

PEMBUATAN KERTAS KRAFT DARI TANDAN KOSONG SAWIT PADA SKALA PILOT

Purboyo Guritno, Darnoko, Daswir dan Soetrisno¹

ABSTRAK

Pertambahan jumlah penduduk dan peningkatan ekonomi dunia cenderung akan meningkatkan permintaan akan pulp dan kertas. Namun demikian karena gencarnya isu lingkungan pasokan bahan baku kayu untuk pembuatan pulp dan kertas semakin terbatas. Keterbatasan pasokan ini secara langsung akan menaikkan harga pulp dan kertas. Dalam hal ini mencari sumber bahan baku baru sangat diperlukan. Sebagai limbah lignoselulosa, tandan kosong sawit (TKS) dapat dimanfaatkan untuk membuat pulp dan kertas karena ketersediaannya yang berlimpah sepanjang tahun. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pembuatan kertas kraft dari campuran antara pulp TKS dengan pulp Pinus merkusii pada skala pilot.

Pulp dari TKS diproduksi dengan proses sulfat dengan menggunakan kondisi operasi optimum yang telah diperoleh dari percobaan pendahuluan di laboratorium. Rajangan TKS dimasak dengan menggunakan digester tipe vertikal dan diam. Untuk pembuatan kertas kraft pulp TKS tidak perlu diputihkan. Pulp TKS kemudian dicampur dengan pulp Pinus merkusii dengan tingkat pencampuran pulp TKS sebanyak 10%, 20%, 30% dan 40%.

Hasil uji indeks tarik, sobek, regangan dan retak, kertas kraft yang dibuat dari campuran 30% pulp TKS dengan 70% pulp Pinus merkusii mempunyai nilai sifat fisika yang paling tinggi dan sama dengan kertas kraft yang dibuat dari 100% Pinus merkusii.

Kata kunci : kelapa sawit, tandan kosong sawit, kertas kraft, pulp

PENDAHULUAN

Industri kertas di dunia pada saat ini sedang mengalami masalah ekonomi, yaitu kesulitan untuk mendapatkan pasokan bahan baku yaitu kayu. Keterbatasan ketersediaan pasokan bahan baku kayu telah membuat naiknya harga pulp di pasar. Pada awal tahun 1994, harga pulp naik sekitar 80% dan pengaruh kenaikan ini masih terasa sampai sekarang (1). Pada sisi yang lain, sejalan dengan laju pengembangan industri, peningkatan pertumbuhan ekonomi dan populasi manusia akan mengakibatkan kenaikan permintaan akan kertas.

Indonesia telah dikenal sebagai salah satu negara pengekspor pulp karena sumber bahan bakunya yang berlimpah, seperti kayu tropis. Walaupun demikian, ketersediaan ini akan cenderung tidak berimbang dengan permintaan pulp dan kertas. Oleh sebab itu, pada masa mendatang Indonesia akan kesulitan untuk mempertahankan posisinya sebagai salah satu negara pengekspor pulp yang terbesar. Cara untuk mempertahankan ini, adalah dengan memprioritaskan pencarian alternatif bahan baku lainnya yang tingkat ketersediaannya berlimpah sepanjang tahun dan mudah didapat. Bahan baku alternatif ini seyogyanya mempunyai sifat ramah terhadap lingkungan. Salah satu alternatif adalah

¹⁾ Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Industri Selulosa, Departemen Perindustrian dan Perdagangan, Jl. Raya Dayeuhkolot 132, Bandung

pemanfaatan limbah pertanian. Jerami dan ampas tebu (bagas) telah lama dikenal sebagai bahan baku untuk membuat pulp dan kertas. Walaupun demikian akhir-akhir ini tingkat ketersediannya semakin berkurang. Tandan kosong sawit (TKS) adalah satu limbah padat kelapa sawit yang telah tersedia di tempat yang tingkat ketersediannya berlimpah sepanjang tahun. Jika diasumsikan bahwa 20% dari tandan buah segar (TBS) adalah TKS, maka pada tahun 1995 terdapat TKS sebanyak 1,9 juta ton basis kering dan ketersediaan ini akan terus meningkat dengan pengembangan perkebunan kelapa sawit.

Pemanfaatan TKS pada saat ini masih sangat terbatas dan nilai ekonominya hampir tidak ada. Pada saat ini cara pembuangan TKS dengan disebarkan di kebun sebagai mulsa dan/atau dibakar di *incinerator* (tungku pembakaran) yang abunya dimanfaatkan sebagai pupuk kalium. Akan tetapi, pembakaran TKS ini tidak lama lagi akan dilarang. Hal ini dikarenakan hasil pembakaran ini merupakan penyumbang polusi udara. Sedangkan pemanfaatan TKS sebagai mulsa di lapangan adalah sangat mahal. Oleh karena itu cara lain untuk memanfaatkan TKS perlu dicari. Sebagai limbah lignoselulosa, TKS dapat dimanfaatkan untuk pembuatan pulp karena kandungan selulosanya yang tinggi (6).

Kertas *kraft* secara konvensional dibuat dari bahan baku yang mempunyai serat panjang seperti *P. merkusii*. Pada umumnya kertas *kraft* digunakan untuk kantong semen karena kantong semen membutuhkan kekuatan tertentu. Pencampuran dengan serat pendek sering dilakukan tidak hanya untuk menekan biaya produksi tetapi juga untuk memperbaiki formasi kertas itu sendiri. TKS

yang dikategorikan sebagai serat pendek mungkin dapat digunakan sebagai bahan campuran. Percobaan yang telah dilakukan di laboratorium menunjukkan bahwa kertas *kraft* yang tingkat pencampuran dengan TKS sampai 30% masih laik (5). Dalam percobaan ini, rajangan TKS dimasak bersama-sama dengan serpihan *P. merkusii* di dalam *digester*. Cara pemasakan ini tidak umum dilakukan pada skala komersial karena sifat fisika dari kedua bahan baku sangat berbeda. Penelitian laboratorium lainnya menunjukkan bahwa TKS dapat dibuat pulp putih dengan sifat fisika yang baik (2, 7). Produksi pulp dari TKS untuk bahan baku pembuatan kertas cetak pada skala pilot juga telah dilakukan. Sifat fisika, seperti indeks tarik, retak dan sobek dari kertas cetak yang dibuat dari pulp TKS sesuai dengan persyaratan Standar Nasional Indonesia (SNI) (11).

Tujuan penelitian ini adalah untuk mempelajari kemungkinan pemanfaatan TKS untuk pembuatan kertas *kraft* pada skala pilot.

BAHAN DAN METODE

Produksi pulp TKS

TKS diperoleh dari pabrik kelapa sawit Kertajaya, PT. Perkebunan XI, Lebak, Pandeglang, Jawa Barat. TKS dirajang secara manual dengan panjang antara 3-5 cm. Rajangan TKS dikeringkan di bawah sinar matahari sehingga kadar air akhir menjadi 17%. Sebanyak 10 ton rajangan TKS kering kemudian dimasukkan ke dalam karung dan dikirim ke *pilot plant* pulp milik Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Industri Selulosa, Bandung serta digudangkan di tempat yang mempunyai sirkulasi udara yang

baik. Produksi pulp dilakukan dari Juni 1995 sampai dengan Januari 1996.

Pembuatan kertas *kraft* dilakukan dengan mencampur pulp TKS dengan pulp *P. merkusii*. Tingkat pencampuran pulp TKS yaitu 10%, 20%, 30%, dan 40%. Pulp *P. merkusii* diperoleh dari PT Kertas Kraft Aceh (PT KKA), Lhokseumawe, Aceh.

Rajangan TKS dimasak di *digester* secara *batch* dengan menggunakan proses sulfat. *Digester* yang digunakan untuk memasak adalah tipe vertikal dan diam berkapasitas 8 m³. *Digester* dilengkapi dengan pompa untuk mensirkulasi cairan pemasakan serta dilengkapi alat pindah panas untuk memanaskan isi di *digester* secara tidak langsung sampai suhu pemasakan yang diinginkan. Kondisi pemasakan TKS skala pilot didasarkan kepada kondisi optimum yang diperoleh selama percobaan pendahuluan di laboratorium, seperti alkali aktif, sulfiditas, perbandingan antara cairan pemasakan dengan TKS, suhu maksimum, waktu yang diperlukan untuk mencapai suhu maksimum dan waktu pemasakan pada saat telah mencapai suhu maksimum. Kondisi pemasakan TKS adalah sebagai berikut:

- Alkali aktif (%)	: 16,25
- Sulfiditas (%)	: 23
- Perbandingan antara cairan pemasakan dan TKS	: 5:1
- Suhu maksimum (°C)	: 170
- Waktu yang dibutuhkan untuk mencapai suhu maksimum (jam)	: 2
- Waktu pemasakan pada suhu maksimum (jam)	: 1

TKS yang telah dimasak kemudian dikeluarkan dari *digester* dan dicuci dengan menggunakan air hangat dan diuraikan seratnya. Kemudian, dilakukan penyaringan dengan menggunakan *Jonsson screen* yang mempunyai diameter saringan 6 mm, setelah itu disaring lebih lanjut dengan menggunakan saringan tipe *centrifugal* yang berdiameter 2 mm. Cairan yang lolos saringan (pulp) dikentalkan dan dibersihkan dengan menggunakan *drum filter* yang dilengkapi dengan pompa vakum, kemudian diencerkan kembali dan dibersihkan dengan menggunakan *centri-cleaner* dua tingkat. Pulp yang telah dibersihkan kemudian dipres dan digulung.

Kualitas pulp TKS yang dihasilkan dievaluasi rendemen dan bilangan *kappanya*. Sifat fisika pulp TKS yang diuji meliputi indeks sobek, retak dan tarik pada derajat giling 45°SR yang mengacu kepada SNI (8, 9, 10).

Produksi kertas *Kraft*

Pembuatan kertas *kraft* dilaksanakan di PT. Kertas Padalarang, Jawa Barat. Pembuatan kertas *kraft* dilakukan dengan mencampur pulp TKS dengan pulp *P. merkusii*. TKS pulp dimasukkan ke dalam *hydropulper* yang berkapasitas 720 kg per *batch* untuk dilakukan penguraian. Proses penguraian serat ini dilakukan sebanyak 2 *batch*. Konsistensi Pulp TKS sekitar 4% dan penguraian serat dilakukan selama 30 menit untuk setiap *batch*.

Serat pulp *P. merkusii* diuraikan dengan menggunakan *hydropulper* sebanyak 6 *batch* dengan kapasitas 400 kg per *batch*. Oleh karena jenis seratnya panjang, maka waktu yang diperlukan lebih lama daripada penguraian serat pulp TKS, yaitu 2 jam/*batch*.

Kedua jenis pulp tersebut digiling secara terpisah. Derajat giling pulp TKS dan pulp *P. merkusii* berturut-turut 45°SR and 500 ml CSF. Setelah dihaluskan, kedua pulp tersebut dicampur dengan perbandingan yang sesuai dengan yang diinginkan ke dalam bak pencampur. Komposisi pencampuran dan penambahan bahan-bahan kimia disajikan dalam Tabel 1. Untuk meningkatkan sifat fisika kertas yang dihasilkan, campuran tersebut ditambahkan tapioka, rosin dan tawas.

Sebelum pembuatan kertas, campuran pulp TKS dan *P. merkusii* dibersihkan dengan *centricleaner*. Setelah

dibersihkan, campuran tersebut diencerkan dengan air bersih dan dipompa ke mesin pembuatan lembaran kertas.

Pada mesin pembuatan lembaran kertas 70% air dibuang dan sebagiannya lagi dibuang pada mesin press dengan tujuan untuk mengurangi beban alat pengering kertas. Di dalam proses pengeringan, lembaran kertas basah (kadar air 65%) dilewatkan melalui rangkaian pengering tipe drum dengan suhu awal 70°C dan akhir 130°C. Uap air digunakan sebagai sumber panas. Kadar air kertas *kraft* yang dihasilkan yaitu 6-7% dengan *grammat* kertas 80 g/m².

Tabel 1. Komposisi campuran pulp dan jumlah bahan kimia yang ditambahkan

Table 1. Blending composition of pulp and amount of chemical substance added

Contoh <i>Samples</i>	Pulp		Bahan kimia yang ditambahkan		
	<i>Pulp</i>		<i>Chemical substances added</i>		
	Tandan kosong sawit <i>EFB</i>	Pinus merkusii <i>Pinus merkusii</i>	Tapioka <i>Tapioca</i>	Rosin <i>Rosin</i>	Tawas <i>Aluminum sulphate</i>
Campuran 1 <i>Blending 1</i>	10,4	89,6	3,98	1,00	1,99
Campuran 2 <i>Blending 2</i>	20,2	79,8	3,96	0,99	1,98
Campuran 3 <i>Blending 3</i>	30,4	69,6	3,79	0,95	1,90
Campuran 4 <i>Blending 4</i>	40,6	59,4	3,92	0,98	1,96

HASIL DAN PEMBAHASAN

Produksi pulp TKS

Oleh karena keterbatasan kapasitas *digester*, maka untuk memproduksi pulp TKS dibuat 4 *batch*. Kandungan total dan tersaring antara keempat *batch* tersebut bervariasi sangat kecil, demikian juga bilangan kappanya (Tabel 2). Rerata kandungan tersaring adalah 37,50%. Kandungan ini rendah jika dibandingkan dengan percobaan di laboratorium, yaitu sekitar 41,41%. Hal ini disebabkan, rajangan TKS yang digunakan di laboratorium lebih bersih dibandingkan dengan TKS yang digunakan pada produksi skala pilot. Oleh sebab itu disarankan dilakukan pembersihan kotoran sebelum proses pemasakan. Bilangan *kappa* antara proses di laboratorium dengan pilot plan hampir sama yaitu sekitar 16.

Sifat fisik pulp TKS dievaluasi pada derajat giling 45°SR mengingat pada derajat giling ini, sifat fisika TKS pada kondisi optimum. Oleh sebab itu pada pembuatan kertas *kraft* pulp TKS digiling pada derajat giling 45°SR. Hasil evaluasi uji sifat fisika disajikan

Tabel 2. Hasil pemasakan TKS

Table 2. Cooking results of EFB

Contoh Sample	Rendemen total Total yield	Rendemen tersaring Screened yield	Bilangan kappa Kappa number
1	47,95	40,53	15,53
2	41,95	37,46	14,19
3	29,50	25,0*	15,69
4	58,97	34,52	18,09
Rerata Average	49,62	37,50	15,88

* Rendemen rendah karena ada kebocoran pipa

* Yield was low due to pipe leaking

dalam Tabel 3. Rerata nilai indeks sobek, retak dan tarik berturut-turut adalah 6,99 Nm²/kg, 3,06 MN/kg dan 33,63 Nm/g. Angka-angka tersebut tidak berbeda dengan pulp TKS sebelum diputihkan dengan menggunakan proses soda antrakinon (4). Secara umum sifat fisika pulp TKS yang belum putih lebih tinggi dengan persyaratan SNI (8, 9, 10).

Analisis lindi hitam

Lindi hitam adalah cairan hasil proses pemasakan di *digester*. Hasil analisis lindi hitam yang meliputi total padatan, pH, total alkali, total alkali aktif, kandungan bahan organik dan anorganik di dalam total padatan diperlihatkan dalam Tabel 4. Kandungan bahan anorganik di dalam lindi hitam dari hasil pemasakan TKS ialah 62%. Angka ini lebih tinggi daripada hasil pemasakan kayu yaitu 35-40%. Hal ini disebabkan kadar abu di TKS lebih tinggi daripada kadar abu di dalam kayu. Kandungan padatan total sebesar 15,73% menunjukkan bahwa lindi hitam mungkin dapat didaur ulang dan dapat digunakan sebagai cairan pemasakan kembali.

Tabel 3. Sifat fisik pulp dari TKS pada 45°SR

Table 3. Physical properties of pulp made from EFB at 45°SR

Contoh Sample	Indeks sobek (Nm ² /kg) Tear index (Nm ² /kg)	Indeks retak (MN/kg) Burst index (MN/kg)	Indeks tarik (Nm/g) Tensile index (Nm/g)
1	7,24	2,83	31,70
2	6,50	3,46	34,17
3	7,00	3,09	34,20
4	7,20	2,85	34,44
Rerata Average	6,99	3,06	33,63

Tabel 4. Analisis lindi hitam sisa pemasakan**Table 4. Analysis of black liquor produced from cooking liquor waste**

Contoh Sample	Padatan total (%) Total solid (%)	pH pH	Sisa alkali sebagai Na ₂ O (g/l) Residual Alkali as Na ₂ O (g/l)		Kadar zat organik dalam padatan total (%) Organic content in total solid (%)	Kadar zat anorganik dalam padatan total (%) Inorganic content in total solid (%)
			Total Total	Aktif Active		
1	15,22	12,58	18,263	6,349	36,48	63,52
2	14,95	12,76	19,398	7,762	41,69	58,31
3	15,93	12,48	16,349	6,846	35,02	64,98
Rerata	15,37	12,61	18,002	6,986	37,73	64,27
Average						

Produksi kertas kraft

Rerata kandungan kertas *kraft* yang dibuat dari campuran pulp TKS dan *P. merkusii* adalah 81,29%. Kandungan ini lebih rendah dari kandungan baku untuk pembuatan skala komersial yaitu 95%. Hal ini disebabkan karena dalam pembuatan kertas *kraft* yang dilakukan dalam penelitian ini digunakan peralatan skala komersial atau skala besar. Selama pembuatan kertas *kraft* energi yang dibutuhkan untuk menggiling pulp TKS adalah 0,088 KWH/kg sedangkan untuk menggiling pulp *P. merkusii* pulp adalah 0,422 KWH/kg. Hal ini berarti bahwa pulp TKS lebih mudah digiling daripada pulp *P. merkusii* pulp. Derajat giling pulp TKS dan pulp *P. merkusii* masing-masing adalah 254 ml CSF and 500 ml CSF.

Tabel 5 menunjukkan bahwa dengan meningkatnya besar substitusi maka kekuatan tarik akan naik pula, kecuali pada tingkat pencampuran pulp TKS 40%. Akan tetapi, nilai ini masih rendah dari standar PT KKS. Perbedaan disebabkan oleh adanya perbedaan mesin penggiling yang digunakan.

Di dalam penelitian ini mesin penggiling yang digunakan adalah tipe *conical* sedangkan yang digunakan di PT KKA adalah tipe piringan (*disc*). Pada umumnya kekuatan tarik menurun dengan meningkatnya tingkat substitusi, walaupun nilainya masih lebih tinggi dari standar PT KKA (Tabel 5). Tabel 5 juga memperlihatkan bahwa secara umum campuran antara 30% pulp TKS dengan 70% pulp *P. merkusii* memberikan kualitas kertas yang cukup baik.

Tabel 5. Evaluasi sifat fisik kertas kraft yang dihasilkan dari berbagai campuran
Table 5. Physical property evaluation of kraft paper produced from various blendings

Pengujian Test	Standar PT KKA PT KKA Standard	Campuran 1 Blending 1	Campuran 2 Blending 2	Campuran 3 Blending 3	Campuran 4 Blending 4
Gramatur (g/cm^2) Grammage	80 $\pm$ 3	81,4	81,3	79,8	78,2
Kadar air (%) Moisture	0,13	0,155	0,180	0,144	0,136
Ketahanan tarik Tensile					
AM (kgf/15mm) MD	-	5,3	5,5	6,4	5,4
SM (kgf/15 mm) CD	4,3	2,2	2,4	2,5	2,2
Regangan Stretch					
AM (%) MD	2,2	1,6	1,7	2,5	1,1
SM (%) CD	4,6	2,8	4,2	3,0	2,7
Ketahanan sobek Tear					
AM (gf) MD	92	184	180	94	92
SM (gf) CD	105	196	284	124	128
Cobb 60 (g/m^2) Cobb 60	25-30	20	19	21	18

AM = arah mesin (MD = machine direction)

SM = silang mesin (CD = cross direction)

KESIMPULAN

Sebagai limbah lignoselulosa yang tersedia dalam jumlah banyak dan dapat diperoleh sepanjang tahun, TKS merupakan alternatif yang potensial untuk bahan baku pembuatan pulp dan kertas. Hasil tersaring pembuatan pulp dari TKS dengan menggunakan proses sulfat adalah 37,50%. Pembersihan kotoran sebelum proses pemasakan TKS sangat dianjurkan untuk mendapat kualiti

tas pulp yang baik. Rerata nilai indeks sobek, retak dan tarik pulp TKS berturut-turut 6,99 Nm^2/kg , 3,06 MN/kg dan 33,63 Nm/g .

Bahan baku konvensional untuk pembuatan kertas kraft seperti *P. merkusii* pulp dapat sebagian disubstitusi oleh TKS. Pencampuran pulp TKS sebesar 30% dengan 70% pulp *P. merkusii* pulp memberikan sifat fisik yang terbaik dan memperbaiki formasi kertas yang dihasilkan. Lindi hitam hasil pemasakan

TKS dapat didaur ulang dan dapat dimanfaatkan sebagai cairan pemasakan kembali.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis sangat berterimakasih kepada PT Kertas Kraft Aceh di dalam pengadaan pulp *P. merkusii* dan bantuan teknis penelitian.

DAFTAR PUSTAKA REFERENCES

1. ANONIM. 1994. Deperin usut naiknya harga kertas. Kompas 11 Mei 1994, Jakarta.
2. DARNOKO, P. GURITNO, A. SIGIHARTO, dan S. SUGESTY. 1995. Pembuatan pulp dari tandan kosong sawit dengan penambahan surfactan. Jurnal Penelitian Kelapa Sawit 3(1): 75-87.
3. DIREKTORAT JENDERAL PERKEBUNAN. 1994. Statistik perkebunan Indonesia. Direktorat Jenderal Perkebunan.
4. GURITNO, P., DARNOKO, P.M. NAIBAHU, dan W. PRATIWI. 1995. Produksi pulp dan kertas cetak dari tandan kosong sawit pada skala pilot. Jurnal Penelitian Kelapa Sawit 3(1): 89-100.
5. GURITNO, P., K. PAMIN, DARNOKO, dan E. SUPARMAN. 1994. Pemanfaatan tandan kosong sawit untuk produksi kertas *kraft*. Berita PPKS 2(4): 285-291.
6. 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.
7. PRATIWI, W., O. ATMAWINATA, dan R.S. PUDJOSUNARJO. 1988. Pembuatan pulp kertas dari tandan kosong sawit dengan proses soda antraknon. Menara Perkebunan 56(2):49-52.
8. STANDAR NASIONAL INDONESIA 14-0436-1989. 1989. Cara uji ketahanan sobek kertas
9. STANDAR NASIONAL INDONESIA 14-0437-1989. 1989. Cara uji ketahanan tarik kertas dan karton
10. STANDAR NASIONAL INDONESIA 14-0493-1989. 1989. Cara uji ketahanan retak lembaran pulp kertas
11. STANDAR NASIONAL INDONESIA 14-0113-1987. Kertas cetak A.

Production of kraft paper made from oil palm empty fruit bunches on pilot scale

Purboyo Guritno, Darnoko, Daswir and Soetrisno¹

Abstract

Increasing human population and world economy tend to increase demand on pulp and paper. However, the supply of wood as raw material for pulp and paper making is limited. The limited wood supply makes the price of the pulp and paper sharply increase. Thus new raw materials should be found. As a lignocellulosic waste, oil palm empty fruit bunches (EFB) can be utilized for pulp and paper production because of their abundance throughout the year. The production of kraft paper production by blending pulp made from EFB and pulp made from Pinus merkusii on pilot scale was investigated in this study.

Pilot scale production from EFB was made using sulphate process under optimal condition process as found in preliminary laboratory experiment. The EFB were chipped and pulped using a stationary vertical digester. The EFB

1) Institute for Research and Development of Cellulose Industries, Department of Industry, Jl. Raya Dayeuhkolot 132, Bandung

*pulp was unbleached and then used for kraft paper production. The kraft paper production was made by a 10%, 20%, 30%, and 40% substitution of *P. merkusii* pulp with EFB pulp.*

*Based on the average values of tensile, tear, stretch, burst, the kraft paper made from the blending of 30% EFB pulp and 70% *P. merkusii* pulp had the highest physical properties and was similar with kraft paper made from 100% *P. merkusii*.*

Key words : oil palm, empty fruit bunches, kraft paper, pulp

INTRODUCTION

Paper industry in the world currently is facing economic hardship because of the difficulty to obtain raw material, i.e. wood. Limitation of the wood supply would increase the price of pulp and paper. In early 1994, the price of pulp sharply increased at about 80% and hitherto the effect is still felt (1). On the other hand, in line with the development of industry and economic growth and increasing human population in the world, paper demand also increases. Indonesia is known as the one of the major pulp exporting countries because of abundant raw material (tropical wood). However, with increasing paper demand of paper and coupled with the shortage of conventional raw material, its status as the one of leading pulp exporting countries cannot be maintained in the near future. Therefore, seeking a new raw material for pulp and paper making should be prioritized. The new sources of lignocellulosic materials should be environmentally friendly and continually available. One possibility is to utilize the agricultural wastes. Straw and bagasse are well-known as raw material for pulp production. However, their availabilities are very limited. EFB, which is one of the palm oil solid wastes are readily available in large amount throughout the year. Assuming that 20% of the fresh fruit bunches (FFB) are EFB, there was about 1.9 million tonnes (dry basis) EFB

in 1995 and will increase as the oil palm development continually increases (3).

The utilization of the EFB is still limited and its economic value is almost zero. Presently, EFB are either distributed in the oil palm field as mulch or incinerated. Distributing EFB in the field is difficult and costly. The ash produced in the incinerator is used as potash fertilizer for the palm. However, the incineration will be soon prohibited since the product of burning as one of the contributors of environmental pollution. The cost of using EFB as a mulch in the field is quite high. Therefore, other methods should be found to utilize the EFB. As a lignocellulosic waste, the EFB are a good candidate of raw material that can be converted into pulp and paper, due to their high cellulose content (6).

The kraft paper production is conventionally made from the long fiber e.g. of *P. merkusii*. The kraft paper commonly used for cement bags should have strong physical properties. Mixing long and short fibers are commonly done, not only to reduce production cost, but also to improve quality of the paper itself. The EFB categorized as short fiber could be possibly used as the short fiber substitution. The previous laboratory experiment indicated that up to 30% substitution, the EFB can be utilized for kraft paper production (5). In this experiment the mixture of chipped *P. merkusii* and chipped EFB was digested together. This method

is not commonly applied in the commercial scale industries because the two raw materials are different in their physical properties. Other laboratory experiment reported that the EFB can be utilized for production of bleached pulp (2, 7). The production of printing paper from bleached EFB pulp has also been done at pilot scale. The physical and mechanical properties such as tensile index, burst index, and tear index of the paper made from the EFB pulp were in agreement with the Indonesian National Standard for printing paper requirement. The printing paper produced can be categorized as A type printing paper according to the Indonesian National Standard (11).

The objective of this investigation is to study the possibility of the utilization of EFB for kraft paper production at pilot scale

MATERIALS AND METHODS

Pulp production

The EFB were obtained from Keratjaya palm oil mill, PT. Perkebunan XI, Lebak, Pandeglang, West Java. They were chipped manually at 3-5 cm long. They were sun dried until the moisture content reached at about 17 %. Ten tonnes of dried chipped EFB were bagged and 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 started from June 1995 through January 1996.

The kraft paper production was made by blending EFB pulp and *P. merkusii* pulp. Degree of blending was 10 %, 20%, 30%, and 40% pulp made from EFB. The *P. merkusii* was supplied

by PT Kertas Kraft Aceh (PT KKA), Lhokseumawe, Aceh.

The chipped EFB were pulped using sulphate process. The EFB were digested using a vertical 8 m³ stationary batch digester. The digester was equipped with pump to circulate the cooking liquor and heat exchanger for heating the content indirectly to reach the desired pulping temperature. The pilot scale pulping conditions were set based on the optimum condition of laboratory, including selection of active alkali, sulfidity, liquor to EFB ratio, maximum temperature, time requirement to reach maximum temperature, and cooking time at the maximum temperature. The pulping conditions were set up as follows :

- Active alkali (%) : 16.25
- Sulfidity (%) : 23
- Liquor-to-EBF ratio : 5:1
- Maximum temperature (°C) : 170
- Time requirement to reach maximum temperature (h) : 2
- Cooking time at the maximum temperature (h) : 1

The cooked EFB chip produced from digestion process was discharged, washed by with warm water and fiberized. Then, the cooked chip was screened by using Jonsson screen with opening 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 vacuum pump, then diluted again and cleaned using two stages centricleaner. The cleaned pulp was pressed and rolled.

Pulp quality was evaluated based on pulp yield recovery and kappa number. The physical properties of pulp including tear index, burst index, and tensile index were tested at 45°SR ac-

cording to Indonesian National Standard (8, 9, 10)

Kraft paper production

The kraft paper was made at PT. Kertas Padalarang, West Java. The kraft paper was made by blending the EFB pulp and *P. merkusii* pulp. The EFB pulp was put into hydropulper with the capacity of 720 kg per batch. The fiberizing process was done in two batches with pulp consistency of about 4% and performed for 30 minutes per batch.

The *P. merkusii* pulp was fiberized using hydropulper in six batches where each batch required 400 kg pulp *P. merkusii*. Since the fiber was long, the fiberizing process took about 2 hours/batch.

The two kinds of pulp were refined separately. The freeness of refined EFB pulp and refined *P. merkusii* were 45°SR and 500 ml CSF, respectively. The two kinds of pulp were blended proportionally in the blending chest after refining. The blending compositions and chemical addition are presented in Table 1. To improve physical properties of paper, tapioca starch, rosin, and aluminum sulphate were added.

Before the paper was made, EFB and *P. merkusii* pulp blend was cleaned using centricleaner. After cleaning, the pulp was diluted with clean water and then pumped to the wire part for sheeting of the paper.

At the wire part about 70% of the water was removed from the wet paper sheet. Other part of the water was removed by press part in order to reduce the load of dryer. In the drying process, the wet paper sheet (65% moisture) was passed to the series of drum dryer where

the temperature was started at 70°C and ended at 130°C. Steam was used as the heat source. The final moisture of the kraft paper was 6-7%. The desired grammage of the paper was 80 g/m².

RESULTS AND DISCUSSION

EFB pulp production

Since the capacity of digester was limited, EFB pulp was produced in four batches. There was small variation in total and screened yields of EFB pulp as well as kappa number within four batches (Table 2). The average of screened yield was 37.50 % which was lower compared to laboratory experiment (41.41%) because the chipped EFB used in the laboratory experiment was cleaner than used in the pilot scale production. Therefore, it is recommended to clean the EFB before pulping. The average kappa number was relatively the same as the kappa number obtained in the laboratory experiment, which was about 16.

Physical properties were evaluated at the freeness of 45°SR because at this freeness, the physical properties were optimum. Therefore, in paper making, the target of refining process of EFB pulp was 45°SR. Physical properties of EFB pulp at the freeness of 45°SR are shown in Table 3. The average value of tear index, burst index, tensile index were 6.99 Nm²/kg, 3.06MN/kg, and 33.63 Nm/g, respectively. These values were similar with unbleached pulp made from EFB using soda anthraquinone process (4). In general, the physical properties of unbleached pulp made from EFB are higher than the minimum standard strength of pulp based on Indonesian National Standard requirement (8, 9, 10).

Black liquor analysis

Black liquor is a residual cooking liquor produced after digesting process. The characteristics of black liquor are presented in Table 4. The black liquor was analyzed including total solid, pH, total alkali, total active alkali, organic and inorganic content in total solid. The inorganic content in the black liquor of EFB (about 62%) was higher than that of wood (about 35-40%). This is because the ash content of EFB is higher than that of wood. The total solid of 15.37% indicated that the black liquor could be possibly recovered to be used as fresh cooking liquor.

Kraft paper production

The average yield of kraft paper production made from the blending of EFB and *P. merkusii* was 81.29% which was lower than standard yield of commercial scale (95%). This was because in this experiment the kraft paper was made by using commercial or large scale plant. During kraft paper making, the energy consumption for refining the EFB pulp was 0.088 KWH/kg, while energy consumption for refining *P. merkusii* pulp was 0.422 KWH/kg which means that the EFB pulp was easier to be refined than *P. merkusii* pulp. The freeness of EFB pulp and *P. merkusii* pulp was 254 ml CSF and 500 ml CSF, respectively.

Table 5 shows that increasing amount of substitution resulted in increasing the tensile strength, except for 40% substitution (blending 4), where the value was lower than that of PT KKA standard. The difference was due to dif-

ference in refiner used. In this experiment, a conical type refiner was used in the refining process, while PT KKA used a disc type refiner. In general, the tear strength decreased as the amount of substitution increased. However, the tear strength was higher than that of PT KKA standard (Table 5). Table 5 also shows that the blending of 30% EFB pulp and 70% *P. merkusii* in general produced paper whose quality was quite good.

CONCLUSIONS

As a lignocellulosic waste which is available in large quantity all year long, EFB is a potential alternative raw material for pulp and paper production. Screened yield of EFB pulp produced using sulphate process was 37.50%. Cleaning of chipped EFB is highly recommended. The average values of tear index, burst index, and tensile index of EFB pulp were 6.99 Nm²/kg, 3.06 MN/kg, and 33.63 Nm/g, respectively.

The conventional raw material for kraft paper production, i.e. *P. merkusii* pulp can be substituted partially with EFB. The blending of 30% EFB pulp and 70% *P. merkusii* pulp gave the best physical properties and formation for kraft paper. The black liquor could be possibly recovered to be used as fresh cooking liquor.

ACKNOWLEDGEMENT

The authors are grateful to PT Kertas Kraft Aceh for providing the *P. merkusii* pulp and assisting this research.

oooOooo