

PEMANFAATAN KULIT GALAM SEBAGAI BAHAN BAKU TAMBAHAN PADA PEMBUATAN RAK TELUR PADA PT. PRIMA REZEKI

Utilization of Galam Bark as an Additional Raw Material in the Manufacture of Egg Shelves in PT. Prima Rezeki

Saiful Ruchiyat Cosahan^{1*}, Wiwin Tyas Istikowati^{1,2,3}, dan Daniel Itta^{1,2}

¹Program Studi Kehutanan Program Magister, Universitas Lambung Mangkurat

²Program Studi Kehutanan, Fakultas Kehutanan, Universitas Lambung Mangkurat

³Pusat Studi Material Berbasis Lahan Basah, Universitas Lambung Mangkurat

ABSTRACT *Gelam wood has the characteristics of a multilayered and peeling bark. Gelam bark that has these characteristics does not have a function and selling value, because the surrounding community only uses logs. Thus, the potential to be able to utilize the bark of gelam into a product that has a function and selling value. Utilization of gelam bark will be done with an experimental approach where the gelam bark will be used as an egg rack product for initial study of chemical component analysis. The purpose of this study is to design experiments on the use of gelam skin as a mixture of egg rack making and saving the cost of making egg shelves with gelam bark mixture. The method used is gelam bark is divided into two parts, the inside and the outside are then analyzed chemical content and tested with Fourier Transform InfraRed (FTIR). The results obtained are sequentially the highest chemical components of the gelam skin, namely, extractive alcohol benzene 24.67% (exterior), lignin 48.18% (outer), and cellulose 36.21% (the inside Based on chemical analysis then the inner gelam skin can be used as pulp and paper that does not prioritize brightness such as wrapping paper or as a mixture of egg rack making. The peak spectrum of FTIR wave numbers shows gelam bark containing lignin and cellulose.*

Keywords: *Galam bark; Chemical components; Cellulose; Liginin; Extractive benzene alcohol; FTIR.*

ABSTRAK. Kayu gelam memiliki karakteristik kulit kayu yang berlapis-lapis dan dapat mudah terkelupas. Kulit kayu gelam menghasilkan lembaran dengan lebar yang berbeda-beda tergantung dari diameter kayu. Kulit kayu gelam yang memiliki karakteristik tersebut tidak memiliki fungsi dan nilai jual, dikarenakan masyarakat sekitar hanya memanfaatkan batang kayu gelam saja. Kulit kayu gelam memiliki potensi untuk dapat dimanfaatkan menjadi sebuah produk yang memiliki fungsi dan nilai jual. Pemanfaatan kulit kayu gelam akan dilakukan dengan pendekatan eksperimen dimana kulit kayu gelam akan dijadikan sebagai produk rak telur dengan kajian pendahuluan analisis komponen kimia. Tujuan penelitian ini yaitu membuat rancangan eksperimen pemanfaatan kulit gelam sebagai campuran pembuatan rak telur dan penghematan biaya pembuatan rak telur dengan campuran kulit gelam. Metode yang digunakan yaitu kulit kayu gelam dibedakan menjadi dua bagian, bagian dalam dan bagian luar selanjutnya dianalisis kandungan kimia dan dilakukan pengujian dengan *Fourier Transform Infra Red* (FTIR). Hasil yang diperoleh yaitu secara berurutan komponen kimia tertinggi dari bagian kulit gelam yaitu, ekstraktif alkohol benzen 24,67% (bagian luar), lignin 48,18% (bagian luar), dan selulosa 36,21% (bagian dalam). Berdasarkan analisis kimia maka kulit gelam bagian dalam dapat dimanfaatkan menjadi bahan pulp dan kertas yang tidak mengutamakan kecerahan seperti kertas bungkus ataupun sebagai bahan campuran pembuatan rak telur. Spektrum puncak bilangan gelombang FTIR menunjukkan kulit gelam mengandung lignin dan selulosa.

Kata kunci: Kulit kayu gelam; Komponen kimia; Selulosa; Liginin; Ekstraktif alkohol benzene, FTIR.

Penulis untuk korespondensi, surel: saiful.ruchiyat@gmail.com

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara yang terkenal sebagai negara kaya akan sumber daya alamnya. Salah satu sumber alam yang terpenting adalah sumber daya tanaman karena tanaman dapat dimanfaatkan dari akar, batang, maupun daunnya. Kayu galam (*Melaleuca leucadendra*) sebagai salah satu sumber alam yang banyak terdapat di Indonesia. Kayu galam mengandung resin khas yang dihasilkan oleh sejumlah spesies pohon dari marga Aquilaria. Kayu galam terkenal dengan keuletannya, seperti halnya dapat digunakan sebagai lantai, bantalan tiang listrik atau telpon, kayu bangunan bahkan dalam dunia perkapalan. Disisi lain kulit galam belum dimanfaatkan secara optimal sehingga kiranya perlu dilakukan terobosan baru.

Pemanfaatan kayu galam selama ini hanya terbatas pada jenis-jenis tertentu yang telah memiliki nilai komersial dan telah dikenal dalam dunia perdagangan. Namun dalam perkembangannya jenis-jenis tersebut semakin menurun baik dilihat dari segi kualitas maupun kuantitasnya, sedangkan tingkat permintaan cenderung meningkat. Dengan demikian, adanya potensi untuk dapat memanfaatkan kulit kayu galam menjadi sebuah produk yang memiliki fungsi dan nilai jual. Pemanfaatan kulit kayu galam akan dilakukan dengan pendekatan eksperimen dimana kulit kayu galam akan dijadikan sebagai produk rak

telur dengan kajian awal analisis komponen kimia.

METODE PENELITIAN

Bahan dan Alat

Bahan dari penelitian ini adalah kulit kayu galam, NaOH 0,5; 1; 1,5; 2; dan 2,5%, etanol 99%, Na₂S₂O₃ 2%,. Beberapa peralatan yang digunakan antara lain: auto klaf, saringan, beaker gelas, erlenmeyer, oven, timbangan, labu ukur.

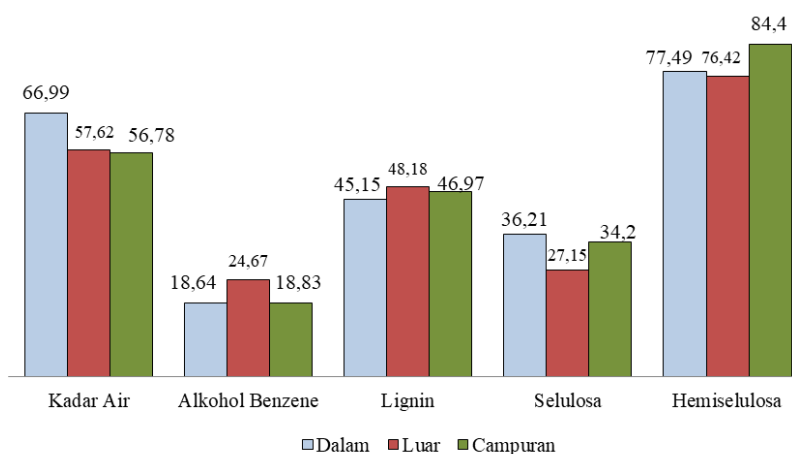
Metode Penelitian

Analisis kimia menggunakan serbuk yang lolos saringan 40 mesh dan tertahan pada saringan 60 mesh. Jenis analisis yang dilakukan diantaranya, pengukuran kadar air (KA), ekstraktif alkohol benzene, lignin, selulosa, dan uji FTIR.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Komponen Kimia

Sampel uji yang digunakan yaitu kulit kayu galam bagian dalam, luar, dan campuran (seluruh bagian kulit). Komponen kimia yang diuji meliputi alkohol benzene, lignin, dan selulosa. Hasil uji komponen kimia kulit kayu galam bagian dalam, luar, dan campuran dapat dilihat pada Gambar 1



Gambar 1. Hasil Uji Komponen Kimia Kulit Kayu Galam Bagian Dalam, Luar, dan Campuran

Kadar air kulit galam secara berurutan 66,99% (dalam), 57,62% (luar), dan 56,78%

(campuran). Nilai KA kulit galam bila dibandingkan dengan bahan berligniselulosa

lainnya (Tabel 1) jauh lebih kecil. Kadar air berbeda antar tempat hidup (habitat) tumbuhan. Tumbuhan yang hidup di pinggir sungai, pada umumnya memiliki kadar air yang lebih tinggi dibandingkan yang tumbuh di dataran baik rendah maupun tinggi. Kadar air juga dipengaruhi kering atau tidaknya serbuk sampel sebelum dioven. Air diperlukan tumbuhan untuk

aktifitas pengangkutan unsur hara dan mineral. Kadar air bukan hal mendasar pada industri pulp dan kertas, kadar air hanya digunakan untuk memprediksi penggunaan bahan kimia pemasak pada proses pemasakan pulp. Komponen kimia kulit galam bahan berlignoselulosa dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Komponen Kimia Kulit Galam Bahan berlignoselulosa

Parameter	Kandungan kimia (%)					
	Kulit Galam ⁽¹⁾			Pandan Rasau ⁽²⁾	Alang-Alang ⁽³⁾	Purun Tilus ⁽⁴⁾
	Dalam	Luar	Campuran			
Kadar Air	66,99	57,62	56,78	96,07	93,76	92,68
Eks. Alkohol Benzene	18,64	24,67	18,83	4,60	8,09	9,53
Lignin	45,15	48,18	46,97	31,67	31,29	26,4
Selulosa	36,21	27,15	34,20	27,06	40,22	32,62

Sumber: 1), Pengolahan data primer; 2), Herlina *et al.* (2018); 3), Sutiya *et al.* (2012); 4), Sunardi & Istikowati (2012).

Kadar Ekstraktif Alkohol benzen kulit galam tertinggi pada bagian luar yaitu 24,67% sedangkan bagian dalam dan kulit campuran hampir sama yaitu 18,64% dan 18,83%. Kandungan ekstraktif ini jauh lebih tinggi dari pandang rasau (4,60%), alang-alang (8,09%), dan purun tikus (9,53%). Kadar ekstraktif kulit galam tergolong tinggi, berdasarkan Prawirohatmodjo (1997), kadar ekstraktif pada tumbuhan berkisar 1-10%.

Kadar ekstraktif yang tinggi tidak diharapkan dalam industri pulp dan kertas karena dapat menimbulkan pitch, bercak-bercak pada kertas, dan dapat menumpulkan peralatan yang dipakai pada tiap tahapannya (Sutopo 2005). Tingginya kadar ekstraktif pada proses pulp dan kertas akan menyulitkan penguraian serat pada proses pemasakan (Sunardi & Istikowati 2012). Sugesty *et al.* (2015) bahan kimia pemasak akan sulit masuk proses pemasakan pulp.

Kulit galam masih memungkinkan untuk dijadikan bahan campuran pulp dan kertas. Putra *et al.* (2018) ekstraktif dapat dikurangi dengan perlakuan awal seperti perendaman dengan air panas. Kertas yang dihasilkan memang tidak cerah seperti kertas HVS pada umumnya, meskipun demikian masih dapat digunakan untuk keperluan lainnya. Penelitian Herlina *et al.* (2018) yang menyebutkan kertas dari bahan yang ekatraktifnya tinggi masih dapat digunakan

untuk kertas seni atau kertas bungkus yang tidak mengharuskan warna kertas cerah. Sehingga, pulp dari kulit kayu galem masih memungkinkan untuk digunakan sebagai bahan campuran untuk pembuatan rak telur.

Lignin kulit galam sangat tinggi jika digunakan sebagai bahan pulp kertas. Secara berurutan lignin kulit galam dalam 45,15%, kulit luar 48,18%, dan campuran 46,97%. Lignin kulit galam jauh lebih tinggi dari bahan berligninselulosa seperti pandan rasau 31,67%, alang-alang 31,29%, dan purun tikus yang hanya memiliki kadar lignin 26,4% (Herlina *et al.* 2018; Sutiya *et al.* 2012; Sunardi & Istikowati 2012). Kadar lignin kulit galam dikatakan tinggi karena kadar lignin kayu daun lebar hanya 18-33% dan daun jarun berkisar 25-35% (Dumanaw 2001; Prawirohatmodjo 1997).

Bahan baku dengan kadar lignin tinggi dapat mengganggu proses pembuatan pulp dan kertas. Komponen ini harus dihilangkan agar sel-sel kayu mudah terurai (Junaidi & Yunus 2009). Lignin yang tinggi meningkatkan penggunaan bahan kimia pemasak dan dapat menyebabkan sifat kaku pada produk pulp (Sunardi & Istikowati 2012). Kandungan lignin juga mempengaruhi kualitas pulp dan kertas seperti menimbulkan bercak (Fatimah *et al.* 2013). Putra *et al.* (2018) menyatakan kertas yang dihasilkan dari bahan baku dengan kadar liginin tinggi akan berwarna kekuningan hingga gelap.

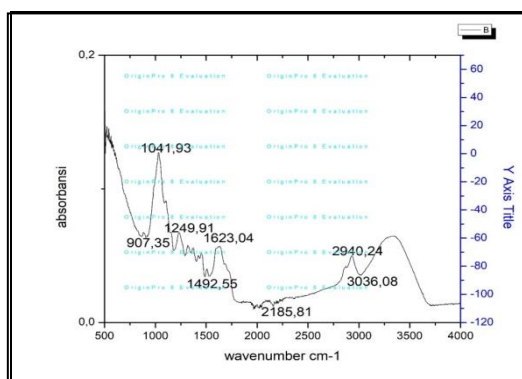
Selulosa kulit galam bagian dalam (36,21%) dan campuran (34,20%) lebih tinggi dari kadar selulosa purun tikus yaitu 32,62% sedangkan kulit bagian luar kadar selulosanya sama dengan pandan rasau yaitu 27,06%-27,15%. Secara keseluruhan selulosa kulit galam lebih rendah dari kandungan selulosa alang-alang 40,22% (Tabel 1), kandungan selulosa kulit galam juga lebih rendah dari selulosa pada kayu secara umum. Sjostrom (1995) menyatakan selulosa dalam spesies kayu mencapai 40-45 dan terdapat dalam dinding sel. Kadar selulosa dalam kayu menyatakan jumlah senyawa karbohidrat (polisakarida) terdiri dari selulosa, hemiselulosa, dan pektin (Prawirohatmodjo, 1997).

Kadar selulosa dapat digunakan sebagai penduga besarnya rendemen pulp yang dihasilkan pada proses pemasakan serpih kayu. Kadar selulosa berkorelasi dengan rendemen pulp, daya afinitas terhadap larutan dan warna pulp. Kadar selulosa yang tinggi akan menghasilkan rendemen pulp

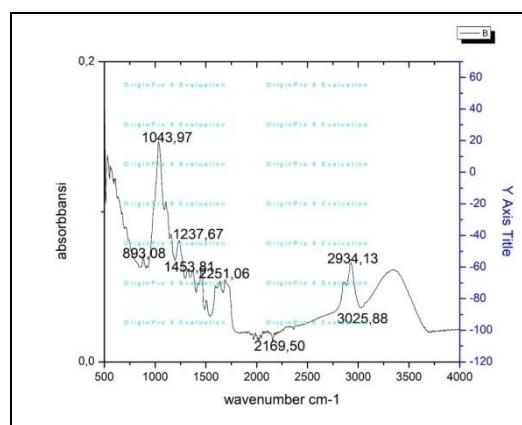
yang tinggi. Afinitas yang lebih besar terhadap air akan memudahkan ikatan antar serat dan warna yang dihasilkan lebih putih (Usmana *et al.* 2012). Semakin tinggi kadar selulosa maka semakin baik mutu kayu sebagai bahan baku pulp. Selulosa bersama-sama dengan hemiselulosa berfungsi sebagai pengikat pada pembuatan pulp dan kertas sehingga kertas yang dihasilkan lebih kuat dan tidak mudah robek (Sutiya *et al.* 2012).

Spektroskopi Inframerah Transformasi Fourier (FTIR)

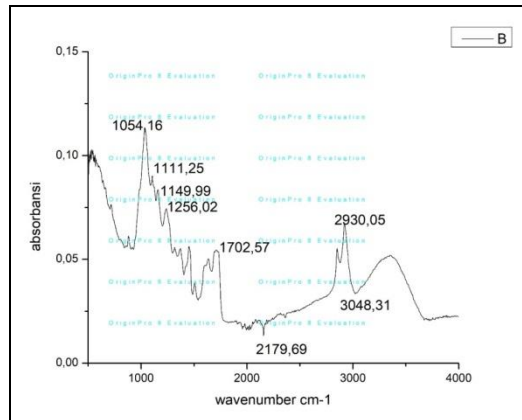
FTIR digunakan untuk mengukur spektrum berdasarkan respon objek (bahan) terhadap radiasi elektromagnetik. FTIR cara mudah untuk menganalisis secara kualitatif dan kuantitatif gugus senyawa organik maupun anorganik serta penentuan struktur molekul suatu senyawa. Spektrum FTIR kulit galam (dalam, luar, dan campuran) dapat dilihat pada Gambar 2-4.



Gambar 2. Spektrum Gelombang Kulit Galam Bagian Dalam



Gambar 3. Spektrum Gelombang Kulit Galam Bagian Luar



Gambar 4. Spektrum Gelombang Kulit Galam Campuran

Ketiga gambar spektrum gelombang menunjukkan nilai yang berbeda-beda pada setiap sampel uji. Kulit galam bagian dalam memiliki nilai gelombang terendah 907,35 cm⁻¹ dan tertinggi 3036,08 cm⁻¹. Nilai gelombang terendah dan tertinggi kulit bagian luar galam (Gambar 3) yaitu 893,08 cm⁻¹ dan 3025,88 cm⁻¹. Sampel uji kulit galam campuran nilai gelombang

terendahnya 1054,16 cm⁻¹ dan tertinggi 3048,31 cm⁻¹. Sejalan dengan Pavia *et al.* (2000) yang menyatakan gugus fungsi senyawa organik menyerap radiasi elektromagnetik pada panjang gelombang 2,5-25 μm atau bilangan gelombang 400-4000 cm⁻¹. Hasil interpretasi spektrum gelombang IR disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Interpretasi Spektrum Gelombang IR pada Kulit Kayu Galam

Spektrum Kulit Galam			Spektrum Kayu ¹⁾	Keterangan
Dalam	Luar	Campuran		
3036,08	3025,88	3048,31	3400,00	Menunjukkan gugus fungsi O-H dari gugus hidroksil (selulosa)
2940,24	2934,13	2930,05	2931,80	Menunjukkan C-H dari gugus metal
-	-	1702,57	1740,00	C=O ulur gugus asetil, asam karboksilat (hemiselulosa)
1623,64	-	-	1650,00	C=C ulur gugus cincin aromatic (lignin)
1492,55	1483,51	-	1425,00	Defromasi C-H (lignin, hemiselulosa)
1249,91	1237,67	1256,02	1264,00	Cincin G dan C=O ulur (G-lignin)
1041,93	1043,97	1054,16	1064,71	Menunjukkan adanya vibrasi C-O dari ikatan β -1,4-glikosida (selulosa)
-	893,08	-	898,00	Deformasi C-H (selulosa, hemiselulosa, pectin)

Gugus fungsi O-H pada kulit galam secara berurutan 3036,08 cm⁻¹, 3025,88 cm⁻¹, dan 3048,31 cm⁻¹. Gugus O-H merupakan hidroksil selulosa yang diperoleh dari spektrum kulit galam. Bilangan gelombang ketiganya (Tabel 2) lebih rendah

dari spektrum kayu yaitu 3400 cm⁻¹ (Durmaz *et al.* 2016).

Bilangan gelombang kulit bagian dalam yaitu 2940,24 cm⁻¹ lebih besar dari spektrum kayu sedangkan kulit luar

(2934,13 cm^{-1}) dan campuran (2930,05 cm^{-1}) sama dengan spektrum kayu yaitu 2931 cm^{-1} . Nilai Gelombang ini menunjukkan gugus fungsi metal C-H. Calienno *et al.* (2014) menyatakan gugus C-H menunjukkan deformasi polisakarida yang selulosa termasuk kedalamnya.

Sampel uji kulit galam bagian dalam dan luar tidak terdeteksi adanya gugus fungsi C=O ulur gugus asetil, asam karboksilat (hemiselulosa). Gugus fungsi C=O hanya ditemukan dicampuran kulit galam dengan bilangan gelombang 1702,57 cm^{-1} . Menurut Popescu *et al.* (2011) jika terjadi peningkatan intensitas band menjadi 1739 cm^{-1} maka akan terbentuk gugus karbonil baru nonconjugated / terkonjugasi berupa lignin.

Gugus C=C ulur atau cincin aromatik (lignin) hanya ditemukan pada sampel campuran kulit galam dengan bilangan gelombang 1623,64 cm^{-1} . Nilai ini lebih rendah dari spektrum kayu (Tabel 2). 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 kulit galam bagian dalam dan luar ditemukan pada bilangan gelombang 1492,55 cm^{-1} dan 1483,51 cm^{-1} . Penelitian Calienno *et al.* (2014) menyatakan bilangan gelombang 1426 cm^{-1} juga menyatakan deformasi lignin. Spektrum kulit galam bagian dalam dan campuran dengan bilangan gelombang 1249,91 cm^{-1} dan 1256,02 cm^{-1} memiliki cincin G dan C=O ulur untuk G-lignin. Kulit galam bagian luar memiliki bilangan gelombang 1237,67 cm^{-1} memiliki cincin siringil dan C-O ulur (lignin, xilan). Ozgenc *et al.* (2017) menyatakan gelombang dengan bilangan 1224 cm^{-1} -1264 cm^{-1} merupakan cincin C=O dan G serta cincin siringil dan C-O ulur yang menunjukkan adanya kandungan G-Lignin, lignin dan xilan.

Spektrum ketiga sampel kulit galam menunjukkan adanya vibrasi C-O dari ikatan β -1,4-glikosida dengan bilangan gelombang secara berurutan 1041,93 cm^{-1} (kulit dalam), 1043,97 cm^{-1} (kulit luar), dan 1054,16 cm^{-1} (campuran). Deformasi C-H (selulosa, hemiselulosa, dan pektin) bilangan gelombang 893,08 cm^{-1} hanya ditemukan pada sampel kulit galam bagian

luar. Sejalan dengan penelitian Calienno *et al.* (2014) yang menyatakan bilangan gelombang 899 cm^{-1} C deformasi -H merupakan bending asosiasi di selulosa dan hemiselulosa, selulosa. Ozgenc *et al.* (2017) juga menyatakan Bilangan gelombang 8900 masuk dalam aromatik deformasi C-H yang menunjukkan kandungan selulosa, hemiselulosa, dan pektin.

FTIR menyajikan data kualitatif, berupa spektrum puncak atau bilangan gelombang. Bilangan gelombang yang diinterpretasi akan menunjukkan kandungan kimia suatu bahan. Kulit kayu galam secara umum menunjukkan kandungan lignin, hemiselulosa, dan selulosa. Hasil FTIR tidak ditemukan gelombang ekstraktif hal ini dikarenakan sampel yang digunakan merupakan sampel setelah perlakuan dan bebas ekstraktif. Sejalan dengan uji komponen kimia secara laboratorium yang telah dilakukan bahwa kulit kayu galam terdapat kandungan lignin, hemiselulosa, dan selulosanya.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut: secara berurutan komponen kimia tertinggi dari bagian kulit galam yaitu, ekstraktif alben 24,67% (bagian luar), lignin 48,18% (bagian luar), dan selulosa 36,21% (bagian dalam). Berdasarkan analisis kimia maka kulit galam bagian dalam dapat dimanfaatkan menjadi bahan pulp dan kertas yang tidak mengutamakan kecerahan seperti kertas bungkus ataupun sebagai bahan campuran pembuatan rak telur. Sepktrum puncak bilangan gelombang FTIR menunjukkan kulit galam mengandung lignin, dan selulosa.

Saran

Penelitian lanjutan mengenai kualitas pulp kertas kulit galam perlu dilagunakan guna meningkatkan nilai fungsinya. Pengaplikasian kulit galam sebagai bahan pulp kertas dapat dilakukan dengan variasi campuran bahan baku, kombinasi waktu dan kimia pemasak serta metode pembuatan yang berbeda. Uji FTIR dapat digunakan untuk menguji kandungan bahan baku secara kualitatif berbagai material.

DAFTAR PUSTAKA

- Calienzo 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.
- Dumanaw, J.F. 2001. *Mengenal Kayu*. Yogyakarta: Kanisius.
- 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.
- Fatimah S, Mudji S & Ganis L. 2013. Studi Komponen Kimia Kayu Eucalyptus Pellita F. Muell Dari Pohon Plus Hasil Uji Keturunan Generasi Kedua Di Wonogiri, Jawa Tengah. *Jurnal Ilmu Kehutanan*, 7(1):57-69.
- Herlina, Wiwin TI & Fatriani. 2018. Analisis Kimia dan Serat Pandan Rasau (*Pandanus helicopus*) Sebagai Alternatif Bahan Baku Pulp dan Kertas. *Jurnal Silva Scientae*, 1(2): 150-159.
- Junaidi AB & R Yunus. 2009. Kajian potensi tumbuhan gelam (*Melaleuca cajuput* Powl) untuk bahan baku industri pulp: aspek kandungan kimia kayu. *Jurnal Hutan Tropis Indonesia*, 28: 284-291.
- Ozgenc O, Sefa D & Suleyman K. 2017. Chemical Analysis of Tree Bark Using ATR-FTIR Spectroscopy and Conventional Techniques. *Bioresources*, 12(4):9143-9151.
- Pavia, Lampman & Kriz. 2000. *Introduction to Spectroscopy*. New York: John Wiley and Sons.
- Popescu CM, Popescu MC & Vasile C (2011) Structural analysis of photodegraded lime wood by means of FT-IR and 2D IR correlation spectroscopy. *Int J Biol Macromol* 48:667–675
- Prawirohatmodjo S. 1977. *Kimia Kayu*. Yogyakarta: Yayasan Pembina Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada.
- Putra A F R, Evy W & H Husni. 2018. Analisa Komponen Kimia Kayu Sengon (*Albizia Falcataria* (L.) Fosberg) Berdasarkan Posisi Ketinggian Batang. *Jurnal Hutan Lestari*, 6 (1) : 83-89
- 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.
- Sjostrom E. 1995. *Kimia Kayu Dasar dan Penggunaan*. Ed. Ke-2 Penerjemah: Dr. Hardjono Sastromidjojo. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- Sugesty S, T Kardiansyah & W Pratiwi. 2015. Potensi Acacia crassicarpa sebagai bahan baku pulp kertas untuk hutan tanaman industri. *Jurnal Selulosa*, 5(1):21-32.
- 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.
- Usmana AS, S Rianda & Novia. 2012. Pengaruh volume dan waktu fermentasi terhadap kadar etanol (Bahan baku tandan kosong kelapa sawit dengan pretreatment alkali). *Jurnal Teknik Kimia*, 18(2):17-25.