

PENGARUH PEMUTIHAN OKSIGEN DUA TAHAP TERHADAP KUALITAS PULP *Acacia mangium*

Paryono

Balai Besar Pulp dan Kertas

Jl. Raya Dayeuhkolot 132 Bandung 40258 Tlp. (022) 5202980 Fax. (022) 5202871

Diterima : 02 Maret 2011 Revisi akhir : 31 Oktober 2011

THE INFLUENCE OF TWO-STAGE OXYGEN BLEACHING ON *Acacia mangium* PULP QUALITY

ABSTRACT

In this study, the unbleached pulp was made in the laboratory by cooking conditions: Active Alkali (AA) 18%, Sulfidity (S) 32%, ratio 1: 4, maximum temperature 165 °C, with cooking time of 2 + 1.5 hours. Pulp with kappa number of 20.01 and 52.30% yield was produced. Oxygen bleaching process was varied into a single stage bleaching process, a two-stage bleaching process with and without washing. The results showed that the two stages oxygen bleaching processes, without washing with variation of NaOH addition 100:0 and 80:20 gave the higher reduction of kappa number and the increasing of bleaching yield compare to one stage oxygen bleaching. The higher reduction of kappa number gave the higher of reduction of viscosity, but had no effect on fiber composition. Two oxygen stage bleaching without washing is recommended.

Key words : oxygen bleaching, kappa number, viscosity, yield filtered

ABSTRAK

Pada penelitian ini pulp belum putih dibuat di laboratorium dengan kondisi pemasakan : AA 18 %, S 32 %, rasio 1 : 4, temperatur maksimum 165 °C, dan waktu 2 + 1,5 jam. Dihasilkan pulp dengan bilangan kappa 20,01 dan rendemen tersaring 52,30 %. Proses pemutihan oksigen divariasikan menjadi proses pemutihan satu tahap, proses pemutihan dua tahap dengan dan tanpa pencucian. Hasil penelitian menunjukkan pemutihan oksigen dua tahap tanpa proses pencucian dengan variasi penambahan NaOH 100 : 0 dan 80 : 20 memberikan penurunan bilangan kappa yang lebih besar dan peningkatan rendemen pemutihan dibanding dengan pemutihan oksigen satu tahap. Penurunan viskositas sebanding dengan penurunan bilangan kappa, dimana semakin besar penurunan bilangan kappa juga mengakibatkan penurunan viskositas yang semakin besar tetapi tidak berpengaruh terhadap komposisi serat. Pemutihan oksigen dua tahap tanpa proses pencucian sangat disarankan.

Kata kunci : pemutihan oksigen, bilangan kappa, viskositas, rendemen tersaring

LATAR BELAKANG

Sejalan dengan perkembangan industri pulp dan kertas di Indonesia dan semakin ketatnya peraturan pemerintah mengenai lingkungan, maka perusahaan pulp dan kertas dituntut untuk mereduksi tingkat pencemaran limbah yang dihasilkan pada proses produksinya. Pada perusahaan terintegrasi yang memproduksi pulp putih, proses pemutihan yang menggunakan senyawa klor akan menghasilkan limbah

yang dapat memicu timbulnya senyawa AOX (*Adsorbable Organic Halides*) pada badan air penerima limbah.

Dengan semakin ketatnya peraturan pemerintah mengenai lingkungan, maka dikembangkan teknologi pemutihan yang tidak menggunakan klorin dimana klorin digantikan oleh senyawa klor. Teknologi ini dikenal dengan teknologi ECF (*Elemental Chlorine Free*). Ternyata proses pemutihan yang menggunakan teknologi ECF dapat mengurangi tingkat

pencemaran, sehingga lebih ramah lingkungan. Pabrik-pabrik yang baru berdiri di Indonesia diharuskan menerapkan teknologi ECF. Tingkat pencemaran dapat pula diturunkan dengan mengurangi penggunaan senyawa klor pada proses pemutihan yaitu dengan menurunkan bilangan kappa pada proses produksi pulpnya. Akan tetapi jika pulp belum putih yang dihasilkan terlalu rendah bilangan kappanya akan menyebabkan kekuatan pulp turun.

Hal ini dapat di atasi dengan melakukan penurunan bilangan kappa sebelum perlakuan pemutihan dengan senyawa klor yaitu dengan pemutihan tahap oksigen (*oxygen delignification*) sebelum pulp memasuki *bleaching plant*¹². Proses pemutihan dengan oksigen sebelum perlakuan pemutihan dengan senyawa klor telah dilakukan oleh pabrik yang memproduksi pulp putih, akan tetapi penurunan lignin yang diijinkan pada proses pemutihan menggunakan oksigen lebih kecil dari 50% (< 50 %), karena apabila bilangan kappa turun sampai 50 % akan terjadi penurunan kekuatan pulp hasil pemutihan¹³.

Teknologi baru yang sedang dikembangkan adalah proses pemutihan dengan oksigen yang dilakukan dua tahap (*two stage oxygen delignification*) terhadap pulp *Acacia mangium* yang merupakan bahan baku utama pabrik pulp di Indonesia. Di Indonesia telah dicoba proses pemutihan oksigen dua tahap, menghasilkan pulp dengan viskositas yang berfluktuasi, sehingga perlu dilakukan penelitian mengenai proses pemutihan dengan memodifikasi tahap oksigen dua tahap (*two stages oxygen bleaching*) dalam skala laboratorium dan diharapkan akan menurunkan bilangan kappa sehingga penggunaan senyawa klor pada tahapan proses pemutihan selanjutnya menjadi berkurang¹³.

TINJAUAN PUSTAKA

Proses produksi pulp secara kimia atau dikenal dengan pulp kimia berkembang di Indonesia sejalan dengan semakin meningkatnya kebutuhan pulp dalam negeri dan juga ekspor. Proses pulp kimia yang berkembang di Indonesia adalah proses kraft. Hal ini dikarenakan proses kraft mempunyai banyak kelebihan, antara lain proses pembuatan lebih cepat dan kuat karena dengan adanya ion SH⁻ yang dihasilkan oleh senyawa Na₂S, yang dapat bertindak sebagai katalis dan pelindung selulosa dari degradasi¹¹. Proses kraft juga lebih toleran terhadap kandungan kulit

sehingga dengan adanya kulit yang terbawa pada proses persiapan bahan baku sehingga ikut termasak, tidak akan memberikan pengaruh yang berarti terhadap kualitas pulp yang dihasilkan dan masih banyak kelebihan lain dari proses kraft. Hal ini dikarenakan proses kraft menghasilkan pulp yang mudah diputihkan dan mempunyai kekuatan yang tinggi¹⁴. Adapun proses pemutihan yang dikembangkan di Indonesia adalah proses pemutihan dengan teknologi ECF, terutama karena tuntutan agar pabrik pulp yang ramah lingkungan. Pemutihan pulp merupakan penghilangan sisa lignin yang masih terdapat dalam pulp hasil pemasakan, dengan demikian proses pemutihan adalah kelanjutan dari proses pemasakan. Secara alamiah, selulosa murni sebenarnya berwarna putih, tetapi pulp menjadi berwarna karena mengandung zat-zat lain seperti senyawa lignin dan zat - zat organik lainnya¹¹.

Tahap O (*Oxygen Delignification*)

Tahap ini disebut juga tahap *prebleaching* karena umumnya dilakukan sebelum tahapan *bleaching* yang sebenarnya (*true bleaching*). Pada tahap ini digunakan oksigen dalam larutan alkali untuk meningkatkan daya oksidasi oksigen terhadap lignin. Oksigen merupakan bahan kimia *bleaching* yang paling murah tetapi juga paling tidak selektif terhadap lignin. Oksigen pada dasarnya bersifat kurang reaktif namun dalam larutan tertentu seperti NaOH akan bersifat sangat reaktif dan dalam proses pemutihan dapat mendegradasi lignin 30-50% dari lignin total yang masih terkandung dalam pulp coklat. Namun dalam tahap ini diusahakan tidak boleh lebih dari 50% lignin yang terbuang karena daya oksidasi yang terlalu kuat akan mengakibatkan banyaknya karbohidrat ikut terdegradasi¹³.

Pemutihan Oksigen Dua Tahap

Teknologi pemutihan oksigen dua tahap merupakan teknologi yang baru, dimana pada tahap pertama digunakan temperatur lebih rendah (80–85 °C), tekanan lebih tinggi (8–10 bar), dan waktu yang singkat yaitu (30 menit) kemudian dilanjutkan tahap kedua dengan merurunkan tekanan menjadi 3–5 bar dan temperatur dinaikkan sampai 95–105 °C selama 60 menit. Penerapan di pabrik umumnya tidak dilakukan proses

pencucian diantara tahap satu dan tahap dua. Hal ini untuk menghemat energi, karena jika dilakukan pencucian akan terjadi penurunan suhu sehingga untuk mencapai temperatur pada kondisi tahap kedua membutuhkan energi berupa *steam* yang banyak, disamping itu juga untuk menghemat pemakaian air. Kondisi proses pemutihan oksigen dua tahap yang umum berdasarkan literatur dapat dilihat pada tabel 1 di bawah ini :

Tabel 1. Kondisi Pemutihan Oksigen Dua Tahap

No	Parameter	Tahap 1	Tahap 2
1.	Konsistensi, %	10	10
2.	Temperatur, °C	80 - 85	95 – 100
3.	Tekanan, bar	8 - 10	3 - 5
4.	Waktu, menit	30	60
5.	Penambahan NaOH, kg/ TonPulp	30	-

Sumber : *Papermaking Science and Technology*

BAHAN DAN METODE

Bahan

Pada penelitian ini, pulp yang digunakan adalah pulp *Acacia mangium* hasil pemasakan skala laboratorium dengan menggunakan proses kraft. Proses kraft merupakan proses pembuatan pulp dengan kondisi basa dengan bahan kimia pemasak campuran NaOH dan Na₂S yang merupakan hasil perolehan kembali bahan kimia pada unit CRP.

Metode

Persiapan Bahan Baku Serpih *Acacia mangium*

Persiapan bahan baku pada penelitian ini adalah proses penyaringan serpih (*chip screening*) dengan menggunakan alat *screening* yang mempunyai 4 *screen*. Serpih yang tertahan pada saringan I adalah serpih yang *over size*, sedang serpih yang digunakan pada proses pembuatan pulp adalah serpih yang tertahan pada saringan II, dan III. Adapun serpih yang lolos saringan IV dibuang karena berupa *fine*.

Pembuatan Pulp menggunakan *Digester Rotary*

Proses pemasakan dilakukan menggunakan *digester rotary* yang mempunyai empat buah tabung dengan kapasitas masing-masing tabung adalah 400 gram kering. Adapun kondisi yang digunakan pada proses pembuatan pulp adalah Alkali Aktif 18 %, Sulfiditas 32 %, Rasio: 4, Temperatur 165 °C dan waktu 2 + 1,5 jam. Digunakannya AA 18 % diharapkan diperoleh pulp dengan bilangan Kappa yang tidak terlalu rendah (± 20) untuk mempertahankan rendemen pemasakan.

Pemrosesan Pulp

Pemrosesan pulp pada penelitian ini dimulai dari penguraian serat, pencucian dan penyaringan. Proses penguraian serat setelah pemasakan dilakukan di dalam ember dan diaduk selama 20 menit, pada proses ini ditambahkan air sampai volume sekitar 10 L untuk memperoleh pulp dengan konsistensi $\pm 2\%$ supaya penguraian seratnya bisa sempurna. Setelah proses penguraian serat, selanjutnya dilakukan proses pencucian menggunakan prinsip pencucian pengenceran-ekstraksi, proses pencucian dilakukan sampai bersih dengan indikasi pH netral air filtrat pencucian (setelah pH air filtrat pencucian menunjukkan 7, maka proses pencucian dihentikan). Proses selanjutnya adalah penyaringan menggunakan *flat screen*. Setelah diperoleh pulp dari proses penyaringan, selanjutnya pulp dipress manual untuk mengurangi kadar air pulp yang kemudian dilakukan penguraian menggunakan *pin shredder*, pulp ditampung dalam plastik untuk selanjutnya ditimbang dan ditentukan kadar air, untuk menentukan rendemen pemasakan.

Pemutihan Pulp

Proses pemutihan pulp dilakukan dalam skala laboratorium pada laboratorium pemutihan Balai Besar Pulp dan Kertas. Proses pemutihan oksigen menggunakan alat yang beroperasi secara *batch* dengan kontrol temperatur dan motor pengaduk. Untuk mengetahui pengaruh pemutihan oksigen dua tahap terhadap kualitas pulp dalam hal ini terhadap penurunan bilangan kappa, viskositas dan komposisi serat, maka dilakukan pemutihan menggunakan oksigen dengan variasi sebagai berikut :

Pemutihan Oksigen Satu Tahap

Proses pemutihan oksigen satu tahap dilakukan dengan kondisi proses adalah temperatur : 95 °C; tekanan : 5,96 bar; konsistensi : 10 % ; waktu : 60 menit dan NaOH : 3 % terhadap berat pulp OD, pada akhir proses diukur pH dan rendemen pemutihan

Pemutihan Oksigen Dua Tahap tanpa Proses Pencucian diantara Kedua Tahap

Variasi pertama yang dilakukan adalah dengan mendistribusi penambahan NaOH pada proses pemutihan yang dilakukan menjadi dua tahap dengan pemakaian total NaOH sama dengan yang digunakan pada proses pemutihan satu tahap yaitu 3 % terhadap berat pulp OD. Dengan variasi penambahan NaOH pada masing-masing tahap adalah sebagaimana pada tabel di bawah ini :

Tabel 2. Variasi Penambahan NaOH pada Pemutihan Oksigen Dua Tahap tanpa Proses Pencucian diantara Kedua Tahap.

No.	Tahap 1		Tahap 2	
	% terhadap NaOH	% terhadap Pulp	% terhadap NaOH	% terhadap Pulp
1	100	3	0	0
2	80	2,4	20	0,6
3	60	1,8	40	1,2
4	40	1,2	60	1,8
5	20	0,6	80	2,4

Pada variasi ini, tidak dilakukan pencucian di antara kedua tahap, sehingga pada pelaksanaannya setelah tahap 1 selesai, tekanan diturunkan ke kondisi tahap kedua dan dinaikan temperatur proses sesuai dengan kondisi pada tahap kedua. Kondisi pemutihan oksigen tahap 1 adalah temperatur : 85 °C; tekanan : 8 bar; konsistensi : 10 %; waktu : 30 menit; NaOH : sesuai tabel 3.1 di atas. Sedangkan kondisi untuk tahap 2 yang diubah adalah : temperatur : 95 - 100 °C, tekanan : 4 bar, waktu : 60 menit sedangkan NaOH : sesuai tabel 3 dan pada akhir proses diukur pH dan rendemen pemutihan

Pemutihan Oksigen Dua Tahap dengan Proses Pencucian diantara Kedua Tahap

Variasi yang kedua dilakukan dengan mendistribusi penambahan NaOH pada proses pemutihan yang dilakukan menjadi dua tahap dengan pemakaian total NaOH sama dengan yang digunakan pada proses pemutihan satu tahap yaitu 3 % terhadap berat pulp OD. Dengan variasi penambahan NaOH pada masing-masing tahap adalah sebagaimana pada tabel 3 di bawah ini :

Tabel 3. Tabel Variasi Penambahan NaOH pada Pemutihan Oksigen Dua Tahap dengan Proses Pencucian diantara Kedua Tahap

No.	Tahap 1		Tahap 2	
	% terhadap NaOH	% terhadap Pulp	% terhadap NaOH	% terhadap Pulp
1	80	2,4	20	0,6
2	60	1,8	40	1,2
3	40	1,2	60	1,8
4	20	0,6	80	2,4

Pada variasi ini, dilakukan proses pencucian di antara kedua tahap, sehingga pada pelaksanaannya setelah tahap 1 selesai, pulp dikeluarkan dari alat yang digunakan untuk dicuci kemudian dimasukkan kembali untuk dilakukan proses pemutihan tahap 2 dengan tekanan, konsistensi, waktu dan temperatur proses sesuai dengan kondisi pada tahap kedua. Selanjutnya dilakukan analisa terhadap pulp meliputi bilangan kappa, analisa serat, dan viskositas sesuai dengan SNI untuk masing-masing parameter.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pemasakan

Pada proses pembuatan pulp *Acacia mangium* skala laboratorium, dengan kondisi pemasakan Alkali aktif (AA) : 18%, Sulfiditas (S) : 32%, Rasio : 4, Temperatur : 165 °C, waktu pemasakan 2+1,5 jam, diperoleh pulp dengan bilangan Kappa 20,01. Rendemen pemasakan pada proses pembuatan pulp tersebut adalah : rendemen total : 53,2 % , rendemen tersaring : 52,3 % dengan viskositas : 24,41 cps dan intrisik : 761,4 ml/g.

Bilangan kappa pulp (KN) yang dihasilkan pada proses pemasakan menunjukkan jumlah mililiter larutan KMnO_4 0,1 N yang dibutuhkan oleh 1 gram pulp kering. Selain itu bilangan kappa juga mempunyai korelasi dengan sisa lignin pada pulp, dimana persen lignin pada pulp ditunjukkan oleh persamaan $0,147 \times \text{KN}$.

Pada hasil penelitian ini, kadar lignin pada pulp hasil pemasakan masih cukup tinggi yaitu sekitar 2,94% yang apabila langsung diputihkan menggunakan bahan kimia pemutih pada zona pemutihan akan membutuhkan bahan kimia pemutih yang banyak sehingga dapat menghasilkan limbah yang sangat tidak ramah lingkungan.

Pengaruh Proses Pemutihan Dua Tahap tanpa Proses Pencucian diantara Kedua Tahap terhadap Rendemen Pemutihan dan Penurunan Bilangan Kappa

Pengaruh pemutihan oksigen dua tahap tanpa proses pencucian diantara kedua tahap terhadap rendemen dan penurunan bilangan kappa dapat dilihat pada Tabel 4. Dari Tabel 4 dapat dilihat, bahwa proses pemutihan dua tahap dengan penambahan NaOH 100 % pada tahap 1 menghasilkan rendemen (99,45%) dan penurunan bilangan kappa (46,37%) lebih tinggi dibanding dengan proses pemutihan oksigen satu tahap, rendemen (98,97%) dan penurunan bilangan kappa (39,83%). Hal ini sesuai dengan teori bahwa dengan konsumsi NaOH yang sama proses pemutihan oksigen dua tahap memberikan penurunan bilangan kappa yang lebih tinggi dibanding dengan proses pemutihan oksigen satu tahap. Dari hasil penelitian menunjukkan rendemen pemutihan oksigen dua tahap juga lebih tinggi dibanding dengan rendemen pemutihan oksigen

satu tahap. Hal ini memberikan nilai lebih jika dilihat dari penurunan jumlah pulp setelah proses pemutihan yang tentunya dapat memberikan nilai tambah dari sisi produksi.

Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa variasi penambahan NaOH memberikan pengaruh terhadap rendemen pemutihan dan penurunan bilangan kappa. Dari tabel di atas variasi yang memberikan nilai rendemen yang tinggi dan penurunan bilangan kappa yang tinggi adalah pada variasi 80 – 20, yaitu 80% NaOH yang dibutuhkan ditambahkan pada tahap satu dan sisanya yang 20% ditambahkan pada tahap dua, diperoleh rendemen pemutihan 99,85% dan penurunan bilangan kappa 44,43 %, akan tetapi nilai penurunan bilangan kappa ini lebih rendah dibanding apabila penambahan NaOH dilakukan satu kali pada pemutihan oksigen tahap satu (46,73 %) dengan rendemen pemutihan yang lebih rendah (99,45 %). Penurunan bilangan kappa terendah pada variasi 20–80, dengan rendemen pemutihan dan penurunan bilangan kappa berturut-turut 99,67 % dan 29,94 %.

Pengaruh Proses Pemutihan Dua Tahap dengan Proses Pencucian diantara Kedua Tahap Rendemen Pemutihan dan Penurunan Bilangan Kappa

Pengaruh proses pemutihan dua tahap dengan proses pencucian diantara kedua tahap rendemen pemutihan dan penurunan bilangan kappa dapat dilihat pada Tabel 5. Dari Tabel 5 menunjukkan bahwa pemutihan oksigen dua tahap dengan proses pencucian diantara kedua tahap, jika dilihat dari rendemen proses sangat tidak menguntungkan karena terjadi penurunan rendemen yang cukup besar (8 – 10 %) jika dibanding dengan proses pemutihan oksigen satu

Tabel 4. Pengaruh Proses Pemutihan Oksigen Dua Tahap tanpa Proses Pencucian diantara Kedua Tahap terhadap Rendemen dan Penurunan Bilangan Kappa

No.	Proses	pH	Rendemen, %	Bilangan Kappa	Penurunan, Bilangan Kappa %
1	1 tahap	11,58	98,97	12.04	39.83
2	100 – 0	11,47	99,45	10.66	46.73
3	80 – 20	11,61	99,85	11.14	44.33
4	60 – 40	11,30	99,38	13.61	31.98
5	40 – 60	11,38	99,98	13.99	30.08
6	20 – 80	11,36	99,67	14.02	29.94

Tabel 5. Pengaruh Proses Pemutihan Dua Tahap dengan Proses Pencucian diantara Kedua Tahap.

No.	Proses	pH	Rendemen, %	Bilangan Kappa	Penurunan, %
1	1 tahap	11,58	98,97	12.04	39.83
2	80 - 20	10,15	91,06	12.61	36.98
3	60 - 40	10,45	86,90	11.73	41.38
4	40 - 60	11,02	91,92	12.81	35.98
5	20 - 80	10,76	89,22	10.37	48.18

Tabel 6. Pengaruh Proses Pemutihan Oksigen Dua Tahap tanpa Pencucian diantara Kedua Tahap terhadap Penurunan Viskositas.

No.	Proses	Viskositas		Penurunan, %	
		Cps	Int, ml/g	cps	Int, ml/g
1	1 tahap	17.68	613.80	27.57	19.39
2	100 – 0	17.19	615.00	29.58	19.23
3	80 – 20	16.30	581.40	33.22	23.64
4	60 – 40	18.25	633.00	25.24	16.86
5	40 – 60	20.79	697.40	14.83	8.41
6	20 – 80	20.81	697.40	14.75	8.41

tahap maupun proses pemutihan oksigen dua tahap tanpa proses pencucian diantara kedua tahap. Penurunan bilangan kappa terbesar pada variasi 80 – 20, yaitu 48,18 % akan tetapi penurunan bilangan kappa yang tinggi ini tidak didukung dengan penurunan rendemen pemutihan, pada variasi tersebut rendemen proses pemutihan turun cukup besar ($\pm 10\%$) jika dibandingkan dengan proses pemutihan oksigen satu tahap maupun proses pemutihan oksigen dua tahap tanpa proses pencucian diantara kedua tahap. Rendahnya rendemen pemutihan oksigen dua tahap dengan proses pencucian diantara kedua tahap ini dimungkinkan karena pada proses pencucian terjadi kehilangan serat sehingga rendemen pemutihannya menjadi rendah, hanya sekitar $\pm 90\%$. Dari kedua macam variasi proses pemutihan oksigen dua tahap (tanpa dan dengan proses pencucian diantara kedua tahap, dapat disimpulkan tetap lebih menguntungkan proses pemutihan oksigen dua tahap tanpa proses pemutihan diantara kedua tahap, hal ini dilihat dari rendemen pemutihan yang tinggi ($> 99\%$) dan penurunan bilangan kappa yang tinggi, mencapai 46,73 % pada variasi 100 – 0.

Pengaruh Proses Pemutihan Dua Tahap tanpa Proses Pencucian diantara Kedua Tahap terhadap Penurunan Viskositas

Pengaruh proses pemutihan oksigen dua tahap tanpa pencucian diantara kedua tahap terhadap penurunan viskositas dapat dilihat pada Tabel 6. Dari tabel 6, dapat dilihat bahwa pemutihan oksigen dua tahap tanpa pencucian diantara kedua tahap pada variasi 1 (100 – 0) dan variasi 2 (80 – 20) mempunyai nilai penurunan viskositas yang lebih besar dibanding dengan pemutihan oksigen satu tahap sedangkan pada variasi yang lain menunjukkan hal yang sebaliknya. Nilai penurunan viskositas terendah pada variasi 5 (20 – 80) yaitu hanya 14,75 %. Penurunan viskositas sebanding dengan penurunan bilangan kappa, dimana semakin besar penurunan bilangan kappa juga mengakibatkan penurunan viskositas yang semakin besar. Hal ini mungkin terjadi karena pada proses pemutihan pada penelitian ini tidak digunakan pelindung yang mengakibatkan terbentuknya radikal bebas yang merugikan proses pemutihan oksigen.

Pengaruh Proses Pemutihan Dua Tahap dengan Proses Pencucian diantara Kedua Tahap terhadap Penurunan Viskositas

Viskositas yang diukur pada penelitian ini adalah viskositas larutan pulp 0,5 % dalam kuprietilendiamin 0,5 M yang ditentukan dengan cara mengukur waktu alirnya melalui pipa kapiler, diukur pada suhu 25 °C, menunjukkan degradasi relatif berupa penurunan bobot molekul selulosa hasil dari proses pembuatan pulp dan atau proses pemutihan pulp. Pengaruh proses pemutihan oksigen dua tahap dengan pencucian diantara kedua tahap terhadap penurunan viskositas dapat dilihat pada Tabel 7. Dari Tabel 7, dapat dilihat bahwa pemutihan oksigen dua tahap dengan proses pencucian diantara kedua tahap memberikan penurunan viskositas yang lebih kecil (rata-rata < 16 %) dibanding dengan proses pemutihan satu tahap. Penurunan terendah terjadi pada variasi 60 – 40 yaitu 13,93 % dan tertinggi terjadi pada variasi sebaliknya (40 – 60) yaitu 27,98 %.

Pengaruh Proses Pemutihan Dua Tahap tanpa Proses Pencucian diantara Kedua Tahap terhadap Komposisi Serat

Pengaruh proses pemutihan dua tahap tanpa proses pencucian diantara kedua tahap terhadap komposisi serat dapat dilihat pada Tabel 8. Dari Tabel 8, dapat dilihat bahwa proses pemutihan dua tahap tanpa proses pencucian tidak menunjukkan pengaruh yang berarti terhadap komposisi serat pada pulp yang diputihkan, komposisi serat baik pemutihan oksigen satu tahap maupun dua tahap tidak menunjukkan perbedaan yang

berarti. Proses pemutihan oksigen baik satu tahap maupun dua tahap memberikan pengaruh terhadap pengurangan jumlah serat yang panjang dan peningkatan jumlah serat yang pendek. Hal ini menunjukkan bahwa pada proses pemutihan oksigen baik satu tahap maupun dua tahap terjadi degradasi selulosa atau pemutusan rantai selulosa sehingga jumlah serat yang pendek meningkat sedangkan jumlah serat yang panjang menurun.

Pengaruh Proses Pemutihan Dua Tahap dengan Proses Pencucian diantara Kedua Tahap terhadap Komposisi Serat

Pengaruh proses pemutihan dua tahap dengan proses pencucian diantara kedua tahap terhadap komposisi serat dapat dilihat pada Tabel 9. Dari Tabel 9, dapat dilihat bahwa proses pemutihan dua tahap tanpa proses pencucian tidak menunjukkan pengaruh yang berarti terhadap komposisi serat pada pulp yang diputihkan, komposisi serat baik pemutihan oksigen satu tahap maupun dua tahap tidak menunjukkan perbedaan yang berarti. Proses pemutihan oksigen baik satu tahap maupun dua tahap memberikan pengaruh terhadap pengurangan jumlah serat yang panjang dan peningkatan jumlah serat yang pendek. Hal ini menunjukkan bahwa pada proses pemutihan oksigen baik satu tahap maupun dua tahap terjadi degradasi selulosa atau pemutusan rantai selulosa sehingga jumlah serat yang pendek meningkat sedangkan jumlah serat yang panjang menurun. Proses pencucian diantara kedua tahap pada proses pemutihan oksigen dua tahap hanya bisa diterapkan apabila penambahan larutan NaOH tidak hanya diberikan pada tahap satu melainkan dibagi untuk masing-masing tahap.

Tabel 7. Pengaruh Proses Pemutihan Oksigen Dua Tahap dengan Pencucian diantara Kedua Tahap terhadap Penurunan Viskositas.

No.	Proses	Viskositas		Penurunan, %	
		Cps	Int, ml/g	cps	Int, ml/g
1	1 tahap	17.68	613.80	27.57	19.39
7	80 - 20	20.80	686.80	14.79	9.80
8	60 - 40	21.01	683.20	13.93	10.27
9	40 - 60	17.58	615.00	27.98	19.23
10	20 - 80	20.02	668.80	17.98	12.16

Tabel 8. Komposisi Serat setelah Pemutihan Dua Tahap tanpa Proses Pencucian diantara Kedua Tahap

No	Contoh	Panjang Serat	Diameter Serat	Vessel 100000Serat	Fines (%)
1	<i>Unbleached</i>	0.2-0.5 mm = 11.8 % 0.5-1.0 mm = 72.40 % 1.0 – 3.0 mm = 15.80 % Rata-rata = 0.788 mm	19.3	175	3.9
2	1 tahap	0.2-0.5 mm = 12.40% 0.5-1.0 mm = 74.5 % 1.0 – 3.0 mm = 13.1 % Rata-rata = 0.766mm	19.2	194	3.8
3	100 – 0	0.2-0.5 mm = 12.4 % 0.5-1.0 mm = 75 % 1.0 – 3.0 mm = 12.6% Rata-rata = 0.760 mm	19.1	193	3.8
4	80 - 20	0.2-0.5 mm = 12.9 % 0.5-1.0 mm = 76.2 % 1.0 – 3.0 mm = 10.9 % Rata-rata = 0.751mm	19.2	263	3.9
5	60 – 40	0.2-0.5 mm = 12.1 % 0.5-1.0 mm = 75.8 % 1.0 – 3.0 mm = 12.1 % Rata-rata = 0.761 mm	19.2	275	3.8
6	40 – 60	0.2-0.5 mm = 13.1% 0.5-1.0 mm = 74.9 % 1.0 – 3.0 mm = 12.0 % Rata-rata = 0.754 mm	19.1	232	3.9
7	20 – 80	0.2-0.5 mm = 12.4 % 0.5-1.0 mm = 74.8 % 1.0 – 3.0 mm = 12.8 % Rata-rata = 0.762 mm	19.1	258	4.0

Tabel 9. Komposisi Serat setelah Pemutihan Dua Tahap dengan Proses Pencucian diantara Kedua Tahap

No	Contoh	Panjang Serat	Diameter Serat	Vessel 100000Serat	Fines (%)
1	Unbleached	0.2-0.5 mm = 11.8 % 0.5-1.0 mm = 72.40 % 1.0 – 3.0 mm = 15.80 % Rata-rata = 0.788 mm	19.3	175	3.9
2	1 tahap	0.2-0.5 mm = 12.40% 0.5-1.0 mm = 74.5 % 1.0 – 3.0 mm = 13.1 % Rata-rata = 0.766mm	19.2	194	3.8
3	80 – 20	0.2-0.5 mm = 12.8 % 0.5-1.0 mm = 74.9 % 1.0 – 3.0 mm = 12.3 % Rata-rata = 0.760 mm	19.1	237	4.0
4	60 – 40	0.2-0.5 mm = 13.0 % 0.5-1.0 mm = 74.4 % 1.0 – 3.0 mm = 12.60 % Rata-rata = 0.760 mm	19.1	266	4.1
5	40 – 60	0.2-0.5 mm = 13.1 % 0.5-1.0 mm = 74.8 % 1.0 – 3.0 mm = 12.10 % Rata-rata = 0.757 mm	19.2	204	4.0
6	20 – 80	0.2-0.5 mm = 12.7 % 0.5-1.0 mm = 74.6 % 1.0 – 3.0 mm = 12.7 % Rata-rata = 0.762 mm	19.1	213	4.0

KESIMPULAN

1. Pemutihan oksigen dua tahap tanpa proses pencucian dengan variasi penambahan NaOH 100 : 0 dan 80 : 20 pada penurunan bilangan kappa berturut-turut 46,73% dan 44,33%, memberikan penurunan bilangan kappa yang lebih besar dibanding dengan pemutihan oksigen satu tahap. Penurunan viskositas sebanding dengan penurunan bilangan kappa,

dimana semakin besar penurunan bilangan kappa juga mengakibatkan penurunan viskositas yang semakin besar.

2. Pemutihan oksigen dua tahap tanpa proses pencucian dengan variasi penambahan NaOH 100 : 0 dan 80 : 20 yang memiliki rendemen berturut-turut 99,45 dan 99,85, memberikan peningkatan rendemen pemutihan yang lebih besar dibanding dengan pemutihan oksigen satu tahap yang mencapai 98,97 %.

3. Dari kedua macam variasi proses pemutihan oksigen dua tahap tanpa dan dengan proses pencucian, menunjukkan bahwa proses pemutihan oksigen dua tahap tanpa pencucian tetap lebih menguntungkan. Hal ini dapat dilihat dari rendeman pemutihan dan penurunan bilangan kapa yang lebih tinggi.
4. Proses pemutihan oksigen baik satu tahap maupun dua tahap tidak berpengaruh terhadap komposisi serat setelah proses pemutihan

SARAN

Dalam penelitian ini kondisi temperatur dan tekanan yang digunakan pada tahap satu maupun tahap dua, masih digunakan kondisi yang sama, disarankan untuk diteliti dengan variasi temperatur dan tekanan untuk penelitian lebih lanjut. Untuk penerapan di pabrik, sebaiknya digunakan pemutihan oksigen dua tahap tanpa proses pemutihan di antara kedua tahap.

DAFTAR PUSTAKA

Ai Van Tran, *Effect of ph on oxygen delignification of hardwood kraft pulp.*, Paper and Timber, 83 (2001) 5, pp. 405-410

Fossum G., Lindqvist B., Persson L.E., Final bleaching of kraft pulps delignified to low kappa number by oxygen bleaching, *Tappi Journal* 66 (1983) 12, pp. 60-62.

G.A. Smook, 1988 “ *Handbook for Pulp and Paper Technologist* “, Joint Textbook Committee of The Paper Industry, Canadian Pulp and Paper Association : Montreal, Quebec Canada

Gullichsen J., Fogelholm C.J., *Chemical pulping, Papermaking Science and Technology*, Book 6A, Fapet Oy, Jyväskylä, 2000, pp. 635-638, 138.

Kocurek, M.J. *Pulp and Paper Manufacture Volume 5 Alkaline Pulping*. The joint textbook committee of paper industry, Canada, 1989.

Laine C., Tamminen T., Origin of carbohydrates dissolved during oxygen delignification of birch and pine kraft pulp, *Nordic Pulp and Paper Research Journal*, 17 (2002) 2, pp. 168-171.

TAPPI International Pulp Bleaching Conference, Washington, Apr. 14-18, 1996, pp. 383-389.