

# KARAKTERISASI DAN PEMBUATAN POLIURETAN DARI SERBUK KAYU MAHONI SEBAGAI POLIMER BIODEGRADABLE

## *Characterization and Making Polyurethane from Mahoni Wood of Sawdust By Biodegradable Polymer*

Mohammad WIJAYA<sup>1</sup> dan I Made ARCANA<sup>2</sup>  
 Corresponden Author : [wijasumi@yahoo.com](mailto:wijasumi@yahoo.com)

### ABSTRACT

Mahoni wood (*Swietenia macrophylla* King) contains holoselulose and lignin. This research has been conducted to using lignin from mahoni wood for made polyurethane. Isolate lignin is product isolation mahoni degradation with method increasing 4 gram isolate lignin into 150 ml ethylene glycol content 25 gram solution NaOH. The result of degradation used to synthesis polyurethane, then content of LT-PEG with methylen 4.4 difenil diisocyanate (MDI) become polyurethane. To identified isolate lignin and product degradation lignin has been conducted to characterized with UV and FTIR method. The result shows that the specified spectra at maximum wavelength at 280 nm and 248 nm. While result from FTIR spectra shows that spectra at wavenumber 1296 cm<sup>-1</sup> and 1249 cm<sup>-1</sup> is shows of propile guaiasil group. The function group propel siringile. While lignin from kind at sirmgile, while the spectra at 1354 cm<sup>-1</sup>. The result synthesis polyurethane to characterized by the mechanical properties analysis with Tensile tester machine. It is therefore mechanical properties shows that Tensile strength and Young modulus bigger with enhancing lignin of content into polyurethane but percentage elongation increase.

*Keywords* : Mahoni wood, isolate lignin, degradation lignin, polyurethane

### PENDAHULUAN

Limbah pengolahan kayu dapat digunakan untuk beberapa keperluan dan dapat dibedakan menjadi kulit kayu, potongan kayu, serpihan dan serbuk gergajian. Penggunaan limbah kulit kayu adalah untuk bahan bakar, potongan kayu dan serpihan dapat dibuat menjadi arang, briket arang atau karbon aktif sedang serbuk gergajian kayu dapat dimanfaatkan menjadi briket arang atau karbon aktif (Rustini 2004 ). Limbah

kayu tersedia dalam jumlah yang besar sebanyak 37-43% dari penebangan pohon, antara lain berupa serbuk kayu, potongan kayu dan sisa ketaman kayu. Limbah kayu selama ini dimanfaatkan sebagai media penanaman jamur (Chang and Buswell 1996; Ishizuka *et al.* 1997; She *et al.* 1998; Wasser and Weis 1999).

Komponen utama yang terkandung dalam kayu adalah holoselulosa dan lignin. Holoselulosa terdiri dari selulosa dan hemiselulosa. Sedangkan lignin merupakan suatu polimer alam yang bersifat *amorf* (Hatakayama 1995). Derajat polimerisasi selulosa, namun demikian lignin juga dapat digolongkan sebagai polimer dengan berat molekul yang tinggi. Pemanfaatan lignin yang terdapat dalam serbuk gergaji kayu mahoni, dengan melakukan isolasi lignin, kemudian mendegradasi menjadi lignin terdegradasi dan hasil degradasinya digunakan untuk mensintesis poliueratan dengan mereaksikan campuran lignin terdegradasi (LT) polietilen glikol (PEG) dengan metilen 4,4 difenil diisocianat (MDI).

Secara umum, poliuretan dapat dibuat melalui polimerisasi dari diisocianat dengan senyawa hidroksil, atau melalui reaksi antara biskloroformat dengan diamin (Hatakayama 1995). Senyawa diisocianat yang biasa digunakan adalah metilen 4,4 difenil diisocianat (MDI), Toluena diisocianat (TDI), dan heksametilen diisocianat (HDI) (Waltom *et al.* 2000). Untuk mengetahui karakteristik polimer biodegradabel yang dihasilkan, maka perlu dilakukan analisis gugus fungsi dengan *Fourier Transform Infra Red (FTIR)* dan analisis sifat mekanik dengan *Tensile Tester Machine*.

### METODE PENELITIAN

#### Isolasi Lignin

Serbuk gergaji kayu mahoni dikeringkan dan digiling, hasil gilingan dengan ukuran 80 Mesh diekstraksi dengan ekstraksi *Soxhlet* menggunakan Metode Klason. (Supri 2000) Prosedur metode Klason adalah sebagai berikut : Serbuk gergaji kayu mahoni sebanyak 30 gram diekstraksi dengan pelarut etanol-benzena (1:2 v/v) selama 24 jam, hasil ekstraksi ditambahkan 15 ml H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 72% secara perlahan sambil dilakukan pengadukan selama 2-3 menit. Setelah terdispersi,

<sup>1</sup> Departemen Kimia FMIPA Universitas Negeri Makassar

<sup>2</sup> Departemen Kimia /laboratorium Kimia Fisik Material FMIPA ITB Bandung

dilakukan perendaman selama 45 menit dan sekali-kali dilakukan pengadukan. Hasil ekstraksi dipindahkan ke dalam *erlenmeyer*, diencerkan dengan *Aquades* sampai mencapai 575 ml. Larutan dipanaskan sampai mendidih, kemudian dibiarkan selama 1 jam dengan pemanasan tetap dan dinginkan. Endapan lignin dicuci sampai bebas asam, kemudian diuji dengan kertas pH sampai menunjukkan pH 6. Endapan dikeringkan pada suhu 105 °C, kemudian dihitung rendemen lignin.

**Degradasi Lignin**

Larutan yang mengandung 25 gram NaOH ke dalam 150 ml etilen glikol ditambahkan 4 gram lignin hasil isolasi, kemudian direfluks pada temperatur 160 °C selama 7 jam. Setelah dingin larutan dinetralkan dengan asam klorida. Kemudian diekstraksi dengan perbandingan dietil eter : lignin isolat (1:1 v/v). Lapisan dietil eter diulang selanjutnya dietil eter diuapkan, diperoleh cairan sisa yang berwarna coklat kemerahan. Kemudian dilakukan karakterisasi dengan spektroskopi UV dan FTIR.

**Pembuatan Poliuretan**

Sampel poliuretan yang telah kering, kemudian digerus dan diaduk, selanjutnya dibuat film poliuretan menggunakan alat *Hydraulic press*. Kondisi optimal alat yang digunakan temperatur 180-200 °C, gaya yang diberikan 200 Kg/cm<sup>3</sup>, dan dibiarkan selama 5 menit dalam kondisi tersebut. Lembaran film poliuretan hasil sintesis kemudian dilakukan karakterisasi uji tarik.

**Analisis Uji Tarik**

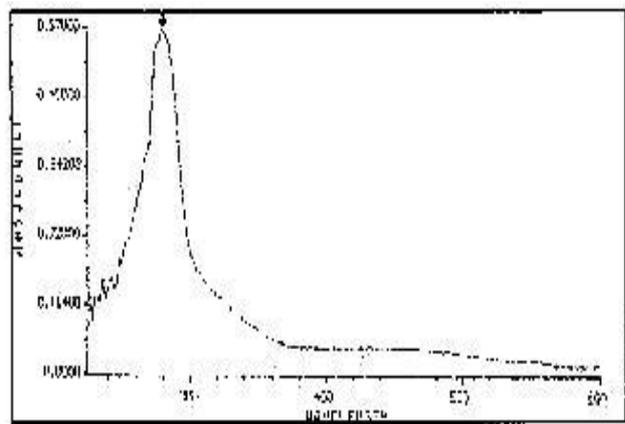
Untuk menentukan sifat mekanik poliuretan maka untuk setiap sampel disiapkan bentuk *dumbell* masing-masing sebanyak 6 buah. Pengukuran dilakukan dengan uji tarik *Model Autograph Shimadzu AGS-500D*, menggunakan *single tension*, dan kecepatan penarikan 5 mm/menit dengan masing-masing *dumbell* diukur panjang awalnya sebagai *l<sub>0</sub>*, dan kedua ujungnya dijepitkan pada alat, kemudian ditarik sampel putus, dengan beban penarikan tertentu. Pengukuran sifat mekanik sampel di Laboratorium Kimia Fisik Material, Departemen Kimia ITB Bandung.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

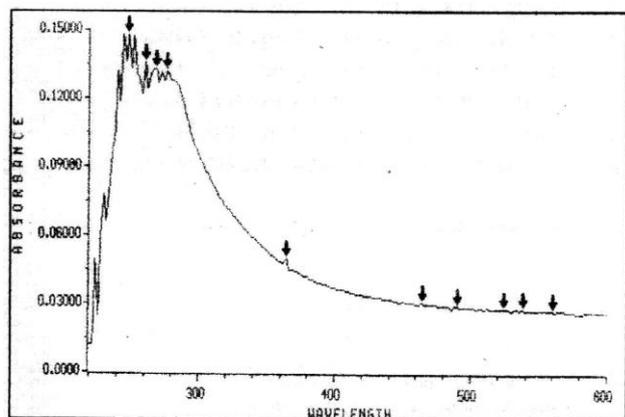
Sebelum dilakukan isolasi dengan menggunakan metode Klason terlebih dahulu serbuk halus kayu mahoni digerus sampai ukuran 80 Mesh. Rendemen lignin hasil isolat dari serbuk gergajian kayu mahoni berkisar 16,55% sedangkan berdasarkan analisa komponen kayu yang dilaporkan memiliki rendemen sekitar 21,25%. Perbedaan rendemen lignin ini antara lain dapat disebabkan oleh perbedaan penggunaan

bahan baku, jenis larutan dan proses pemisahan. Selain itu dapat juga disebabkan adanya sebagian lignin terlarut dalam pelarut asam sulfat H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 73%.

Degradasi lignin yang dimaksud adalah memutuskan ikatan antar molekul yang satu dengan molekul lignin yang lainnya. Larutan yang mengandung 25 gram natrium hidroksida dalam 150 ml etilen glikol ditambahkan 4 gram lignin isolat. Dengan adanya penambahan natrium hidroksida, maka diharapkan ikatan antar molekul lignin dapat terputus. Pemutusan ikatan ini dapat diketahui dengan berubahnya bentuk lignin yang semula padat menjadi garam natrium dari senyawa degradasi yang dapat larut.



(a)



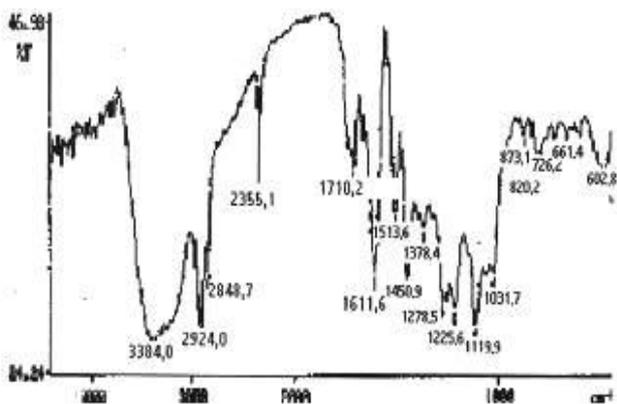
(b)

**Gambar 1.** Spektrum ultra violet (a) lignin isolat b) lignin terdegradasi pada serbuk kayu mahoni

Lignin isolat serbuk gergaji kayu mahoni yang telah terdekomposisi dapat dilihat pada spektroskopi UV yang menunjukkan panjang gelombang maksimum sekitar 280 nm. Panjang gelombang maksimum ini sesuai dengan hasil penelitian sebelumnya (Bilmeyer 1984; Cook dan Guise 1989) ini menunjukkan bahwa spektrum khas lignin terjadi pada gelombang sekitar 280 nm (Gambar 1a). Sedangkan lignin

yang telah terdegradasi dapat dilihat pada spektrum UV (Gambar 1b) ternyata terjadi pada panjang gelombang maksimum disekitar 248 nm, yang menunjukkan adanya *gugus kromofor*, yakni suatu ikatan rangkap terisolasi. Dari hasil tersebut terdapat perbedaan antara spektrum UV untuk lignin isolat dengan lignin terdegradasi. Oleh karena itu absorptivitas lignin isolat ( $\epsilon = 0,56398$ ) yang lebih tinggi dibandingkan absorptivitas lignin terdegradasi ( $\epsilon = 0,14813$ ), sehingga elektron  $\pi$  pada lignin isolat lebih stabil dan energinya rendah, maka akan bergeser ke  $\lambda$  yang terdekat. Sedangkan lignin terdegradasi memiliki energi tinggi, maka bergeser ke  $\lambda$  yang rendah sehingga mudah terjadi pemutusan ikatan molekul lignin akibat kenaikan suhu, sebabkan lignin terdegradasi adalah lignin yang mengalami pemutusan ikatan antar molekul lignin akibat suhu terdegradasi turun.

Dengan adanya penambahan NaOH, maka diharapkan ikatan antar molekul lignin dapat terputus. Telah diketahui bahwa ikatan antar molekul lignin akan putus pada suhu 160 °C, sehingga digunakan jenis pelarut yang mempunyai titik didih yang relatif tinggi yaitu etilen glikol. Setelah dilakukan penetralan, hasilnya diekstraksi dengan dietil eter, selanjutnya kandungan eter diuapkan cairan sisa yang berwarna coklat kemerahan dianalisis dengan spektrofotometer IR.



**Gambar 2.** Spektrum FTIR lignin isolat pada serbuk kayu mahoni

Analisis spektrum FTIR lignin isolat memperlihatkan serapan pada bilangan gelombang 3385,0  $\text{cm}^{-1}$  yang menunjukkan adanya vibrasi ulur untuk gugus hidroksi, serapan pada 2924  $\text{cm}^{-1}$  menunjukkan Vibrasi ulur  $-\text{CH}_3$  dan  $-\text{CH}_2$ , serapan pada 1710  $\text{cm}^{-1}$  menunjukkan vibrasi ulur  $-\text{C}=\text{O}$  tak terkonjugasi, serapan pada 1512  $\text{cm}^{-1}$  menunjukkan Vibrasi tekuk  $\text{C}=\text{C}$  untuk cincin aromatik dan juga vibrasi tekuk  $\text{C}-\text{H}$  pada serapan 873,1  $\text{cm}^{-1}$  dan 820,2  $\text{cm}^{-1}$ . Deformasi  $\text{C}-\text{H}$  dan  $\text{C}-\text{O}$  ditunjukkan oleh serapan 1030  $\text{cm}^{-1}$ . Salah satu ciri khas untuk kayu yang sifatnya keras adalah adanya serapan 1225  $\text{cm}^{-1}$  untuk jenis lignin guaiasil dan 1378  $\text{cm}^{-1}$  untuk jenis lignin siringil. Perbedaan panjang gelombang ini disebabkan oleh adanya pengaruh struktur

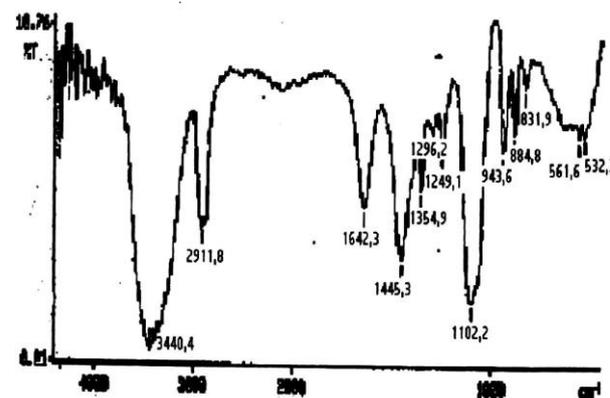
benzena pada inti aromatik yang terkandung dalam bahan yang dianalisis, juga akibat oleh asal lignin serta cara isolasinya. Spektrum IR lignin isolat dapat dilihat pada Gambar 2.

**Tabel 1.** Hasil analisis gugus fungsi lignin isolat pada serbuk kayu mahoni

Lignin Standar ( $\text{cm}^{-1}$ )	Lignin Terdegradasi ( $\text{cm}^{-1}$ )	Gugus Fungsi
3450 -3400	3384	Vibrasi ulur $-\text{OH}$
2940-2820	2924	Vibrasi ulur $-\text{CH}_3$ dan $-\text{CH}_2$
1715-1710	1710	Vibrasi ulur $-\text{C}=\text{O}$ tak terkonjugasi
1515-1505	1513	Vibrasi cincin aromatik
1470-1460	1450	Deformasi $\text{C}-\text{H}$ asimetris
1330-1325	1378	Vibrasi cincin siringil
1270-1265	1225	Vibrasi cincin guaiasil
1085-1030	1312	Deformasi $\text{C}-\text{H}$ , $\text{C}-\text{O}$

Spektrum inframerah hasil degradasi lignin (Tabel 2) memperlihatkan serapan pada bilangan gelombang 3440  $\text{cm}^{-1}$  yang menunjukkan adanya vibrasi ulur dari gugus  $\text{OH}$ , dan serapan pada 2911  $\text{cm}^{-1}$  menunjukkan vibrasi ulur  $\text{C}-\text{H}$  untuk gugus  $-\text{CH}_3$  dan  $-\text{CH}_2$ , serapan pada 1642  $\text{cm}^{-1}$  dan 1455  $\text{cm}^{-1}$  menunjukkan adanya vibrasi  $\text{C}-\text{C}$  untuk cincin aromatik dan juga vibrasi tekuk  $\text{C}-\text{H}$  pada serapan 884  $\text{cm}^{-1}$  dan 831  $\text{cm}^{-1}$ . Deformasi  $\text{C}-\text{H}$  dan  $\text{C}-\text{O}$  ditunjukkan oleh serapan pada 1102  $\text{cm}^{-1}$  dan 943  $\text{cm}^{-1}$ . Salah satu ciri khas kayu yang sifatnya keras yaitu adanya serapan pada 1296  $\text{cm}^{-1}$  untuk jenis lignin guaiasil dan 1354  $\text{cm}^{-1}$  untuk jenis siringil.

Perbedaan analisis spektra antara lignin isolat dengan lignin terdegradasi adalah bahwa lignin isolat adanya vibrasi ulur  $\text{C}-\text{O}$  tak terkonjugasi sedangkan lignin hasil degradasi yang muncul vibrasi  $\text{C}=\text{O}$  terkonjugasi. Kemudian pada lignin isolat yang muncul pada spektra 1513  $\text{cm}^{-1}$  vibrasi cincin aromatis, sedangkan lignin terdegradasi tidak muncul serapannya. Spektrum IR hasil degradasi lignin dapat dilihat pada gambar 3.



**Gambar 3.** Spektrum FTIR lignin terdegradasi pada serbuk gergaji kayu mahoni

**Tabel 2.** Hasil analisis gugus fungsi lignin terdegradasi pada serbuk kayu mahoni

Lignin Standar (cm <sup>-1</sup> )	Lignin Terdegradasi (cm <sup>-1</sup> )	Gugus Fungsi
3450 -3400	3440	Vibrasi ulur –OH
2940-2820	2911	Vibrasi ulur - CH <sub>3</sub> dan - CH <sub>2</sub>
1675-1660	1642	Vibrasi ulur –C=O terkonjungasi
1470-1460	1445	Deformasi C-H asimetris
1330-1325	1354	Vibrasi cincin siringil
1270-1265	1296	Vibrasi cincin guaiasil
1085-1030	1102	Deformasi C-H, C=O

Hasil pengujian sifat mekanik poliuretan hasil sintesis untuk setiap sampel dengan kandungan lignin 0%, 5%, 10%, 15%, 20% dan 25% dapat dilihat pada Tabel 3. Adanya interaksi yang terjadi antara LD-PEG dengan MDI menghasilkan poliuretan dengan sifat mekanik yang berbeda. Ada kecenderungan kekuatan tarik dan *Modulus Young* mengalami peningkatan dengan bertambahnya kandungan lignin dalam poliuretan

**Tabel 3.** Sifat mekanik poliuretan *Tensile Test Machine*

Variasi LD-PEG (% b/v)	<i>Tensile Strength</i> (Mpa)	% <i>Elongation</i>	<i>Modulus Young</i> (Mpa)
0	5,20	30,55	17,02
5	8,95	21,31	4,19
10	18,72	101,55	18,43
15	20,16	73,50	27,53
20	22,35	50,9	44,7
25	27,10	40,0	67,75

Meningkatnya sifat-sifat mekanik tersebut dapat terjadi karena makin banyak lignin dalam pembentukan PU makin banyak MDI diperlukan. Akibatnya makin besar. Kemungkinan terbentuk bagian PU yang keras (*hard segment*).

## KESIMPULAN

Rendemen lignin hasil degradasi *Swietenia macrophylla King* diperoleh 16,55% dengan panjang gelombang maksimum spektra UV lignin isolat dan lignin degradasinya adalah 280 nm

dan 248 nm. Limbah serbuk gergaji kayu mahoni dapat dimanfaatkan sebagai *polimer Biodegradable* diantaranya Poliuretan. Kekuatan tarik dan persentase *elongation* maksimum terjadi pada poliuretan dengan perbandingan kandungan LT-PEG 25%.

## DAFTAR PUSTAKA

- Billmeyer FW. 1984. *Textbook of Polymer Science* 3 th Edition, John Wiley & Sons, New York.
- Chang ST, Buswell JA. 1996. *Mushroom Nutraceuticals*. World J. Microbial Biotechnology, 12, 473-476.
- Cook WP, Guise GB. 1989. *Polymer Up Date*. Science Engineering 1st Edition. Royal Australian Chemical Institute, Victorin.
- Hatakayama H. 1995. *Biodegradable Polyurethane from Plant Component*, JMS Pure Appl. Chem.
- Ishizuka T, Yaoita Y, Kikuchi M. 1997. *Sterol Constituents from the Fruit Bodies of Grifola frondosa (Fr.) S. F. Gray*, *Chem Pharmaceut Bull*, 45, 1756-1760.
- Rustini. 2004. *Pembuatan Briket Arang dari Serbuk Gergajian Kayu Pinus dengan Penambahan Tempurung Kelapa*, Skripsi Jurusan Teknologi Hasil Hutan, Fakultas Kehutanan IPB Bogor
- She QB, Ng TB, Liu WK. 1998. *A Novel Lectin with Potent Immunomodulatory Activity Isolated from Both Fruiting Bodies and Cultured Mycelia of the Edible Mushroom Volvariella Volvacea*. *Biochem Biophys Res Commun*, 247,106-111.
- Supri. 2000. *Sintesis dan Karakterisasi Poliuretan (PU) dari Sistem Lignin Isolasi Kayu Meranti (Sharcea) dengan Politeilen Glikol*. Tesis Magister Kimia Program Pascasarjana ITB Bandung
- Wasser SP, Weis AL. 1999. *Medicinal Properties of Substances Occurring in Higher Basidiomycetes Mushrooms: Current Perspectives (Review)*. *Int J Med Mushr*, 1, 31-62.
- Walton DJ, Lorimer JP. 2000. *Polymer*, Oxford University Press Inc, New York.