

Karakteristik Kimia Serat Buah, Serat Batang, dan Serat Daun

Elda Nurnasari dan Nurindah

Balai Penelitian Tanaman Pemanis dan Serat
Jln. Raya Karangploso, Kotak Pos 199, Malang
E-mail: eldanurnasari@yahoo.com

Diterima: 9 November 2017; direvisi: 5 Desember 2017; disetujui: 19 Desember 2017

ABSTRAK

Serat alam yang berasal dari tanaman non-kayu dikategorikan menjadi tiga kelompok yaitu serat buah, serat batang dan serat daun. Masing-masing jenis serat alam tersebut memiliki karakteristik yang berbeda. Karakter kimia, fisik, maupun dinamik dari serat alam diperlukan untuk pengembangan pemanfaatannya sebagai bahan baku industri strategis berbasis serat. Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis karakteristik kimia serat buah (kapas), serat batang (abaka), dan serat daun (sisal), serta membahas peluang pemanfaatannya dalam industri berbasis serat alam. Informasi mengenai karakteristik kimia serat diperlukan sebagai dasar untuk pemanfaatan serat sebagai bahan baku dalam industri strategis. Data karakteristik kimia serat alam juga diperlukan sebagai dasar pembuatan produk-produk turunannya (diversifikasi produk) sehingga dapat menjadi nilai tambah bagi produk tanaman serat. Analisis karakter kimia serat alam dilakukan dengan menggunakan metode Standar Nasional Indonesia (SNI) untuk mendapatkan informasi tentang kandungan selulosa, hemiselulosa, holoselulosa, lignin, dan pentosan, serta kadar zat ekstraktif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa serat buah kapas memiliki kandungan selulosa tertinggi (98,06%), serat batang abaka mempunyai kandungan lignin tertinggi (7,63%), sedangkan serat daun sisal mempunyai kandungan hemiselulosa tertinggi (21,97%). Kadar holoselulosa ketiga jenis serat hampir sama, yaitu antara 93,3–94,7%. Kadar zat ekstraktif (kelarutan alkohol-benzena, air panas dan air dingin) ketiga jenis serat termasuk kecil (<5%) yaitu antara 0,63–4,44%. Informasi tentang karakter kimia serat alam tersebut hendaknya dipadukan dengan informasi karakter fisik dan dinamik serat untuk dikembangkan sebagai bahan baku industri strategis berbasis serat, misalnya kertas uang, biokomposit untuk industri automotif, biopolymer dan produk yang berbasis *nano fiber*.

Kata kunci: Serat alam, karakteristik kimia, kapas, abaka, sisal

Chemical Characteristics of Boll, Bast, and Leaf Fibers

ABSTRACT

Non-wood natural fibers are categorized into three groups, viz. boll fiber, bast fiber and leaf fiber. Those natural fibers have specific characters. Chemical characters as well as physical and dynamical characters of the fibers are useful for their utilization in natural fiber based industries. This research aims are to analyse chemical characters of cotton boll fibers, bast fiber of abaca, and leaf fiber of sisal, as well as to discuss the possibility of their use in fiber based industries. The information of the fibers chemical characters is needed for developing their use as the main materials of strategic industries. The data are also useful for developing derivatives products or product diversification, so that could be an added value of the natural fibers. The characterization of those fibers used Indonesian National Standard (SNI) methods to analyse the content of cellulose, hemicellulose, holocellulose, lignin, and pentosan, as well as the extractive compounds. Result showed that cotton fiber has the highest cellulose content (98.06%), the bast fiber of abaca has the highest lignin content (7.63%), and sisal has the highest hemicellulose content (21.9%). Holocellulose content of

those fibers were around 93.3-94.7%. The content of extractive compound of the fibers (in term of dissolve capacity of fiber in alcohol-benzene, hot and cold water) was categorized as very low (less than 5%). These information regarding to the chemical characters of those three fibers when are integrated with the fiber-physical and dynamical characters would be useful for developing the utilization of the fibers into natural-fiber-based industries, such as paper money, biocomposite for automotive industry, biopolymers, and nano fiber products.

Keywords: Natural fibers, chemical characteristics, cotton, abaca, sisal

PENDAHULUAN

Serat alam merupakan komoditas yang sangat prospektif untuk dikembangkan dimasa depan. Hal ini karena kebutuhan serat alam akan terus meningkat seiring dengan meningkatnya kebutuhan produk yang ramah lingkungan. Selain digunakan sebagai bahan baku dalam industri tekstil, serat alam telah dimanfaatkan sebagai bahan penguat biokomposit menggantikan serat sintesis, karena mempunyai sifat fisik yang ringan, tidak abrasif, mudah terbakar, tidak toksik, murah, dan dapat terdegradasi (Susheel *et al.* 2009; Rajesh & Pitchaimani 2016). Properti serat alam sangat bervariasi yang dipengaruhi oleh karakter kimia serat, dimana karakter kimia serat ini dipengaruhi oleh kondisi tumbuh, waktu panen, metode ekstraksi serat, serta metode penyimpanan (Pickering *et al.* 2016). Karakter kimia yang berhubungan dengan pemanfaatan serat alam ditentukan oleh kandungan selulosa dari serat (Malkapuram *et al.* 2009). Karena kandungan selulosa dan sifat fisik serat alam yang lain, misalnya sifat termal yang baik (9–25%), menyebabkan serat alam dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku produk komposit berupa polimer yang diperkuat dengan serat alam. Produk komposit ini termasuk salah satu industri strategis, misalnya pada industri otomotif antara lain panel pintu, penutup mesin dalam, filter oli/udara, tempat duduk, serta panel eksterior (Jayamani *et al.* 2014).

Serat alam non-kayu yang dihasilkan oleh tanaman dikelompokkan menjadi tiga kelompok besar yaitu (1) serat batang (misalnya, rami, kenaf, rosela, dan yute); (2) serat

buah (kapas, kapuk); dan (3) serat daun (abaka, sisal, dan nanas). Keunggulan serat alam yang utama adalah kandungan selulosa yang tinggi. Selulosa adalah polimer berantai panjang polisakarida karbohidrat, dari β -glukosa. Selulosa termasuk polimer alam yang terdiri dari molekul D-anhidroglukosa ($C_6H_{11}O_5$) yang disusun dengan ikatan β (1-4-D-glikosidik) pada posisi C_1 dan C_4 (John & Thomas 2008). Selulosa, lignin dan hemiselulosa merupakan komponen penyusun tumbuhan yang berfungsi membentuk bagian struktural dan sel tumbuhan (Hadrawi 2014). Selain selulosa, serat alam juga mengandung hemiselulosa, pektat, abu, pigmen, dan lilin dengan konsentrasi yang bervariasi. Karakteristik serat secara fisik juga bervariasi yakni panjang serat, diameter, bentuk penampang melintang (*cross section*) dan konstruksi lainnya seperti derajat kristalinitas, orientasi polimer, dan sifat amorf (Mulyawan *et al.* 2015).

Serat kapas (*Gossypium hirsutum*) termasuk dalam kelompok serat buah, yang pemanfaatannya paling banyak untuk bahan baku tekstil. Serat kapas terbentuk dari selulosa murni (98%) dan merupakan material biopolymer yang digunakan dalam banyak aktivitas manusia (Ott *et al.* 1954; Balls 1965). Selain kandungan selulosa yang tinggi serat kapas juga mengandung protein 1,3%, abu 1,2%, lilin 0,6%, pektin 0,9%, dan asam organik 0,8% (Lewin 2006).

Serat dari tanaman abaka (*Musa textilis*) termasuk kelompok serat daun, namun ada klasifikasi lain yang mengatakan termasuk kelompok serat batang, karena berasal dari batang semu (*pseudostem*). Nilai ekonomi tanaman abaka terdapat pada batangnya yang

mengandung serat untuk bahan baku industri tekstil dan kertas berharga. Serat abaka mempunyai sifat fisik yang kuat, tahan lembab dan air asin, sehingga baik untuk digunakan sebagai bahan baku kertas berkualitas tinggi yang tahan simpan (seperti uang, kertas dokumen, kertas cek) (Sudjindro, 2011).

Serat agave (*Agave sisalana*) atau sisal termasuk dalam kelompok serat daun. Serat sisal yang dibudidayakan di India mengandung 65% α -selulosa, 12% hemiselulosa, dan 9,9% lignin (Badrinath & Senthilvelan 2014). Serat sisal dibentuk oleh sekelompok berkas vascular (*vascular bundles*) yang diikat oleh *wax* dan lignin. Berkas vascular ini terdiri dari jaringan transport yang dikelilingi oleh sel-sel serat (Hulle *et al.* 2015). Serat sisal memiliki karakteristik fisik yang baik yakni kekuatan tarik, porositas, bulk, daya serap, dan daya lipat yang tinggi. Karakter fisik ini yang menjadikan serat sisal sesuai digunakan sebagai bahan baku kertas mata uang (Sudjindro 2011). Tanaman sisal dapat menghasilkan 200–250 daun, dimana masing-masing daun terdiri dari 1.000–1.200 bundel serat yang mengandung 4% serat, 0,75% kutikula, 8% material kering, dan 87,25% air (Mukherjee & Satyanarayana 1986). Sisal mempunyai serat yang keras, kasar, sangat kuat dan berwarna putih kekuningan. Dari 100 kg daun sisal basah dihasilkan serat sekitar 3–4 kg (rendemen 3–4%) (Dahal *et al.* 2003) dan 96–97% berupa biomassa yang belum banyak dieksplorasi manfaatnya.

Sifat kimia, fisik dan termal serat merupakan informasi dasar yang sangat dibutuhkan untuk pemanfaatan serat alam dalam bidang industri. Hal ini berhubungan dengan produk berbahan baku serat ataupun diversifikasi produk serat dimana dalam proses pembuatannya diperlukan data-data mengenai sifat-sifat tersebut. Serat selulosa yang kuat dan mempunyai sifat termal yang baik akan menghasilkan komposit yang baik karena tidak terpengaruh oleh faktor luar seperti suhu dan kelembaban. Serat dengan kandungan lignin yang tinggi akan menghasilkan produk yang

kuat karena lignin menyebabkan sifat struktural yang kaku (Mulyawan *et al.* 2015).

Tiga kelompok serat alam dari tanaman serat buah, serat batang, dan serat daun memiliki karakteristik fisik dan kimia yang berbeda. Identifikasi karakter kimia dari ketiga kelompok serat alam dari tanaman kapas, abaka, dan sisal yang ada di Indonesia belum pernah dilakukan. Oleh karena itu penelitian ini bertujuan untuk memberikan informasi dasar karakteristik kimia ketiga jenis serat tersebut untuk pengembangan pemanfaatannya sebagai bahan baku produk biokomposit dan produk lain yang berbahan baku serat dengan kandungan selulosa tertentu.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Uji Mutu Hasil Balai Penelitian Tanaman Pemanis dan Serat pada bulan Juli hingga September 2017. Ketiga jenis serat tersebut diperoleh dari hasil panen tahun 2017 dengan menggunakan proses penyeratan standar yang diterapkan di Balittas.

Analisis kandungan sampel serat alam dilakukan sesuai SNI. Sampel serat kapas, abaka dan sisal dengan berat masing-masing 100 g dipanaskan dalam oven dengan suhu 105°C selama 4 jam. Tujuan pemanasan ini adalah untuk mengurangi kadar air dan memudahkan proses penggilingan. Selanjutnya masing-masing jenis serat tersebut diperkecil ukurannya sampai dengan 40/60 mesh (lolos 40 mesh tertahan di 60 mesh), dan diperoleh diameter serat 0,25–0,40 mm. Dari sampel serat tersebut kemudian dianalisis kadar (1) abu, (2) sari (ekstrak, Alkohol-Benzena), (3) lignin, (4) holoselulosa, (5) hemiselulosa, (6) alfa selulosa, (7) kelarutan serat dalam air dingin dan air panasserta (8) kelarutan serat dalam natrium hidroksida 1%.

Analisis Kadar Abu

Analisa kadar abu berdasarkan SNI ISO 776:2010 (Badan Standarisasi Nasional 2010). Sampel serat kapas, abaka dan sisal sebanyak

5 gram diabukan dalam tanur pada suhu (525 ± 25)°C selama 3 jam. Kadar abu ditentukan berdasarkan perbandingan berat abu terhadap berat kering sampel. Kadar abu menunjukkan mineral yang tertinggal dalam serat dan secara tidak langsung memberikan efek terhadap sifat fisik serat.

Analisis Kadar Sari (Ekstrak Alkohol-Benzena)

Analisa kadar sari (Ekstrak Alkohol-Benzena) berdasarkan SNI 14-1032-1989 (Badan Standarisasi Nasional 1989b). Sampel serat kering sebanyak 1 g dimasukkan dalam cawan masir 1 G2, kemudian ditutup dengan kertas saring yang dilubangi kecil-kecil untuk selanjutnya dilakukan proses sokletasi. Ekstraksi sokletasi dilakukan selama 6 jam (lima kali siklus per jam) dengan pelarut campuran alkohol-benzena (1:2). Cawan masir yang berisi sampel dikeluarkan dari alat soxhlet, pelarut alkohol-benzena dalam labu ekstrak diuapkan sampai hampir kering, lalu dikeringkan pada suhu 105°C selama 3 jam. Perhitungan kadar sari (Ekstrak Alkohol-Benzena) adalah sebagai berikut:

$$\text{Kadar sari} = a/b \times 100\%$$

Dimana:

a: berat sari dalam labu ekstrak (g)

b: berat contoh kering tanur (g)

Analisis Kadar Lignin

Analisa kadar lignin berdasarkan SNI 0492-2008 (Badan Standarisasi Nasional 2008). Sampel serat sebanyak 5 g diekstraksi dengan campuran alkohol-benzena (1:2) untuk menghilangkan ekstraktif, kemudian dilarutkan dengan asam sulfat 72% untuk menghilangkan karbohidrat. Bagian yang tidak larut dalam asam sulfat 72% (lignin) disaring, dikeringkan dan ditimbang. Perhitungan kadar lignin:

$$\text{Kadar Lignin (x)} = a/b \times 100\%$$

Dimana :

x: nilai kadar lignin (%)

a: berat endapan lignin (g)

b : berat contoh kering oven (g)

Analisis Kadar Holoselulosa

Analisa kadar holoselulosa berdasarkan metode ASTM D1104-56-1978. Sampel serat kering seberat 2 g yang bebas ekstraktif ditimbang dan ditempatkan dalam labu 250 ml dengan kaca arloji penutup. Kemudian ditambahkan 150 ml air distilasi, 0,2 ml asam asetat glasial dingin, dan 1 g NaClO₂ dan ditempatkan dalam penangas air yang dipertahankan suhunya antara 70-80°C. Proses ini dilakukan selama 5 jam, setiap jam ditambahkan 0,22 ml asam asetat glasial dingin dan 1 g NaClO₂ kemudian diaduk dengan magnetic stirrer secara konstan. Setelah 5 jam, labu kemudian diletakkan dalam air dingin sampai suhu labu mencapai 10°C. Larutan yang diperoleh kemudian disaring dengan cawan gelas yang memiliki porositas yang kasar dan telah diketahui beratnya. Residu dicuci untuk menghilangkan ClO₂ dengan 500 ml air distilasi hingga residu berubah dari warna kuning ke putih. Cawan kemudian dioven kering dengan suhu 103 ± 2 °C, kemudian didinginkan dalam desikator dan ditimbang mencapai berat yang konstan. Penghitungan kadar holoselulosa sebagai berikut:

$$\frac{W4-W3}{100 \times W2} \times (100 - W1)$$

Dimana:

W1: Kandungan ekstraktif alkohol-toluen (%)

W2: Berat kering sampel bebas ekstraktif (g)

W3: Berat kering cawan (g)

W4: Berat kering cawan + residu (g)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik kimia serat alam meliputi kandungan komponen kimia penyusun serat yakni selulosa, hemiselulosa, holoselulosa, dan lignin. Holoselulosa merupakan fraksi karbohidrat total dalam serat sebagai komponen struktural penyusun dinding sel yang terdiri atas selulosa dan hemiselulosa. Kadar

komponen kimia tiga jenis serat tersaji pada Tabel 1.

Tabel 1. Kadar komponen kimia serat alam dari tanaman kapas, abaka, dan sisal

Jenis serat	Holoselulosa	Hemiselulosa	Alfa selulosa	Lignin	Pentosan
 (%)				
Buah (Kapas)	93,34	-	98,06	-	1,33
Batang (Abaka)	93,44	31,27	62,17	7,63	19,92
Daun (Sisal)	94,74	25,56	69,18	7,08	21,97

Ketiga jenis serat mempunyai kandungan holoselulosa yang hampir sama, yaitu 93–94%. Serat kapas tidak ditemukan mengandung hemiselulosa, tetapi memiliki kandungan α -selulosa yang jauh lebih tinggi dibandingkan dengan serat abaka dan sisal. Holoselulosa merupakan total fraksi polisakarida dari serat alam yang terdiri atas hemiselulosa dan selulosa, diperoleh melalui penghilangan lignin. α -selulosa adalah bagian dari selulosa yang tahan dan tidak terlarut oleh larutan basa kuat, dan merupakan parameter yang menyatakan kemurnian selulosa, sehingga semakin tinggi kadar α -selulosa maka semakin baik mutu serat (Achmadi 1990). Serat kapas merupakan satu-satunya serat alam yang dapat dikatakan sebagai selulosa murni (kandungan α -selulosa mencapai 95–97%) (Chen 2014), karena terbentuk dari sekelompok sel tunggal dengan dinding sekunder yang komposisi utamanya adalah selulosa (Timpa & Triplett 1993). Selulosa terbentuk karena adanya struktur kristalin (daerah teratur) dan amorf serta beberapa *micro fibril* membentuk *fibril* yang akan membentuk serat selulosa. Selulosa merupakan homopolimer linier yang tersusun dari unit molekul D-glukopiranosayang terikat oleh ikatan 1,4-glikosidik. Rumus molekul selulosa terdiri dari Karbon (C:44,44%), Hidrogen (H:6,17%) dan Oksigen (O:49,39%) (Chen 2014).

Kandungan selulosa serat kapas tergolong tinggi dibandingkan dengan kandungan selulosa serat kapas (*linter*) varietas Delta opal yang hanya 76,91% (Morais *et al.* 2013) dan kapas berwarna yang berkisar antara 74–80% (Teixeira *et al.* 2010). Serat

kapas yang mempunyai kandungan selulosa tinggi berpotensi untuk digunakan sebagai bahan baku menjadikan pulp untuk produk-produk kertas spesial dan untuk industri kimia (Sczostak 2009). Konversi selulosa ke biofuel, misalnya selulotik etanol, masih dalam tingkat penelitian untuk digunakan sebagai sumber energi alternatif (lihat Leão *et al.* 2016). Dengan demikian, serat kapas berpotensi besar untuk dimanfaatkan dalam industri kertas spesial, selain untuk industri tekstil.

Kandungan hemiselulosa dari serat abaka dan sisal terdapat dalam selang kandungan hemiselulosa tanaman yang dilaporkan Abey (2016), sedangkan serat kapas tidak mengandung hemiselulosa. Selulosa dan hemiselulosa adalah dua tipe polimer yang biasanya terdapat pada dinding sel tanaman dan merupakan komponen penting material lignoselulotik alami. Perbedaan antara selulosa dan hemiselulosa terletak pada susunan molekul polisakarida, dimana selulosa adalah molekul polisakarida organik, sedangkan hemiselulosa adalah matriks dari beberapa polisakarida (Abey 2016). Selulosa dan hemiselulosa dalam serat batang dan daun berfungsi memperkuat dinding sel tanaman, oleh karena itu dalam serat buah tidak ditemukan, karena serat kapas terbentuk dari polisakarida organik dari biji kapas yang tidak difungsikan untuk memperkuat dinding sel. Hemiselulosa berperan dalam proses degradasi (termal dan bio degradasi) dan dalam menyerap kelembaban (Saheb & Jog 1999). Kandungan hemiselulosa klon unggul abaka koleksi Balittas (31,27%) relatif lebih tinggi dibandingkan dengan abaka yang dibudidayakan di India yang berkisar 15–19% (Satyanarayana *et al.* 1990; Rowell *et al.* 1997; Taj *et*

al. 2007; Ramadevi *et al.* 2013). Karena kandungan hemiselulosa yang relatif tinggi dari klon abaka koleksi Balittas, maka pemanfaatan serat abaka untuk pulp memerlukan *pre-treatment* dengan senyawa alkali untuk menghilangkan hemiselulosa, sehingga diperoleh serat yang bersifat hidrofobik (Ramadevi *et al.* 2013).

Kandungan lignin serat kapas tidak terdeteksi, karena sangat rendah. Hal ini disebabkan karena serat kapas mempunyai dinding primer dan sekunder, serta didalam serat kapas terdapat lumen sehingga bersifat fleksibel dan elastis (Krakhmalev & Paiziev 2004). Selulosa dan lignin merupakan salah satu kriteria yang menunjukkan kekuatan serat. Selulosa dalam menyusun dinding sel tidak dalam bentuk molekul tunggal namun berbentuk ikatan sekitar 36 molekul selulosa bergabung melalui ikatan hidrogen membentuk seberkas fibril elementer, dan fibril elementer bergabung membentuk kristal linier yang disebut mikrofibril. Mikrofibril bergabung membentuk fibril dan akhirnya terbentuklah serat-serat selulosa (Sjostrom 1993). Lignin menambah ketahanan dinding terhadap tekanan dan mencegah melipatnya mikrofibril selulosa.

Kadar α -selulosa serat sisal lebih besar dari 65% (69,18%) mengindikasikan bahwa serat sisal dapat digunakan sebagai bahan baku pulp dengan kualitas dan rendemen yang tinggi (Fatriasari & Hermiati 2008). Kadar α -selulosa klon sisal koleksi Balittas ini relatif lebih tinggi dibandingkan dengan yang dilaporkan oleh (Srinivasakumar *et al.* 2013) yang menganalisa seratsisal dari klon yang dibudidayakan di India, yaitu mengandung 55–65% selulosa. Akan tetapi (Joseph *et al.* 1999) melaporkan bahwa hasil analisis serat sisal dari klon *Agave-Veracruz* mengandung 85–88% selulosa. Bervariasinya komposisi kimia serat sisal ini diduga disebabkan oleh perbedaan varietas, tempat tumbuh, umur tanaman serta metode pengukuran.

Kadar hemiselulosa serat sisal adalah 25,56%, hemiselulosa yang tinggi akan

mempengaruhi sifat fisik serat antara lain serat akan lebih fleksibel dan elastis serta lebih mudah mengembang karena daya serap airnya lebih tinggi. Sifat ini diperlukan pada proses pembuatan pulp karena serat yang plastis akan menyebabkan terbentuknya luas permukaan yang tinggi, oleh karena itu serat sisal sesuai untuk bahan baku pulp dan kertas (Fatriasari & Hermiati 2008). Kadar lignin serat sisal dalam penelitian ini adalah 7,08%, hal ini sesuai dengan penelitian (Dahal *et al.* 2003) bahwa kadar lignin sisal adalah 7–14%. Lignin berfungsi sebagai perekat untuk mengikat sel-sel dalam dinding sel, selain itu lignin berfungsi memberikan ketegaran pada sel. Kadar lignin serat sisal tergolong rendah (<25%), sehingga sesuai untuk digunakan sebagai bahan baku pembuatan pulp dan kertas. Apabila kadar lignin tinggi maka akan menghambat proses penggilingan dan kertas yang dihasilkan akan bersifat kaku, berwarna kuning dan bermutu rendah. Kadar lignin yang rendah juga menyebabkan kekuatan tarik serat menjadi tinggi (Wardany 2002).

Dinding sel abaka mengandung air (1,4%), lemak dan wax (0,2–3%), pektin (0,5–1%) (Richter *et al.* 2013). Komposisi ini yang menyebabkan serat abaka memiliki sifat fisik yang kuat dan kekuatan tarik yang tinggi. Berdasarkan hasil penelitian (Vijayalakshmi *et al.* 2014) kekuatan tarik serat abaka mencapai 980 N/m² dan modulus elastis (*Young's modulus*) mencapai 41 GPa. Kekuatan tarik dan modulus elastis serat akan meningkat seiring dengan tingginya kandungan selulosa serat. Hal ini berhubungan dengan mikrofibril (penyusun dinding sel serat) dimana serat-serat akan lebih liat jika mikrofibril-mikrofibril mempunyai suatu orientasi spiral pada sumbu serat. Jika mikrofibril-mikrofibril itu terorientasi paralel pada sumbu serat maka serat-serat itu akan kaku, kurang fleksibel dan mempunyai kekuatan tarik tinggi (Mukherjee & Satyanarayana 1986).

Kadar pentosan kapas sangat rendah (1,33%) bila dibandingkan dengan abaka (19,92%) dan sisal (21,97%). Pentosan

merupakan bagian dari hemiselulosa yang terdapat dalam dinding sel. Kadar pentosan yang rendah menyebabkan serat lebih mudah dibentuk secara mekanis dan kontak antar serat dapat lebih sempurna karena lebih elastis. Kandungan pentosan yang terlalu tinggi dapat menyebabkan kerapuhan benang rayon atau turunan selulosa yang dihasilkan (Sjostrom 1993).

Tabel 2. Sifat kimiawi serat kapas, abaka dan sisal

Jenis serat	Kadar abu	Kadar ekstraktif (%)			
		Air dingin	Air panas	NaOH 1%	Alkohol-Benzena
Kapas	1,42	3,48	4,44	5,22	1,66
Abaka	0,73	1,66	3,68	19,61	1,68
Sisal	0,49	2,30	4,41	11,37	0,63

Kadar ekstraktif merupakan hasil dari proses metabolisme sekunder tanaman yang berbeda-beda menurut jenis, tempat tumbuh dan iklim. Zat terlarut dalam alkohol-benzena adalah resin, lemak, lilin dan tanin. Zat terlarut dalam NaOH adalah lignin, pentosan dan heksosan (Fatriasari & Hermiati 2008). Komponen yang terlarut dalam air dingin adalah tanin, gum, karbohidrat dan pigmen. Sedangkan yang terlarut dalam air panas sama dengan yang terlarut dalam air dingin ditambah dengan komponen pati. Zat ekstraktif mempunyai peranan penting terhadap sifat kayu seperti keawetan alami, warna, dan bau. Kandungan zat ekstraktif mempengaruhi kondisi pengolahan pulp karena akan bereaksi dengan bahan kimia pada proses pembuatan pulp (Casey 1980).

Kadar zat ekstraktif serat kapas, abaka, dan sisal tergolong kecil (<5%) sehingga serat kapas, abaka, dan sisal berpotensi digunakan sebagai bahan baku pulp dengan kualitas baik. Kandungan zat ekstraktif yang terlalu tinggi dapat mengganggu proses pembuatan pulp yakni dapat mengganggu penetrasi bahan kimia, menyebabkan noda-noda hitam pada kertas, memperlambat proses delignifikasi serta mengurangi rendemen (Haygreen and Bowyer 1989).

KESIMPULAN

Karakteristik kimia serat yang dihasilkan dari tiga bagian tanaman yakni buah, batang dan daun berbeda, masing-masing jenis serat memiliki karakteristik yang spesifik karena dihasilkan dari proses pembentukan serat yang berbeda. Berdasarkan karakteristik kimia serat kapas, abaka, dan sisal, ketiganya dapat digunakan sebagai sumber bahan baku pembuatan material biokomposit atau material maju lain yang berbasis selulosa dengan kualitas produk yang baik. Agar dapat dikembangkan pemanfaatannya untuk produk material maju lain, seperti nano fiber, diperlukan analisa karakteristik fisik dan dinamik serat-serat tersebut.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih atas bantuan Hasanudin dan Afifudin untuk analisis serat, serta Arini Hidayati Jamil, SP yang telah mempersiapkan bahan serat sangat diapresiasi. Penelitian ini dibiayai dari dana insentif PUI Tanaman Serat.

DAFTAR PUSTAKA

- Abey, SD 2016, *Difference between cellulose and hemicellulose*, Posted on December 26, 2016 (<http://www.differencebetween.com/difference-between-cellulose-and-vs-hemicellulose/>) (diakses pada 15 Oktober 2017).
- Badan Standarisasi Nasional 1989a, Cara uji kadar pentosan pulp kayu, in *SNI 14-1304-1989*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Badan Standarisasi Nasional 1989b, Cara uji kadar sari (Ekstrak Alkohol-Benzena) dalam kayu dan pulp, in *SNI 14-1032-1989*, Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Badan Standarisasi Nasional 1989c, Cara uji kelarutan dalam air dingin dan air panas, in *SNI 01-1305-1989*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Badan Standarisasi Nasional 1990, Cara uji kelarutan kayu dan pulp dalam natrium

- hidroksida 1 %, *in SNI 04-1838-1990*, Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Badan Standarisasi Nasional 2008, Pulp dan kayu cara uji kadar lignin-metode klason, *in SNI 0492-2008*, Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Badan Standarisasi Nasional 2010, Cara uji kadar abu tidak larut asam, *in SNI ISO 776:2010*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Badrinath, R & T Senthilvelan 2014, Comparative Investigation on Mechanical Properties of Banana and Sisal Reinforced Polymer Based Composites, *Procedia Materials Science* 5: 2263–72.
- Balls, W 1965, *The Development and Properties of Rare Cotton*, London: Black Publ.
- Casey, JP 1980, *Pulp and Paper Chemistry and Chemical Technology* Third Edition, New York, Wiley Interscience Publisher Inc.
- Chen, H 2014, Chemical composition and structure of natural lignocellulose, *Biotechnology of Lignocellulose: Theory and Practice*, Springer Link, p:25-71.
- Dahal, KR, Utomo, BI & Brink, M 2003, *Agave Sisalana Perrine*, *in Plant Resources of South-East Asia Fibre Plants*, edited by M Brink & RP Escobin, 17th ed. Leiden: Backhuys Publishers.
- Fatriasari, W & Hermiati, E 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.
- Haygreen, JG & Bowyer, JL 1989, *Forest products and wood science*, Iowa State Univ. Press, 500p.
- Hulle, A, Kadole, P & Katkar, P 2015, Agave Americana leaf fibers, *Fibers* 3(1):64–75, doi:10.3390/fib3010064.
- Jayamani, E, Hamdan, S, Rahman, MR & Khusairy Muhammad, K 2014, Comparative study of dielectric properties of hybrid natural fiber composites, *Procedia Engineering* 97, Elsevier BV: 536–44, doi:10.1016/j.proeng.2014.12.280.
- John, MJ & Thomas, S 2008, Biofibres and Biocomposites, *Carbohydrate Polymers* 71 (3): 343–64. doi:10.1016/j.carbpol.2007.05.040.
- Joseph, K., Romilalo, D, Toledo, F, James-Berira, Sabu, T & Carraldo, LH De 1999, A Review on Sisal Fibre Reinforced Polymeric Composites. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola E Ambiental*.
- Krakhmalev, V & Paiziev, A 2004, Morphological Defects in Cotton Hairs and the Nature of Their Origin, *Journal of Plant Physiology* 161(7): 873–78. doi:10.1016/j.jplph.2004.03.001.
- Leão, DAS, Conceição, MM, Conrado, S Morais, CRS, Souza, AG, Lima, CSS. Silva-Neto, JM & Silva. FLH 2016, Production of Energy—The Second Generation Ethanol and Prospects, *in Drying and Energy Technologies. Advanced Structured Materials*, edited by J. Delgado and Barbosa de Lima A, 63rded. Springer, Cham.
- Lewin, M 2006, *Cotton Fiber Chemistry and Technology*, New York: CRC Press, Taylor and Francis Group.
- Malkapuram, R, Kumar, V & Negi, YS 2009, Recent Development in Natural Fiber Reinforced Polypropylene Composites, *Journal of Reinforced Plastics and Composites*, 28(10):1169–1189.
- Morais, João Paulo Saraiva, Morsyleide De Freitas Rosa, Men De Sá Moreira De Souza Filho, Lidyane Dias Nascimento, Diego Magalhães Do Nascimento, and Ana Ribeiro Cassales 2013, Extraction and Characterization of Nanocellulose Structures from Raw Cotton Linter. *Carbohydrate Polymers* 91(1):229–35, doi:10.1016/j.carbpol.2012.08.010.
- Mukherjee, PS & Satyanarayana, KG 1986, Structure and Properties of Some Vegetable Fibres, *Journal Mater. Science*, 21(1):51–56.
- Ott, E, Spurlin, H & Graffin M, 1954, *Cellulose and Cellulose Derivatives*, New York: Intersci. Pub.
- Pickering, KL, Efendy, MGA, & Le, TM, 2016, A review of recent developments in natural fibre composites and their mechanical performance, *Composites: Part A* 83:98–112.
- Rajesh, M, & Pitchaimani, J, 2016, Dynamic mechanical analysis and free vibration behavior of intra-ply woven natural fiber hybrid polymer composite. *J. Rein. Plas. Comp* 35:228–42.
- Ramadevi, P, Sampathkumar, D, Bennehalli, B & Srinivasa, CV, 2013, Influence of esterification on the water absorption property of single abaca fiber, *Chemical Science Transactions* 2 (2):413–22.
- Richter, S, Stromann, K & Müssig, J 2013, Abacá (*Musa textilis*) grades and their properties—a study of reproducible fibre characterization and a critical evaluation of existing grading

- systems, *Industrial Crops and Products* 42(1): 601–12.
- Rowell, SM, James, SH & Bisen, SS, 1997, Changes of fiber properties during the growing season. *in Paper Composites from Agro-Based Resouces*, edited by RM Rowell, RA Young & JK Rowell, p. 23–36, New York, Lewis Publishers.
- Saheb, DN & Jog, JP 1999, Natural fiber polymer composites: A Review, *Adv. Polym. Technol.* 18:351–363.
- Satyanarayana, KG, Sukumaran, K, Mukherjee, PS, Pavithran, C & Pilla, SGK 1990, Natural fibre-polymer composites, *Cement and Concrete Composites* 12 (2):117–36.
- Sczostak, A 2009, Cotton linters: An alternative cellulosic raw material, *Macromolecular Symposia*, 280:45–53.
- Sjostrom, E 1993, *Wood Chemistry: Fundamentals and Applications*, California: Academic Press.
- Srinivasakumar, P, Nandan, MJ, Kiran, CU & Rao, KP 2013, Sisal and its potential for creating innovative employment opportunities and economic prospects, *IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering* 8(6):1–8, diakses pada 16 Oktober 2017 (www.iosrjournals.org).
- Sudjindro 2011, Prospek serat alam untuk bahan baku kertas uang, *Perspektif*, 10(2):92–104.
- Susheel, K, Kaith, BS & Inderjeet, K 2009, Pretreatments of natural fibers and their application as reinforcing material in polymer composites, A Review, *P. Engg. Sci.*, 49:1253–72.
- Taj, S, Munawar, MA & Khan, S, 2007, Natural fiber-reinforced polymer composites, *in Proc. Pakistan Acad. Sci.*, 44(2): 129-144.
- TAPPI 2001, TAPPI Test Methods, Pentosans in wood and pulp, Atlanta: Technical Association of the Pulp and Paper Industry.
- Teixeira, EM., Corrêa, AC, Manzoli, A, Leite, FL, Oliveira, CR & Mattoso, LHC 2010, Cellulose nanofibers from white and naturally colored cotton fibers, *Cellulose* 17:595–606.
- Timpa, JD & Triplett, BA 1993, Analysis of cell-wall polymers during cotton fiber development, *Planta*, 189:101–8.
- Vijayalakshmi, K, Neeraja ChYK, Kavitha, A & Hayavadana, J 2014, Abaca Fibre, *Transactions on Engineering and Sciences*, 2(9):16–19.
- Wardany, HP 2002, Analisis Sifat kimia dan sifat anatomi kayu mangium (*Acacia mangium* Willd.) dari berbagai provenansi, Bogor: Fakultas Kehutanan-Institut Pertanian Bogor.