

## PEMANFAATAN TANDAN KOSONG SAWIT DALAM PEMBUATAN PULP SEMI-KIMIA

Purboyo Guritno, Diwan Prima Ariana, dan Endang Susilawati

### ABSTRAK

*Kekurangan pasokan bahan baku konvensional seperti kayu untuk pembuatan pulp dan kertas disebabkan oleh kepedulian terhadap lingkungan telah menyebabkan menurunnya pasokan pulp dan kertas serta meningkatnya harga kertas. Tandan kosong sawit sebagai limbah lignoselulosa yang dihasilkan oleh pabrik kelapa sawit dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pulp dan kertas dikarenakan oleh karakteristiknya dan ketersediaannya yang berlimpah sepanjang tahun. Tujuan penelitian ini adalah memanfaatkan tandan kosong sawit sebagai bahan baku pembuatan pulp semi-kimia. Sebelum dilakukan pemasakan di digester tipe globe, tandan kosong sawit dirajang dan dikempa. Proses soda digunakan dalam pemasakan tandan kosong sawit selama 3,5 jam. Setelah dimasak, tandan kosong sawit diuraikan seratnya dengan menggunakan refiner. Tandan kosong sawit selanjutnya disaring, dicuci, dan dibuat lembaran pulp. Proses pemutihan pulp dilakukan dengan 4 urutan pemutihan yaitu CEHH (C=klorinasi, E=ekstraksi alkali, H=hipoklorit). Pulp semi-kimia tandan kosong sawit selanjutnya digunakan sebagai bahan baku pembuatan kertas karton. Kertas karton dibuat dari campuran 47,9 % pulp semi-kimia tandan kosong sawit dan 52,10% kertas bekas. Pulp semi-kimia tandan kosong sawit mempunyai sifat fisika seperti indeks sobek, retak, dan tarik yang sesuai dengan Standar Nasional Indonesia. Dibandingkan dengan ketentuan Standar Nasional Indonesia, sifat fisik kertas karton yang dihasilkan lebih rendah. Hal ini disebabkan oleh kertas karton yang dibuat bahan bakunya adalah campuran pulp semi-kimia tandan kosong sawit dan kertas bekas. Walaupun demikian, kertas karton yang dihasilkan mempunyai sifat fisik yang lebih tinggi dibandingkan dengan kertas karton yang dijual di pasaran.*

Kata kunci : tandan kosong sawit, pulp semi-kimia, kertas karton

### PENDAHULUAN

Sejalan dengan perkembangan industri dan ekonomi, permintaan akan pulp dan kertas semakin meningkat baik di Indonesia maupun di dunia. Permintaan pulp kimia diproyeksikan sebesar 130 juta ton pada tahun 2005 (1). Ini berarti bahwa kapasitas produksi pulp harus ditingkatkan yang berakibat kebutuhan bahan baku untuk pulp akan meningkat.

Keterbatasan pasokan bahan baku konvensional seperti kayu telah membuat para produsen dan peneliti mencari bahan baku alternatif. Beberapa negara industri seperti Jepang dan Korea hanya mengkonsumsi kertas dari bahan baku kertas bekas dan pulp dari non kayu. Hal ini mungkin disebabkan oleh kepedulian terhadap lingkungan. Jerami dan ampas tebu (bagas) secara komersial telah digunakan sebagai

demikian, tingkat ketersediaannya semakin menipis. Pada sisi yang lain, tandan kosong sawit (TKS) sebagai salah satu limbah padat perkebunan tersedia di pabrik kelapa sawit dalam jumlah banyak sepanjang tahun. Pemanfaatan TKS untuk produksi kertas cetak dan kraft telah dilakukan oleh para peneliti terdahulu (2, 4, 5, dan 6). Darnoko *et al.* (1) melaporkan hasil analisis sifat fisik dan kimia TKS sebagai berikut : panjang serat (0,76-1,2 mm), dia-meter serat (14,34-15,01  $\mu\text{m}$ ), kandungan holoselulosa (67,88 %), dan kandungan  $\alpha$  selulosa (38,76 %). Tandan kosong sawit dapat dibuat pulp kimia dengan kualitas yang baik. Guritno *et al.* (4) menyimpulkan bahwa sifat fisik kertas cetak terbuat dari pulp TKS sesuai Standar Nasional Indonesia (SNI). Sifat fisik kertas *kraft* yang dibuat dari campuran 30% pulp kimia TKS dan 70% pulp *Pinus merkusii* pulp tidak berbeda dengan sifat fisik kertas *kraft* yang dibuat dari 100% pulp *Pinus merkusii* (2).

Seperti telah diuraikan sebelumnya bahwa permintaan berbagai jenis kertas akan meningkat, maka produk diversifikasi pulp dan kertas dari bahan baku TKS perlu diteliti. Berbagai cara pengolahan pulp telah lama dikenal seperti proses mekanis, kimia, dan semi-kimia (7). Pemilihan cara pengolahan tertentu tergantung dari jenis pulp dan kertas yang diinginkan. Kertas industri seperti kertas karton umum diproses melalui proses mekanis ataupun proses semi-kimia. Tujuan dari penelitian ini yaitu mempelajari pembuatan pulp semi-kimia dari tandan kosong sawit sebagai bahan baku kertas industri.

## BAHAN DAN METODE

### Produksi pulp

TKS dirajang dengan ukuran panjang 3-5 cm menggunakan mesin perajang yang dirancang oleh Pusat Penelitian Kelapa Sawit (PPKS). Rajangan TKS ini kemudian dikempa untuk menurunkan kadar air dan kotorannya dengan menggunakan mesin kempa ulir tunggal hasil rancang bangun PPKS (3). Pengempaan rajangan TKS secara simultan akan mengekstrak kandungan minyak. Sebanyak 3 ton rajangan TKS yang telah dikempa dan mempunyai kadar air 15% dikirim ke Pilot Plant produksi pulp di Balai Besar Selulosa, Bandung, Jawa Barat dan disimpan pada tempat yang kering serta mempunyai sirkulasi udara yang baik.

Rajangan TKS ini kemudian dibuat pulp dengan menggunakan proses semi-kimia menggunakan soda (NaOH) sebagai cairan pemasaknya. Proses pemasakan TKS dilakukan dengan menggunakan *digester* tipe *globe* berkapasitas 14 m<sup>3</sup>. Sistem pemanasannya adalah secara langsung dengan mengumpankan uap ke dalam *digester*. Kondisi pemasakan optimum pada pilot plant ditentukan berdasarkan hasil percobaan pendahuluan di laboratorium. Kondisi pemasakan meliputi penentuan alkali aktif, nilai banding TKS terhadap cairan pemasak, waktu yang diperlukan untuk menuju suhu maksimum, dan waktu yang diperlukan pada suhu maksimum. Kondisi optimum proses pemasakan TKS adalah sebagai berikut :

- Alkali aktif (% NaOH) : 6,4
- Konsentrasi NaOH (%) : 16,23
- Rasio TKS terhadap cairan pemasak : 4 : 1
- Suhu maksimum ( $^{\circ}\text{C}$ ) : 160
- Waktu menuju suhu maksimum (jam) : 2
- Waktu pada suhu maksimum (jam) : 1,5

Pada akhir proses pemasakan TKS, uap yang ada di dalam *digester* dibuang sampai tekanan menunjukkan angka nol. Setelah itu, TKS yang telah dimasak dikeluarkan dan dimasukkan ke dalam bak penampung. Kemudian TKS tersebut dicuci dengan air dan disaring dengan menggunakan penyaring *niagara* untuk memisahkan TKS masak (pulp) dan lindi hitam. Tahap selanjutnya adalah penguraian serat pulp TKS menggunakan *refiner*, penyaringan menggunakan penyaring Jonnson dengan diameter lubang 7 mm, dan kemudian pencucian di dalam ekstraktor. Proses *refining* ini dilakukan secara sirkulasi untuk mendapatkan derajat giling yang diinginkan ( $27^{\circ}\text{SR}$ ). Setelah proses *refining*, penyaringan, dan pencucian selesai, pulp TKS yang telah di *refining* dibuat menjadi bentuk lembaran-lembaran dengan menggunakan mesin *wet lap*. Kadar air pulp TKS yang telah di *refining* dan dibuat lembaran adalah sebesar 70%.

#### Pemutihan pulp tandan kosong sawit

Proses pemutihan pulp TKS dilaksanakan melalui tahapan yang berurutan menggunakan kondisi proses dan bahan kimia yang berbeda untuk masing-masing tahapan. Pulp TKS diputihkan melalui empat tahapan yaitu CEHH (C = klorinasi, E = ekstraksi alkali, H = hipoklorit). Tahapan pemutihan ini dipilih berdasarkan tingkat kemampuan peralatan skala pilot.

Kualitas pulp dievaluasi berdasarkan *rendemen pulp* yang dihasilkan dan *bilangan Kappa*. Sifat-sifat fisik pulp semi-kimia TKS meliputi indeks sobek, indeks retak,

dan indeks tarik ditentukan menurut SNI (8, 9, 10).

#### Produksi kertas karton

Kertas karton dibuat di PT. Kertas Padalarang, Jawa Barat. Penguraian serat lembaran pulp semi-kimia TKS dan kertas bekas dilakukan secara terpisah menggunakan *hydropulper* masing-masing selama 15 dan 30 menit, sebelum proses *refining*. Proses *refining* dari pulp semi-kimia TKS dilakukan menggunakan *Jylha refiner* pada kondisi sebagai berikut:

- Kuat arus	: 50 Amp.
- Tekanan masuk	: $2,0 \text{ kg/cm}^2$
- Tekanan keluar	: $1,5 \text{ kg/cm}^2$
- Rata-rata konsistensi	: 3,5 %
- Derajat giling (awal)	: $27^{\circ}\text{SR}$
- Derajat giling (akhir)	: $29^{\circ}\text{SR}$
- Waktu operasi selama 1 siklus	: 27 menit.

Proses *refining* untuk kertas bekas dilakukan menggunakan *deflaker* yang digerakkan dengan motor listrik 55 kW. Konsistensi sebesar 4,39 % untuk 93 menit dan derajat giling akhir sebesar  $48^{\circ}\text{SR}$ .

Kertas karton yang dihasilkan merupakan campuran dari 47,90 % pulp semi-kimia TKS dan 52,10 % kertas bekas serta ditambahkan 9,46 % kaolin, 0,47 % rosin, 1,89 % pati tapioka, dan 0,95 % alum. Pencampuran dilakukan di bak penampungan pencampuran. Hasil pencampuran dialirkan ke mesin pembuat lembaran. Kecepatan mesin adalah 20-25 menit/lembaran. Lebar *wire and reel* adalah masing-masing 236 dan 224 cm, dan waktu operasi adalah 3,5 jam. Sifat-sifat fisik kertas karton yang dihasilkan dievaluasi menurut SNI (11).



## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Produksi pulp tandan kosong sawit

Percobaan terdahulu yang dilakukan oleh Guritno *et al.* (2) dan (4), menunjukkan bahwa rajangan TKS tidak memerlukan perlakuan lanjutan seperti pengepresan sebelum TKS dimasak. Kualitas kertas yang dibuat dari pulp TKS dipengaruhi oleh persiapan bahan baku yang digunakan. Kandungan minyak, kotoran, dan sari yang berlebihan sangat mempengaruhi kualitas kertas yang dihasilkan. Pada percobaan ini, TKS hasil rajangan dipres secara mekanis dengan menggunakan *single screw press* yang didisain oleh Pusat Penelitian Kelapa Sawit (3).

Morfologi serat TKS hasil rajangan yang telah dipres atau tanpa pengepresan tidak menunjukkan perbedaan. Namun, dibandingkan dengan perlakuan tanpa pengepresan, pengepresan TKS hasil rajangan menyebabkan kandungan komponen-komponen kimia seperti abu, silika, lignin, dan sari berkurang (Tabel 1). Kandungan selulosa dan pentosa TKS hasil rajangan meningkat setelah dipres.

Bilangan Kappa dari pulp TKS yang dibuat menggunakan proses semi-kimia adalah 96,29 setelah proses pemasakan. Rendemen pulp adalah 49,46% dengan waktu pemasakan total selama 3,5 jam (2 jam untuk mencapai suhu maksimum 160°C dan 1,5 jam untuk pemasakan pada suhu maksimum).

Nilai rata-rata dari indeks sobek, indeks retak, dan indeks tarik adalah berturut-turut 7,12 Nm<sup>2</sup>/kg, 2,41 MN/kg, dan 33,4 Nm/g (Tabel 2). Nilai-nilai tersebut le-

bih tinggi dari nilai standar maksimum yang ditentukan oleh SNI (8, 9, dan 10). Nilai standar minimum yang ditentukan untuk indeks sobek, indeks retak, dan indeks tarik berturut-turut adalah 5,0 Nm<sup>2</sup>/kg, 2,0 MN/kg, dan 30,0 Nm/g.

Derajat putih rata-rata dari TKS yang telah diputihkan melalui tahapan CEHH adalah 32,5 % GE (Tabel 2). Pada percobaan di laboratorium, menggunakan tahap pemutihan CEHP (C = klorinasi, E = ekstraksi alkali, H = hipoklorit, P = peroksida), derajat putih pulp TKS adalah 43,3%. Oleh karena fasilitas pilot plant yang terbatas, tahap-tahap pemutihan CEHP tidak dapat diterapkan. Namun, tahapan pemutihan CEHP dapat disarankan untuk digunakan pada produksi pulp skala industri.

Tabel 1. Komposisi kimia rajangan tandan kosong sawit dengan atau tanpa dikempa

No	Komponen kimia	Kadar (%)	
		Tanpa dikempa	Dengan dikempa
1.	Abu	6,23	3,76
2.	Silika	1,10	0,84
3.	Lignin	20,62	19,79
4.	Sari	7,78	6,10
5.	Holoseulosa	66,07	68,34
6.	$\alpha$ - selulosa	37,50	40,20
7.	Pentosan	25,34	26,59
	Kelarutan dalam:		
	- Air panas	15,71	9,22
	- Air dingin	13,61	7,37
	- 1% NaOH	30,32	29,38

### Produksi kertas karton

Gramatur dari kertas karton yang dihasilkan adalah 180,78 g/m<sup>2</sup> dan kekakuan kertas 17,5 gm.cm yang mana lebih

Table 2. Sifat fisik pulp semi-kimia TKS dievaluasi pada derajat giling 45°SR

No. contoh	Indeks sobek (Nm <sup>2</sup> /kg)	Indeks retak (MN/kg)	Indeks tarik (Nm/g)	Derajat putih (% GE)
1.	7,10	2,66	32,39	30,2
2.	7,14	2,16	34,31	34,8
Rata-rata	7,12	2,41	33,4	32,5

tinggi dari kertas karton komersial, yaitu berturut-turut : 142 g/m<sup>2</sup> and 16 gm.cm. Pada umumnya, nilai indeks sobek, indeks retak, dan indeks tarik menurut SNI yang diperlukan untuk kertas karton lebih tinggi dari kertas karton yang diproduksi. Standar ini dibuat berdasarkan produksi kertas karton yang menggunakan 100% pulp. Namun, di pasaran, kertas karton yang digunakan untuk map terutama dibuat dari kertas bekas atau campuran antara kertas bekas dan pulp. Tujuan penggunaan kertas bekas atau campuran antara kertas bekas dan pulp pada pembuatan kertas karton adalah untuk menurunkan biaya produksi.

Kekakuan yang relatif rendah dari kertas karton yang diproduksi adalah karena tahapan pemutihan CEHH yang digunakan dalam produksi pulp TKS. Tahapan CEHH cenderung merusak hampir seluruh kandungan lignin yang terdapat pada TKS. Tahapan CEHH tidak umum digunakan sebagai tahapan pemutihan pada proses pembuatan pulp secara semi-kimia. Kekakuan dari kertas karton yang dihasilkan dapat ditingkatkan dengan penambahan pati yang lebih banyak. Jika dibandingkan dengan kertas karton komersial, kertas karton yang

diproduksi pada percobaan ini memiliki daya serap air yang lebih rendah.

## KESIMPULAN

Pulp tandan kosong sawit (TKS) yang diproduksi secara semi-kimia memiliki sifat-sifat fisik yang mencakup indeks sobek, indeks retak, dan indeks tarik yang sesuai dengan SNI. Dibandingkan dengan ketentuan yang ditetapkan menurut SNI, kertas karton yang dibuat dari pulp TKS masih di bawah standar. Sifat-sifat fisik yang rendah dari kertas karton TKS disebabkan karena pencampuran pulp TKS dan kertas bekas. Namun, pada umumnya kertas karton yang dihasilkan pada percobaan ini, memiliki sifat-sifat fisik yang lebih tinggi dari pada kertas karton komersial yang ada di pasaran. Pemanfaatan TKS sebagai bahan baku pulp semi-kimia tidak hanya dapat meningkatkan nilai ekonomi limbah TKS, tetapi juga mengurangi penggunaan kayu hutan yang akhirnya ini ketersediaannya terbatas dan lebih mahal dari TKS.

## DAFTAR PUSTAKA

1. DARNOKO, P. GURITNO, A. SUGIHARTO, DAN S. SUGESTY. 1995. Pembuatan pulp dari tandan kosong sawit. *Jurnal Penelitian Kelapa Sawit* 3(1):75-81.
2. GURITNO, P., DARNOKO, DASWIR, DAN SOETRISNO. 1995. Pembuatan kertas kraft dari tandan kosong sawit pada skala pilot. *Jurnal Penelitian Kelapa Sawit* 3(2):127-138.
3. GURITNO, P., DAN D. P. ARIANA. Mesin kempa tipe ulir tunggal untuk mengempa rajangan tandan kosong sawit. *Jurnal Penelitian Kelapa Sawit* 4(1): 47-57.
4. GURITNO, P., DARNOKO, P. M. NAIBAHO, W. PRATIWI. 1995. Produksi pulp dan kertas cetak dari tandan kosong sawit pada skala pilot. *Jurnal Penelitian Kelapa Sawit* 3(1):89-100.

5. KHOO, K.C., AND T.W. LEE. 1990. Pulp and paper from the oil palm *Appita* 44(6):385-388; PRATIWI W., O. ATMAWINATA, DAN R. PUJOSUNARYO. 1988.
6. PRATIWI W., O. ATMAWINATA, DAN R. PUJOSUNARYO. 1988. Pembuatan pulp dan kertas dari tandan kosong sawit dengan proses soda antraknon. *Menara Perkebunan* 52(2):48-52.
7. SMOOK, G.A. 1989. Handbook for pulp and paper technologist. TAPPI and Canadian Pulp and Paper Association, Canada. 395 pp.
8. STANDAR NATIONAL INDONESIA. 14-0436-1989. 1989. Cara uji ketahanan sobek kertas.
9. STANDAR NATIONAL INDONESIA. 14-0437-1989. 1989. Cara uji ketahanan tarik kertas dan karton.
10. STANDAR NATIONAL INDONESIA. 14-0493-1989. 1989. Cara uji ketahanan retak lembaran pulp kertas.
11. STANDAR NATIONAL INDONESIA. 14-0155-1989. 1989. Cara uji kekuatan fisik kertas map.

---

### Utilization of oil palm empty fruit bunch as raw material for semi-chemical pulp making

Purboyo Guritno, Diwan Prima Ariana, and Endang Susilawati

#### Abstract

The shortage of wood as a conventional raw material for pulp and paper making due to the environmental concern has resulted in decreasing pulp and paper supply and increasing their prices. As a lignocellulosic solid waste, oil palm empty fruit bunch can be utilized for pulp and paper making due to its characteristics and its availability at large amount through out the year. The objective of this research is to utilize the oil palm empty fruit bunch for semi-chemical pulp making. Before being digested in the globe type digester, the empty fruit bunch was chipped and pressed. The soda was used as cooking liquor and the total cooking time was 3.5 hours. After digesting, the empty fruit bunch was fiberized using red refiner. Then, the empty fruit bunch was screened and washed before it was sheeted. The bleaching process was followed CEHH (C = chlorination, E = alkaline extraction, H=hypochloride) bleaching sequence. The semi-chemical empty fruit bunch pulp was used as raw material for carton papermaking. The carton papermaking was made from the blend of 47.9 % semi-chemical empty fruit bunch pulp and 52.10 % waste paper. The empty fruit bunch pulp had the physical properties including tear, burst, and tensile indexes in accordance with the Indonesian National Standard. Compared with the Indonesian National Standard requirement, the physical properties of carton paper made from empty fruit bunch pulp were lower. This was because the carton paper produced was made from blending of empty fruit bunch pulp and waste paper. However, the carton paper produced in this experiment, in general, had the physical properties higher than that of commercial carton paper which was available in the market.

Key words: empty fruit bunch, semi-chemical pulp, carton paper



## Introduction

In line with the development of industries and economy, the demand for pulp and paper in Indonesia as well as in the world has been ever increasing. It is projected that the world demand for chemical pulp in 2005 will reach 130 million tons (1). This means that the production capacity of pulp must be increased which consequently, the need for the raw material will also increase.

The shortage of the conventional raw material supply, e.g. wood for pulp production has forced the producer and researcher to look for other alternative sources. Many industrial countries such as Japan and South Korea are only allowed to produce the paper made from the recycle paper or non-wood pulp.

This is probably due to the environmental concern. Straw and bagasse have been commercially used as raw material for pulp and papermaking. However, their availability is very limited. The oil palm empty fruit bunch (EFB) on the other hand is one of agricultural solid wastes that are readily available in palm oil mill at large quantity through out the year. The utilization of the EFB is still limited.

The utilization of EFB for the production of printing and kraft papers has been studied by many researchers (2, 4, 5, and 6). Darnoko *et al.* (1) reported that according to the physical and chemical properties of EFB including the length of fiber (0.76-1.2 mm), fiber diameter (14.34-15.01  $\mu$ m), holocellulose content (67.88 %), and a cellulose content (38.76 %). EFB can be processed into chemical pulp with good quality. Guritno *et al.* (4) concluded that the physical properties of printing paper made from

the EFB was in agreement with the Indonesian National Standard (INS) requirement. The physical properties of kraft paper made from the blending of 30% EFB pulp produced using sulphate process and 70 % *Pinus merkusii* pulp was not significantly different from the kraft paper made from 100% *Pinus merkusii* pulp (2).

As mentioned earlier that the demand for the various papers will continually increase, the product diversification of the pulp and paper based on EFB as raw material has to be found out. The various pulp processing has been a long time introduced such mechanical, chemical, and semi-chemical pulping (7). Selection of pulping process is governed by the kind of pulp and paper production and yield. The industrial type paper, e.g. carton paper is commonly produced using mechanical or semi-chemical pulping process. The objective of this research is to study the production of semi-chemical oil palm empty fruit bunch pulp as raw material for industrial paper.

## Materials and Methods

### Pulp production

EFB was cut into 3-5 cm length using EFB chipper designed by Indonesian Oil Palm Research Institute (IOPRI). The chipped EFB was then pressed to reduce its moisture and dirt using a single screw press also designed by IOPRI (3). The pressing of chipped EFB also simultaneously extracted oil content in the EFB. Three tons of pressed and chipped EFB with the moisture content of about 15% were transported to pilot plant of pulp production at the Institute for Research and Development of Cellulose In-

dustry. Bandung, West Java and stored in open dry area.

The pressed and chipped EFB was pulped using semi-chemical process with the soda (NaOH) as cooking liquor. The pulping process was done in the globe digester with the capacity of 14 m<sup>3</sup>. The direct heating was applied during cooking of the EFB by supplying the steam in the digester.

The pilot scale semi-chemical pulping conditions were set up based on the optimum condition of pulping process obtained at the laboratory experimentation. The optimum conditions included selection of active alkali, liquor to EFB ratio, maximum temperature, time requirement to reach maximum temperature, and cooking time at the maximum temperature. The pulping (cooking) conditions were set up as follows:

- Active alkali (% NaOH) : 6.4
- NaOH concentration (%) : 16.23
- Liquor to EFB ratio : 4 : 1
- Maximum temperature (°C) : 160
- Time requirement to reach maximum temperature (h) : 2
- Cooking time at the maximum temperature (h) : 1.5

At the final cooking process, the steam was released until the pressure in the digester reached zero. Later on, the cooked EFB was blown down into the chest. The cooked EFB was then washed with the water and screened using *niagara* screen to separate the cooked (pulped) EFB from black liquor. The next step was to fiberize the EFB pulp using the refiner, screened using Jonnson screen with the diameter opening of 7 mm, and washed it in the extractor. This refining process was done by

circulating the EFB to obtain the desired freeness (27°SR). After refining, screening, and washing were completed, the refined EFB pulp was sheeted using wet lap machine. The moisture content of the refined and sheeted EFB pulp was 70%.

### Bleaching of EFB pulp

The bleaching of EFB pulp was carried out on the step-wise sequences utilizing different chemical and conditions in each stage. The unbleached EFB pulp was bleached at four stages using CEHH sequences (C = chlorination, E = alkaline extraction, H = hypochloride). This bleaching sequence was selected due to the pilot plant capability.

The pulp quality was evaluated based on pulp yield recovery and kappa number. The physical properties of semi-chemical EFB pulp including tear, burst, and tensile were determined following INS (8, 9, and 10).

### Carton paper production

The carton paper was made at PT. Kertas Padalarang, West Java. The sheeted semi-chemical oil palm empty fruit bunch pulp and waste paper were separately fiberized using hydropulper for respectively 15 and 30 minutes, before refining process. The refining process of the semi-chemical EFB pulp was done using *Jylha refiner* at the conditions are as follows :

- Current : 50 Amp.
- Pressure in : 2.0 kg/cm<sup>2</sup>
- Pressure out : 1.5 kg/cm<sup>2</sup>
- Consistency average : 3.5 %
- Degree of freeness (initial) : 27 °SR
- Degree of freeness (final) : 29 °SR
- Operating time for 1 cycle : 27 minutes.



The refining process for waste paper was done using *deflaker* powered by electrical motor of 55 kW. The consistency was 4.39 % for 93 minutes and the final degree of freeness was 48 °SR. The carton paper production was made from blending of 47.90 % semi-chemical EFB pulp and 52.10 % waste paper and added with 9.46 % caolin, 0.47 % rosin, 1.89 % tapioca starch, and 0.95 % alum. The blending was done at the blending chest. The blending was then sent to paper sheeting machine. The velocity of the machine was 20-25 m/s. The width of wire and reel was 236 cm and 224 cm, respectively and operating time was 3.5 hours. The physical properties of carton paper produced were tested according to INS (11).

## Results and Discussion

### EFB Pulp Production

The kappa number of EFB pulped using semi-chemical process was 96.29 after cooking process. The yield of pulp was 49.46% with the total cooking time of 3.5 hours (2 hours for reaching the maximum temperature of 160°C and 1.5 hours for cooking at the maximum temperature). The average value of tear index, burst index, and tensile index was 7.12 Nm<sup>2</sup>/kg, 2.41 MN/kg, and 33.4 Nm/g respectively (Table 2). These values were higher than those of minimum standard requirement of INS (8, 9, and 10). The minimum standard requirement of tear index, burst index, and tensile index was 5.0 Nm<sup>2</sup>/kg, 2.0 MN/kg, and 30.0 Nm/g, respectively.

The brightness average of EFB bleached using CEHH sequences was 32.5 %GE (Table 2). At the laboratory experi-

ment, using CEHP bleaching sequences (C = chlorination, E = alkaline extraction, H = hypochloride, P= peroxide), the brightness of the EFB pulp was 43.3 %GE. Due to limited facility at the pilot plant, the CEHP bleaching sequences could not be applied. However, the CEHP bleaching sequences may be suggested for large scale production.

Table 1. Chemical compositions of chipped oil palm empty fruit bunch with or without pressing.

No.	Chemical component	Composition (%)	
		Without pressing	With pressing
1.	Ash	6.23	3.76
2.	Silica	1.10	0.84
3.	Lignin	20.62	19.76
4.	Extractive	7.78	6.10
5.	Holocellulose	66.07	68.34
6.	α - cellulose	37.50	40.20
7.	Pentosan	25.34	26.59
	Solubility in :		
	- Hot water	15.71	9.22
	- Cold water	13.61	7.37
	- 1% NaOH	30.32	29.38

Table 2. Physical properties of EFB pulp produced using semi-chemical process evaluated at freeness of 45°SR

Sample No.	Tear Index (Nm <sup>2</sup> /kg)	Burst Index (MN/kg)	Tensile Index (Nm/kg)	Brightness (% GE)
1.	7.10	2.66	32.39	30.2
2.	7.14	2.16	34.31	34.8
Average	7.12	2.14	33.4	32.5

### Carton paper production

The grammage of carton paper produced was 180.78 g/m<sup>2</sup> and the stiffness of

paper was 17.5 gm.cm which were higher than that of commercial carton paper, e.g. 142 g/m<sup>2</sup> and 16 gm.cm, respectively. In general, the values of tear, burst, and tensile indexes according to the INS requirement for carton paper were higher than those of the carton paper produced. This carton paper according to the standard requirement was made from 100% fresh pulp. However, in the Indonesian's market, carton paper used for folder is mostly made from the waste paper or blending between waste paper and fresh pulp. The purpose to use waste paper or blending between waste paper and fresh pulp for carton papermaking was to reduce the production cost.

The relatively low of the stiffness of carton paper produced was due to the CEHH bleaching sequences used in EFB pulp production. The CEHH tended to destroy the most lignin content in the EFB. The CEHH is uncommon bleaching sequences to be used in the semi-chemical pulping process. The stiffness of the carton paper produced can be also improved by adding more starch. Compared with the commercial carton paper, the carton paper produced in this experiment had lower water absorption.

### Conclusions

The EFB pulp produced using semi-chemical process had the physical properties including tear, burst, and tensile indexes in accordance with the INS. Compared with the INS requirement, the carton paper made from EFB pulp was lower. The low physical property values of the carton paper produced due the blending of EFB pulp and waste paper. However, the carton

paper produced in this experiment, in general, had the physical properties higher than that of commercial carton paper which is available in the market. The utilization of oil palm empty fruit bunch for semi-chemical pulp making will not only increase the added value of the waste, but also reduce the use of forest wood which is recently very limited and getting more expensive.

### References

1. DARNOKO, P., GURITNO, A., SUGIHARTO, DAN S. SUGESTY. 1995. Pembuatan pulp dari tandan kosong sawit. *Jurnal Penelitian Kelapa Sawit* 3(1):75-81).
2. GURITNO, P., DARNOKO, DASWIR, DAN SOETRISNO. 1995. Pembuatan kertas kraft dari tandan kosong sawit pada skala pilot. *Jurnal Penelitian Kelapa Sawit* 3(2):127-138.
3. GURITNO, P., DAN D. P. ARIANA. Mesin kempa tipe ulir tunggal untuk mengempa rajangan tandan kosong sawit. *Jurnal Penelitian Kelapa Sawit* 4(1):47-57.
4. GURITNO, P., DARNOKO, P. M. NAIBAHU, W. PRATIWI. 1995. Produksi pulp dan kertas cetak dari tandan kosong sawit pada skala pilot. *Jurnal Penelitian Kelapa Sawit* 3(1):89-100.
5. KHOO, K.C., AND T.W. LEE. 1990. Pulp and paper from the oil palm *Appita* 44(6):385-388; PRATIWI W., O. ATMAWINATA, DAN R. PUJOSUNARYO. 1988.
6. PRATIWI W., O. ATMAWINATA, DAN R. PUJOSUNARYO. 1988. Pembuatan pulp dan kertas dari tandan kosong sawit dengan proses soda antrakinon. *Menara Perkebunan* 52(2):48-52.
7. SMOOK, G.A. 1989. Handbook for pulp and paper technologist. TAPPI and Canadian Pulp and Paper Association, Canada. 395 pp.
8. STANDAR NATIONAL INDONESIA. 14-0436-1989. 1989. Cara uji ketahanan sobek kertas.
9. STANDAR NATIONAL INDONESIA. 14-0437-1989. 1989. Cara uji ketahanan tarik kertas dan karton.

10. STANDAR NATIONAL INDONESIA. 14-0493-1989. 1989. Cara uji ketahanan retak lembaran pulp kertas.

11. STANDAR NATIONAL INDONESIA. 14-0155-1989. 1989. Cara uji kekuatan fisik kertas map.

ooOoo