

# POTENSI *Acacia crassicarpa* SEBAGAI BAHAN BAKU PULP KERTAS UNTUK HUTAN TANAMAN INDUSTRI

Susi Sugesty<sup>1 a</sup>, Teddy Kardiansyah<sup>a</sup>, Wieke Pratiwi<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Balai Besar Pulp dan Kertas, Jl. Raya Dayeuhkolot No. 132 Bandung

<sup>b</sup> Balai Besar Bahan dan Barang Teknik, Jl. Sangkuriang No. 14 Bandung

<sup>1</sup> sugestys@yahoo.com

Diterima : 3 Februari 2015, Revisi akhir : 22 April 2015, Disetujui terbit : 8 Mei 2015

## ***THE POTENTIAL OF Acacia crassicarpa AS PULP AND PAPER RAW MATERIAL FOR INDUSTRIAL PLANTATION FOREST***

### **ABSTRACT**

*Industrial Plantation Forest of Acacia mangium for pulp industry in Indonesia has declined its productivity due to a decrease in the quality of soil on the second cycle and thereafter. Therefore, the alternative raw material for pulp has to be found as a substitute for Acacia mangium. Research on the various ages of Acacia crassicarpa (4; 5 and 6 years old) as the pulp raw material has been done. Pulp was prepared using the kraft process. The optimum cooking condition with target Kappa Number of  $15 \pm 1$  was obtained at 20-22% active alkali, 30% sulfidity, temperature of 165 °C, liquor ratio 1:4 and H factor of 1300. Pulp was then bleached using ECF (Elemental Chlorine Free) process with the sequence of ODEDED and XDEDED. Results showed that pulp yield was high enough and meet the standard requirement according to SNI 6107:2009, Pulp Kraft Putih Kayudaun (LBKP). Hollocellulose content of Acacia crassicarpa (79,99-80,87%) and a cellulose content (43,33-48,62%) were higher compared to those of Acacia mangium (<79% and <43%) respectively, while lignin and extractive contents were significantly low. It was found that Acacia crassicarpa of 5 years old resulted in better bleached kraft pulp compared to those of 4 and 6 years old. It is concluded that Acacia crassicarpa has a good prospect to be developed in Industrial Plantation Forest as raw material for pulp.*

*Keywords: Acacia crassicarpa, ages, raw material, ECF, pulp*

### **ABSTRAK**

Hutan Tanaman Industri *Acacia mangium* untuk industri pulp yang dikembangkan di Indonesia saat ini mengalami penurunan produktivitas akibat penurunan kualitas tempat tumbuh pada daur kedua dan seterusnya. Oleh sebab itu perlu dicari bahan baku alternatif pengganti *Acacia mangium*. Untuk itu telah dilakukan penelitian terhadap *Acacia crassicarpa* berbagai umur yaitu 4 ; 5 dan 6 tahun. Pembuatan pulp kertas dilakukan dengan proses kraft. Kondisi pemasakan yang optimal dan memenuhi target bilangan Kappa  $15 \pm 1$ , diperoleh pada penggunaan alkali aktif 20-22%, sulfiditas 30%, suhu 165 °C, ratio 1:4 dan faktor H 1300. Pemutihan pulp dilakukan dengan proses ECF (Elemental Chlorine Free) yang dikenal ramah lingkungan dengan tahapan ODEDED dan XDEDED. Hasil pulp kraft putih mempunyai rendemen cukup tinggi dan memenuhi persyaratan spesifikasi SNI 6107:2009, Pulp Kraft Putih Kayudaun (LBKP) kecuali indeks sobek. Kayu *Acacia crassicarpa* mempunyai kadar holoselulosa (79,99-80,87%) dan selulosa alfa (43,33-48,62%) yang cukup tinggi bila dibandingkan dengan *Acacia mangium* (<79% dan <43%), serta kadar lignin dan ekstraktif yang cukup rendah. Kayu *Acacia crassicarpa* umur 5 tahun menghasilkan pulp kraft putih paling baik dibandingkan umur 4 dan 6 tahun. Dengan demikian, kayu *Acacia crassicarpa* mempunyai potensi untuk dikembangkan di Hutan Tanaman Industri sebagai bahan baku pulp.

Kata kunci: *Acacia crassicarpa*, umur, bahan baku, ECF, pulp

## PENDAHULUAN

Pada saat ini Indonesia menduduki peringkat ke 9 sebagai produsen pulp dan kertas dunia dengan pangsa pasar sebesar 2,4% dan 2,2% terhadap dunia pertahun (*Indonesian Pulp and Paper Industry, Directory, 2011*). Perkembangan industri pulp dan kertas di Indonesia terus meningkat dari tahun ke tahun, namun belum dapat memenuhi semua kebutuhan dalam negeri dan permintaan ekspor yang terus mengalami peningkatan.

CEPI (*Confederation of European Paper Industries*) memproyeksikan konsumsi pulp dunia pada tahun 2015 berjumlah 233 juta/ton dengan pertumbuhan 1,8% pertahun, sedangkan kertas berjumlah 458 juta/ton dengan pertumbuhan sekitar 2,9% pertahun, menunjukkan bahwa kebutuhan pulp dan kertas dunia masih cukup besar dan Indonesia berpeluang untuk berperan dalam pasar pulp dan kertas dunia (*Forest Industry, 2015*). Peluang di dalam negeri pun cukup besar. Konsumsi per kapita kertas per tahun di Indonesia terus meningkat, pada tahun 2004 dan 2005 sebesar 25,3 kg dan pada tahun 2011 sekitar 32 kg, diperkirakan tahun mendatang kenaikan konsumsi perkapita nasional dapat mencapai 7,0 – 8,0% pertahun (*Indonesian Pulp and Paper Industry, Directory, 2011*).

Tanaman kayu yang sering digunakan untuk bahan baku pembuatan pulp adalah *Acacia sp* dan *Eucalyptus sp*. Kayu *Acacia* dan *Eucalyptus* termasuk kedalam tanaman berdaun lebar. Tanaman ini tumbuh baik pada tanah yang subur, tanah yang mengalami erosi dan tanah bekas perladangan, dan juga tanaman ini sangat baik untuk memberantas alang-alang karena cepat menutupi tanah.

Penentuan jenis kayu yang akan dibudidayakan merupakan langkah awal yang penting karena akan berpengaruh besar terhadap segi teknis dan ekonomis dalam pengelolaan unit HTI untuk jangka waktu panjang.

*Acacia* merupakan jenis kayu yang diprioritaskan untuk dikembangkan dalam lahan Hutan Tanaman Industri (HTI) karena kayunya cepat tumbuh, produksi kayunya tinggi dan tidak menuntut persyaratan hidup yang tinggi, sehingga diprediksi akan menghasilkan produk dengan kualitas yang baik dan seragam. Hutan Tanaman Industri di Indonesia baru mengembangkan beberapa spesies yang digunakan sebagai bahan

baku pulp, dan yang menjadi unggulannya adalah *Acacia mangium* (Irianto dkk., 2006).

Pada tempat yang baik, *Acacia mangium* dapat mencapai tinggi 30 m dengan diameter sampai 90 cm serta batang bebas cabang 10 – 15 m. Rotasi tebang pohon ini mencapai 10 – 20 tahun dengan riap 45 m<sup>3</sup>/ha/tahun. Sedangkan pada lahan yang terganggu, bekas perladangan, bekas terbakar, lereng yang terjal, tanaman ini tumbuh baik dan mampu memproduksi kayu 20 m<sup>3</sup>/ha/tahun. (Sindusuwarno dan Utomo, 1981). Sedangkan untuk *Acacia crassicarpa* produksi rata-rata pertahunnya mencapai 27 m<sup>3</sup>/ha/tahun. Untuk spesies *Eucalyptus* yang ada di Indonesia diantaranya adalah *Eucalyptus deglupta* dengan riap 25-40 m<sup>3</sup>/ha/tahun, *Acacia crassicarpa* dengan riap 20-30 m<sup>3</sup>/ha/tahun dan *Eucalyptus grandis* dengan riap 25 m<sup>3</sup>/ha/tahun. Pulp *Acacia mangium* memiliki kualitas yang cukup baik. Potensi yang dimiliki oleh *Acacia mangium* memang cukup besar, tetapi terdapat masalah pada proses pembuatan pulpnya karena tingginya kandungan ekstraktif. Kandungan ekstraktif yang tinggi akan membuat kualitas pulp putih menjadi rendah, karena timbulnya noda (*dirt*), sehingga dapat mempengaruhi derajat cerah pulp.

Sejalan dengan waktu, penggunaan *Acacia* sebagai bahan baku pulp, terdapat permasalahan yang terjadi di lapangan yaitu: rendahnya produktivitas biomassa, daur tanaman yang masih dianggap terlalu panjang untuk 5-7 tahun, terjadinya serangan hama dan penyakit, sering terjadinya kebakaran, menurunnya produktivitas lahan akibat penurunan kualitas tempat tumbuh pada daur kedua dan seterusnya (Suhartati, dkk., 2014).

Atas dasar hal tersebut maka perlu upaya mencari bahan baku kayu alternatif untuk ditanam di Hutan Tanaman Industri (HTI). Salah satu faktor yang perlu dipertimbangkan pada kualitas pulp adalah kandungan komponen kimia yang optimal, selain itu umur bahan baku yang pendek dengan kandungan selulosa yang cukup tinggi.

Salah satu spesies *Acacia* yang berpotensi untuk dikembangkan di HTI adalah *Acacia crassicarpa*. *Acacia crassicarpa* termasuk ke dalam *fast growing species* dan mampu hidup pada lahan marginal. *Acacia crassicarpa* yang ditanam pada lahan gambut memiliki potensi sampai 110,2 m<sup>3</sup>/ha pada umur 4 tahun (Suhartati, dkk., 2014).

Proses pembuatan pulp dari berbagai spesies *Acacia* selain *A. mangium* dan *A. crassicarpa* sudah dilakukan yaitu *A. Mellifera* (Khider, dkk., 2012), *A. Hybrid* (Chong dan Chiang, 2014), *A. Auriculiformis* (Jahan, dkk., 2007), *A. Melanoxylon* (Lourenco, dkk., 2008; Santos, dkk., 2012) dan *A. Mearnsii* (Takahashi, dkk., 2011).

Sebagai upaya substitusi *Acacia mangium*, maka telah dilakukan penelitian dengan menggunakan *Acacia crassicarpa* pada berbagai umur. Kegiatan penelitian ini dilakukan untuk mengetahui umur kayu *Acacia crassicarpa* yang optimal untuk menghasilkan pulp dengan kualitas memenuhi standar yang berlaku (SNI), sehingga berpotensi untuk dikembangkan di HTI sebagai bahan baku pulp.

## BAHAN DAN METODE

### Bahan

Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini yaitu kayu *Acacia crassicarpa* berumur 4, 5, 6 tahun. Kayu ini berasal dari kawasan Hutan Tanaman Industri (HTI) yang sedang dikembangkan di daerah Sumatera selatan.

### Metode

Pelaksanaan penelitian ini meliputi persiapan bahan baku, penentuan morfologi serat, analisis komponen kimia bahan baku, pemasakan bahan baku, pemutihan pulp proses ECF, pembuatan lembaran pulp putih dan penentuan sifat fisik dan optik pulp putih.

Bahan baku kayu *Acacia crassicarpa* (4, 5, dan 6 tahun) diserpih dan disaring agar diperoleh ukuran yang seragam. Kadar air bahan baku ditentukan menurut Standar Nasional Indonesia (SNI 08-7070-2005). Untuk keperluan analisis kimia, bahan baku diserbuk dengan ukuran 40–60 mesh.

Penentuan morfologi serat kayu meliputi panjang serat, tebal dinding serat, dan nilai turunannya menggunakan Standar Nasional Indonesia (SNI 01-1840-1990). Analisis komponen kimia kayu dilakukan menurut Standar Nasional Indonesia (SNI), meliputi kadar holoselulosa, selulosa alfa (SNI 0444:2009), lignin (SNI 0492:2008), pentosan (SNI 14-1304-1989), abu (SNI ISO 2144:2010), ekstraktif alkohol-benzena (SNI 14-1032:1989), kelarutan

dalam air dingin (SNI ISO 6588-1:2010), air panas dan dalam 1% NaOH (SNI ISO 692:2010).

Pemasakan kayu *Acacia crassicarpa* (4; 5; dan 6 tahun) dilakukan dengan proses sulfat (kraft) dalam digester yang berputar dalam udara panas (*rotary digester*) dengan suhu yang dapat dikontrol menggunakan perhitungan faktor H (Tabel 1). Faktor H merupakan faktor hubungan antara suhu dengan waktu, apabila suhu tinggi waktu yang digunakan menjadi pendek. Pulp yang diperoleh ditentukan rendemen total, rendemen tersaring, serta bilangan Kappa (SNI ISO 302:2014)

Tabel 1. Kondisi Pembuatan Pulp Proses Sulfat atau Kraft

No	Parameter	Kondisi Pemasakan
1	Suhu, °C	165
2	Rasio larutan pemasak terhadap kayu	4:1
3	Sulfiditas, %	30
4	Alkali aktif, %	20 dan 22
5	Faktor H	1100; 1300
6	Waktu, jam	2 + 1,5

Pemutihan pulp dilakukan dengan tahapan proses XDEDED dan ODEDED (enzim xilanase atau oksigen; klordioksida; ekstraksi-1; klordioksida-1; ekstraksi-2; klordioksida-2). Pada tahap awal proses pemutihan pulp ditambahkan tahap oksigen atau enzim xilanase yang dikenal dengan proses *Bio-bleaching*. Pulp putih yang diperoleh ditentukan rendemen dan kadar ekstraktifnya dengan diklorometana (DCM) (SNI ISO 14-7197:2006). Kondisi proses pemutihan pulp dapat dilihat pada Tabel 2.

Untuk pengujian sifat fisik, pulp digiling dalam valley beater (SNI ISO 5264-2:2011). Variasi derajat giling ditentukan berdasarkan variasi waktu giling yang diukur dengan menggunakan *Canadian Standard Freeness Tester (CSF)*, kemudian dibuat lembaran (SNI ISO 5269-1:2012) selanjutnya dilakukan pengujian sifat fisik lembaran pulp menurut SNI yang terdiri dari indeks sobek (SNI 0436-2009), indeks retak (SNI ISO 2758:2011), indeks tarik (SNI ISO 14-4737:1998) serta sifat optik yaitu noda (SNI ISO 5350-1:2014) dan derajat cerahnya dengan SNI ISO 2470-1:2014.

Tabel 2. Kondisi Proses Pemutihan Pulp

Parameter	X	O	D <sub>0</sub>	E	D <sub>1</sub>	E	D <sub>2</sub>
ClO <sub>2</sub> , %	-	-	0,22 KN	-	1	-	0,5
O <sub>2</sub> , psig	-	87	-	-	-	-	-
NaOH, %	-	1,5	-	1,5	-	1,5	-
Asam Sulfat	-	-	untuk penyesuaian pH	-	-	-	-
Konsistensi, %	7	10	10	10	10	10	10
Suhu, °C	50	95	70	70	75	70	75
Waktu Reaksi, menit	60	60	60	60	180	60	180
pH Akhir	-	12	2,5-3,5	12,5	4,0	12,5	3,5
Dosis, kg/ton	0,5	-	-	-	-	-	-

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Dimensi Serat

Hasil penentuan morfologi serat dapat dilihat pada Tabel 3. Tabel tersebut menunjukkan nilai kelas mutu berdasarkan morfologi serat kayu *Acacia crassiparva* umur 4, 5, 6 tahun berdasarkan kriteria penilaian kayu untuk bahan baku pulp dan kertas (Aprianis dan Rahmayanti, 2009). Panjang serat kayu *Acacia crassiparva* berumur 4, 5, 6, tahun di atas *Acacia mangium* yaitu 1,51-1,76 mm sehingga tergolong ke dalam kategori menengah sampai sedang. Nilai tersebut lebih tinggi dari *Acacia crassiparva* dari Thailand (Malinen, dkk., 2006).

Panjang serat kayu *Acacia crassiparva* meningkat dengan meningkatnya umur kayu. Bila ditinjau dari panjang seratnya maka berdasarkan kriteria penilaian kayu untuk bahan baku pulp dan kertas kayu *Acacia crassiparva* yang berumur 4 dan 5 tahun termasuk kedalam kelas mutu III dan umur 6 tahun termasuk kedalam kelas II. Serat *Acacia crassiparva* lebih panjang daripada serat *Acacia mangium*. Menurut Wandgaard (1970), bahwa semakin panjang serat kayu maka pulp yang dihasilkan memiliki kekuatan yang semakin baik. Panjang serat dapat mempengaruhi sifat-sifat tertentu pulp, termasuk ketahanan sobek, tarik dan daya lipat. Diameter serat *Acacia crassiparva* lebih besar dari *Acacia mangium*. Tebal dinding serat *Acacia mangium* (6,43 mikron) lebih tebal daripada *Acacia crassiparva* yaitu antara 5,34-6,37 mikron. Serat yang ber dinding tipis mudah dipipihkan, sehingga akan menghasilkan lembaran pulp yang lebih padat dan ketahanan retak lebih baik serta mengurangi

daya penggilingan untuk fibrilasi dibandingkan dengan serat ber dinding tebal. Sebaliknya, serat ber dinding tebal akan menghasilkan lembaran yang mempunyai ketahanan sobek yang tinggi, tetapi ketahanan retaknya rendah (Aprianis dan Rahmayanti, 2009).

### TURUNAN DIMENSI SERAT

Selain panjang serat, persyaratan serat untuk bahan baku pulp dan kertas juga ditentukan oleh nilai turunan dimensi seratnya. Nilai turunan dimensi serat dan nilai kelas serat untuk kayu *Acacia crassiparva* dapat dilihat pada Tabel 4 dan 5. Nilai turunan serat yang ditentukan yaitu *Runkel ratio*, *felting power*, *muhlsteph ratio*, *coefficient of rigidity*, dan *flexibility ratio*. *Runkel ratio* kayu *Acacia crassiparva* berumur 4, 5 dan 6 tahun berada pada kisaran 0,40 – 0,73.

Bila ditinjau dari nilai *Runkel rasionya*, maka berdasarkan kriteria penilaian kayu untuk bahan baku pulp dan kertas (Aprianis dan Rahmayanti, 2009) kayu *Acacia crassiparva* yang berumur 4 dan 5 tahun, termasuk kelas mutu II dan umur 6 tahun termasuk kelas mutu III. *Runkel ratio* merupakan perbandingan tebal dinding sel dengan diameter lumen. Serat dengan nilai *Runkel ratio* kurang atau sama dengan 1 baik digunakan sebagai bahan baku pulp. Kayu *Acacia crassiparva* umur 5 tahun memiliki nilai *Runkel ratio* paling rendah. Hal ini menunjukkan bahwa kayu *Acacia crassiparva* usia 5 tahun memiliki dinding serat yang lebih tipis tetapi diameter lumen lebar, sehingga akan lebih mudah digiling. *Felting power* adalah perbandingan antara panjang serat dengan diameter serat. Makin tinggi daya tenun

maka sifat serat cenderung semakin lentur. Syafii dan Siregar (2006) mengatakan bahwa *felting power* akan berpengaruh terhadap kekuatan sobek kertas. Semakin tinggi *felting power* maka semakin besar sifat lentur serat dan akan membentuk ikatan antar serat yang baik.

*Muhlsteph ratio* merupakan perbandingan antara luas penampang dinding serat dengan luas penampang lintang serat yang berpengaruh terhadap kerapatan lembaran pulp. Semakin kecil nilai *muhlsteph ratio*, semakin besar diameter lumen, sehingga sel semakin mudah gepeng dan memiliki daya lipat yang tinggi. Hal ini menyebabkan lembaran pulp bermutu baik (tidak kaku). Nilai *muhlsteph ratio* kayu *Acacia crassicarpa* sesuai kayudaun pada umumnya. Berdasarkan nilai *muhlsteph ratio*, kayu *Acacia crassicarpa* berumur 5 tahun akan menghasilkan lembaran pulp yang lebih baik.

Nilai *coefficient of rigidity Acacia crassicarpa* cukup rendah. Nilai *coefficient of rigidity* adalah perbandingan tebal dinding sel dengan diameter serat. Perbandingan ini menunjukkan korelasi negatif terhadap kekuatan panjang putus (kekuatan tarik), artinya semakin tinggi koefisien kekakuan maka semakin rendah kekuatan tarik

dari kertas tersebut. (Syafii dan Siregar, 2006). Nilai *coefficient of rigidity Acacia crassicarpa* masuk ke dalam kelas III. Tidak ada perbedaan yang nyata dalam nilai *flexibility ratio* kayu *Acacia crassicarpa* berumur 4, 5, dan 6 tahun.

## SIFAT KIMIA KAYU

Hasil analisis sifat kimia kayu *Acacia crassicarpa* dapat dilihat pada Tabel 6. Kadar holoselulosa kayu *Acacia crassicarpa* sekitar 80%, lebih tinggi bila dibandingkan dengan *Acacia mangium* dan *Acacia auriculiformis* (Jahan, dkk., 2008). Berdasarkan persyaratan sifat kayu sebagai bahan baku pulp (Syafii dan Siregar, 2006) kadar holoselulosa kayu *Acacia crassicarpa* tergolong baik di atas 65%. Kadar holoselulosa menyatakan jumlah senyawa karbohidrat atau polisakarida yang terdiri dari selulosa dan hemiselulosa. Kayu dengan kadar holoselulosa tinggi dapat menghasilkan pulp dengan rendemen tinggi.

Sebagai pembanding ditunjukkan dalam Tabel 7 persyaratan sifat kayu untuk bahan baku pulp menurut FAO (1980), dalam Syafii dan Siregar (2006). Hemiselulosa merupakan polisakarida

Tabel 3. Hasil Penentuan Morfologi Serat Kayu *Acacia crassicarpa*

No	Umur (Tahun)	Panjang Serat (mm)			Diameter Luar (µm)	Diameter Dalam (l, µm)	Tebal Dinding Serat (W, µm)
		Min.	Maks.	Rata-rata			
1.	4	1,07	2,16	1,51	25,40	14,72	5,34
2.	5	1,12	2,16	1,56	28,25	16,98	5,64
3.	6	1,22	2,46	1,76	30,25	17,51	6,37
4.	<i>A. mangium</i> 5 tahun*	0,44	1,29	0,86	13,04	9,71	1,66

\* (Haroen, dkk., 1997)

Tabel 4. Hasil Perhitungan Turunan Serat Kayu *Acacia crassicarpa*

Turunan Serat	Umur (Tahun)			<i>A. mangium</i> 5 tahun*
	4	5	6	
<i>Runkel Ratio</i>	0,42	0,40	0,73	0,34
<i>Felting Power</i>	59,45	55,22	58,19	65,69
<i>Muhlsteph Ratio</i>	66,41	63,87	66,49	-
<i>Coefficient of Rigidity</i>	0,21	0,20	0,21	-
<i>Flexibility Ratio</i>	0,58	0,60	0,58	0,74

\* (Haroen, dkk., 1997)

Tabel 5. Kelas Mutu\* Kayu *Acacia crassicarpa* dan *Acacia mangium* berdasarkan Nilai Morfologi Serat

Morfologi Serat	Kelas Mutu	<i>Acacia crassicarpa</i>			<i>A. mangium</i>
		Umur			
		4	5	6	4 - 7
Panjang Serat	Kelas Mutu*	III	III	II	III
	Nilai	50	50	75	50
<i>Runkel Ratio</i>	Kelas Mutu*	II	II	III	IV
	Nilai	75	75	50	25
<i>Felting Power</i>	Kelas Mutu*	III	III	III	III
	Nilai	50	50	50	50
<i>Muhlsteph Ratio</i>	Kelas Mutu*	III	III	III	III
	Nilai	50	50	50	50
<i>Coefficient of Rigidity</i>	Kelas Mutu*	III	III	III	IV
	Nilai	50	50	50	25
<i>Flexibility Ratio</i>	Kelas Mutu*	III	II	III	III
	Nilai	50	75	50	50
Nilai Akhir		325	350	325	250
Kelas Mutu		II	II	II	III

Keterangan\* : Kelas Mutu berdasarkan Kriteria Penilaian Kayu Indonesia untuk Bahan Baku Pulp dan Kertas (Aprianis dan Rahmayanti, 2009).

berbobot molekul rendah yang terdapat dalam dinding sel. Dalam pembuatan kertas diharapkan bahan baku memiliki kadar hemiselulosa yang optimal. Kayu *Acacia crassicarpa* usia 4 tahun memiliki kadar pentosan sebagai hemiselulosa tertinggi dari umur kayu lainnya. Ini diduga karena pada usia 4 tahun kayu *Acacia crassicarpa* masih terbilang muda sehingga proses metabolisme yang terjadi masih menghasilkan karbohidrat molekul rendah Menurut Evtuguin dan Neto (2007), xylan berpengaruh terhadap rendemen hasil pemasakan pulp selain kandungan selulosa kayu. Kandungan hemiselulosa yang rendah juga akan mengurangi waktu dan daya yang dibutuhkan untuk penggilingan dan pemisahan serat selama perlakuan mekanis pada proses pembuatan pulp.

Lignin berfungsi sebagai perekat antar serat, tidak larut dalam air dan bersifat stabil di alam (Watkins, dkk., 2015). Lignin sisa dalam pulp memiliki pengaruh yang kurang baik terhadap warna, menghambat ikatan hidrogen, dan menyebabkan lembaran menjadi kaku (Maximova, dkk., 2001). Kandungan lignin akan meningkat dengan bertambahnya umur kayu. Berdasarkan persyaratan sifat kayu untuk bahan baku pulp (Syafii dan Siregar, 2006), kayu *Acacia*

*crassicarpa* usia 4 – 6 tahun tergolong cukup karena memiliki kadar lignin diantara 25-30 %, yaitu sekitar 27%, hampir sama dengan *Acacia crassicarpa* dari Thailand (Malinen, dkk., 2006).

Selulosa alfa merupakan bagian selulosa yang tahan dan tidak terlarut dalam larutan alkali (NaOH 17,5%). Kemurnian selulosa sering dinyatakan melalui parameter selulosa alfa, walaupun sebenarnya selulosa alfa bukanlah selulosa murni karena masih ada gula lain yaitu manan dan glukomanan yang tahan terhadap alkali (Achmadi, 1990). Selulosa alfa penting dalam industri pulp dan kertas karena derajat polimerisasinya yang tinggi. Kayu *Acacia crassicarpa* mempunyai kadar selulosa alfa (43,33-48,62%) yang cukup tinggi bila dibandingkan pulp kayudaun umumnya. Dilihat dari kadar selulosa alfanya pertumbuhan optimum pohon kayu *Acacia crassicarpa* terjadi pada usia 5 tahun. Zat ekstraktif merupakan komponen luar serat yang bukan merupakan bagian integral dari dinding sel. Tingginya kandungan ekstraktif juga akan menyulitkan penetrasi larutan kimia pemasak. Kadar ekstraktif paling besar terdapat pada kayu *Acacia crassicarpa* usia 6 tahun dan terendah pada usia 4 tahun. Berdasarkan persyaratan sifat kayu untuk bahan baku pulp (FAO dalam Syafii

Tabel 6. Hasil Analisis Komponen Kimia Kayu *Acacia crassicarpa*

Sifat Kimia Kayu	Umur (Tahun)			<i>A. mangium</i>
	4	5	6	5 tahun*
Holoselulosa (%)	79,99	80,62	80,87	73,11
Hemiselulosa (%) sebagai Pentosan	18,88	18,19	17,39	17,11
Lignin (%)	26,95	27,07	27,31	26,00
Selulosa Alfa (%)	43,33	48,52	48,62	51,81
DCM-Ekstraktif (%)	1,84	1,96	2,08	-
Kelarutan Air Dingin (%)	1,00	0,85	0,92	3,31
Kelarutan Air Panas (%)	3,31	2,61	2,82	5,19
Kelarutan NaOH 1% (%)	16,05	15,68	15,69	14,46
Kadar Abu (%)	0,64	0,55	0,59	0,84

\* (Haroen, dkk, 1997)

Tabel 7. Persyaratan Sifat Kayu untuk Bahan Baku Pulp

Sifat kayu	Kualitas		
	Baik	Cukup	Kurang
Warna kayu	Putih – kuning	Coklat – hitam	Hitam
Massa jenis	< 0,501	0,501 - 0,600	> 0,600
Panjang serat	> 1,600	0,900 - 1,600	< 0,900
Holoselulosa	> 65%	60 -65%	< 60%
Lignin	< 25%	25 - 30%	> 30%
Ekstraktif	< 5%	5 - 7%	>7%

Keterangan\*= FAO dalam Syafii dan Siregar (2006)

dan Siregar, 2006), kadar ekstraktif yang tinggi akan berpengaruh kurang baik terhadap kualitas pulp, karena akan menimbulkan masalah *pitch* pada proses pembuatan kertasnya

Kelarutan kayu dalam NaOH 1% menunjukkan adanya karbohidrat berbobot molekul rendah atau adanya kayu yang rusak/lapuk oleh organisme perusak kayu. Pada Tabel 6 terlihat kayu *Acacia crassicarpa* usia 4 tahun memiliki kadar kelarutan dalam NaOH 1% paling besar. Kayu *Acacia crassicarpa* berumur 5 tahun memiliki kandungan abu paling rendah. Kandungan abu yang tinggi tidak diharapkan dalam pembuatan pulp karena dapat mempengaruhi kualitas pulp kertas.

#### HASIL PEMASAKAN BAHAN BAKU DAN PEMUTIHAN PULP

Pada Tabel 8 dapat dilihat hasil pemasakan kayu *Acacia crassicarpa* pada berbagai umur dengan target *Kappa number* (KN) adalah  $15 \pm 1$  untuk memudahkan proses pemutihan pulp dan

mengurangi bahan pemutih yang digunakan serta derajat putih (*brightness*) pulp yang dicapai dapat memenuhi Standar Nasional Indonesia (SNI) sebesar 85% ISO.

Rendemen tersaring pulp rata – rata hasil penelitian ini sesuai dengan rendemen pulp proses kimia pada umumnya yaitu berkisar antara 40% - 50% (MacLeod, 2007). Rendemen tersaring pulp dari kayu *Acacia crassicarpa* berumur 4, 5, dan 6 tahun cukup tinggi berkisar antara 48,85-53,33%. Rendemen tersaring paling baik diperoleh pada kayu *Acacia crassicarpa* 5 tahun. Bilangan kappa merupakan salah satu parameter penting dalam menentukan kualitas pulp dan proses pemasakan yang digunakan. Bilangan kappa dapat memperkirakan kandungan lignin sisa dalam pulp dan dapat digunakan untuk menentukan kondisi pemutihan yang sesuai. Bilangan kappa pulp dari kayu *Acacia crassicarpa* berumur 4, 5, dan 6 tahun berada pada kisaran 14,36 - 27,20. Pada Tabel 8 terlihat bahwa pulp dengan target bilangan kappa  $15 \pm 1$  diperoleh dari kayu *Acacia crassicarpa* umur 5

tahun dengan rendemen paling tinggi pada dosis alkali aktif 20% dan faktor H 1300.

Pemutihan pulp dilakukan dengan proses ECF (*Elemental Chlorine Free*) yang dikenal lebih ramah lingkungan daripada menggunakan pemutihan konvensional (tahap C). Bahan kimia pemutih yang digunakan adalah klorodioksida (ClO<sub>2</sub>) yang diawali dengan penambahan xilanase (X) atau oksigen (O). Klor dioksida bereaksi dengan struktur *phenolic* lignin yang dapat membentuk radikal yang stabil melalui pemisahan satu elektron sedangkan reaksi dengan *non-phenolic* lignin dan asam *hexenuronic* berjalan lambat (Eshkiki dkk., 2006).

Hasil pemutihan pulp kayu *Acacia crassiparva* berumur 4, 5, dan 6 tahun dapat dilihat pada Tabel 9. Pemutihan pulp *Acacia crassiparva* dilakukan menggunakan proses ECF dengan tahapan XDEDED dan ODEDED menghasilkan rendemen pemutihan pulp berkisar antara 94,25%-99,21%. Pada umumnya pemutihan pulp dengan perlakuan awal enzim xilanase (X) memberikan sifat/kualitas pulp relatif lebih tinggi daripada perlakuan awal dengan oksigen (oksigen). Rendemen pulp putih *Acacia crassiparva* umur 5 tahun paling tinggi sekitar 52,42%

### SIFAT OPTIK PULP PUTIH

Kualitas pulp putih kayu *Acacia crassiparva* dapat memenuhi dan nilainya lebih tinggi dari spesifikasi Standar Nasional Indonesia 6107:2009, Spesifikasi pulp kraft putih kayudaun untuk derajat cerah yaitu diatas 85% ISO, berkisar antara 86,60-89,44% ISO. Hal ini menunjukkan

bahwa pulp putih *Acacia crassiparva* mudah diputihkan. Derajat cerah pulp merupakan perbandingan intensitas cahaya biru pada panjang gelombang 457 nm yang dipantulkan oleh permukaan lembaran kertas dengan intensitas cahaya sejenis yang dipantulkan oleh permukaan lapisan magnesium oksida pada kondisi standar (sudut 45° dan sudut pantul 0°) (SNI ISO 2470:2010). Derajat cerah pulp *Acacia crassiparva* paling tinggi sekitar 89,44%

Noda yang terkandung dalam pulp putih berkisar antara 2,55–6,90 mm<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>. Noda pada pulp *Acacia crassiparva* umur 4 dan 5 tahun lebih rendah dari persyaratan SNI. Noda merupakan partikel-partikel pengotor yang menempel pada pulp putih dan dapat berasal dari air proses dan bahan baku seperti kulit. Kadar ekstraktif DCM pada pulp putih kayu *Acacia crassiparva* berumur 4, dan 5 tahun berkisar antara 0,40% dan 0,41%, dapat memenuhi persyaratan SNI sebesar 0,4%, dibandingkan dengan umur 6 tahun. Pada proses di pabrik pulp, noda biasanya dapat diturunkan dengan mengoperasikan peralatan seperti *centrifugal cleaner low density* dan *high density* atau menambahkan aditif seperti surfaktan atau dispersan.

### SIFAT FISIK PULP PUTIH

Hasil pengujian sifat fisik lembaran pulp putih kayu *Acacia crassiparva* berumur 4, 5, dan 6 tahun dari hasil pemutihan dengan tahap awal Xilanase (X) atau Oksigen (O) dapat dilihat pada Tabel 10. Lembaran pulp kayu *Acacia crassiparva* memiliki kisaran nilai indeks tarik antara 55

Tabel 8. Hasil Pemasakan Kayu *Acacia crassiparva*

No.	Pulp	Alkali Aktif (%)	Faktor H	Rendemen Total (%)	Rendemen Tersaring (%)	Bilangan Kappa
1.	4 Tahun	20	1100	52,65	52,48	18,32
		20	1300	51,64	51,61	14,36
2.	5 Tahun	20	1100	53,61	53,33	18,74
		20	1300	52,54	52,42	14,87
3.	6 Tahun	20	1100	53,22	50,89	27,20
		20	1300	49,13	49,00	20,72
		22	1300	48,95	48,85	15,52
4.	<i>A. mangium</i> 5 tahun*	15	-	47,12	46,23	-
		16	-	46,32	45,69	-

\* (Haroen, dkk., 1997)



Tabel 9. Hasil Pemutihan Pulp *Acacia crassicarpa*

No.	Pulp Putih	Rendemen Pemutihan (%)		Rendemen Pulp Putih (%)	Derajat Cerah (% ISO)		Noda (mm <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> )		Ekstraktif DCM (%)
		X	O		X	O	X	O	
1.	4 Tahun	95,61	94,25	51,61	86,98	86,60	2,55	2,55	0,40
2.	5 Tahun	97,08	96,44	52,42	89,44	87,92	5,99	4,09	0,41
3.	6 Tahun	99,21	97,24	48,85	88,60	87,69	6,90	6,64	0,61
4.	<i>A. mangium</i> 5 Tahun*	-	-	43,25	85,70		-	-	-
Spesifikasi LBKP**		-	-	-	min. 85		max. 6		max. 0,4

Keterangan \* (Haroen, dkk., 1997)

\*\* SNI 6107:2009

Tabel 10. Sifat Fisik Lembaran Pulp Putih Kayu *Acacia crassicarpa*

No.	Pulp Putih	Freeness (mL CSF)		Indeks Sobek pada 300 mL CSF (mNm <sup>2</sup> /g)		Indeks Retak pada 300 mL CSF (kPa.m <sup>2</sup> /g)		Indeks Tarik pada 300 mL CSF (Nm/g)	
		X	O	X	O	X	O	X	O
1.	4 tahun	620	600	5,6	5,4	4,1	3,8	60	55
2.	5 tahun	620	580	6,4	5,9	5,0	4,7	68	60
3.	6 tahun	600	580	5,8	5,6	4,7	4,5	63	57
4.	<i>A. mangium</i> 5 tahun*	-	-	8,88		5,34		66	
Spesifikasi LBKP*		Min. 400	Min. 400	Min. 7		Min. 2,5		Min. 45	

Keterangan \* (Haroen, dkk., 1997)

\*\* SNI 6107:2009

Nm/g–68 Nm/g dan nilai indeks retak antara 3,8-5,0 kPa.m<sup>2</sup>/g lebih tinggi dari persyaratan SNI, sedangkan nilai indeks sobek antara 5,4–6,4 Nm<sup>2</sup>/kg lebih rendah dari persyaratan SNI. Hal ini menunjukkan bahwa pulp putih *Acacia* sangat baik sebagai bahan baku kertas yang memerlukan ketahanan tarik dan ketahanan retak yang tinggi. Ketahanan tarik merupakan pengujian yang paling mendasar untuk mengetahui daya tahan kertas melalui tegangan tarik secara langsung (Scott dkk., 1995).

Ketahanan sobek diperlukan untuk mengetahui ketahanan kertas terhadap ketahanan sobek selama konversi atau pemakaian kertas akhir (Scott dkk., 1995). Secara keseluruhan, indeks sobek pulp kayu *Acacia crassicarpa* belum memenuhi kondisi standar SNI. 6107-2009 yaitu 7 Nm<sup>2</sup>/kg. Hal ini dikarenakan sifat kayu *Acacia crassicarpa* yang mempunyai *Runkel ratio* yang rendah yaitu dibawah 1. Pada

umumnya dalam perkembangan penggilingan pulp, akan meningkatkan indeks tarik dan retak tetapi menyebabkan indeks sobek menurun. Turunan dimensi serat yang berpengaruh terhadap ketahanan sobek adalah *felting power*.

Ketahanan retak merupakan indikator umum kekuatan dan keteguhan kertas (Scott dkk., 1995). Secara keseluruhan, index retak pulp putih kayu *Acacia crassicarpa* lebih tinggi daripada SNI yaitu di atas 2,5 kPa.m<sup>2</sup>/g. Indeks sobek, indeks retak dan indeks tarik pulp putih *Acacia crassicarpa* umur 5 tahun paling tinggi dari pada umur 4 dan 6 tahun.

## KESIMPULAN

*Acacia crassicarpa* umur 4, 5, 6 tahun memiliki panjang serat menengah sampai sedang, yaitu 1,51-1,76 mm, dan lebih panjang dibandingkan dengan *Acacia mangium* 1,19 mm.

Kadar Holoselulosa kayu *Acacia crassicarpa* termasuk tinggi bila dibandingkan dengan *Acacia mangium*. Pulp *Acacia crassicarpa* umur 4, 5, 6 tahun yang memenuhi target KN  $15 \pm 1$ , diperoleh dari pembuatan pulp dengan alkali aktif 20-22%, Sulfiditas 30%, suhu 165°C, ratio 1:4 dan faktor H 1300. Pemutihan pulp *Acacia crassicarpa* menggunakan proses ECF dengan tahapan XDEDED menghasilkan pulp putih dengan sifat optik dan fisik yang tinggi daripada ODEDED. Secara umum kualitas pulp putih kayu *Acacia crassicarpa* umur 4, dan 5 tahun dapat memenuhi spesifikasi Standar Nasional Indonesia (SNI) kecuali indeks sobek dan umur 5 tahun yang paling baik. Kayu *Acacia crassicarpa* berpotensi untuk dikembangkan di Hutan Tanaman Industri sebagai bahan baku pulp.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada Kepala Balai Besar Pulp dan Kertas serta rekan-rekan kerja di Laboratorium atas terselenggaranya penelitian ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada PT. Lontar Payrus Pulp and Paper atas penyediaan bahan baku.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Achmadi, S.S., 1990. Kimia Kayu. Bogor: Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, Direktorat Pendidikan Tinggi Pusat Antar Universitas Ilmu Hayat IPB.
- Aprianis, Y., Rahmayanti, S. 2009. Dimensi Serat dan Nilai Turunannya dari Tujuh Jenis Kayu Asal Propinsi Jambi. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*. Vol.27, No. 1, 11-20.
- Chong, E., Chiang, K. L. 2014. Comparative Study Between Organosolv Pulping Using Different Concentrations Of Ethanol and Kraft Pulping of *Acacia* hybrid. *Agriculture and Forestry*. 60 (2) 47-57.
- Eshkiki, R.; Mortha, G., Lachenal, D., A. 2006. new fast and quantitative method for the titration of free phenolic hydroxyl groups in cellulosic pulps, *9th European Workshop on Lignocellulosics and Pulp*, Vienna, Austria.
- Evtuguin dan Neto. 2007. *Recent Advantages in Eucalyptus Wood Chemistry: Structural Feature Through the Prism of Technological Response*. Di dalam: *3<sup>th</sup> International Colloquium on Eucalyptus Pulp*. Belo Horizonte, Brazil
- Forest Industry. 2015. Diakses dari [http://www.forestindustries.se/documentation/statistics\\_ppt\\_files/international/global\\_pulp\\_production\\_by\\_region](http://www.forestindustries.se/documentation/statistics_ppt_files/international/global_pulp_production_by_region)
- Haroen, W.K., Uzair, Bahar, N. 1997. Kualitas Pulp Kertas *Acacia mangium* Berbagai Umur Tanaman. *Berita Selulosa*. 4/XXXIII.104-109.
- Indonesian Pulp and Paper Association. 2011. Indonesian Pulp and Paper Industry Directory. Jakarta
- Irianto RS et al. 2006. *Incidence and Spatial Analysis of Root Rot of Acacia mangium in Indonesia*. *Journal of Tropical Forest Science* 18 (3) : 157 – 165.
- Jahan, M.S., Sabina, R., Rubaiyat, A. 2008. Alkaline Pulping and Bleaching of *Acacia auriculiformis* Grown in Bangladesh. *Turk. J. Agric For.* 32, 339-347.
- Khider, T. O., Omer, S.H., Elzaki, O. T. 2012. Pulping and Totally Chlorine Free (TCF) Bleaching of *Acacia mellifera* from Sudan. *World Applied Sciences Journal*. 16 (9): 1256-1261.
- Lourenco, A., Baptista, I., Gominha, J., Pereira, H. 2008. The Influence of Heartwood on The Pulping Properties of *Acacia melanoxylon* wood. *Journal Wood Science*. 54, 464-469.
- MacLeod, M. 2007. The top ten factors in kraft pulp yield. *Paperi ja Puu*. 89 (4),1-7.
- Malinen, R.O., Pisuttipiched, S., Kolehmainen, H., Kusuma, F.N. 2006. Potential of *Acacia* species as Pulpwood in Thailand. *Appita Journal*. 59 (3) 190-196.
- Maximova, N., Osterberg, M., Koljonen, K., Stenius, P. 2001. Lignin Adsorption on Cellulose Fibre Surfaces: Effect on surface chemistry, surface morphology and paper strength. *Cellulose*. 8, 113-125.
- Santos, A., Anjos, O., Amaral, M.E., Gil, N., Pereira, H., Simoes, R. 2012. Influence on Pulping Yield and Pulp Properties of Wood Density of *Acacia melanoxylon*. *Journal Wood Science*. 58, 479-486.
- Scott, W.E., Abbott, J., Trosset, S., 1995. *Properties of Paper: An Introduction*. TAPPI Press, Atlanta, GA, USA.
- Sinduswarno, D.R, D.I., Utomo. 1981. *Acacia mangium* Jenis Pohon yang Belum Banyak Dikenal. *Kehutanan Indonesia VI (II)* : 38-41.
- Suhartati, Rahmayanto, Y., Daeng, Y. 2014. Dampak Penurunan Daur Tanaman HTI *Acacia* Terhadap Kelestarian Produksi, Ekologis dan Sosial. *Info Teknis Eboni*. 11 (2), 103-116.

- Syafii, W., Siregar, IZ. 2006. Sifat kimia dan dimensi serat kayu mangium (*Acacia mangium* Willd.) dari tiga provenans - *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kayu Tropis*
- Takahashi, S., Izumi, A.N., Ohi, h. 2011. Differential Behaviour Between Acacia and Japanese Larch Woods in The Formation and Decomposition of Hexenuronic Acid During Alkaline Cooking. *Journal Wood Science*. 57, 27-33.
- Wandgaard, F.F., Williams, D.L. 1970. Fiber length and fiber strength in relation to tearing resistance of hardwood pulps. *TAPPI*, 53, 2153–2154.
- Watkins, D., Nuruddin, M., Hosur, M., Narteh, A.T., Jeelani, S. 2015. Extraction and characterization of lignin from different biomass resources. *Journal of Materials Research of Technology*. 4 (1), 26-32

