

# Pemanfaatan Lumpur Minyak untuk Pembuatan Komposit Berserat Lignoselulosa

## *Utilization of Oil Sludge as a Lignocellulosic Fiber Reinforced Composite Material*

Bambang Prasetya, Sudijono dan Purwadi Kasinoputro

### Abstract

Utilization of Oil Sludge (OS) is facing until now many problems due to heavy metal content. This experiment tried to find out an alternative how to use of OS as a lignocellulosic fiber reinforced composite material. One important reason for this purpose is the wide utilization of composite material for building material. Two problems have to be solved are how to catch the heavy metal and how to increase the bonding ability of OS. In this experiment additive PTA08 was used for catching the heavy metal. The OS with additive PTA were mixed at temperature of 80°C and fiber in varying composition (40, 50 and 60 % based oven dry weight of raw material). After mat forming, the material was pressed at temperature of 120°C for 20 minutes. The density of composite was arranged from 0.5, 0.6 and 0.7 g/cm<sup>3</sup>. Two percent of phenol formaldehyde resin was used to increase the bonding ability of composite material. The experiment results showed that in general the OS could be used as raw material for production of composite material with medium strength. Modulus of rupture (MOR) could reach 75~120 kg/cm<sup>2</sup>, while modulus of elasticity (MOE) 5000~7000 kg/cm<sup>2</sup>. Water absorption of the product was excellent namely below 20 %, and the thickness swelling varied from 8 to 18 %. The leaching test results showed that the leaching of heavy metal was fulfilled the standard.

**Key words:** oil sludge, heavy metal catching, bonding ability, composite material

### Pendahuluan

Lumpur minyak atau *Oil sludge* (OS) merupakan hasil sampingan atau limbah yang terjadi pada kegiatan pemurnian (*refinery*) minyak bumi maupun pada waktu penampungan bahan bakar minyak bumi. OS tersebut berupa lumpur atau pasta yang berwarna hitam kadang-kadang tercampur dengan tanah, kerikil, air dan lain-lain. Pada umumnya lumpur ini dihasilkan oleh pengendapan partikel-partikel halus pada Bahan Bakar Minyak (BBM). Endapan tersebut semakin lama semakin menumpuk pada bagian bawah dari tank-tank penyimpanan atau pada pipa-pipa penyaluran BBM. OS mengandung bahan-bahan logam berat yang berasal dari proses *refinery* minyak. Oleh karena itu OS tidak diijinkan dipergunakan untuk keperluan misalnya untuk bahan bakar (briket) atau ditimbun dalam tanah (*land fill*). Di Indonesia, OS pada umumnya ditimbun dalam kolam-kolam dan menumpuk bertahun-tahun. Sejak kegiatan kilang minyak beroperasi sampai sekarang belum ada kegiatan pengolahan yang sekaligus memanfaatkan menjadi produk lain. Biaya manajemen OS di area kilang minyak cukup besar, dapat memakan biaya US \$ 0.5 ~ 1 juta per tahun.

Latar belakang dari penelitian ini adalah upaya memanfaatkan OS menjadi produk lain dalam rangka menangani limbah OS dan sekaligus untuk menciptakan nilai tambah OS. Basis penelitiannya adalah ditemukannya senyawa aditif yang mampu mengikat logam berat sehingga apabila OS diletakkan

di alam tidak akan terjadi pencucian yang melarutkan logam berat. Di alam banyak ditemukan senyawa-senyawa yang mempunyai *afinitas* terhadap logam berat dengan pembentukan *chelate*. Banyak literatur menyatakan bahwa senyawa *polyphenol* alam mempunyai sifat menyerap logam berat. Hal ini disebabkan senyawa golongan ini mempunyai reaktifitas yang tinggi (Prasetya dan Roffael 1991).

Penelitian ini ditujukan untuk pembuatan bahan komposit berserat lignoselulosa. Sebagai dasar pertimbangan adalah produk ini memiliki pemakaian yang sangat luas, baik sebagai bahan bangunan pengganti papan kayu. Salah satu keunggulan dari OS adalah sifat menolak air, sehingga diharapkan panel yang dibuat akan memiliki sifat yang tahan air. Produk-produk komposit untuk bahan bangunan yang mempunyai sifat tahan air sangat diminati saat ini, khususnya di negara tropis dan lembab.

Digunakannya OS di pabrik-pabrik pengolahan kayu yang ada di Indonesia diharapkan dapat meningkatkan kinerja pabrik-pabrik pengolahan kayu dimana saat ini sangat banyak yang bekerja dibawah kapasitas bahkan ada yang *idle*. Pada kenyataannya industri pengolahan kayu di Indonesia selama ini dan di masa mendatang masing tergolong industri penting ditinjau dari aspek sosial dan ekonomi (*socio economic benefit*). Ditinjau aspek sosial maka industri pengolahan kayu menyerap tenaga kerja lebih dari 18% (termasuk *pulp paper*) dari semua sektor yang ada (Biro Pusat Statistik 2001). Jumlah tenaga kerja tersebut terdistribusi cukup merata di semua propinsi

baik industri besar, menengah, kecil dan industri rumah tangga. Untuk memperkuat kinerja dan daya saing industri perkayuan di masa mendatang diperlukan penelitian yang bersifat mendesak dan berhubungan dengan permasalahan yang aktual saat ini. Permasalahan yang cukup mendesak saat ini adalah kelangsungan bahan baku dan tuntutan pasar yang berkembang sebagai akibat tuntutan konsumen.

Tuntutan pasar yang berkembang sebagai akibat tuntutan konsumen diwarnai dengan semakin gencarnya penolakan produk kayu olahan yang menggunakan bahan baku kayu dari hutan alam tropis dan mempunyai fungsi ekologi. Oleh karena itu pemakaian OS sebagai bahan kayu dapat menggantikan produk kayu olahan. Kecenderungan pasar yang berkembang lainnya adalah semakin ketatnya kualitas produk akhir khususnya berkaitan dengan pembatasan emisi bahan beracun dari produk akhir (seperti emisi formaldehida) yang ditimbulkan dari bahan perekat yang dipakai dalam proses. Emisi formaldehida dikategorikan berdasarkan nilai ambang batas menjadi E1, E2 dan E3. Produk E1 dibawah 10 mg/100 g adalah suatu persyaratan mutlak bagi produk olahan untuk pangsa pasar negara maju (Roffael dan Dix 1988).

## Bahan dan Metode

### Penyiapan Bahan OS

Dalam penelitian dipergunakan dua jenis bahan OS, yaitu (1) berasal dari tempat penampungan OS dan (2) dari kegiatan pencucian tanki minyak (*tank cleaning*). Sebelum bahan OS diperlakukan dengan bahan aditif pengikat logam berat, maka dilakukan penyaringan bahan-bahan pengotor dengan menggunakan saringan 100 mesh. Untuk itu OS sebelumnya dipanaskan pada suhu 80°C. Pengukuran sifat fisikokimia OS yang dilakukan antara lain kandungan padatan, kadar air, viskositas, pH dan kadar minyak.

### Pembuatan Serat

Kayu Sengon (*Paraserianthes falcataria*) setelah dipisahkan kulitnya, dicacah dalam *Drum Chipper*, kemudian digiling dalam *Ring Flaker*. Serpihan kayu kemudian dikeringkan di udara terbuka sampai mendekati kering udara, setelah itu bahan direndam dalam larutan NaOH 10% selama 24 jam. Bahan dipisahkan dengan larutan dan dicuci dengan air sampai netral. Proses selanjutnya adalah penyeratan (*defibrating*) di dalam *refiner*. Bahan serat yang diperoleh kemudian dikeringkan sampai mencapai kadar air kurang lebih 15% di dalam oven pada temperatur 100°C.

### Pereaksian dengan Aditif Pengikat Logam Berat

Sebelum OS dipergunakan sebagai bahan untuk campuran komposit maka OS dipanaskan dalam labu yang dilengkapi dengan kondensor untuk menghilangkan kadar air. Pereaksian dengan aditif PTA08 dilakukan di dalam bejana pereaksi dengan sistem *reflux* pada temperatur 100°C selama 1 jam. Jumlah PTA08 yang dipergunakan 5% dari berat OS yang direaksikan. Aditif PTA08 adalah campuran senyawa organik yang berbasis *polyphenol* alam berbentuk serbuk 40 mesh (Prasetya *et al.* 2002).

### Pembuatan Sampel Komposit

Bahan OS yang telah direaksikan dengan aditif PTA08 kemudian dicampur dengan serat dalam *Rotary Blender*. Jumlah serat yang digunakan divariasikan 40, 50 dan 60% dari berat campuran. Resin *Phenol Formaldehyde* (PF) 2% dari berat total bahan disemprotkan ke dalamnya. Setelah campuran merata maka dilakukan pencetakan dengan ukuran 30 x 30 cm x ketebalan 1.5 cm. Campuran kemudian dipres pada suhu 150°C selama 20 menit. Target berat jenis ditetapkan 0.5; 0.6; dan 0.7 g/cm<sup>3</sup>, dicapai dengan mengatur jumlah adonan dan ketebalan penyangga pada alat pres (*distance bar*). Setelah pengondisian dalam suhu kamar selama 1 minggu, panel komposit diuji dengan menggunakan standar SNI 03-2105 (Anonim 1996).

## Hasil dan Pembahasan

Pada Tabel 1 dicantumkan hasil pengukuran sifat fisikokimia dari dua jenis OS yang meliputi warna, kadar bahan pengotor, keasaman, viskositas, kadar air dan kadar minyak. OS pertama merupakan OS yang diperoleh dari tempat penampungan OS di kilang minyak (OS-p) dan sedangkan OS yang lain diperoleh dari kegiatan pencucian tanki/*tank cleaning* (OS-c).

Table 1. Physico-chemical properties of OS.

Properties	OS-p	OS-c
Form	Liquid	Paste
Color	Black-Brown	Black
Impurities (%)	9.0	2.7
Acidity (pH)	5.8	6.3
Viscosity (cp)	450	n.d
Moisture content (%)	24	0.4
Oil content (%)	2	5

n.d.: not determined

Ditinjau dari sifat fisikokimiawinya maka kedua jenis OS tersebut sangat berbeda, dalam bentuk, warna, bahan pengotor, viskositas dan kadar air, sedangkan dalam keasaman dan kadar minyak kedua jenis OS tersebut tidak berbeda banyak. OS-p

mempunyai kadar air yang cukup tinggi dibandingkan OS-c, demikian juga kadar bahan pengotor pada OS-p lebih besar. Hal ini dimungkinkan oleh karena perbedaan dalam hal penanganan dan waktu penyimpanan. OS-p umumnya sudah berumur puluhan tahun. Setelah pereaksian dengan aditif PTA08, pengamatan menunjukan tidak adanya perubahan secara nyata sifat fisikokimiawi OS.

Dalam proses pembuatan contoh uji komposit dijumpai beberapa catatan yang penting untuk pengembangan proses lebih lanjut. Misalnya, pencampuran OS dengan *fiber* dengan menggunakan proses konvensional sebagaimana dilakukan pada

pembuatan komposit *fiber* dengan resin sedikit mengalami kesulitan untuk mencapai kerataan campuran. Hal ini disebabkan oleh adanya sifat pasta dari OS, oleh karena itu *rotary blender* harus dilengkapi dengan batang pemukul di bagian tengah. Cara lain yang dapat ditempuh adalah menggunakan *glue spreader*, akan tetapi OS harus terlebih dulu dipanaskan pada suhu di atas 50°C. Pada waktu proses pengepresan penyangga setebal 15 mm dipakai untuk menetapkan ketebalan papan. Hasil yang dicapai menunjukkan cukup presisi, yaitu dengan toleransi 5~8%.

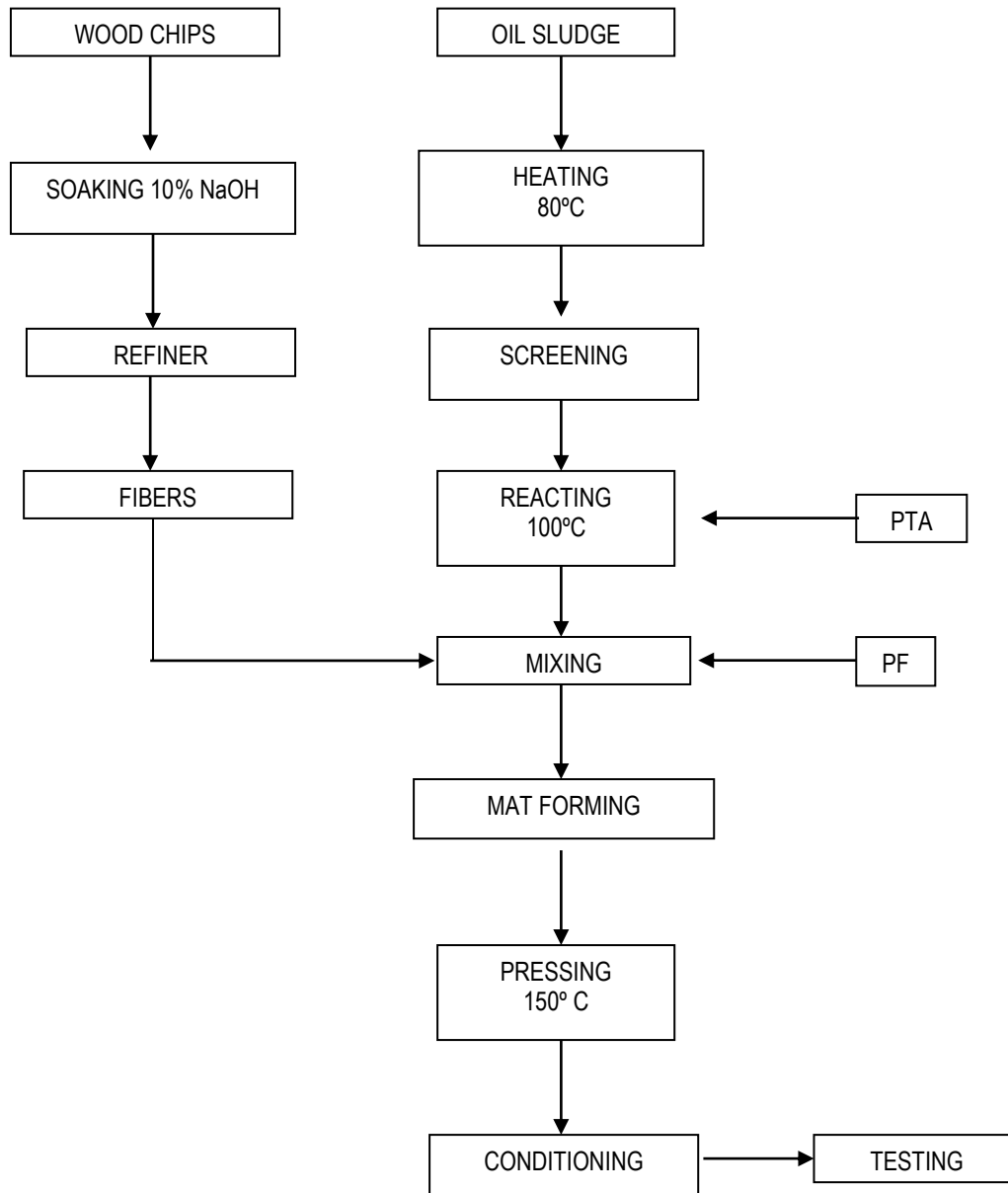


Figure 1. The scheme of composite processing.

Pada Tabel 2 sifat fisikokimia komposit dari panel dicantumkan untuk kedua jenis OS. Sifat bahan terlarut pada panel yang diukur dengan pengocokan dalam air selama 24 jam berkisar antara 4.8~5.5%. Bahan terlarut dapat berasal dari perlarutan komponen *fiber* seperti hemisellulosa dapat terurai menjadi monomernya ketika diperlakukan dengan NaOH pada waktu pembuatan *fiber*. Hal ini terlihat adanya penurunan pH dibandingkan dengan pH OS asal. Penurunan pH dapat diakibatkan dari gugus asetil yang dikeluarkan dari *fiber* khususnya komponen hemiselulosa. Lebih jauh diketahui bahwa kapasitas *buffer* menunjukkan adanya reaksi penetralan ketika larutan direaksikan dengan NaOH.

Table 2. Physico-chemical properties of composite (density 0.5 g/cm<sup>3</sup>; fiber content 50%).

Properties	OS-p	OS-c
Solvent (%)	5.5	4.8
Acidity (pH)	5.7	5.4
Buffer capacity (mmol NaOH/100 g)	22.0	25.0
Moisture content (%)	11.5	8.5
Formaldehyde emission (mg/ 100 g panel)	2.9	4.8

Secara umum antara komposit yang menggunakan OS-p dan OS-c tidak terjadi perbedaan yang berarti. Salah satu keunggulan sifat panel dengan menggunakan OS adalah rendahnya emisi formaldehida yang diukur dengan menggunakan metoda WKI (Roffael dan Dix 1988). Angka emisi formaldehida di bawah standar yaitu untuk E<sub>0</sub> adalah dibawah 5mg/100g sampel. Terjadinya emisi formadehida diduga dari resin yang dipergunakan yaitu resin PF.

Table 3. Density of composite (g/cm<sup>3</sup>).

OS Type	Fiber content (%)	D 0.5	D 0.6	D 0.7
OS-p	40	0.54	0.62	0.70
	50	0.52	0.64	0.73
	60	0.53	0.59	0.69
OS-c	40	0.50	0.58	0.71
	50	0.51	0.61	0.72
	60	0.49	0.59	0.68

Kekuatan mekanik suatu komposit bergantung pada densitas produk yang dalam percobaan ini ditentukan berdasarkan berat bahan dan ukuran panel. Dalam percobaan ini ditargetkan densitas panel adalah 0.5; 0.6 dan 0.7. Hasil pengukuran densitas menunjukkan bahwa densitas panel tidak menyimpang

jauh dari densitas yang ditargetkan (Tabel 3). Dengan demikian variasi hasil pengujian sifat mekanik seperti keteguhan rekat, keteguhan patah dan keteguhan lentur diharapkan hanya dipengaruhi oleh perlakuan komposisi dan kelompok berat jenis.

Seperti terlihat pada Tabel 4 keteguhan rekat komposit berkisar dari 2.3~4.0 kg/cm<sup>2</sup>. Hasil ini relatif lebih rendah dibandingkan produk-produk komposit kayu seperti *MDF (medium density fiberboard)* atau *particle board*. Namun demikian dalam hal keteguhan patah (MOR) produk yang dihasilkan menunjukkan hasil yang cukup memuaskan.

Table 4. Internal bond of composite (kg/cm<sup>2</sup>).

OS Type	Fiber content (%)	D 0.5	D 0.6	D 0.7
OS-p	40	2.3	2.5	3.4
	50	3.6	3.0	3.7
	60	3.2	3.4	3.6
OS-c	40	3.5	2.4	3.6
	50	3.6	3.3	4.0
	60	2.8	3.2	3.8

Nilai MOR berkisar antara 75~120 kg/cm<sup>2</sup> (Tabel 5). Lebih jauh nilai MOR komposit mengalami kenaikan dengan kenaikan jumlah persentase *fiber* dalam komposit dan dengan kenaikan densitas.

Table 5. Modulus of rupture (kg/cm<sup>2</sup>).

OS Type	Fiber content (%)	D 0.5	D 0.6	D 0.7
OS-p	40	75.6	87.7	105.6
	50	86.6	99.4	110.4
	60	89.5	100.4	113.6
OS-c	40	87.5	98.4	116.4
	50	88.6	99.6	118.3
	60	90.8	104.5	119.9

Table 6. Modulus of elasticity (kg/cm<sup>2</sup>).

OS Type	Fiber content (%)	D 0.5	D 0.6	D 0.7
OS-p	40	5050	6560	9670
	50	6060	8600	9400
	60	6080	8850	10450
OS-c	40	5900	8500	9800
	50	6500	8450	11200
	60	6880	8950	10890

Kecenderungan ini juga terjadi pada hasil pengujian keteguhan lentur (MOE) yaitu semakin besar densitas dan semakin banyak jumlah fiber keteguhan lentur semakin tinggi. Nilai MOE panel

berkisar antara 5000~7000 kg/cm<sup>2</sup>. Jika dibandingkan produk lain yang berbasis kayu maka keteguhan lentur ini relatif lebih rendah, namun jika dibandingkan dengan produk komposit dengan perekat anorganik seperti *cement board*, *pulp board* dan *gypsum board* maka nilai keteguhan lentur produk lebih baik.

Salah satu karakteristik komposit yang cukup penting adalah sifat-sifat yang berkaitan dengan stabilitas dimensi dan penyerapan air. Stabilitas dimensi ditetapkan dengan mengukur pengembangan tebal setelah perendaman dalam air 24 jam. Produk komposit yang dihasilkan mempunyai kestabilan dimensi cukup baik. Pada Tabel 7 dicantumkan hasil sifat fisik stabilitas dimensi 8~18%. Nilai-nilai yang di bawah 12% memenuhi persyaratan standar. Lebih jauh dapat diamati bahwa pengembangan tebal produk meningkat dengan kenaikan densitas dan kandungan fiber. Dalam hal penyerapan air sifat komposit juga menunjukkan sifat yang relatif lebih baik dibandingkan dengan produk komposit kayu lainnya seperti *particle board* dan *MDF* (Tabel 8).

Table 7. Dimensional stability of composite (%).

OS Type	Fiber content (%)	D 0.5	D 0.6	D 0.7
OS-p	40	8.3	12.5	15.7
	50	10.4	14.6	17.8
	60	11.5	14.3	17.7
OS-c	40	9.7	14.9	16.6
	50	12.5	15.4	17.3
	60	13.7	16.5	17.4

Table 8. Water absorption (%).

OS Type	Fiber content (%)	D 0.5	D 0.6	D 0.7
OS-p	40	17.0	16.8	15.4
	50	16.9	17.0	18.5
	60	17.3	18.3	19.5
OS-c	40	16.8	15.6	18.3
	50	17.5	17.4	18.3
	60	17.7	18.2	19.9

Dengan nilai penyerapan air di bawah 20% maka telah memenuhi persyaratan standar. Pada umumnya penyerapan air pada produk komposit kayu lain dengan menggunakan *fiber* dari kayu Sengon sulit mencapai angka dibawah 30%.

Hasil pengujian kandungan logam berat produk ini relatif rendah dan memenuhi persyaratan *leaching test* (Tabel 9). Dengan demikian produk ini dapat digunakan untuk keperluan pemakaian di luar (eksterior).

Table 9. Leaching test results.

Analysis	Value (mg/L)
Cadmium, Cd	< 0.009
Chromium, Cr	< 0.030
Copper, Cu	< 0.030
Tin, Pb	< 0.090
Zinc, Zn	0.060
Silver, Ag	< 0.050
Mercury, Hg	< 0.500
Selenium, Se	< 5.000
Arsenic, As	< 4.000

### Kesimpulan

Lumpur minyak (OS) dapat digunakan sebagai bahan pembuatan komposit dengan sifat-sifat kompetitif dibandingkan produk-produk lain. Dari segi teknik pembuatan dapat dilakukan seperti proses konvensional, hanya pada waktu *blending* perlu penambahan pengaduk mekanik. Hasil pengujian menunjukkan bahwa secara umum OS dapat dimanfaatkan sebagai bahan pembuatan komposit dengan kekuatan menengah yaitu MOR mencapai 75~120 kg/cm<sup>2</sup> dan MOE 5000~7000 kg/cm<sup>2</sup>. Daya serap air sangat baik yaitu mencapai dibawah 20% sedangkan pengembangan tebal mencapai 8~18%. Dari aspek lingkungan produk ini memenuhi syarat baik aspek emisi formadehida dan pencucian logam berat (*leaching test*).

### Ucapan Terima kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada PT Djoeri Wandawa atas pemberian sampel *oil sludge* yang dipergunakan pada penelitian ini.

### Daftar Pustaka

- Anonim. 1996. Mutu Papan Partikel. SNI 03-2105. Dewan Standardisasi Nasional, Jakarta. Biro Pusat Statistik. 2001. Data-data Ekspor Impor Indonesia, BPS. Jakarta.
- Prasetya, B.; E. Roffael. 1991. A Novel Method for Determination of Reactivity of Tannin by Cross link with Formaldehyde. Eu. J Wood Industries. Holz Roh Werkstof. 49.
- Prasetya, B; P. Kasinoputro; N.S. Wahyu. 2002. Pemanfaatan Oil Sludge sebagai Bahan Pembuatan Campuran Beraspal Panas. (Patent dalam proses pengajuan di Dirjen HAKI, DepKeh).
- Roffael, E.; B. Dix. 1988. Lignin and lignin Sulfonate in Non Conventional Bonding. Eu. J Wood Industries. Holz Roh Werkstof. 49.

Diterima (*accepted*) tanggal 1 April 2005

Bambang Prasetya  
Pusat Penelitian Bioteknologi (*Research Center for Biotechnology*)  
Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (*Indonesian Institute of Science*)  
Jalan Raya Bogor Km 46, Cibinong  
Tel : 021-8754627  
Fax : 021-8754588  
E-mail : bprasetya@hotmail.com

Sudijono  
Pusat Penelitian Fisika (*Research Center for Physics*)  
Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (*Indonesian Institute of Science*)  
Komplek Puspipstek Serpong  
Tel : 021-7560089  
Fax : 021-7560554

Purwadi Kasinoputro  
Pusat Elemen Bakar Nuklir-BATAN. Komplek Puspipstek Serpong.