

KARAKTERISTIK ANATOMI KULIT BATANG SAGU (*Metroxylon sago* Rottb.) UNTUK BAHAN BAKU PULP DAN KERTAS *Anatomical Characteristics of Sago Stem Skin (Metroxylon sago Rottb.) for Pulp and Paper Raw Materials.*

Ahmad Arsyad¹, Wiwin Tyas Istikowati^{1,2}, Sunardi¹, Dede Heri Yuli Yanto³, Widya Fatriasari³ dan Danang Sudarwoko Adi³

¹ Program Studi Kehutanan Fakultas Kehutanan Universitas Lambung Mangkurat,

² Pusat Studi Material Berbasis Lahan Basah, Lembaga Penelitian Kepada Masyarakat, Universitas Lambung Mangkurat, Banjarbaru

³ Pusat Penelitian Biomaterial, LIPI, Cibinong, Bogor

ABSTRACT. *The study aims to analyze the anatomical characteristics and values of fiber derivatives as raw materials of pulp and paper, samples in the form of sticks the size of matchsticks are prepared for measurement of fiber dimensions then inserted into the test tube and added a chemical solution until the sample is submerged. The test tube is heated to a boil and is yellowish-white. Samples are cooled and washed with aquades. The sample is colored with safranin. Based on the results of research on the value of sago skin fiber derivatives if the average runkel number is obtained worth 1.18, with a class 4 weaving power category of 38.82 with a class 4 category, musteph rotio worth 38.43% with class 2 category, coefficient of rigidity worth 0.26 with class 4 category and flexibility ratio of 0.45 with category 3, Based on fiber classification value can conclude that sago skin is included in class 3 category.*

Keywords: *Sagu (Metroxylon sago Rottb), Anatomical Characteristics, Derivated Fiber Properties, Agricultural Waste*

ABSTRAK. Penelitian bertujuan untuk menganalisis karakteristik anatomi dan nilai turunan serat sebagai bahan baku pulp dan kertas, sampel berupa stik seukuran batang korek api disiapkan untuk pengukuran dimensi serat selanjutnya dimasukkan ke dalam tabung reaksi dan ditambahkan larutan kimia sampai sampel terendam. Tabung reaksi dipanaskan sampai mendidih dan berwarna putih kekuning-kuningan. Sampel didinginkan dan dicuci dengan aquades. Sampel diwarnai dengan safranin. Berdasarkan hasil penelitian pada nilai turunan serat kulit sago jika dirata-rata diperoleh bilangan runkel senilai 1,18, dengan kategori kelas 4 daya tenun senilai 38,82 dengan kategori kelas 4, *musteph rotio* senilai 38,43% dengan kategori kelas 2, *coefficient of rigidity* senilai 0,26 dengan kategori kelas 4 dan *flexibility ratio* senilai 0,45 dengan kategori 3, Berdasarkan nilai klasifikasi serat dapat disimpulkan bahwa kulit sago sago masuk dalam kategori kelas 3.

Kata kunci: *Sagu (Metroxylon sago Rottb), Karakteristik Anatomi, Nilai Turunan Serat, Limbah Pertanian*

Penulis untuk korespondensi, surel: arsyad.ar154d@gmail.com

PENDAHULUAN

Perkembangan laju ekonomi dan industri kian pesat, memicu peningkatan kebutuhan akan kertas. Kebutuhan produksi kertas Indonesia meningkat pada tahun 2018-2019, dilihat dari ekspor tahun 2018 mencapai US\$ 8 miliar dan ditargetkan tahun 2019 naik mencapai US\$ 9 miliar (APKI, 2019). Peningkatan ini menjadikan kurangnya bahan baku pulp dan kertas yang sebagian besar berasal dari non kayu dan kayu, mengakibatkan penebangan hutan menjadi

semakin meluas. Kebutuhan kayu untuk pulp dan kertas tahun 2013 tercatat sebesar 74,9 juta m³ (Ahmadi, 2018).

Upaya untuk mengatasi permasalahan kekurangan bahan baku kayu dan mahal nya harga kayu sudah lama dilakukan, salah satunya adalah dengan mencari bahan baku alternatif dari bahan lain seperti dari bahan baku bukan kayu. Sumber bahan baku bukan kayu untuk pulp dan kertas bisa diperoleh dari tandan kosong kelapa sawit, bambu, bagasse, dan dari sumber lain (Fatriasari & Hermiyati, 2008; Wikanaji & Darono, 2013; Syamsu *et al.*, 2014). Sumber bahan baku

bukan kayu lain untuk industri pulp dan kertas yang berpotensi di Kalimantan Selatan adalah dari limbah tanaman sagu.

Tanaman ini banyak ditemukan di rawa-rawa dan sepanjang tepian sungai di Kalimantan. Selama ini, pemanfaatan tanaman sagu dengan diambil pati dari batangnya dan daunnya diayam untuk dijadikan atap, sedangkan pelapah dan kulit batang menjadi limbah. Pelepah dan kulit batang tanaman sagu ini merupakan sumber selulosa yang ada di Kalimantan dan bisa dimanfaatkan untuk tujuan lain seperti sumber bahan baku pulp dan kertas. Akan tetapi penelitian mengenai potensi limbah tanaman sagu sebagai bahan baku pulp dan kertas masih kurang, oleh karena itu penelitian mengenai karakteristik anatomi dan pulp dari pelapah dan kulit batang sagu dari Kalimantan Selatan dilakukan.

Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis karakteristik anatomi dan nilai turunan serat sebagai bahan baku pulp dan kertas.

METODE PENELITIAN

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Teknologi Hasil Hutan, Fakultas Kehutanan Universitas Lambung Mangkurat dan Laboratorium Biomaterial LIPI Cibinong, Bogor. Penelitian ini dilaksanakan selama 3 bulan dari bulan Februari sampai April 2020, meliputi persiapan bahan dan peralatan, pengambilan sampel, pengamatan dimensi serat, dan proses pulping.

Alat dan Bahan Penelitian

Penelitian ini menggunakan Alat golok dan gergaji untuk membuat sampel yang berbentuk stik, *deck glass* dan *objeck* untuk pembuatan preparat, tabung reaksi untuk menampung reaksi sampel, mikroskop untuk pengamatan dimensi serat, hot plate untuk memanaskan sampel, dan bahan yang digunakan pengamatan dimensi serat Hidrogen Peroksida (H₂O₂) dengan Asama Asetat CH₃OOH, Bahan pewarna dimensi serat safranin, dan Bahan perekat pembuatan preparat kanada balsem.

Prosedur Kerja

Prosedur kerja dari penelitian karakteristik anatomi kulit sagu sebagai berikut:

1. Persiapan bahan baku

Sampel berupa stik berukuran batang korek api disiapkan untuk pengukuran dimensi serat. Sampel dimensi serat dimaserasi dengan menggunakan metode *Schultze*, yaitu sampel dimasukkan kedalam tabung reaksi dan ditambahkan zat kimia sampai sampel terendam. Tabung reaksi dipanaskan sampai mendidih dan berwarna putih kekuning-kuningan. Sampel didinginkan dan dicuci dengan aquades. Sampel diwarnai dengan safranin

2. Pengukuran dimensi serat

Dimensi serat memakai preparat melintang dikerjakan dengan menggunakan alat mikroskop yang sudah terkoneksi dengan komputer, diukur menggunakan aplikasi Image-J. Dimensi serat yang diukur yaitu panjang, diameter, tebal dinding sel, dan diameter lumen. Pengukuran serat diukur sebanyak 50 serat kemudian dihitung seratnya.

Dilakukan pengukuran dimensi serat untuk mengetahui nilai turunan serat semua sampel. Hasil turunan serat digunakan untuk menentukan kecocokan pelapah dan kulit batang tanaman sagu sebagai bahan baku pulp. Kasmudjo (1983; 1994), menyatakan perhitungan turunan serat dengan menggunakan rumus:

a. **Runkel Ratio** merupakan perbandingan dua kali tebal dinding sel (W) dengan diameter lumen (l), yang dinyatakan dengan persamaan:

$$\text{Runkel Ratio} = \frac{2W}{l}$$

b. **Daya Tenun (Slenderness)** ialah perbandingan panjang serat (L) dengan diameter serat (d), yang dinyatakan dengan persamaan:

$$\text{Daya tenun} = \frac{L}{d}$$

c. **Muhsteph Ratio** merupakan perbandingan luas penampang tebal dinding serat dengan luas

penampang lintang serat, dengan persamaan:

$$\text{Muhsteph Ratio} = \frac{d^2 - l^2}{l^2} \times 100\%$$

d. **Coefficient of Rigidity** merupakan perbandingan tebal dinding serat (W) dengan diameter serat (d), dengan persamaan:

$$\text{Coefficient of Rigidity} = \frac{W}{d}$$

e. **Flexibility Ratio** merupakan perbandingan diameter lumen (l) dengan diameter serat (d), dengan persamaan:

$$\text{Flexibility Ratio} = \frac{l}{d}$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data hasil pengukuran dimensi serat kulit sagu dapat dilihat tabel dibawah.

Tabel 1. Dimensi Serat Kulit Sagu

Posisi	Panjang Serat (mm)	Diameter Serat (µm)	Diameter Lumen (µm)	Tebal Dinding (µm)
A	0,44	17,79	7,06	5,36
B	1,97	52,11	25,01	13,54
C	2,05	38,42	19,58	9,42
Rata-rata	1,48	36,10	17,21	9,44

Keterangan: A,Kulit sagu; B,Setelah kulit; C,Bagian dalam.

Pengukuran karakteristik anatomi serat kulit sagu. Panjang serat kulit sagu A nilainya 0,44 mm, panjang serat kulit sagu B nilainya 1,97 mm, dan panjang serat sagu C panjangnya 2,05 mm. Berdasarkan nilai panjang serat yang diukur pada kulit batang sagu dari kulit batang paling luar hingga bagian dalamnya dapat dilihat bahwa nilainya semakin ke dalam semakin besar, artinya semakin ke dalam seratnya semakin panjang.

Hal ini dikarenakan struktur kulit sagu paling luar menyerupai serabut yang menyebabkan seratnya pendek, beda halnya dengan struktur setelah kulit yang menyerupai kayu oleh karena itu serat yang dihasilkan terbilang panjang sedangkan bagian dalam memiliki struktur yang sudah tercampur dengan bagian isi sagu.

Panjang serat kulit batang sagu jika dirata-ratakan dari kulit sagu A sampai dengan kulit sagu C didapatkan panjang serat sepanjang 1,48 mm. Panjang serat kulit batang sagu termasuk dalam kategori panjang karena panjangnya lebih dari 1 mm. Panjangnya suatu serat bagus dalam pulp dan kertas karena dapat mempengaruhi kekakuan dan kekuatan kertas yang dihasilkan. Kekuatan sifat yang dipengaruhi

oleh panjang serat adalah ketahanan lipat, ketahanan sobek, dan ketahanan tarik.

Pengukuran karakteristik dimensi serat selanjutnya yaitu diameter serat kulit sagu. Diameter serat kulit sagu A nilainya 17,79 µm, diameter serat kulit sagu B nilainya 52,11 µm, dan diameter serat sagu C panjangnya 38,42 µm. Berdasarkan nilai diameter serat yang diukur pada kulit batang sagu dapat dilihat bahwa diameter kulit batang sagu setelah kulit terluar nilai diameternya paling tinggi dibandingkan dengan bagian dalam dan bagian kulit paling luar. Diameter bagian kulit paling luar nilainya paling kecil dibandingkan dua bagian lainnya.

Diameter serat kulit batang sagu jika dirata-ratakan dari kulit sagu A hingga kulit sagu bagian C didapatkan diameter serat sepanjang 36,10 µm. Diameter serat kulit batang sagu masuk katagori besar karena melebihi kisaran angka 10-25 µm (Casey 1980). Diameter serat berpengaruh terhadap pembentukan lembaran, ikatan antar serat, dan kekuatan serat dalam lembaran.

Pengukuran karakteristik anatomi selanjutnya yaitu diameter lumen kulit sagu.

Diameter lumen kulit sagu A nilainya 7,06 μm , diameter lumen kulit sagu B nilainya 25,01 μm , dan diameter lumen kulit sagu C panjangnya 19,58 μm . Berdasarkan nilai diameter lumen kulit batang sagu yang diukur pada kulit batang sagu dapat dilihat bahwa diameter lumen kulit batang sagu setelah kulit terluar nilai diameternya paling tinggi dibandingkan dengan bagian dalam dan bagian kulit paling luar. Diameter lumen bagian kulit paling luar nilainya paling kecil dibandingkan dua bagian lainnya. Diameter lumen kulit batang sagu jika dirata-ratakan dari kulit sagu hingga kulit sagu C didapatkan panjang serat sepanjang 17,21 μm .

Pengukuran karakteristik anatomi berikutnya yaitu tebal dinding serat kulit sagu. Tebal dinding serat kulit sagu A nilainya 5,36 μm , Tebal dinding serat kulit sagu B nilainya 13,54 μm , dan Tebal dinding serat sagu C panjangnya 9,42 μm . Berdasarkan nilai tebal dinding serat yang diukur pada kulit batang sagu dari kulit batang paling luar hingga bagian dalamnya dapat dilihat bahwa kulit sagu B nilainya paling tinggi, artinya bagian tengah pada kulit sagu memiliki tebal dinding

seratnya lebih tebal. Hasil dari pada pengukuran Dimensi serat pada kulit sagu menunjukkan bahwa nilai dimensi serat kulit sagu lebih tinggi dibandingkan serat tandan kosong nipah (Fatriani, 2009).

Serat yang mempunyai dinding tipis membuat serat tersebut mudah untuk memipih sehingga membuat lembaran pulp dan kertas yang lebih tenguh dan padat, sehingga lebih baik dibandingkan dengan serat ber dinding tebal. Sebaliknya, serat ber dinding tebal membuat lembaran sobek yang tinggi, dan keteguhan jebol rendah. Untuk memperoleh keteguhan retak dan sobek yang tinggi, serat yang ber dinding tebal perlu dicampur serat yang panjang dan ber dinding tipis untuk memper roleh pulp yang bagus, misalnya serat kayu daun jarum, digiling sesudah diolah menjadi pulp selama beberapa waktu sehingga akan terjadi pemipihan pada dinding serat (Nurrahman & Silitonga, 1972).

Turunan Serat

Data hasil perhitungan turunan serat kulit sagu dapat dilihat pada tabel dibawah:

Tabel 2. Turunan Serat Kulit Sagu.

Posisi	Runkel Ratio	Daya Tenun	Muhsteph Ratio (%)	Coefficient of Rigidity	Flexibility Ratio
A	1,51	24,94	53,40	0,30	0,39
B	1,08	37,94	33,40	0,26	0,47
C	0,98	53,60	28,49	0,24	0,50
Rata-rata	1,18	38,82	38,43	0,26	0,45

Keterangan: A, Kulit sagu; B, Setelah kulit; C, Bagian dalam

Runkel ratio kulit sagu A sebesar 1,51 masuk dalam kategori kelas 4. Runkel ratio kulit sagu B sebesar 1,08, masuk dalam kategori kelas 4. Runkel ratio kulit sagu B sebesar 0,96 masuk dalam kelas 3. Runkel ratio kulit sagu 1 sampai 3 jika dirata-ratakan sebesar 1,18 dan masuk dalam kelas 4. Jika Runkel ratio pulp yang dihasilkan kecil maka mudah digiling dengan ikatan serat yang lebih luas sehingga menghasilkan pulp dengan tarik yang tinggi dan kekuatan jebol (Sunardi & Istikowati 2012; Istikowati et al. 2016a). Kertas yang dihasilkan dari Runkel ratio yang rendah memiliki ikatan serat yang kuat dan lembaran yang gepeng dan pipih (Fatriani 2009).

Daya Tenun kulit sagu A sebesar 24,94 masuk dalam kategori kelas 4. Daya Tenun

kulit sagu B sebesar 37,94 masuk dalam kelas 4. Daya Tenun kulit sagu C sebesar 53,60 masuk dalam kategori kelas 3. Daya Tenun dari kulit sagu A sampai C jika dirata-ratakan sebesar 38,82 dan masuk dalam kategori kelas 4. Hasil daya tenun memperlihatkan jumlah ikatan antar serat semakin tinggi yang mengakibatkan daya turunan serat berpotensi mengakibatkan ikatan antar serat yang tinggi. Kayu dengan daya tenun yang tinggi akan menghasilkan kertas yang berbentuk baik dan terikat dengan bagus (Ashori and Nourbakhsh 2009).

Muhsteph Rotio kulit sagu A sebesar 53,40 dan masuk dalam kategori kelas 3. Muhsteph Rotio kulit sagu B sebesar 33,40 masuk dalam kategori kelas 2. Muhsteph Rotio kulit sagu C sebesar 28,49 masuk

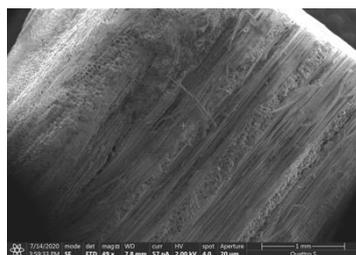
dalam kelas 2. *Muhsteph Rotio* dari kulit sagu A sampai C jika dirata-ratakan sebesar 38,43 dan masuk dalam kategori kelas 2.

Coefficient Of Rigidity kulit sagu A sebesar 0,30 dan masuk dalam kategori kelas 4. *Coefficient Of Rigidity* kulit sagu B sebesar 0,26 dan masuk dalam kategori kelas 4. *Coefficient Of Rigidity* kulit sagu C sebesar 0,24 dan masuk dalam kelas 4. *Coefficient Of Rigidity* dari kulit sagu A sampai C jika dirata-ratakan sebesar 0,26 dan masuk dalam kategori kelas 4. Besarnya nilai *Coefficient of rigidity* berhubungan kekakuan kertas yang dihasilkan. Semakin besar nilai *Coefficient of rigidity*, maka kekakuan kertas juga akan tinggi. Kertas yang diperoleh akan memiliki kekuatan tarik yang rendah. Kayu yang memiliki serat dengan ketebalan dinding serat yang tipis dan diameter serat yang besar dapat menghasilkan kertas dengan kekuatan tarik dan kekuatan jebol yang baik (Tamolang and Wangard 1961).

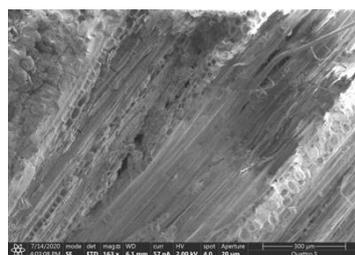
Flexibility Ratio kulit sagu A sebesar 0,39 dan masuk dalam kategori kelas 4. *Flexibility Ratio* kulit sagu B sebesar 0,47 dan masuk dalam kategori kelas 3. *Flexibility Ration* kulit sagu C sebesar 0,50 dan masuk dalam kategori kelas 3. *Flexibility Ratio* kulit sagu A sampai C jika dirata-ratakan sebesar 0,42 dan masuk dalam kategori kelas 3. Besarnya nilai *Flexibility Ratio* berhubungan kekakuan kertas yang dihasilkan. Semakin tinggi nilai *Flexibility Ratio* akan mempengaruhi kekakuan kertas yang tinggi. Kertas yang didapatkan akan memiliki kekuatan tarik yang rendah. Koefisien kelenturan berhubungan terhadap kerapatan lembar kertas dan kekuatan kertas (Ona *et al.* 2001; Ashori & Nourbakhsh 2009; Yahya *et al.* 2010; Pirralho *et al.* 2014).

Scanning Electron Microscope (SEM)

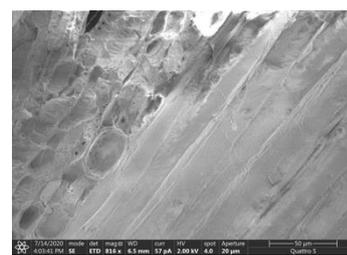
Profil permukaan kulit batang sagu yang di ambil melalui SEM dapat diamati pada Gambar 1-3.



Gambar 1. SEM Kulit Sagu dengan Perbesaran 30 ×



Gambar 2. SEM Kulit Sagu dengan Perbesaran 100 ×



Gambar 3. SEM Kulit Sagu dengan Perbesaran 500 ×

Analisa struktur permukaan kulit batang sagu dilakukan dengan SEM dilakukan untuk melihat struktur permukaan. Dapat dilihat bahwa pada kulit batang sagu dengan perbesaran 30 × struktur permukaan lebih terlihat permukaan serat lebih rapi, Melihat dari gambar hasil SEM diatas dapat dilihat bahwa kulit sagu memiliki ciri khas bentuk serat yang lebih teratur dan lurus, apalagi pada perbesaran 100 × selain permukaan serat yang lurus dan ada guratan-guratan dan gumpalan-gumpalan bulat kecil. Hasil SEM pada permukaan kulit sagu dengan perbesaran 500 × terlihat bahwa serat pada permukaan sagu panjang-panjang dan sepertiganya terdapat seperti bulatan-bulatan yang terlihat jelas.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Struktur anatomi yang diamati pada penelitian ini adalah dimensi serat dan nilai turunan serat kulit sagu. Berdasarkan hasil penelitian, nilai klasifikasi serat dapat disimpulkan bahwa kulit sagu masuk dalam kategori kelas 3. Pada nilai rata-rata turunan serat kulit sagu diperoleh *Runkel ratio* 1,18, dengan kategori kelas 4; daya tenun 38,82 dengan kategori kelas 4; *Musteph Rotio* 38,43% dengan kategori kelas 2; *coefficient of rigidity* 0,26 dengan kategori kelas 4; dan *Flexibility Ratio* 0,45 dengan kategori 3.

Saran

Penelitian karakteristik anatomi ini merupakan penelitian untuk menentukan kesesuaian kulit batang sagu sebagai bahan alternatif dalam pembuatan pulp dan kertas, kulit batang sagu bisa sebagai bahan alternatif baku pulp dan kertas, sehingga dibutuhkannya penelitian lanjutan tentang pembuatan pulp, Uji kimia Pulp dan Uji Sifat fisik Pulp dan kertas, sehingga bisa menjadi bahan alternatif pembuatan Pulp.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis berterima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Universitas Lambung Mangkurat yang telah memberikan dukungan dana dengan Program Dosen Wajib Meneliti dengan nomer kontrak 212.295/UN8.2/PL/2020.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmadi A. 2018. *Industri Perakayuan Indonesia*. Diakses 8 Januari 2020 dari <https://asyraafahmadi.com/in/pengetahuan/material/alami/nontambang/kayu/industri-perakayuan/>.
- APKI. 2019. *Kapasitas Naik, Ekspor Pulp & Kertas Ditargetkan Tembus Rp 128 Triliun*. Asosiasi Pulp dan Kertas Indonesia. Diakses 18 Januari 2020 dari <https://katadata.co.id/berita/2019/06/14/ka-pasitas-naik-ekspor-pulp-kertas-ditargetkan-tembus-rp-129-triliun>.
- Ashori A & A Nourbakhsh. 2009. Studies on Iranian cultivated paulownia— a potential source of fibrous raw material for paper industry. *European Journal of Wood and Wood Products*. 67: 323-327.
- Casey J. 1980. *Pulp and Paper Chemistry and Chemical Technology*. Third Edition Vol. II A. New York: Wiley and Sons Inc.
- 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.
- Fatriasari W & E Hermayati. 2008. Analisis morfologi serat dan sifat fisis-kimia pada enam jenis bambu sebagai bahan baku pulp dan kertas. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Hasil Hutan*. 1(2): 67-72.
- Kasmudjo. 1983. *Pengantar Industri Pulp dan Kertas*. Yogyakarta: Yayasan Pembinaan Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada.
- Nurrahman, A dan T. Silitonga. 1972. Dimensi Serat Beberapa Jenis Kayu Sumatera Selatan. Laporan No.2, LPHH, Bogor.
- Ona T, Sonoda T, Ito K, Shibata M, Tamai Y, Kojima Y, Ohshima J, Yokota S & Yoshizawa N. 2001. Investigation of relationships between cell and pulp properties in *Eucalyptus* by examination of within-tree property variations. *Wood Science and Technology*. 35: 229-243.
- Pirralho M, Flores D, Sousa VB, Quilho T, Knapić S & Perreira H. 2014. Evaluation on paper making potential of nine *Eucalyptus* species based on wood anatomical features. *Industrial Crops and Products*. 54: 327-334.
- Sunardi & WT Istikowati. 2012. Analisis kandungan kimia dan sifat tanaman purun tikus (*Eleocharis dulcis*). *Bioscientia*. 9(2): 15-25.
- Tamolang FN & Wangaard FF. 1961. Relationships between hardwood fiber characteristics and pulp-sheet properties. *Tappi*. 44: 201-216.
- Yahya R, J Sugiyama, D Silsia & J Gril. 2010. Some anatomical features of an *Acacia* hybrid, *A. mangium* and *A. auriculiformis* grown in Indonesia with regard to pulp yield and paper strength. *Journal of Tropical Forest Science*. 22: 343-351.