

**ISOLASI DAN PENCIRIAN LIGNIN DARI LINDI HITAM
DAN SENGON UNTUK BAHAN PEREKAT**
*(The isolation and characterization of lignin from black
liquor and sengon for adhesives material) **

Oleh/By

Adi Santoso, Surdiding Ruhendi, Suminar S. Achmadi & Endang Suhendang

Summary

*Lignin is the polymer which has been degraded and removed in pulping processes. The occurrence of lignin as a waste product in pulp mills has made it an attractive raw material for adhesives ever since the beginning of the sulfite pulping of wood. Therefore, the isolation and its characterization are important to achieve effective lignin removal. In this investigation, isolation and characterization of black liquor and sengon lignin were carried out. The isolation of lignin was performed by precipitation of lignin from black liquor and the preparation of lignin by way of cellulose dissolution from sengon (*Paraserianthes falcataria* (L) Nielsen). The recovery of lignin was evaluated in an attempt to optimize recovery at high purity by qualitative analyses (ie. UV - and IR - spectrometry) and quantitative analyses (ie. percentage of pure lignin, equivalent weight, ash content, etc). Indulin-AT (commercial lignin) is used as standard of comparison.*

The result indicates that black liquor lignin is guayacil lignin with 16,8 - 17,4% methoxyl content, 2,0 - 2,1% phenolic hydroxyl content, 11,7 - 11,9% ash content and percentage of pure lignin about 64,2 - 71,1%. This result is similar with indulin - AT. The result of sengon lignin analyses show that it is syringyl lignin with 26,7 - 27,2% methoxyl content, 0,8 - 0,9% phenolic hidroxyl content, 25,1 - 25,6% ash content and percentage of pure lignin about 36,1 - 46,2%. Side effect of these result were reactivity of sengon lignin is lower than lignin from black liquor and indulin - AT, therefore, sengon lignin has no potential as raw material for adhesives.

I. PENDAHULUAN

Lignin, yang merupakan komponen utama penyusun kimia kayu selain selulosa dan hemiselulosa adalah polimer alami yang terdiri dari molekul polifenol yang berfungsi sebagai pengikat sel kayu satu sama lain, sehingga kayu menjadi keras

* Tulisan ini merupakan bagian dari tesis penulis pertama di Program Pasca Sarjana, Institut Pertanian Bogor, Bogor . (This paper is part of Post Graduate thesis of first author at Bogor Agricultural University, Bogor).

dan kaku. Dengan demikian memungkinkan upaya pemanfaatan lignin sebagai bahan perekat dan bahan pengikat (binder) pada papan partikel dan kayu lapis (Rudatin, 1989).

Dewasa ini penelitian tentang pemanfaatan lignin sebagai bahan perekat untuk kayu lapis belum banyak diteliti. Penelitian yang pernah dilakukan antara lain pemanfaatan lignin isolat hasil perombakan kayu oleh jamur coklat sebagai ekstender bagi perekat urea formaldehida (Nuryati, 1990), pembuatan perekat lignin dari lignin isolat larutan sisa pemasak pulp (Suhendra, 1992) dan penerapan lignin sebagai perekat pada papan partikel, kayu lapis dan papan serat (Nimz dalam Pizzi, 1983). Dari beberapa hasil penelitian di atas tidak dikemukakan ciri lignin isolatnya, padahal pemahaman yang lebih luas dan mendalam tentang karakteristik lignin itu amat penting agar pemanfaatan kembali lignin sesuai dengan fungsinya di dalam kayu (khususnya sebagai bahan perekat) dapat ditingkatkan. Tulisan berikut ini mengupas ciri isolat lignin yang berasal dari lindi hitam dan kayu sengon, dengan indulin-AT digunakan sebagai pembanding. Pencirian dimaksud lebih dititik beratkan pada komponen kimia penyusun lignin yang bersangkutan dikaitkan dengan penggunaan isolat lignin sebagai bahan perekat kayu lapis.

II. BAHAN DAN METODE

A. Bahan

Bahan baku yang dipergunakan dalam penelitian ini berupa serbuk kayu sengon (*Paraserianthes falcataria* (L) Nielsen) yang berasal dari limbah penggergajian kayu di Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan dan Sosial Ekonomi Kehutanan, Bogor, dan lindi hitam cair yang diperoleh dari pabrik kertas PT Kertas Bekasi Teguh, Bekasi, serta indulin-AT yakni lignin impor. Bahan lain yang digunakan yaitu : jamur coklat, malt extract difco, bacto agar, NaOH, asam sulfat 72%, air suling dan bahan-bahan pembantu lain.

B. Metode

Lignin isolat yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh sebagai hasil isolasi dari serbuk kayu sengon (Nuryati, 1990) dan lindi hitam cair (Kim *et al.*, 1987).

Pencirian terhadap isolat lignin yang diperoleh dari kedua cara tersebut di atas dilakukan dengan cara: analisis gugus fungsi dengan spektrofotometer inframerah, analisis kadar metoksil, keasaman lignin, daya serap air, penentuan kadar hidroksil fenolik dan penentuan bobot equivalen lignin.

Teknik pengambilan contoh yang digunakan untuk pemeriksaan ciri isolat lignin ini adalah metode "Contoh Acak Berlapis" (Cochran, 1963) dengan menganggap periode waktu pengambilan contoh sebagai lapisannya, yaitu dipakai 4 tahap dalam satu bulan (minggu sebagai lapisannya). Dalam setiap tahap pengambilan contoh diambil 4 ulangan, sehingga satuan contoh yang diambil adalah : 1 (pengambilan) x 4 (ulangan) x 4 (tahap) = 16 kali pengambilan contoh. Setiap ciri diduga nilai tengahnya dengan membuat penduga selang nilai tengah pada tingkat kepercayaan 95%.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pencirian Kayu Sengon

Pencirian kayu sengon yang berupa serbuk dalam penelitian ini lebih dititik beratkan pada perolehan lignin dari contoh tersebut sebelum dan sesudah perombakan oleh jamur coklat *Schizophyllum commune* selama 12 minggu.

Hasil pencirian menunjukkan bahwa kayu sengon sebelum perombakan mengandung lignin antara 22,2-24,5% dengan rata-rata 23,4%, hasil ini sedikit lebih rendah daripada yang diperoleh oleh peneliti lain yang mendapatkan lignin yang terkandung dalam kayu sengon dengan rata-rata 25,0% (Kasmudjo, 1982). Setelah mengalami perombakan, diperoleh bahwa lignin yang terkandung dalam kayu sengon tersebut berkisar antara 41,0-44,7% dengan rata-rata 42,8% dari bobot kering kayu (Tabel 1). Kenaikan kadar lignin ini disebabkan oleh berkurangnya fraksi karbohidrat akibat perombakan oleh jamur coklat. Menurut Oey (dalam Martawijaya, 1965) bobot kayu sengon yang telah mengalami perombakan oleh jamur ini memang dapat berkurang sampai 36,3% dari pada sebelum perombakan.

B. Pencirian Lindi Hitam

Lindi hitam cair yang digunakan dalam penelitian ini berwarna coklat kehitaman dan berbau tidak enak, pH berkisar antara 10,6-11,5 dengan rata-rata 11,1 (Tabel 1). Data ini lebih rendah dari yang dikemukakan oleh Sjöström (1981) yang menyatakan bahwa larutan sisa pemasak pulp yang menggunakan proses alkali memiliki pH tidak kurang dari 12. Hal ini mungkin disebabkan oleh terbentuknya gas CO₂, asam asetat dan asam format yang lebih banyak selama proses pemasakan berlangsung, atau karena kadar asetil bahan baku kayu yang dipergunakan berbeda, sehingga cairan lindi hitam dari PT Kertas Bekasi Tegul ini lebih asam daripada sisa pemasak pulp yang diteliti oleh Sjöström.

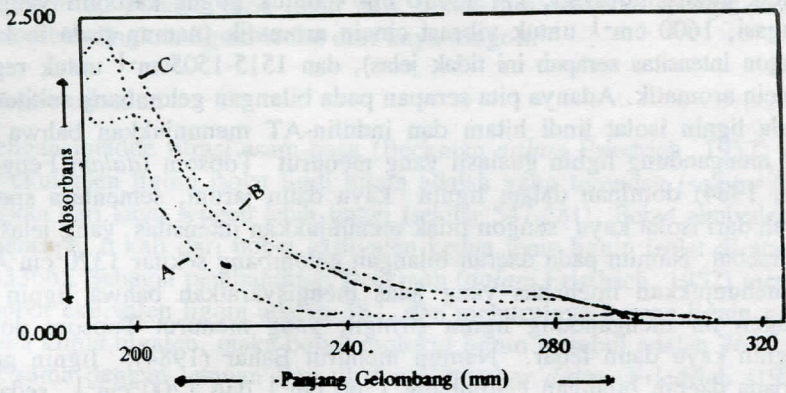
Hasil pencirian menunjukkan bahwa kadar padatan yang terkandung dalam cairan lindi hitam ini berkisar antara 55,6-63,0% dengan rata-rata 59,3% (setelah pemekatan), kisaran tersebut menunjukkan bahwa lindi hitam yang diperoleh dari pabrik tidak homogen dari pemasakan ke pemasakan.

C. Ciri Kualitatif Lignin Isolat

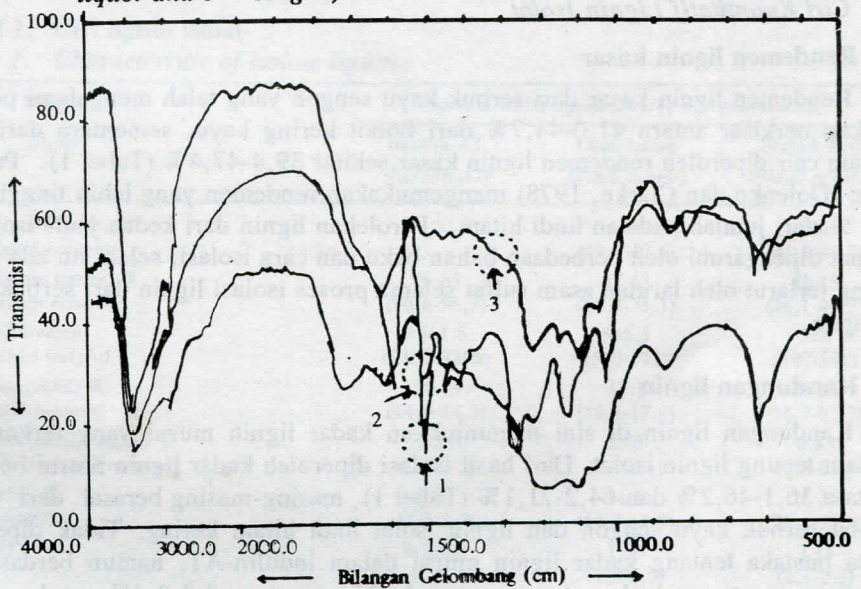
Hasil identifikasi dengan spektrofotometer UV (Gambar 1) menunjukkan bahwa spektrum lignin isolat kayu sengon yang telah terdekomposisi menunjukkan maksimum sekitar 276 nm, sementara lignin isolat lindi hitam pada λ maksimum sekitar 278 nm. Panjang gelombang maksimum ini cocok dengan hasil peneliti lain (Goldschmid dalam Fengel dan Wägner, 1984) yang menyatakan bahwa spektrum khas lignin adalah pada panjang gelombang sekitar 280 nm (lignin kayu daun jarum) dan sekitar 276 nm (lignin kayu daun lebar).

Lignin isolat lindi hitam memperlihatkan bahu pada panjang gelombang < 200 nm, yang mengisyaratkan adanya campuran lain dalam bahan. Indulin-AT yang menunjukkan λ maksimum pada 278 nm, sedikit bergeser dari kedua cuplikan lignin lain. Hal ini mungkin disebabkan oleh adanya campuran seperti furfural atau

hidroksi-furfural yang juga memiliki λ maksimum pada panjang gelombang sekitar 280 nm (Kleiner dalam Fengel dan Wegener, 1984).



Gambar 1. Spektrum ultraviolet dari isolat lignin (a = indulin-AT, b = lindi hitam dan c = sengon)
 Figure 1. Ultraviolet spectrum of lignin isolates (a= indulin-AT, b = black liquor and c = sengon)



Keterangan (Remarks) : 1₁ = indulin-AT (indulin-AT)
 1₂ = lindi hitam (black liquor)
 1₃ = sengon (sengon)

Gambar 2. Spektrum inframerah dari isolat lignin
 Figure 2. Infrared spectrum of lignin isolates

Analisis spektrum inframerah (Gambar 2) dari kedua jenis lignin isolat dan indulin-AT memperlihatkan serapan pada bilangan gelombang sekitar 3450-3400 cm^{-1} untuk gugus hidroksil, 1715-1710 cm^{-1} untuk gugus karbonil yang tidak terkonyugasi, 1600 cm^{-1} untuk vibrasi cincin aromatik (namun pada isolat dari kayu sengon intensitas serapan ini tidak jelas), dan 1515-1505 cm^{-1} untuk regangan C=C cincin aromatik. Adanya pita serapan pada bilangan gelombang sekitar 1505 cm^{-1} pada lignin isolat lindi hitam dan indulin-AT menunjukkan bahwa lignin isolat ini mengandung lignin guaiasil yang menurut Topsom (*dalam* Fengel dan Wegener, 1984) dominan dalam lignin kayu daun jarum, sementara spektrum inframerah dari isolat kayu sengon tidak menunjukkan intensitas yang jelas pada daerah tersebut. Namun pada daerah bilangan gelombang sekitar 1320 cm^{-1} kayu sengon menunjukkan intensitas yang jelas mengisyaratkan bahwa lignin isolat kayu sengon ini mengandung lignin siringil, yang menurut Topsom dominan dalam lignin kayu daun lebar. Namun menurut Bahar (1984), lignin guaiasil muncul pada daerah bilangan gelombang 1260 cm^{-1} dan 1200 cm^{-1} , sedangkan lignin siringil pada bilangan gelombang sekitar 1330-1325 cm^{-1} . Perbedaan λ maksimum tersebut mungkin disebabkan oleh adanya pengaruh struktur batas (*bordering*) pada inti aromatik yang terkandung dalam bahan yang dianalisis (Katrizki, Topsom *dalam* Fengel dan Wegener, 1984).

D. Ciri Kuantitatif Lignin Isolat

1. Rendemen lignin kasar

Rendemen lignin kasar dari serbuk kayu sengon yang telah mengalami perombakan berkisar antara 41,0-44,7% dari bobot kering kayu, sementara dari lindi hitam cair diperoleh rendemen lignin kasar sekitar 39,4-47,4% (Tabel 1). Peneliti lain (Dolenko dan Clarke, 1978) mengemukakan rendemen yang lebih tinggi yaitu 48 % dari jumlah padatan lindi hitam. Perolehan lignin dari kedua jenis isolat ini dapat dipengaruhi oleh perbedaan bahan baku dan cara isolasi, selain itu ada lignin yang terlarut oleh larutan asam sulfat selama proses isolasi lignin dari serbuk kayu sengon.

2. Kandungan lignin

Kandungan lignin di sini menunjukkan kadar lignin murni yang terkandung dalam tepung lignin isolat. Dari hasil isolasi diperoleh kadar lignin murni berkisar antara 36,1-46,2% dan 64,2-71,1% (Tabel 1), masing-masing berasal dari lignin isolat serbuk kayu sengon dan lignin isolat lindi hitam kering. Tidak diperoleh data pustaka tentang kadar lignin murni dalam indulin-AT, namun berdasarkan analisis penetapan kadar abunya yang berkisar antara 3,3-3,4%, maka diperkirakan kadar lignin murni dalam indulin-AT sekurang-kurangnya 96,6-96,7%.

Berdasarkan data kadar lignin murni yang diperoleh, dapat dinyatakan bahwa kedua jenis isolat yang diperoleh masih banyak mengandung komponen non-lignin terutama dalam lignin isolat kayu sengon. Hal ini dapat terjadi akibat pelarutan lignin oleh asam sulfat. Menurut Achmadi (1990) ada sekitar 10-20% lignin kayu daun lebar akan terlarut dalam H_2SO_4 72 % selama proses isolasi berlangsung, selain itu ada struktur yang berubah karena reaksi kondensasi antara lignin dengan

asam. Dengan demikian sulit untuk memperoleh lignin murni dalam jumlah tinggi dari kayu sengon ini. Ditinjau dari segi kadar lignin murni, lignin isolat dari lindi hitam memiliki potensi yang lebih baik untuk dimanfaatkan sebagai bahan baku perekat dibandingkan lignin isolat dari kayu sengon.

3. Bobot ekuivalen

Dengan metode titrasi asam-basa (Beckman *dalam* Friedrich, 1952) diperoleh bobot ekuivalen lignin isolat lindi hitam adalah yang terendah (sekitar 540-571), sedangkan dari kayu sengon lebih tinggi (sekitar 547-581). Bobot ekuivalen Indulin-AT mencapai 6 kali dari bobot ekuivalen kedua jenis lignin isolat di atas (sekitar 3357-3366). Sebagai pembanding, Beckman (*dalam* Friedrich, 1952) mengemukakan bobot ekuivalen lignin adalah 382, dan menurutnya karena lignin merupakan senyawa kimia bivalen, maka bobot molekul lignin tersebut adalah 764. Hasil ini relatif sama dengan temuan Powell dan Whittaker *dalam* Friedrich (1952) yang menemukan bahwa kisaran bobot molekul lignin berkisar antara 782-882. Namun di pihak lain Connors, Sarkanen dan Yoseph (1980), dengan menggunakan kolom khromatografi gel memperoleh data kisaran bobot molekul lignin jauh lebih besar daripada yang dikemukakan di atas, yakni dari 370 sampai 44300. Ini mengisyaratkan bahwa distribusi bobot molekul lignin beragam. Bila dianggap bahwa

Tabel 1. Ciri lignin isolat
Table 1. Characteristic of isolate lignin

Uraian (Item)	Sumber isolat lignin (Source of lignin isolate)		
	Indulin-AT (Indulin-AT)	Lindi hitam (Black liquor)	Serbuk kayu (Wood powder)
Kadar lignin kasar, % (Raw lignin content)	100	43.4 (39,4-47,4)	42.85 (41,0-44,7)
Kadar lignin murni, % (Pure lignin content)	96.65 (96,6-96,7)	67.65 (64,2-71,1)	41.15 (36,1-46,2)
Bobot ekuivalen (Equivalent weight)	3361.5 (3357-3366)	555.5 (540-571)	564 (547-581)
Kadar metoksil, % (Methoxyl content)	14.15 (14,0-14,3)	17.1 (16,8-17,4)	26.95 (26,7-27,2)
Kadar hidroksil fenolik, % (Phenolic hydroxyl content)	2.25 (2,2-2,3)	2.05 (2,0-2,1)	0.85 (0,8-0,9)
Kadar abu, % (Ash content)	3.35 (3,3-3,4)	11.8 (11,7-11,9)	25.35 (25,1-25,6)
pH (pH)	6,2-6,3	1.95 (1,9-2,0)	2.15 (2,1-2,2)
Kadar TOC, % (TOC content)	88.35 (87,7-89,0)	45.15 (43,8-46,5)	26.1 (25,3-26,9)
Daya Absorpsi Air, % (Water absorption)	134.1 (132,8-135,4)	109.0 (106,7-111,3)	47.75 (26,8-68,7)

Keterangan (Remarks) : - Nilai tersebut di atas sudah dikoreksi dengan kadar air masing-masing lignin isolat. (The values have corrected by moisture content of isolate lignin).
- Tingkat keyakinan 95%. (Degree of confidence 95%).

lignin isolat dalam penelitian ini merupakan senyawa kimia bivalen, maka bobot molekul lignin isolat dari kayu sengon adalah sekitar 1094-1162, bobot molekul lignin isolat dari lindi hitam sekitar 1080-1142, dan bobot molekul lignin dari indulin-AT sekitar 6713-6732.

Mengingat lignin merupakan senyawa organik yang amat kompleks, yang terdiri dari sejumlah komponen zat penyusun yang amat beragam, maka sulit untuk mendapatkan bobot molekul yang pasti sebagai patokan dalam formulasi bahan perekat. Oleh karena itu dalam menetapkan formulasi untuk keperluan pembuatan perekat biasanya diambil berdasarkan bobot rata-ran unit struktur C₉ yang terkandung dalam lignin yang dapat bereaksi dengan formaldehida, dalam hal ini 1 mol lignin setara dengan 180 (Gillespie, 1989).

4. Kadar metoksil

Dari penelitian terhadap lignin isolat dan Indulin-AT diketahui bahwa kadar metoksil dalam lignin isolat kayu sengon berkisar antara 26,7-27,2%, dan dalam lignin isolat lindi hitam sekitar 16,8-17,4%, sementara dari indulin-AT diperoleh kadar metoksil antara 14,0-14,3 % (Tabel 1).

Ciri khas lignin adalah memiliki gugus fungsi metoksil (-OCH₃) dengan kadar yang cukup tinggi. Friedrich (1952) mengemukakan bahwa lignin yang berasal dari kelompok kayu daun lebar memiliki kadar metoksil antara 20,5 - 21,5 %. Di pihak lain Arthur dan Elizabeth (1961) mengemukakan bahwa lignin niaga (Indulin-AT) mengandung kadar metoksil antara 13,5-14,5%, sementara Kirk dan Othmer (1952) menyatakan bahwa kadar metoksil rata-ran dalam lignin yang berasal dari kayu pinus 13,9%. Dalam penggunaan lignin sebagai bahan baku perekat, terutama bila ditinjau dalam hal mudahnya pembentukan gel, lignin dengan kadar metoksil rendah lebih menguntungkan daripada lignin yang berkadar metoksil tinggi, berdasarkan pada pernyataan di atas, nampaknya lignin isolat dari lindi hitam dan indulin-AT akan lebih baik daripada lignin isolat dari kayu sengon bila dibuat perekat.

5. Kadar hidroksil-fenolik

Pada Tabel 1, dapat dilihat bahwa kadar hidroksil-fenolik dalam lignin isolat kayu sengon ialah 0,8-0,9%, dan dalam lignin isolat lindi hitam: 2,0-2,1%, sementara dalam indulin-AT : 2,2-2,3%. Menurut Arthur dan Elizabeth (1961), kadar hidroksil-fenolik dalam Indulin-AT adalah sekitar 2,0-2,1%, sementara Bahar (1984) mengemukakan kadar metoksil dalam kayu pinus dengan rata-ran 3,9%, dan dalam lignin kayu *spruce* dan *beech* masing-masing 2,4% dan 1,5% (Freudenberg dan Dietrich dalam Friedrich, 1952). Hidroksil-fenolik merupakan salah satu gugus fungsi yang terkandung dalam lignin, dan sangat berperan dalam reaktivitas lignin selain gugus fungsi hidroksil benilik dan gugus karbonil. Nimz dalam Pizzi (1983) mengemukakan bahwa lignin dapat bereaksi dengan formaldehida dikarenakan antara lain struktur lignin mempunyai senyawa polifenol yang sebagaimana diketahui terdiri dari unit fenilpropana dengan prazat p-kumaryl alkohol, koniferil alkohol dan sinapil alkohol yang mengandung gugus hidroksil dan aromatik, sehingga ikatan lignin dengan formaldehida mirip dengan hasil reaksi antara fenol dengan formaldehida dalam pembuatan perekat fenol formaldehida.

Berpedoman pada pernyataan di atas, maka nampaknya lignin isolat dari kayu sengon sangat tidak reaktif bila dibandingkan dengan lignin isolat lindi hitam dan indulin-AT oleh karena selain kadar hidroksil-fenoliknyanya sangat rendah, kadar metoksil yang terkandung jauh lebih tinggi daripada kedua jenis lignin yang disebut terakhir. Dengan demikian dapat dipahami, bahwa lignin isolat dari kayu sengon ini kurang reaktif terhadap formaldehida.

6. Kadar abu

Penetapan kadar abu dari lignin isolat dilakukan dengan maksud untuk mengetahui kandungan garam anorganik dalam lignin. Hasil yang tercantum pada Tabel 1, menunjukkan lignin isolat kayu sengon mengandung abu sekitar 25,1-25,6%, dan kadar abu lignin isolat lindi hitam antara 11,7-11,9%, sementara indulin-AT berkadar abu sekitar 3,3-3,4%. Perolehan kadar abu yang cukup tinggi ini serupa dengan yang ditemukan oleh Karliati (1993) yang mendapatkan kadar abu 26% dari total padatan lindi hitam, sementara Pari (1990) menyatakan bahwa kadar abu dari lindi hitam yang diuapkan dan digodok dengan alkohol sebanyak 33 %. Di pihak lain Arthur dan Ellizabeth mengemukakan bahwa lignin niaga (Indulin-AT) biasanya mengandung abu sebesar 0,5 %. Menurut Rudatin (1989), 1/3 bagian dari bobot total padatan yang terlarut dalam lindi hitam mengandung garam Na dan garam lain hasil degradasi lignin. Adanya kadar abu yang demikian tinggi dikhawatirkan akan mengganggu reaksi pembuatan perekat atau dalam proses perekatan. Dengan berpedoman pada hasil yang dikemukakan di atas, adalah sangat mungkin bahwa lignin isolat dari kayu sengon dan lignin isolat lindi hitam akan lebih banyak mengalami hambatan dalam reaksi pembuatan perekat maupun dalam menghasilkan perekatannya daripada Indulin-AT. Fakta tingginya kadar abu mendukung kenyataan sulitnya isolat lignin kayu sengon dan isolat lignin lindi hitam dijadikan perekat.

7. Keasaman (pH)

Keasaman (pH) lignin merupakan salah satu peubah yang digunakan dalam proses pembuatan perekat. Dalam penelitian ini lignin isolat memiliki nilai pH yang rendah.

Pada data yang tercantum dalam Tabel 1 dapat dilihat bahwa lignin isolat kayu sengon memiliki pH antara 2,1-2,2; dan pH lignin isolat lindi hitam berkisar antara 1,9-2,0; sedangkan Indulin-AT memiliki pH sekitar 6,2-6,3, walaupun menurut Arthur dan Ellizabeth (1961) pH dari indulin-AT biasanya berkisar antara 3,5-5,5. Di pihak lain Suhendra (1992) menyatakan bahwa pH lignin yang berasal dari larutan sisa pemasak pulp adalah 2,9. Kisaran pH yang dikemukakan di atas menunjukkan bahwa lignin isolat yang diperoleh masih banyak mengandung sisa asam meskipun pada saat isolasi telah dilakukan pencucian.

Dalam pembuatan perekat, pH akhir dari hasil reaksi kondensasi antara lignin dengan formaldehida harus dibuat sedemikian rupa hingga berada di atas 2,5 namun harus lebih rendah dari 11. Karena bila cairan perekat memiliki pH lebih rendah atau lebih tinggi dari yang disebutkan di atas, maka akan merusak struktur kayu yang direkat (Suhendra, 1992).

8. Kadar karbon organik total

Dengan menggunakan alat penganalisis karbon seperti TOC Analyzer, diketahui bahwa kadar karbon organik total lignin isolat kayu sengon sekitar 25,3-26,9 % dan kadar karbon organik total dalam lignin isolat lindi hitam berkisar antara 43,8-46,5 %, sementara indulin-AT memiliki kadar karbon organik total antara 87,7-89,0% (Tabel 1). Menurut Fengel dan Wegener (1984), kadar karbon dalam lignin kayu daun jarum berkisar antara 60-65% sementara dalam lignin kayu daun lebar lebih rendah, yakni sekitar 56-60%. Data kadar karbon organik total tersebut di atas nampak sejalan dengan tingkat kemurnian lignin untuk ketiga jenis lignin yang diteliti. Dengan demikian jelas bahwa komponen penyusun non-lignin yang mungkin sebagian besar terdiri dari senyawa anorganik dalam lignin isolat kayu sengon dan lindi hitam jauh lebih tinggi daripada dalam indulin-AT.

9. Daya absorpsi air

Hasil penelitian yang tercantum dalam Tabel 1, memperlihatkan daya absorpsi air dari lignin isolat kayu sengon, lignin isolat lindi hitam, dan indulin-AT secara berturut-turut berkisar antara 56,8-68,7%; 106,7-111,3% dan 132,8-135,4 %. Di lain pihak Damat (1989) dan Suhendra (1992) menyatakan bahwa daya absorpsi terhadap air dari lignin isolat lindi hitam berkisar antara 108,3-112,9%.

Perbedaan daya absorpsi terhadap air dari setiap jenis lignin isolat tersebut sejalan dengan perbedaan kadar gugus hidroksil yang terkandung dalam lignin. Komponen non-lignin yang bersifat higroskopis antara lain ion natrium. Dalam penggunaan sebagai bahan baku perekat, sifat higroskopis lignin isolat akan sangat merugikan karena sifat ini dapat menyebabkan turunnya gaya adhesi antara perekat dengan kayu. Sehingga bahan yang telah direkat dengan perekat lignin akan mengelupas kembali (delaminasi). Salah satu upaya untuk mengurangi sifat higroskopis lignin ini, dalam proses pembuatan perekat adalah dengan menambahkan bahan pemlastik (*plasticizer*) yang berupa polivinil alkohol.

Berdasarkan ciri lignin isolat yang tercantum pada Tabel 1 tersirat lignin isolat dari serbuk kayu sengon adalah yang paling tidak memiliki potensi untuk dibuat bahan perekat daripada lignin isolat lindi hitam dan indulin-AT. Hal ini didasarkan atas:

- a. Secara kualitatif, lignin isolat kayu sengon lebih dominan mengandung lignin siringil yang memiliki reaktivitas lebih rendah daripada lignin guaiasil yang lebih banyak terkandung dalam lignin isolat lindi hitam dan Indulin-AT.
- b. Secara kuantitatif, kadar lignin murni dalam isolat kayu sengon jauh lebih rendah daripada kadar lignin murni dalam dua jenis lainnya. Dengan demikian, sudah barang tentu kadar gugus hidroksil-fenolik yang berperan dalam reaksi dengan formaldehida jauh dari mencukupi. Di pihak lain, adanya komponen non-lignin yang begitu banyak akan menghambat gugus aktif dalam lignin dimaksud pada proses kondensasi pembuatan resin. Akibat daripada itu adalah interaksi lignin isolat dari kayu sengon dengan campuran formaldehida, NaOH dan air akan sangat rendah, campuran ini tidak akan membentuk gel.

IV. KESIMPULAN

1. Lignin isolat yang berasal dari kayu sengon secara kualitatif berbeda dengan lignin isolat lindi hitam dan indulin-AT. Data spektrum ultraviolet dan inframerah memperlihatkan bahwa lignin isolat kayu sengon lebih banyak mengandung siringil yang memiliki reaktivitas lebih rendah daripada lignin guaisil yang lebih dominan terkandung dalam lignin isolat lindi hitam dan indulin-AT.
2. Secara kuantitatif, kadar lignin dalam isolat kayu sengon lebih rendah daripada dalam lignin isolat lindi hitam dan indulin-AT, namun bobot ekuivalennya lebih tinggi daripada lignin isolat lindi hitam walaupun bila dibandingkan dengan indulin-AT masih jauh lebih rendah. Berdasarkan kadar karbon organik total, kadar metoksil, kadar hidroksil-fenolik dan kadar abu, isolat dari serbuk kayu sengon dan lindi hitam masih banyak mengandung komponen non-lignin, sehingga reaktivitasnya akan lebih rendah daripada indulin-AT, dengan demikian kurang laik digunakan sebagai perekat lignin formaldehida.
3. Diramalkan bahwa lignin yang dapat digunakan sebagai bahan baku perekat adalah lignin yang memiliki ciri seperti indulin-AT yakni memiliki kadar lignin murni yang tinggi, kadar metoksilnya dan kadar abu rendah, namun memiliki kadar hidroksil fenolik yang cukup besar.
4. Ditinjau dari segi komponen kimianya, lignin isolat lindi hitam memiliki ciri yang mirip dengan indulin-AT, sehingga diduga cukup potensial untuk dapat dibuat bahan perekat.

DAFTAR PUSTAKA

- Achmadi, S. S. 1990. Bahan Pengajaran Kimia Kayu. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan. Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi. Pusat Antar Universitas Ilmu Hayat. IPB, Bogor. Hal 53 - 68.
- Arthur and Elizabeth, R. 1961. The Condensed Chemical Dictionary, 6th Ed. Reinhold Publishing Corporation. New York. pp. 605, 666, 1089.
- Bahar, N. 1984. Isolasi dan Analisa Lignin dari *Pinus merkusii*. Berita Selulosa (20) 4: 119-124.
- Damat. 1989. Isolasi Lignin dari Larutan Sisa Pemasak Pabrik Pulp dengan menggunakan H₂SO₄ dan HCL. Skripsi, Fateta, IPB. Bogor (tidak diterbitkan).
- Dolenko, A.J. and M.R. Clarke. 1978. Resin Binder from Kraft Lignin. Forest Products Journal 28(8) : 41-46.
- Cochran, W.G. 1963. Sampling Techniques, 2nd ed., John Wiley and Sons, Inc. New York. pp. 65-109.
- Connors, W.J., S. Simo, and J. L. McCarthy. 1980. Gel Chromatopography and Association Complexes of Lignin. Holzforschung 34 (1980): 80-85.

- Fengel, D. and G. Wegener. 1984. *Wood; Chemistry, Ultrastructure, Reactions.* Walter de Gruyter. Berlin, New York. pp. 132-174.
- Friedrich E.B. 1952. *The Chemistry of Lignin.* Academic Press. Inc., Publishers-New York.
- Gillespie, R.H. 1987. Durable Wood Adhesives from Kraft Lignin. *In* Hemingway, R.W., A.H. Conner and S.J. Branham (editors). 1987. *Adhesives from Renewable Resources.* Symposium in the Cellulose, Paper, and Textile. New Orleans, Louisiana.
- Kim, H., M.K. Hill and A.L. Friche. 1987. Preparation of Kraft Lignin from Black Liquor. *Tappi Journal*, December 1987 : 112.
- Nimz, H.H. 1983. Lignin-Based Wood Adhesives. *In* A. Pizzi. *Wood Adhesives Chemistry and Technology.* Marcel Dekker, New York.
- Nuryati, L. 1990. Lignin Isolasi Hasil Perombahan Kayu oleh Jamur Coklat sebagai Perekat Kayu Lapis. Skripsi. Fahutan - IPB, Bogor (tidak diterbitkan).
- Rudatin, S. 1989. Potensi dan Prospek Pemanfaatan Lignin dari Limbah Industri Pulp dan Kertas di Indonesia. *Berita Selulosa* (25) 1 : 14-17.
- Martawijaya, A. 1965. Laboratory Test With *Schizophyllum Commune* Fr. *Rimba Indonesia* 8 (1) 34-46.
- Sjöström, E. 1981. *Wood Chemistry Fundamentals and applications.* Academic Press, New York. pp. 68-82, 105-193.
- Suhendra, A. 1992. Pembuatan Perekat Lignin Hasil Isolasi Larutan Sisa Pemasak Pulp. Skripsi. Fateta - IPB, Bogor (tidak diterbitkan).