

PEMBUATAN PULP DARI TANDAN KOSONG SAWIT DENGAN PENAMBAHAN SURFAKTAN

Darnoko, Purboyo Guritno, Andoyo Sugiharto¹ dan Susi Sugestiy¹

ABSTRAK

Di Indonesia tandan kosong sawit merupakan salah satu limbah industri minyak sawit yang jumlahnya cukup besar dan sampai saat ini belum dimanfaatkan secara optimal. Dengan kandungan seratnya yang cukup tinggi, tandan kosong sawit dapat dibuat sebagai bahan baku pulp. Pada penelitian ini tandan kosong sawit diolah menjadi pulp dengan proses soda antrakinon yang dimodifikasi. Modifikasi proses meliputi penambahan surfaktan untuk meningkatkan rendemen dan mutu pulp yang dihasilkan. Tandan kosong sawit kering yang telah dipotong dengan ukuran 3-5 cm, dimasak dalam digester skala laboratorium pada berbagai variasi penambahan surfaktan dan alkali aktif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan surfaktan dan aktif alkali yang optimum masing-masing adalah 0,10 % dan 14 %. Pada kondisi tersebut diperoleh rendemen total dan tersaring pulp belum putih berturut-turut sebesar 45,69 % dan 45,63 % dan bilangan permanganat sebesar 9,42. Penambahan surfaktan tidak berpengaruh nyata pada sifat fisik lembaran pulp belum putih yang diperoleh.

Kata kunci : pulp, surfaktan, kelapa sawit

PENDAHULUAN

Pada tahun 1994 luas areal perkebunan sawit di Indonesia sekitar 1,78 juta ha dengan produksi minyak sawit mentah sebesar 4,01 juta ton. Produksi minyak sawit Indonesia akan terus meningkat dan pada tahun 2005, diperkirakan akan mencapai 9,9 juta ton.

Jumlah limbah tandan kosong sawit (TKS) yang dihasilkan pada tahun 1994 diperkirakan sekitar 1,7 juta ton kering per tahun. Upaya pemanfaatan limbah tersebut telah dilakukan di beberapa perkebunan di Indonesia, di antaranya adalah untuk mulsa dan pupuk abu tandan kosong yang berguna untuk menyuburkan tanah di perkebunan kelapa sawit. Walaupun demikian masih terbuka cara pemanfaatan lain yang akan memberikan nilai tambah yang lebih besar.

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

Sejalan dengan laju perkembangan industri dan ekonomi, kebutuhan kertas baik di Indonesia maupun dunia terus meningkat. Kebutuhan pulp kimia di dunia meningkat dari 105 juta ton pada tahun 1990 menjadi 130 juta ton tahun 2005. Peningkatan permintaan tersebut tentunya harus diimbangi dengan pertambahan produksi kertas di dalam negeri yang berarti kebutuhan akan bahan baku kertas juga akan meningkat.

Pada tahun 1994, harga pulp dan kertas meningkat dengan tajam, baik di dalam negeri maupun di dunia. Peningkatan harga ini terutama disebabkan oleh menurunnya pasokan bahan baku berupa kayu hutan alam karena isu lingkungan, sehingga perlu dicari bahan baku kertas non kayu.

Limbah pertanian yang kaya akan selulosa seperti bagas (ampas tebu) atau jerami telah umum digunakan sebagai bahan baku kertas. Akhir-akhir ini

penelitian penggunaan limbah kelapa sawit untuk bahan baku pulp telah dilakukan terutama dengan bahan baku pelepasan sawit dan batang sawit (3, 4, 18). Informasi tentang teknologi pembuatan pulp dari tandan kosong kelapa sawit masih terbatas.

Penggunaan tandan kosong dan pelepasan sawit untuk bahan baku pulp bukan saja akan memberikan nilai tambah dari limbah padat sawit, tetapi juga dapat menghemat penggunaan kayu tropis yang akhir-akhir ini semakin sulit diperoleh sehingga harganya cenderung meningkat.

Penelitian pendahuluan pemanfaatan tandan kosong sawit sebagai bahan baku pulp kertas telah dilakukan di Balai Besar Selulosa (1, 5), akan tetapi rendemen dan mutu pulp yang dihasilkan masih perlu ditingkatkan. Penelitian ini bertujuan untuk memperbaiki rendemen dan mutu pulp dari tandan kosong sawit melalui modifikasi proses yaitu dengan penambahan senyawa surfaktan.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Tandan kosong sawit diperoleh dari Pabrik Kelapa Sawit Kertajaya, PT Perkebunan XI, Pandeglang, Jawa Barat. Tandan kosong sawit dipotong-potong dengan ukuran panjang antara 3-5 cm, dibersihkan dari sisa buah dan cangkang dan selanjutnya dikeringkan sampai kadar air antara 16,5-17,0% dan disimpan dalam ruangan yang kering.

Analisis serat

Serpih TKS yang telah dipilih secara acak ditentukan kadar serat, rapat massa tumpukan serpih, panjang serat, diameter serat, tebal dinding serat dan

nilai turunan seratnya menurut SII 1883-86 (9).

Untuk keperluan analisis kimia, serpih TKS diserbuk dengan alat penyerburuk Wiley kemudian diayak sampai diperoleh serbuk berukuran 40-60 mesh. Analisis komposisi kimia TKS kadar holoselulosa, selulosa alfa, pentosan, lignin, abu, sari (ekstrak alkohol-benzena), kelarutan dalam air panas/dingin dan kelarutan dalam 1% NaOH, dilakukan menurut SNI dan standar TAPPI (10, 11, 12).

Pembuatan pulp skala laboratorium

Pembuatan pulp TKS dilakukan dengan modifikasi proses soda antraktion, yaitu dengan penambahan surfaktan. Pemasakan TKS dilakukan dalam skala laboratorium dalam digester berkapasitas 3 l yang berputar dalam udara panas. Kondisi pemasakan TKS disajikan pada Tabel 1. Kualitas pulp ditentukan dengan mengamati rendemen, bilangan permanganat pulp dan kadar ekstraktif yang ditetapkan menurut metode standar (10, 13). Rendemen pulp dihitung dari berat kering pulp yang diperoleh dibandingkan dengan berat kering bahan baku.

Pengujian lembaran pulp belum putih

Sebelum dibuat lembaran pulp, pulp belum putih digiling dalam gilingan (*beater*) Niagara yang berkapasitas 10 l. Variasi derajat giling ditentukan berdasarkan variasi waktu giling yang diukur dengan menggunakan *Schopper Riegler Freeness Tester*. Pengujian sifat fisik lembaran pulp, antara lain meliputi indeks sobek, indeks retak dan indeks tarik dilakukan menurut SNI (14, 15, 16). Spesifikasi sifat fisik pulp menurut SNI 14-0689-1989 (17) digunakan sebagai dasar evaluasi kualitas pulp TKS hasil penelitian ini.

Tabel 1. Kondisi pemasakan tandan kosong sawit untuk pembuatan pulp
Table 1. Pulping conditions for oil palm empty fruit bunch

No.	Peubah proses Process variables	Nilai Value
1.	Alkali aktif, sebagai Na ₂ O, % <i>Active alkali, as Na₂O, %</i>	12 , 13 , 14
2.	Antrakinon, % <i>Anthraquinone, %</i>	0.1
3.	Surfaktan, % <i>Surfactant, %</i>	0; 0.05; 0.10; 0.15
4.	Nilai banding bahan baku terhadap cairan pemasak <i>Solid/liquid ratio</i>	1:5.5
5.	Suhu maksimum, °C <i>Maximum temperature, °C</i>	165
6.	Waktu untuk mencapai suhu maksimum, jam <i>Time to reach maximum temperature, hours</i>	2
7.	Waktu pada suhu maksimum, jam <i>Time at maximum temperature, hours</i>	1.5

Analisis lindi hitam sisa pemasakan

Analisis lindi hitam sisa pemasakan untuk semua contoh pulp hasil pemasakan skala laboratorium dilakukan terhadap padatan total, sisa alkali aktif, alkali total, zat organik dan anorganik dalam padatan total serta pH menurut SII 1882-1986 (8).

rata-rata 1,2 mm sedangkan serat bagian ujungnya (malai) lebih pendek 0,76 mm. Bila dikelompokkan ke dalam panjang serat menurut klasifikasi Klemm, serat TKS termasuk serat pendek sampai sedang, yaitu di antara 1,0-2,0 mm, sedangkan diameter seratnya, yaitu serat bagian pangkal dan bagian malai termasuk kelompok diameter kecil sampai sedang (2-25 µm) (7).

Nilai bilangan Runkel serat bagian pangkal TKS <1, yaitu 0,87, sedangkan bagian ujung TKS >1, yaitu 1,05. Bilangan Runkel yang tinggi menunjukkan bahwa serat mempunyai dinding yang tebal sehingga tidak mudah memipih pada waktu digiling sehingga akan menyebabkan ikatan antar serat dalam lembaran kertas menjadi rendah (7).

Kadar serat bagian pangkal TKS sekitar 72,67%, lebih tinggi bila dibandingkan dengan bagian ujungnya (62,47%). Semakin tinggi kadar serat,

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sifat fisik dan morfologi serat bahan baku

Pengujian sifat fisik dan morfologi serat TKS dilakukan terhadap bagian pangkal, yaitu bagian yang banyak mengandung serat dan bagian ujung TKS yang runcing dan agak keras.

Hasil pengujian (Tabel 2) menunjukkan bahwa bagian pangkal TKS mengandung serat dengan panjang serat

Tabel 2. Sifat fisik dan morfologi serat TKS

Table 2. Physical property and morphology of oil palm EFB fiber

No.	Parameter	TKS bagian pangkal <i>Basal part of EFB</i>	TKS bagian ujung <i>End part of EFB</i>
1.	Panjang serat, mm <i>Fiber length, mm</i>		
-	minimum <i>minimum</i>	0.63	0.46
-	maksimum <i>maximum</i>	1.81	1.27
-	rerata (L) <i>average (L)</i>	1.20	0.76
2.	Diameter serat, μm (D) <i>Fiber diameter, μm (D)</i>	15.0	114.34
3.	Diameter lumen, μm (l) <i>Lumen diameter, μm (l)</i>	8.04	6.99
4.	Tebal dinding, μm (w) <i>Wall thickness, μm (w)</i>	3.49	3.68
5.	Bilangan Runkel (2w/l) <i>Runkle Number (2w/l)</i>	0.87	1.05
6.	Kelangsingan (L/D) <i>Felting power (L/D)</i>	79.95	53.00
7.	Kelemasan (I/D) <i>Flexibility (I/D)</i>	0.54	0.49
8.	Kadar serat, % <i>Fiber content, %</i>	72.67	62.47
9.	Bukan serat, % <i>Non fiber, %</i>	27.33	37.53
Rapat massa tumpukan serpih (campuran), kg/m^3 <i>Bulk density of mixed chips, kg/m³</i>		177.98	

semakin tinggi pula rendemen pulp yang akan diperoleh (2, 6).

Secara umum, sifat fisik dan morfologi serat TKS bagian pangkal lebih baik dibandingkan dengan bagian ujung. Rapat massa tumpukan serpih campuran bagian pangkal dan bagian malai sekitar 177,98 kg/m^3 .

Komposisi kimia bahan baku

Hasil analisis komposisi kimia tandan kosong sawit dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Komposisi kimia tandan kosong sawit

Table 3. Chemical composition of oil palm empty fruit bunch

No.	.Komponen kimia <i>Chemical components</i>	Komposisi (%) <i>Composition (%)</i>
1.	Lignin (<i>Lignin</i>)	22.23
2.	Sari (<i>Extractives</i>)	6.37
3.	Pentosan (<i>Pentosan</i>)	26.69
4.	α -selulosa (- cellulose)	38.76
5.	Holoselulosa (<i>Holocellulose</i>)	67.88
6.	A b u (<i>Ash</i>)	6.59
7.	Kelarutan dalam (<i>Solubility in</i>) :	
-	1% NaOH	29.96
-	Air dingin (<i>Cold water</i>)	13.89
-	Air panas (<i>Hot water</i>)	16.17

Dari Tabel 3 terlihat bahwa kandungan lignin, sari (ekstrak alkohol-benzena), pentosan dan abu TKS cukup tinggi. Demikian juga persentase kelarutannya dalam 1% NaOH, air dingin dan air panas cukup tinggi. Tingginya kadar sari (ekstrak alkohol-benzena) ini kemungkinan disebabkan oleh adanya minyak dalam TKS. Kadar sari yang tinggi akan menyebabkan bertambahnya konsumsi bahan kimia pemerasan dan akan menimbulkan noda-noda pada pulp dan kertas yang dihasilkan.

Kadar holoselulosa dan selulosa α TKS berturut-turut sekitar 67,88% dan 38,76%, sedikit lebih rendah daripada kadar holoselulosa dan selulosa α bagas, yaitu 69,60% dan 41,14%. Holoselulosa adalah total karbohidrat (polisakarida) yang terkandung dalam bahan baku yang terdiri dari selulosa dan hemiselulosa (2, 6).

Hasil pemasakan skala laboratorium

Pada penelitian ini, kondisi pemasakan TKS skala laboratorium menggunakan variasi alkali aktif antara 12-14% dan variasi penambahan surfaktan

tan antara 0-0,15%. Penambahan surfaktan dalam pembuatan pulp TKS dengan proses soda antrakinon ini ditujukan untuk memperbaiki kualitas pulp, terutama peningkatan rendemen dan peningkatan mutu pulp yang dihasilkan. Modifikasi proses soda antrakinon dengan penambahan surfaktan diharapkan juga dapat mengurangi kadar ekstraktif yang diduga sebagai penyebab timbulnya noda.

Bahan surfaktan yang dimaksud adalah surfaktan anionik yang berfungsi untuk memperbaiki laju penetrasi cairan pemasak ke dalam serpih sehingga diperoleh pulp yang lebih seragam. Sifat fisik bahan surfaktan tersebut ditunjukkan oleh nilai densitas = 9,7 lb/gal, pH = 8,9 dan viskositas 30 cps.

Pengaruh penambahan surfaktan pada proses soda antrakinon terhadap rendemen total dan rendemen tersaring pulp TKS ditunjukkan pada Gambar 1 dan 2. Dari Gambar 1 terlihat bahwa penambahan surfaktan sebanyak 0,05 % hingga 0,15 % memberi pengaruh yang nyata terhadap rendemen pulp dan polanya hampir sama untuk berbagai variasi alkali aktif. Pada variasi alkali aktif antara 12% hingga 14% dan variasi surfaktan antara 0-15% diperoleh pulp dengan rendemen total dan rendemen tersaring masing-masing antara 41,21-45,95 dan 40,92-45,63%.

Penambahan surfaktan memberikan pengaruh yang berbeda pada alkali aktif yang berbeda. Akan tetapi pada penambahan surfaktan sebanyak 0,10%, memberikan rendemen yang optimum, baik untuk pemasakan dengan alkali aktif 12%, 13% maupun 14%.

Dari Gambar 1 terlihat juga bahwa pengaruh kenaikan alkali aktif tidak nyata terhadap rendemen total, sedangkan terhadap rendemen tersaring

terlihat bahwa alkali aktif 13 % dan 14 % memberi rendemen tersaring yang lebih tinggi dibandingkan dengan alkali aktif 12 %.

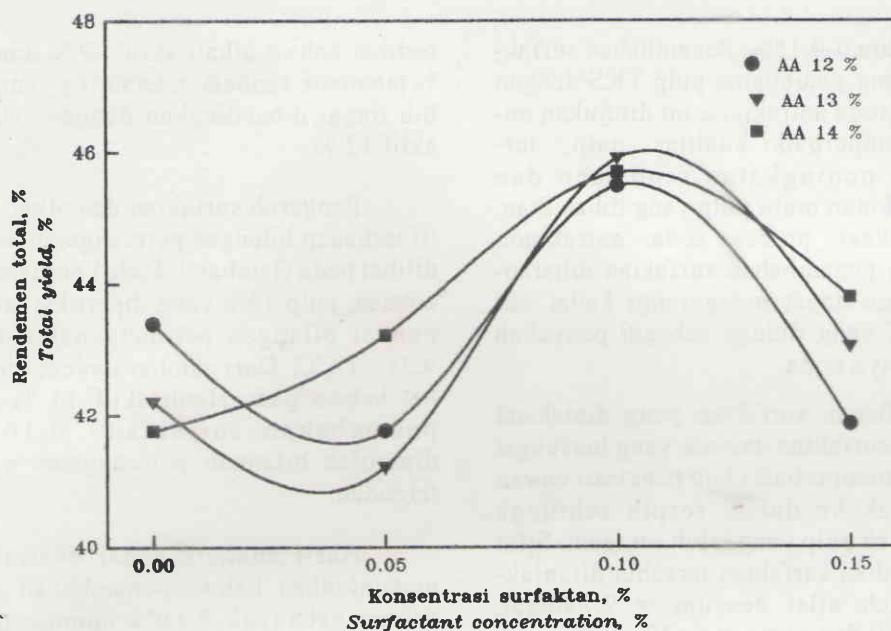
Pengaruh surfaktan dan alkali aktif terhadap bilangan permanganat dapat dilihat pada Gambar 3. Pada kondisi percobaan, pulp TKS yang diperoleh mempunyai bilangan permanganat antara 9,31 - 12,22. Dari gambar tersebut terlihat bahwa pada alkali aktif 14 % dan penambahan surfaktan 0,10 % diperoleh bilangan permanganat yang terendah.

Hasil analisis kadar ekstraktif menunjukkan bahwa penambahan surfaktan sebanyak 0,10% memberikan nilai kadar ekstraktif sebesar masing-masing 1,28%, 0,77% dan 0,69% untuk pemasakan dengan alkali aktif 12%, 13% dan 14%.

Dari data tersebut di atas terlihat bahwa ditinjau dari rendemen total, rendemen tersaring, bilangan permanganat dan kadar ekstraktif, kondisi pemasakan optimum ialah pada penambahan surfaktan 0,10 % dan alkali aktif 14 %.

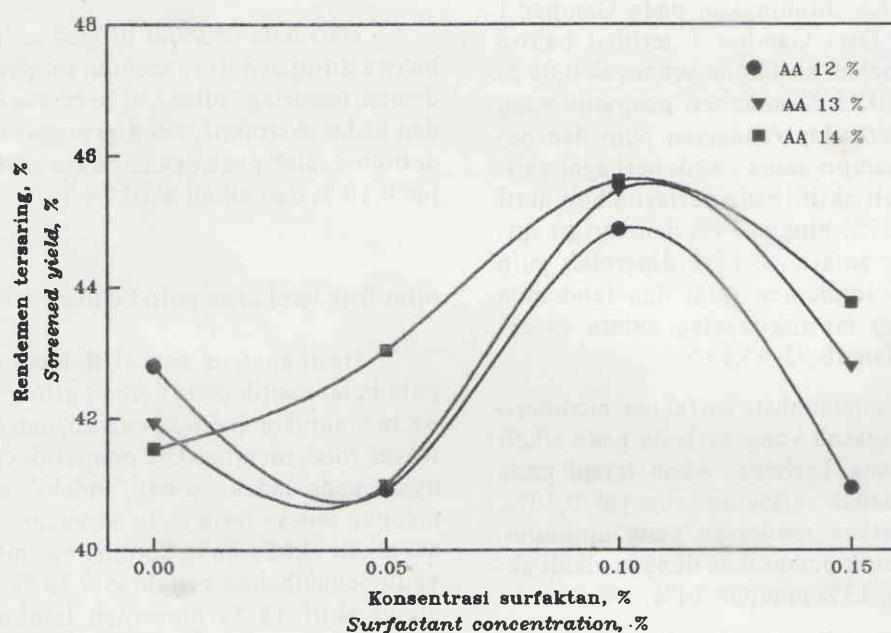
Sifat fisik lembaran pulp belum putih

Hasil analisis sifat fisik lembaran pulp belum putih pada derajat giling $^{\circ}40$ SR menunjukkan bahwa penambahan surfaktan tidak memberikan pengaruh yang nyata pada indeks sobek, indeks retak maupun indeks tarik pada berbagai variasi alkali aktif. Pada kondisi optimum, yaitu penambahan surfaktan 0,10 % dan alkali aktif 14 % diperoleh lembaran pulp dengan indeks sobek sebesar 8,00 Nm 2 /kg, indeks retak sebesar 4,30 MN/kg dan indeks tarik sebesar 41,07 Nm/g.



Gambar 1. Pengaruh surfaktan dan alkali aktif terhadap rendemen total pulp TKS

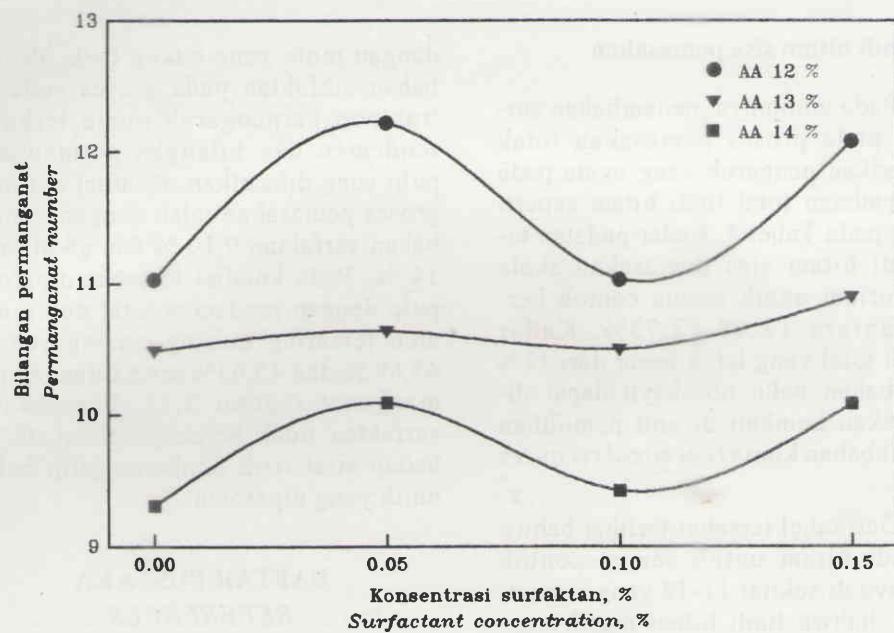
Figure 1. Effect of surfactant and active alkali on the yield of oil palm EFB pulp



Gambar 2. Pengaruh surfaktan dan alkali aktif terhadap rendemen tersaring pulp TKS

Figure 2. Effect of surfactant and active alkali on the screened yield of oil palm EFB pulp

Pembuatan pulp dari TKS dengan penambahan surfaktan



Gambar 3. Pengaruh surfaktan dan alkali aktif terhadap bilangan permanganat pulp TKS
Figure 3. Effect of surfactant and active alkali on permanganate number of oil palm EFB pulp

Tabel 4. Hasil analisis lindi hitam sisa pemasakan TKS skala laboratorium

Table 4. Results of black liquor analysis from oil palm EFB pulping

No.	Surfaktan No. Surfactant	Alkali aktif Active alkali	Padatan total Total solid	pH pH	Sisa alkali sebagai Residual alkali as Na_2O	Kadar zat		Kadar zat anorganik dalam padatan total Anorganic content in total solid
						Total	Aktif	
						Total	Active	
1	0	12	12.73	9.82	7.197	0.388	27.32	72.68
2	0.05	12	12.72	11.20	9.016	2.282	26.95	73.05
3	0.10	12	12.08	11.01	9.332	2.194	28.46	71.54
4	0.15	12	12.60	11.56	9.807	2.751	30.97	69.03
5	0	13	12.58	11.56	7.592	2.362	28.52	71.48
6	0.05	13	12.67	12.06	6.643	4.152	29.07	70.93
7	0.10	13	12.13	12.30	5.378	4.764	29.75	70.25
8	0.15	13	12.12	12.12	5.694	3.793	28.10	71.90
9	0	14	12.68	11.73	11.077	2.608	31.06	68.94
10	0.05	14	12.70	12.30	5.536	4.271	30.84	69.16
11	0.10	14	12.65	12.34	6.327	5.133	30.31	69.69
12	0.15	14	12.40	11.65	11.388	3.895	31.34	68.66

Sifat lindi hitam sisa pemasakan

Pada umumnya, penambahan surfaktan pada proses pemasakan tidak memberikan pengaruh yang nyata pada kadar padatan total lindi hitam seperti terlihat pada Tabel 4. Kadar padatan total lindi hitam sisa pemasakan skala laboratorium untuk semua contoh berkisar antara 12,08-12,73%. Kadar padatan total yang lebih besar dari 11% untuk bahan baku non-kayu dapat dimanfaatkan kembali di unit pemulihan kembali bahan kimia (*chemical recovery unit*).

Dari tabel tersebut terlihat bahwa pH lindi hitam untuk semua contoh umumnya di sekitar 11-12 yang menunjukkan bahwa lindi hitam masih mengandung bahan kimia pemasak yang dapat dimanfaatkan kembali. Hal ini juga didukung oleh tingginya kandungan sisa alkali total dan sisa alkali aktif dalam lindi hitam. Adanya kandungan zat organik dan zat anorganik yang cukup tinggi dalam padatan total lindi hitam juga menunjukkan bahwa lindi hitam dapat dimanfaatkan untuk memperoleh energi dan bahan kimia pemasak.

KESIMPULAN

Tandan kosong sawit merupakan bahan baku non kayu yang memiliki rerata panjang serat pendek sampai sedang (0,76-1,2 mm) dan diameter kecil sampai sedang (14.34-15.01 μm). Kadar holoselulosa dan selulosa alfa tandan kosong sawit berturut-turut sekitar 67,88% dan 38,76%, sedikit lebih rendah daripada kadar holoselulosa dan selulosa α bagas yaitu 69,60% dan 41,14%. Kandungan lignin, sari (ekstrak alkohol-benzena), pentosan dan abu cukup tinggi. Dengan sifat-sifat tersebut di atas, TKS dapat diolah menjadi pulp

dengan mutu yang cukup baik. Penambahan surfaktan pada proses soda antrakinon berpengaruh nyata terhadap rendemen dan bilangan permanganat pulp yang dihasilkan. Kondisi optimum proses pemasakan ialah dengan penambahan surfaktan 0,10 % dan alkali aktif 14 %. Pada kondisi tersebut diperoleh pulp dengan rendemen total dan rendemen tersaring masing-masing sebesar 45,69 % dan 45,63% serta bilangan permanganat sebesar 9,42. Penambahan surfaktan tidak berpengaruh nyata terhadap sifat fisik lembaran pulp belum putih yang diperoleh.

DAFTAR PUSTAKA REFERENCES

1. BALAI BESAR SELULOSA. 1993. Penelitian Pemanfaatan Limbah Kelapa Sawit (Tandan Kosong) sebagai Bahan Baku Pulp Kertas. Laporan akhir kerjasama antara BBS-BPPT Bandung, Januari 1993
2. CASEY, J.P. 1980. Pulp and Paper, Chemistry and Chemical Technology, Vol.I, 3rd Ed., John Wiley & Sons, New York
3. HASSAN, K., A.H. HASSAN, R. RAMLI, and M.Z. JUSOH. 1991. Improvement on the brightness of unbleached chemithermomechanical pulps from oil palm frond. In : Proc. Oil Palm Trunk and Other Palmwood Utilization. Oil Palm Tree Utilization Committee, Malaysia. pp 219-230.
4. KHOO, K.C., and T.W. LEE. 1990. Pulp and paper from the oil palm. Appita 44 (6), 385-388
5. PRATIWI, W., O. ATMAWINATA, and R. PUJO-SUNARYO. 1988. Pembuatan pulp kertas dari tandan kosong sawit dengan proses soda antrakinon. Menara Perkebunan, 52(2), 48-52.
6. RYDHOLM, S.A. 1976. Pulping Process. 2nd ed. John Wiley & Sons, New York.
7. SOENARDI, 1974. Hubungan antara sifat-sifat kayu dan kualitas kertas. Berita Selulosa X(3), 45-48.
8. STANDAR INDUSTRI INDONESIA. 1986. Cara Uji Padatan Total, Alkali Total dan Alkali Aktif dalam Lindi Hitam. SII 1882-86. Departemen Perindustrian.

9. STANDAR INDUSTRI INDONESIA. 1986. Kayu dan Bukan Kayu. Cara Uji Panjang Serat. SII 1883-86. Departemen Perindustrian.
10. STANDAR NASIONAL INDONESIA. 1989. *Pulp dan Kayu, Cara Uji Kadar Sari (Ekstrak Alkohol Benzena)*. SNI 14-1032-1989. Dewan Standardisasi Nasional
11. STANDAR NASIONAL INDONESIA. 1989. *Pulp, Cara Uji Kadar Selulosa dan .* SNI.14-0444-1989. Dewan Standardisasi Nasional
12. STANDAR NASIONAL INDONESIA. 1989. *Pulp dan Kayu, Cara Uji Kadar Lignin (Metoda Klason)*. SNI.14-0492-1989. Dewan Standardisasi Nasional
13. STANDAR NASIONAL INDONESIA. 1989. *Cara Uji Bilangan Permanganat, Bilangan Kappa, dan Bilangan Khlor Pulp.* SNI.14-0494-1989. Dewan Standardisasi Nasional
14. STANDAR NASIONAL INDONESIA. 1989. *Cara Uji Ketahanan Sobek Kertas.* SNI.14-0436-1989. Dewan Standardisasi Nasional.
15. STANDAR NASIONAL INDONESIA. 1989. *Cara Uji Ketahanan Tarik Kertas dan Karton.* SNI.14-0437-1989. Dewan Standardisasi Nasional.
16. STANDAR NASIONAL INDONESIA. 1989. *Cara Uji Ketahanan Retak Lembaran Pulp Kertas.* SNI.14-0493-1989. Dewan Standardisasi Nasional.
17. STANDAR NASIONAL INDONESIA. 1989. *Pulp Sulfat Kayu untuk Kertas.* SNI.14-0689-1989. Dewan Standardisasi Nasional.
18. YUSOFF, M.N.M., K.C. KHOO and T.W. LEE. 1991. Sulphate-antraquinone pulping of fibrous strands from oil palm trunk. In: Proc. Oil Palm Trunk and Other Palmwood. Utilization. Oil Palm Tree Utilization Committee, Malaysia. pp 352-359.

Pulping of oil palm empty fruit bunches with surfactant

Darnoko, Purboyo Guritno, Andoyo Sugiharto¹ and Susi Sugestiyati¹

Abstract

The demand for pulp and paper has been ever increasing which should be overcome by increasing the production capacity. However, due to environmental issues, the supply of wood as raw material for pulp has been limited, thus an alternative raw materials should be found. On the other hand, oil palm empty fruit bunches (EFB) produced by palm oil mill, are available at large amount and are still under utilized. Owing to its high fiber content, this waste could be used as a raw material for pulp production. In this experiment, oil palm empty fruit bunches were processed into pulp using modified soda-antraquinone process. The modification included the addition of surfactant with the objective of improving the yield and quality of the pulp. Chips of dried oil palm EFB (3-5 cm) were cooked in a laboratory digester at various surfactant and active alkali additions. The results show that the optimum surfactant and active alkali additions were 0.10 % and 14 %, respectively. At this condition, the total yield and the screened yield of the unbleached pulp were 45.69 % and 45.63 %, respectively and the permanganate number was 9.42. Addition of surfactant did not affect the physical properties of the pulp handsheets produced.

Key words : pulp, surfactant, oil palm

INTRODUCTION

In 1994, the total area of oil palm

plantation in Indonesia was 1.78 million ha with the crude palm oil (CPO) production of 4.0 million tons. It is projected that in 2005, the Indonesian CPO will reach 9.9 million tons.

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

The amount of oil palm empty fruit bunches (EFB) in 1994 was estimated at 1.7 million ton dry matter per year. Efforts to utilized this waste have been initiated in Indonesia which include for mulching and for potash fertilizer. Nevertheless, other opportunities to utilize the waste which give more added value are still widely opened.

In line with the development of industries and economy, the demand for pulp and paper in Indonesia as well as in the world has been everincreasing. It is estimated that the world demand for chemical pulp will increase from 105 million ton in 1990 to 130 million ton in 2005. This means that the production capacity of pulp and paper must be increased which consequently, the need for the raw material will also increase.

In 1994 the local as well as world price of pulp and paper increased sharply. This increase was caused by limited supply of raw materials due to environmental issues and therefore, an alternative source of raw material for pulp should be found.

Agricultural cellulosic wastes such as bagasse or rice straw are commonly used as raw material for pulp. Recently, investigations on the use of oil palm cellulosic wastes especially using palm fronds and palm trunk for pulp have been conducted (3, 4, 18). However, the information available is still very limited. Utilization of oil palm empty fruit bunches for pulp production will not only increase the added value of the waste, but also reduce the use of forest wood which is recently very limited and getting more expensive.

Preliminary experiment on the use of oil palm empty fruit bunches has been conducted in Institute for Research and Development of Cellulose Industries in Bandung (1, 5), however, the

quality of the pulp has still to be improved. The objective of this experiment was to improve the yield and quality of oil palm EFB pulp by modifying the cooking process through the addition of surfactant.

MATERIALS AND METHODS

Materials

Oil palm EFB were obtained from Kertajaya Palm Oil Mill, PT Perkebunan XI, Pandeglang, West Java. The EFB were cut into 3-5 cm pieces, cleaned from residual fruits and shell, dried to 16.5-17 % moisture content and stored.

Fiber analysis

Random samples of EFB were taken for morphological analyses which included fiber content, bulk density, fiber length, fiber diameter and thikness and fiber derivatives following SII.1883-86 spesification (9)

For chemical analyses, the fiber was ground in a Wiley laboratory mill and then screened to pass 40-60 mesh screen. Chemical analyses of the fiber included a-sellulose, holocellulose, pentosan, lignin, ash, alcohol-benzene extract, solubility in hot water, cold water, and 1% NaOH, following SNI or TAPPI standard methods (6, 7, 8).

Preparation of pulp at laboratory scale

Pulping of oil palm EFB was conducted using modified soda-anthraquinone proces with the addition of surfactant. Cooking was performed in a rotating 4-L laboratory digester with conditions as shown in Table 1. The pulp was then evaluated for its yield, permanganate number and extractive value ac-

cording to standard methods (10, 13). The yield was calculated as the amount of dried pulp as compared to dried weight of the raw material.

Evaluation of unbleached pulp handsheets

Prior to handsheet making, the unbleached pulp was refined in a 10-L Niagara beater. The freeness was determined using *Schopper Riegler Freeness Tester* at various refining times. Analyses of handsheet included tear index, tensile index, and burst index which were determined following SNI method (14, 15, 16). Specification of physical property of pulp was done following SNI.14-0689-1989 method (17).

Analysis of the black liquor

Black liquor as cooking waste was analyzed for total solids, residual active alkali, total alkali, organic and anorganic matter in total solids and pH following SII.1882-1986 requirements

RESULTS AND DISCUSSION

Physical properties and morphology of EFB fiber

Results of the analyses of physical properties and morphology of oil palm EFB fiber were presented in Table 2. In this experiment fiber analyses were performed for the base parts of EFB which contained more fiber and the tips of the EFB which was much harder and sharp.

Table 2 shows that the average length of fiber from the base parts was 1.2 mm, while from the tips was 0.76 mm. If the fiber is classified according

to Klemms classification, oil palm EFB fiber is considered as short to medium (1.0 to 2.0 mm), while the fiber diameter is short to medium (2-25 μm) (7).

The value of Runkel number for fiber from the base parts was less than one (0.87), while for fiber from the tips was more than one (1.05). A high Runkel number means that the fiber wall is thick and consequently, the fiber is hard to be refined and the fiber bonds was less (7).

The fiber content of base parts was 72,67%, which was higher than the tips (62,47%). The more the fiber content, the more the pulp yield could be obtained (2, 6).

Generally, the physical properties of fiber from the base parts of EFB was better than the ones from the tips. The bulk density of the EFB chips was 177,98 kg/m³.

Chemical composition of EFB fiber

The results of chemical analyses of oil palm fiber was presented in Table 3 which showing that the lignin, alcohol-benzene extract, pentosan and ash of the fiber were relatively high. The solubility of the fiber in 1 % NaOH, cold water and hot water were also high. The high concentration of alcohol benzene in oil palm EFB fiber is mostly due to the presence of palm oil in the EFB. The effect of a high concentration of alcohol benzene extract would be a higher consumption of chemicals for pulping and the possibility of spots formation on the surface of pulp and paper produced.

The holocellulose and α cellulose content of EFB fiber were 67,88% and 38,76% respectively which were slightly less than sugar cane bagasse i.e. 69,60 % and 41,14 % respectively. Holocellulose is the total carbohydrates in the fiber which consists of cellulose and hemicellulose (2, 6).

Results of laboratory cooking

In this experiment, active alkali of 12-14 % and surfactant addition of 0-015 % were applied for pulping of oil palm EFB. The objectives of surfactant addition were to improve pulp yield and quality. Modification of soda anthraquinone process with the addition of surfactant will also reduce the residual extractive content in the pulp.

The surfactant used in this experiment was an anionic surfactant which was functioning to improve chemical penetration into fiber and hence, a more uniform pulp would be obtained. The property of the surfactant was shown by its physical properties i.e. density 9,7 lbs/gal, pH = 8,9 and viscosity 30 cps.

Effects of surfactant addition on the total and screened yield of pulp were presented in Figure 1 and Figure 2. It can be seen from Figure 1 that addition of surfactant at 0.05 % to 0.15 % significantly affected the total yield of the pulp. At active alkali of 12 % to 14 % and surfactant addition of 0 to 0.15 %, the pulp total yield and screened yield were in the range of 41,21-45,95 and 40,92-45,63% respectively.

Addition of surfactant gave different effects to the yield at different active alkali. However, at surfactant addition of 0.10 % the pulp total yield as well as screened yield were optimum. This trend was applied either for active alkali 12 %, 13 % or 14 %.

Figure 1 shows that pulping at various active alkali did not affect the total pulp yield. On the other hand, active alkali of 13 % and 14 % gave higher screened yields as compared to 12 % (Figure 2).

The effects of surfactant and alkali active on the permanganate number of EFB pulp was shown in Figure 3. At

experimental condition, the EFB pulp had a permanganate number between 9.31 to 12.22. It can be seen from the Figure that at active alkali 14 % and surfactant addition of 0.10 %, the pulp had the lowest permanganate number.

Results of extractive analyses showed that at surfactant addition of 0.10 %, the extractive content of the pulp were 1,28%, 0,77% and 0,69% for active alkali of 12%, 13% and 14% respectively.

The above results showed that based on the total yield, screened yield, permanganat number and extractive content, the optimum condition for oil palm EFB cooking was at active alkali 14 % and surfactant addition of 0.10 %.

Physical properties of the unbleached pulp handsheets

Results of physical analyses of unbleached pulp handsheets at 40 °SR freeness showed that addition of surfactant did not affect significantly the tear index, tensile index and burst index at different active alkali. At the optimum pulping condition i.e. 14 % active alkali and 0.10 % surfactant addition, the values of tear index, tensile index and burst index were 8,00 Nm²/kg, 41,07 Nm/g and 4,30 MN/kg respectively.

Property of the black liquor

Generally, surfactant addition did not affect significantly the total solids of the black liquor as shown in Table 4. Total solid content in black liquor of all laboratory cooking was in the range of 12,08-12,73%. A total solid content in the black liquor of more than 11 % for non-wood pulping means that the liquor can be recycled to recover pulping chemicals in the chemical recovery unit.

Table 4 shows that the pH of black liquor of all samples was in the range of 11-12 which means that the liquor still contained a relatively high concentration of chemical that can be recovered as indicated by a high concentration of residual total alkali and residual active alkali. The high concentration of organic matter in total solid means that the black liquor can be used as source of energy.

CONCLUSIONS

Oil palm empty fruit bunches is a non-wood raw material containing fiber which considered as short to medium (0.76-1.2 mm) and a diameter of short to medium (14.34-15.01 μm). The holocellulose and cellulose of the fiber were

67.88% and 38.76% respectively which were slightly lower than those of bagasse. The lignin and alcohol benzene extract of the fiber were relatively high. With those properties, oil palm EFB can be processed into pulp with a good quality. Addition of surfactant in the soda antharquinone pulping of oil palm EFB affected significantly the yield and permanganat number of the pulp produced. The optimum pulping process condition was obtained at active alkali of 14 % and surfactan addition of 0.10 %. At this condition, the total yield and screened yield of the pulp were 45.69 % and 45.63% respectively and the permanganat number was 9.42. Addition of surfactant did not affect significantly the physical properties of the unbleached pulp handsheet produced.