

# Analisis Kimia dari Serat Kayu Bangkal (*Nauclea officinalis*) sebagai *by Wiwin Istikowati*

---

**Submission date:** 15-Sep-2022 11:05PM (UTC-0400)

**Submission ID:** 1900991785

**File name:** Anatomi\_Bangkal\_JRIHH\_2018.pdf (491.62K)

**Word count:** 5452

**Character count:** 30291

8

**Analisis Kimia dari Serat Kayu Bangkal (*Nauclea officinalis*) sebagai Alternatif Bahan Baku Pulp Kertas**  
**Chemical Analysis of Bangkal (*Nauclea Officinalis*) Wood Fibers as Raw Material Alternative of Pulp & Paper**

**Herlina<sup>a</sup>, Wiwin Tyas Istikowati<sup>a\*</sup> & Fatriani<sup>a</sup>**

<sup>a</sup>Program Studi Kehutanan  
Fakultas Kehutanan Universitas Lambung Mangkurat  
Jalan A. Yani km 35 Banjarbaru, Kalimantan Selatan 70714  
\*E-mail: [wien.tyas@gmail.com](mailto:wien.tyas@gmail.com)

Diterima 27 Juli 2018 Disetujui 27 November 2018 Diterbitkan 28 Desember 2018

**ABSTRAK**

Kalimantan Selatan memiliki hutan alam yang cukup luas dan banyak jenis kayu yang belum dimanfaatkan secara optimal, misalnya pohon bangkal (*Nauclea officinalis*). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis komponen kimia, karakteristik dimensi serat serta kesesuaian kayu bangkal sebagai bahan baku pulp dan kertas. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini kandungan kimia bangkal yaitu ekstraktif (3,00%), lignin (30,00%), hemiselulosa (16%), dan selulosa (50,50%). Anatomi bangkal diperoleh panjang serat (1,40 mm), diameter serat (1,20  $\mu\text{m}$ ), diameter lumen (15,00  $\mu\text{m}$ ), tebal dinding sel (3,25  $\mu\text{m}$ ). Nilai turunan serat bangkal yaitu *Runkel Ratio* (0,43), Daya Tenun (*Slendernes*) (66,00), *Muhsteph Ratio* (99,80%), *Coefficient of Rigidity* (0,20), dan *Flexibility Ratio* (0,71). Berdasarkan komponen kimia dan kualitas seratnya, kayu bangkal dapat dijadikan bahan baku pulp dan kertas.

**Kata Kunci:** kayu bangkal, kimia, serat, pulp kertas

**ABSTRACT**

South Kalimantan has considerable natural forests and many types of timber that have not yet been optimally utilized, such as Bangkal tree (*Nauclea officinalis*). The purpose of this research was to analyze chemical components, dimensional fibers characteristic, and suitability of Bangkal wood as a raw material of pulp and paper. The results obtained from this study revealed that the chemical content of Bangkal wood consisted of 3.00% extractive, 30.00% lignin, 16% hemicellulose, and 50.50% cellulose. The anatomy of Bangkal wood were 1.40 mm in fiber length 1.40 mm, 1.20  $\mu\text{m}$  in fiber diameter, 5.00  $\mu\text{m}$  in lumen diameter, and 3.25  $\mu\text{m}$  in cell wall thickness. Derived fiber values comprised *Runkel Ratio* (0.43), *Power Weaving* (66.00), *Muhsteph Ratio* (99.80%), *Coefficient of Rigidity* (0.20), and *Flexibility Ratio* (0.71). Based on the chemical components and quality of Bangkal wood fiber, that wood could be used as a raw material of pulp and paper.

**Keywords:** bangkal wood, chemical, fiber, paper pulp

**I. PENDAHULUAN**

Indonesia memiliki areal hutan yang cukup luas dengan potensi sumber daya yang besar. Berdasarkan hasil penafsiran citra satelit Landsat 8 OLI tahun 2013, luas hutan Indonesia 96.490,8 juta ha atau 51,53% dari luas daratan (KLHK, 2015). Hutan memiliki hasil produksi utama yaitu

kayu yang bisa dimanfaatkan untuk bahan baku berbagai produk hasil hutan. Salah satu produk hasil olahan dari kayu adalah pulp dan kertas. Laju pertumbuhan penduduk menyebabkan kebutuhan kertas juga meningkat. Konsumsi kertas masyarakat Indonesia pada tahun 2006-2013 meningkat dari 25,4 kg/kapita/tahun

menjadi 32 kg/kapita/tahun (APKI, 2013; Huda, 2013). Pertumbuhan pohon yang lambat, degradasi hutan yang cepat tercatat pada 2016 mencapai 630 juta ha (KLHK, 2018). Banyaknya industri yang menggunakan kayu sebagai bahan baku utama, pada tahun 2013 tercatat sebesar 74,9 juta m<sup>3</sup> (Ahmadi, 2018). Hal ini menyebabkan ketersediaan kayu sebagai bahan baku pulp menipis, sehingga perlu dilakukan berbagai upaya untuk memenuhi kebutuhan bahan baku pulp dan kertas seperti meningkatkan efisiensi pemanfaatan kayu yang jarang digunakan (*lesser used species*) namun masih berlimpah di hutan alam.

Kalimantan Selatan memiliki hutan alam yang cukup luas dan banyak jenis kayu yang belum dimanfaatkan secara optimal, misalnya pohon bangkal (*Nauclea officinalis*). Bangkal merupakan tanaman yang banyak ditemukan di Kalimantan Selatan, terutama di Barabai, Hulu Sungai Tengah yang merupakan penghasil pupur bangkal dan Kawasan Hutan Dengan Tujuan Khusus (KHDTK) Mandiangin (Frismanti, 2017; Soendjoto & Riefani, 2013). Meskipun demikian untuk data sebaran dan potensi bangkal belum diketahui secara pasti.

Masyarakat umumnya hanya memanfaatkan kulit pohon bangkal sebagai bahan baku bedak dingin, sedangkan kayunya hanya sebagai kayu bakar sehingga pemanfaatannya belum maksimal (Sari & Triyasmono, 2017). Syarat utama bahan baku pulp dan kertas yaitu kadar selulosa dan hemiselulosa yang tinggi. Kadar lignin dan ekstraktif yang rendah dapat mempengaruhi rendemen dan warna kertas. Serat yang panjang dan dinding sel agak tebal akan mempengaruhi kekuatan kertas (Sutiya et al. 2012). Oleh karena itu, tujuan penelitian ini untuk melakukan analisa komponen kimia dan dimensi serat kayu bangkal untuk mengetahui kesesuaiannya sebagai bahan baku alternatif pulp dan kertas.

## 6 II. BAHAN DAN METODE

### 2.1. Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan adalah kayu bangkal yang diperoleh dari KHDTK Mandiangin, asam sulfat (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), asam asetat (CH<sub>3</sub>COOH), asam nitrat pekat (HNO<sub>3</sub>), benzena (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>), acetone (CH<sub>3</sub>COH<sub>3</sub>), natrium hidroksida (NaOH) 1% dan 17,5%, etanol (C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH), aquades (H<sub>2</sub>O), xylol, dan safranin. Beberapa peralatan yang digunakan antara lain mikroskop, spektroskopi FTIR (Shimadzu FTIR Prestige-21 dan FTIR-4200 type A), fotometer, oven, timbangan, desikator, dan *hot plate*.

### 2.2. Metode Penelitian

Kayu bangkal bagian pangkal tanpa kulit dipotong menjadi serpihan dengan ukuran 3-5 cm. Untuk analisis kimia, bahan dikeringkan dan digiling menggunakan *hammer mill* sampai menjadi serbuk. Serbuk yang digunakan adalah serbuk yang lolos saringan 40 mesh dan tertahan saringan 60 mesh. Sampel untuk pengukuran dimensi serat dipotong seukuran batang korek api dan dimaserasi dengan menggunakan metode *Schultze* (Casey, 1980; Kasmudjo, 1994).

### 2.3. Analisis Sifat Kimia

Kadar ekstraktif larut air dingin dan air panas dilakukan dengan menggunakan standar TAPPI T 207 om-88. Kadar ekstraktif larut NaOH 1% dilakukan dengan menggunakan standar TAPPI T212 om-88. Kadar ekstraktif larut alkohol-benzena dilakukan dengan menggunakan standar TAPPI T 4 m-59. Kadar ekstraktif larut acetone (CH<sub>3</sub>COH<sub>3</sub>), hemiselulosa, lignin, selulosa, dan holoselulosa berdasarkan penelitian (Haque, Barman, Kim, Yun, & Cho, 2015).

### 11 2.4. Pengukuran Dimensi Serat

Pengukuran dimensi serat dilakukan dengan menggunakan mikroskop yang dilengkapi mikrometer. Dimensi serat yang diukur yaitu panjang serat, diameter serat, tebal dinding sel, dan diameter lumen. Pengukuran dilakukan pada 50 serat, kemudian dihitung reratanya. Pengukuran dimensi serat dilakukan untuk mengetahui nilai turunan serat sampel. Hasil turunan serat digunakan untuk menentukan kesesuaian bangkal sebagai bahan baku

pulp. Casey (1980) dan Kasmudjo (1994), menyatakan perhitungan turunan dimensi serat dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan 1 – 5.

$$\text{Runkel Ratio} = \frac{2W}{l} \quad (1)$$

$$\text{Daya tenun} = \frac{L}{d} \quad (2)$$

$$\text{Muhsteph Ratio} = \frac{d^2 - l^2}{r^2} \times 100\% \quad (3)$$

$$\text{Coefficient of Rigidity} = \frac{W}{d} \quad (4)$$

$$\text{Flexibility coefficient} = \frac{l}{d} \quad (5)$$

Keterangan: L = Panjang serat  
 d = Diameter serat  
 l = Diameter lumen  
 W = Tebal dinding serat.

**2.5. Uji Spektroskopi Inframerah Transformasi Fourier (FTIR)**

Serbuk bebas ekstraktif (lolos saring 40 mesh tertahan 60 mesh) dan dioven pada suhu 70°C. Sampel dikirim ke Laboratorium Kimia Organik, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (MIPA), Universitas Gadjah Mada (UGM). Pengujian dan karakterisasi struktur kimia bangkal dilakukan menggunakan alat spektrofotometri FTIR. Sinyal yang dihasilkan diukur secara digital dan dikirim ke komputer untuk diolah oleh aplikasi *Fourier Transformation*. Spektrum gelombang yang dihasilkan kemudian diinterpretasi lebih lanjut.

**2.6. Uji Colour Change dengan Fotometer**

Sampel berupa serbuk disinari dengan fotometer (Minolta CR 200). Perbedaan tegangan listrik dideteksi dengan voltmeter dan didapat hasil berupa angka yang menunjukkan nilai L\*a\*b\* sampel. Hasil perubahan warna sampel akan dibandingkan dengan warna kertas HVS sebagai kontrol. Nilai L\* untuk sumbu vertikal gelap-terang, menyatakan kecerahan relatif kisaran hitam total (L\* = 0) hingga putih total (L\* = 100). Nilai a\* untuk sumbu merah-hijau (positif a\* = merah, negatif a\* = hijau), dan nilai b\* untuk sumbu kuning-biru (positif b\* = kuning, negatif b\* = biru).

**III. HASIL DAN PEMBAHASAN**

**3.1. Komponen Kimia**

Kadar air kayu bangkal sebesar 11,11%. Kadar air dalam industri pulp dan kertas digunakan untuk memprediksi penggunaan bahan. Hasil uji komponen kimia kayu hutan sekunder Kalimantan Selatan dan jenis kayu yang umum digunakan untuk bahan baku pulp kertas dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Komponen Kimia Kayu Hutan Sekunder Kalimantan Selatan dan Jenis Kayu yang Umum Digunakan untuk Bahan Baku Pulp Kertas

Parameter	Kandungan Kimia (%)						
	Kayu Bangkal <sup>1)</sup>	Terap <sup>2)</sup>	Medang <sup>2)</sup>	Balik Angin <sup>2)</sup>	Acacia mangium <sup>3)</sup>	Sengon <sup>4)</sup>	Eucalyptus urophylla <sup>5)</sup>
Kadar Air	11,11	-	-	-	-	-	-
Ekstraktif Air Dingin	2,50	-	-	-	11,39	-	2,32
Ekstraktif Air Panas	3,80	3,20	3,10	3,20	14,06	-	3,37
Alkohol Benzene	3,00	1,50	2,10	3,00	6,93	2,34	1,18
NaOH 1%	3,10	14,60	11,20	15,70	20,23	11,20	15,02
Aseton	3,50	-	-	-	-	-	-
Lignin	30,00	29,70	25,00	24,00	24,89	23,77	24,31
Hemiselulosa	16,00	-	-	-	29,79	14,49	31,69
Holoseululosa	66,50	78,00	81,00	80,80	80,99	76,04	80,87
Selulosa	50,50	50,70	55,20	50,80	51,20	61,55	49,18

Sumber: <sup>1)</sup> Data primer; <sup>2)</sup> Istikowati et al. (2016b); <sup>3)</sup> Karlinasari et al. (2010); <sup>4)</sup> Putra et al. (2018); <sup>5)</sup> Nasyd (2013)



Ekstraktif kelarutan air dingin bangkal sebesar 2,50%. Kelarutan air panas bangkal sebesar 3,80%. Hasil ini sesuai dengan penelitian Istikowati et al. (2016b) yang menyatakan kelarutan ekstraktif air panas tiga jenis kayu dari hutan sekunder Kalimantan Selatan berkisar 3,10-3,20% dan kurang dari 4,00%. Kandungan ekstraktif kelarutan air dingin dan air panas bangkal juga sama dengan jenis kayu *Eucalyptus urophylla* yang umum digunakan sebagai bahan baku pulp kertas yaitu 2,32% dan 3,37% (Nasdy, 2013). Jenis lain yang umum untuk bahan baku pulp kertas yaitu *Acacia mangium* memiliki kandungan ekstraktif yang cukup tinggi, 11,39% untuk kelarutan air dingin dan 14,06% untuk kelarutan air panas (Karlinsari et al., 2010).

Kelarutan dalam NaOH 1% kayu bangkal lebih kecil dari kayu terap, medang, dan balik angin (Istikowati et al., 2016b). Kelarutan dalam NaOH 1% kayu bangkal juga lebih kecil dari *A. mangium* (20,23%), sengon (11,20%), dan *E. urophylla* (15,02%). Kelarutan kayu dalam NaOH 1% menunjukkan adanya karbohidrat berbobot molekul rendah atau adanya kayu yang rusak/lapuk oleh organisme perusak kayu (Sugesty, Kardiansyah, & Pratiwi, 2015). Kelarutan alkohol-benzene bangkal sebesar 3,00% sama dengan balik angin, namun lebih tinggi dari terap yang hanya 1,50% dan medang 2,10% (Tabel 1). Kadar ekstraktif kelarutan alkohol-benzene bangkal lebih tinggi dibandingkan dengan kadar ekstraktif sengon 2,34% dan *E. urophylla* 1,18% (Nasdy, 2013; Putra et al., 2018). Berdasarkan penelitian Karlinsari et al. (2010) kelarutan alkohol-benzene *A. mangium* (6,93%), lebih tinggi dari bangkal, medang, terap, balik angin, sengon, dan *E. urophylla*. Kadar ekstraktif bangkal secara keseluruhan berkisar 2,50-3,80%. Kandungan ekstraktif kayu bangkal cukup rendah yaitu kurang dari 10%, sehingga dapat dijadikan bahan baku pulp dan kertas seperti yang dikemukakan oleh Prawirohatmodjo (1997) bahwa kadar ekstraktif pada tumbuhan berkisar 1-10%. Kadar ekstraktif yang rendah sangat diharapkan dalam industri pulp dan kertas

karena kadar ekstraktif yang tinggi dapat menimbulkan pitch, bercak-bercak pada kertas, dan dapat menumpulkan alat-alat yang digunakan (Sutopo, 2005). Ekstraktif yang tinggi juga akan menyulitkan masuknya bahan kimia pemasak saat proses pemasakan pulp (Sugesty et al., 2015).

Kadar lignin kayu bangkal sebesar 30%, tidak jauh berbeda dengan kayu terap, dan medang. Kadar lignin kayu bangkal lebih tinggi dari jenis kayu paling umum dan bagus untuk bahan baku pulp dan kertas yaitu *A. mangium* (24,89%), sengon (23,77%), dan *E. urophylla* (24,31%) (Karlinsari et al., 2010; Nasdy, 2013; Putra et al., 2018). Kadar lignin yang tinggi tidak diharapkan dalam proses pengolahan pulp kertas karena dapat meningkatkan kebutuhan bahan kimia pemasak sehingga kurang ekonomis.

Kadar selulosa dan holoselulosa sangat diharapkan dalam pembuatan pulp. Selulosa yang tinggi akan menghasilkan rendemen pulp yang tinggi (Casey, 1980). Kadar selulosa bangkal sebesar 50,50%. Kadar selulosa kayu bangkal hampir sama dengan tiga jenis kayu dari hutan sekunder dan *A. mangium* yang kadarnya  $\geq 50$ . Artinya kayu bangkal dapat digunakan sebagai bahan baku pulp dan kertas. Holoselulosa kayu bangkal sebesar 66,50%. Kayu dengan kadar holoselulosa yang tinggi bagus untuk pulp dan kertas, karena memberikan kekuatan yang baik pada kertas.

Kadar hemiselulosa berfungsi sebagai pengikat pada pembuatan pulp dan kertas, sehingga dengan kandungan hemiselulosa yang cukup akan membuat kualitas pulp dan kertasnya semakin baik (Sutiya et al., 2012). Kadar hemiselulosa bangkal sebesar 16% dan termasuk sedang dalam kisaran hemiselulosa tumbuhan yaitu berkisar 15-19 % (Prawirohatmodjo, 1997). Kadar hemiselulosa bangkal lebih rendah dari *A. mangium*, sengon, dan *E. urophylla*. Kadar hemiselulosa bahan baku akan mempengaruhi rendemen pulp dan sifat fisik lembaran yang dihasilkan. Kualitas kimia kayu bangkal hampir sama dengan kayu terap, medang, dan balik angin yang

diperoleh dari hutan sekunder yang sama (Istikowati et al., 2016b). Dilihat dari komponen kimianya, kualitas pulp yang akan dihasilkan dari kayu bangkal masih rendah dibandingkan kualitas pulp dan kertas yang diproduksi dari kayu jenis *A. mangium*, sengon, dan *E. urophylla*. Namun kayu bangkal masih memungkinkan untuk dijadikan bahan baku pulp dan kertas.

### 3.2. Anatomi Kayu

#### 3.2.1. Dimensi Serat

Serat kayu bangkal termasuk serat yang panjang, karena lebih dari 1 mm (Tabel 2). Panjang serat sangat berpengaruh pada daya tenun, semakin panjang serat semakin bagus daya tenunnya. Perbandingan dimensi serat bangkal dengan jenis kayu dari hutan sekunder Kalimantan Selatan dan jenis kayu yang umum digunakan untuk bahan baku pulp kertas disajikan pada Tabel 2.

Rerata panjang serat bangkal 1,40 mm, lebih panjang dari medang dan terap yang merupakan kayu dari hutan sekunder yang sama. Panjang serat terap lebih panjang 0,15 mm (Istikowati et al. 2016a). Panjang serat bangkal lebih panjang dari jenis *A. mangium* (1,12 mm) dan sengon (1,17 mm). Ketiga jenis tersebut merupakan kayu yang umum digunakan untuk bahan baku pulp kertas. Serat yang panjang bagus untuk pulp dan kertas karena mempengaruhi kekuatan dan kekakuan kertas yang dihasilkan. Sifat

kekuatan yang dipengaruhi oleh panjang serat adalah ketahanan tarik, ketahanan lipat, dan ketahanan sobek. Diameter serat bangkal masuk kategori sedang, karena berkisar 10-25  $\mu\text{m}$  (Casey, 1980). Diameter serat bangkal lebih kecil dari serat terap, namun lebih besar dari medang dan balik angin. Diameter serat kayu bangkal juga lebih besar dari jenis kayu akasia, seperti *A. mangium* 19,43  $\mu\text{m}$ , *A. hibrida* 18,80  $\mu\text{m}$ , dan *A. auriculiformis* 16,70  $\mu\text{m}$  (Karlinsari et al., 2010; Yahya et al., 2010). Diameter serat berpengaruh terhadap pembentukan lembaran, ikatan antar serat, dan kekuatan serat dalam lembaran. Menurut Kasmudjo (1983), serat dengan diameter kecil dan ber dinding tipis lebih baik sebagai bahan pulp karena menghasilkan kertas yang lebih tipis dengan kekuatan yang lebih tinggi.

Diameter lumen bangkal lebih besar dari terap dan lebih kecil dari medang dan balik angin. Diameter lumen bangkal juga lebih rendah dari jenis *A. mangium* dan *E. urophylla* serta lebih rendah dari jenis sengon. Diameter lumen digunakan untuk mengukur *Muhsteph ratio*. *Muhsteph ratio* menunjukkan halus kasarnya permukaan kertas yang akan dihasilkan. Dinding sel bangkal (3,25)  $\mu\text{m}$  lebih tebal dari kayu medang, terap, dan balik angin yang hanya 1,60-2,60  $\mu\text{m}$ . Jenis akasia yang merupakan bahan baku pulp dan kertas tebal dinding selnya berkisar 2,51-2,81  $\mu\text{m}$  (Yahya et al., 2010).

Tabel 2. Dimensi Serat Jenis Kayu dari Hutan Sekunder Kalimantan Selatan dan Jenis Kayu yang Umum Digunakan untuk Bahan Baku Pulp Kertas

Jenis kayu	Dimensi Serat			
	Panjang Serat (mm)	Diameter Serat ( $\mu\text{m}$ )	Diameter lumen ( $\mu\text{m}$ )	Tebal Dinding Sel ( $\mu\text{m}$ )
Bangkal <sup>1)</sup>	1,40	21,20	15,00	3,25
Terap <sup>2)</sup>	1,55	24,50	21,30	1,60
Medang <sup>2)</sup>	1,21	17,70	16,50	2,60
Balik Angin <sup>2)</sup>	1,14	17,30	15,30	1,00
<i>Acacia mangium</i> <sup>3)</sup>	1,12	19,43	13,37	3,03
Sengon <sup>4)</sup>	1,17	26,50	17,80	4,35
<i>Eukaliptus urophylla</i> <sup>5)</sup>	1,48	23,47	13,18	5,15

Sumber: <sup>1)</sup> Pengolahan data primer; <sup>2)</sup> Istikowati et al. (2016b); <sup>3)</sup> Karlinsari et al. (2010); <sup>4)</sup> Yahya et al. (2010); <sup>5)</sup> Nasdy (2013).

2  
Tabel 3. Turunan Serat Kayu Hutan Sekunder Kalimantan Selatan dan Jenis Kayu yang Umum Digunakan untuk Bahan Baku Pulp Kertas

Nilai Turunan Serat	Jenis Kayu						
	Bangkal <sup>1)</sup>	Terap <sup>2)</sup>	Medang <sup>2)</sup>	Balik Angin <sup>2)</sup>	<i>Acacia mangium</i> <sup>3)</sup>	Sengon <sup>4)</sup>	<i>Eucalyptus urophylla</i> <sup>5)</sup>
<i>Runkel Ratio</i>	0,43	0,16	0,45	0,14	0,45	0,48	0,78
Daya Tenun	66,00	66,20	68,60	67,00	57,64	44,15	63,06
<i>Muhsteph Ratio</i>	99,80	-	-	-	37,65	70,12	68,46
<i>Coefficient of Rigidity</i>	0,20	0,07	0,15	0,06	0,16	0,16	0,22
<i>Flexibility Ratio</i>	0,71	0,86	0,67	0,87	0,68	0,67	0,56

Sumber: <sup>1)</sup> Pengolahan data primer; <sup>2)</sup> Istikowati et al. (2016b); <sup>3)</sup> Karlinasari et al. (2010); <sup>4)</sup> Yahya et al. (2003); <sup>5)</sup> Nasyd (2013).

### 3.2.2. Turunan Serat

Panjang serat bangkal masuk kategori kelas 3 karena kurang dari 1,6 mm. Serat yang panjang memiliki daya tenun yang baik (Tabel 3).

*Runkel ratio* kayu bangkal 0,43 dan masuk dalam kategori kelas 2. *Runkel ratio* bangkal lebih kecil dari medang, *A. mangium*, dan sengon serta lebih besar dari nilai *Runkel ratio* terap dan balik angin yang masuk kategori kelas 1. Semakin kecil *Runkel ratio*, pulp yang dihasilkan semakin mudah digiling dengan ikatan serat yang lebih luas sehingga menghasilkan pulp dengan kekuatan jebol dan tarik yang tinggi (Sunardi & Istikowati, 2012; Istikowati et al., 2016a). Nilai daya tenun menunjukkan jumlah ikatan antar serat. Semakin tinggi daya tenun berarti serat mempunyai potensi ikatan antar serat yang tinggi. Daya tenun kayu bangkal sebesar 66,60 dan masuk kategori kelas 3. Daya tenun jenis medang, terap, dan balik angin yang diperoleh dari hutan sekunder yang sama juga memiliki kelas 3, dengan daya tenun berkisar 66,20-68,20 (Istikowati et al., 2016a). Jenis *A. mangium* dan sengon daya tenunnya lebih rendah dari bangkal. Daya tenun yang tinggi sangat diharapkan dalam pembuatan pulp. Daya tenun yang tinggi akan memberikan pengaruh yang baik pada kekuatan lipat, tarik dan jebolnya.

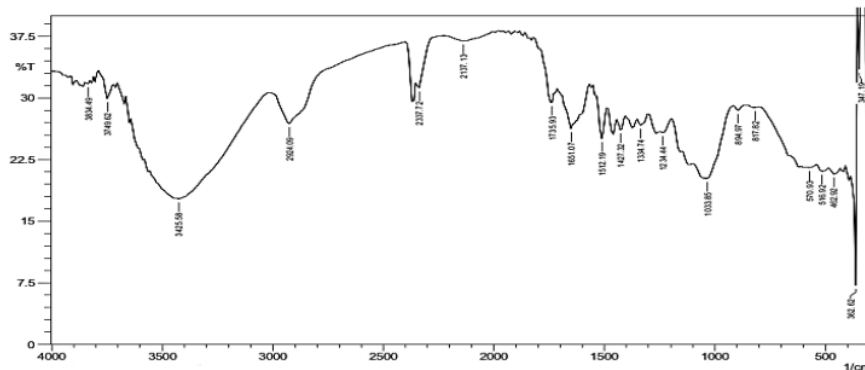
*Muhsteph ratio* kayu bangkal masuk kategori kelas 4, karena lebih dari 80%. Yaitu sebesar 99,80%. *Muhsteph ratio*

bangkal lebih tinggi dari *Muhsteph ratio* *A. mangium*, sengon, dan *E. urophylla*. Besarnya *Muhsteph ratio* serat kayu mengindikasikan kertas yang dihasilkan dari kayu bangkal agak kasar. Serat kayu dengan *Muhsteph ratio* rendah sangat diharapkan dalam pembuatan pulp dan kertas. Nilai *Muhsteph ratio* yang rendah akan menghasilkan kertas yang lebih halus. *Coefficient of rigidity* bangkal sebesar 0,20 dengan kategori kelas 3. *Coefficient of rigidity* bangkal lebih tinggi dari 3 jenis kayu dari hutan sekunder Kalimantan Selatan (Istikowati et al., 2016b). Semakin tinggi nilai *coefficient of rigidity*, maka kekakuan kertas juga tinggi. Kertas yang dihasilkan juga akan memiliki kekuatan tarik yang rendah.

*Flexibility ratio* bangkal lebih tinggi dari jenis kayu *A. mangium*, sengon, dan *E. urophylla* yang diperuntukkan sebagai bahan baku pulp dan kertas. *Flexibility ratio* bangkal cukup tinggi yaitu 0,71 dan termasuk kategori kelas 2. Hasil ini sejalan dengan penelitian Istikowati et al. (2016b) yang menyatakan *flexibility ratio* kayu dari hutan sekunder Kalimantan Selatan untuk jenis terap yaitu 0,86 dan 0,87 untuk medang. *Flexibility ratio* yang tinggi menghasilkan kertas yang lebih fleksibel dan tidak kaku. Hasil rekapan pengkelasan kualitas serat bangkal dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Rekapitan Pengkelasan Kualitas Serat Bangkal

Parameter	Serat Kayu Bangkal		
	Hasil	Kelas	Nilai
Panjang Serat (mm)	1,40	III	50
<i>Runkel Ratio</i>	0,43	II	75
Daya Tenun ( <i>Slendernes</i> )	66,00	III	50
<i>Muhsteph Ratio</i>	99,80	IV	25
<i>Coefficient of Rigidity</i>	0,20	III	75
<i>Flexibility Ratio</i>	0,71	II	50
	Jumlah		325



Gambar 1. Spektrum Gelombang Kayu Bangkal

### 3.3. Spektroskopi Inframerah Transformasi Fourier (FTIR)

FTIR merupakan suatu teknik pengukuran spektrum berdasarkan respons bahan terhadap radiasi elektromagnetik. Hasil spektrum gelombang FTIR kayu bangkal dapat dilihat pada Gambar 1. Hasil interpretasi spektrum gelombang IR untuk bangkal dapat dilihat pada Tabel 5.

Gugus fungsi O-H merupakan gugus hidroksil selulosa yang diperoleh dari spektrum pada bilangan gelombang 3425,58  $\text{cm}^{-1}$ . Bilangan ini lebih tinggi dari spektrum kayu yaitu 3400  $\text{cm}^{-1}$  (Durmaz et al. 2016). Perbedaan ini disebabkan kayu yang digunakan sebagai sampel pada penelitian ini tidak diserangkan ke jamur. Gugus fungsi metal C-H untuk kayu bangkal ditunjukkan bilangan gelombang 2924,09  $\text{cm}^{-1}$ . Bilangan gelombang 1735,93  $\text{cm}^{-1}$  menunjukkan gugus fungsi C=O ulur gugus asetil, asam karboksilat

(hemiselulosa). Gugus cincin aromatik (lignin) yaitu C=C ulur kayu berkisar 1650-1595  $\text{cm}^{-1}$ , pada bangkal terdapat pada spektrum dengan bilangan gelombang 1651,93  $\text{cm}^{-1}$ . Gugus cincin aromatik (lignin) juga ditemukan pada bilangan gelombang 1512,19  $\text{cm}^{-1}$ . Penelitian Rosu, Teaca, Bodirlau & Rosu (2010) menyatakan, vibrasi C=C ulur lignin dapat menurun dan berubah menjadi kromofor dengan kelompok karbonil jika kayu atau sampel terpapar radiasi baik penyinaran buatan maupun sinar matahari.

Deformasi C-H dari lignin dan hemiselulosa dari spektrum kayu bangkal ditemukan pada bilangan gelombang 1427,32  $\text{cm}^{-1}$ . Penelitian Calienno, Picchio, Monaco & Pelosi (2014) menyatakan bilangan gelombang 1426  $\text{cm}^{-1}$  juga menyatakan deformasi lignin. Spektrum untuk vibrasi C-H dari selulosa terdapat pada bilangan gelombang 1334,74  $\text{cm}^{-1}$ .



Tabel 5. Hasil Interpretasi Spektrum Gelombang IR Kayu Bangkal

Spektrum Bangkal	Spektrum Kayu <sup>1)</sup>	Keterangan
3425	3400	Menunjukkan gugus fungsi O-H dari gugus hidroksil (selulosa)
2924	2931	Menunjukkan C-H dari gugus metal
1735	1740	C=O ulur gugus asetil, asam karboksilat (hemiselulosa)
1651	1650-1595	C=C ulur gugus cincin aromatic (lignin)
1512	1510	C=C ulur gugus cincin aromatic (lignin)
1427	1425	Defromasi C-H (lignin, hemiselulosa)
1334	1373	Vibrasi C-H (selulosa)
-	1264	Cincin G dan C=O ulur (G-lignin)
1234	1220	Cincin siringil dan C-O ulur (lignin, xilan)
1033	1064	Menunjukkan adanya vibrasi C-O dari ikatan β-1,4-glikosida (selulosa)
894	898	Deformasi C-H (selulosa, hemiselulosa, pectin)

Sumber:<sup>1)</sup> Durmaz et al. (2016)

Tabel 6. Hasil Uji *Colour Change* Kayu Bangkal (*N. officinalis*)

Kelarutan Ekstraksi	Kayu Bangkal		
	L*	a*	b*
Kontrol (HVS)	85,24	3,16	0,71
Sampel awal	67,10	10,81	19,37
Air Dingin	63,40	9,14	16,74
Air Panas	62,28	9,21	16,16
NaOH 1%	67,93	9,54	25,55
Alben	59,98	8,78	15,73
Aseton	68,24	9,50	18,45

Bilangan ini mendekati bilangan gelombang 1375 cm<sup>-1</sup> dengan gugus C-H menunjukkan deformasi polisakarida yang selulosa termasuk kedalamnya (Calianno et al., 2014). Gugus lignin dari kayu bangkal dengan bilangan gelombang 1234,44 cm<sup>-1</sup> memiliki cincin siringil dan C-O ulur (lignin, xilan). Bilangan gelombang 1033,85 cm<sup>-1</sup> menunjukkan adanya vibrasi C-O dari ikatan β-1,4-glikosida. Deformasi C-H (selulosa, hemiselulosa, dan pektin) ditunjukkan oleh bilangan gelombang 894,97 cm<sup>-1</sup>. Bilangan gelombang yang diinterpretasi menjadi gugus dan ikatan kimia akan menunjukkan kandungan kimia suatu bahan. Kayu bangkal berdasarkan spektrumnya menunjukkan adanya kandungan lignin, hemiselulosa, dan selulosa. Nilai gelombang ekstraktif tidak muncul pada uji FTIR, hal ini dikarenakan sampel yang digunakan sebagai sampel adalah serbuk yang sudah bebas ekstraktif.

Hasil FTIR ini sejalan dengan uji komponen kimia yang telah dilakukan di laboratorium bahwa kandungan lignin bangkal 30%, hemiselulosa 16% dan selulosanya 50,5%.

### 3.4. Colour Change

Perubahan warna (*colour change*) biasanya terjadi karena adanya zat-zat yang bereaksi sebelum dan sesudah perlakuan pada suatu sampel. Pengukuran dilakukan pada sampel sebelum uji ekstraktif dan setelah uji ekstraktif kelarutan air dingin, air panas, alkohol-benzene, NaOH 1%, dan kelarutan acetone. Hasil uji perubahan warna kayu bangkal dapat dilihat pada Tabel 6.

Kecerahan (L\*), merah hijau (a\*), dan kuning biru (b\*) kertas HVS digunakan sebagai kontrol untuk menghitung nilai perubahan (Δ) pada sampel kayu bangkal. Kecerahan (L\*) sampel awal kayu bangkal lebih tinggi dari kecerahan sesudah perlakuan kecuali dalam kelarutan aseton

Tabel 7. Hasil Peningkatan *Colour Change* pada Kayu Bangkal

Kelarutan Ekstraksi	Kayu Bangkal					Peningkatan (%)
	$\Delta L^*$	Peningkatan (%)	$\Delta a^*$	Peningkatan (%)	$\Delta b^*$	
Sampel Awal	18,14		-7,65			-
Air Dingin	3,70	79,61	1,67	121,83	2,63	114,11
Air Panas	4,82	73,41	1,60	120,92	3,21	117,22
NaOH 1%	-0,83	104,55	1,27	116,63	-6,18	66,92
Alben	7,12	60,75	2,03	126,51	3,65	119,53
Aceton	-1,14	106,26	1,31	117,12	0,93	104,97

Tabel 8. Hasil  $\Delta E$  Kayu Bangkal

Bahan	$\Delta E^*$					
	Sampel Awal	Air Dingin	Air Panas	NaOH 1%	Alben	Aseton
Kayu Bangkal	27,13	4,8	6,0	6,4	8,3	2,0

dan NaOH 1%. Peningkatan  $L^*$  pada sampel kayu bangkal setelah diekstrak dengan pelarut aseton sebesar 1,14 dan setelah diekstrak dengan NaOH 1% 0,83. Warna merah hijau ( $a^*$ ) dan kuning biru ( $b^*$ ) sampel kayu bangkal juga menurun setelah ekstraksi. Peningkatan  $b^*$  ke arah kuning terjadi pada sampel kelarutan NaOH 1%. Perubahan warna terjadi karena adanya perlakuan panas yang diberikan. Selain perlakuan panas, perubahan warna juga dapat terjadi akibat degradasi lignin pada sampel. Peningkatan perubahan warna sampel kayu bangkal sebelum dan sesudah ekstraksi dapat dilihat pada Tabel 7.

Perubahan kecerahan ( $\Delta L^*$ ) warna kayu bangkal sampel awal lebih gelap dari kertas HVS yang dijadikan pembandingan warna sebelum dan sesudah perlakuan. Peningkatan nilai  $\Delta L^*$  tertinggi terdapat pada sampel kelarutan aseton yaitu 106,26%. Perubahan  $\Delta L^*$  untuk kelarutan NaOH 1% bernilai -0,82 dengan peningkatan 104,55%. Peningkatan  $\Delta L^*$  kayu bangkal terendah yaitu 60,75% dengan  $\Delta L^*$  7,12 untuk kelarutan alben dan 73,41% untuk kelarutan air panas. Nilai kemerahan ( $\Delta a^*$ ) tertinggi yaitu sampel kelarutan alben 126,51%, disusul kelarutan air dingin 121,83% dan kelarutan air panas 120,92%. Nilai  $\Delta a^*$  terendah cenderung kehijauan yaitu aseton sebesar 117,12% dan NaOH 1% 116,63%. Perubahan  $\Delta b^*$

dengan peningkatan tertinggi yaitu kelarutan alben 119,53%, air panas 117,22%, dan air dingin 114,11%. Peningkatan  $\Delta b^*$  terendah yaitu aseton 104,97% dan NaOH 1%. Peningkatan  $\Delta b^*$  NaOH 1% hanya 66,92%, karena warna sampel kelarutan NaOH 1% cenderung ke arah kuning sehingga nilai peningkatan relatif rendah.

Total perbedaan ( $\Delta E$ ) sampel awal sebelum ekstraksi dengan sampel setelah ekstraksi cukup tinggi. Nilai  $\Delta E$  ini didasarkan pada kontrol yaitu kertas HVS. Nilai  $\Delta E$  kayu bangkal yang rendah dikarenakan warna sampel awal serbuk kayu bangkal secara keseluruhan cerah kekuningan. Kelarutan air panas kayu bangkal memiliki nilai  $\Delta E$  6.  $\Delta E$  Kelarutan NaOH 1% dan alben kayu bangkal yaitu sebesar 6,4 dan 8,3. Nilai  $\Delta E$  kelarutan aseton kayu bangkal sangat rendah hanya sebesar 2,0. Tingginya  $\Delta E$  menunjukkan besar tidaknya reaksi kimia yang terjadi sebelum dan sesudah ekstraksi. Esteves, Marques, Domingos & Pereira (2008) menyatakan kecerahan kayu atau sampel yang dipanaskan cenderung menurun berdasarkan perubahan massanya.

Perubahan warna umumnya dipengaruhi oleh komposisi ekstraktif, suhu, kelembaban, cahaya, dan kondisi penyimpanan (Sahin, 2011). Perubahan warna juga berbeda untuk jenis kayu keras dan kayu lunak, kayu lunak cenderung

memiliki warna lebih cerah. Warna kayu juga berbeda antara kayu awal dan kayu akhir, selain itu perbedaan warna juga terjadi pada arah melintang dan radial (Esteves et al., 2008). Warna kayu sangat penting untuk pulp dan kertas, karena semakin cerah warna kayu semakin bagus kualitas pulp dan kertas yang dihasilkan. Kertas yang dimanfaatkan sebagai kertas tulis mensyaratkan warna yang cerah, permukaan licin dan tidak kasar. Warna kayu bangkal cenderung cerah kekuningan sehingga memungkinkan untuk kertas tulis, dengan penambahan bahan kimia dan perlakuan lanjutan.

#### IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini adalah kandungan kimia kayu bangkal yaitu ekstraktif 3,00%, lignin 30,00%, hemiselulosa 16,00%, dan selulosa 50,50%. Kualitas turunan serat kayu bangkal termasuk kategori kelas 2, sehingga memungkinkan untuk alternatif bahan baku pulp dan kertas. Spektrum IR kayu bangkal pada serbuk bebas ekstraktif menunjukkan gugus fungsi lignin, hemiselulosa, dan selulosa yang sesuai dengan hasil pengujian laboratorium yang telah dilakukan. Hasil perubahan warna kayu bangkal cerah, sehingga memungkinkan untuk kertas tulis. Berdasarkan komponen kimia dan kualitas seratnya kayu bangkal dapat dijadikan bahan baku pulp dan kertas.

Kayu bangkal bisa digunakan untuk bahan baku pulp dan kertas, sehingga perlu penelitian lanjutan tentang kualitas pulpnya. Penelitian lanjutan yang juga diperlukan yaitu, pembuatan pulp dengan metode yang berbeda (mekanis, kimia, dan *biopulping*), variasi waktu pemasakan, dan kombinasi bahan baku kayu bangkal. Inventarisasi sebaran kayu bangkal perlu dilakukan untuk mengetahui potensinya di Kalimantan Selatan.

#### UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih saya ucapkan kepada Teknisi Laboratorium Teknologi Hasil Hutan Kehutanan ULM, Laboratorium

Biosistematik MIPA ULM, dan Laboratorium Kimia Organik MIPA UGM serta semua pihak yang telah membantu dalam setiap tahap penelitian.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Ahmadi, A. (2018). *Industri Perikanan Indonesia*. Diakses 24 Mei 2018, dari <https://asyraafahmadi.com/in/pengetahuan/material/alami/non-tambang/kayu/industri-perikanan/>
- APKI. (2013). *Industri Pulp dan Kertas Potensial*. Asosiasi Pulp dan Kertas Indonesia. Diakses 13 April 2018 dari <https://koran-sindo.com>.
- Calienzo, L, Picchio, R, Monaco, A. L. & Pelosi, C. (2014). Colour and Chemical Changes on Photodegraded Beech Wood With or Without Red Heartwood. *Wood Science Technology*, 48, 1167–1180.
- Casey, J. (1980). *Pulp and Paper Chemistry and Chemical Technology*. Third Edition Vol. II A. New York: Willey and Sons Inc.
- Durmaz, S., Ozgenc, O., Boyaci, I. H., Yildiz, U. C. & Erisir, E. (2016). Examination of The Chemical Changes in Spruce Wood Degraded by Brown-Rot Fungi Using FT-IR and FT-Raman Spectroscopy. *Vibrational Spectroscopy*, 85, 202–207.
- Esteves, B., Marques, A. V., Domingos, I. & Pereira, H. (2008). Heat-induced Colour Changes of Pine (*Pinus pinaster*) and Eucalypt (*Eucalyptus globulus*) Wood. *Wood Science Technology*, 42, 369–384.
- Frisman, A. A. A. R. (2017). *Sifat-Sifat Kayu Bangkal (Nuclea officinalis Pierre ex Pit) dari Hutan Sekunder di Kalimantan, Indonesia (Skripsi)*. Banjarbaru: Fakultas Kehutanan Universitas Lambung Mangkurat.
- Haque, M. D. A, Barman, D. N., Kim, M. D., Yun, H.D., & Cho, K.M. (2015). Cogon Grass (*Impreta cylindrica*), a Potential Biomass Candidate for

- Bioethanol: Cell Wall Structural Changes Enhancing Hydrolysis in A Mild Alkali Pretreatment Regim. *Society of Chemical Industry*, 96, 1790-1797.
- Huda, A. N. (2013). *Industri Pulp dan Kertas Potensial*. Diakses pada 24 Agustus 2017 dari <https://koran-sindo.com>.
- Istikowati, W. T., Aiso, H., Ishiguri, F., Sunardi, Sutiya, B., Ohshima, J., Iizuka, K. & Yokota, S. (2016a). Study of Radial Variation in Anatomical Characteristics of Three Native Fast-Growing Tree Species of A Secondary Forest in South Kalimantan for Evaluation as Pulpwood. *Appita Journal*, 69(1), 49-56.
- Istikowati, W. T., Aiso, H., Sunardi, Sutiya, B., Ishiguri, F., Ohshima, J., Iizuka, K. & Yokota, S. (2016b). Wood, Chemical, and Pulp Properties of Woods from Less-Utilized Fast-Growing Tree Species Found in Naturally Regenerated Secondary Forest in South Kalimantan, Indonesia. *Journal of Wood Chemistry and Technology*, 36, 250-258.
- Kasmudjo. (1983). *Pengantar Industri Pulp dan Kertas*. Yogyakarta: Yayasan Pembinaan Fakultas Kehutanan Universitas Gajah Mada.
- Kasmudjo. (1994). *Cara Penentuan Proporsi Tipe Serat dan Dimensi Bagian Kayu*. Yogyakarta: Fakultas Kehutanan, Universitas Gajah Mada.
- Karlinasari, L., Nawawi, D. S. & Widyani, M. (2010). Kajian Sifat Anatomi dan Kimia Kayu Kaitannya dengan Sifat Akustik Kayu. *Bionatura-Jurnal Ilmu-ilmu Hayati dan Fisik*, 12(3), 110 – 116.
- KLHK. (2015). *Statistik Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan*. Jakarta: Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan.
- KLHK. (2018). *Angka Deforestasi Tahun 2016-2017 Menurun*. Jakarta: Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan.
- Nasdy, A. W. (2013). *Kualitas Kayu Ampupu (Eucalyptus Urophylla S. T. Blake) Berbagai Umur Tanam sebagai Bahan Baku Pulp dan Kertas* (Skripsi). Bogor: Departemen Hasil Hutan, Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor.
- Prawirohatmodjo, S. (1977). *Kimia Kayu*. Yogyakarta: Yayasan Pembina Fakultas Kehutanan Universitas Gajah Mada.
- Putra, A. F. R., Wardenaar, E. & Hasni, H. (2018). Analisis Komponen Kimia Kayu Sengon (*Albizia falcataria* L) Berdasarkan Posisi Ketinggian Batang. *Jurnal Hutan Lestari*, 6(1), 83-89
- Rosu, D., Teaca, C. A., Bodirlau, R. & Rosu, L. (2010). FTIR and Colour Change of The Modified Wood as A Result of Artificial Light Irradiation. *Journal of Photochemistry and Photobiology*, 99(3), 144-149.
- Sahin, H. T. (2011). Colour Changes in Wood Surfaces Modified by A Nanoparticulate Based Treatment. *Wood Research*, 56(4), 525-532.
- Sari, D. I. & Triyasmono, L. (2017). Rendemen dan Flavonoid Total Ekstrak Etanol Kulit Batang Bangkal (*Nuclea subdita*) Dengan Metode Meserasi Ultrasonikasi. *Jurnal Pharmascience*, 4(1), 48-53.
- Soendjoto, M. A. & Riefani, M. K. (2013). Bangkal (*Nauclea* sp.) Tumbuhan Lahan Basah, Bahan Bedak Dingin. *Warta Konservasi Lahan Basah*, 21(4), 13-18.
- Sugesty, S., Kardiensyah, T. & Pratiwi, W. (2015). Potensi *Acacia crassicarpa* sebagai Bahan Baku Pulp Kertas untuk Hutan Tanaman Industri. *Jurnal Selulosa*, 5(1), 21-32.
- Sutiya, B., Istikowati, W.T., Rahmadi, A. & Sunardi. (2012). Kandungan Kimia dan Sifat Serat Alang-alang (*Impretia cylindrica*) sebagai Gambaran Bahan Baku Pulp dan kertas. *Bioscientae*, 9(1), 8-19.
- Sutopo, R. S. (2005). *Karakteristik Industri Pulp*. Makalah Pelatihan Industri



Pulp. Bandung: Balai Besar Pulp dan Kertas.

Yahya, R. (2003). Kualitas Pulp Kertas Batang Kayu Sengon *Paraserianthes falcataria* L. Nielsen. *MAPEKI*, VI.

Yahya, R., Sugiyama, J., Silsia, D. & Gril, J. (2010). Some Anatomical Features of An *Acacia hybrid*, *A. mangium* and *A. auriculiformis* Grown in Indonesia with Regard to Pulp Yield and Paper Strength. *Tropic for Science*, 22, 343–351.

# Analisis Kimia dari Serat Kayu Bangkal (*Nauclea officinalis*) sebagai

## ORIGINALITY REPORT

9%

SIMILARITY INDEX

10%

INTERNET SOURCES

5%

PUBLICATIONS

1%

STUDENT PAPERS

## PRIMARY SOURCES

1	Ratri Yuli Lestari, M.Env., Dwi Harsono, Nazarni Rahmi. "The Characteristics of Bamboo Charcoal Derived from <i>Bambusa vulgaris</i> Schrad and <i>Arundinaria gigantea</i> (Walter) Muhl Growing in Different Types of Habitats", <i>Jurnal Riset Industri Hasil Hutan</i> , 2018 Publication	1%
2	<a href="http://semnasbiologi.conference.unesa.ac.id">semnasbiologi.conference.unesa.ac.id</a> Internet Source	1%
3	<a href="http://abdidas.org">abdidas.org</a> Internet Source	1%
4	<a href="http://e-journal.sari-mutiara.ac.id">e-journal.sari-mutiara.ac.id</a> Internet Source	1%
5	<a href="http://sardewforester.blogspot.com">sardewforester.blogspot.com</a> Internet Source	1%
6	<a href="http://ubb.ac.id">ubb.ac.id</a> Internet Source	1%

[jendelabiology.blogspot.com](http://jendelabiology.blogspot.com)

7	Internet Source	1 %
8	opac.wsb.torun.pl Internet Source	1 %
9	www.neliti.com Internet Source	1 %
10	Text-Id.123dok.Com Internet Source	1 %
11	pdffox.com Internet Source	1 %
12	"A betegség költség és az életminőség szerepe a forrásallokációs döntések során az egészségügyben", Corvinus University of Budapest, 2020 Publication	1 %

Exclude quotes  On

Exclude matches  < 1%

Exclude bibliography  On

# Analisis Kimia dari Serat Kayu Bangkal (*Nauclea officinalis*) sebagai

---

## GRADEMARK REPORT

---

FINAL GRADE

**/0**

GENERAL COMMENTS

**Instructor**

---

PAGE 1

---

PAGE 2

---

PAGE 3

---

PAGE 4

---

PAGE 5

---

PAGE 6

---

PAGE 7

---

PAGE 8

---

PAGE 9

---

PAGE 10

---

PAGE 11

---

PAGE 12

---