

PRODUKSI PULP DAN KERTAS CETAK DARI TANDAN KOSONG SAWIT PADA SKALA PILOT

Purboyo Guritno, Darnoko, Ponten M. Naibaho, Wieke Pratiwi¹

ABSTRAK

Kekurangan pasokan bahan baku kayu untuk produksi pulp dan kertas akibat dari isu lingkungan telah berakibat berkurangnya pasokan pulp dan kertas dan meningkatnya harga pulp dan kertas. Sebagai limbah lignoselulosa, tandan kosong sawit dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pulp karena karakteristiknya dan tingkat ketersediaanya yang besar dan tersedia secara berkesinambungan sepanjang tahun. Tujuan penelitian ini adalah memanfaatkan tandan kosong sawit untuk pembuatan pulp dan kertas cetak pada skala pilot.

Kondisi operasi yang digunakan dalam pembuatan pulp dan kertas cetak dari tandan kosong sawit pada skala pilot adalah kondisi optimum. Tandan kosong sawit dirajang dan dimasak dengan menggunakan digester tipe vertikal dan diam. Proses pemutihan pulp dilakukan dengan menggunakan urutan CEHEH (C = klorinasi, E = ekstraksi alkali, H = hipoklorit). Pulp yang telah diputihkan kemudian digunakan bahan baku pembuatan kertas cetak. Kertas cetak dibuat dari campuran antara pulp dari tandan kosong sawit sebanyak 78,22 % dan pulp dari Pinus merkusii sebanyak 21,78 %.

Nilai rerata sifat fisik pulp tandan kosong sawit sebelum diputihkan adalah sebagai berikut: indeks sobek = $6,30 \text{ Nm}^2/\text{kg}$, indeks retak = $3,39 \text{ MN/kg}$ dan indeks tarik = $26,76 \text{ Nm/kg}$. Nilai sifat fisik ini naik setelah pulp diputihkan yaitu indeks sobek = $7,09 \text{ Nm}^2/\text{kg}$, indeks retak = $4,54 \text{ MN/kg}$ dan indeks tarik = $38,60 \text{ Nm/kg}$. Sifat-sifat fisik tersebut, secara umum lebih tinggi dari standar sifat fisik yang telah diperlukan di dalam Standar Nasional Indonesia. Nilai rerata derajat putih dari pulp tandan kosong sawit setelah diputihkan adalah 75,3 % GE. Gramatur kertas adalah $83,5 \text{ g/m}^2$. Kertas cetak yang dihasilkan dapat dikategorikan ke dalam kertas cetak A menurut Standar Nasional Indonesia.

Kata kunci : kertas, pulp, kelapa sawit.

PENDAHULUAN

Sejalan dengan laju perkembangan industri dan ekonomi, kebutuhan akan kertas di dunia akan semakin meningkat. Kekurangan pasokan bahan baku kayu untuk produksi pulp dan kertas yang disebabkan oleh isu lingkungan telah berakibat naiknya harga kertas. Pada awal tahun 1994, harga kertas naik secara tajam sebanyak 80 % dan kenaikan ini akan berlanjut sampai

dengan tahun 1995 (1). Salah satu cara untuk menurunkan harga kertas adalah dengan meningkatkan produksi pulp.

Sumber lignoselulosa baru perlu dicari sebagai alternatif bahan baku pembuatan pulp. Sumber baru ini seyogyanya ramah terhadap lingkungan dan tersedia secara berkesinambungan. Salah satu kemungkinan adalah memanfaatkan limbah-limbah pertanian. Jerami dan bagas (ampas tebu) telah dikenal lama sebagai bahan baku bukan kayu untuk pembuatan pulp tetapi tingkat

1) Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Industri Selulosa, Departemen Perindustrian

ketersediannya semakin berkurang. Tandan kosong sawit (TKS) yang merupakan limbah padat pabrik kelapa sawit tersedia dalam jumlah besar. Jika di- asumsikan 20% dari tandan buah segar (TBS) adalah TKS, maka pada tahun 1994 tersedia 1.7 ton (basis kering) TKS (4) dan akan meningkat seiring dengan meningkatnya penanaman kelapa sawit.

Upaya pemanfaatan TKS masih sangat terbatas dan nilai ekonominya hampir tidak ada. Pemanfaatannya telah dilakukan di beberapa perkebunan, di antaranya adalah untuk mulsa dan pupuk abu TKS yang berguna untuk menyuburkan tanah di perkebunan kelapa sawit. Pembakaran TKS di *incinerator* akan dilarang karena akan menyebabkan polusi. Oleh sebab itu pemanfaatan TKS yang lebih menguntungkan perlu dicari.

Sebagai limbah lignoselulosa, TKS merupakan salah satu alternatif bahan baku pembuatan pulp dan kertas karena kandungan selulosanya yang cukup tinggi (3). Percobaan laboratorium yang telah dilakukan menunjukkan bahwa, TKS dapat digunakan untuk pembuatan kertas *kraft* pada tingkat substitusi sampai dengan 30 % (2). Karena membutuhkan kekuatan, kertas *kraft* pada umumnya dibuat dengan menggunakan serat panjang yaitu salah satunya *Pinus merkusii*. Penelitian laboratorium lainnya memperlihatkan bahwa TKS dapat dimanfaatkan untuk pembuatan pulp putih (5). Sifat-sifat fisik seperti, indeks sobek, indeks retak dan indeks tarik sesuai dengan Standard Nasional Indonesia (SNI).

Penggunaan TKS untuk bahan baku pulp dan kertas akan memberikan beberapa keuntungan : (i) memberikan tambahan keuntungan pabrik kelapa sawit yaitu dengan menjual TKS, (ii) menurunkan ongkos produksi pabrik

pulp karena harga TKS akan lebih murah dibandingkan dengan bahan baku lainnya, dan (iii) menjaga kelestarian hutan tropis karena akan lebih sedikit ketergantungan padanya.

Produksi pulp dan kertas perlu dibuat pada skala pilot sebelum diproduksi secara komersial. Semua informasi berupa aspek teknis dalam skala pilot sangat berguna untuk dikembangkan dalam skala komersial. Tujuan penelitian ini adalah memanfaatkan TKS untuk pembuatan pulp dan kertas cetak pada skala pilot dengan menggunakan kondisi operasi dari hasil optimasi skala laboratorium.

BAHAN DAN METODE

Produksi pulp

TKS diperoleh dari pabrik kelapa sawit (PKS) Kertajaya, PT. Perkebunan XI, Lebak, Pandeglang, Jawa Barat. TKS dirajang secara manual dengan panjang antara 3-5 cm. TKS yang telah dirajang dikeringkan dengan matahari sampai kadar air 17 %. Sepuluh ton TKS kering dikirim ke *pilot plant pulp* di Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Industri Selulosa, Bandung dan disimpan di tempat yang kering dan mempunyai sirkulasi udara yang cukup. Penelitian ini berlangsung dari Juni 1994 sampai dengan Maret 1995.

Serpihan TKS dimasak dengan menggunakan proses soda antrakinon dengan penambahan surfaktan di dalam *digester* tipe vertikal dan diam yang mempunyai isi 8 m³. *Digester* dilengkapi dengan pompa untuk mensirkulasi cairan pemasak dan alat pemindah panas yang bersfungsi untuk memanaskan *digester* secara tidak langsung sampai tercapai suhu pemasakan.

Kondisi pemasakan adalah sebagai berikut:

- Alkali aktif (%) : 13%
- Antrakinon (%) : 0.1
- Surfactan (%) : 0.1
- Nilai banding EFB terhadap cairan pemasak : 1:5.5
- Suhu maksimum ($^{\circ}$ C) : 165
- Waktu menuju suhu maksimum (jam) : 2
- Waktu pada suhu maksimum : 1.5 (jam)

Hasil pemasakan serpihan TKS di keluarkan, dicuci dengan menggunakan air panas bersuhu 60°C dan diuraikan seratnya. Selanjutnya serpihan TKS yang telah dimasak disaring dengan menggunakan saringan *Jonsson* dengan diameter lubang saringan 6 mm, kemudian disaring lagi dengan menggunakan saringan *centrifugal* dengan diameter lubang saringan 2 mm. Setelah itu, pulp tersaring dikentalkan dengan *thickener* yang dilengkapi dengan pompa vakum, kemudian dilakukan pengenceran, pembersihan dengan *centricleaner* dua tingkat dan penggulungan yang disertai dengan pengepresan sehingga diperoleh lembaran pulp yang belum putih dengan kadar air sekitar 70%.

Pemutihan pulp dilakukan dengan menggunakan lima tingkat. Setiap tingkat menggunakan bahan kimia yang berbeda dan kondisi yang juga berbeda. Urutan 5 tingkat pemutihan CEHEH (C=klorinasi, E=ekstraksi alkali, H=hipokhlorit) digunakan dalam proses pemutihan pulp dari TKS. Setelah pemutihan, pulp dibersihkan kembali dengan *centricleaner* dua tingkat, kemudian digulung dan dipres. Pulp putih yang dihasilkan dikemas dalam bentuk bal.

Kualitas pulp belum putih dan setelah diputihkan dievaluasi rendemen dan bilangan permanganatnya. Sifat-sifat fisik pulp yaitu indeks sobek, indeks retak dan indeks tarik diuji menurut SNI (6, 7, 8).

Produksi kertas cetak

Kertas cetak dibuat di PT. Kertas Padalarang, Jawa Barat. Pulp putih dimasukan ke dalam *pulper* yang berkapasitas 720 kg/tumpukan sampai terurai seratnya selama 30 menit. Konsistensi dalam pulper sekitar 4%. Selanjutnya bubur pulp digiling dengan menggunakan *conical refiner*.

Untuk menaikkan kekuatan kertas dan kelancaran jalannya mesin kertas, sebanyak 20% pulp dari *Pinus merkusii* ditambahkan dengan 80% pulp dari TKS. Di samping itu juga untuk menaikkan sifat fisik kertas yang dihasilkan ke dalam bak pencampur ditambahkan kaolin 10%, tapioka 5%, arpus 1%, tawas (2%), OBA 0,03% dan methyl violet 0,00075%. Setelah proses pencampuran, pulp disaring dan dikirim ke mesin kertas.

Mesin kertas yang digunakan mempunyai kecepatan 44 m/min dan lebar wire 2,4 m. Kertas cetak yang akan dihasilkan dirancang mempunyai gramatur 80 g/m^2 . Kertas yang dihasilkan dipotong dengan ukuran A4 dan dipak.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pulp belum putih

Sebanyak lima tumpukan pemasakan serpihan TKS dilakukan karena mengingat keterbatasan *digester*. Di antara lima tumpukan terdapat perbedaan yang kecil di dalam rendemen

total dan ter-saring, dan bilangan permanganat (Tabel 1). Perbedaan ini kemungkinan disebabkan oleh kondisi dari TKS. Pasir dan kotoran lainnya di TKS telah membuat cairan pemasak sangat sulit untuk menembus ke dalam serpihan TKS, sehingga delignifikasi kurang lancar. Pembersihan kotoran dari TKS sangat disarankan sebelum dilakukan proses pemasakan. Kondisi ini telah diketahui sebelumnya bahwa pembersihan secara sempurna akan sangat sulit dilakukan pada produksi skala komersial. Oleh sebab itu, nilai banding serpihan TKS terhadap cairan pemasak dibuat agak tinggi, yaitu 5,5 dengan maksud untuk menjaga kestabilan sirkulasi cairan pemasak.

Selama proses pencucian pulp, waktu drainase cukup lama disebabkan sulitnya air pencuci menembus kumpulan serat TKS. Penggunaan air hangat akan mengatasi masalah ini. Pencucian dengan air hangat banyak dilakukan oleh industri pulp.

Pulp putih

Hasil pemutihan pulp TKS dengan menggunakan CEHEH disajikan dalam Tabel 2. Oleh karena keterbatasan alat dan mesin pemutihan pulp, lima tumpukan pulp dari hasil pemasakan dibagi menjadi empat tumpukan. Di dalam dua urutan pertama dalam proses pemutihan yaitu klorinasi dan ekstraksi ditujukan untuk menghilangkan sebagian besar lignin yang terkandung di dalam pulp yang belum putih. Pada tiga urutan terakhir yaitu hipochlorit, ekstraksi dan hipochlorit, pemutihan pada pulp terjadi di samping itu penghilangan lignin masih ada walaupun dalam jumlah kecil.

Derajat keputihan pulp yang dihasilkan pada tumpukan 1 adalah paling rendah. Hal ini mungkin disebabkan oleh kandungan logam di dalam air yang digunakan dalam proses. Rerata derajat keputihan pulp yang dihasilkan yaitu 75,3%.

Tabel 1. Kadar pulp bilangan permanganat dari tandan kosong sawit yang belum diputihkan

Table 1. Pulp content and permanganate number of unbleached pulp made from empty fruit bunches

Tumpukan <i>Batch</i>	Kadar pulp (%) <i>Pulp contents (%)</i>		Bilangan permanganat <i>Permanganate number</i>
	Total <i>Total</i>	Tersaring <i>Screened</i>	
1	43.68	37.16	11.71
2	42.66	34.22	10.90
3	37.80	33.67	10.74
4	39.26	36.92	11.06
5	39.64	38.17	10.19
Rerata <i>Average</i>	40.61	36.03	10.92

Tabel 2. Kadar dan derajat keputihan pulp dari tandan kosong sawit*Table 2. Pulp contents and whiteness made from empty fruit bunches*

Tumpukan <i>Batch</i>	Kadar pulp (%)	Derajat keputihan (% GE) <i>Whiteness (% GE)</i>
	<i>Pulp contents (%)</i>	
1	25.67	63.0
2	26.86	74.9
3	30.61	76.2
4	32.68	75.0

Analisis lindi hitam sisa pemasakan

Lindi hitam adalah sisa cairan pemasakan setelah digunakan pada proses pemasakan pulp. Karakteristik lindi hitam dicantumkan pada Tabel 3 yang memperlihatkan bahwa persentase

padatan, alkali aktif, kandungan bahan organik dan anorganik antar setiap tumpukan, relatif sama. Hal ini disebabkan kandungan anorganik dari lindi hitam cukup tinggi sehingga dapat digunakan kembali sebagai cairan pemasak.

Tabel 3. Analisis lindi hitam dari sisa pemasakan*Table 3. Analysis of the black liquor produced from cooking waste*

Tumpukan <i>Batch</i>	Padatan total (%) <i>Total solid (%)</i>	pH <i>pH</i>	Sisa alkali sebagai Na ₂ O (g/l)	Residual alkali as Na ₂ O (g/l) Total Total	Kadar zat organik dalam padatan total (%) <i>Organic content of total solid (%)</i>	Kadar zat anorganik dalam padatan total (%) <i>Inorganic content of total solid (%)</i>
			Residual alkali as Na ₂ O (g/l) Aktif Active			
			Total Total			
1	12.49	11.50	10.440	3.820	29.67	70.33
2	12.41	11.65	9.491	3.579	30.21	69.79
3	12.85	11.52	5.694	3.376	31.48	68.52
4	12.46	11.69	7.118	5.042	32.32	67.68
5	12.65	11.54	5.631	4.063	32.29	67.71

Evaluasi sifat fisik pulp

Pengujian sifat fisik pulp belum putih dan pulp putih dilakukan pada berbagai derajat giling yang meliputi indeks sobek, indeks retak dan indeks tarik.

Pada derajat giling 40 °SR, nilai rerata sifat fisik pulp tandan kosong sawit sebelum diputihkan adalah sebagai berikut: indeks sobek 6,50 Nm²/kg,

indeks retak 3,39 MN/kg dan indeks tarik 26,76 Nm/kg (Tabel 4). Setelah pulp diputihkan nilai sifat fisik ini masing-masing naik menjadi 7,09 Nm²/kg, 4,54 MN/kg dan 38,60 Nm/kg. Secara umum sifat fisik pulp belum putih dan pulp putih dari TKS lebih tinggi dari persyaratan minimum SNI (6, 7, 8) yaitu indeks sobek 5,00 Nm²/kg, indeks retak 2,00 MN/kg dan indeks tarik 30,00 Nm/kg.

Tabel 4. Sifat fisik pulp dari tandan kosong sawit sebelum dan sesudah diputihkan

Table 4. Physical properties of unbleached and bleached pulp made from EFB

No.	Contoh <i>Sample</i>	Index sobek (Nm ² /kg) <i>Tear index</i> (Nm ² /kg)	Index retak (MN/kg) <i>Burst index</i> (MN/kg)	Index tarik (Nm/g) <i>Tensile index</i> (Nm/g)
1.	Pulp belum putih <i>Unbleached pulp</i>	5.67	2.71	26.92
2.	Pulp belum putih <i>Unbleached pulp</i>	6.72	3.61	23.13
3.	Pulp belum putih <i>Unbleached pulp</i>	7.56	3.66	28.15
4.	Pulp belum putih <i>Unbleached pulp</i>	6.03	3.58	28.25
	Rerata <i>Average</i>	6.50	3.39	26.76
5.	Pulp putih <i>Bleached pulp</i>	7.47	4.75	37.78
6.	Pulp putih <i>Bleached pulp</i>	7.56	4.38	41.00
7.	Pulp putih <i>Bleached pulp</i>	6.63	4.60	40.86
8.	Pulp putih <i>Bleached pulp</i>	6.69	4.43	38.68
	Rerata <i>Average</i>	7.09	4.54	38.68

Produksi kertas cetak

Kertas cetak diproduksi dari campuran 78.22% pulp TKS dan 21.78% pulp *Pinus merkusii*. Serat panjang pulp dari *Pinus merkusii* digunakan untuk memperbaiki kekuatan kertas dan kelancaran jalannya mesin pembuat kertas, sedangkan serat pendek pulp dari TKS digunakan untuk memperbaiki formasi serat kertas cetak yang dihasilkan.

Kadar kotoran kertas cetak yang dihasilkan yaitu $46.76 \text{ mm}^2/\text{m}^2$. Kadar kotoran ini masih di bawah persyaratan Standar Nasional Indonesia yaitu $50 \text{ mm}^2/\text{m}^2$. Walaupun demikian kadar kotoran pulp putih yaitu $271.95 \text{ mm}^2/\text{m}^2$ masih berada di luar persyaratan SNI. Membersihkan serpih TKS, penyaringan dan pencucian pulp yang baik sangat dianjurkan untuk mengurangi kandungan kotoran di pulp.

Kertas cetak yang dihasilkan mempunyai gramatur $83,5 \text{ g/m}^2$ dan ketebalan $0,1315 \text{ mm}$. Indeks sobek, indeks retak, indeks tarik dan panjang putus masing-masing $8,80 \text{ Nm}^2/\text{kg}$, $2,87 \text{ MN/kg}$, 35.136 Nm/kg dan 3582 m . Derajat putih kertas cetak yang dihasilkan yaitu $76.5 \% \text{ }^{\circ}\text{GE}$ dan opositasnya 91.08% . Kertas cetak yang dihasilkan dapat dikategorikan ke dalam kertas cetak A sesuai dengan SNI (9, 10, 11).

KESIMPULAN

Tandan kosong sawit merupakan alternatif yang baik sebagai bahan baku pembuatan pulp dan kertas cetak. Rendemen tersaring pulp belum putih dan sesudah diputihkan berturut-turut yaitu sekitar 35% dan 30%. Secara umum sifat fisik pulp belum putih dan pulp putih dari TKS lebih tinggi dari persyaratan

minimum SNI. Rerata derajat putih pulp tandan kosong sawit yaitu 75.3% GE. Kertas cetak yang dihasilkan dapat dikategorikan ke dalam kertas cetak jenis A sesuai dengan SNI.

Data teknis yang diperoleh pada percobaan skala pilot dapat digunakan untuk produksi pulp dan kertas dari tandan kosong pada skala komersial.

DAFTAR PUSTAKA REFERENCES

1. ANONIM. 1994. Deperin usut naiknya harga kertas. *Kompas* 11 Mei 1994, Jakarta.
2. GURITNO, P., K. PAMIN, DARNOKO, dan E. SUPARMAN. 1994. Pemanfaatan tandan kosong sawit untuk produksi kertas *kraft*. Berita PPKS 2(4): 285-291.
3. JOEDIBROTO, R. 1982. Palm plantation residue as an alternate source of cellulosic raw material for the pulp and paper industry. *Berita Selulosa* 18(4):95-100.
4. LUBIS, A., P. GURITNO, dan DARNOKO. 1994. Prospek industri dengan bahan baku limbah padat kelapa sawit di Indonesia. Berita PPKS 2(3):203-209.
5. PRATIWI, W., O. ATMAWINATA, dan R.S. PU-DJOSUNARJO. 1988. Pembuatan pulp kertas dari tandan kosong sawit dengan proses soda antrakinon. *Menara Perkebunan* 56(2):49-52.
6. STANDAR NASIONAL INDONESIA. 14-0436-1989. 1989. Cara uji ketahanan sobek kertas.
7. STANDAR NASIONAL INDONESIA. 14-0437-1989. 1989. Cara uji ketahanan tarik kertas dan karton.
8. STANDAR NASIONAL INDONESIA. 14-0493-1989. 1989. Cara uji ketahanan retak lembaran pulp kertas.
9. STANDAR NASIONAL INDONESIA. 14-0113-1987. 1987. Kertas cetak A.
- 10 STANDAR NASIONAL INDONESIA. 14-1798-1990. 1990. Kertas cetak B.
- 11 STANDAR NASIONAL INDONESIA. 14-0837-1989. 1989. Kertas cetak C.

Pilot scale production of pulp and printing paper from oil palm empty fruit bunches

Purboyo Guritno, Darnoko, Ponten M. Naibaho, Wieke Pratiwi¹

Abstract

The shortage of wood as a raw material for pulp and paper production due to the environmental issue has resulted in decreasing pulp and paper supply and increasing their prices. As a lignocellulosic waste, oil palm empty fruit bunches can be utilized for pulp and paper production because their characteristics and availability in large amount through out the year. The objective of this research is to utilize empty fruit bunches for pulp and printing paper production at pilot scale production.

Pilot scale production of pulp and paper from empty fruit bunches was run using an optimum condition process. The EFB were chipped and pulped using a stationary vertical digester. The bleaching process was done using the CEHEH sequence. The bleached pulp made from EFB was then used for printing paper production. The paper printing was made from the blending of 78.22% pulp made from EFB and 21.78% pulp made from Pinus merkusii.

The average values of tear index, burst index, and tensile index of unbleached pulp were 6.30 Nm²/kg, 3.39 MN/kg, and 26.76 Nm/g, respectively. These physical properties were improved after bleaching process, e.g. 7.09 Nm²/kg for tear index, 4.54 MN/kg for burst index, and 38.60 Nm/g for tensile index. In general, the physical properties of the pulp made from EFB are higher than the Indonesian National Standard requirement. The average whiteness of bleached pulp was 75.3% GE. The grammage of the paper was 83.5 g/m². The printing paper produced can be categorized as A type printing paper according to Indonesian National Standard.

Key words : paper, pulp, oil palm

INTRODUCTION

In line with the development of the industry and economic, the world paper demand will continually increase. The shortage of conventional raw materials, e.g. wood for pulp production due to the environmental issue resulted in the increase of pulp price. In early 1994, the price of pulp sharply increased at about 80% and it will continually increase until 1995 (1). To decrease the price of pulp, the production of pulp has to be increased.

The new lignocellulosic sources for pulp making has to be discovered.

The new sources should be an environmentally friendly and continually available. The one possibility is to utilize the agricultural wastes. Straw and bagasse were well known as raw materials for pulp production. However, their availability is very limited. Oil palm empty fruit bunches (EFB) are one of the agricultural solid wastes that are produced in the palm oil mill. This waste is readily available at a large quantity through out the year. Assuming that 20% of fresh fruit bunches (FFB) is EFB, there is about 1.7 ton (dry basis) EFB in 1994 (4) and will increase as the oil palm development continually increases.

1) Institute for Research and Development of Cellulose Industries, Department of Industry.

The utilization of the EFB is still limited and its economic value is almost nothing. At current practices, EFB are either distributed in the oil palm field as mulch or incinerated. The ash produced in the incinerator is used as potash fertilizer for the palm. However, the incineration will be soon prohibited, due to the environmental pollution. Therefore, other methods should be found to utilize the wastes.

As a lignocellulosic waste, the EFB are good candidate raw material that can be converted into pulp and paper, due to its high cellulose content (3). The previous laboratory experiment indicated that up to 30% substitution, the EFB can be utilized for kraft paper production-(2). The kraft paper production is traditionally made from long fiber sources such as *Pinus merkusii*. Other laboratory experiments report that the EFB can be utilized for production of bleached pulp (5). The physical and mechanical properties, such as tensile index, burst index, and tear index of the paper made from the EFB pulp are in agreement with standard printing paper according to Indonesian National Standard requirement.

The conversion of the EFB into pulp and paper will give benefit such as: (i) Additional profit for palm oil mills by selling EFB, (ii) Production cost reduction for pulp industries, due to the relatively low cost of the material, and (iii) Less dependency on the use of forest woods which means maintaining the forest sustained.

The production of pulp and paper made from EFB is necessary to be developed in a pilot scale before commercial production. All information of the process in the pilot scale is very valuable for the large scale production. The objective

of this research is to utilize EFB for pulp and paper production at pilot scale using operating conditions that have been optimized at the laboratory scale.

MATERIALS AND METHODS

Pulp production

EFB were obtained from Kertajaya palm oil mill, PT. Perkebunan XI, Lebak, Pandeglang, West Java. EFB were chipped manually at the length of 3-5 cm. Chipped EFB were sun dried until the moisture content of about 17 %. Ten tons of dried chipped EFB were transported to the pilot plant of pulp production at the Institute for Research and Development of Cellulose Industry, Bandung and stored in open dry area. The production was conducted from June 1994 through March 1995.

The chipped EFB were pulped using soda anthraquinone process and surfactant. The EFB were digested using stationary batch digester having volume of 8 m³. The digester was equipped with the pump to circulate the cooking liquor and heat exchanger for heating the contents indirectly to pulping temperature. The pulping conditions were set up as follows :

- Active alkali (%) : 13%
- Anthraquinone (%) : 0.1
- Surfactant (%) : 0.1
- Liquor-to-EFB ratio : 5.5
- Maximum temperature (°C) : 165
- Time requirement to reach maximum temperature (h) : 2
- Cooking time at the maximum temperature (h) : 1.5

The cooked chip produced from digestion process was discharged, washed and fiberized. Then, the cooked

chip was screened using Jonsson screen with hole diameter of 6 mm, then screened further using centrifugal type screen with opening diameter of 2 mm. Screened pulp was thickened using thickener equipped with the vacuum cleaner, diluted and cleaned using 2 stages centricleaner. The cleaned pulp was pressed and rolled. The pressed pulp (unbleached) had the moisture content of about 70%.

The bleaching of pulp was carried out on the step-wise sequences utilizing different chemical and conditions in each stage. The unbleached pulp was bleached at 5 stages using CEHEH sequence (C = chlorination, E = alkaline extraction, H = hypochlorite). After blending process, the bleached pulp was cleaned using 2 stages centricleaner, pressed and rolled. Bleached pulp was packed as a bale.

Pulp quality was evaluated based on pulp yield recovery and permanganate number. The physical properties of pulp including tear index, burst index, and tensile index were tested according to Indonesian National Standard (6,7,8).

Printing paper production

The printing paper was made at PT. Kertas Padalarang, West Java. The bleached pulp was put into the pulper with the capacity of 720 kg/batch. Pulp consistency in the pulper was about 4% and fiberizing process was performed for 30 minutes. The stock (pulp) was then refined by using conical refiner

In order to increase the strength of the paper, in the blending chest, 20% of long fiber pulp which was made from *Pinus merkusii* was added. The purpose of long fiber addition is to increase the strength of the paper and the runnability of the paper machine. Some chemical

agents, such as caolin (10%), tapioca starch (5%), arpus (1%), aluminum sulphate (2 %), OBA (0.03%), and methyl violet (0.00075%) were added into the refined pulps to improve physical properties of the printing paper. After blending, the stock was screened and sent to the paper machine

The paper machine had the velocity of 44 m/min and the wire width of 2.4 m. The grammage of the paper was designed at 80 g/m². Printing paper produced was cut at an A4 size and packed.

RESULTS AND DISCUSSION

Unbleached pulp

Due to the capacity of digester, five batches of cooking experiment were made. There was small variation in total and screened yields of unbleached pulp within five batches (Table 1). Small variation on permanganate number was also observed. The variation within the batches was probably due to the EFB conditions. The sand and other dirt in EFB prevented the cooking liquor to penetrate the EFB. Resulting more difficulty in the delignification. Therefore, pretreatment of the EFB is highly suggested. This phenomenon has been predicted earlier that in the large scale production where it very difficult to clean the EFB thoroughly. One of the possibilities to overcome this problem is to design the liquor-to-EFB ratio of 5.5 in order to make the stability of cooking liquor circulation.

During pulp washing, the drainage time was long due to the difficulty of the water to penetrate the EFB fiber bundles. The use of warm water which was commonly applied for large scale production could overcome this problem.

Bleaching process

The results of bleaching process using CEHEH sequences are presented in Table 2. Due to the capacity of bleaching equipment, unbleached pulp produced from five batches of cooking were divided into four batches. In the first two steps, chlorination and extraction processes are aimed at removing the large part of lignin in the unbleached pulp. The whitening proces are taken place in the last three steps. The whiteness of bleached pulp of batch number 1 was the lowest. This might be due to high metal content in the water used in the process. The average of whiteness was 75.3 % GE.

Black liquor analysis

Black liquor is residual cooking liquor produced after digesting process. The characteristics of black liquor are presented in Table 3. Table 3 shows that percentage of solid, active alkali, organic and inorganic contents within each bacth were relatively similar due to high content of the inorganic fraction of the black liquor so that it can be recovered to be used as cooking liquor.

Evaluation of physical properties of unbleached and bleached pulp

Test of physical properties of pulp was performed at various freeness and physical properties were evaluated at freeness of 40 °SR. Physical properties of unbleached and bleached pulp at the freeness of 40 °SR are shown in Table 4. In general the physical properties of unbleached and bleached pulp made from EFB was higher than minimum standard strength of pulp based on Indonesian National Standard requirement (6, 7, 8). Average values of tear index, burst in-

dex, and tensile index of unbleached pulp were $6.30 \text{ Nm}^2/\text{kg}$, 3.39 MN/kg , and 26.76 Nm/g , respectively. These properties were improved after pulp was bleached using CEHEH sequence which was $7.09 \text{ Nm}^2/\text{kg}$ for tear index, 4.54 MN/kg for burst index, and 38.60 Nm/g for tensile index. The minimum standard requirement of tear index, burst index, and tensile index was $5.00 \text{ Nm}^2/\text{kg}$, 2.00 MN/kg , and 30.00 Nm/g , respectively.

Printing paper production

Printing paper production was made from blending of 78.22% pulp made from EFB and 21.78% pulp made from *Pinus merkusii*. The long fiber pulp made from *Pinus merkusii* was used to improve the strength of paper and runnability of paper machine while pulp made from EFB as a short fiber pulp was used to improve fiber formation of printing paper produced.

Dirt content of the printing paper produced $46.76 \text{ mm}^2/\text{m}^2$ which was still below Indonesian National Standard requirement ($50 \text{ mm}^2/\text{m}^2$). However, the dirt content of the bleached pulp was $271.95 \text{ mm}^2/\text{m}^2$ which was beyond the standard requirement. Cleaning of EFB and proper screening and washing of pulp before bleaching were highly recommended.

The grammage of printing paper produced was 83.5 g/m^2 and the thickness was 0.1315 mm . Tear index, burst index, tensile index, and breaking length were $8.80 \text{ Nm}^2/\text{kg}$, 2.87 MN/kg , 35.136 Nm/g , and 3582 m , respectively. The whiteness and opacity of the printing paper were $76.5 \% \text{ }^{\circ}\text{GE}$ and 91.08% , respectively. The printing paper produced can be catagorized as A type printing paper according to the Indonesian National Standard (9, 10, 11).

CONCLUSIONS

Oil palm empty fruit bunches are a good alternative raw material for pulp and paper printing paper. Screened yield of unbleached and bleached pulp were about 35% and 30% respectively. In general, the physical properties of the pulp made from EFB is higher than the Indonesian National Standard

requirement. The average whiteness of the bleached pulp was 75.3% GE.

The printing paper produced can be categorized as a type A of printing paper according to the Indonesian National Standard .

The data obtained from the pilot scale production can be used for large scale production.