

PEMANFAATAN AMPAS TEBU DAN KULIT PISANG DALAM PEMBUATAN KERTAS SERAT CAMPURAN

Allita Yosephine, Victor Gala, Aning Ayucitra^{1*}, Ery Susiany Retnoningtyas²

¹Kelompok Keahlian Rekayasa Proses

²Kelompok Keahlian Teknologi Bioproses

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Widya Mandala

Jalan Kalijudan 37, Surabaya 60114

E-mail: aayucitra@yahoo.com

Abstrak

Kertas serat campuran (atau kertas komposit) merupakan kertas yang terbuat dari dua jenis serat berbeda yang bertujuan untuk memperkuat kertas tersebut. Dalam penelitian ini, *pulp* ampas tebu dan *pulp* kertas koran bekas digunakan untuk membuat kertas serat campuran dengan tujuan aplikasi kertas kemasan. Sebagai *binder*, digunakan kulit pisang yang mengandung pati dan serat. Tujuan penelitian ini adalah untuk mempelajari komposisi *pulp* ampas tebu dan *pulp* kertas koran, serta untuk mengetahui massa *binder* yang digunakan agar dihasilkan kertas serat campuran dengan ketahanan sobek dan kekuatan tarik yang paling sesuai untuk aplikasi kertas kemasan. Proses yang digunakan untuk membuat *pulp* ampas tebu adalah proses *acetosolv*. Kertas serat campuran dibuat dengan variasi komposisi *pulp* ampas tebu dan *pulp* kertas koran dengan perbandingan 0:100, 10:90, 30:70, 50:50, dan 70:30. Selain itu, dilakukan juga variasi konsentrasi *binder* kulit pisang sebanyak 15, 25, 35, 45, dan 55 g/4 L. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kertas serat campuran yang dihasilkan telah memenuhi standar kertas dasar kertas bungkus berlaminasi sesuai SNI 14-6519-2001. Kertas serat campuran yang dibuat dengan komposisi *pulp* ampas tebu 30% dan konsentrasi *binder* 35 g/4 L menghasilkan ketahanan sobek sebesar 4,018 KN/m dan kekuatan tarik sebesar 20,5 N walaupun gramatur kertas lebih besar dari standar yang ditetapkan.

Kata kunci: kertas serat campuran, *pulp* ampas tebu, *binder* kulit pisang, kertas kemasan

Abstract

Mixed fiber paper, also known as composite paper, is a paper made of two different fibers that aims to strengthen the paper. In this study, mixed fiber paper for packaging purposes was made by utilizing bagasse pulp and used newsprint pulp. As a binder, banana peel may be used since it contains starch and fiber. The objectives of this research were to study the effect of bagasse pulp composition and newsprint pulp, as well as to determine the mass amount of binder used in producing mixed fiber paper which has both tear resistance and tensile strength suitable for packaging paper. Mixed fiber paper was made by varying the ratio of bagasse pulp and newsprint pulp as follows: 0:100, 10:90, 30:70, 50:50, 70:30, 90:10, and 100:0. The study also carried out variation in binder concentration from banana skin flour of 15, 25, 35, 45, and 55 g/4 L. As results, mixed fiber papers produced in this study have met the requirement of Indonesia National Standard (SNI) of base paper for wrapping (SNI 14-6519-2001). Mixed fiber paper with composition of 30% bagasse pulp and 35 g/4 L banana peel binder concentration has tear resistance of 4,018 kN/m and tensile strength of 20,5 N, although the grammage of all papers is above the standard.

Keywords: mixed fiber paper, bagasse pulp, banana peel binder, packaging paper

*korespondensi

1. Pendahuluan

Saat ini penggunaan kertas di Indonesia semakin bertambah sehingga penggunaan kayu sebagai bahan baku *pulp* kertas juga meningkat (Pitakasari, 2011). Oleh karena itu, diperlukan bahan alternatif yang dapat digunakan untuk menggantikan peran kayu dalam pembuatan *pulp* kertas, salah satunya adalah ampas tebu.

Ampas tebu memiliki kandungan serat dan hemiselulosa yang tinggi, dimana kedua hal tersebut merupakan syarat utama dalam pembuatan kertas (Sudaryanto dkk., 2002; Witono dan Michaella, 2005; PaperOnWeb, 2010). Ada banyak penelitian yang telah dikembangkan untuk pembuatan *pulp* dan kertas dari ampas tebu, antara lain oleh Sudaryanto dkk. (2002) dan Antaresti dkk. (2004). Sudaryanto dkk. (2002) mempelajari proses pembuatan pulp dari ampas tebu dengan menggunakan jamur *Fusarium solani* dan *Trichoderma viride*, sedangkan Antaresti dkk. (2004) meneliti proses pembuatan *pulp* dari ampas tebu dengan proses organosolv menggunakan larutan pemasak asam asetat dan katalis asam sulfat.

Kertas serat campuran, atau seringkali dikenal dengan istilah kertas komposit, merupakan kertas yang terbuat dari campuran dua macam atau lebih *pulp* kertas dengan bahan lain, seperti polimer dan kertas bekas yang bertujuan untuk meningkatkan nilai guna kertas (Julianti dan Nurminah, 2006). Pembuatan kertas serat campuran merupakan salah satu cara alternatif pembuatan kertas yang akan membantu mengurangi limbah kertas dan terutama mengurangi penggunaan kayu untuk pembuatan kertas. Pada penelitian pembuatan kertas serat campuran ini, bahan baku yang digunakan adalah ampas tebu, sedangkan sebagai campurannya digunakan kertas koran bekas mengingat banyaknya produksi koran per hari yang tentunya akan menimbulkan masalah apabila kertasnya tidak didaur ulang. Metode yang digunakan dalam membuat *pulp* pada proses pembuatan kertas serat campuran ini adalah asetosolv, yaitu proses delignifikasi dengan menggunakan asam asetat (Vazquez dkk., 1997). Metode ini merupakan metode yang ramah lingkungan karena limbah lindi hitamnya mudah didaur ulang. Selain itu, asam asetat adalah salah satu pelarut organik yang tidak berbahaya bagi lingkungan.

Dalam pembuatan kertas serat campuran, umumnya digunakan *binder*

untuk mengikat komponen-komponen penyusun kertas. Dalam penelitian ini, binder yang digunakan berasal dari bahan alami, yaitu kulit pisang. Kulit pisang mengandung pati yang merupakan salah satu komponen penting dari *binder* (Asuncion, 2003).

Tujuan penelitian ini adalah untuk mempelajari pengaruh perbandingan *pulp* ampas tebu dan *pulp* kertas koran serta konsentrasi *binder* dari kulit pisang sehingga dapat diperoleh kertas serat campuran dengan ketahanan sobek dan kekuatan tarik yang paling sesuai untuk diaplikasikan sebagai kertas kemasan.

1.1 Kertas Kemasan

Agar sesuai dengan aplikasinya sebagai bahan baku kertas kemasan, maka kualitas kertas serat campuran dalam penelitian ini diarahkan untuk dapat memenuhi Standar Nasional Indonesia (SNI 14-6519-2001) yaitu sebagai kertas dasar untuk kertas pembungkus berlaminasi plastik. Standar kertas yang diatur dalam SNI 14-6519-2001 dapat dilihat pada Tabel 1 (BSN, 2001). Arah mesin merupakan pengukuran yang dilakukan pada kertas yang searah dengan hasil cetakan kertas, sedangkan silang mesin menunjukkan pengukuran kertas yang dilakukan tegak lurus dari hasil cetakan kertas.

Tabel 1. Karakteristik Kertas Dasar untuk Kertas Pembungkus Berlaminasi Plastik Menurut SNI 14-6519-2001

Karakteristik	Satuan	Persyaratan	
Gramatur	g/m ²	70 ± 2,8	
Tebal	mm	0,110 - 0,142	
Kuat Tarik	Arah Mesin	kN/m	Min 1,96
	Silang Mesin	kN/m	Min 1,63
Ketahanan Sobek	Arah Mesin	mN	Min 392
	Silang Mesin	mN	Min 416
Porositas	mL/menit	Maks 1000	
Kekasaran, WS	mL/menit	Maks 1700	

1.2 Ampas Tebu

Ampas tebu, atau disebut juga dengan bagas, adalah hasil samping dari proses ekstraksi cairan tebu. Ampas tebu sebagian besar mengandung *ligno-cellulose*. Panjang seratnya antara 1,7-2 mm dengan diameter sekitar 20 µm, sehingga ampas tebu ini dapat memenuhi persyaratan untuk diolah menjadi

papan-papan buatan. Serat bagas tidak dapat larut dalam air dan sebagian besar terdiri dari selulosa, pentosan, dan lignin. Hasil analisis serat bagas tercantum dalam Tabel 2 (Sudaryanto dkk., 2002).

Tabel 2. Komposisi Kimia Ampas Tebu

Kandungan	Kadar (%)
Abu	3
Lignin	22
Selulosa	37
Sari	1
Pentosan	27
SiO ₂	3

1.3 Proses *Acetosolv*

Proses *acetosolv* dalam pengolahan *pulp* memiliki beberapa keunggulan, antara lain: bebas senyawa sulfur, daur ulang limbah dapat dilakukan hanya dengan metode penguapan dengan tingkat kemurnian yang cukup tinggi, dan nilai hasil daur ulangnya jauh lebih mahal dibanding dengan hasil daur ulang limbah kraft (Simanjutak, 1994). Aziz dan Sarkanen (1989) menguatkan pernyataan tersebut dengan mengatakan bahwa rendemen *pulp* lebih tinggi, pendauran lindi hitam dapat dilakukan dengan mudah, dapat diperoleh hasil samping berupa lignin dan furfural dengan kemurnian yang relatif tinggi, dan ekonomis dalam skala yang relatif kecil.

Dalam proses pembuatan *pulp* dengan metode *acetosolv*, ada banyak hal yang perlu diperhatikan, mulai dari suhu, waktu pemasakan, konsentrasi asam asetat dan juga konsentrasi katalis yang digunakan. Pada umumnya, proses pembuatan *pulp* dengan metode *acetosolv* dilakukan pada suhu 110°C selama 2-5 jam. Konsentrasi asam asetat yang digunakan sebesar 95%. Katalis yang dipakai dalam proses *pulping* dengan metode *acetosolv* adalah asam klorida (HCl) sebanyak 0,01% (Vazquez dkk., 1997).

1.4 *Binder*

Binder mempunyai pengaruh yang besar pada sifat akhir kertas. Fungsi *binder* antara lain bertindak sebagai pembawa pigmen, pengikat partikel pigmen menjadi satu, mengikat partikel pigmen dengan kertas, memberi sifat alir yang dibutuhkan dan mengontrol absorpsi tinta cetak selama proses cetak pada kertas (PaperOnWeb, 2010). Pati merupakan *binder* yang berasal dari bahan alam dan juga termasuk jenis

perekat dalam. Pati mampu mengikat bahan-bahan penyusun kertas untuk meningkatkan kualitas kertas. Pati ditambahkan dalam pembuatan *pulp* sebelum dibuat menjadi kertas. Pati akan meningkatkan jumlah kertas yang dihasilkan serta keelastisan kertas yang diproduksi. Pati mengisi pori kertas, menghaluskan permukaan kertas, dan mencegah tinta menyebar pada permukaan ketika kertas tersebut ditulis. Pati yang teroksidasi, asam dari modifikasi pati, dan kation dari pati biasa digunakan dalam proses pembuatan kertas, bersama dengan hidroksimetil yang dimodifikasi dan fosfat ester dari pati, untuk meningkatkan kekuatan dan ketebalan dari beberapa jenis kertas, seperti kertas untuk kalender dan kotak karton (Asuncion, 2003).

1.5 Kulit Pisang

Tanaman pisang merupakan salah satu jenis tanaman yang banyak tumbuh di daerah tropis. Kulit pisang mengandung banyak senyawa yang dapat dimanfaatkan. Kandungan dalam pisang dapat dilihat pada Tabel 3. Kandungan pati dalam kulit pisang cukup tinggi, yaitu 12,78% (Emaga dkk., 2007). Dalam penelitian ini, pati yang terdapat dalam kulit pisang akan digunakan sebagai *binder*, sehingga mengurangi limbah dan menaikkan nilai ekonomis dari kulit pisang.

Tabel 3. Kandungan Senyawa Dalam Kulit Pisang

Senyawa	Kandungan (g/100 g berat kering)
Protein	8,6
Lemak	13,1
Pati	12,8
Abu	15,3
Serat total	50,3

2. Metodologi

2.1 Peralatan dan Bahan

Perendaman kulit pisang dan kertas 96koran dilakukan dalam ember 96. Pembuburan kertas 96koran dilakukan dengan blender. Pengecilan ukuran ampas tebu dilakukan dengan *grinder*. Proses delignifikasi dilakukan di dalam labu bundar 2 L dengan jaket pemanas dan dilengkapi dengan motor pengaduk, 96 termometer, dan *bulb condenser*. Proses penyaringan menggunakan *vacuum pump* dan corong Buchner. Kertas serat campuran dibuat

dengan menggunakan cetakan kertas. Peralatan yang digunakan untuk pengujian adalah statif, klem, penjepit, wadah, dan beban pemberat.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi ampas tebu (kadar α -selulosa / KAS = 36,81%, kadar air = 9,67%, dan kadar abu = 6,16%), kertas 97koran (kadar α -selulosa = 83,63%), serta kulit pisang (*Musa 97paradisiaca ABB*) dengan kadar pati = 10,11%. Bahan kimia yang digunakan antara lain asam asetat, asam klorida, etanol teknis, dan natrium tiosulfat pentahidrat. Ampas tebu dan kertas 97koran sebagai bahan baku kertas serat campuran, sedangkan kulit pisang sebagai bahan baku *binder* kertas. Asam asetat digunakan sebagai larutan pemasak dalam proses delignifikasi dengan asam klorida sebagai katalis. Etanol digunakan dalam proses *bleaching* tinta kertas koran bekas, sementara natrium tiosulfat pentahidrat digunakan dalam proses pembuatan *binder*.

2.2 Prosedur Kerja

Tahapan penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut: pembuatan *binder* dari kulit pisang, pembuatan *pulp* ampas tebu, pembuatan *pulp* kertas koran, serta pembuatan dan pengujian kertas serat campuran.

Pembuatan *binder* kulit pisang dilakukan dengan merendam kulit pisang kepok yang telah dipotong kecil dalam larutan natrium tiosulfat. Kulit pisang kemudian dikeringkan dan ditumbuk hingga halus (Direktorat Pengolahan dan Pemasaran Hasil Hortikultura, 2004).

Pembuatan *pulp* ampas tebu dilakukan dengan mencuci ampas tebu terdahulu dan dijemur hingga kering. Ampas tebu kemudian digiling hingga halus. Serbuk ampas tebu dimasukkan dalam labu ukur 2 L sebanyak 60 g bersama dengan asam asetat sebanyak 600 mL dan asam klorida 0,01%. Pemasakan ampas tebu dilakukan pada suhu maksimum 110°C dengan tekanan yang terjadi pada suhu tersebut. Pengadukan dilakukan dengan kecepatan 900 rpm selama 2 jam (Vazquez dkk., 1997). *Pulp* ampas tebu yang dihasilkan disaring dan dibilas dengan aquades. *Pulp*

kemudian direndam dalam etanol selama 24 jam, lalu disaring dan dikeringkan.

Pembuatan *pulp* kertas koran dilakukan dengan merendam kertas koran dalam aquades dan membuburkan kertas koran terlebih dahulu. Setelah itu, kertas koran direndam dalam etanol untuk proses *bleaching* atau penghilangan tinta. *Pulp* kertas koran kemudian disaring dan dikeringkan.

Pembuatan kertas serat campuran dilakukan dengan mencampur *pulp* ampas tebu dan *pulp* kertas koran dengan komposisi massa *pulp* ampas tebu terhadap *pulp* kertas koran sebagai berikut: 0, 10, 30, 50, dan 70%. Campuran *pulp* kemudian dicampur dengan menggunakan blender, sementara itu *binder* kulit pisang dilarutkan dalam air hangat sebanyak 400 mL. Larutan *binder* kulit pisang kemudian dicampur ke dalam bubur *pulp*, kemudian diencerkan hingga volume 4 L. Dilakukan variasi terhadap konsentrasi *binder*, yaitu 15, 25, 35, 45, dan 55 g/4 L. Bubur *pulp* lalu dicetak dengan menggunakan cetakan kertas dan dikeringkan pada suhu ruang sehingga didapatkan lembaran kertas.

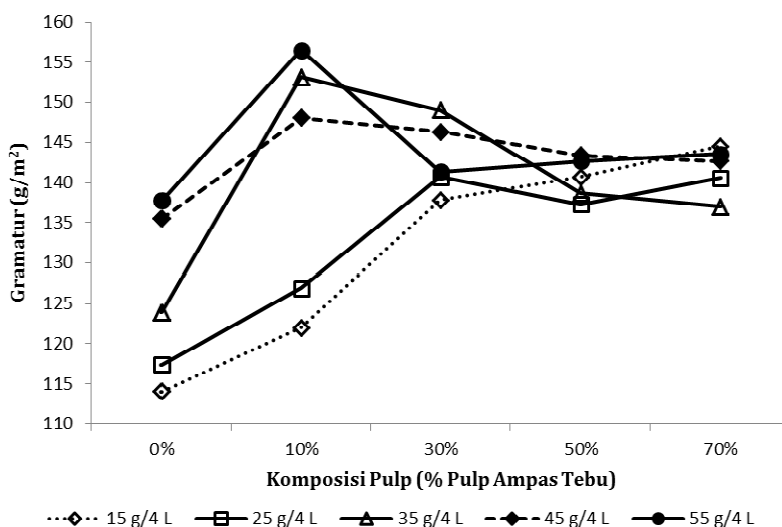
2.3 Pengujian

Pengujian kertas serat campuran dilakukan dengan menentukan gramatur, kuat tarik dan ketahanan sobek kertas. Pengujian gramatur dilakukan menurut SNI ISO:538-2010 (BSN, 2010). Pengujian kuat tarik kertas dilakukan dengan menggunakan modifikasi dari SNI 14-0437-2008 (BSN, 2008). Pengujian ketahanan sobek dilakukan dengan metode Elmendorf yang telah dimodifikasi dari SNI 14-0436-2009 (BSN, 2009).

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Gramatur Kertas pada Berbagai Variasi Komposisi *Pulp* dan Konsentrasi *Binder*

Dari proses pembuatan kertas serat campuran didapatkan gramatur kertas untuk berbagai variasi komposisi *pulp* (*pulp* ampas tebu : *pulp* kertas koran) dan konsentrasi *binder* dari kulit pisang. Data gramatur kertas dapat dilihat pada Gambar 1.



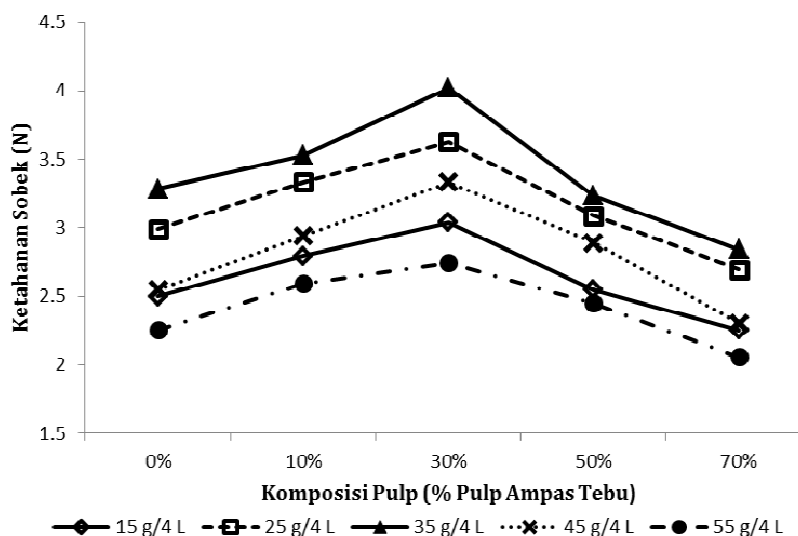
Gambar 1. Gramatur kertas serat campuran pada berbagai komposisi *pulp*

Gramatur merupakan massa kertas dari suatu satuan luas tertentu (BSN, 2010). Dari data yang diperoleh, gramatur kertas serat campuran bervariasi antara 114,0333 – 156,5000 g/m². Gramatur kertas yang bervariasi tersebut disebabkan oleh proses pencetakan kertas yang masih manual sehingga sulit didapatkan gramatur kertas yang konstan. Selain itu, gramatur kertas juga tidak memenuhi SNI 14-6519-2001 untuk kertas dasar kertas bungkus berlaminasi yang memiliki standar sebesar 70 ± 2,8 g/m² (BSN, 2001) serta tidak dapat menghasilkan kertas dalam lembaran tipis karena keterbatasan dalam proses pencetakan. Hal ini berbeda dengan dunia industri, dimana pencetakan kertas dapat diatur melalui

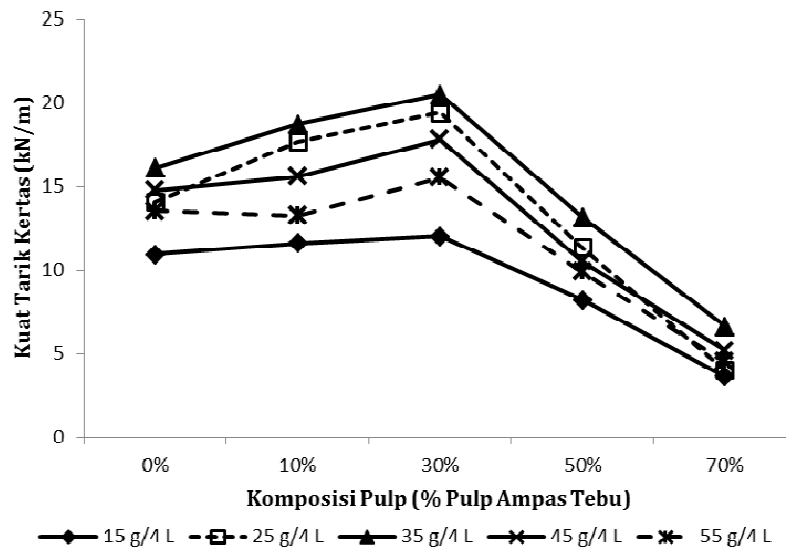
tekanan dan debit tangki keluaran buburan kertas pada alat yang digunakan sehingga kertas dapat dicetak sesuai dengan standar yang ada dan dihasilkan gramatur yang konstan (Julianti dan Nurminah, 2006).

3.2 Pengaruh Komposisi *Pulp* dan Konsentrasi *Binder* Terhadap Ketahanan Sobek dan Kuat Tarik Kertas

Hasil ketahanan sobek dan kuat tarik kertas serat campuran bervariasi pada berbagai komposisi *pulp* dan konsentrasi *binder* dari kulit pisang. Hasil penelitian ketahanan sobek dan kuat tarik kertas serat campuran dapat dilihat pada Gambar 2 dan Gambar 3, secara berurutan.



Gambar 2. Hasil uji ketahanan sobek kertas serat campuran pada berbagai komposisi *pulp*



Gambar 3. Hasil uji kuat tarik kertas serat campuran pada berbagai komposisi pulp

Dari Gambar 2 dan Gambar 3, dapat dilihat bahwa ketahanan sobek dan kuat tarik kertas paling maksimal didapatkan pada saat komposisi pulp ampas tebu 30%. Hal ini disebabkan karena pada kertas dengan komposisi pulp ampas tebu terlalu besar (> 30%), kandungan serat pendek menjadi semakin banyak dibandingkan dengan serat panjang yang berasal dari pulp kertas koran sehingga kertas menjadi lebih rapuh (Stuart, 1996). Pada kertas dengan komposisi ampas tebu terlalu kecil (<30%), kertas juga menjadi lebih rapuh karena kandungan pulp kertas koran menjadi semakin banyak dibandingkan dengan pulp ampas tebu. Serat recycle seperti kertas koran mempunyai *low tensile strength* karena serat telah mengalami proses mekanis yang singkat tetapi berulang menyebabkan rusaknya serat (Kelly, 1989).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa ketahanan sobek dan kuat tarik kertas paling besar pada saat konsentrasi binder sebanyak 35 g. Hal ini disebabkan karena pada saat konsentrasi binder terlalu besar (>35 g), kandungan pati yang terlarut terlalu tinggi, sehingga kertas menjadi lebih keras dan juga getas (PaperOnWeb, 2010). Binder yang digunakan adalah pati dari kulit pisang dimana kandungan amilopektinnya lebih tinggi daripada amilosa (76-81% dan 19-24%, secara berurutan). Semakin tinggi kandungan amilopektin maka *tensile strength*-nya semakin rendah (Kaplan, 1998). Keadaan kertas yang keras dan getas inilah yang menyebabkan kertas menjadi mudah

disobek. Pada konsentrasi binder terlalu rendah (< 35 g), binder pati yang terlarut lebih sedikit, akibatnya pati tidak dapat mengikat selulosa dengan baik dan kertas menjadi lebih rapuh (PaperOnWeb, 2010).

Hasil kertas serat campuran yang didapatkan semua memenuhi standar ketahanan sobek dan kuat tarik menurut SNI 14-6519-2001 untuk kertas dasar kertas bungkus berlaminasi yang memiliki standar minimum 0,416 N untuk ketahanan sobek dan 1,63 kN/m untuk kuat tarik kertas (BSN, 2001).

4. Kesimpulan

Ketahanan sobek dan kuat tarik kertas makin meningkat seiring dengan peningkatan komposisi pulp ampas tebu terhadap pulp kertas koran hingga ketahanan maksimum, yaitu 4,0180 N pada ketahanan sobek dan 20,5 kN/m pada kuat tarik untuk perbandingan 30:70, dan kemudian menurun menjadi 2,8420 N untuk ketahanan sobek dan 6,62 kN/m untuk kuat tarik. Ketahanan sobek kertas serat campuran dari ampas tebu telah memenuhi SNI 14-6519-2001 yang merupakan standar kertas dasar kertas bungkus berlaminasi. Ketahanan sobek dan kuat tarik kertas juga meningkat seiring dengan peningkatan penggunaan binder tepung kulit pisang hingga batas maksimum, yaitu 4,0180 N pada ketahanan sobek dan 20,5 kN/m pada kuat tarik untuk konsentrasi binder 35 g/4L, kemudian menurun.

Daftar Pustaka

- Antaresti; Christina, N.; Selviana, E.; Indrawati, M.; Yosanto, *Organosolv dan Proses Biokimia sebagai Alternatif Proses Pulping yang Ramah Lingkungan*, Prosiding Seminar Nasional Fundamental dan Aplikasi Teknik Kimia, Surabaya, 15 November 2004.
- Asuncion, J., *The Complete Book of Paper Making*, Lark Books: New York, 2003; hal. 29.
- Aziz, S.; Sarkanen, K., Organosolv pulping - A review, *TAPPI Journal*, **1989**, 72(3), 169-175.
- BSN, *Cara Uji Kekuatan tarik dan Daya Regang lembaran Pulp, Kertas dan Karton (Metode Kecepatan Pembebanan Tetap, SNI 14-0437-2008*, 2008.
- BSN, *Kertas: Cara Uji Ketahanan Sobek Metode Elmendorf*, SNI 14-0436-2009, 2009.
- BSN, *Kertas dan Karton - Cara Uji Gramatur*, SNI ISO 536:2010, 2010.
- BSN, *Kertas Dasar untuk Kertas Pembungkus Berlamina Plastik*, SNI 14-6519-2001, 2001.
- Direktorat Pengolahan dan Pemasaran Hasil Hortikultura, *Cara Membuat Tepung Pisang*, Buletin Teknopro Hortikultura, 2004.
- Emaga, T. H.; Andrianaivo, R. H.; Wathélet, B.; Tchango, J. T.; Paquot, M., Effects of the stage of maturation and varieties on the chemical composition of banana and plantain peels, *Food Chemistry*, **2007**, 103(2), 590-600, 2007.
- Julianti, E.; Nurminah, M., *Teknologi Pengemasan*, Bahan kuliah terbuka *Opencourseware*, Universitas Sumatera Utara, 2006.
- Kaplan, D. L., *Biopolymers from Renewable Resources*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg: New York, 1998; hal. 39, 1998.
- Kelly, A., *Concise Encyclopedia of Composite Materials*, Pergamon Press: England, 1989; hal. 217.
- Nguyen, X. T., *Recycling Waste Cellulosic Material with Sodium Sulphide Digestion*, U.S. Patent 5,147,503, 15 Sept 1992.
- PaperOnWeb, <http://paperonweb.com/wood.htm>, (akses 20 September 2010).
- Pitakasari, A. R., *Perusahaan Tak Cemas Krisis di Barat, Kebutuhan Pulp dan Kertas Asia Menguat*, Republika Online, 15 Desember 2011.
<http://www.republika.co.id/berita/ekonomi/bisnis/11/12/15/lw94xx-perusahaan-tak-cemas-krisis-di-barat-kebutuhan-pulp-dan-kertas-asia-menguat> (akses 24 Juni 2012).
- Simanjutak, H. M., *Mempelajari Pengaruh Komposisi Larutan Pemasak dan Suhu Pemasakan pada Pengolahan Pulp Acetosolv Kayu Eucalyptus Deglupta*, Skripsi, Institut Pertanian Bogor, Agustus 1994.
- Stuart, R. C., Development TMP fiber and quality of pulp, *Appita*, **1996**, 49(5), 197-210.
- Sudaryanto, Y.; Antaresti; Wibowo, H., *Biopulping Ampas Tebu Menggunakan Trichoderma viride dan Fusarium solani*, Prosiding Seminar Nasional Fundamental dan Aplikasi Teknik Kimia, Surabaya, 30 September 2002; hal. 163-171.
- Vazquez, G.; Antorrena, G.; Gonzalez, J.; Freire, S.; Lopez, S., Acetosolv pulping of pine wood. kinetic modelling of lignin solubilization and condensation, *Bioresource Technology*, **1997**, 59(2-3), 121-127.
- Witono, J. R.; Michaella, *Pengaruh Pencampuran Serat Pelelah Pisang dan Serat Kertas Koran Bekas terhadap Kualitas Kertas yang Dihasilkan*, Prosiding Seminar Nasional Fundamental dan Aplikasi Teknik Kimia, Surabaya, 27 Juni 2005; hal. 108-113.
- Yung, B. S.; Jeon, Y.; Shin, Y. C.; Kim, D., Effect of mechanical impact treatment on fibre morphology and hand-sheet properties, *Appita*, **2002**, 55(6), 475-479.