode	Halaman
1.	Tantangan dan Masa Depan Industri Perakayuan di Indonesia <i>Bambang Subiyanto</i>	K - 01	1 - 12
2.	Kilas Balik Pengelolaan Sumber Daya Hutan di Indonesia <i>Agus Arman Sudibyo</i>	K - 02	13 - 14

### Bidang A (Sifat – Sifat Dasar Hasil Hutan Kayu dan Non Kayu)

No.	Judul Makalah	Kode	Halaman
3.	Variation of Chemical Peoperties of White Kembalikan And Swamp Kembalikan on Axial Position <i>Eva Oktoberyani C, Bandi S, Sipon M, Yosefin A S</i>	(A - 01)	15
4.	Kadar Air Keseimbangan dan Pola Regangan/Tegangan Kayu Yang Dikeringkan Ke Kadar Air Tahap Akhir Pengeringan ( <i>Over Drying</i> ) <i>Yoyo Suhaya, Zahrial Coto, Imam Wahyudi</i>	(A - 02)	16
5.	Wettabilitas Tandan Kosong Sawit (TKS) Surdiding Ruhendi, Tito Sucipto	(A - 03)	17 - 23
6.	Pengamatan Emisi Akustik Terhadap Pengujian Lentur Statis Pada Kayu Non Kompresi Dan Kayu Kompresi <i>A. Heru P, Wahyu Dwianto, Yusuf Amin, Ika Wahyuni, Teguh Darmawan, Ismail Budiman</i>	(A - 04)	24 - 29
7.	Deformasi Dinding Sel Kayu Pada Proses Pengempresan Arah Tangensial <i>Wahyu Dwianto</i>	(A - 05)	30 - 33
8.	Distribusi Kerapatan Dan Lentur Statis (MOE & MOR) Kayu Batang Kelapa ( <i>Cocosnucifera</i> Linn) <i>Isna Yuniar Wardhani</i>	(A - 06)	30 - 33
9.	Pola Penyebaran Sifat Fisis Mekanis Kayu Kelapa ( <i>Cocosnucifera</i> Linn) <i>Effendi Tri B, Isna Y W, Surjono Surjokusumo, Naresworo Nugroho, Yusuf Sudo Hadi</i>	(A - 07)	41 - 49

**WETABILITAS TANDAN KOSONG SAWIT (TKS)**(The *Wettability* of Oil Palm Empty *Fruit* Bunches)

Oleh:

Surdiding **Ruhendi**<sup>1</sup> dan **Tito Sucipto**<sup>2</sup><sup>1</sup>Departemen Hasil Hutan, Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor<sup>2</sup>Departemen Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara

## ABSTRACT

The wettability in terms of corrected water absorption height (CWAH) of treated oil palm empty fruit bunches (TKS) particles was investigated. The treatments were soaking TKS in cold water, hot water and ethanol-benzene. The objective of the research was to know the effect of soaking treatment on the wettability as indicator of gluability of the TKS particles prior bonding. The research results show that the CWAH of the TKS which were soaked in cold water, hot water and ethanol-benzene were 3586 mm, 9874 mm and 10725 mm, respectively. Meanwhile the CWAH of untreated TKS was only 2312 mm, lower than those the treated ones. The analysis of variance shows that the treatment significantly and positively affect wettability. The TKS which was soaked in **ethanol-benzene** has highest CWAH value, followed by those of hot water and cold water soaking and control.

Kata Kunci: Wettability, CWAH and gluability

## I. PENDAHULUAN

Salah satu sumberdaya alam yang cukup potensial untuk bahan baku papan komposit dan perekat likuida adalah **sawit** (*Elaeis guineensis* Jacq.). Biro Pusat Statistik (2005) mencatat peningkatan areal perkebunan **sawit** di Indonesia dari 2000 sampai 2003, yaitu berturut-turut 3,63 juta ha, 4,26 juta ha, 5,07 juta ha dan 5,24 juta ha. Dengan laju pertumbuhan rata-rata sebesar 150.000 ha per tahun (Hardianto 2003), maka tahun 2007 dapat diduga luas perkebunan **sawit** menjadi 5,84 juta ha.

Setyawati (1994) menyebutkan bahwa setiap ha **tanaman sawit** mampu menghasilkan 20,08 ton tandan buah segar (TBS) per tahun untuk diolah menjadi minyak **sawit** yang akan menghasilkan **limbah** tandan kosong **sawit** (TKS) 4,42 ton (**basah**) atau 1,55 ton (kering). Tahun 2007 dapat diduga produksi perkebunan **sawit** seluas 5,84 juta ha adalah 117,25 juta ton TBS dan 25,81 juta ton TKS **basah** atau 9,05 ton TKS kering.

Bagian dari **sawit yang banyak** dimanfaatkan adalah TBS, yang diolah menjadi produk utama berupa crude palm oil (CPO) dan palm kernel oil (PKO). Sementara itu **limbah** berupa TKS, serat atau sabut **sawit** dan cangkang yang mengandung lignoselulosa (selulosa, **hemiselulosa** dan lignin) belum dimanfaatkan secara optimal. Penelitian yang sudah dilakukan antara lain pemanfaatan TKS sebagai bahan baku pembuatan kompos, biogas, **energi**, enzim dari serat, biokonversi **limbah padat** menjadi **asam** glutamat, **papan** partikel, pulp dan kertas, pupuk kalium **serta** perekat likuida.

Salah satu faktor yang mempengaruhi kualitas **perekatan** adalah wetabilitas atau keterbasahan. Wetabilitas adalah kemampuan suatu material untuk mengabsorpsi cairan (liquid system). Wetabilitas suatu material dapat dideterminasi menggunakan

metode CCA (*cosine-contact* angle atau cosinus sudut kontak ) dan metode CWAH (corrected water absorption height) atau TAAT (tinggi absorpsi air terkoreksi). Menurut Tsoumis (1991), wetabilitas dipengaruhi oleh berbagai faktor, yang berhubungan dengan perekat (tegangan permukaan, suhu, kekentalan) dan kayu (kerapatan, porositas, ekstraktif). Kayu-kayu yang berkerapatan **rendah** (porositasnya tinggi) menjadi lebih baik untuk dibasahi, sedangkan ekstraktif dalam jumlah berlebihan, atau ekstraktif nonpolar **seperti** terpena dan **asam lemak**, mempunyai pengaruh yang kurang baik. Wetabilitas **juga** dipengaruhi oleh kebersihan permukaan kayu dan kondisi-kondisi pengerjaan dengan mesin .

Agar **sawit** dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku industri **papan** komposit dan perekat likuida, perlu diterapkan berbagai teknologi peningkatan mutu. Pengetahuan peningkatan mutu perekat likuida TKS harus dikaji lebih lanjut agar pemanfaatannya lebih optimal serta menghasilkan produk **papan** komposit dan perekat likuida TKS yang berkualitas dan **memenuhi** standar. TKS mengandung **zat** ekstraktif yang dapat mempengaruhi wetabilitas antara cairan perekat dengan permukaan sirekat, sehingga **perlu** dilakukan penelitian untuk mengetahui pengaruh perlakuan perendaman untuk melarutkan ekstraktif terhadap wetabilitas TKS .

Penelitian ini bertujuan untuk mendeterminasi wetabilitas TKS menggunakan **metode** CWAH dan mengetahui pengaruh perlakuan perendaman terhadap wetabilitas TKS. Hasil penelitian ini diharapkan dapat dijadikan dasar untuk pengolahan TKS menjadi bahan baku **papan** komposit dan perekat likuida yang berkualitas dan **memenuhi** standar.

## II. BAHAN DAN METODE

Bahan yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah TKS yang berasal dari Pabrik Kelapa **Sawit** (PKS) Adolina PT. Perkebunan Nusantara (PTPN) 4 Medan, pelarut ethanol-benzena dan air destilata. Alat yang akan digunakan adalah willey mill, **parang**, sanngan serbuk ukuran 60 mesh, oven, eksikator, timbangan, **gelas** ukur, tabung kaca ukuran **panjang** 50 cm dan diameter **0,46±0,02** cm sebanyak 12 buah **beserta** raknya, kapas, **penangas** air, **soklet**, pengaduk, alat **tulis**, alat hitung dan tally sheet.

**Metode** yang digunakan adalah determinasi wetabilitas serbuk TKS dengan **metode** CWAH atau TAAT. Secara **garis** besar tahapan penelitian terdiri dari:

1. TKS **dicacah** menjadi partikel dan dikeringkan sampai kadar air  $\pm 15\%$ . Partikel TKS digiling dan disaring sampai diperoleh serbuk ukuran 60 mesh.
2. Serbuk TKS dibagi menjadi **empat** bagian berdasarkan perlakuan yang **berbeda** dengan masing-masing tiga ulangan, yaitu direndam dalam air **dingin** selama 3x24 jam pada suhu kamar, direndam dalam air **panas** selama 3 jam pada suhu 80–90 °C, direndam dalam ethanol–benzena selama 3 jam dan kontrol tidak direndam. Selanjutnya masing-masing serbuk dikeringkan dalam oven sampai kadar air  $\pm 5\%$ .
3. Masing-masing serbuk TKS dimasukkan ke dalam tabung kaca. Kerapatan serbuk diusahakan merata dan cukup **padat** di dalam tabung maupun **antar** tabung kaca.
4. Bagian ujung tabung kaca ditutup kapas agar serbuk TKS tidak keluar. Bagian tabung yang ada kapasnya direndam dalam air sedalam **0,5** inch selama 48 jam. Dicatat tinggi absorpsi air dalam serbuk TKS dan wetabilitas serbuk TKS dihitung dengan **rumus**:

$$CWAH = h_1 b = h_1 \frac{d^2 \pi h_2}{4 w s}$$

Keterangan:

CWAH = corrected wafer *absorption* height (mm),

b = faktor koreksi (bulk factor),

h<sub>1</sub> = tinggi absorpsi air (mm),

d<sup>2</sup> = diameter bagian dalam tabung kaca (cm),

π = 22/7 atau 3,1415,

h<sub>2</sub> = tinggi serbuk TKS dalam tabung kaca (cm),

w = berat kering tanur serbuk (gr)

s = volume jenis air (cm<sup>3</sup>/gr).

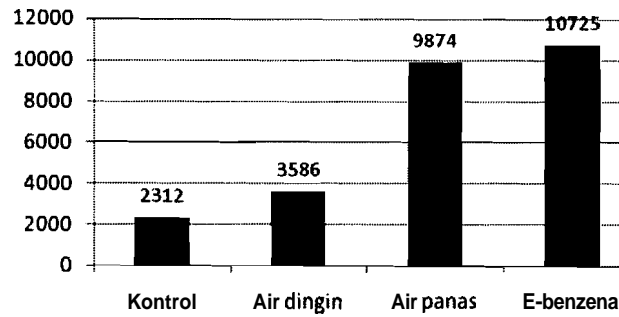
5. Dilakukan juga determinasi kelarutan zat ekstraktif TKS dalam air **dingin**, air **panas** dan ethanol-benzena berdasarkan standar TAPPI T 207 om-88.
6. Rancangan percobaan yang digunakan adalah rancangan acak lengkap. Analisis sidik **ragam** dilakukan untuk mengetahui pengaruh dari **setiap** perlakuan. Taraf perlakuan yang dinyatakan berbeda dalam analisis sidik **ragam** kemudian diuji lebih lanjut menggunakan analisis rataan dan uji t berpasangan.

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Nilai rerata CWAH terbesar dihasilkan dari perlakuan perendaman serbuk TKS dalam ethanol-benzena yaitu sebesar 10725 mm, sementara nilai rerata CWAH terkecil dihasilkan dari serbuk yang **tanpa** perlakuan yaitu sebesar 2312 mm. Nilai rerata CWAH perendaman serbuk TKS dalam air **dingin** sebesar 3586 mm dan nilai rerata CWAH perendaman serbuk TKS dalam air **panas** sebesar 9874 mm. Data hasil penelitian nilai CWAH serbuk TKS lebih lanjut disajikan pada **Tabel 1** dan Gambar 1.

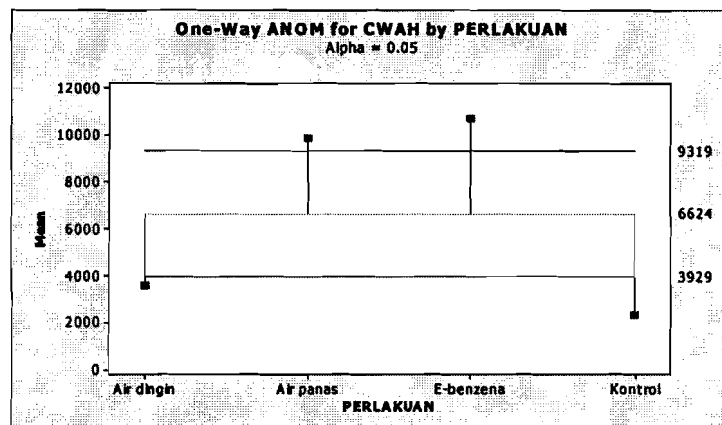
**Tabel 1.** Nilai CWAH TKS dengan beberapa perlakuan perendaman

No.	Perlakuan	Tinggi absorpsi air (mm)	Diameter tabung (cm)	Tinggi serbuk (cm)	BKT serbuk (gr)	Volume serbuk (cm <sup>2</sup> )	Bulk factor	CWAH (mm)
1.	Kontrol	18	0,43	51,6	3,28	7,32	115,26	2075
2.	Kontrol	23	0,43	50,7	3,48	7,36	107,14	2464
3.	Kontrol	24	0,42	48,9	3,32	6,77	99,93	2398
4.	Air dingin	28	0,43	49,5	2,52	7,02	137,99	3864
5.	Air dingin	25	0,42	48,9	2,32	6,61	139,53	3488
6.	Air dingin	26	0,42	50,1	2,59	6,78	131,03	3407
7.	Air panas	62	0,38	47,8	1,74	5,42	149,00	9238
8.	Air panas	68	0,43	49,2	2,20	7,14	159,63	10855
9.	Air panas	60	0,39	49,4	1,79	5,75	158,80	9528
10.	Etahnol-benzena	90	0,44	50,7	2,59	7,71	150,73	13566
11.	Etahnol-benzena	90	0,42	50,8	2,70	6,87	129,43	11648
12.	Etahnol-benzena	74	0,37	47,5	2,51	4,97	94,05	6960



Gambar 1. Grafik nilai rerata CWAH TKS dengan beberapa perlakuan perendaman

Berdasarkan analisis statistik menggunakan analisis sidik ragam, menunjukkan bahwa ada pengaruh perlakuan perendaman terhadap CWAH. Analisis sidik ragam menghasilkan nilai  $F_{hitung} = 17,81$  lebih besar dari  $F_{tabel (5\%;3,8)} = 4,07$  dan P-value sebesar 0,001 lebih kecil dari  $\alpha$  level toleransi 5%. Analisis statistik lanjutan menggunakan analisis rataan menunjukkan bahwa perlakuan perendaman yang paling berpengaruh terhadap **wetabilitas** adalah perendaman ethanol-benzena dan disusul perendaman air panas. Sementara itu perendaman air dingin dan kontrol tidak memberikan pengaruh yang signifikan, seperti disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik analisis rataan pengaruh perendaman terhadap wetabilitas

Selanjutnya dilakukan uji t berpasangan antara perlakuan perendaman ethanol-benzena dengan perlakuan perendaman air panas. Berdasarkan uji t berpasangan dihasilkan nilai  $P(T \leq t)$  one-tail = 0,36, yang artinya perlakuan perendaman ethanol-benzena dan perlakuan perendaman air panas tidak berbeda secara nyata. Nilai  $P(T \leq t)$  one-tail lebih besar dari pada 0,05, maka antara dua perlakuan tersebut tidak berbeda secara nyata.

Tandan kosong sawit terdiri dari beberapa komponen kimia kayu. Pratiwi et al. (1988) dalam Setyawati (1994) melaporkan kandungan komponen kimia dalam TKS adalah selulosa (36,81%), hemiselulosa (27,01%), lignin (15,70%) dan kadar mineral (6,04%). Selain mengandung lignoselulosa, TKS juga mengandung zat ekstraktif. Menurut Tsoumis (1991), zat ekstraktif terdiri dari berbagai zat berbeda dalam struktur dan komposisi kimianya seperti gum, lemak malam, damar, gula, minyak, pati dan tanin. Zat ekstraktif bukan merupakan bagian dari kayu, tetapi merupakan deposit pada

lumen-lumen sel dan pada dinding sel. Istilah zat ekstraktif didasarkan pada kemampuan zat ini untuk diekstraksi dari dalam kayu dengan menggunakan pelarut organik, seperti alkohol, benzena, aseton, eter dan oleh pelarutan dengan air.

Kadar zat ekstraktif adalah banyaknya zat yang terlarut dari kayu dengan menggunakan pelarut netral maupun pelarut organik seperti air, eter, alkohol, benzene dan diklormetan. Zat ekstraktif yang larut dalam air adalah gula, zat wama, tanin, gum dan pati. Sedangkan yang larut dalam pelarut organik adalah resin, lemak, lilin dan tanin (Wise, 1955). Menurut ASTM (1995), komponen yang terlarut dalam air dingin adalah tanin, gum, karbohidrat dan pigmen. Komponen yang terlarut dalam air panas adalah sama dengan yang terlarut dalam air dingin ditambah dengan komponen pati. Komponen yang terlarut dalam ethanol-benzena adalah lemak, resin dan pati.

Rerata kelarutan zat ekstraktif serbuk TKS yang paling tinggi berturut-turut adalah kelarutan dalam air panas (9,55%), air dingin (6,75%) dan ethanol-benzena (2,06%), seperti disajikan pada Tabel 2. Kelarutan zat ekstraktif dalam air panas paling tinggi karena mampu melarutkan tanin, gum, karbohidrat, pigmen dan pati dari dalam serbuk TKS. Sedangkan kelarutan zat ekstraktif dalam ethanol-benzena paling rendah karena hanya melarutkan lemak, resin dan pati dari dalam serbuk TKS.

Nilai kelarutan ekstraktif pada TKS dengan menggunakan ethanol-benzena relatif paling kecil bila dibandingkan dengan kelarutan dengan menggunakan air panas dan air dingin. Hal ini disebabkan bahan yang larut dalam ethanol-benzena ini adalah bahan hasil dari metabolit sekunder, gula dan pati yang larut hanyalah sebagian kecil. Ethanol-benzena ini merupakan bahan gabungan antara ethanol dan benzena, dimana ethanol termasuk bahan yang dapat melarutkan ekstraktif dengan berat molekul yang lebih besar dibanding zat ekstraktif yang larut dalam eter dan benzena. Kelarutan ekstraktif dalam hal ini pati dan gula dengan menggunakan air panas lebih besar dari pada kelarutan dengan air dingin, hal ini dikarenakan kelarutan dengan air panas dapat menimbulkan hidrolisis beberapa lignin dan resin. Kelarutan dalam air panas tersebut akan menghasilkan asam organik bebas. Sifat tersebut menyebabkan bagian yang larut dalam air panas selalu lebih besar daripada dalam air dingin.

**Tabel 2.** Kelarutan zat ekstraktif serbuk TKS

No.	Kelarutan (%)		
	Air dingin	Air panas	Ethanol-benzena
1.	5,19	7,34	2,01
2.	8,44	12,38	2,78
3.	6,61	8,92	1,39
Rerata	6,75	9,55	2,06

Perlakuan perendaman menyebabkan sebagian zat ekstraktifnya terlarut, sehingga kadar zat ekstraktif serbuk TKS yang diberi perlakuan perendaman air dingin, air panas dan ethanol-benzena lebih rendah daripada kadar zat ekstraktif serbuk TKS kontrol. Hal ini diduga karena zat ekstraktif yang menghalangi (kontaminan) absorpsi menjadi berkurang sehingga nilai wetabilitasnya meningkat. Haygreen dan Bowyer (1996) menyatakan bahwa zat ekstraktif menempati sejumlah tempat dalam dinding sel yang biasanya ditempati oleh air. Penurunan kadar zat ekstraktif dapat menaikkan nilai wetabilitas karena berkurangnya zat yang menghalangi penyerapan air oleh dinding sel.

Kelarutan serbuk TKS dalam berbagai **larutan** akan menentukan jumlah komponen zat ekstraktif. Pelarut yang dibutuhkan untuk melarutkan semua zat ekstraktif yang terdapat dalam serbuk TKS akan **berjumlah** lebih dari satu jenis. **Asam** lemak, **asam** resin, **lilin**, **tanin** dan zat warna adalah bahan penting yang dapat diekstrak dengan **pelarut** organik. Alkohol atau benzena bersifat lebih polar **dari** pada eter dan mengekstrak bahan yang **larut** dalam eter serta sebagian besar bahan-bahan anorganik yang tidak **larut** dalam air. Komponen utama yang **larut** air terdiri dari karbohidrat, protein dan garam-garam anorganik. Air **panas** akan melarutkan **garam-garam** anorganik dan polisakarida berberat molekul **rendah** termasuk gum, **pati** dan **tanin**.

Sifat keterbasahan serbuk yang diukur dengan **metode** CWAH naik **setelah** kadar zat ekstraktifnya berkurang. Zat ekstraktif keluar dari serbuk karena perlakuan perendaman air **dingin**, air **panas** dan ethanol-benzena. Berkurangnya zat ekstraktif menyebabkan naiknya nilai absorpsi air yang berarti juga menaikkan nilai wetabilitas.

Determinasi wetabilitas menggunakan **metode** CWAH tidak mencerminkan kualitas permukaan yang akan direkat. Pada **metode** CWAH, TKS dihaluskan sehingga bagian permukaan dengan bagian yang bukan permukaan tidak dapat dibedakan. Hal ini merupakan kelemahan bagi pengukuran wetabilitas dengan **metode** CWAH bila dibandingkan dengan **metode** sudut kontak. Hasil determinasi wetabilitas dengan **metode** sudut kontak merupakan nilai wetabilitas dari permukaan yang akan direkat sehingga relatif lebih akurat jika digunakan untuk menduga keteguhan rekat.

**Prayitno** (2000) menyatakan bahwa kayu yang **mudah** dibasahi dengan ciri CWAH yang nilainya besar akan menghasilkan keteguhan rekat yang tinggi juga. Hal ini **sejalan** dengan penelitian **Bodig (1962)**, **Gray (1962)**, **Herczeg (1965)**, **Hse (1972)**, **Wellons (1980)**, **Warsa (1983)** dan **Pari (1994)**. **Warsa (1983)** menyatakan bahwa ada hubungan antara tinggi tinggi air absorpsi terkoreksi (CWAH) dengan keteguhan rekat. Dalam **penelitian lima** jenis kayu, nilai wetabilitas yang paling besar adalah kayu damar sedangkan nilai wetabilitas (CWAH) yang paling kecil adalah kayu jati. Rata-rata nilai wetabilitas kayu damar, **meranti**, mahoni, kamper dan jati berturut-turut adalah 1015 mm, 690 mm, 672 mm, 478 mm dan 467 mm. Sedangkan rata-rata nilai kekuatan geser plywood kayu damar, **meranti**, mahoni, kamper dan jati berturut-turut adalah 163 psi, 165 psi, 117 psi, 120 psi dan 149 psi. Korelasi antara indeks *gluability* (kekuatan rekat) dan wetabilitas menguatkan kebenaran teori adhesi spesifik. Dimungkinkan untuk memprediksi nilai-nilai kekuatan rekat nisbi dari suatu jenis kayu yang tak dikenal dengan **mengukur** wetabilitasnya secara sederhana.

#### IV. SIMPULAN DAN SARAN

##### A. Simpulan

1. Nilai rerata CWAH terbesar dihasilkan dari perendaman dalam ethanol-benzena (10725 mm), sedangkan nilai rerata CWAH terkecil dihasilkan dari kontrol (2312 mm). Nilai rerata CWAH perendaman dalam air **dingin** dan perendaman dalam air **panas** masing-masing adalah 3586 mm dan 9874 mm.
2. Perlakuan perendaman dapat meningkatkan wetabilitas serbuk TKS. Perlakuan perendaman yang paling mempengaruhi wetabilitas serbuk TKS adalah perendaman dalam ethanol-benzena dan perendaman dalam air **panas**. Tetapi kedua perlakuan perendaman **tersebut** tidak **berbeda** nyata terhadap wetabilitas serbuk TKS.



3. Peningkatan wetabilitas TKS disebabkan larutnya beberapa zat **ekstraktif** dan komponen kimia lainnya yang dapat menghambat absorpsi cairan ke serbuk TKS melalui perlakuan perendaman .

#### B. Saran

1. Perlakuan perendaman dalam ethanol-benzena dan air **panas** perlu dilakukan untuk persiapan TKS sebagai bahan baku **papan** komposit dan perekat likuida agar **gluability** (ikatan rekatnya) antara perekat dengan sirekat meningkat. Perlakuan perendaman dalam ethanol-benzena dan air **panas** tidak berbeda nyata, sehingga perlakuan perendaman cukup menggunakan perendaman dalam air **panas**, karena relatif lebih ekonomis dan praktis.
2. Perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk melihat pengaruh perlakuan perendaman yang dilakukan **secara berkesinambungan** (continuous) antara beberapa perlakuan perendaman, misalnya perendaman air **panas** kemudian dilanjutkan perendaman ethanol-benzena.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [ASTM] American Standard for Testing and Materials. 1995. Annual **Book** of ASTM Standards. Volume 04.10 Wood. Section 4. Philadelphia: ASTM.
- [BPS] Biro **Pusat** Statistik. 2005. Statistik Indonesia 2004. Jakarta: BPS.
- Bodig, J. 1962. Wettability Related to Gluability of the Philippines Mahagonies. Forest Products Journal 12 (6) : 265 – 270.
- Gray, V.R. 1962. The Wettability of Wood. Forest Products Journal 12 (9) : 451 – 461.
- Hardianto, A. 2003. Upaya Peningkatan Produksi Minyak Kelapa **Sawit**. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Haygreen, J.G dan J.L. Bowyer. 1996. Hasil **Hutan** dan Ilmu Kayu: Suatu Pengantar. **Terjemahan** Sutjipto H.K. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Herczeg, A. 1965. Wettability of Wood. Forest Products Journal : 499 – 505.
- Hse, C.Y. 1972. Wettability of Southern Pine Veneer by Phenol Formaldehyde Wood Adhesives. Forest Products Journal. 22 (1) : 51 – 56.
- Pari**, H. 1994. Pengaruh Keterbasahan Selumbar **terhadap** Keteguhan Rekat **Papan** Partikel. **Skripsi Jurusan** Teknologi Hasil **Hutan**. **Bogor**: Fakultas Kehutanan IPB. Tidak dipublikasikan.
- Prayitno, T.A. 2000. Hubungan Struktur Anatomi dan Wetabilitas dengan kekuatan rekat kayu. Buletin Kehutanan No. 42 : 24 – 32.
- Setyawati, BR. 1994. Kajian Produksi **Aseton-Butanol-Etanol** oleh Clostridium **acetobutylicum** dengan **Substrat** Hidrolisat Tandan Kosong Kelapa **Sawit**. Thesis. **Bogor**: Program **Pascasarjana** IPB.
- Tsoumis, G. 1991. Science and Technology of Wood: Structure, Properties, Utilization. New York: Van **Nostrand** Reinhold.
- Warsa, S.R. 1983. Gluability of Rotary-Cut Veneers of Some Indonesian Woods using Adhesives **Extenden** with Nami and Cassava Flours. Dissertation Faculty of The Graduate School. Los Banos: University of The Philippines at Los Banos.
- Wellons**, J. D. 1980 Wettability and gluability of Douglas-fir Veneer. Forest Products Journal. 30 (7) : 53 – 55.
- Wise, L.E. 1944. Wood Chemistry. New York: **Reinhold** Publisher Corporation.