

## PEMANFAATAN PELEPAH KELAPA SAWIT UNTUK PEMBUATAN PULP DAN KERTAS CETAK

Darnoko, Purboyo Guritno, Erwinsyah dan Wieke Pratiwi<sup>1</sup>

### ABSTRAK

*Indonesia merupakan salah satu produsen utama pulp yang memiliki kontribusi 13% terhadap kebutuhan pulp dunia. Permintaan pulp dan kertas setiap tahun terus meningkat sementara bahan baku berupa kayu semakin berkurang sehingga perlu dicarikan bahan baku alternatif. Disisi lain Indonesia merupakan penghasil kelapa sawit terbesar kedua di dunia setelah Malaysia. Kelapa sawit menghasilkan limbah padat berupa tandan kosong dan pelepah kelapa sawit baik dari replanting maupun dari hasil pemangkasan yang mempunyai potensi untuk dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku produksi pulp dan kertas. Penelitian ini bertujuan untuk mencari kondisi optimum proses produksi pulp dan kertas dengan bahan baku pelepah sawit. Proses pembuatan pulp dilakukan dengan menggunakan proses sulfat dengan berbagai variasi perlakuan konsentrasi alkali aktif di dalam digester putar berbentuk bulat (rotary globe digester). Pemutihan pulp pelepah kelapa sawit dilakukan dengan sistem konvensional dengan tahapan CEHEH dan HEHEH dimana C=khlorinasi, E=ekstraksi, dan H=hipokhlorinasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kondisi optimum proses pemasakan pulp skala pilot diperoleh konsentrasi alkali aktif 18% dan ratio serpih bahan baku dengan cairan pemasakan sebesar 1 : 5. Rendemen pulp yang dihasilkan sebesar 45,58% dengan bilangan kappa sebesar 29,16. Untuk proses pemutihan, ternyata proses HEHEH lebih baik dibandingkan dengan CEHEH. Proses pembuatan kertas dari pulp pelepah kelapa sawit menghasilkan rendemen 47,88% dengan gramatur rata-rata 70 g/m<sup>2</sup> dan derajat putih 81,5 - 83%GE.*

**Kata kunci:** pelepah kelapa sawit, pulp, kertas cetak

### ABSTRACT

*Indonesia is one of the main producer of pulp which contributes about 13% of the world production. The demand of pulp and paper always increases every year while the supply of wood as the raw material decreases and therefore it is needed to find new sources of alternative raw materials. On the other hand, Indonesia is the second largest producer of palm oil. Palm oil industry produces a large quantity of lignocellulosic wastes such as empty fruit bunches and oil palm fronds resulted from pruning or replanting which have a great potential to be used as a raw materials for pulp and paper production. The objective of this research were to find the optimum conditions for the production of pulp and paper from oil palm fronds. Pulping was done by sulphate process at various active alkali concentrations in a rotary globe*

<sup>1</sup> Balai Besar Selulosa, Jl. Dayehkolot 29, Bandung

*digester. Bleaching of the pulp was done by conventional bleaching process applying bleaching order of CEHEH and HEHEH where C=chlorination, E=extraction, dan H=hyphochlorination. The results shows that an active alkali of 18% and a ratio of raw material chips to the pulping liquar of 1 : 5 was found to be the optimum condition for pilot scale pulping of oil palm fronds. The yield obtained was 45.58% with a kappa number of 29.16. For bleaching process the HEHEH bleaching order was found to be better than CEHEH one. The production of print paper from the pulp produced paper with a grammature of 70 g/m<sup>2</sup> and a whiteness of 81.5-83% GE with a yield of 47.88%*

Key words: oil palm fronds, pulp, printing paper

## PENDAHULUAN

Konsumsi kertas baik di tingkat dunia maupun di dalam negeri terus meningkat sepanjang tahun. Sesuai dengan perkembangan jumlah penduduk, diperkirakan pada tahun 2005 kebutuhan akan pulp adalah sebesar 130 juta ton. Laju pertumbuhan konsumsi kertas per kapita di dalam negeri diperkirakan meningkat 13% per tahun, dengan konsumsi saat ini baru mencapai 15,5 kg per kapita. Sedangkan di negara industri dan negara maju seperti Jepang dan Amerika, konsumsi kertas per kapita masing-masing sebesar 205 kg per kapita dan 308 kg per kapita (3). Peningkatan permintaan kertas tersebut perlu diimbangi dengan pertambahan produksi kertas di dalam negeri, yang tentunya membutuhkan bahan baku alternatif di samping bahan baku kayu hutan yang ketersediaannya makin berkurang.

Salah satu alternatif tersebut antara lain memanfaatkan limbah padat kelapa sawit berupa pelepah kelapa sawit sebagai bahan baku kertas mengingat ketersediaannya berlimpah sepanjang tahun (9). Pada tahun 2001 ketersediaan pelepah kelapa sawit diperkirakan

mencapai sebesar 35 juta ton berat kering pelepah kelapa sawit (15). Ketersediaan ini akan terus meningkat seiring dengan bertambah luasnya areal penanaman kelapa sawit. Saat ini pelepah kelapa sawit belum dimanfaatkan secara optimal dan hampir tidak memiliki nilai ekonomi. Umumnya pelepah kelapa sawit digunakan di kebun kelapa sawit sebagai mulsa untuk mengembalikan nutrisi yang terdapat didalamnya ke dalam tanah serta untuk mengurangi terjadinya erosi.

Penelitian pembuatan pulp dan kertas dari limbah padat kelapa sawit telah dilakukan oleh beberapa peneliti (1, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12). Ketersediaan pelepah kelapa sawit yang berlimpah sepanjang tahun diharapkan dapat digunakan sebagai alternatif bahan baku untuk industri pulp dan kertas. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan teknologi pembuatan kertas cetak berbahan baku pelepah kelapa sawit pada skala pilot.

## BAHAN DAN METODE

### Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah pelepah kelapa

sawit yang berasal dari perkebunan kelapa sawit Aek Pancur, di Sumatera Utara. Pelepah segar hasil pemangkasan dirajang dengan mesin perajang khusus rancangan PPKS sehingga di peroleh serpihan berukuran 5 cm. Hasil rajangan dikeringkan dengan sinar matahari sampai kadar air mencapai 10%.

### Pembuatan pulp

Proses pemasakan pulp dengan bahan baku pelepas sawit (PS) dilakukan di Balai Besar Selulosa, Bandung, dengan menggunakan proses sulfat dengan berbagai variasi perlakuan konsentrasi alkali aktif (14 - 18%). Proses pemasakan ini dilakukan pada *digester* putar berbentuk bulat (*rotary globe digester*), dimana pemanasannya dilakukan secara langsung dengan mengalirkan kukus (*steam*) ke dalam digester. Pulp yang diperoleh dicuci pada *niagara screen* untuk pemisahan lindi hitam dari pulp, kemudian seratnya diuraikan dalam *refiner* dan disaring. Selanjutnya pulp yang dihasilkan dicuci dalam ekstraktor. Setelah proses *refining*, penyaringan, dan pencucian selesai, dilakukan pembuatan lembaran pulp pada *wet lap* agar diperoleh lembaran pulp dengan kadar air yang diinginkan. Pemutihan pulp pelepah kelapa sawit dilakukan dengan sistem konvensional dengan tahapan CEHEH dan HEHEH dimana C=khlorinasi, E=ekstraksi, H=hipokhlorinasi (2, 14)

### Pembuatan kertas

Pembuatan kertas cetak dilakukan di PT. Kertas Padalarang, Bandung. Tahap-tahap yang dilakukan pada proses

pembuatan kertas cetak adalah persiapan stok yang meliputi penguraian serat, *refining* (penggilingan), dan *blending* (pencampuran); pembuatan lembaran kertas, dan tahap *finishing* (pemotongan dan penyortiran). Kertas cetak yang dibuat terdiri atas campuran pulp pelepah kelapa sawit (64,9%), pulp lembar kertas uang (16,4%), dan *waste coated paper* (18,7%).

### Analisis

Sifat fisik, kimia dan morfologi serat pelepah sawit dianalisis dengan metode standar (14). Evaluasi pulp dan kertas cetak dihasilkan meliputi rendemen, uji kekakuan, indeks sobek, indeks retak, indeks tarik, ketahanan lipat, dan indeks jebol dilakukan dengan metode baku menurut Standar Nasional Indonesia (17 s/d 31). Lindi hitam di analisis dengan metode standar menurut SII (13).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Sifat Fisik dan Morfologi Serat Pelepah Sawit

Hasil analisis sifat fisik dan morfologi serat menunjukkan bahwa panjang serat pelepah kelapa sawit berkisar antara 0,62 - 2,51 mm dengan panjang rata-rata 1,30 mm. Bila dikelompokkan ke dalam klasifikasi panjang serat menurut KLEMM, maka serat pelepah kelapa sawit termasuk ke dalam kelompok panjang serat sedang (0,9 - 1,6 mm). Secara keseluruhan, serat pelepah kelapa sawit lebih panjang daripada serat tandan kosong sawit tetapi lebih pendek dari pada *depithed bagasse*. Dengan demikian

Tabel 1. Sifat Fisik dan Morfologi Serat Pelepah Kelapa Sawit (PLS), kosong sawit (TKS) dan *Depithed Bagasse*

No.	Parameter	Pelepah Kelapa Sawit	Tandan Kosong Sawit	<i>Depithed Bagasse</i>
1.	Panjang serat (L), mm			
	- minimum	0,62	0,23	0,70
	- maksimum	2,51	1,48	5,00
	- rata-rata	1,30	0,66	1,93
2.	Diameter serat (D), $\mu\text{m}$	19,84	16,89	14,60
3.	Diameter lumen (l), $\mu\text{m}$	12,07	9,52	7,10
4.	Tebal dinding (w), $\mu\text{m}$	3,89	3,69	3,25
5.	Bilangan Runkel (2w/l)	0,64	0,77	1,06
6.	Kelangsingan (L/D)	65,52	39,08	143,84
7.	Kelemasan (l/D)	0,61	0,56	0,48
8.	Rapat massa tumpukan serpih, $\text{kg/m}^3$	106,50	190,27	74,17
9.	Kadar serat, %	42,86	75,58	76,58

dapat diharapkan bahwa pulp pelepah kelapa sawit akan memiliki kekuatan sobek yang lebih tinggi daripada pulp tandan kosong sawit.

Serat pelepah kelapa sawit berdiameter 19,84  $\mu\text{m}$ , sehingga termasuk klasifikasi diameter sedang (10 – 25  $\mu\text{m}$ ) dan berdinding serat tipis sampai sedang. Bilangan Runkel yang lebih rendah dari 1, yaitu 0,64 menunjukkan bahwa serat pelepah kelapa sawit memiliki kualitas serat cukup baik sebagai bahan baku pulp karena lebih mudah memipih pada waktu penggilingan dibandingkan dengan tandan kosong sawit.

Salah satu sifat fisik bahan baku yang penting adalah rapat massa tumpukan serpih. Hal ini sangat berkaitan dengan kapasitas digester atau jumlah serpih yang akan diproses untuk pemasakan. Makin rendah nilai rapat massa

tumpukan serpih maka jumlah serpih yang dapat diproses lebih sedikit untuk volume digester yang sama. Dari hasil pengujian terlihat bahwa rapat massa tumpukan serpih pelepah kelapa sawit lebih rendah (106,50  $\text{kg/m}^3$ ) daripada tandan kosong sawit (190,27  $\text{kg/m}^3$ ), tetapi lebih tinggi daripada *depithed bagasse* (74,17  $\text{kg/m}^3$ ).

Kadar serat juga akan menentukan kualitas pulp yang dihasilkan terutama rendemen dan tingkat kematangan pulp. Karena pelepah kelapa sawit banyak mengandung sel parenkhim maka terlihat bahwa kadar seratnya lebih rendah (42,86%) dibandingkan dengan tandan kosong sawit (75,58%) maupun *depithed bagasse* (76,58%). Dengan proses dan kondisi pemasakan yang sama, serat dengan kandungan sel parenkhim tinggi akan menghasilkan pulp dengan

Tabel 2. Komposisi pelepah sawit

No.	Parameter	Pelepah Sawit	Tandan Kosong Sawit
1.	Abu, %	2,74	6,23
2.	SiO <sub>2</sub> , %	0,83	1,10
3.	Holoseulosa, %	72,67	66,07
4.	Alfa selulosa, %	36,74	37,50
5.	Sari (ekstraktif), %	1,81	7,78
6.	Lignin, %	21,39	20,62
7.	Pentosan, %	22,19	25,34
8.	Kelarutan dalam air dingin, %	11,05	15,71
9.	Kelarutan dalam air panas, %	11,52	13,61
10.	Kelarutan dalam 1% NaOH, %	32,83	30,32

rendemen dan tingkat kematangan yang rendah karena sel parenkhim juga mengkonsumsi cairan pemasak.

#### Komposisi Pelepah Sawit

Hasil analisis komponen kimia pelepah kelapa sawit lebih baik dibandingkan dengan tandan kosong sawit (Tabel 2). Kadar abu, silikat, sari dan pentosan pelepah kelapa sawit lebih rendah daripada tandan kosong sawit. Dengan rendahnya kadar sari (ekstrak alkohol - benzena) pelepah (1,81%) dibandingkan TKS (7,78%) diharapkan akan dapat dihasilkan pulp putih dengan kandungan noda (*dirt content*) yang lebih rendah daripada pulp putih TKS.

Kadar alfa selulosa dan lignin pelepah masing-masing sebesar 36,74% dan 21,39% hampir sama dengan kadar alfa selulosa dan lignin TKS masing-masing sebesar 37,50% dan 20,62%. Dengan kondisi dan proses pemasakan yang sama, kemungkinan akan dihasilkan pulp

dengan rendemen dan tingkat kematangan yang hampir sama. Namun dengan adanya perbedaan kadar serat dalam kedua jenis lahan baku tersebut, hasil pemasakan dapat berbeda.

#### Hasil Pembuatan pulp Skala Laboratorium

Hasil pembuatan pelepah kelapa sawit skala laboratorium menunjukkan bahwa pada umumnya peningkatan alkali aktif dari 14 - 18%, dengan kondisi lain yang dipertahankan tetap, dapat menurunkan rendemen dan bilangan kappa. Hal ini karena tingginya "*alkali charge*" atau bahan kimia pemasak yang ditambahkan karena dikonsumsi pula oleh *pith* atau sel parenkhim (Tabel 3). Pembuatan pulp sulfat pelepah ditujukan penggunaannya untuk kertas cetak, sehingga dari hasil pemasakan akan diperoleh pulp yang "*bleachable*". Dengan variasi alkali aktif antara 14 - 18% pada suhu maksimum 1,5 jam, dihasilkan pulp dengan bilangan kappa

Tabel 3. Hasil Pemasakan Pelepah Kelapa Sawit Skala Laboratorium dengan Proses Sulfat

No.	Alkali aktif (%)	Waktu pemasakan (jam)	Rendemen total (%)	Rendemen tersaring (%)	Bilangan kappa
1.	14	1,5	40,46	39,29	69,76
2.	15	1,5	35,93	34,90	55,24
3.	16	1,5	36,63	35,76	35,81
4.	17	1,5	35,52	35,27	32,75
5.	18	1,5	32,59	32,42	28,95
6.	17	2	32,14	32,05	31,56
7.	18	2	31,99	31,91	27,86

Keterangan :

Kondisi pulping : Sulfiditas = 25%

Suhu maksimum = 170°C

Nilai banding serpih/cairan pemasak = 1 : 4

Waktu tuju = 2 jam

terendah (28,95) yaitu pada alkali aktif 18%. Peningkatan waktu pada suhu maksimum dari 1,5 jam menjadi 2 jam pada pemasakan dengan alkali aktif 17% dan sulfiditas 25% tidak banyak menurunkan bilangan kappa (dari 32,75 menjadi 31,56). Demikian pula pada peningkatan waktu pada suhu maksimum dari 1,5 jam menjadi 2 jam pada pemasakan dengan alkali aktif 18% hanya sedikit menurunkan bilangan kappa (dari 28,95 menjadi 27,86). Dengan demikian untuk selanjutnya pemasakan dengan alkali aktif 18%, sulfiditas 25%, nilai banding serpih : cairan pemasak 1 : 4 dan waktu pemasakan 2 ditambah 1,5 jam akan diterapkan dalam skala pengembangan (skala pilot). Konsentrasi cairan pemasak dalam hal ini adalah : NaOH = 45,36 g/l dan Na<sub>2</sub>S = 11,72 g/l.

Dengan kondisi tersebut, pemasakan skala laboratorium dapat menghasilkan

pulp dengan rendemen tersaring sebesar 32,42% dan bilangan kappa 28,95 atau bilangan permanganat 18. Biasanya untuk bahan baku TKS, pemasakan dengan proses sulfat pada alkali aktif 13% dan sulfiditas 25% dapat menghasilkan pulp dengan rendemen tersaring sekitar 36% dan bilangan permanganat sekitar 11 atau bilangan kappa sekitar 13 – 14. Rendahnya rendemen dan tingkat kematangan PLS dibandingkan dengan TKS disebabkan karena lebih tingginya kandungan sel parenkhim dalam PLS dibandingkan dalam TKS.

#### Hasil Pemasakan Skala Pilot

Pemasakan pelepah kelapa sawit skala pilot dilakukan dengan menerapkan kondisi terbaik skala laboratorium yang menghasilkan pulp "bleachable", yaitu alkali aktif 18%, sulfiditas 25%, nilai banding serpih : cairan pemasak 1 : 4 dan waktu pemasakan 2 ditambah 1,5 jam.

Pemasakan skala pilot dilakukan dalam digester yang dilengkapi dengan pompa untuk sirkulasi cairan pemasak. Agar reaksi delignifikasi dapat berlangsung dengan baik dan homogen, maka kestabilan sirkulasi cairan pemasak harus dijaga dengan baik. Dalam hal ini, kondisi terbaik skala laboratorium yang menggunakan nilai banding serpih : cairan pemasak = 1 : 4 ternyata tidak dapat memberikan sirkulasi cairan pemasak yang baik. Dengan demikian untuk menjaga kestabilan sirkulasi cairan pemasak maka nilai banding dinaikkan menjadi 1 : 5. Meskipun nilai banding cairan pemasak dinaikkan, namun konsentrasi larutan dalam cairan pemasak dijaga tetap sama dengan kondisi terbaik skala laboratorium, yaitu konsentrasi NaOH = 45,36 g/l dan Na<sub>2</sub>S = 11,72 g/l. Pemasakan pelepah kelapa sawit skala pilot menghasilkan rendemen tersaring sebesar 45,58% dengan bilangan Kappa 29,16.

Pada kondisi pemasakan skala pilot ini, dihasilkan pulp pelepah kelapa sawit dengan rendemen yang lebih tinggi (45,58%) daripada pulp skala laboratorium (32,42%), dengan bilangan kappa pulp (29,16) hampir sama dengan pulp PLS skala laboratorium (28,95). Hal ini terjadi karena pada pemasakan pelepah skala pilot, konsentrasi larutan NaOH dan Na<sub>2</sub>S dalam cairan pemasaknya sama dengan skala laboratorium, tetapi nilai banding serpih cairan pemasak lebih besar sehingga ratio bahan kimia terhadap bahan baku lebih kecil. Kemungkinan hal ini yang menyebabkan bilangan kappa dan rendemen pulp skala laboratorium lebih rendah daripada skala pilot.

### Hasil Pemutihan Pulp

Pemutihan pulp dengan proses konvensional dilakukan dengan urutan CEHEH dan HEHEH. Dari kedua urutan proses pemutihan tersebut, salah satunya akan dipilih untuk diterapkan dalam skala pilot. Pertimbangan penggunaan urutan proses pemutihan CEHEH atau HEHEH dalam skala pilot didasarkan pada fasilitas dan kondisi peralatan yang tersedia di *pilot plant*.

Kriteria pemilihan urutan proses pemutihan tersebut didasarkan pada kualitas pulp putih yang dihasilkan seperti : rendemen, derajat putih, opasitas, noda dan kekuatan fisik lembaran pulp. Pemilihan akan didasarkan pada faktor lingkungan, terutama air limbah yang dihasilkan dari proses pemutihan. Hasil pemutihan pulp belum putih dengan proses CEHEH dan HEHEH disajikan pada Tabel 4.

Dengan urutan proses pemutihan CEHEH dan HEHEH ternyata secara umum pulp putih yang dihasilkan mempunyai kualitas yang hampir sama. Derajat putih pulp dengan proses pemutihan CEHEH lebih tinggi (75,53%GE) dibandingkan pulp proses HEHEH (62,75%GE) dan opasitas pulp dengan proses HEHEH lebih tinggi (85,90%) daripada opasitas pulp dengan proses pemutihan CEHEH (80,10%).

Selain ditentukan oleh faktor ekonomi, pemilihan penggunaan bahan kimia pemutih ditentukan pula oleh beberapa faktor lain, seperti selektifitas dan dampak lingkungannya. Gas chlor fungsinya adalah mengoksidasi dan mengchlorinasi lignin secara efektif tetapi kurang selektif dibandingkan

Tabel 4. Hasil pemutihan pulp dengan proses pemutihan CEHEH dan HEHEH pada derajat giling 40 °SR

No.	Parameter	Proses pemutihan	
		CEHEH	HEHEH
1.	Rendemen (%)*	30,45	31,00
2.	Derajat putih (%GE)	75,53	62,75
3.	Opasitas (%)	80,10	85,90
4.	Noda (mm <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> )	13,00	14,00
5.	Indeks sobek (Nm <sup>2</sup> /kg)	4,08	3,50
6.	Indeks retak (MN/kg)	3,08	2,80
7.	Indeks tarik (Nm/g)	36,92	36,73

Keterangan : \*) % terhadap bahan baku

hipochlorit yang fungsinya mengoksidasi, mencerahkan dan melarutkan lignin. Kedua jenis bahan kimia tersebut dapat menyebabkan penurunan kekuatan pulp bila penggunaannya tidak sesuai.

Teknologi baru pembuatan pulp putih akhir-akhir ini lebih menekankan pada pemutihan pulp kimia tanpa chlor elemen untuk menekan besarnya beban pencemar dari limbah cair industri pulp. Di Indonesia, masih ada pabrik yang memproduksi pulp putih yang menggunakan senyawa chlor dan turunannya. Penggunaan chlor tersebut dinilai mempunyai dampak negatif terhadap mahluk hidup karena terbentuknya senyawa chlor-organik selama proses pemutihan. Senyawa tersebut akan terbawa pada produk pulp dan dalam air limbah proses pemutihan. Parameter AOX (*Adsorbable Organic Halide*) merupakan ukuran untuk mengetahui jumlah senyawa chlor-organik dalam air limbah. Nilai AOX dapat diperkirakan dari persamaan empirik menurut Germaard, yaitu :

$$AOX = 0,12 (C + 0,5H + 0,2 D)$$

Dimana:

C = chlor elemen (Cl<sub>2</sub>), kg/ton

H = hipochlorit, kg/ton

D = chlordioksida, kg/ton

Dari persamaan tersebut terlihat bahwa chlor mempunyai kontribusi paling besar dan chlordioksida mempunyai kontribusi terkecil pada nilai AOX.

Berdasarkan evaluasi hasil pemutihan pulp dengan proses CEHEH dan HEHEH sekaligus kekuatan fisik lembaran pulp putih pada derajat giling 40°SR, serta dampaknya terhadap lingkungan, maka pemutihan pulp skala pilot dengan proses HEHEH dipilih untuk diterapkan dalam skala pilot.

Pemutihan pulp pada skala pilot dengan proses HEHEH menghasilkan rendemen, derajat putih, opasitas dan noda berturut turut sebesar 26,58% terhadap bahan baku, 69,00 %GE, 82,60 %, dan 24 mm<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>.

Derajat putih dan noda pulp putih pelepah kelapa sawit pada skala pilot (69,00 %GE) lebih tinggi daripada skala laboratorium (62,75%), akan tetapi noda pulp ini masih lebih rendah daripada noda pulp putih TKS (sekitar 50 mm<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>). Derajat putih ini dapat ditingkatkan lagi dalam pembuatan kertasnya dengan penambahan bahan kimia lain seperti OBA (*Optical Brightening Agent*) atau Titanium dioksida (TiO<sub>2</sub>).

#### Evaluasi Sifat Fisik Lembaran Pulp

Hasil pengujian sifat fisik lembaran pulp pelepah kelapa sawit belum putih dan pulp putih skala laboratorium dan pilot disajikan pada Tabel 5 dan 6. Hasil evaluasi lembaran pulp PLS belum putih skala laboratorium pada derajat giling 40°SR menunjukkan bahwa indeks sobek seluruh contoh lembaran pulp pelepah belum putih mempunyai nilai yang tinggi, yaitu 9,74 - 11,22 Nm<sup>2</sup>/kg. Peningkatan waktu pemasakan pada suhu maksimum dari 1,5 jam menjadi 2 jam

tidak banyak mempengaruhi kekuatan lembaran pulp.

Lembaran pulp pelepah pada skala pilot memiliki indeks sobek dan indeks retak yang lebih rendah daripada lembaran pulp skala laboratorium untuk kondisi pemasakan yang sama. Sifat fisik lembaran pulp putih konvensional skala pilot (HEHEH) nilainya lebih rendah daripada sifat fisik lembaran pulp yang diputihkan dalam skala laboratorium. Meskipun demikian, sifat fisik lembaran kertasnya dapat diperbaiki dengan penambahan serat panjang dan bahan penolong lainnya.

#### Lindi Hitam Sisa Pemasakan

Sifat fisik dan kimia lindi hitam sisa pemasakan pelepah kelapa sawit skala pilot dengan proses sulfat di analisa beberapa parameternya yang meliputi padatan total, alkali total, alkali aktif, kadar zat organik dan anorganik dalam padatan total, viskositas, massa jenis serta pH. Hasil analisa lindi hitam disajikan dalam Tabel 7.

Tabel 5. Sifat fisik lembaran pulp belum putih dari pelepah kelapa sawit pada skala laboratorium dan skala pilot dengan derajat giling 40°SR

No.	Alkali aktif (%)	Waktu pemasakan (jam)	Indeks sobek (Nm <sup>2</sup> /kg)	Indeks retak (MN/kg)	Indeks tarik (Nm/g)
1.	14	1,5	9,91	4,05	41,76
2.	15	1,5	10,78	4,27	41,47
3.	16	1,5	9,74	4,27	39,41
4.	17	1,5	11,00	4,25	41,07
5.	18	1,5	10,73	4,05	41,55
6.	17	2	11,22	3,83	45,29
7.	18	2	10,04	3,96	45,29
8.	18	Pilot	7,74	3,30	40,92

Tabel 6. Sifat fisik lembaran pulp pelepah kelapa sawit skala pilot hasil pemutihan skala laboratorium dan pilot pada derajat giling 40°SR

No.	Nomor Contoh	Indeks Sobek (Nm <sup>2</sup> /kg)	Indeks retak (MN/kg)	Indeks tarik (Nm/g)
1.	Pulp – CEHEH (L)	4,08	3,08	36,92
2.	Pulp – HEHEH (L)	3,50	2,80	36,73
3..	Pulp – HEHEH (P)	3,15	1,36	20,97

Keterangan :

No. 1 – 2 : pemutihan proses konvensional skala laboratorium

No. 3 : pemutihan proses konvensional skala pilot

Tabel 7. Hasil analisa lindi hitam sisa pemasakan pelepah kelapa sawit pada skala pilot

No.	Parameter	Lindi hitam Pelepah Kelapa Sawit
1.	Padatan total, %	21,25
2.	Alkali total (g/l sebagai Na <sub>2</sub> O)	18,17
3.	Alkali aktif (g/l sebagai Na <sub>2</sub> O)	5,29
4.	Zat organik, %	37,38
5.	Zat anorganik, %	62,62
6.	Viskositas, cP	2,63
7.	Massa jenis	1,11
8.	pH	10,22

Keterangan : lindi hitam berbentuk kental seperti gel pada suhu ruang

Persentase padatan total lindi hitam sisa pemasakan pulp pelepah kelapa sawit cukup tinggi yaitu lebih dari 20%. Nilai ini lebih tinggi daripada padatan total lindi hitam hasil pemasakan kayu daun pada umumnya (13 - 18%). Ini menunjukkan bahwa lindi hitam tersebut dapat dipulihkan kembali menjadi bahan kimia pemasak dan energi dalam unit "recovery". Hal ini terlihat pula dari sisa alkali total dan sisa alkali aktifnya serta zat organik dalam padatan totalnya. Viskositas lindi hitam sebesar 2,63 cP termasuk tinggi bila dibandingkan dengan lindi hitam kayudaun, ini menunjukkan bahwa pelepah kelapa

sawit mengandung banyak pektin yang terdeteksi berupa gel.

#### Hasil Pembuatan Kertas

##### Operasi Refining

Waktu operasi refining untuk mencapai derajat giling 35°SR cukup singkat, yaitu 30 menit. Dengan waktu yang cukup singkat ini menunjukkan bahwa pulp pelepah kelapa sawit mempunyai sifat mudah direfining, dengan demikian energi refining yang diperlukan relatif cukup rendah, yaitu 0,0126 kWh/kg.

### Rendemen Kertas

Waktu operasi mesin kertas diperlukan 1 jam 30 menit dengan hasil akhir 295 kg dan laju produksi yang di capai 197 kg/jam. Rendemen di mesin kertas yang dihasilkan adalah 47,88%, nilai rendemen ini cukup rendah dibandingkan dengan rendemen yang diperoleh pada proses pembuatan kertas, yaitu > 90%. Rendemen kertas setelah finishing adalah 70,94%, sehingga rendemen totalnya 34%. Rendemen kertas yang rendah disebabkan karena operasi pembuatan lembaran di mesin kertas mengalami beberapa hambatan, yang ditandai dengan adanya lembaran putus (*paper break*) di beberapa tempat. Tempat-tempat terjadinya *paper break* yang cukup banyak adalah :

- *Manshone press* : 65 kali
- *Press I* : 12 kali
- *Press II* : 7 kali
- *Dryer group I* : 4 kali

- *Steel press* : 6 kali
- *Nad roger* : 1 kali
- *Pope reel* : 1 kali

Lembaran putus atau *paper break* disebabkan oleh proses refining terhadap pulp serat pendek (pelepah) yang dicampur dengan pulp serat panjang (pulp lembar kertas uang) serta kekuatan tarik pulp pelepah yang tidak terlalu tinggi. Disamping itu operasi mesin kertas dengan bahan baku pulp pelepah yang hanya satu *batch* memerlukan tahap penyesuaian agar dapat beroperasi dengan lancar dan stabil.

*Paper break* yang terjadi berulang kali dapat menyebabkan tingginya konsumsi energi listrik maupun steam. Konsumsi energi listrik yang diperlukan adalah 322,25 kWh/259 kg (1092/ton kertas) dan konsumsi steam yang diperlukan adalah 1,61 ton steam/295 kg (5,458 ton/ton kertas).

Tabel 8. Kualitas kertas pelepah kelapa sawit

No.	Parameter	Satuan	Nilai
1.	Gramatur	g/m <sup>2</sup>	66,7 - 72,5
2.	Tebal	mikron	69 - 82
3.	Kadar abu	%	15,7 - 15,8
4.	Kadar air	%	5,97 - 6,24
5.	Kekuatan retak	kgf/15mm	AM = 2,54 - 2,92 SM = 1,35 - 1,45
6.	Elongasi	%	AM = 2,0 - 2,7 SM = 4,0 - 4,2
7.	Kekuatan retak	gf/15 mm	AM = 36 - 45 SM = 40 - 50
8.	Derajat putih	% GE	81,5 - 83
9.	Permeabilitas udara	det/100 cc	70 - 90

### Kualitas lembaran Kertas

Kualitas kertas dari pulp pelepah kelapa sawit yang dihasilkan secara umum cukup baik. Derajat putih kertas yang dihasilkan cukup tinggi, yaitu 81,5 - 83% GE. Nilai ini jauh lebih tinggi dari derajat putih kertas cetak A (65 - 75% GE), kertas cetak B (60 - 75% GE) maupun kertas cetak C (60 - 70% GE). Gramatur kertas yang dihasilkan, yaitu 66,67 - 72,5 g/m<sup>2</sup> juga memenuhi syarat spesifikasi kertas cetak A, B maupun C (45 - 100 g/m<sup>2</sup>). Sifat-sifat yang lain seperti kekuatan tarik lebih tinggi dibandingkan dengan kekuatan tarik kertas cetak B maupun kertas cetak C. Sifat fisik dan sifat optik lembaran kertas dari pulp pelepah kelapa sawit tersaji pada Tabel 8.

### KESIMPULAN

Menurut morfologi seratnya, pelepah kelapa sawit termasuk dalam klasifikasi serat sedang dengan panjang rata-rata 1,30 mm. Secara umum komponen kimia pelepah lebih baik daripada TKS. Dengan lebih rendahnya kadar sari (ekstrak alkohol benzena) pelepah, yaitu 1,81% dibandingkan TKS (7,78%), diharapkan pulp putih pelepah akan mengandung lebih sedikit noda dibandingkan pulp putih TKS. Kondisi pemasakan optimum untuk skala pilot adalah alkali aktif 18%, sulfiditas 25%, nilai banding serpih : cairan pemasak = 1 : 4 dan waktu pemasakan = 2 ditambah 1,5 jam dengan hasil rendemen 45,58% dan bilangan kappa 29,16. Untuk kestabilan sirkulasi cairan pemasak, nilai banding serpih : cairan pemasak

optimum adalah 1 : 5. Pemutihan pulp dengan proses HEHEH lebih baik dari pada CEHEH. Secara umum pemutihan dengan proses HEHEH menghasilkan pulp putih dengan sifat fisik lembaran pulp yang cukup baik. Persentase padatan total lindi hitam (21,25%) lebih tinggi daripada padatan total lindi hitam kayu daun (13 - 18%). Viskositas lindi hitam yang cukup tinggi (2,63 cP) menunjukkan bahwa pelepah kelapa sawit mengandung pektin yang cukup tinggi yang ditandai dengan terbentuknya gel. Proses pembuatan kertas dari pulp pelepah kelapa sawit menghasilkan rendemen 47,88%. Rendahnya rendemen disebabkan sering terjadinya kertas putus (*paper break*) pada mesin kertas. Meskipun demikian kualitas yang dihasilkan cukup baik dengan gramatur rata-rata 70 g/m<sup>2</sup> dan derajat putih 81,5 - 83%GE. Derajat putih ini lebih tinggi dari derajat putih untuk kertas cetak A, kertas cetak B maupun C. Sifat-sifat yang lain seperti kekuatan tarik juga lebih tinggi dibandingkan dengan kekuatan tarik kertas cetak A, kertas B dan C.

### DAFTAR PUSTAKA

1. AKAMATSU, I., Y. KOBAYASHI, H. KAMISHIMA, K. HASSAN, M. N. YUSOFF, M. HUSIN, and A. H. HASSAN. 1987. Industrial utilization of oil palm by-products: II. Kraft Anthraquinone Pulping of Oil Palm Empty Fruit Bunches. *Cellulose Chem. Technol.*, 21: 67-75.
2. GRACE, T.M., E.W. MALCOLM, and KOCUREK, M.J. 1989. *Alkaline pulping, volume 5, pulp and paper manufacture*. The joint textbook, Committee of the paper industry. Atlanta.

3. GRAMEDIA, PT. 1997. Indo nesian pulp & paper industry. Jakarta.
4. GURITNO, P., DARNOKO, DASWIR, dan SUTRISNO. 1995. Pembuatan kertas kraft dari tandan kosong sawit pada skala pilot. Jurnal Penelitian Kelapa Sawit 3(2) : 127 - 138.
5. GURITNO, P., DARNOKO, P.M. NAIBA-HO, dan W. PRATIWI. 1995. Produksi pulp dan kertas cetak dari tandan kosong sawit pada skala pilot. Jurnal Penelitian Kelapa Sawit 3(1) : 89-100.
6. JOEDODIBROTO, R. 1982. Palm plantation residues as an alternate source of cellulosic raw material for the pulp and paper industry. Berita Selulosa, vol XVIII, no 4, Desember 1982, hal 95 - 100.
7. KHOO, K.C., and T.W. LEE. 1990. *Pulp and paper from the oil palm*. Appita 44(6):385-388.
8. KHOO, K.C., M.N.M. YUSOF, and L.T. WAN. 1991. *Pulp and paper. Oil Palm Steam Utilisation. Review and Research* (K. Shaari, K.C. Khoo, dan A.R.M. Ali, ed.), Kuala Lumpur, Malaysia.
9. LUBIS, A.U., P. GURITNO, and DARNOKO. 1994. *Prospect of oil palm solid wastes based industries in Indonesia*, in Proceedings 3<sup>rd</sup> National Seminar on Utilisation of Oil Palm Rree and Other Palms. 27 - 29 September 1994, Kuala Lumpur. pp. 62-69.
10. PRATIWI, W., O. ATMAWINATA, dan R. S. PUDJOSUNARJO. 1988. Pembuatan pulp kertas dari tandan ko-song sawit dengan proses soda antra-kinon. Menara Perkebunan 56 (2) : 49-52.
11. PUSAT PENELITIAN KELAPA SAWIT dan BALAI BESAR SELULOSA. 1997. Penelitian pembuatan pulp larut (*dissolving pulp*) skala pilot dari tandan kosong sawit untuk serat rayon.
12. PUSAT PENELITIAN KELAPA SAWIT. 1997. Penelitian Pembuatan Pulp Semikimia Tandan Kosong Sawit (TKS) Skala Pilot untuk Kertas Industri.
13. SII.1832-86. Cara uji padatan total, alkali total dan alkali aktif dalam lindi hitam.
14. SMOOK, G. A. 1989. *Handbook for pulp & paper technologists*. Canadian Pulp and Paper Association, Canada.
15. STATISTIK PERKEBUNAN INDO-NEsia: Kelapa Sawit 1997 - 1999. 1998. Departemen Kehu-tanan dan Perkebunan, Direktorat Jenderal Perkebunan. Jakarta.
16. SUGIHARTO, A. S, SUGESTY, dan W. PRATIWI, 1996. Strategi pengurangan penggunaan gas chlor (Cl<sub>2</sub>) dalam proses pemutihan pulp kimia pada industri pembuatan pulp di Indonesia. Seminar Jaringan Kerja Pengendalian Pencemaran Industri. Depperindag. Bandung, 1996.
17. SNI. 14-0496-1989. Cara uji kadar air kayu pulp, kertas dan karton.
18. SNI. 14-1032-1989. Cara uji kadar sari (ekstrak alkohol-benzena).
19. SNI.01-1303-1989. Cara uji holoselu-losa dalam kayu.
20. SNI.01-1305-1989. Cara uji kelarutan kayu dalam air dingin dan air panas.
21. SNI.01-1840-1990. Cara uji panjang serat kayu dan bukan kayu.
22. SNI.14-0402-1989. Kondisi ruang pengujian untuk lembaran pulp, kertas dan karton.
23. SNI.14-0436-1989. Cara uji ketahan sobek yertas.
24. SNI.14-0437-1989. Cara uji ketahan tarik kertas dan karton.
25. SNI.14-0438-1989. Cara uji derajat putih pulp, kertas dan karton
26. SNI.14-0439-1989. Cara uji gramatur kertas dan karton.
27. SNI.14-0489-1989. Cara uji penyediaan lembaran pulp untuk uji sifat fisik
28. SNI.14-0490-1989. Cara uji derajat giling pulp.
29. SNI.14-0492-1989. Cara uji kadar lignin kayu dan pulp (metoda Klason).
30. SNI.14-0493-1989. Cara uji ketahanan retak lembaran pulp kertas.
31. SNI.14-0494-1989. Cara uji bilangan permanganat, bilangan Kappa dan bilangan chlor pulp.

32. SNI.14-0698-1989. Cara uji pulp sulfat kayu untuk kertas.
33. SNI.14-1561-1989. Cara uji pentosan dalam kayu dan pulp.

34. SNI.19-1938-1990. Cara uji kelarutan kayu dan bukan kayu dalam larutan natrium hidroksida 1%.