

ANALISIS KIMIA DAN SERAT PANDAN RASAU (*Pandanus helicopus*) SEBAGAI ALTERNATIF BAHAN BAKU PULP KERTAS
*Chemical And Fiber Analysis of Pandan Rasau (*Pandanus helicopus*) As Alternative of Pulp Paper Raw Material*

Herlina, Wiwin Tyas Istikowati dan Fatriani

Jurusan Kehutanan

Fakultas Kehutanan Universitas Lambung Mangkurat

ABSTRACT. Kalimantan has non-timber forest products that are not optimally utilized, such as Pandanaceae members, mainly from the Pandanus clan, pandan swamp or rasau (*Pandanus helicopus*). The purpose of this research is to analyze chemical component, fiber dimension characteristic and pandan rasau suitability as raw material of pulp and paper. The methods used are TAPPI Standard and Hoque et al. 2015 for chemical component test, Schultze method for fiber dimension, FTIR for functional group, and Photometer for Color Change. The results obtained from this research were chemical content of pandan rasau extractive (4.6%), (31.67%) lignin, (31.67%) hemicellulose, and cellulose (27.06%). Anatomical characteristics of pandan rasau obtained by fiber length (1,56 mm), fiber diameter (11,10 μ m), lumen diameter (15,00 μ m), cell wall thickness (2,50 μ m). The derived value of pandan rasau is Runkel Ratio (0,74), Slenderness Ratio (140.54), Muhstaph Ratio (166,46%), Coefficient of Rigidity (0,20), and Flexibility of coefficient (0,61). Based on chemical components and fiber quality pandan rasau can be used as raw materials of pulp and paper.

Keywords: Pandan rasau; chemical properties; fiber; pulp and paper

ABSTRAK. Kalimantan memiliki hasil hutan bukan kayu yang belum dimanfaatkan secara optimal seperti anggota suku pandan-pandan (Pandanaceae), terutama dari marga *Pandanus* yaitu pandan rawa atau rasau (*Pandanus helicopus*). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis komponen kimia, karakteristik dimensi serat serta kesesuaian pandan rasau sebagai bahan baku pulp dan kertas. Metode yang digunakan adalah Standar TAPPI dan Haque et al. 2015 untuk uji komponen kimia, metode Schultze untuk dimensi serat, FTIR untuk gugus fungsi, dan Fotometer untuk *Colour Change*. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini kandungan kimia pandan rasau yaitu ekstraktif 4,6%, lignin 31,67%, hemiselulosa 31,67%, dan selulosa 27,06 %. Anatomi pandan rasau diperoleh panjang serat 1,56 mm, diameter serat 11,10 μ m, diameter lumen 15,00 μ m, tebal dinding sel 2,50 μ m. Nilai turunan serat pandan rasau yaitu Runkel Ratio 0,74, Daya Tenun (*Slenderness*) 140.54, Muhstaph Ratio 166,46%, Coefficient of Rigidity 0,20, Flexibility coefficient 0,61. Berdasarkan komponen kimia dan kualitas seratnya pandan rasau dapat dijadikan bahan baku pulp dan kertas.

Kata kunci: Pandan rasau; komponen kimia; serat; pulp dan kertas

Penulis untuk korespondensi: surel: herlinalivia9@gmail.com

PENDAHULUAN

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 2006-2011 meningkat dari 25,4 kg/kapita/tahun menjadi 30,1 kg/kapita/tahun (Erwinsyah et al. 2012; APKI 2013). Tahun 2012 -

konsumsi kertas semakin meningkat sekitar 32 kg/kapita/tahun (Huda 2013).

Pertumbuhan pohon yang lambat, degradasi hutan yang cepat dan banyaknya industri yang menggunakan kayu sebagai bahan baku utama, menyebabkan ketersediaan kayu sebagai bahan baku pulp menipis. Sehingga perlu dilakukan berbagai upaya untuk memenuhi kebutuhan bahan baku pulp dan kertas bahan berlignoselulosa selain kayu yang memiliki

potensi cukup besar tetapi belum dimanfaatkan dengan baik.

Kalimantan memiliki hasil hutan bukan kayu yang belum dimanfaatkan secara optimal seperti anggota suku pandan-pandan (Pandanaceae), terutama dari marga *Pandanus* yaitu pandan rawa atau rasau (*Pandanus helicopus*). Masyarakat umumnya hanya mengenal pandan wangi (*P. amaryllifolius*) yang berkhasiat sebagai rempah, pewarna makanan, dan bahan baku minyak wangi (Mariana & Astuti 2012). Daerah Banten dan Tasikmalaya, pandan samak (*P. odoratissimus* L.f.), pandan bidur (*P. dubius* Spreng), dan cangkuang (*P. furcatus* Roxb) dimanfaatkan sebagai bahan baku anyaman (Rahayu et al. 2008). Pandan rasau tumbuh di tempat berair seperti tepi sungai, danau, dan rawa. Pandan rasau berkembang biak melalui tunas dan tumbuh secara bergerombol. Memiliki sifat yang mudah tumbuh, sehingga pandan rasau dianggap sebagai tumbuhan pengganggu karena menutupi aliran air.

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 perlu dilakukan analisa komponen kimia dan dimensi serat pandan rasau untuk mengetahui kesesuaiannya sebagai bahan baku alternatif pulp dan kertas.

METODE PENELITIAN

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan pada penelitian ini antara lain pandan rasau yang diperoleh dari KHDTK Mandiangin, Asam sulfat (H_2SO_4), Asam asetat (CH_3COOH), Asam nitrat pekat (HNO_3), Benzena (C_6H_6), Aceton (CH_3COH_3), Natrium hidroksida ($NaOH$) 1% dan 17,5%, Etanol (C_2H_5OH), Aquades (H_2O), Xylol, Safranin. Beberapa peralatan yang digunakan antara lain Mikroskop, Spektroskopi FTIR (Shimadzu FTIR Prestige-21 dan FTIR-4200 type A), Fotometer, Oven, Timbangan, Desikator, Hot plate.

Metode Penelitian

Kayu bangkal dan pandan rasau dipotong menjadi serpihan dengan ukuran 3-5 cm. Untuk analisis kimia, kedua bahan dikeringkan dan digiling menggunakan *hammer mill* sampai menjadi serbuk. Serbuk disaring menggunakan saringan 40 mesh dan 60 mesh, serbuk yang digunakan adalah serbuk yang lolos saringan 40 mesh dan tertahan saringan 60 mesh. Sampel untuk pengukuran dimensi serat dimeserasi dengan menggunakan metode *Schultze*, yaitu sampel yang telah dipotong seukuran batang korek api dimasukkan ke dalam tabung reaksi dan ditambahkan asam nitrat pekat sampai sampel terendam. Tabung reaksi dipanaskan sampai mendidih dan berwarna putih kekuning-kuningan. Sampel didinginkan dan dicuci dengan aquades. Sampel diwarnai dengan safranin dan dimasukkan ke dalam larutan etanol dengan konsentrasi bertingkat dan xylol.

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 Aceton (CH_3COH_3), hemiselulosa, lignin, selulosa, dan holoselulosa berdasarkan penelitian Haque et al. 2015.

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 kedua sampel. Hasil turunan serat nantinya digunakan untuk menentukan sesuai atau tidaknya bangkal dan pandan rasau sebagai bahan baku pulp. Casey (1980); Kasmudjo (1983; 1994), menyatakan perhitungan turunan dimensi serat dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\text{Runkel Ratio} = \frac{2W}{l}, \text{ Daya tenun} = \frac{l}{d}$$

$$\text{Muhsteph Ratio, } \text{Muhsteph Ratio} = \frac{d^2 - l^2}{l^2} \times 100\%, \text{ Coefficient of Rigidity} = \frac{W}{d}, \text{ Flexibility coefficient} = \frac{l}{d}$$

Keterangan:

Panjang serat (L), Diameter serat (d), Diameter lumen (l), Tebal dinding serat (W).

Uji Spektroskopi Inframerah Transformasi Fourier (FTIR)

Serbuk bebas ekstraktif yang dihasilkan kemudian disaring dan dikeringkan dalam oven pada suhu 70°C. Sampel yang sudah kering dikirimkan ke Laboratorium Kimia Organik, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (MIPA), Universitas Gadjah Mada (UGM). Pengujian dan karakterisasi struktur kimia bangkal dan pandan rasau dilakukan oleh teknisi Laboratorium Kimia Organik UGM dengan 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 dikirim melalui email oleh teknisi, yang kemudian diinterpretasi lebih lanjut.

Uji Colour Change dengan Fotometer

Sampel berupa serbuk disinari dengan fotometer. Sumber sinar sebagian diserap dan sebagian dipantulkan (sinar reflektans). Intensitas radiasi ditangkap oleh detektor dan diubah menjadi tegangan listrik. Perbedaan tegangan listrik dideteksi dengan voltmeter dan didapat hasil berupa angka

yang menunjukkan nilai $L^*a^*b^*$ sampel. Nilai L^* spesifik untuk posisi sumbu vertikal gelap-terang, menyatakan kecerahan relatif dari sampel pada kisaran hitam total ($L^* = 0$) hingga putih total ($L^* = 100$). Nilai a^* spesifik pada posisi sumbu merah-hijau (positif $a^* =$ merah, negatif $a^* =$ hijau), dan nilai b^* spesifik untuk sumbu kuning-biru (positif $b^* =$ kuning, negatif $b^* =$ biru).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis komponen kimia, FTIR, serta perubahan warna kayu bangkal dan pandan rasau menggunakan serbuk yang lolos saringan 40 mesh dan tertahan di saringan 60 mesh. Kualitas serat diperoleh dari pemisahan serat kayu bangkal dan pandan rasau menggunakan metode *schultze*. Turunan serat dihitung dari 50 serat yang diukur dan diambil reratanya.

Komponen Kimia

Kadar air memiliki nilai yang berbeda untuk tempat tumbuh yang berbeda. Pandan rasau tumbuh di pinggiran sungai, pada umumnya memiliki kadar air yang lebih tinggi dibandingkan bahan berlignoselulosa lain yang tumbuh di daratan. Pandan rasau yang digunakan pada penelitian ini dalam kondisi basah. Berdasarkan hasil pengujian, kadar air pandan rasau sebesar 96,07%. Komponen kimia bahan berlignoselulosa dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Komponen kimia bahan berlignoselulosa

Parameter	Kandungan kimia (%)		
	Pandan Rasau ⁽¹⁾	Alang-Alang ⁽²⁾	Purun Tikus ⁽³⁾
Kadar Air	96,07	93,76	92,68
Eks. Air Dingin	11,26	-	-
Eks. Air Panas	11,74	-	-
Alkohol Benzene	4,60	8,09	9,53
NaOH 1%	11,10	-	31,45
Aceton	9,60	-	-
Lignin	31,67	31,29	26,4
Selulosa	27,06	40,22	32,62
Hemiselulosa	31,67	-	-
Holoselulosa	58,73	59,62	-

Kadar ekstraktif pandan rasau kelarutan air dingin, kelarutan air panas, alkohol benzene, dan aceton secara berurutan

sebesar 11,26%, 11,74%, 4,60%, dan 9,60%. Kelarutan ekstraktif alkohol benzene pandan rasau lebih rendah dari kandungan

ekstraktif purun tikus (9,53%). Kelarutan NaOH 1% pandan rasau 11,10% hal ini kemungkinan saat pengambilan sampel pandan rasau yang diambil terserang hama dan memiliki kadar karbohidrat yang rendah.

Kadar ekstraktif yang tinggi tidak diharapkan dalam proses pulp dan kertas karena menyebabkan sulitnya penguraian serat pada proses pemasakan (Sunardi & Istikowati 2012). Kadar ekstraktif yang tinggi juga akan menimbulkan bercak atau pitch pada kertas (Sutopo 2005). Kadar ekstraktif pandan rasau tergolong sedang, nilai yang ditunjukkan sesuai dengan pernyataan Prawirohatmodjo (1997), yaitu kadar ekstraktif pada tumbuhan berkisar 1-10%. Meskipun demikian pandan rasau masih memungkinkan untuk dijadikan pulp dan kertas, misalnya untuk kertas seni atau kertas bungkus yang tidak mementingkan kecerahan warna.

Kadar lignin pandan rasau (31,67%) hampir sama dengan kadar lignin alang-alang (31,29%) akan tetapi 5,27% lebih tinggi dari kadar lignin purun tikus (Tabel 1). Kadar lignin yang tinggi sangat tidak diharapkan dalam proses pembuatan pulp dan kertas. Lignin adalah komponen yang harus dihilangkan agar sel-sel kayu mudah terurai (Junaidi & Yunus 2009). Kadar lignin pandan rasau masuk kategori kelas sedang jika dibandingkan dengan kandungan lignin pada kayu jarum yang berkisar 25-35% (Prawirohatmodjo 1997).

Selulosa pandan rasau (27,06%), lebih rendah dari selulosa purun tikus yang mencapai 32,62%. Kadar selulosa yang tinggi menunjukkan rendemen pulp yang tinggi. Kadar selulosa dalam kayu menyatakan jumlah senyawa karbohidrat atau polisakarida terdiri dari selulosa,

hemiselulosa, dan pektin (Prawirohatmodjo, 1997). Pandan rasau merupakan bahan berlignoselulosa tetapi bukan dari jenis kayu sehingga wajar jika kandungan selulosanya lebih rendah dari kayu.

Kandungan hemiselulosa dan holoselulosa pandan rasau secara berurutan sebesar 31,67% dan 58,73%. Kadar holoselulosa pandan lebih tinggi 0,89% dari alang-alang. Kadar hemiselulosa dan holoselulosa yang tinggi sangat diharapkan dalam proses pembuatan pulp dan kertas. Holoselulosa yang tinggi akan memberikan kekuatan yang baik pada kertas dan hemiselulosa untuk mengikat sehingga kertas yang dihasilkan lebih kuat dan tidak mudah robek (Sutiya *et al.* 2012).

Anatomi Kayu

1. Dimensi Serat

Dimensi serat bangkal dan pandan rasau yang diukur meliputi panjang serat, diameter serat, diameter lumen, dan tebal dinding sel. Hasil rerata digunakan untuk mendapatkan nilai turunan seratnya. Semakin bagus dimensi seratnya maka semakin bagus juga nilai turunan serat yang akan diperoleh. Nilai turunan serat yang diukur meliputi *Runkel rasio*, daya tenun (*Slendernes ratio*), *Muhsteph ratio*, *Coefficient of rigidity* (Kekakuan), dan *Flexibility coefficient*.

Pandan rasau merupakan serat alam berlignoselulosa yang umumnya memiliki serat yang panjang. Serat pandan rasau lebih panjang dari kayu bangkal. Hasil perbandingan dimensi serat pandan rasau dan serat alam berlignoselulosa lainnya dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Dimensi serat alam berlignoselulosa

Jenis	Dimensi serat			
	Panjang Serat (mm)	Diameter Serat (μm)	Diameter lumen (μm)	Tebal Dinding Sel (μm)
Pandan Rasau ¹⁾	1,56	11,10	6,80	2,50
Alang-Alang ²⁾	2,19	20,00	8,75	5,63
Purun Tikus ³⁾	1,68	5,89	2,68	1,61

Rerata panjang serat pandan rasau lebih panjang 0,12 mm dari panjang serat purun tikus. Serat alang-alang (2,19 mm) lebih panjang dari pandan rasau. Serat yang panjang akan membuat ikatan antar serat

kuat dan tidak mudah lepas. Selain itu kekuatan lipat dari kertas juga tinggi dan tidak mudah sobek (Sunardi & Istikowati 2012). Akan tetapi serat panjang akan menghasilkan kertas yang kasar sehingga

diperlukan pemotongan serat agar kertas yang dihasilkan lebih halus.

Diameter serat pandan rasau 11,10 μm lebih kecil 0,90 μm dari diameter alang-alang. Serat yang langsing bagus untuk pulp karena menghasikan kertas yang tipis dan lebih kuat. Serat yang langsing mudah terjalin dan membentuk lembaran kertas dengan sifat baik dan tidak mudah sobek.

Diameter lumen pandan rasau lebih tinggi dari purun tikus. Lumen alang-alang masih lebih lebar dari pandan rasau yaitu 8,75 μm . Pandan rasau juga memiliki dinding sel yang lebih tipis dari alang-alang dan. Dinding sel yang tipis mudah dipipihkan sehingga memberikan permukaan yang luas untuk terjadinya ikatan antar serat. Serat

dengan dinding sel yang tipis memiliki nilai sobek yang rendah, namun kekuatan lipat, jebol, dan tariknya tinggi (Casey 1980).

2. Turunan Serat

Turunan serat diperoleh dari membandingkan hasil pengukuran dimensi serat. Turun serat digunakan untuk memprediksi kualitas pulp yang akan dihasilkan. Serat pandan rasau lebih panjang dari serat kayu bangkal. Rerata panjang serat pandan rasau yaitu 1,56 mm, sehingga dapat dikategorikan kelas 3. Serat pandan lebih pendek dari alang-alang dan purun tikus (Tabel 2). Nilai turunan sehat pandan dan serat alam berlignoselulosa dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Nilai turunan serat alam berlignoselulosa

Nilai Turunan Serat	Jenis		
	Pandan Rasau ¹⁾	Alang-Alang ²⁾	Purun Tikus ³⁾
<i>Runkel Ratio</i>	0,74	1,29	1,20
Daya Tenun (<i>Slendernes</i>)	140,54	109,37	285,45
<i>Muhsteph Ratio</i>	166,46	42,24	38,40
<i>Coefficient of Rigidity</i>	0,20	0,28	0,27
<i>Flexibility coefficient</i>	0,61	0,44	0,45

Runkel ratio pandan rasau 0,74 sehingga dapat dikategorikan kelas 3. Nilai *Runkel ratio* yang kecil penting dalam proses pembuatan pulp dan kertas. Kertas yang dihasilkan dari *Runkel ratio* yang rendah memiliki ikatan serat yang kuat dan lembaran yang gepeng dan pipih (Fatriani 2009). *Runkel ratio* yang tinggi akan mengurangi kelenturan sehingga kertas yang dihasilkan bersifat kaku.

Daya Tenun (*Slendernes ratio*) pandan rasau sebesar 140,54, sehingga dapat dikategorikan kelas 1. Daya tenun pandan masih di bawah kualitas serat purun tikus dan lebih baik dari daya tenun serat alang-alang. Serat pandan termasuk serat yang panjang sehingga daya tenun dan ikatan antar seratnya tinggi. Nilai daya tenun yang tinggi berkaitan dengan kelicinan kertas yang dihasilkan (Fatriani 2009). Daya tenun yang tinggi akan memberikan pengaruh yang baik pada kekuatan lipat, tarik, dan jebol untuk kertas ataupun filler pada biokomposit (Sunardi & Istikowati 2012).

Muhsteph ratio pandan rasau sangat tinggi yaitu 166,46% dan masuk kategori kelas 4 karena nilainya lebih dari 80%. Kertas yang dihasilkan dari *Muhsteph ratio*

yang tinggi memiliki permukaan yang kasar, tidak plastis, dan kekuatan remas yang rendah. Berdasarkan nilai *Muhsteph ratio* pandan rasau tidak cocok untuk kertas tulis, namun masih memungkinkan untuk kertas bungkus ataupun kertas seni.

Coefficient of rigidity bangkal sebesar 0,20 dengan kategori kelas 3. Besarnya nilai *Coefficient of rigidity* berhubungan dengan kekakuan kertas yang dihasilkan. Semakin tinggi nilai *Coefficient of rigidity*, maka kekakuan kertas juga tinggi. Kertas yang dihasilkan juga akan memiliki kekuatan tarik yang rendah.

Flexibility coefficient bangkal cukup tinggi yaitu 0,61 dan termasuk kategori kelas 2. *Flexibility coefficient* yang tinggi menghasilkan kertas yang lebih fleksibel dan tidak kaku. Nilai *Flexibility coefficient* yang tinggi sangat diharapkan dalam pembuatan pulp dan kertas. Berdasarkan nilai *Flexibility coefficient* sifat kertas yang dihasilkan dari pandan rasau cukup fleksibel. Berdasarkan nilai *Flexibility coefficient* sifat kertas yang dihasilkan dari pandan rasau cukup fleksibel. Hasil rekapan pengkelasan pandan rasau dapat dilihat pada Tabel 4.

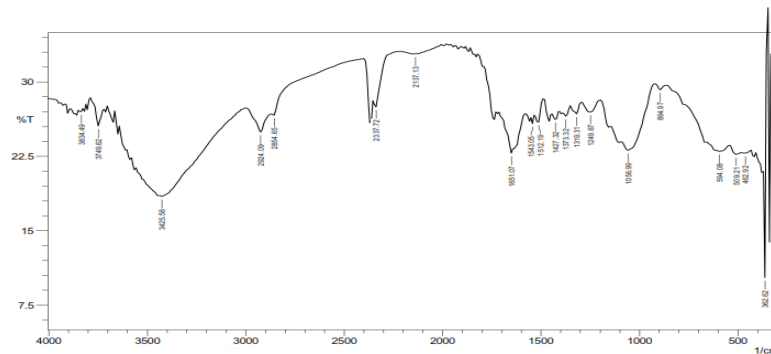
Tabel 4. Pengkelasan didasarkan pada persyaratan dan nilai serat kayu sebagai bahan baku pulp dan kertas (VKI 1976).

Parameter	Bahan Baku		
	Pandan Rasau		
	Hasil	Kelas	Nilai
Panjang Serat (mm)	1,56	III	50
<i>Runkel Ratio</i>	0,74	III	50
Daya Tenun (<i>Slendernes</i>)	140.54	I	100
<i>Muhsteph Ratio</i>	166,46	IV	25
<i>Coefficient of Rigidity</i>	0,20	III	75
<i>Flexibility coefficient</i>	0,61	III	50
			350

Spektroskopi Inframerah Transformasi Fourier (FTIR)

FTIR merupakan suatu teknik pengukuran spektrum berdasarkan respon bahan terhadap radiasi elektromagnetik.

FTIR digunakan untuk analisis kualitatif dan kuantitatif senyawa organik, untuk mengetahui gugus senyawa organik maupun senyawa anorganik serta digunakan untuk penentuan struktur molekul suatu senyawa. Hasil spektrum gelombang FTIR pandan rasau dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Spektrum gelombang pandan rasau

Gugus fungsi dalam senyawa organik dapat menyerap radiasi elektromagnetik pada panjang gelombang 2,5-25 μm atau bilangan gelombang 400-4000 cm^{-1} (Pavia et

al. 2000). Data bilangan gelombang serta hasil interpretasi spektrum gelombang IR pandan rasau dapat dilihat pada Tabel 5 dan Tabel 6.

Tabel 5. Data Bilangan Gelombang Spektrum IR

No.	Bilangan Gelombang (cm^{-1})	Gugus Fungsi
1.	3300	O-H
2.	3400	N-H
3.	< 3000	C-H sp^3
4.	> 3000	C-H sp^2
5.	3300	C-H sp
6.	2850 dan 2750	C-H aldehyd
7.	2250	C=N
8.	2100	C=C
9.	1300 – 1000	C-O
10.	800 – 600	C-Cl
11.	~ 1460	CH_2 bending
12.	~ 1380	CH_3 bending

Sumber : Gunawan & Azhari 2010

Tabel 6. Hasil interpretasi spektrum gelombang IR bangkal dan pandan rasau

Spektrum Pandan Rasau	Spektrum Kayu ¹⁾	Keterangan
3425,58	3400,00	Menunjukkan gugus fungsi O-H dari gugus hidroksil (selulosa)
2924,09	2931,80	Menunjukkan C-H dari gugus metal
-	1740,00	C=O ulur gugus asetil, asam karboksilat (hemiselulosa)
1651,07	1650,00-1595,00	C=C ulur gugus cincin aromatic (lignin)
1512,19	1510,00	C=C ulur gugus cincin aromatic (lignin)
1427,32	1425,00	Defromasi C-H (lignin, hemiselulosa)
1373,32	1373,00	Vibrasi C-H (selulosa)
1249,87	1264,00	Cincin G dan C=O ulur (G-lignin)
-	1220,00	Cincin siringil dan C-O ulur (lignin, xilan)
1056,99	1064,71	Menunjukkan adanya vibrasi C-O dari ikatan β -1,4-glikosida (selulosa)
894,97	898,00	Deformasi C-H (selulosa, hemiselulosa, pectin)

Sumber:¹⁾, Durmaz *et al.* 2016

Gugus fungsi O-H merupakan gugus hidroksil selulosa yang diperoleh dari spektrum pandan rasau memiliki bilangan gelombang yaitu 3425,58 cm⁻¹. Bilangan ini lebih tinggi dari spektrum kayu pada Tabel 10 yaitu 3400 cm⁻¹ (Durmaz *et al.* 2016). Gugus fungsi metal C-H pandan rasau juga memiliki bilangan gelombang 2924,09 cm⁻¹. Bilangan gelombang 1735,93 cm⁻¹ untuk gugus fungsi C=O ulur gugus asetil, asam karboksilat (hemiselulosa) dengan bilangan gelombang 1735,93 cm⁻¹ tidak terdeteksi pada pandan rasau, hal ini dapat dilihat pada spektrum Gambar

Gugus cincin aromatik (lignin) yaitu C=C ulur kayu berkisar 1650-1595 cm⁻¹, pada pandan rasau gugus ini terdapat pada spektrum dengan bilangan gelombang 1651,93 cm⁻¹ dan 1651,07 cm⁻¹. Gugus cincin aromatik (lignin) juga ditemukan pada bilangan gelombang 1512,19 cm⁻¹ untuk spektrum sampel. Penelitian Rosu *et al.* 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 pandan rasau ditemukan pada bilangan gelombang 1427,32 cm⁻¹. Bilangan ini lebih besar dari bilangan gelombang kayu (Tabel 6). Penelitian Calienno *et al.* (2014) menyatakan bilangan gelombang 1426 cm⁻¹ juga menunjukkan deformasi lignin.

Spektrum untuk vibrasi C-H dari selulosa terdapat pada bilangan gelombang 1373,32 cm⁻¹ untuk pandan rasau. Bilangan gelombang pandan rasau sama dengan bilangan gelombang kayu (Tabel 6). Bilangan ini mendekati bilangan gelombang 1375 cm⁻¹ dengan gugus C-H menunjukkan deformasi polisakarida yang selulosa termasuk kedalamnya (Calienno *et al.* 2014). Spektrum pandan rasau dengan bilangan gelombang 1249,87 cm⁻¹ memiliki cincin G dan C=O ulur untuk G-lignin. Bilangan gelombang 1056,99 cm⁻¹ pada pandan rasau menunjukkan adanya vibrasi C-O dari ikatan β -1,4-glikosida. Deformasi C-H (selulosa, hemiselulosa, dan pektin) pada spektrum pandan rasau ditunjukkan oleh bilangan gelombang 894,97 cm⁻¹.

FTIR menyajikan data secara kualitatif, berupa spektrum yang menunjukkan puncak atau bilangan gelombang. Bilangan gelombang yang diinterpretasi menjadi gugus dan ikatan kimia akan menunjukkan kandungan kimia suatu bahan. Bangkal dan pandan rasau berdasarkan spektrumnya menunjukkan adanya kandungan lignin, hemiselulosa, dan selulosa. Nilai gelombang ekstraktif tidak muncul pada uji FTIR, hal ini dikarenakan sampel yang digunakan sampel bebas ekstraktif. Hasil FTIR ini sejalan dengan uji komponen kimia yang telah dilakukan sebelumnya bahwa kandungan komponen kimia pandan rasau meliputi lignin 31,7%, hemiselulosa 31,7%, dan selulosa 27,1%.

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, alkohon-benzene, NaOH 1%, dan kelarutan acetone. Hasil uji perubahan warna pandan rasau dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil uji *colour change* pandan rasau

Kelarutan Ekstraksi	Pandan Rasau		
	L*	a*	b*
Kontrol (HVS)	85,24	3,16	0,71
Sampel awal	57,75	1,84	17,83
Air Dingin	51,30	4,15	14,02
Air Panas	54,30	4,24	13,19
NaOH 1%	55,86	4,29	13,21
Alben	56,01	5,25	12,86
Aceton	53,92	5,00	13,19

Kecerahan (L*), merah hijau (a*), dan kuning biru (b*) kertas HVS digunakan sebagai kontrol untuk menghitung nilai perubahan (Δ) pada sampel bangkal dan pandan rasau. Nilai L* pandan cenderung menurun setelah ekstraksi (Tabel 7). Sampel pandan rasau setelah ekstraksi dominan ke arah merah, karena nilai a* lebih besar dari sebelum ekstraksi. Sampel awal pandan cenderung berwarna hijau

karena nilai a* mendekati minus. Nilai b* pandan rasau setelah ekstraksi menurun. Nilai b* pada sampel sesudah ekstraksi menunjukkan kecenderungan warna biru.

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 pandan rasau sebelum dan sesudah ekstraksi dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Hasil peningkatan *colour change* pada pandan rasau

Kelarutan Ekstraksi	Pandan rasau					
	ΔL^*	Peningkatan (%)	Δa^*	Peningkatan (%)	Δb^*	Peningkatan (%)
Sampel Awal	27,49		1,32		-7,12	
Air Dingin	6,45	76,52	-2,31	274,58	3,81	122,24
Air Panas	3,45	87,46	-2,40	281,85	4,64	127,07
NaOH 1%	1,89	93,13	-2,45	285,48	4,62	126,98
Alben	1,74	93,68	-3,41	358,25	4,97	129,00
Aceton	3,83	86,07	-3,16	339,33	4,64	127,08

Peningkatan ΔL^* pandan rasau tertinggi pada kelarutan alben sebesar 93,68% dan 93,13% untuk kelarutan NaOH 1%. Peningkatan ΔL^* pandan terendah pada kelarutan air dingin 76,52%. Peningkatan ΔL^* pandan rasau cenderung tinggi karena lebih dari 60%. Nilai Δa^* pandan cenderung ke arah hijau karena semuanya bernilai negatif. Peningkatan warna kehijauan (Δa^*) tertinggi 358,25% pada kelarutan alben dan kelarutan acetone 339,33%. Kelarutan air dingin memiliki nilai peningkatan Δa^*

terendah dengan nilai 274,58%. Berdasarkan nilai Δb^* , maka nilai peningkatan pandan rasau untuk setiap kelarutan tinggi dan lebih dari 100%. Kisaran peningkatan Δb^* untuk pandan rasau berkisar 122,24-127,08%. Peningkatan tertinggi ditemui pada alben dan disusul oleh acetone, kelarutan air panas, dan NaOH 1% (Tabel 8). Nilai ΔE kayu bangkal dan pandan rasau dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Hasil ΔE kayu bangkal dan pandan rasau

Bahan	ΔE^*					
	Sampel Awal	Air Dingin	Air Panas	NaOH 1%	Alben	Aceton
Pandan Rasau	32,41	7,8	6,3	5,6	6,3	6,8

Total perbedaan (ΔE) sampel awal sebelum ekstraksi dengan sampel setelah ekstraksi cukup tinggi. Nilai ΔE ini didasarkan pada kontrol yaitu kertas HVS.

Nilai ΔE pandan rasau tinggi dikarenakan warna sampel awal sebuk pandan rasau hijau keabu-abuan. Nilai perubahan ΔE kelarutan air dingin pandan rasau tinggi. Kelarutan air panas pandan rasau memiliki nilai ΔE 6. ΔE Kelarutan NaOH 1% dan alben pandan yaitu sebesar 5,6 dan 6,3. Nilai ΔE Kelarutan aceton pandan tonggi yaitu 6,8. Tingginya ΔE menunjukkan besar tidaknya reaksi kimia yang terjadi sebelum dan sesudah ekstraksi. Esteves *et al.* 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 sangat penting untuk pulp dan kertas, karena semakin cerah warna kayu semakin bagus kualitas pulp dan kertas yang dihasilkan. Kertas yang diperuntukkan untuk kertas tulis harus cerah, permukaan licin dan tidak kasar. Pandan rasau dilihat dari warnanya lebih cocok untuk kertas seni dan kertas bungkus yang tidak mengutamakan kecerahan warna.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut: kandungan kimia pandan rasau yaitu ekstraktif (4,6%), lignin (31,67%), hemiselulosa (31,67%), dan selulosa (27,06%). Kualitas turunan pandan rasau

termasuk kategori kelas 2, sehingga memungkinkan untuk alternatif bahan baku pulp dan kertas. Spektrum IR pandan rasau pada serbuk bebas ekstraktif menunjukkan gugus fungsi lignin, hemiselulosa, dan selulosa yang sejalan dengan hasil pengujian laboratorium. Berdasarkan komponen kimia dan kualitas seratnya pandan rasau dapat dijadikan bahan baku pulp dan kertas. Pandan rasau dapat dijadikan kertas seni dan bungkus yang tidak mengutamakan kecerahan.

Saran

Pandan rasau bisa digunakan untuk bahan baku pulp dan kertas, sehingga perlu penelitian lanjutan tentang kualitas pulpanya. Penelitian lanjutan yang juga diperlukan yaitu, pembuatan pulp dengan metode yang berbeda (mekanis, kimia dan *biopulping*), variasi waktu pemasakan. Uji FTIR merupakan uji kualitatif yang dapat digunakan secara cepat untuk mengetahui struktur kimia. *Colour change* dapat digunakan untuk mengetahui warna suatu bahan. FTIR dan *Colour change* dapat diaplikasikan pada berbagai sampel tidak hanya pada kayu tetapi juga pada material lain seperti seperti madu, tanah liat dan lain-lain.

DAFTAR PUSTAKA

- APKI [Asosiasi Pulp dan Kertas Indonesia]. 2013. Industri Pulp dan Kertas Potensial [Internet]. *Koran Sindo*. [diakses pada 13 April 2018]. Tersedia pada: <http://koran-sindo.com>.
- Calienno L, R Picchio, AL Monaco & C Pelosi. 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, O Ozgenc, IH Boyaci, UC Yildiz & E Erisir. 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.
- Erwinsyah, S Sugesty & T Hidayat. 2012. Pembuatan pulp mekanis tandan kosong kelapa sawit untuk kertas liner dan medium. *Jurnal Selulosa*, 2(1):8-13.
- Esteves B, AV Marques, I Domingos & H Pereira. 2008. Heat-induced colour changes of pine (*Pinus pinaster*) and eucalypt (*Eucalyptus globulus*) wood. *Wood science Technology*, 42:369–384.
- Fatriani. 2009. *Struktur Anatomi Serat Pelepah dan Tandan Kosong Nipah (Nypa fruticans Wurb) Sebagai Alternatif Bahan Baku Pulp dan Kertas dari Desa Penyolongan, Kabupaten Tanah Bumbu*. [Laporan Hasil Penelitian]. Kalimantan Selatan. Fakultas Kehutanan, Jurusan Teknologi Hasil Hutan, Universitas Lambung Mangkurat, Banjarbaru.
- Gunawan B & CD Azhari. 2010. Karakterisasi spektrofotometri IR dan scanning electron microscopy (S E M) sensor gas dari bahan Polimer Poly Ethelyn Glycol (P E G). *Jurnal sains dan Teknologi*, 3(2):1-17
- Haque MDA, DN Barman, MK Kim, HD Yun & KM Cho. 2015. Cogon grass (*Impreta cylindrica*), a potential biomass candidate for bioethanol: cell wall structural changes enhancing hydrolysis in a mild alkali pretreatment regimen. *Society of Chemical Industry*, 96:1790-1797.
- Huda AN. 2013. Industri Pulp dan Kertas Potensial [Internet]. *Koran Sindo*. [diakses pada 24 Agustus 2017]. Tersedia pada: <http://koran-sindo.com>.
- Junaidi AB & R Yunus. 2009. Kajian potensi tumbuhan gelam (*Melaleuca cajuput* Powel) untuk bahan baku industri pulp: aspek kandungan kimia kayu. *Jurnal Hutan Tropis Indonesia*, 28: 284-291.
- 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*. Fakultas Kehutanan, Universitas Gajah Mada.
- Mariana R & EP Astuti. 2012. Potensi daun pandan (*Pandanus amaryllifolius*) dan Mangkokan (*Notophanax scutellarium*). *Aspirator*, 4 (2): 85-91.
- Pavia Lampman & Kriz. 2000. *Introduction to Spectroscopy*. New York: John Wiley and Sons.
- Prawirohatmodjo S. 1977. *Kimia Kayu*. Yogyakarta: Yayasan Pembina Fakultas Kehutanan Universitas Gajah Mada.
- Rahayu M, S Sunarti & AP Keim. 2008. Kajian etnobotani pandan samak (*Pandanus odoratissimus* L.f.): Pemanfaatan dan peranannya dalam usaha menunjang penghasilan keluarga di Ujung Kulon, Banten. *Biodiversitas*, 9(4):310-314.
- Rosu D, Teaca CA, R Bodirlau & L Rosu. 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 HT. 2011. colour changes in wood surfaces modified by a nanoparticulate based treatment. *Wood Research*, 56 (4): 525-532.
- Sunardi & WT Istikowati. 2012. Analisis Kandungan Kimia dan Sifat Tanaman Purun Tikus (*Eleocharis dulcis*). *Bioscientae*, 9(2):15-25.
- Sutiya B, WT Istikowati, A Rahmadi & Sunardi. 2012. Kandungan kimia dan sifat serat alang-alang (*Impreta cylindrica*) sebagai gambaran bahan baku pulp dan kertas. *Bioscientae*, 9(1):8-19.
- Sutopo, RS. 2005. *Karakteristik Industri Pulp*. Makalah Pelatihan Industri Pulp. Bandung: Balai Besar Pulp dan Kertas.
- VKI [Vademekum Kehutanan Indonesia]. 1976. Jakarta: Departemen Pertanian Direktorat Jenderal Kehutanan.