

MENENTUKAN pH OPTIMUM di DO STAGE UNTUK MENGURANGI KONSUMSI ClO₂ PADA PROSES PULP BLEACHING di PT. RAPP

Winarto Tarigan¹, Chairul², Maria Peratenta Sembiring²

²Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Riau

Kampus Binawidya Km 12,5 Simpang Baru Panam, Pekanbaru 28293

¹winarto_tarigan@yahoo.com

Abstract

The process of bleaching is a chemical process that is used on chemically treated pulp and mechanical pulp aimed at increasing degrees of brightness according to the expected target. The purpose of the bleaching process are: increasing the brightness, maintaining brightness stability, removing dirt and unwanted components and maintain the physical strength of the pulp. Pulp bleaching process has several stages of the first delignification (D0), Extraction Peroxide (EP), and Last Delignification (D stage). There are few process variables having an effect on the bleaching process, one of which is pH. At first delignification process (D0) with the kappa factor 0.25, the process temperature about 75 °C for 1 hour, the expected optimum end pH is 3.5 to 4.0. In these conditions will produce pulp with 65.42% ISO brightness, and after going through the process of extraction Peroxide (EP) for 90 minutes will produce a pulp with a kappa number a low of 2.63. So after going through the process in Last Delignification (Dstage) will have the lowest consumption of chlorine dioxide. Overall pulp with a final pH Do stage 3.5 to 4.0 Chlorine dioxide is consumed as much as 133.6 ml.

Keywords: pH, Bleaching, Chlorine Dioxide

1. PENDAHULUAN

Proses pembuatan pulp di PT. Riau Andalan Pulp and Paper (RAPP) menggunakan proses kimia sulfat (kraft), sehingga *pulp* yang dihasilkan berkadar selulosa tinggi. Tahapan proses yang dilakukan untuk menghasilkan *pulp* dimulai dari proses pengumpulan kayu, *chipping*, *cooking*, *washing*, dan *bleaching* dan berakhir di *pulp machine*. Proses *bleaching* fiberline#3 di PT. RAPP memiliki 3 tahapan pada proses *bleaching* yaitu: D0 (*first delignification*), EP (*extraction & oxidation peroxide*) dan D stage (*delignification*). Pada tahap D0 dan D stage digunakan klorin dioksida sedangkan pada tahap EOP digunakan natirum hidoksida dan juga peroksida untuk mengekstraksi lignin pada *pulp*.

pH akhir reaksi optimum *bleaching* di D stage berada pada kisaran 3,5-4,0(Rapson,H.,and

C.BAnderson, TAPPI,1978) . Hal ini disebabkan karena pembentukan klorat akan meningkat dengan meningkatnya pH. Ion klorat tidak bereaksi dengan *pulp* maupun lignin sehingga menyebabkan hilangnya potensi pemutihan dan menurunkan efisiensi pemutihan klorin dioksida. Di D0 stage pH akhir reaksi juga harus pada kondisi optimum. pH yang terlalu rendah akan menyebabkan reaksi *bleaching* berjalan lambat, tetapi bagus untuk membantu menghilangkan shieve dan juga mengurangi pengotor, sedangkan pH yang terlalu tinggi akan menyebabkan pembentukan klorat yang menurunkan efisiensi pemutihan. Sehingga dibutuhkan penelitian untuk menentukan pH yang tepat dengan waktu minimum. Menurut *charmichael*, pH akhir optimum di Do stage pada proses pemutihan *pulp* berada pada pH 2,5–3,2 (*scott charmichael*,

chlorine dioxide bleaching, 2012). Penelitian ini bertujuan Untuk menemukan pH optimum yang akan digunakan pada reaksi *bleaching* di D0 *stage*, sehingga dapat menurunkan konsumsi klorin dioksida dan juga cost produksi pada proses *bleaching pulp*

2. METODOLOGI

2.1 Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari variabel tetap dan variable bebas.

- Variabel tetap

- a. Tahap D0 (*Delignification Oxigen*)

- Dosis klorin dioksida berdasarkan atas kappa faktor 0,25
- Waktu reaksi 60 menit
- Temperatur reaksi 70 °C

- b. Tahap EP (*Extraction Peroxide*)

- Dosis Hidrogen Peroksida 1 ml
- Waktu reaksi 90 menit
- Temperatur reaksi 80 °C

- c. Tahap D *stage* (*Final Delignification*)

- Brightness akhir 89,5 – 90,5 % ISO
- Variabel bebas
- pH akhir reaksi pada tahap D0: 2,0-2,5 ; 2,5-3,0 ; 3,0-3,5 ; 3,5-4,0 ; 4,0-4,5; 4,5-5,0.

- a. **Persiapan Bahan**

Bahan utama yaitu *pulp* dari *outlet press 2nd post O₂ Delignification oxigen*. *Pulp* harus dihomogenkan dengan mixer khusus , ditimbang dan dilakukan pengecekan konsistensi (TAPPI 240 om - 93) untuk mengetahui berat sampel yang akan diujikan.

➤ Penentuan *strength* Klorin Dioksida.

Sebelum melakukan penambahan kimia kedalam *pulp*, bahan kimia yang digunakan harus melakukan uji *strength* klorin dioksida (**Chemitics 92CO3400**). Tujuan pengecekan ini untuk mengetahui penambahan air sebagai pelarut dan juga konsentrasi klorin Dioksida serta volume bahan kimia yang digunakan.

➤ Pengecekan Bilangan Kappa

Bahan utama yaitu *pulp* dilakukan uji bilangan kappa (*kappa number*) (TAPPI T 236 cm-85) untuk mengindikasikan kandungan ligin dan kemampuan *pulp* tersebut untuk diputihkan. Pengujian

didasarkan kepada reaksi dengan *potassium permanganate* (KMnO₄).

- b. **Penelitian Tahap D0 (Pemutihan Pertama)**

- 1) *Pulp* dari unit 2nd *post delignification oxigen* ditimbang sebanyak 100 gram (berat kering) didalam kantong plastik yang dilengkapi penutup, kemudian ditambahkan H₂SO₄ (ml) atau NaOH (ml) yang bervariasi untuk diperoleh memperoleh pH akhir reaksi sesuai dengan target yang telah ditetapkan. Diharapkan, dengan penambahan klorin dioksida dan juga demin di peroleh konsistensi *pulp* pada proses pemutihan menjadi 10%. *Pulp* diaduk di dalam kantong plastik dan selanjutnya dilakukan pengukuran pH sebagai pH awal *pulp*.
- 2) ClO₂ (ml) ditambahkan sesuai dengan dosis kedalam plastik berisi *pulp* dan plastik ditutup dengan cepat, kemudian dilakukan pengadukan sehingga *pulp* dan ClO₂ tercampur dengan merata dan masukkan kedalam *microwave* untuk mempercepat reaksi *pulp* selama 2 menit.
- 3) *Pulp* dimasukkan kedalam *waterbatch* dengan pengaturan temperatur 70^oC selama 60 menit.
- 4) Setelah waktu tercapai, *pulp* diangkat dan disaring dalam wadah saringan. Filtrat hasil saringan diambil dan dianalisa untuk mengetahui pH akhir reaksi dan kadar residu ClO₂.
- 5) *Pulp* dicuci dengan air demineral dalam wadah saringan selanjutnya *pulp* yang mengandung air diperas dan dihomogenkan.
- 6) *Pulp* yang sudah homogen dianalisa derajat keputihan (*brightness*), sisanya disimpan dalam plastik tertutup dan terlindung dari cahaya.

- c. **Penelitian Tahap EP**

- 1) *Pulp* hasil pemutihan D0 ditimbang (gr) sebagai berat kering didalam kantong plastik yang dilengkapi penutup.
- 2) NaOH dengan dosis 1% dan air ditambahkan kedalam kantong plastik yang berisi *pulp* sehingga konsistensi menjadi

- 10%. *Pulp* diaduk dan dilakukan pengukuran pH sebagai pH awal.
- 3) *Pulp* dimasukkan kedalam *waterbatch* dengan pengaturan temperatur 80°C dan waktu yang dibutuhkan 90 menit.
 - 4) Setelah waktu tercapai, *pulp* diangkat dan disaring dalam wadah saringan. Filtrat hasil saringan diambil dan dianalisa untuk mengetahui pH akhir.
 - 5) *Pulp* dicuci dengan air demineral dalam wadah saringan selanjutnya *pulp* yang mengandung air diperas dan dihomogenkan.
 - 6) *Pulp* yang sudah siap untuk dianalisa disimpan dalam plastik tertutup dan terlindung dari cahaya.

d. Trial Penelitian Tahap D Stage (Pemutihan Kedua)

1. *Pulp* dari tahap ekstraksi diitimbang sebanyak 20 gram berat kering didalam kantong plastik yang dilengkapi penutup, kemudian ditambahkan NaOH 1 % (ml) untuk mengontrol pH dan air demin (ml) sehingga konsistensi *pulp* pada proses pemutihan menjadi 10%. *Pulp* diaduk di dalam kantong plastik dan selanjutnya dilakukan pengukuran pH awal *pulp*.
2. ClO₂ (ml) ditambahkan sesuai dengan dosis (2 – 3 %) kedalam plastik berisi *pulp* dan plastik ditutup dengan cepat, kemudian dilakukan pengadukan sehingga *pulp* dan ClO₂ tercampur dengan merata dan masukkan kedalam *microwave* untuk mempercepat reaksi *pulp* selama 2 menit. Penambahan ClO₂ pada tahap ini berdasarkan atas kappa number EP stage dan diharapkan *brightness pulp* tercapai 90% ISO.
3. *Pulp* dimasukkan kedalam water batch dengan pengaturan temperatur 75°C dan waktu yang dibutuhkan 180 menit
4. Setelah waktu tercapai, *pulp* diangkat dan disaring dalam wadah saringan. Filtrat hasil saringan diambil dan dianalisa untuk mengetahui pH akhir dan kadar ClO₂.
5. *Pulp* dicuci dengan air demineral dalam wadah saringan selanjutnya *pulp* yang mengandung air diperas dan dihomogenkan.

6. *Pulp* yang sudah siap untuk dianalisa disimpan dalam plastik tertutup dan terlindung dari cahaya. *Pulp* tersebut di analisa *brightness*nya dan datanya dijadikan sebagai dasar dalam penelitian tahap D stage.

e. Penelitian Tahap D Stage (Pemutihan Kedua)

1. *Pulp* dari tahap ekstraksi diitimbang sebanyak 50 gram berat kering didalam kantong plastik yang dilengkapi penutup, kemudian ditambahkan NaOH (ml) untuk mengontrol pH dan air demin (ml) sehingga konsistensi *pulp* pada proses pemutihan menjadi 10%. *Pulp* diaduk di dalam kantong plastik dan selanjutnya dilakukan pengukuran pH awal *pulp*.
2. ClO₂ (ml) ditambahkan sesuai dosis hasil *trial* kedalam plastik berisi *pulp* dan plastik ditutup dengan cepat, kemudian dilakukan pengadukan sehingga *pulp* dan ClO₂ tercampur dengan merata dan masukkan kedalam *microwave* untuk mempercepat reaksi *pulp* selama 2 menit.
3. *Pulp* dimasukkan kedalam water batch dengan pengaturan temperatur 75°C dan waktu yang dibutuhkan 180 menit
4. Setelah waktu tercapai, pulp diangkat dan disaring dalam wadah saringan. Filtrat hasil saringan diambil dan dianalisa untuk mengetahui pH akhir dan kadar ClO₂.
5. *Pulp* dicuci dengan air demineral dalam wadah saringan selanjutnya pulp yang mengandung air diperas dan dihomogenkan.
6. *Pulp* yang sudah siap untuk dianalisa disimpan dalam plastik tertutup dan terlindung dari cahaya.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Analisa Awal Sampel

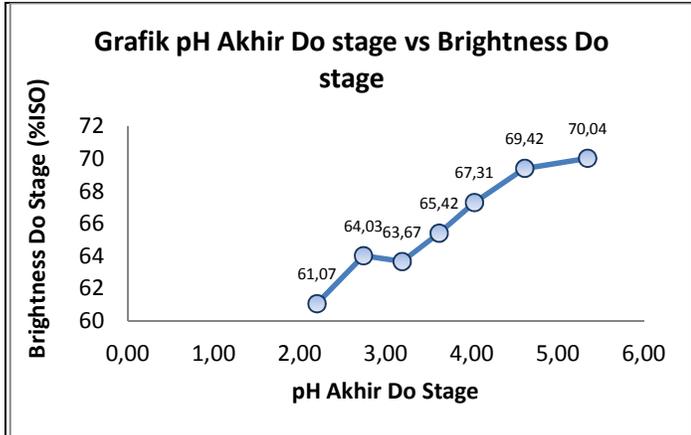
Pada penelitian ini, mula-mula dilakukan analisa terhadap sampel keluaran 2nd *post delignification oxigen* yang digunakan pada percobaan ini. Analisa dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui komposisi kimia dari bahan baku dan juga bahan kimia yang akan digunakan. Dari hasil analisa diketahui

bahwa memiliki konsistensi 29,4 %, kappa number 9,62 dan brightness 50,36 %ISO, sedangkan untuk ClO₂ yang digunakan diperoleh hasil *strengthnya* adalah 9,90 gram/liter.

3.2 Analisa Hasil Penelitian

3.2.1 Hasil Penelitian di D0 Stage

Setelah mengetahui komposisi kimia dari sampel yang digunakan dan melalui hasil *trial* awal maka diperoleh hasil di D0 stage adalah sbb:



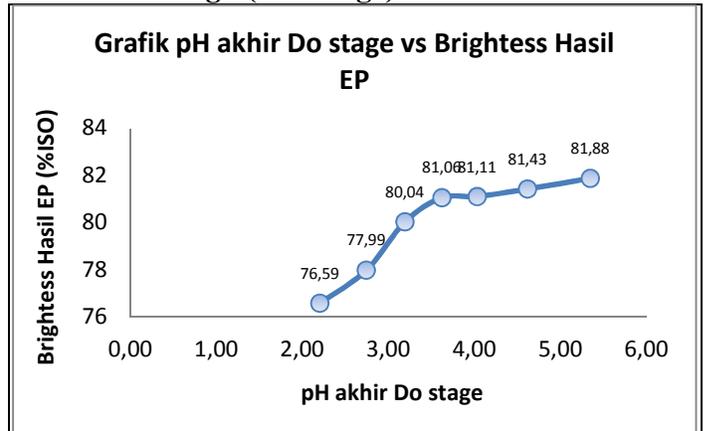
Grafik 3.1 Grafik pH Akhir D0 stage vs Brightness D0 stage

Pada penelitian ini menggunakan kappa faktor 0,25 dengan berat sampel 100 gram pulp kering dan temperatur 70°C selama 60 menit waktu reaksi pemanasan. Kappa faktor adalah perhitungan yang menunjukkan jumlah klorin dioksida yang dimasukkan pada reaksi di D0 stage. Dari hasil ini diperoleh jumlah ClO₂ yang akan dimasukkan ke D0 stage sebesar 92,4 ml.

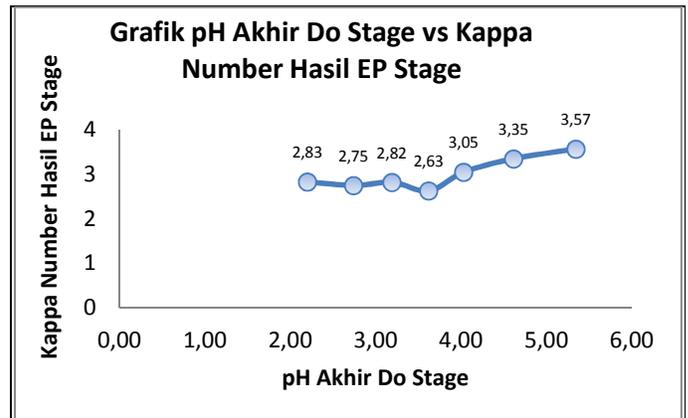
Dari hasil pengamatan proses pemutihan di D0 stage dapat dilihat bahwa semakin tinggi pH akhir reaksi maka brightness yang dihasilkan akan semakin tinggi pula. Reaksi yang memiliki pH akhir reaksi ≤ 3 akan berjalan sangat lambat dan menghasilkan brightness yang rendah sehingga dengan asumsi waktu 60 menit tidak semua lignin terekstrak keluar dari pulp, tetapi sangat bagus dalam eliminasi shieve dan pengotor. Sedangkan pada pH akhir reaksi ≥ 4 walaupun terlihat bahwa brightnessnya tinggi namun hal ini hanya terjadi di permukaannya saja sedangkan pada lapisan bawahnya masih terdapat

banyak lignin. Hal inilah yang menyebabkan brightness memiliki *brightness reversion* yang tinggi ataupun tidak stabil, sehingga data brightness hasil D0 stage tidak dapat dijadikan pedoman terhadap reaksi yang akan dilakukan di EP stage. Akan lebih mudah dan lebih murah untuk mengatur dan menjaga proses pemutihan pulp apabila dilakukan di D0 stage dan EP stage dengan kappa faktor yang rendah sedangkan untuk proses pemutihan pulp dilakukan pada tahap D stage

3.2.2 Hasil Penelitian di Extraction Peroxide Stage (EP Stage)



Grafik 3.2 Grafik pH Akhir D0 stage vs Brightness Hasil EP stage



Grafik 3.3 Grafik pH Akhir D0 stage vs Kappa Number hasil EP stage

Penelitian di EP stage dilakukan dengan menambahkan kedalam 100 gram pulp kering hidrogen peroksida 98 % sebanyak 1 ml, air dan juga Natrium Hidroksida sesuai dengan hasil perhitungan sehingga diharapkan konsistensi akhir pencampuran adalah 10 %. Reaksi ini

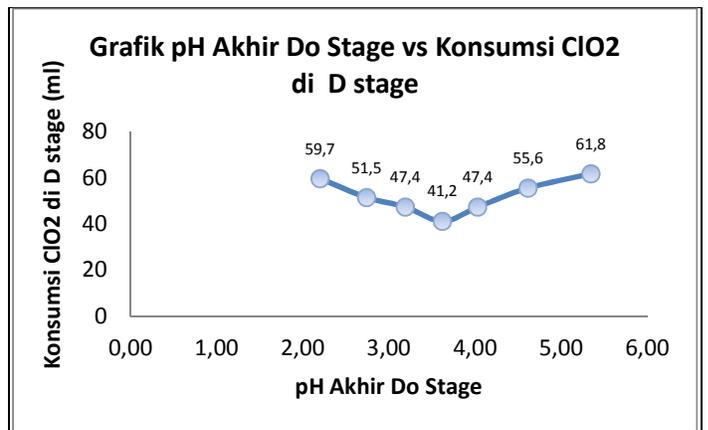
dilakukan pada temperatur 80 °C selama 90 menit.

Pada proses pemutihan di EP stage dapat dilihat bahwa dengan D0sis pemakaian H₂O₂ yang sama, akan menghasilkan pulp dengan brightness 76,59 %ISO - 81,88 %ISO. Hasil kappa number keluaran dari EP stage terendah adalah 2,63 dengan brightness 81,06 % ISO, dan yang tertinggi 3,57 dengan brightness 81,88 % ISO. Hal ini menunjukkan bahwa pulp yang memiliki brightness yang tertinggi, belum tentu memiliki kappa number terendah.

Kappa number EP stage adalah kunci optimasi pada proses bleaching pulp, hal ini disebabkan karena keberhasilan proses bleaching sangat tergantung dari keberhasilan proses ekstraksi lignin yang terdapat pada pulp. Keberhasilan proses ekstraksi lignin ini dihitung berdasarkan kappa number keluaran EP stage. Apabila kappa number keluaran EP tinggi, ini menunjukkan jumlah lignin yang terdapat dalam pulp masih tinggi sehingga akan menyulitkan proses delignifikasi yang akan dilakukan pada proses D stage.

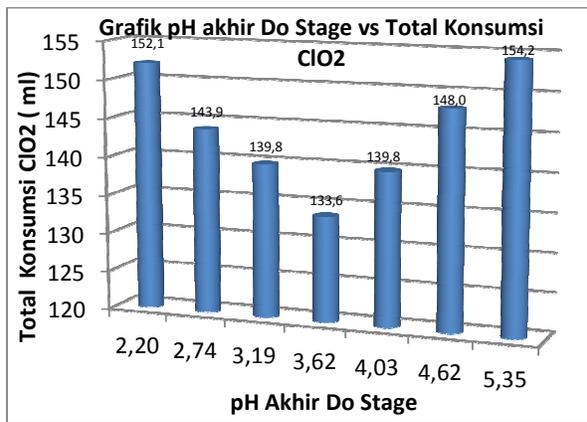
Lignin yang telah teroksidasi akan membentuk lapisan pelindung pada permukaan serat pulp dan mencegah reaksi antara klorin dioksida dengan lignin yang terdapat dalam pulp. Hal inilah yang menyebabkan proses delignifikasi atau pemutihan pada D stage akan susah dan megkonsumsi klorin dioksida yang lebih tinggi apabila reaksi ekstraksi di EP stage gagal, atau kappa numbernya masih tinggi. Kappa number hasil EP stage dijadikan sebagai dasar perhitungan jumlah klorin dioksida yang digunakan di D stage.

3.2.3 Hasil Penelitian di D Stage



Grafik 3.4 Grafik pH Akhir D0 Stage vs Konsumsi ClO₂ di D stage

Proses pemutihan pada tahap D stage dapat juga dikatakan sebagai *final delignification*. Hal ini disebabkan pada tahap inilah proses pemutihan yang terakhir dilakukan dan diharapkan keluaran dari proses pemutihan ini akan diperoleh pulp dengan brightness 89,5 – 90,5 % ISO. Pada tahap ini selain untuk meningkatkan derajat keputihan sesuai dengan target yang diharapkan juga berfungsi untuk menghilangkan shieve dan juga meningkatkan kebersihan pulp dengan menghilangkan pengotor yang terdapat dalam pulp. Jumlah ClO₂ yang masukkan pada proses pemutihan di D stage diperoleh berdasarkan atas hasil trial dan juga perhitungan yang dilakukan berdasarkan atas kappa number keluaran EP stage. Dari hasil proses pemutihan pada tahap D stage dapat dilihat bahwa konsumsi ClO₂ untuk mendapatkan brightness 89,5 – 90,5 % tiap-tiap sampel berbeda-beda tergantung dari kappa number dari pulp tersebut. Pulp dengan kappa number yang tertinggi mengkonsumsi klorin dioksida yang terbanyak, sedangkan yang terendah akan mengkonsumsi klorin dioksida yang lebih sedikit. Pada penelitian ini diperoleh bahwa pulp dengan pH akhir di D0 stage 3,5 – 4,0 memiliki konsumsi ClO₂ di D stage yang terendah sebesar 41,2 ml dan jumlah total konsumsi ClO₂ pada proses pemutihan sebesar 133,6 ml.



Grafik 3.5 Grafik pH Akhir D0 stage vs Total Konsumsi ClO₂

Konsentrasi ClO₂ yang digunakan pada proses pemutihan adalah 10 gram/liter, dengan harga US\$ 0,149/kg. Selama ini pH akhir reaksi proses pemutihan di D0 stage PT. RAPP dilakukan pada pH 2,0 – 2,5, pada penelitian ini perbedaan jumlah konsumsi total ClO₂ pada kedua target pH tersebut adalah 18,1 ml atau 12,16 %. PT RAPP memiliki total produksi 7000 ton/ hari dan mengkonsumsi ClO₂ 35 kg/ton pulp. Sehingga apabila target pH reaksi D0 stage diganti menjadi 3,5- 4,0 maka akan dapat menghemat biaya proses produksi bleaching sebesar $7000 \times 35 \times 0,149 \times 12,16 \% = \text{US\$ } 126,8 / \text{hari}$.

4. Kesimpulan

Dari hasil penelitian ini di dapat bahwa, pH akhir optimum di stage yang memiliki total konsumsi ClO₂ yang paling rendah adalah reaksi yang memiliki pH akhir 3,6 (range pH 3,5 – 4,0) dengan total konsumsi ClO₂ sebesar 133,6 ml, dan apabila diaplikasikan di PT. RAPP maka akan dapat menghemat biaya proses produksi bleaching sebesar US\$ 126,8 / hari.

5. Ucapan Terima Kasih

Oleh karena itu, penulis menyampaikan penghargaan, rasa hormat dan terima kasih kepada Bapak Chairul ST,MT sebagai Pembimbing I dan Maria Peratenta ST,MT sebagai Pembimbing II yang telah

banyak memberikan bantuan, arahan dan bimbingan kepada penulis

DAFTAR PUSTAKA

- Charmichael scott, 2012. *Chlorine Dioxide Bleaching*. <http://plant.uga.edu>, 5 Maret 2014
- Daru S R. 2002. *Minimasi Limbah Dalam Industri Pulp dan Kertas*. Jakarta: Erlangga
- Dence C W and Reeve D W. 1996. *Pulp Principle and Practice*, TAPPI Press, Atlanta, Page: 381-393
- Dumanauw J F. 1990. *Mengenal Kayu*. Yogyakarta: Kanisius
- Fengel D and Wagener G. 1995 *Kimia Ultrastruktur Reaksi-Reaksi*.
- Hartas H. 2010, *Teori Dasar pH atau Derajat Keasaman*.
- Hardjono Sastrohamidjojo. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press
- Lachenal D. 1996 *in pulp bleaching*, Dence, C.W., and Reeve, D.W., Eds., TAPPI Press, Atlanta, pp. 347-361
- Malinen R and Marimus R. 1993. *ECF Bleaching of Oxigen-Delignification Softwood Pulp With Minimum Charge of ClO₂*. TAPPI Pulping Conference Proceedings. TAPPI Press. Atlanta.
- RAPP. 2005. *Buku Manual Training PT. Riau Andalan Pulp and Paper*, Tbk. RAPP Press <http://repository.usu.ac.id>, 20 Januari 2014
- RAPP. 2006. *Pulp making Section PT. Riau Andalan Pulp And Paper*, Tbk. RAPP Press
- RAPP. November 2009. *Bleaching Process PT. Riau Andalan Pulp And Paper*, Tbk. RAPP Press
- Sjostrom E. 1981. *Kimia Kayu Dasar-Dasar dan Penggunaan*. Terjemahan-Hardjono Sastrohamidjojo. Yogyakarta: Gadjah Mada University.
- Sjostrom E. 1981. *Wood Chemistry, Fundamental and Application*, Academic Press, New York, London.

Smook G A. 1989. *Handbook for Pulp and Paper Technologist*. Second Edition. Vancouver:Belingham

TAPPI, 1996, *TAPPI Test Methods*, Atlanta: TAPPI Press