

THE PAPER CHARACTERISTICS FROM COMBINATION OF RICE HUSKS AND EMPTY FRUIT BUNCHES

Yuli Ristianingsih^{*}, Hero Islami, Muhammad Sarwani

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat
Jl. A. Yani Km 36, Banjarbaru, Indonesia 70714, Telp. (0511) 4773868

^{*}Email corresponding author: risschma.tekim0213@gmail.com

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p><i>Article history:</i> Received:15-08-2017 Received in revised form: 20-08-2017 Accepted: 28-08-2017 Published: 14-10-2017</p> <hr/> <p><i>Keywords:</i> Rice husk Empty fruit bunches Chemical pulping Soda process</p>	<p><i>Rice husk and empty fruit bunches are agricultural and plantation wastes which have fiber cellulose and hemicellulose, it can be converted to pulp and paper. This research aims to study the effect of NaOH concentration (2, 4, 6 and 8% w/v) and raw material composition to pulp yield and to study characteristics of the paper combination of rice husk and empty fruit bunches using soda process based on SEM and XRD analysis. This research using soda process because it is suitable for non-wood raw materials, low cost operations and not use sulfur compounds. Dry raw materials are mixed with NaOH and digesting using autoclave (100 °C, 1 atm) for 60 minutes. NaOH concentration optimum used in the pulping process a combination rice husk and empty fruit bunches (1:3, 1:2, 1:1, 2:1 and 3:1) and then cooled for 30 minutes. Pulp is bleached with NaClO 5.25% (v / v), then formed and dried as paper. The lowest pulp yield obtained in a ratio of 2: 1 is 27.6%. Based on the observation of SEM known the fiber of rice husk and empty fruit bunches is 5.88 to 9.8 μm and 8.82 to 14.71 μm, while based on XRD observations, chemical treatment can improve the characteristic of peak intensity on paper combination. The highest advances of peak intensity in the 1:3 ratio is 71.28% (cellulose I) dan 83.33% (cellulose II).</i></p>

KARAKTERISTIK KERTAS DARI KOMBINASI SEKAM PADI DAN TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT

Abstrak- Sekam padi dan tandan kosong kelapa sawit merupakan limbah hasil pertanian yang mengandung selulosa dan hemiselulosa yang dapat dikonversi menjadi pulp dan kertas. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi NaOH (2, 4, 6, dan 8% w/v) dan komposisi loading bahan baku terhadap yield pulp yang dihasilkan serta mengetahui karakteristik kertas menggunakan proses soda berdasarkan uji SEM dan XRD. Penelitian ini menggunakan proses soda karena cocok untuk bahan baku non wood, biaya operasi rendah dan tidak mengandung sulfur. Bahan baku kering yang dicampur dengan NaOH dilakukan proses pulping dengan suhu 100°C selama 60 menit. Konsentrasi NaOH optimum digunakan pada pembuatan pulp variasi komposisi loading sekam padi dan tandan kosong kelapa sawit (1:3; 1:2; 1:1; 2:1 dan 3:1) kemudian didinginkan selama 30 menit. Pulp diberi pemutih NaClO 5,25% (v/v), kemudian dicetak dan dikeringkan sebagai produk kertas. Yield pulp terendah diperoleh pada perbandingan 2:1 sebesar 27,6%. Berdasarkan observasi dari SEM diketahui bahwa serat sekam padi dan tandan kosong kelapa sawit berukuran 5.88 to 9.8 μm and 8.82 to 14.71 μm, sedangkan berdasarkan observasi XRD, chemical treatment dapat meningkatkan karakteristik peak intensity pada kertas campuran. Kenaikan intensitas tertinggi pada perbandingan 1:3 sebesar 71,28% (selulosa I) dan 83,33% pada selulosa II.

Kata kunci: kertas, sekam padi, tandan kosong sawit, *chemical pulping*, proses soda

PENDAHULUAN

Produksi kertas di Indonesia meningkat setiap tahunnya. Pada tahun 2017, kebutuhan *pulp* dan kertas di Indonesia diperkirakan menjadi 17 ton. Menurut *compounded annual growth rate* (CAGR) pertumbuhan kebutuhan pulp dan kertas secara global mengalami peningkatan 2,6% setiap tahun (APKI, 2013). Peningkatan produksi kertas di Indonesia seiring dengan tingkat kebutuhan kertas dalam negeri. Kebutuhan *pulp* dan kertas dalam negeri mencapai 7,3 juta ton per tahun dan 10,7 ton per tahun. Asosiasi *Pulp* dan Kertas Indonesia (APKI) menargetkan produksi *pulp* dapat mencapai 20,4 juta ton/tahun dan kertas sebesar 19,8 juta ton/tahun pada tahun 2020. Peningkatan produksi kertas akan membutuhkan ketersediaan bahan baku pembuatan kertas yang cukup banyak yaitu serat dan kayu. Eksploitasi kayu secara berlebihan sebagai bahan baku pembuatan kertas dapat merusak lingkungan yang nantinya akan memberikan dampak negatif bagi kehidupan manusia. Untuk mengatasi permasalahan lingkungan akibat dari eksploitasi kayu secara berlebihan maka diperlukan bahan baku pembuatan kertas alternatif yang ramah lingkungan seperti limbah biomassa. Salah satu limbah biomassa yang dapat dipergunakan sebagai bahan baku pembuatan kertas adalah limbah sekam padi dan tandan kosong sawit karena memiliki kandungan selulosa yang tinggi. Produksi kelapa sawit di Kalimantan selatan setiap tahun selalu meningkat. Pada tahun 2012 produksi kelapa sawit di Kalimantan selatan mencapai 1.060.919 ton dan meningkat menjadi 1.148.517 ton pada tahun 2013 (BKPM, 2014), sedangkan untuk limbah tandan kosong kelapa sawit yang dihasilkan berkisar 20-23% dari jumlah panen tandan buah sawit (TBS) (Widiawati dan Kusuma, 2012). Produksi padi yang dihasilkan pada tahun 2013 sebesar 2.031.029 ton dan pada tahun 2014 sebesar 2.094.592 ton atau mengalami kenaikan sebesar 63.563 ton (BPS, 2015), sedangkan untuk sekam padi yang dihasilkan adalah 17% dari gabah kering yang digiling (GKG) (Prawabati dan Wijaya, 2008). Banyaknya limbah tandan kosong kelapa sawit dan sekam padi tersebut sangat berpotensi untuk dijadikan bahan alternatif dan juga limbah tandan kosong kelapa sawit mengandung 41,30-46,50 % selulosa, 25,30-33,80% hemiselulosa dan 27,60-32,50% lignin, sedangkan sekam padi terdiri atas 50% selulosa, 18,47% hemiselulosa dan 25%-30% lignin (Shabiri dan Nadji, 2014). 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 dilakukan melalui 2 tahap, tahap pembuatan *pulp* dan proses *bleaching*. Ada beberapa metode untuk pembuatan *pulp* yang merupakan proses pemisahan selulosa dari senyawa pengikatnya, terutama lignin yaitu secara mekanis, semikimia dan kimia. Pada proses secara kimia ada beberapa cara tergantung dari larutan pemasak yang digunakan, yaitu proses sulfit, proses sulfat, proses kraft dan lain-lain. Tahap pembuatan *pulp* atau proses *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). Proses *bleaching* pada pembuatan kertas berguna untuk memutihkan *pulp*, selain itu juga dapat menghilangkan lignin yang masih tersisa dari proses pemasakan sebelumnya serta hemiselulosa yang terkandung dalam *pulp* sehingga warna kertas yang dihasilkan menjadi lebih putih (Jayanudin, 2007). Tahap akhir yaitu membentuk *pulp* menjadi kertas dengan sedikit atau tanpa perekat dan mencetaknya sesuai dengan bentuk pada desain yang telah dibuat. Pencetakan dimulai setelah *pulp* siap dengan menyatukan kedua cetakan/ bingkai secara bersamaan (bingkai dengan *screen* berada di bawah, sedangkan bingkai kosong berada di atas), kemudian dimasukkan dalam bak berisi bubur kertas sampai tenggelam. Cetakan kosong diangkat dan cetakan yang dilengkapi saringan dengan *pulp* di atasnya, dijemur di bawah terik matahari dengan posisi mendatar (Niawati dkk, 2013).

Penelitian tentang pembuatan *pulp* dan kertas sudah banyak dilakukan dengan berbagai variasi bahan baku dan metode sebagai contoh pemanfaatan sekam padi dan pelepah pohon pisang sebagai bahan baku kertas (Prabawati dan Wijaya, 2008) selain itu (Roliadi dan Anggraini, 2011) juga melakukan penelitian pembuatan pulp berbahan baku tandan kosong kelapa sawit, *sludge* industri kertas, dan 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 haps yang baik namun memiliki kecerahan yang gelap.

Perpaduan komposisi bahan baku antara serat panjang dan serat pendek dapat meningkatkan kualitas produk kertas yang dihasilkan. Kertas dari *pulp* beserat panjang memiliki sifat kekuatan tarik yang tinggi, karena seratnya saling mengikat kuat satu dengan lainnya. Akan tetapi kelemahan serat panjang ini adalah memiliki formasi yang kurang karena diantara ikatan antar seratnya terdapat pori-pori kecil yang tidak mungkin terisi oleh serat panjang. Sebaliknya kertas dari *pulp* beserat pendek memiliki formasi yang 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. Sehingga untuk memperoleh kedua sifat kekuatan dan formasi yang baik, dapat dilakukan dengan memadukan pemakaian kedua jenis serat atau *pulp* tersebut (Ribowo, 2010).

METODE PENELITIAN

Bahan Penelitian

Bahan utama yang digunakan dalam pembuatan kertas adalah sekam padi dari pabrik penggilingan gabah di daerah alalak, Banjarmasin Kalsel dan tandan kosong kelapa sawit dari perkebunan sawit daerah Pelaihari Kalsel. Sedangkan bahan yang digunakan pada proses delignifikasi meliputi natrium hidroksida (NaOH) 2%, 4%, 6%, dan 8% (w/v), asam oksalat ($C_2H_2O_4$), akuades, indikator PP dan natrium hipoklorit ($NaClO$) 5,25 %.

Proses Persiapan Bahan Baku

Tandan kosong kelapa sawit < 250 mikrondikeringkan didalam oven pada suhu 100°C hingga beratnya konstan. Setelah itu dilakukan uji SEM dan XRD. Dilakukan hal yang sama pada sekam padi. Standarisasi konsentrasi larutan NaOH dilakukan dengan metode titrasi pada larutan NaOH 2%; 4%; 6%; 8% (w/v) dan larutan asam oksalat ($C_2H_2O_4$) yang memiliki konsentrasi yang sama. Indikator yang digunakan adalah indikator PP (± 3 tetes).

Pembuatan *Pulp* Untuk Variasi Konsentrasi NaOH (%w/v)

Sekam padi (25 g) dicampur dengan larutan NaOH 15:1 (ml/g) dengan konsentrasi 2%, 4%, 6%, dan 8% (w/v) (Angreani dkk, 2014) . Kemudian *dipulping* selama 1 jam pada suhu 100 °C. Pendinginan dilakukan selama 30 menit, kemudian dicuci dengan air yang mengalir sampai permukaan *pulp* tidak licin. Proses diatas juga dilakukan untuk tandan kosong kelapa sawit. Selanjutnya dipilih konsentrasi terbaik untuk

dipakai pada pembuatan *pulp* untuk variasi perpaduan campuran.

Pembuatan *Pulp* Untuk Variasi Perpaduan Campuran

Pada penelitian ini, digunakan komposisi perpaduan campuran bahan baku sebesar 25 gram, dengan variasi perbandingan komposisi antara tandan kosong kelapa sawit dan sekam padi yaitu 1:3; 1:2; 1:1; 2:1 dan 3:1 (Angreani dkk, 2014). Bahan baku tersebut dicampur dengan larutan NaOH 15:1 (mL/g) dengan konsentrasi terbaik hasil dari *pulp* sekam padi dan tandan kosong kelapa sawit pada proses sebelumnya. Kemudian di *pulping* selama 1 jam pada suhu tetap sebesar 100°C. Pendinginan dilakukan selama 30 menit, kemudian dicuci dengan air bersih yang mengalir sampai permukaan *pulp* menjadi tidak licin.

Proses Pencetakan *Pulp* Menjadi Kertas

Pulp yang dihasilkan dari proses chemical pulping sebelumnya di-bleaching dengan larutan $NaClO$ 5,25% (v/v) 12:1 (mL/g) selama 30 menit. Setelah itu dicuci dengan air bersih dan disaring. *Pulp* yang masih basah dikeringkan dalam oven dengan suhu 100°C hingga konstan. Dilakukan analisis yield pada *pulp* kering yang dihasilkan. Proses dilanjutkan dengan merendam *pulp* kering dalam air dan *pulp* tersebut diletakkan secara merata di atas pencetak (screen) berukuran 10x15 cm dengan diameter 710 mikron dan ditutup dengan menekan pencetak yang berukuran sama dengan posisi saling berhadapan. 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.

Analisa Hasil

Analisa yang dilakukan pada penelitian ini, analisa yield *pulp*, analisa rapat massa (SNI 14-0702-1989), analisa tebal kertas (SNI 14-0435-1998), analisa XRD, dan analisa SEM. Perhitungan pada analisa yield *pulp* adalah sebagai berikut:

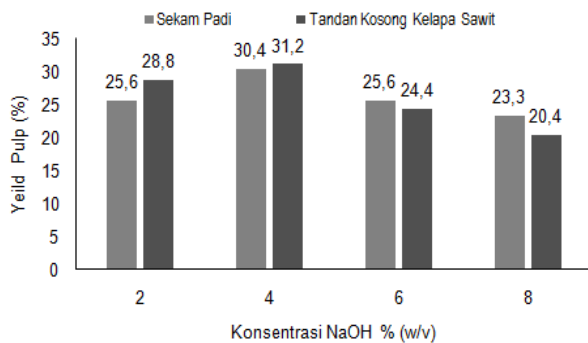
$$\text{Yield} = \frac{\text{pulp kering}}{\text{Bahan baku awal}} \times 100\%$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Variasi Konsentrasi NaOH Terhadap *Pulp* Yang Dihasilkan

Variasi dari konsentrasi NaOH dilakukan untuk mendapatkan nilai *yield pulp* yang terbaik serta warna terbaik dari *pulp*. *Yield* adalah perbandingan besarnya produk yang dihasilkan terhadap banyaknya bahan baku yang digunakan. *Yield pulp* dari sekam padi yang diperoleh pada

konsentrasi NaOH 2, 4, 6 dan 8% (w/v) berturut-turut sebesar 25,60%; 30,40%; 25,60%; dan 23,30%. Sedangkan *yeild pulp* dari tandan kosong kelapa sawit yang diperoleh dengan variasi konsentrasi NaOH yang sama yaitu 28,80%; 31,20%; 24,40%; dan 20,40%.

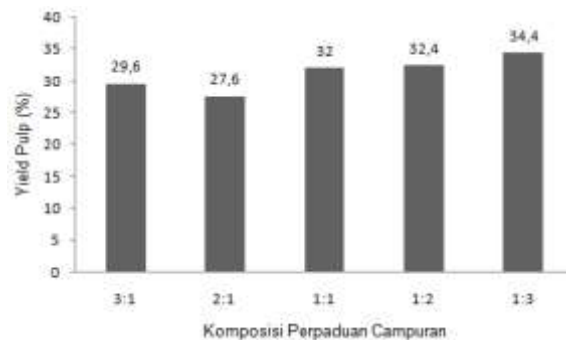


Gambar 1. Pengaruh Konsentrasi NaOH Terhadap Yield Pulp Yang Dihasilkan

Pada Gambar 1 dapat dilihat bahwa semakin tinggi konsentrasi NaOH (w/v) maka *yeild* yang dihasilkan akan semakin kecil. Hal ini dikarenakan semakin tinggi konsentrasi NaOH maka semakin banyak lignin yang terlepas sehingga *yeild pulp* yang dihasilkan akan semakin sedikit. Pada penelitian ini diperoleh hasil yang relatif sama dengan pernyataan (Jalaluddin & Rizal, 2005), akan tetapi pada konsentrasi 4% terjadi kenaikan *yeild pulp* sekam padi maupun tandan kosong kelapa sawit dikarenakan lignin yang sudah terpisah dari *rawpulp* kembali larut dan menyatu dengan *pulp* (Saleh dkk, 2009). Konsentrasi NaOH yang menghasilkan *yeild* terkecil merupakan konsentrasi yang terbaik dikarenakan pada proses *chemichal pulping* NaOH memecah lignin yang terikat pada selulosa (Niawati dkk, 2013) sehingga hanya tersisa selulosa sebagai komponen utama dari kertas. Konsentrasi NaOH yang terlalu tinggi juga bisa meredakan komponen yang berikatan dengan selulosa seperti hemiselulosa, pektin, dan komponen *soluble* lainnya yang mengikat selulosa (Niawati dkk, 2013) yang juga dibutuhkan oleh kertas. Berdasarkan hasil penelitian diperoleh bahwa konsentrasi NaOH yang terbaik yaitu 6% (w/v) karena memiliki *yeild pulp* yang rendah dan pada penampakan visual warna yang lebih terang. *Yeild pulp* pada konsentrasi NaOH 6% (w/v) sebesar 25,6% pada sekam padi dan 24,4% pada tandan kosong kelapa sawit. Konsentrasi NaOH 6% (w/v) akan dipakai pada proses *pulping* campuran sekam padi dan tandan kosong kelapa sawit dengan perbandingan 3:1, 1:2, 1:1, 1:2, dan 1:3.

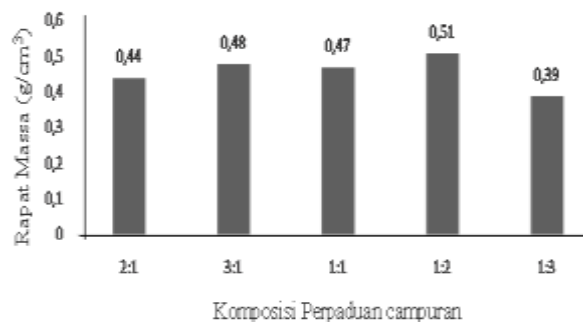
Variasi Perpaduan Campuran Terhadap Yield dan Rapat Massa

Variasi perpaduan sekam padi dan tandan kosong kelapa sawit dengan perbandingan 3:1, 2:1, 1:1, 1:2, dan 1:3. Konsentrasi NaOH yang dipakai adalah 6% (w/v). Didapatkan hasil secara berturut-turut 29,6%, 27,6%, 32%, 32,4% dan 34,4%.



Gambar 2. Pengaruh Perpaduan Campuran Terhadap Yield Pulp Yang Dihasilkan

Pada Gambar 2 dapat dilihat bahwa *yeild pulp* terendah dihasilkan pada perbandingan 2:1 dimana sekam padi memiliki perbandingan yang lebih besar dari tandan kosong kelapa sawit. Menurut Shabirin dan Nadji (2014) sekam padi memiliki kandungan selulosa yang lebih besar dan lignin yang lebih kecil dibandingkan tandan kosong kelapa sawit, akan tetapi tandan kosong kelapa sawit memiliki kandungan lignin yang lebih besar dari pada sekam padi hal ini menyebabkan *yeild pulp* yang dihasilkan akan semakin kecil.



Gambar 3. Pengaruh Perpaduan Campuran Terhadap Rapat Massa

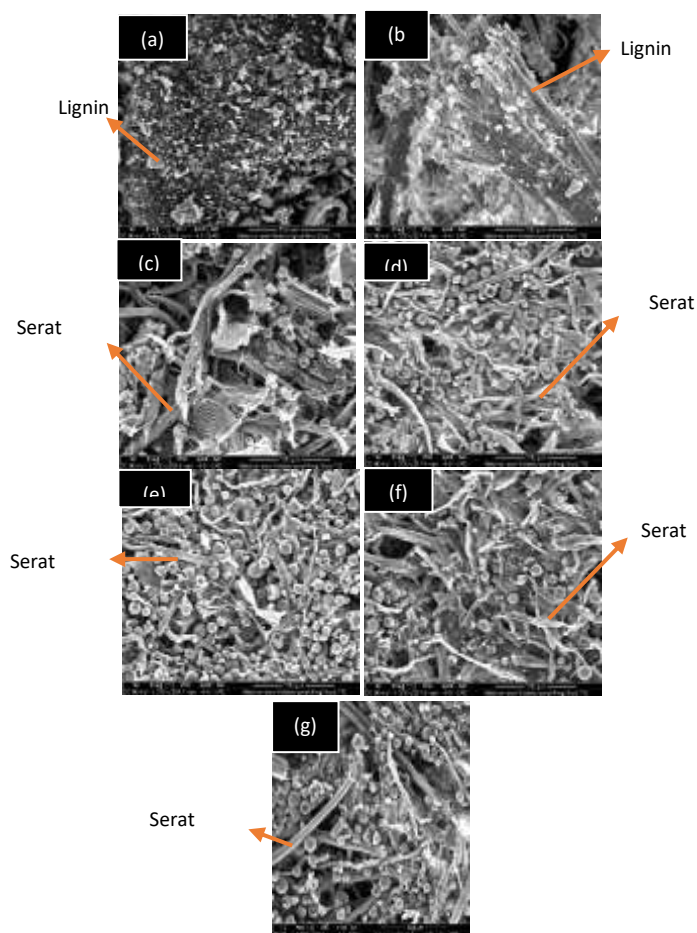
Tujuan Perpaduan campuran kertas sekam padi dan tandan kosong kelapa sawit adalah untuk menggabungkan serat pendek dari sekam padi dan serat panjang dari tandan kosong kelapa sawit dikarenakan panjang serat merupakan unsur terpenting dalam pembuatan kertas, Menurut Tarigan (2009) serat panjang memiliki kelebihan pada ketahanan sobek kertas yang kuat dan serat pendek memiliki kelebihan pada ketahanan tekan kertas. Maka dari itu kertas gabungan dari serat

panjang dan pendek akan menghasilkan kertas yang memiliki ketahanan sobek yang tinggi serta ketahanan kertas yang tinggi pula. Berdasarkan Gambar 3 kertas pada perbandingan 1:2 memiliki rapat massa yang relatif lebih tinggi, dan merupakan kertas terbaik yang dihasilkan.

Karakterisasi Variasi Kertas Campuran

Karakteristik kertas campuran dilakukan dengan analisa yaitu SEM, dan XRD Analisa SEM dilakukan untuk mengetahui struktur morfologi dari sekam padi dan tandan kosong kelapa sawit serta kertas yang dihasilkan dengan perbandingan komposisi *loading* sekam padi dan tandan kosong

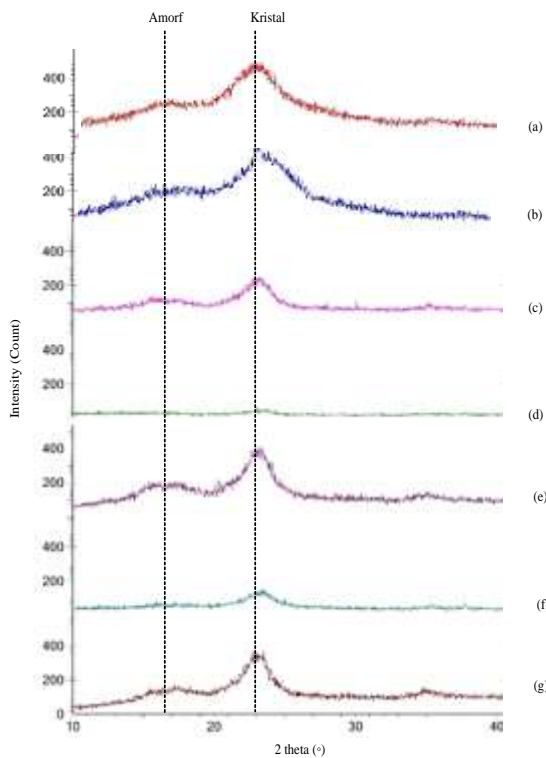
kelapa sawit pada Gambar 4.5 (a) dan (b) dapat kita lihat sekam padi dan tandan kosong kelapa sawit sebelum dilakukan proses *pulping*, sebelum dilakukannya proses *pulping* pada kedua bahan baku tersebut tidak dapat dilihat dengan jelas serat yang berada pada permukaannya hal ini dikarenakan masih adanya beberapa komponen yang terikat dengan selulosa seperti lignin dan hemiselulosa. Kertas campuran dapat kita lihat memiliki perbedaan dengan bahan baku yang ada karena lignin yang berikatan dengan selulosa telah lepas dan serat dapat terlihat dengan jelas seperti pada kertas campuran pada Gambar 4 (c), (d), (e), (f) dan (g).



Gambar 4. SEM *image* dari (a) sekam padi sebelum proses *pulping* (b) tandan kosong kelapa sawit sebelum proses *pulping* serta kertas campuran perbandingan sekam padi dan tandan kosong kelapa sawit (c). 1:1 (d). 1:2 (e). 1:3 (f). 2:1 (g) 3:1

Dapat dilihat pada Gambar 4 bahwa sekam padi dan tandan kosong kelapa sawit yang belum dilakukan proses *pulping* seratnya tidak tampak dengan jelas karena masih tertutup lignin, dikarenakan menurut Fengel dan Wegener (1995) lignin adalah lapisan lilin yang menutupi atau menyelubungi serat. Hal ini berbeda dengan kertas campuran yang mana dapat kita lihat dengan jelas

seratnya pada permukaan, serat tandan kosong kelapa sawit dan serat dari sekam padi telah bercampur pada kertas campuran sehingga tidak bisa dibedakan yang mana serat dari tandan kosong kelapa sawit dan yang mana serat dari sekam padi, sekam padi memiliki serat pendek sedangkan tandan kosong kelapa sawit memiliki serat panjang.



Gambar 5. Analisis XRD Dari (A) Sekam Padi Sebelum Proses *Pulping* (B) Tandan Kosong Kelapa Sawit Sebelum Proses *Pulping* Serta Kertas Campuran Perbandingan Sekam Padi Dan Tandan Kosong Kelapa Sawit (C). 1:1 (D). 1:2 (E). 1:3 (F). 2:1 (G) 3:1

Tabel 1. Intensitas karakterisasi *peak* pada sekam padi sebelum *pulping*, tandan kosong kelapa sawit sebelum *pulping* dan kertas campuran tandan kosong kelapa sawit dan sekam padi perbandingan 1:1, 1:2, 1:3, 2:1, dan 3:1

Sampel	Karakteristik Intensity Peak	
	Selulosa I (16,5°)	Selulosa II (23°)
Sekam padi Sebelum <i>pulping</i>	248	454
Tandan kosong kelapa sawit sebelum <i>pulping</i>	294	430
Kertas campuran sekam padi dan tandan kosong kelapa sawit perbandingan 1:1	122	202
Kertas campuran sekam padi dan tandan kosong kelapa sawit perbandingan 1:2	44	52
Kertas campuran sekam padi dan tandan kosong kelapa sawit perbandingan 1:3	202	348
kertas campuran sekam padi dan tandan kosong kelapa sawit perbandingan 2:1	64	142
kertas campuran sekam padi dan tandan kosong kelapa sawit perbandingan 3:1	136	346

Karakteristik *intensity peak* pada selulosa dapat dibagi menjadi 2, yaitu selulosa I (16.5°) dan selulosa II (23°) (Zhao dkk, 2007). 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). Pada Tabel 1 dan Gambar 5 terlihat bahwa sekam padi sebelum *pulping*, tandan kosong kelapa sawit sebelum *pulping* dan kertas campuran tandan kosong kelapa sawit dan sekam padi perbandingan 1:1, 1:2, 1:3, 2:1, dan 3:1 memiliki karakteristik *peak* pada 2 theta= 16.5° dan 23° dengan nilai intensitas yang berbeda. Nilai intensitas *peak* berdasarkan struktur kristalin tiap sampel dapat dilihat pada Tabel 4.1. Dari Gambar 5 dapat dilihat kenaikan *intensity* pada sampel kertas campuran yang mana dapat dilihat pada Tabel 2 berikut:

Tabel 2. Kenaikan Intensitas Pada Kertas Campuran

Sampel	Kenaikan Intensitas	
	Selulosa I (16,5°)	Selulosa II (23°)
kertas campuran sekam padi dan tandan kosong kelapa sawit perbandingan 1:3	71,28	83,33
kertas campuran sekam padi dan tandan kosong kelapa sawit perbandingan 1:2	71,28	83,33
Kertas campuran sekam padi dan tandan kosong kelapa sawit perbandingan 1:1	59,01	75,24
Kertas campuran sekam padi dan tandan kosong kelapa sawit perbandingan 2:1	21,87	64,78
Kertas campuran sekam padi dan tandan kosong kelapa sawit perbandingan 3:1	57,35	83,22

Dari Tabel 2 terlihat bahwa semua sampel mengalami kenaikan *intensity*, hal ini disebabkan olehhilangnya kandungan lignin (Niawati dkk, 2013). Selain itu, proses *digester* dengan alkali dapat meningkatkan jumlah selulosa karena *treatment* dengan alkali dapat menrestrukturisasi *amorphous cellulose* menjadi *crystalline cellulose* (Zhou dkk, 2009). Struktur kristal menjadi hal yang mempengaruhi kuatnya suatu serat. Kertas yang kuat haruslah memiliki serat yang kuat. Dari kertas campuran yang ada diketahui bahwa kertas campuran perbandingan sekam padi dan tandan kosong kelapa sawit 1:3 memiliki *intensity* yang paling tinggi dan berarti penambahan tandan kosong kelapa sawit dapat meningkatkan sifat kristal dari kertas. Dari semua hasil analisa yang ada maka kertas campuran yang memiliki komposisi tandan kosong kelapa sawit yang lebih baik dari pada campuran yang memiliki komposisi

sekam padi yang lebih banyak, baik pada perbandingan 1:2 maupun 1:3.

DAFTAR PURTAKA

- ANGREANI A., ANNISA F., & RISTIANINGSIH Y. 2014. Pengaruh Komposisi Sekam Padi dan Ampas Tebu Terhadap Karakteristik Kertas dengan Proses Soda. **Jurnal Konversi**, Vol 3. NO. 3. Hal: 15-20
- ASOSIASI PULP DAN KERTAS INDONESIA (APKI). 2013. Pulp dan Paper: Industri Kertas dan Bubur Kertas Genjiot Produksi. <http://www.apki.net> Diakses pada tanggal 16 September 2015
- BADAN KOORDINASI PENANAMAN MODAL DAERAH (BKPM). 2014. Potensi Kelapa Sawit di Kalimantan Selatan. <http://www.regionalinvestment.bkpm.go.id>. Diakses pada tanggal 16 September 2015.
- BADAN PUSAT STATISTIK (BPS) PROVINSI KALIMANTAN SELATAN. 2015. Survei Pertanian Produksi Tanaman Padi dan Palawija Kalimantan Selatan. **Katalog BPS**: 520307.63.
- ENNY K. ARTATI, AHMAD EFFENDI, DAN TULUS HARYANTO. 2009. Pengaruh Konsentrasi Larutan Pemasak pada Proses Delignifikasi Eceng Gondok dengan Proses Organosolv. **Ekulilibrium**, Vol. 8, Hal: 25-28
- FENGEL, D. DAN WEGENER, G. 1995. Kayu: Kimia, Ultrastruktur, Reaksi-Reaksi. Terjemahan Hardjono Sastrohamidjojo. **Gadjah Mada University Press**. Yogyakarta
- KEMENTERIAN PRINDUSTRIAN REPUBLIK INDONESIA (KEMENPERIN). 2015. Kebutuhan Kertas Domestik Meningkatkan. <http://www.kemenperin.go.id>. Diakses pada tanggal 16 September 2015.
- JALALUDDIN & RIZAL, S. 2005. Pembuatan Pulp dari Jerami Padi dengan Menggunakan Natrium Hidroksida. **Sistem Teknik Industri**, Vol. 6, Hal: 53-56.
- JAYANUDIN. 2007. Pemanfaatan Pulp Eceng Gondok Sebagai Alternatif Bahan Baku Kertas dengan Proses Soda. Lampung: Universitas Press.
- NIAWATI N., CHOIR M. & IRYANTI F. N. .2013. Pemanfaatan Serat Selulosa Eceng Gondok (*Eichhornia Crassipes*) Sebagai Bahan Baku Pembuatan Kertas: Isolasi dan Karakterisasi, **Konversi**, Vol 2, Hal: 9-16.
- HOLTZAPPLE M.T. 1993. Cellulose. In: Encyclopedia of Food Science, **Food Technology and Nutrition**, Vol 2, Hal: 2731-2738. Academic Press. London.
- PRABAWATI, S. Y. & WIJAWA, A. G. 2008. Pemanfaatan Sekam Padi Dan Pelepah Pohon Pisang Sebagai Bahan Alternatif Pembuat Kertas Berkualitas. **Aplikasi Ilmu-Ilmu Agama**, Vol. 9, Hal: 44-56.
- RIBOWO, C. A. 2010. Kertas Medium (Corrugating Papper). Akademi Teknologi Pulp dan Kertas. Bandung
- ROLIADI, H. & ANGGRAIN, D. 2010. Pembuatan dan Kualitas Karton Seni dari Campuran Pulp Tandan Kosong Kelapa Sawit, Sludge Industri Kertas, dan Pulp Batang pisang. **Penerbit. Has. Hut.** Vol 8, 305-321.
- ROYAL SOCIETY OF CHEMISTRY, 2013. Paper Conservation. https://eic.rsc.org/feature/paper-conservation/2020204_article Diakses pada 5 Juni 2016
- SALEH, ABDULLAH ET.AL. 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 & NADJI, A. 2014. Pengaruh Rasio Epoksi/ Ampas Tebu dan Perlakuan Alkali pada Ampas Tebu terhadap Kekuatan Bentur Komposit Partikel Epoksi Berpengisi Serat Ampas Tebu. **Teknik Kimia USU**.
- TARIGAN S. I. 2009. Dimensi Serat Sludge Primer Industri Pulp dan Kertas. **Departemen Kehutanan**. USU: Medan.
- WIDIAWANTI & KUSUMA 2012. Pemanfaatan Tandan Kosong Kelapa Sawiti Sebagai Material Tekstil dengan Pewarna Alam untuk Produk Kriya. **Jurnal Tingkat Sarjana Senirupa dan Desain**.
- ZHAO, HAIBO ET.AL. 2009. Studying Cellulose Fiber Structure by SEM, XRD, NMR and Acid Hydrolysis. **Carbohydrate Polymers**. Vol 68. Hal: 235-241