

## ANALISA SIFAT FISIK KERTAS CAMPURAN DAUR ULANG DARI KERTAS KRAFT BEKAS KANTONG SEMEN DAN KERTAS BATANG KELAPA SAWIT

Zainal Abidin Nasution<sup>\*)</sup>

### ABSTRACT

*The result of research accomplished showed that the stem of palm oil plant is able to made as pulp. Choice the caustic process cooking was based on easy to do an a low costoperation. The process has two step activities. The stem of palm oil plant as raw material have been degraded by micro organism. The first step the cooking was done at the open atmosfer with concentration of the cooking solution 1,50 % NaOH and 2 hours duration with yield product of 78 %. The second step of the cooking was made at the boiler and 3 atsms operation pressure approximate temperature 140° C). The concentration of cooking solution 5 % NaOH and 4 hours cooking duration with yield product of 72,5%. Total yield of pulp from cooking stem of palm oil plant approximate 57,5%. The sample of paper mixture that have percentage at dry weight composition 40% paper of kraft waste sack of cement and 60% stem of palm oil plant to give tensile index maximal 0,0153 kN m/gr and tearing index 21,6949 mN m<sup>2</sup>/gr compare with minimum value tensile index and tearing index from SNI. 14-1308 1998.*

**Keywords** : Stem palm oil , caustic process, paper mixture

### PENDAHULUAN

Pengembangan areal perkebunan kelapa sawit hampir di setiap propinsi di Indonesia, dalam beberapa tahun terakhir ini, mengalami peningkatan yang sangat pesat, antara lain karena di dorong oleh karena ada pasarnya dan harga TBS kelapa sawit yang cukup tinggi. Tanaman kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq), termasuk tumbuhan pohon yang dapat mencapai ketinggian 24 m. Pohon yang bercabang banyak, bunga dan buahnya berupa tandan. Buahnya bergerombol dalam tandan yang muncul dari setiap pelepah. Daur ekonomis yang dipakai dalam manajemen teknis perkebunan kelapa sawit adalah sekitar umurnya 25 tahun. Setelah itu pohon kelapa sawit di tebang dan dilakukan penanaman kembali pohon kelapa sawit (*replanting*).

Karakteristik kimia kayu kelapa sawit; selulosa 54,38 %, lignin 23,95 %, pentosan 19,36 %, abu 2,02 % dan silika 1,34 % ( Jamal Balfas, 2008 ).Kayu kelapa sawit merupakan pohon yang mengandung serat berligno selulosik artinya bahan yang mengandung serat dan lignin.

Dari penelusuran hasil penelitian diketahui bahwa serat batang kelapa sawit adalah serat pendek. Klasifikasi panjang serat menurut Klemm adalah sebagai berikut :

- Serat panjang : 2,0 mm ÷ 3,0 mm
- Serat sedang : 1,0 mm ÷ 2,0 mm
- Serat pendek : 0,1 mm ÷ 1,0 mm

Kayu kelapa sawit mempunyai kandungan zat pati pada jaringan parenkim sampai mencapai 45%. Komposisi volume rata-rata dolok kayu kelapa sawit adalah bagian kulit = 17%, bagian keras = 56%, bagian medium = 17% dan bagian lunak = 10%.

Oleh karena itu, apabila pohon kelapa sawit setelah ditebang dan tergeletak di areal terbuka di atas tanah dalam waktu yang cukup lama maka bagian kulit, bagian medium dan bagian lunak akan mengalami degradasi mikro organisme dan terdapat lobang ditengah-tengah batang kelapa sawit

<sup>\*)</sup> Peneliti Baristand Industri Medan

(gerowong). Kemudian juga zat pati yang berada pada jaringan parenkim juga mengalami degradasi, sehingga pada bagian keras dari batang kelapa sawit akan terlihat gumpalan-gumpalan sabutnya.

Kertas kraft, biasanya berwarna cokelat, ulet dan kuat dibuat dari bubur kayu yang diolah dengan proses pengolahan kraft (kata kraft berasal dari kosa kata bahasa Jerman yang artinya kekuatan). Kertas sack kraft ataupun kertas kantong semen dibuat dari bahan baku kayu pinus.

Dari observasi di lapangan dapat diketahui bahwa, khususnya di Propinsi Sumatera Utara pasokan semen untuk keperluan pembangunan berasal dari pabrik semen Andalas dan Semen Padang. Dikemas di dalam kantong-kantong kertas, dengan ukuran kemasan 40 kg setiap kantong semen. Per bekas kantong semen, beratnya adalah 150 gram dengan jumlah lembar adalah sebanyak 3 lembar. Di Propinsi Sumatera Utara, kantong bekas semen sudah diperdagangkan oleh pedagang-pedagang barang bekas (botot).

Selulosa adalah makro molekul yang dihasilkan dari kondensasi linear struktur hetero siklis molekul glukosa. Selulosa terdiri dari 100 - 1000 unit glukosa.

Hemiselulosa merupakan polimer dari beberapa monosakarida seperti pentosan ( $C_5H_8O_4$ ) dan heksosan ( $C_6H_{10}O_5$ ).

Lignin merupakan sebuah polimer kompleks yang mempunyai berat molekul tinggi dan tersusun atas unit-unit fenil propana. Selulosa, hemiselulosa dan lignin adalah analog dengan matrik dimana selulosa dan hemiselulosa (serat/fibre) dan lignin (bahan perekat).

Pulp adalah merupakan hasil pemisahan serat dari tanaman berkayu (wood) ataupun bukan tanaman berkayu (non-wood). Jenis tanaman berkayu (wood), dibedakan atas jenis kayu daun lebar (misal : albizia, ekaliptus, jabon, kaliandra dan lainnya) dan jenis kayu daun jarum (misal : pinus dan lainnya). Sedangkan jenis tanaman bukan berkayu (non wood), berdasarkan sumber seratnya dibedakan atas serat yang berasal dari kulit batangnya (misal : jute, rami, kenaf dan lainnya), serat yang berasal dari daunnya (misalnya : abaca, sisal, nenas dan lainnya), serat yang berasal dari bulu bijinya (misal : tapus) dan serat yang berasal dari rumput-rumputan (misal : merang, jerami, bagas, bambu dan lainnya).

Proses pembuatan pulp secara komersial berdasarkan prosesnya, dapat diklasifikasikan seperti berikut :

1. Pembuatan pulp dengan proses mekanis.

- Pembuatan pulp mekanis dengan proses pulp kayu asah (stone ground wood).
- Pembuatan pulp mekanis yang pertama sekali dikenal, yaitu pulp dibuat dengan menggerinda balok kayu di dalam media air.

Di sini batu gerinda berfungsi sebagai pengurai serat dari kayu.

- Pembuatan pulp mekanis dengan proses dimana kayu digiling dengan refine berbentuk cakram (refiner mechanical pulping = RMP).

Pembuatan pulp mekanis dengan proses dimana kayu dipanaskan terlebih dahulu di atas  $100^{\circ}C$ , sebelum dilaksanakan proses penggilingan (thermo mechanical pulping = TMP).

- Pembuatan pulp mekanis dengan proses dimana kayu mendapat perlakuan dengan bahan kimia sebelum dilakukan pemanasan dan kemudian digiling (Chemi thermo mechanical pulping = CTMP). Penambahan bahan kimia bertujuan untuk melemahkan ikatan antar serat, sehingga pada waktu proses penggilingan serat akan mudah diuraikan.

2. Pembuatan pulp dengan proses semi kimia dan mekanis.

Pembuatan pulp semi kimia dan mekanis dengan proses NSSC (Netral Sulfit Semi Chemical).

Proses ini menggunakan  $Na_2SO_3$ , yang disangga dengan  $Na_2CO_3$  untuk menetralkan asam-asam organik bebas yang terbentuk selama proses pemasakan. Kondisi proses yang umum digunakan adalah pada suhu  $160^{\circ}C$  sampai dengan  $180^{\circ}C$  dalam waktu 25 menit sampai dengan 1 jam, dengan pH cairan adalah 7 sampai 9. Setelah melalui proses pemasakan, kemudian serpihan kayu digiling dengan disc refiner.

3. Pembuatan pulp dengan proses sulfit.

Proses ini menggunakan asam sulfit ( $H_2SO_3$ ) ataupun cairan sulfit M ( $HSO_3$ ) yang berbasis Ca, Mg, Na dan  $NH_4$ . Pemasakan diatur pada suhu  $130^{\circ}C$  sampai dengan  $140^{\circ}C$  dan waktu pemasakan 6 jam sampai dengan 8 jam dengan pH cairan 1,5 sampai dengan 5,0.

4. Pembuatan pulp dengan proses soda.

Proses soda termasuk proses pembuatan pulp secara alkali dengan NaOH sebagai bahan kimia pemasak. Pemasakan diatur pada suhu 160°C sampai dengan 170°C dan waktu pemasakan sekitar 3 jam sampai dengan 4 jam.

5. Pembuatan pulp dengan proses kraft.

Proses kraft adalah proses pembuatan pulp secara alkali dengan NaOH sebagai bahan pemasaknya dan selama pemasakan berlangsung ditambahkan Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> sebagai pengganti bahan yang hilang selama operasi pemasakan. Terjadinya reaksi kimia pada proses pemasakan menyebabkan Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> berkurang dan berubah menjadi senyawa sulfida (Na<sub>2</sub>S) dalam cairan pemasak, yang lebih mempercepat penghilangan lignin. Sehingga serat terhindar dari mengalami pelapukan (degradasi), dari basa kuat NaOH. Itulah yang menyebabkan kekuatan pulp yang dibuat dengan proses kraft menjadi kuat. Pemasakan dilaksanakan pada suhu 170°C sampai dengan 180°C dengan lama pemasakan sekitar 1 jam sampai dengan 2 jam.

Kertas adalah bahan yang tipis dan rata yang dihasilkan dari penggilingan serat yang berasal dari pulp. Serat yang digunakan adalah serat alami yang berasal dari tumbuh-tumbuhan, setelah melalui proses pemua macam serat ataupun lebih (paper mixture) dari sumber-sumber serat yang berbeda. Selain daripada itu, juga mencampur kertas bekas dengan kertas bekas lainnya, ataupun mencampur kertas bekas dengan serat yang baru (virgin fibre). Untuk mengetahui sifat-sifat fisik kertas, antara lain dilakukan pengujian, antara lain adalah :

- Gramatur adalah massa lembaran kertas dalam gram dibagi dengan satuan luasnya (g/m<sup>2</sup>). SNI.14-0439-1989.
- Tebal kertas adalah jarak tegak lurus antara kedua permukaan kertas (mm), SNI. 14-4977-1999.
- Kepadatan adalah berat kertas per cm<sup>3</sup> (g/cm<sup>3</sup>).asakan pulp. Kertas terdiri dari campuran serat panjang dan serat pendek. Dapat diperoleh dari mencampur d
- Kekuatan tarik kertas adalah daya tahan lembaran kertas terhadap gaya tarik yang bekerja pada kedua ujung kertas (kN/m), SNI. 14-4737-1998.
- Kekuatan sobek kertas adalah gaya yang diperlukan untuk menyobek kertas (mN), SNI. 14-4350-1998.

Penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan serat yang dimiliki oleh kertas bekas kantong semen dan serat yang dimiliki oleh batang kelapa sawit, dengan cara mencampur serat-serat tersebut dalam komposisi tertentu. Kemudian melalui suatu perancangan gramatur kertas campuran dan mencetaknya menjadi contoh kertas. Dari contoh-contoh kertas yang dibuat diuji sifat-sifat fisiknya, untuk mencari spesifikasi yang maksimal.

**METODOLOGI**

**Bahan dan Peralatan**

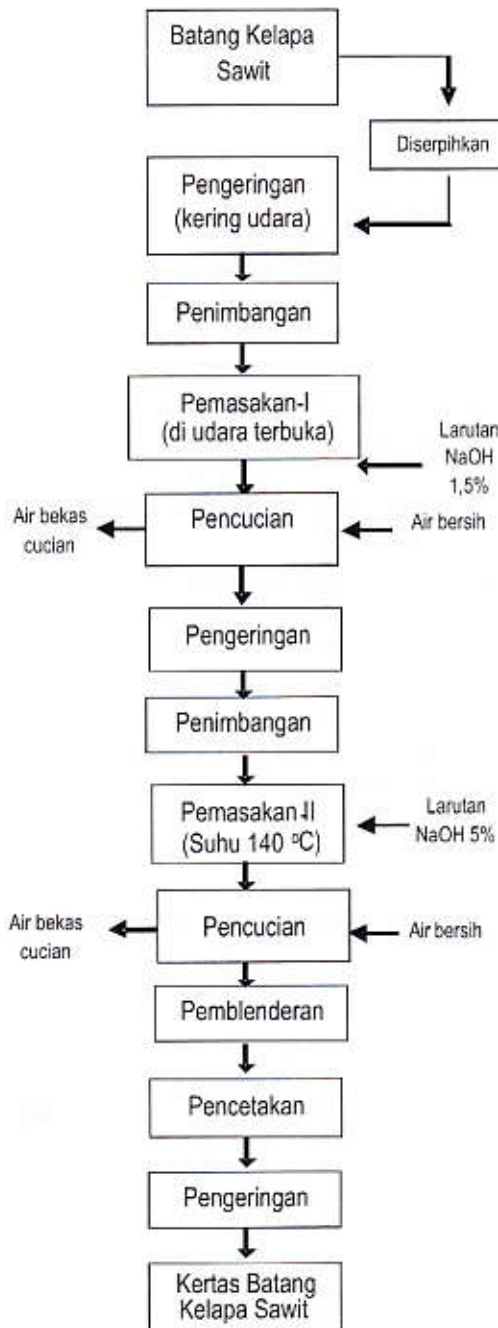
Bahan-bahan dan peralatan yang digunakan adalah batang kelapa sawit yang telah mengalami degradasi mikro organisme, kertas kraft bekas kantong semen, soda api teknis, air, kaporit, wadah pemasak bekas kaleng cat air kapasitas 25 kg, ketel pemasak, blender, saringan, cetakan, mikrometer, timbangan neraca analitis, mesin uji tarik, mesin uji sobek dan lainnya.

**Tabel 4.**Rancangan Percobaan Pembuatan Contoh Kertas Campuran Kertas Kraft Bekas Kantong Semen dan Kertas Batang Kelapa Sawit.

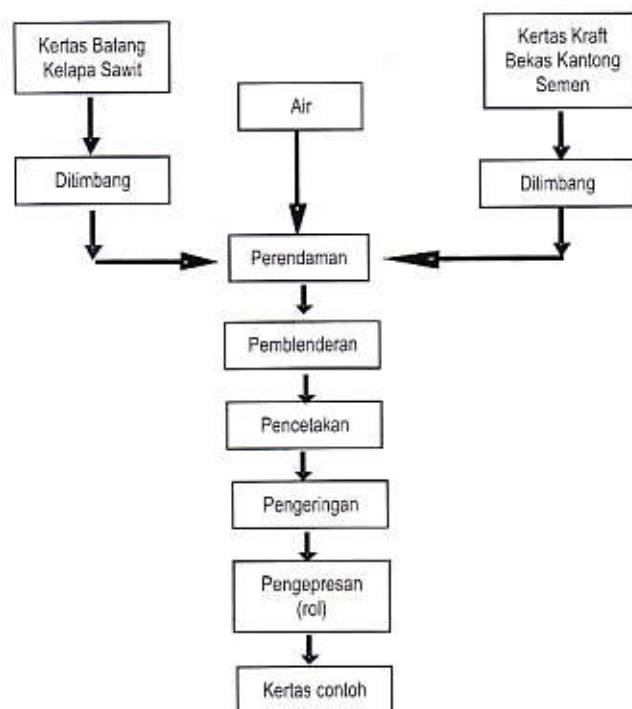
No.	Perbandingan Berat Kering ( % )	
	Kertas Batang Kelapa	Kertas Kraft Bekas
1	100	0
2	90	10
3	80	20
4	70	30
5	60	40
6	50	50
7	40	60
8	30	70
9	20	80
10	10	90
11	0	100

Catatan :

- Rancangan gramatur contoh kertas adalah  $100 \text{ g/m}^2$ .
- Ukuran cetakan kertas (net) =  $15 \times 30 \text{ cm}^2 = 450 \text{ cm}^2 = 0,045 \text{ m}^2$ . Maka berat contoh kertas =  $100 \times 0,045 \text{ g} = 4,5 \text{ g}$ .
- Misal pembuatan contoh kertas no. 6 : berat kering pulp batang kelapa sawit =  $50 \% \times 4,5 \text{ g} = 2,25 \text{ g}$  dan berat kering kertas kraft bekas kantong semen =  $50 \% \times 4,5 \text{ g} = 2,25 \text{ g}$ .
- Pembuatan contoh kertas dilaksanakan pada cetakan kayu yang mempunyai ukuran panjang 30 cm dan lebar 15 cm (net). Di cetak di atas saringan plastik mesh no. 625 dan diameter benang plastiknya = 0,023 mm. Pembuatan contoh kertas dilaksanakan secara manual (hand made paper).



Gambar 1. Diagram Pembuatan Kertas dari Batang Kelapa Sawit



Gambar 2. Diagram Pembuatan Contoh Kertas Campuran Kertas Kraft Bekas Kantong Semen dan Kertas Batang Kelapa Sawit

Dari proses pemasakan batang kelapa sawit diperoleh data-data sebagai berikut :

a. Pemasakan - I

- Berat serpihan dari batang kelapa sawit, sebelum pemasakan (kering udara) = 1000 g.
- Konsentrasi larutan NaOH sebagai larutan pemasak adalah 1,5 %.
- Dimasak di udara terbuka (tekanan atmosfer).
- Lama pemasakan 2 jam.
- Berat material dari batang kelapa sawit setelah pemasakan (kering udara) = 780 g.

$$\text{Randemen} = \frac{780}{1000} \times 100\% = 78\%$$

b. Pemasakan - II

- Berat material batang kelapa sawit, sebelum proses pemasakan (kering udara) = 780 g.
- Konsentrasi larutan NaOH sebagai larutan pemasak adalah 5%.
- Dimasak didalam ketel (tekanan operasi 3,0 atm atau dengan suhunya sekitar 1400C).
- Lamanya pemasakan = 4 jam.
- Berat material dari batang kelapa sawit setelah pemasakan (kering udara) = 575 g.

$$\text{Randemen} = \frac{575}{780} \times 100\% = 72,5\%$$

Dari hasil pengujian contoh kertas diperoleh data-data sebagai berikut :

Tabel 5. Hasil Pengujian Contoh Kertas Campuran Kertas Kraft Bekas Kantong Semen Dan Kertas Batang Kelapa Sawit

No	Persentase berat kering (%)		Tebal Rata-rata (mm)	Gramatur Rata-rata (g/m <sup>2</sup> )	Kepadatan Rata-rata (g/cm <sup>3</sup> )	Kuat Tarik Rata-rata (kN/m)	Kuat Sobek Rata-rata (mN)
	Kertas Kraft Bekas Kantong Semen	Kertas Batang Kelapa Sawit					
1.	0	100	0.16	121.25	0.7594	1.3076	2088.89
2.	10	90	0.17	115.25	0.6779	1.386	2216.38
3.	20	80	0.18	106.5	0.5917	1.3534	2304.65
4.	30	70	0.19	123.75	0.6513	1.6476	2020.21
5.	40	60	0.18	110.75	0.6153	1.6933	2402.72
6.	50	50	0.19	121.5	0.6395	0.9938	2657.7
7.	60	40	0.22	103.1	0.4682	1.0068	3942.41
8.	70	30	0.2	114.75	0.5737	1.1834	4589.68
9.	80	20	0.23	113.9	0.4952	1.3534	4677.94
10.	90	10	0.24	113	0.4708	1.2487	4952.54
11.	100	0	0.25	103.63	0.4145	0.523	5393.85

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

a. Pemasakan serat batang kelapa sawit.

Proses pembuatan pulp yang dipilih adalah proses soda, dengan alasan harganya murah dan mudah melaksanakannya. Pemasakan batang kelapa sawit dilaksanakan dua tingkat, yaitu pemasakan-I digodog di udara terbuka dan pemasakan-II dilaksanakan di dalam bejana bertekanan (ketel). Pemasakan-I batang kelapa sawit yang berupa serpihan dimasak dengan larutan pemasak NaOH dengan konsentrasi 1,5% dan lamanya pemasakan adalah 2 jam. Pada pemasakan-I, lignin yang berada pada serpihan dan sedikit penetrasi pada serpihan. Dari hasil pengamatan visuil, kondisi serpihan batang kelapa sawit belum mengalami pengembangan (swelling). Randemen hasil dari pemasakan-I adalah 78%. Pemasakan-II adalah dilaksanakan didalam ketel. Hasil dari pemasakan-I tadi, dimasak dengan larutan pemasak NaOH dengan konsetrasi 5%, dengan tekanan operasi 3 atm (suhunya sekitar 140°C) dan lamanya pemasakan adalah 4 jam. Larutan pemasak sudah dapat melakukan penetrasi kedalam serpihan, ini dapat dilihat dari hasil pemasakan sudah mengalami pengembangan (swelling). Kemudian dicuci bersih sampai larutan lindi hitamnya hilang, dan kemudian di blender maka akan diperoleh pulpnya. Randemen hasil pemasakan-II adalah 72,5%. Jadi dari sampel 1000 g serpihan batang kelapa sawit (kering udara) diperoleh serat (dalam bentuk kertas, kering udara) sebanyak 575 g, di dalam persentase adalah 57,5%.

Dari tabel 1, bahwa persentase selulosa adalah 54,38%, artinya proses pemasakan sudah efektif karena randemen proses pemasakan sudah mendekati komposisi selulosa (serat) yang berada pada batang kelapa sawit.

b. Pengaruh komposisi terhadap indeks tarik dan indeks sobek.

Penelitian ini titik beratnya adalah menganalisa sifat-sifat fisik contoh kertas campuran dengan memanfaatkan morfologi serat yang telah dimiliki oleh kertas kraft bekas kantong semen. Kemudian mencampurnya dengan kertas batang kelapa sawit dengan persentase berat kering tertentu dan mendeteksinya dari data-data parameter gramatur, kepadatan, kuat tarik dan kuat sobek.

Serat kayu setelah satu kali dibuat menjadi kertas maka sifat-sifat dasarnya akan berubah. Perubahan itu terjadi karena pada waktu serat dibuat menjadi kertas, maka harus mengalami beating (penggilingan/penghalusan). Tujuan dari penggilingan adalah untuk menguraikan serat yaitu pelonggaran dari serat-serat yang mana sebelumnya melekat satu dengan lainnya. Selain itu penggilingan akan menyebabkan terjadinya fibrilasi, yaitu untuk membangkitkan munculnya

ambut-rambut yang sangat halus pada permukaan serat (fibrilae).

Pada saat pembentukan kertas sewaktu masih basah, fibrilae pada permukaan serat yang bersinggungan akan saling mengikat sehingga lembaran kertas menjadi padat dan mempunyai kekuatan yang tinggi.

Tetapi apabila sudah menjadi kertas dan dilakukan pembuburan kembali (daur ulang), maka yang terjadi bukan lagi proses penguraian serat, tetapi adalah proses melepaskan ikatan hidrogen dari serat. Meskipun kertas direndam dengan air dalam waktu yang cukup lama sampai lunak, namun pisau rotor dari pembuburan akan mencabik, mengoyak dan memotong serat. Sehingga fibrilae pada permukaan serat akan terputus dan permukaan dari serat akan mengalami gundul. Selain itu lapisan dinding sekunder akan pecah, dimana pada saat ketika pembentukan kertas masih mengalami basah, maka air berada di dalamnya. Setelah proses pengeringan dan kertas menjadi kering, maka kertas menjadi lunak dan tidak kaku lagi.

Dari data-data pada tabel 5 dapat dilihat bahwa pada persentase berat kering 100% kertas batang kelapa sawit dan pada persentase berat kering 100% kertas kraft bekas kantong semen terlihat bahwa kepadatan, kekuatan tarik, kekuatan sobeknya berbeda sangat signifikan. Untuk mengetahui pengaruh komposisi terhadap kekuatan tarik dan kekuatan sobeknya, maka dicari indeks tarik dan indeks sobek. Indeks tarik adalah kekuatan tarik dibagi gramturnya dan indeks sobek adalah kekuatan sobek dibagi gramturnya.

Tabel 6. Hasil Perhitungan Indeks Tarik dan Indeks Sobek

No.	Persentase Berat Kering (%)		Indeks tarik (kN-m/g)	Indeks Sobek (mN-m <sup>2</sup> /g)
	Kertas Kraft Bekas Kantong Semen	Kertas Batang Kelapa Sawit		
1	0	100	0.0108	17.1925
2	10	90	0.012	19.2311
3	20	80	0.0127	21.6399
4	30	70	0.0133	16.3249
5	40	60	0.0153	21.6949
6	50	50	0.0082	21.8741
7	60	40	0.0098	38.2387
8	70	30	0.0103	39.9972
9	80	20	0.0119	41.0705
10	90	10	0.011	43.8278
11	100	0	0.005	52.0491

Dari tabel 6 dapat dilihat bahwa pada komposisi 40% kertas kraft bekas kantong semen dan 60% kertas batang kelapa sawit memberikan indeks tarik yang terbesar, yaitu 0,0153 kN-m/g dan indeks sobeknya adalah 21,6949 mN-m<sup>2</sup>/g. Dari tabel 3 dapat dilihat bahwa untuk kertas kantong nilai minimum indeks tarik 0,0289 kN-m/g. Nilai minimum indeks sobek 12,3667 mN m<sup>2</sup>/g. Ketahanan tarik, berbanding lurus dengan kepadatan, artinya semakin tinggi kepadatannya maka akan diikuti oleh kekuatan tarik yang tinggi. Faktor-faktor yang mempengaruhi kekuatan tarik adalah tingkat penggilingan/ penghalusan dan besarnya tekanan pada pengepresan (rol) pada kertas. Sedangkan ketahanan sobek, berbanding terbalik dengan kepadatan, artinya semakin rendah kepadatannya maka akan diikuti oleh kekuatan sobek dan porositas yang tinggi. Faktor-faktor yang mempengaruhi kekuatan sobek adalah panjang serat (semakin panjang, semakin tinggi kekuatan sobeknya), ikatan antar serat dan tingkat penggilingan/penghalusan.

## KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa komposisi persentase berat kering dari kertas campuran diketahui bahwa 40% kertas kraft bekas kantong semen dan 60% kertas batang kelapa sawit memberikan hasil yang maksimal, yaitu indeks tarik terbesar 0,0153 kN-m/g. Kekuatan tarik ini sangat penting, karena manfaat daripada sifat kekuatan tarik adalah untuk kertas-kertas yang mengalami penarikan pada proses cetak-mencetak, kertas pembungkus dan kertas kantong. Sedangkan indeks sobeknya sudah jauh melebihi nilai minimum, karena dengan kekuatan sobek yang tinggi, artinya keseragaman dan formasi serat pada lembaran adalah baik.

## DAFTAR PUSTAKA

- Balfas, Jamal, *Pengolahan Kayu Kelapa Sawit Sebagai Bahan Baku Industri Kayu, Seminar Pilot Project Pengolahan Kayu Kelapa Sawit Sebagai Bahan Baku Alternatif Industri Pengolahan Kayu Hilirtgl.* 10 Desember 2008, Medan, Sumatera Utara.
- Britt, Kenneth, 1970, *Hand Book of Pulp and Paper Technology, 2nd*, New York : Van Nostrand Reinhold.
- Casey, James, P., 1979, *Pulp and Paper Chemistry and Chemical Technology, 3rd*, New York : John Willey & Sons.
- Fengel Dietrich dan Gerd Wegener, 1995, *Kayu : Kimia, Ultra Struktur dan Reaksi-reaksi*, Yogyakarta : Gadjah Mada University Press.
- Harun, H.W.K, 1998, *Sifat Fisik dan Morfologi Bahan Baku*, Bandung : Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Industri Selulosa.
- Muladi, Sipon and Zainal Arifin, 2005, *Tropical Woods : Properties and Utilization, First Printing*, Yogyakarta : Gadjah Mada University Press.
- Purwanto, Wahyu dan Roy A. Sparringa, 2007, *Pemanfaatan Tandan Kosong dan Batang Kelapa Sawit Sebagai Bahan Baku Pulp Kertas*, Jakarta : Balai Jaringan Informasi Ilmu Pengetahuan dan Teknologi BPPT.
- Sjostrom, Eero, 1998, *Kimia Kayu : Dasar-dasar dan Penggunaan, Cetakan Kedua*, Yogyakarta : Gadjah Mada University Press.
- Sugesty, S, 1998, *Sifat dan Kualitas Pulp*, Bandung : Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Industri Selulosa.
- Supriadi, Achmad, Osly Rachman dan Edi Sarwono, *Karakteristik Dolok dan Sifat Penggergajian Kayu sawit (Elaeis Guineensis Jacq)*, Buletin Penelitian Hasil Hutan, Vol. 17 No. 1, 1999, hal. 1-20. Bogor : Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan dan Perkebunan
- Tjahyono, H.J, 1998. *Proses Pembuatan Pulp*, Bandung : Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Industri Selulosa.
- Standar Nasional Indonesia, *Cara Uji Gramatur Kertas dan Karton, SNI.14-0439-1989.*
- Standar Nasional Indonesia, *Cara Uji Tebal Kertas dan Karton, SNI.14-4977-1999.*
- Standar Nasional Indonesia, *Cara Uji Ketahanan Tarik Kertas dan Karton. SNI.14-4737-1998.*
- Standar Nasional Indonesia, *Cara Uji Ketahanan Sobek Kertas, SNI.14-4350-1998.*
- Standar Nasional Indonesia, *Kertas Kraft Untuk Kantong Semen, SNI.14-4350-1998.*