

PROSES PEMBUATAN KERTAS DARI KOMBINASI LIMBAH AMPAS TEBU DAN SEKAM PADI DENGAN PROSES SODA

Yuli Ristianingsih^{*1}, Nelli Angreani, and Annisa Fitriani

*Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat,
Jl. A. Yani Km 36, Banjarbaru, Indonesia 70714, Telp. (0511) 4773868
e-mail: ^{*1}risschma.tekim0213@gmail.com*

ABSTRAK

Salah satu limbah yang dapat diolah menjadi bahan baku alternatif pembuatan kertas adalah sekam padi dan ampas tebu. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh komposisi bahan baku (sekam padi dan ampas tebu) terhadap yield pulp yang dihasilkan dan mengetahui karakteristik kertas kombinasi antara sekam padi dan ampas tebu menggunakan proses soda berdasarkan uji SEM dan XRD. Penelitian ini menggunakan proses soda karena cocok untuk bahan baku non wood, biaya operasi murah dan tidak menggunakan senyawa sulfur. Bahan baku kering yang dicampur dengan NaOH dimasak menggunakan autoclave (120°C, 1 atm) selama 60 menit. Pencampuran bahan baku dilakukan pada perbandingan ampas tebu dan sekam padi yaitu 1:3; 1:2; 1:1; 2:1 dan 3:1. Pulp diberi pemutih NaClO 5,25% (v/v), kemudian dicetak dan dikeringkan sebagai produk kertas. Yield pulp terendah diperoleh pada perbandingan 3:1 sebesar 33,48%. Berdasarkan observasi dari SEM diketahui serat sekam padi dan ampas tebu berukuran 5,88-9,8 µm dan 8,82-14,71 µm, sedangkan berdasarkan observasi XRD, chemical treatment dapat meningkatkan karakteristik peak intensity pada sekam padi sebesar 81,67% (selulosa I) dan 89,82% (selulosa II) dan untuk ampas tebu sebesar 75% (selulosa I) dan 67,91% (selulosa II).

Kata kunci : kertas; chemical pulping; proses soda

PENDAHULUAN

Sebagian besar industri kertas di Indonesia memakai kayu yang diperoleh dari hutan sebagai bahan bakunya. Seiring dengan berkembangnya industri kertas dan industri manufaktur yang menggunakan kayu sebagai bahan baku mengakibatkan ketersediaan kayu semakin terbatas dan harganya semakin mahal. Oleh karena itu, untuk mengurangi ketergantungan penggunaan bahan baku kayu pada industri kertas, maka diperlukan bahan baku alternatif pembuatan kertas seperti limbah biomassa. Salah satu limbah biomassa yang dapat dipergunakan sebagai bahan baku pembuatan kertas adalah limbah ampas tebu dan sekam padi. Produksi tanaman padi di Kalimantan Selatan terus meningkat setiap tahunnya. Pada tahun 2013 produksi padi di Kalimantan Selatan mencapai 2.031.029 ton sedangkan untuk produksi tebu di Indonesia mencapai 2.550.991 ton (BPS, 2014, DITJENBUN, 2013). Ampas tebu memiliki

komposisi 26%-43% selulosa, 17%-23% hemiselulosa dan 13%-22% lignin (Shabiri dkk., 2014), sedangkan sekam padi terdiri atas 50% selulosa, 25%-30% lignin, dan 15%-20% silika (Ismail dan Wailuddin, 1996). Limbah ini dapat dimanfaatkan menjadi *pulp* untuk membuat kertas sehingga tidak hanya dapat meningkatkan nilai ekonomisnya tetapi juga dapat mengurangi masalah pencemaran yang ditimbulkan dari limbah pertanian.

Secara garis besar proses pembuatan kertas dengan metode *pulping* meliputi tahap-tahap persiapan bahan baku, *pulping*, defiberasi, pencucian, penyaringan, pemutihan, dan pencetakan. *Pulping* adalah suatu proses dimana kayu atau bahan baku lainnya (yang memiliki kandungan serat) diperkecil ukurannya sehingga menjadi suatu massa serat (Smook, 1994). Proses *pulping* yang optimal untuk serat tanaman non kayu yaitu proses alkali menggunakan NaOH. Namun, untuk mengurangi dampak negatif dari limbah NaOH yang terbuang diperlukan bahan pelarut yang lebih ramah lingkungan (Malo, 2004).

Penelitian tentang pembuatan *pulp* dan kertas sudah banyak dilakukan dengan berbagai variasi bahan baku dan metode. Prabawati dan Wijaya (2008) melakukan penelitian tentang pemanfaatan sekam padi dan pelepah pohon pisang sebagai bahan alternatif pembuatan kertas dengan metode proses soda, kecerahan kertas yang dihasilkan dari pulp sekam padi, pulp pelepah pohon pisang dan pulp campuran secara berturut-turut yaitu kuning, coklat dan kuning tua. Roliadi dan Anggraini (2010) melakukan penelitian tentang pembauatan dan kualitas karton seni dari campuran *pulp* tandan kosong kelapa sawit, *sludge* industri kertas, dan *pulp* batang pisang dengan menggunakan metode semikimia. Hasil yang diperoleh yaitu penambahan *pulp* batang pisang pada TKKS dan *sludge* industri kertas akan menurunkan sifat kekuatan karton. Wibisono dkk., (2011) melakukan penelitian tentang pembuatan pulp dari alang-alang dengan menggunakan metode *asetosolve*, diperoleh hasil berupa kertas berkadar α -selulosa yang tinggi sehingga kertas memiliki daya tarik yang tinggi dan daya hapus yang baik namun memiliki kecerahan yang gelap.

Kertas dari *pulp* beserat panjang memiliki sifat kekuatan yang tinggi, karena seratnya saling mengikat dengan kuat. Namun formasinya kurang karena diantara ikatan antar seratnya terdapat pori-pori kecil yang tidak mungkin terisi oleh serat panjang. Sebaliknya kertas dari *pulp* beserat pendek formasinya akan baik, karena pori-pori yang kecil akan terisi oleh serat pendek, akan tetapi kekuatannya lebih rendah dari pada lembaran yang dibuat dari serat

panjang. Hal ini dikarenakan terlalu banyaknya ikatan dan sambungan pada kertas, untuk memperoleh kedua sifat kekuatan dan formasi yang baik, dapat dilakukan dengan memadukan pemakaian kedua jenis serat atau *pulp* tersebut (Ribowo, 2010).

METODOLOGI PENELITIAN

Bahan Penelitian

Bahan baku penelitian ini berupa sekam padi yang diperoleh dari penggilingan padi di daerah Ratu Elok Banjarbaru Kalimantan Selatan dan ampas tebu dari penggilingan es tebu di Kalimantan Selatan. Bahan yang digunakan untuk proses delignifikasi adalah NaOH, sedangkan bahan pemutih (*bleaching agent*) yang digunakan yaitu NaClO 5.25 % (v/v). Bahan kimia pendukung yang digunakan adalah asam oksalat ($C_2H_2O_4$) dan indikator PP.

Proses Persiapan Bahan Baku

Ampas tebu dan sekam padi dipotong kecil dengan ukuran 500 mm. Bahan tersebut kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 100°C. Pembuatan larutan NaOH dengan konsentrasi 5% (w/v) untuk proses delignifikasi sekam padi dan ampas tebu. Standarisasi konsentrasi larutan NaOH dilakukan dengan metode titrasi menggunakan larutan asam oksalat ($C_2H_2O_4$) yang memiliki konsentrasi yang sama. Indikator yang digunakan adalah indikator PP (± 3 tetes).

Proses Pembuatan *Pulp* Ampas Tebu dan Sekam Padi

Pada penelitian ini, digunakan komposisi loading bahan baku sebesar 25 gram, dengan variasi perbandingan komposisi antara sekam padi dan ampas tebu yaitu 1:3; 1:2; 1:1; 2:1 dan 3:1. Kemudian, bahan baku tersebut dicampur dengan larutan NaOH 5% (375 mL). Kemudian dilakukan pemasakan selama 60 menit dalam *autoclave* (120°C, 1 atm). Dilakukan pendinginan selama 30 menit, kemudian dicuci dengan air bersih yang mengalir (1 L) dan disaring.

Proses Pencetakan *Pulp* Menjadi Kertas

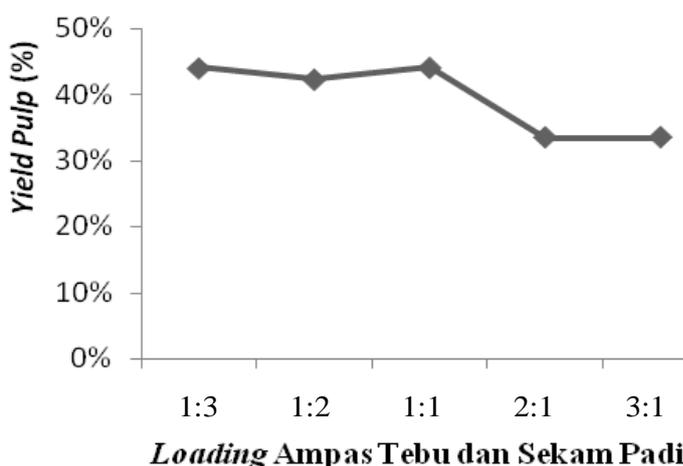
Pulp yang dihasilkan dari proses *chemical pulping* sebelumnya di-*bleaching* terlebih dahulu dengan larutan NaClO 5,25% (300 mL) selama 1 jam. Kemudian dicuci dengan air bersih yang mengalir (1 L) dan disaring. Setelah itu *pulp* yang masih basah dikeringkan dalam oven pada suhu 100°C hingga konstan.

Kemudian *pulp* kering yang dihasilkan dilakukan uji *yield*, SEM dan XRD. Proses dilanjutkan dengan merendam *pulp* kering dalam air dan *pulp* tersebut diletakkan secara merata di atas pencetak (*screen*) berukuran 15x15 cm dengan diameter 70 mikron. Kemudian dilakukan perataan dengan manual *paper press* yang arah penekanannya sejajar. Setelah kadar air berkurang sampai tidak ada air yang menetes dari *screen*, dilakukan proses pengeringan di dalam oven pada suhu 60°C hingga konstan. Kertas yang dihasilkan dilakukan uji kadar air (SNI 08-7070-2005), *yield*, rapat massa, tebal kertas (SNI 14-0435-1998), SEM dan XRD.

PEMBAHASAN

Pengaruh Komposisi Loading Ampas Tebu dan Sekam Padi Terhadap *Yield*

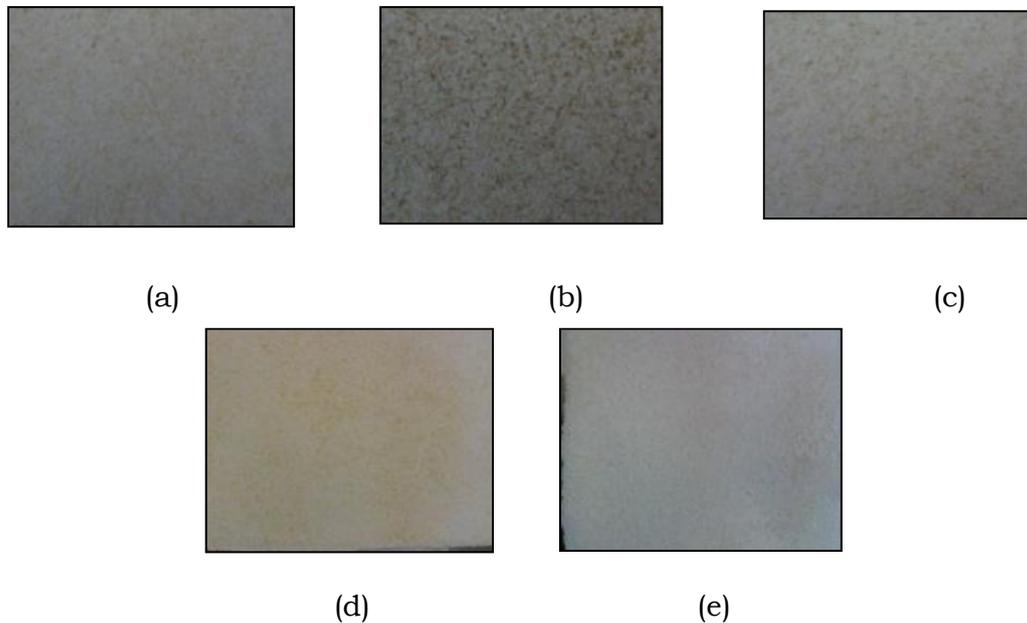
Pada tahap ini digunakan konsentrasi NaOH 5% dengan waktu pemasakan 60 menit yang merupakan kondisi operasi terbaik berdasarkan hasil sebelumnya. Produk yang dihasilkan dari variasi komposisi *pulp* dihitung besar *yield* (%) dan rapat massa (g/cm³) untuk mengetahui struktur morfologi kertas dan pengaruhnya terhadap kertas yang dihasilkan. *Yield* yang dihasilkan dengan variasi perbandingan komposisi/rasio *loading* ampas tebu dan sekam padi sebesar 1:3; 1:2; 1:1, 2:1 dan 3:1 dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Hubungan komposisi *loading* ampas tebu dan sekam padi terhadap *yield* pada t = 60 menit dan NaOH 5% (w/v)

Dari Gambar 1 dapat dilihat bahwa *yield pulp* terbesar diperoleh pada komposisi *loading* 1:3; 1:2 dan 1:1 secara berturut-turut sebesar 44%; 42,28% dan 44,08%. Sedangkan *yield pulp* terkecil diperoleh pada komposisi *loading* 3:1 dan 2:1 sebesar 33,44% dan 33,48%. *Yield* terkecil diperoleh karena banyaknya

lignin yang lepas dari serat selulosa dan menyebabkan mengecilnya massa *pulp* yang diperoleh. Semakin banyak penambahan sekam padi maka semakin besar *yield* yang dihasilkan. Sehingga dapat disimpulkan bahwa penambahan *pulp* sekam padi dapat meningkatkan besarnya *yield* yang dihasilkan. Tahapan variasi *loading* tersebut menghasilkan 5 jenis kertas sebagai berikut:



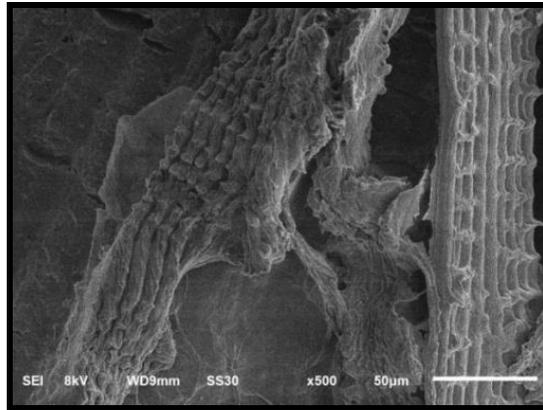
Gambar 2. Kertas dengan komposisi *loading* ampas tebu dan sekam padi pada $t = 60$ menit dan NaOH 5% (w/v) pada perbandingan (a) 1:3; (b) 1:2; (c) 1:1; (d) 2:1 dan (e) 3:1

Dari Gambar 2. dapat diamati bahwa kertas dengan perbandingan yang banyak mengandung sekam padi, yaitu 1:3 dan 1:2 menghasilkan kertas yang berwarna coklat kekuningan dan permukaannya lebih kasar. Hal ini dikarenakan sekam padi memiliki kandungan *lignin* yang lebih tinggi daripada ampas tebu. *Lignin* dapat mempengaruhi warna dan kekasaran permukaan kertas yang dihasilkan. Sedangkan kertas yang dihasilkan dengan perbandingan komposisi ampas tebu yang lebih besar, yaitu 2:1 dan 3:1 berwarna lebih terang dan permukaannya lebih halus. Semakin banyak komposisi ampas tebu yang digunakan maka semakin terang warna kertas dan semakin halus permukaan kertas yang dihasilkan.

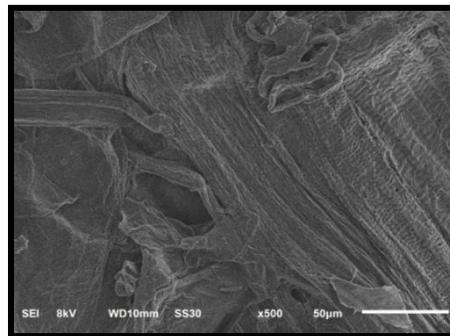
Karakterisasi Produk Kertas dengan Perbandingan Komposisi *Loading* Ampas Tebu dan Sekam Padi

Analisis SEM (*Scanning Electron Microscope*) digunakan untuk mengetahui struktur morfologi dari kertas sekam padi dan kertas ampas tebu serta kertas

kombinasi antara ampas tebu dan sekam padi. Proses pemasakan dengan NaOH dapat menghilangkan kandungan dari komponen-komponen yang mengikat selulosa pada bahan baku. Pada Gambar 3 dan 4 dapat dilihat serat dari kertas sekam padi dan kertas ampas tebu setelah pemasakan dengan NaOH.



Gambar 3. SEM *image* dari kertas sekam padi setelah proses pemasakan

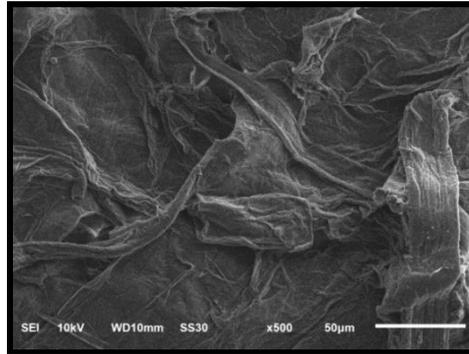


Gambar 4. SEM *image* dari kertas ampas tebu setelah proses pemasakan

Berdasarkan Vasiliev dan Morozov, (2001) sekam padi memiliki ukuran diameter sekitar 5-15 μm . Sedangkan menurut Shabiri dkk., (2014) ampas tebu memiliki serat dengan panjang 1,7-2 mm dengan diameter sekitar 20 μm . Dari beberapa lokasi pada Gambar 3 dapat dilihat serat sekam padi memiliki diameter sekitar 5,88-9,8 μm . Serat ampas tebu mempunyai ukuran serat yang lebih besar dari serat sekam padi dapat diketahui pada Gambar 4, yaitu sekitar 8,82-14,71 μm . Namun, pada daerah lainnya serat-serat tersebut terpisah akibat proses pemasakan.

Gambar 5 berikut menunjukkan morfologi dari kertas kombinasi antara ampas tebu dan sekam padi. Serat sekam padi pada kertas ini terlihat jelas,

sehingga dapat disimpulkan bahwa penambahan sekam padi mempengaruhi struktur morfologi kertas yang dihasilkan.

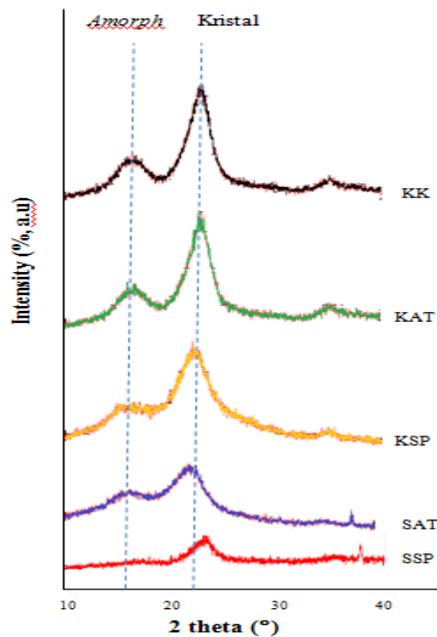


Gambar 5. SEM image dari kertas kombinasi ampas tebu dan sekam padi setelah proses pemasakan

Karakteristik *intensity peak* sebagai struktur kristalin pada selulosa dapat dibagi menjadi 2, yaitu selulosa I ($16,5^\circ$) dan selulosa II ($22,8^\circ$) (Zhou dkk, 2009). Sekam padi dan ampas tebu yang mengandung serat selulosa di dalam struktur penyusunnya mempunyai karakteristik *peak* pada $2\theta = 16,5^\circ$, $22,8^\circ$. Dari Tabel 1 dan Gambar 6 dapat dilihat bahwa sekam padi, ampas tebu, kertas sekam padi, kertas ampas tebu dan kertas kombinasi sekam padi dan ampas tebu mempunyai karakteristik *peak* pada $2\theta = 16,5^\circ$ dan $22,8^\circ$, tetapi mempunyai intensitas yang berbeda.

Tabel 1. Intensitas karakterisasi *peak* pada sekam padi, ampas tebu dan jenis produk kertas

Sampel	Karakterisasi <i>peak</i>	
	Selulosa I ($16,5^\circ$)	Selulosa II ($22,8^\circ$)
Kertas kombinasi	111	414
Kertas ampas tebu	88	321
Kertas sekam padi	60	285
Ampas tebu	22	103
Sekam padi	11	29

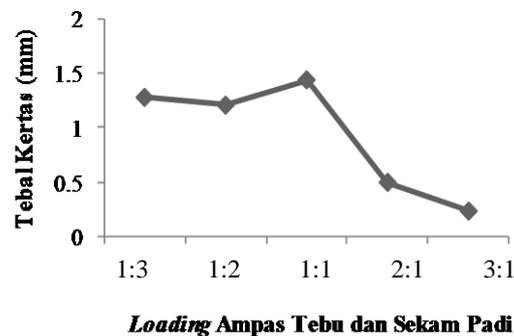


Gambar 6. X-Ray diffraction kertas kombinasi sekam padi dan ampas tebu (KK) dengan NaOH 5% (w/v), kertas ampas tebu (KAT) dengan NaOH 5% (w/v), kertas sekam padi (KSP) dengan NaOH 5% (w/v), serbuk ampas tebu (SAT) dan serbuk sekam padi (SSP)

Struktur kristalin dari selulosa pada dinding sel dapat mempengaruhi properti produk yang dihasilkan, selulosa merupakan parameter yang menentukan kekuatan dari serat (Vainio, 2007). Dari Gambar 6 untuk sekam padi setelah proses pemasakan dengan NaOH menunjukkan peningkatan intensitas sebesar 81,67% (selulosa I) dan 89,82% (selulosa II), sedangkan untuk ampas tebu peningkatan intensitas sebesar 75% (selulosa I) dan 67,91% (selulosa II). Hal ini disebabkan oleh hilangnya kandungan lignin dan hemiselulosa (Maeda, *et al.*, 2011; Kim and Holtzaple, 2006). Selain itu, proses pemasakan dengan alkali dapat meningkatkan jumlah selulosa karena *treatment* dengan alkali dapat merestrukturisasi *amorphous cellulose* menjadi *crystalline cellulose* (Zhou dkk., 2009). Selulosa I dengan karakteristik *peak amorph* merupakan struktur selulosa dalam material yang memiliki keteraturan rendah (tidak teratur) dan selulosa II dengan karakteristik *peak kristal* merupakan struktur selulosa dalam material yang memiliki keteraturan tinggi (teratur). Kertas dari bahan baku campuran ampas tebu dan sekam padi semakin meningkatkan intensitasnya, untuk selulosa I sebesar 45,95% dan selulosa II sebesar 31,16%, hal ini dipicu oleh serat ampas tebu yang

mempunyai intensitas yang cukup tinggi yaitu sebesar 88% (selulosa I) dan 321% (selulosa II). Sehingga dapat disimpulkan bahwa penambahan ampas tebu pada proses pembuatan kertas dari sekam padi dapat meningkatkan sifat kristalinitas dari kertas.

Pengukuran tebal kertas untuk mengetahui dimensi kertas, yaitu volume kertas yang dihasilkan dari setiap variasi komposisi antara sekam padi dan ampas tebu. Pengukuran dilakukan sebanyak 5 bagian dengan ukuran 10 x 10 cm dan dipilih bagian kertas yang terbaik, dimana setiap bagian dilakukan pengukuran tebal sebanyak 1 kali. Hasil pengukuran tebal kertas kombinasi pada perbandingan 1:3; 1:2; 1:1; 2:1 dan 3:1 secara berturut-turut yaitu 1,281 mm; 1,21 mm; 1,441 mm, 0,505 mm dan 0,243 mm. Gambar 7 menunjukkan pengukuran tebal kertas pada tiap variasi komposisi.

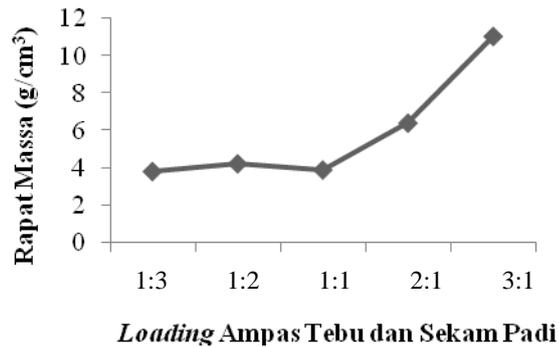


Gambar 7. Hubungan komposisi *loading* ampas tebu dan sekam padi terhadap tebal kertas pada $t = 60$ menit dan NaOH 5% (w/v)

Berdasarkan Gambar 7 dapat diketahui bahwa tebal kertas pada variasi komposisi *loading* tidak seragam, hal ini dikarenakan proses pencetakan kertas yang dilakukan secara manual. Kertas yang dihasilkan dari campuran *pulp* yang banyak mengandung sekam padi lebih tebal daripada kertas yang hanya sedikit mengandung sekam padi, karena serat pada sekam padi merupakan serat kasar sehingga dapat mempengaruhi kualitas kertas berdasarkan tebal maupun permukaan kertas.

Pengukuran rapat massa (ρ , g/cm³) bertujuan untuk mengetahui kerapatan kertas yang dihasilkan. Semakin besar rapat massa kertas maka semakin kuat kertas yang dihasilkan karena susunan serat dan struktur pada kertas tersebut lebih rapat. Hasil pengukuran rapat massa kertas kombinasi pada perbandingan 1:3; 1:2; 1:1; 2:1 dan 3:1 secara berturut-turut yaitu 3,85

g/cm^3 ; $4,26 \text{ g/cm}^3$; $3,93 \text{ g/cm}^3$; $6,42 \text{ g/cm}^3$ dan $11,03 \text{ g/cm}^3$. Rapat massa dari produk kertas yang dihasilkan dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Hubungan komposisi *loading* ampas tebu dan sekam padi terhadap rapat massa (g/cm^3)

Berdasarkan Gambar 8 nilai rapat massa (ρ) pada berbagai variasi komposisi bahan baku (ampas tebu:sekam padi) adalah $3,85 \text{ g/cm}^3$; $4,26 \text{ g/cm}^3$; $3,93 \text{ g/cm}^3$; $6,42 \text{ g/cm}^3$ dan $11,03 \text{ g/cm}^3$. rapat massa (ρ) terkecil diperoleh pada komposisi *loading* ampas tebu dan sekam padi 1:3 (6,25 g : 18,75 g) sebesar $3,85 \text{ g/cm}^3$ dan rapat massa terbesar diperoleh pada komposisi *loading* ampas tebu dan sekam padi 3:1 (18,75 g : 6,25 g) sebesar $11,03 \text{ g/cm}^3$. Berdasarkan perolehan *yield pulp* dan hasil uji tebal kertas dan rapat massa dapat disimpulkan bahwa kertas terbaik yang dihasilkan pada penelitian ini adalah pada perbandingan 3:1. Penambahan ampas tebu juga dapat memperbaiki kerapatan kertas yang dihasilkan, sehingga pada perbandingan 3:1 diperoleh rapat massa paling tinggi dibandingkan komposisi lainnya.

KESIMPULAN

Hasil penelitian dan pengujian kertas kombinasi ampas tebu dan sekam padi ini dapat disimpulkan bahwa pembuatannya dapat menggunakan proses soda dengan kondisi operasi konsentrasi NaOH 5%, suhu 120°C , tekanan 1 atm selama 60 menit.

Kadar air yang dimiliki oleh sekam padi dan ampas tebu masing-masing adalah sebesar 6,38% dan 9,27%. Yield pulp yang diperoleh pada kertas dari bahan baku sekam padi dan kertas dari ampas tebu sebesar 45,44% dan 35,36%. Sedangkan berdasarkan pada variasi *loading* komposisi 3:1 untuk ampas tebu dan sekam padi yaitu 33,48%.

Berdasarkan observasi dari SEM diketahui serat sekam padi dan ampas tebu sebelum chemical treatment masih terikat dengan lignin dan setelah

chemical treatment didapatkan serat sekam padi dan ampas tebu berukuran 5,88-9,8 μm dan 8,82-14,71 μm .

Berdasarkan observasi XRD, chemical treatment dapat meningkatkan karakteristik peak intensity pada sekam padi sebesar 81,67% (selulosa I) dan 89,82% (selulosa II) dan untuk ampas tebu sebesar 75% (selulosa I) dan 67,91% (selulosa II).

Saran yang diberikan untuk kelanjutan dari penelitian ini sebaiknya penelitian menggunakan bahan baku berserat pendek yang lain untuk di-*blending* dengan ampas tebu dan menggunakan *bleaching agent* yang lebih ramah lingkungan seperti hidrogen peroksida yang cukup baik untuk memutihkan kertas, meskipun derajat putih yang dihasilkan kecil.

DAFTAR PUSTAKA

- Bahari, N. 1995. *Kertas Seni Sebagai Media Ekspresi Murni* [Online]. Available: <http://www.geocities.com/kertasseni/index.htm> [Accessed 18 Mei 2014].
- BPS. 2014. *Produksi Padi, Jagung dan Kedelai (Angka Sementara Tahun 2013)*. Berita Resmi Statistik No. 22/03/ Th. XVII, 3 Maret 2014.
- Dewi Tri Kurnia., Dandy dan Wahyu Akbar. 2010. *Pengaruh Konsentrasi Naoh, Temperatur Pemasakan, Dan Lama Pemasakan Pada Pembuatan Pulp Dari Batang Rami Dengan Proses Soda*. *Jurnal Teknik Kimia*, Vol. 17, No. 2. Palembang: Universitas Sriwijaya.
- DITJENBUN. 2013. *Produksi Tebu Menurut Provinsi di Indonesia, 2009 - 2013*.
- Gunawan Adi., Dessy Endiana Sihotang dan M. Yusuf Thoha. 2012. *Pengaruh Waktu Pemasakan dan Volume Larutan Pemasak Terhadap Viskositas Pulp Dari Ampas Tebu*. *Jurnal Teknik Kimia*, Vol. 18, No. 2. Palembang: Universitas Sriwijaya.
- Ismail, M. S dan Wailuddin, A. M. 1996. *Effect of Rice Husk Ash on High Strength Concrete*. *Construction and Building Materials*, Vol 10 (1): 521-526.
- Jayanudin. 2007. *Pemanfaatan Pulp Eceng Gondok Sebagai Alternatif Bahan Baku Kertas dengan Proses Soda*. Lampung: Universitas Lampung.
- Malo, B. A. 2004. *Membuat Kertas Dari Pelepah Pisang*. Yogyakarta: Kanisius.
- Prabawati, S. Y dan Wijaya, A. G. 2008. *Pemanfaatan Sekam Padi Dan Pelepah Pohon Pisang Sebagai Bahan Alternatif Pembuatan Kertas Berkualitas*. *Aplikasia*, IX. No. 1, hal: 44-56.
- Purnawan., dan Wantini. 2012. *Pemanfaatan Limbah Ampas Tebu Untuk Pembuatan Kertas Dekorasi Dengan Metode Organosolv*. *EKOSAINS*, IV. No. 2.
- Ribowo, C. A. 2010. *Kertas Medium (Corrugating Papper)*. Bandung: Akademi Teknologi Pulp dan Kertas.
- Roliadi, H dan Anggraini, D. 2010. *Pembuatan dan Kualitas Karton Seni dari Campuran Pulp Tandan Kosong Kelapa Sawit, Sludge Industri Kertas, dan Pulp Batang Pisang*. Vol. 28. No. 4, 305-321.

- Saleh Abdullah., Meilina M.D.. Pakpahan dan Nowra Angelina. 2009. *Pengaruh Konsentrasi Pelarut, Temperatur dan Waktu Pemasakan Pada Pembuatan Pulp dari Sabut Kelapa Muda*. Jurnal Teknik Kimia, Vol. 16, No. 3. Palembang: Universitas Sriwijaya.
- Shabiri, Akhmad Nadji., Ritonga., Rizky Salam., S, M. Hendra dan Ginting. 2014. *Pengaruh Rasio Epoksi/ Ampas Tebu dan Perlakuan Alkali pada Ampas Tebu terhadap Kekuatan Bentur Komposit Partikel Epoksi Berpengisi Serat Ampas Tebu*. Jurnal Teknik Kimia USU. Vol. 3, No. 3.
- Smook, G. A. 1994. *Handbook for Pulp and Paper Technologists*. Vancouver. Angus Wilde Publications Inc.
- Vainio, Ulla. 2007. *Characterisation Of Cellulose- And Lignin-Based Materials Using X-Ray Scattering Methods*. Finlandia: Helsinki University Printing House.
- Vasiliev, V.V dan Morozov, E. 2001. *Mechanics and Analysis of Composite Materials*. Elsevier. ISBN: 0080536050, 97800805360567.
- Wibisono, I., Leonardo, H., Antaresti dan Aylilianawati. 2011. *Pembuatan Pulp dari Alang-Alang*. Widya Teknik, 10. No. 1, hal: 11-20.
- Zulfikar, M., Kumalaningsih, S dan Wijana, S. 2011. *Teknologi Produksi Pulp dari Serat Daun Nenas (Kajian Variasi Pelarut CAO, Suhu dan Waktu Pemasakan)*.