

**OPTIMASI PENGURANGAN *SHIVE CONTENT* PADA
PROSES OKSIGEN DELIGNIFIKASI DUA TAHAP**

JURNAL TUGAS AKHIR

**PUTRI ROHMA ARIZKI
012.17.027**



**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI PENGOLAHAN PULP DAN KERTAS
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SAINS BANDUNG
KOTA DELTAMAS
JULI 2021**

**OPTIMASI PENGURANGAN *SHIVE CONTENT* PADA
PROSES OKSIGEN DELIGNIFIKASI DUA TAHAP**

JURNAL TUGAS AKHIR

**PUTRI ROHMA ARIZKI
012.17.027**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Terapan
Pada Program Studi Teknologi Pengolahan Pulp dan Kertas



**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI PENGOLAHAN PULP DAN KERTAS
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SAINS BANDUNG
KOTA DELTAMAS
JULI 2021**

**OPTIMASI PENGURANGAN *SHIVE CONTENT* PADA
PROSES OKSIGEN DELIGNIFIKASI DUA TAHAP**

JURNAL TUGAS AKHIR

PUTRI ROHMA ARIZKI
012.17.027

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Terapan
Pada Program Studi Teknologi Pengolahan Pulp dan Kertas

Menyetujui,
Kota Deltamas, 24 Juli 2021
Dosen Pembimbing



Nurul Ajeng Susilo, S.Si., M.T.
NIK. 1990051620170354

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknologi Pengolahan Pulp dan Kertas



Ni Njoman Manik S., S.T., M.T.
NIK. 19680908201407442

OPTIMASI PENGURANGAN *SHIVE CONTENT* PADA PROSES OKSIGEN DELIGNIFIKASI DUA TAHAP

Putri Rohma Arizki¹, Nurul Ajeng Susilo²

Teknologi Pengolahan Pulp Dan Kertas, ITSB
Jalan Ganesha Boulevard, Lot-A1 CBD Kota Deltamas,
Cikarang Pusat, Kabupaten Bekasi, Jawa Barat, Indonesia

Email : putriarizki16@gmail.com

ABSTRAK

Shive adalah seikat kecil serat kayu yang belum matang sempurna pada *pulp* kimia yang digunakan dalam pembuatan kertas. Keberadaan *shive* memberikan pengaruh negatif pada penampakan kertas dan kekuatan kertas. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kondisi optimal proses oksigen delignifikasi dua tahap terhadap suhu dan dosis NaOH dalam pengurangan *shive content* pada *pulp*. Optimasi *shive content* pada proses oksigen delignifikasi dua tahap dapat berdampak pada peningkatan kualitas *pulp* serta konsumsi ClO₂ pada tahap D0 dapat dikurangi sehingga penelitian ini menjadi sangat penting. Suhu yang digunakan pada penelitian ini yaitu 98/102 °C, 90/96 °C, dan 88/102 °C dengan penambahan NaOH 8 Kg/T, 15 Kg/T, 20 Kg/T, dan 25 Kg/T. Waktu reaksi untuk setiap percobaan yaitu 30/45 menit serta tekanan yang digunakan 5.5/4 bar. Parameter uji sampel yaitu pH filtrat, bilangan kappa, viskositas, *brightness*, dan *shive content*. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan kondisi optimal proses oksigen delignifikasi dalam pengurangan *shive content* yaitu pada dosis NaOH 15 Kg/T dengan suhu tahap pertama 98 °C dan suhu tahap kedua 102 °C.

Kata kunci : *Shive content, pulp, oksigen delignifikasi, NaOH, dan suhu.*

ABSTRACT

Shive are tiny bundles of immature wood fibers in the chemical pulp used in papermaking. The presence of shive has a negative effect on the appearance of the paper and the strength of the paper. This study aims to determine the optimal conditions for the two-stage oxygen delignification process with respect to temperature and dose of NaOH in reducing shive content in pulp. Optimization of shive content in the two-stage oxygen delignification process can have an impact on improving pulp quality and reducing ClO₂ consumption at the D0 stage, so this research is very important. The temperatures used in this study were 98/102 °C, 90/96 °C, and 88/102 °C with the addition of NaOH 8 Kg/T, 15 Kg/T, 20 Kg/T, and 25 Kg/T. The reaction time for each experiment was 30/45 minutes and the pressure used was 5.5/4 bar. The sample test parameters were filtrate pH, kappa number, viscosity, brightness, and shive content. Based on research that has been carried out, the optimal conditions for the oxygen delignification process in reducing shive content are at a dose of NaOH 15 Kg/T with a temperature of 98 C for the first stage and 102 C for the second stage.

Keywords : Shive content, pulp, delignified oxygen, NaOH, and temperature.

1. PENDAHULUAN

Harga *pulp* dan kertas mengalami penurunan 20-25 % di pasar global akibat pandemi Covid-19^[6]. Hal ini bukan merupakan penghalang bagi Industri Pulp dan Kertas di Indonesia. Ini merupakan peluang terbaik bagi Industri Pulp untuk melakukan inovasi pada proses produksi. Hal ini akan berdampak dalam upaya mengurangi biaya produksi sekaligus melakukan perbaikan pada kualitas *pulp*.

Inovasi yang dapat diterapkan untuk meningkatkan kualitas *pulp* dan kertas serta mengurangi biaya produksi di waktu bersamaan adalah melakukan optimasi proses oksigen delignifikasi dua tahap untuk mengurangi *shive content* di dalam *pulp*.

Berdasarkan penelitian terdahulu dari Lal Priti S, dkk (2012) menyatakan bahwa delignifikasi oksigen adalah teknologi yang menarik untuk melengkapi operasi pembuatan *pulp* karena kemampuan delignifikasi oksigen secara efektif mengurangi bilangan kappa sambil mempertahankan kekuatan *pulp*, mengurangi *shive content*, dan mengatasi peraturan lingkungan. Selain itu, berdasarkan penelitian terdahulu dari Paryono (2011) menyatakan bahwa 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 rendaman pemutihan dan penurunan bilangan kappa yang lebih tinggi.

Shive adalah seikat kecil serat kayu yang belum matang sempurna dalam *pulp* kimia yang digunakan dalam pembuatan kertas. *Shives* berukuran lebih kecil dari *knot* dan lebih sulit dipisahkan dari *pulp*^[3]. Keberadaan *shive* memberikan pengaruh besar pada penampakan kertas baik yang terbuat dari *pulp* mekanis, *bleached*, ataupun *unbleached chemical pulp*, kekuatan kertas juga menjadi fokus utama yang disebabkan oleh *shive*. Pada kertas koran keberadaan *shives* menyebabkan ikatan serat yang lemah, sementara pada *handsheet unbleached kraft* keberadaan *shives* yang

tinggi menyebabkan kertas memiliki *burst* dan *tensile strength* yang lebih rendah dibandingkan *handsheet* serupa dengan *shive content* yang lebih rendah. Selain itu, *shive content* yang tinggi sebelum proses *bleaching* D1 *stage* menyebabkan operasi harus dilakukan dengan pH dibawah optimum. Hal ini memberikan efek pada konsumsi ClO₂ yang tinggi serta kekuatan serat yang buruk^[8].

Pengoptimalan kandungan *shive* dapat dilakukan pada proses oksigen delignifikasi dua tahap. Pengoptimalan *shive* pada proses oksigen delignifikasi dua tahap diharapkan memberikan dampak pada pengurangan *shive content* sehingga harapan konsumen dapat terpenuhi dan biaya produksi dapat menjadi optimal serta beban terhadap lingkungan dapat dikurangi karena konsumsi ClO₂ pada proses *bleaching* berkurang. Berdasarkan latar belakang tersebut penulis akan melakukan penelitian dengan judul “Optimasi Pengurangan *Shive Content* pada Proses Oksigen Delignifikasi Dua Tahap”

2. METODOLOGI PENELITIAN

a. Metode Pengumpulan Data

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah melakukan percobaan terhadap *pulp* pada proses *pre-bleaching oxygen delignification* dua tahap skala laboratorium. Pada percobaan ini dilakukan variasi dosis NaOH dan suhu reaksi. Penelitian ini dilakukan untuk memperoleh data parameter *pulp* seperti, bilangan kappa, viskositas, pH, *shive content*, dan *brightness*. Data tersebut diolah sehingga menghasilkan data kuantitatif yang dapat digunakan sebagai dasar pemikiran penyusunan tugas akhir.

b. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitiannya ini antara lain: gelas beaker, pH meter, gelas ukur, pipet ukur, viskometer, plastik, mesin *press*, magnetik stirrer, *handsheet maker*, neraca analitik, digester, alat *screening*, *stopwatch*. Adapun bahan yang digunakan yaitu, *Pulp*, KMnO₄ 0.1 N, *Fresh Water*, H₂SO₄ 4 N, NaOH, Na₂S₂O₃ 0.2 N, *Oxygen*, KI 1N, Indikator *Starch Solution*, Copper (II) Ethylenediamine.

c. Variabel Penelitian

Tabel 1. Variabel Penelitian

Penelitian	Variabel Bebas	Variabel Terkontrol	Variabel Terikat
Optimasi Pengurangan <i>Shive Content</i> pada Proses Oksigen Delignifikasi Dua Tahap	<ul style="list-style-type: none"> ■ Suhu tahap pertama 88 °C, 90 °C, dan 98°C ■ Suhu tahap kedua 96 °C dan 102°C ■ Tekanan tahap pertama 5,5 bar dan tahap kedua 4bar. ■ Waktu tahap pertama 30 menit dan tahap kedua 45 menit. ■ Variasi NaOH 8, 15, 20, dan 25 Kg/Ton <i>pulp</i>. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Konsistensi 10% 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Bilangan Kappa ■ Viskositas ■ <i>Brightness</i> ■ <i>Shive Content</i> ■ pH filtrat

d. Tahap Persiapan

1. Sampel diambil dari *pulp* yang telah melalui tahap pencucian di proses *pulp making*. Komposisi *pulp* *acacia mangium* (15 %), *acacia crassicarpa* (55 %), dan *eucalyptus* (30 %). Kemudian dilakukan proses pencucian lanjutan.
2. Sampel *pulp* awal (blank) dilakukan pengecekan seperti konsistensi, bilangan kappa, *brightness*, viskositas, dan *shive content*.

e. Tahap Pelaksanaan

1. *Pulp* sebanyak 120 gr OD (oven dry) dimasukan ke dalam plastik
2. Selanjutnya dilakukan dilusi untuk mencapai konsistensi 10 % dengan penambahan air dan variasi dosis NaOH.
3. Lakukan pengecekan pH awal terhadap campuran *pulp*.
4. *Pulp* dimasukan kedalam *autoclave* dan jalankan mini *digester* berdasarkan kondisi tekanan, suhu reaksi, dan waktu reaksi sesuai variabel pada penelitian ini.

5. *Pulp* dikeluarkan dari *digester* dan dicuci dengan air hingga bersih.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Percobaan yang dilakukan berdasarkan metode yang tercantum pada bab tiga. Data pengujian *pulp* yang telah didapatkan akan diolah dan dibahas dalam bab ini. Pada percobaan ini, dilakukan variasi dosis NaOH dan suhu reaksi dengan tujuan mengetahui kondisi optimal proses oksigen delignifikasi dua tahap dalam pengurangan *shive content*. *Pulp* mengandung komposisi *acacia mangium* 15%, *acacia crassicarpa* 55%, dan *eucalyptus* 30%.

Berikut penjelasan berdasarkan data yang diperoleh pada proses oksigen delignifikasi dua tahap dengan variasi dosis NaOH dan suhu reaksi terkait pengurangan *shive content* di dalam *pulp*.

1. Pengaruh Dosis NaOH dan Suhu Reaksi terhadap *Shive Content*



Gambar 1. Grafik Pengaruh Dosis NaOH dan Suhu Reaksi terhadap *Shive Content*

Berdasarkan grafik diatas pada setiap variasi suhu reaksi proses oksigen delignifikasi peningkatan dosis NaOH menyebabkan *shive content* mengalami penurunan. Hal ini dapat disebabkan karena kemampuan NaOH dalam impregnasi yang cukup tinggi dan dibantu dengan tekanan yang tinggi. Impregnasi adalah masuknya bahan kimia ke dalam serat selulosa. Suhu yang tinggi dan waktu yang lama juga berpengaruh dalam penurunan *shive content* karena dapat membantu NaOH dalam proses pemisahan lignin dari serat pada proses oksigen delignifikasi. *Shive content* maksimal dapat mengalami penurunan hingga 82.90 % pada proses oksigen delignifikasi dua tahap dengan dosis NaOH 25

Kg/T serta suhu reaksi tahap pertama 88 °C dan suhu reaksi tahap kedua 102 °C.

2. Hubungan End pH dan Persentase Penurunan Shive Content

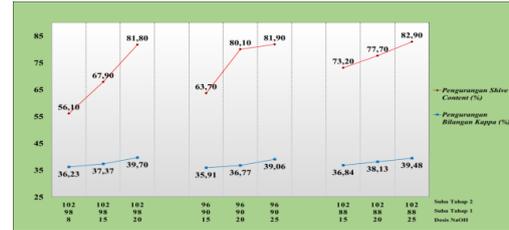


Gambar 2. Grafik Hubungan End pH dan Persentase Penurunan Shive Content

Berdasarkan grafik diatas pada setiap variasi suhu reaksi proses oksigen delignifikasi peningkatan dosis NaOH menyebabkan peningkatan End pH. Nilai pH yang tinggi menunjukkan bahwa NaOH masih banyak tertinggal di pulp, begitupun sebaliknya. Nilai pH terendah pada percobaan yang telah dilakukan yaitu pada dosis NaOH 8 Kg/T dengan variasi suhu tahap pertama 98 °C dan suhu tahap kedua 102 °C yaitu senilai 9,75. Hal ini terjadi karena pada dosis NaOH 8 Kg/T dengan variasi suhu tahap pertama 98 °C dan suhu tahap kedua 102 °C reaksi berjalan lebih baik dibandingkan percobaan dengan variasi suhu dan dosis NaOH lain yang telah dilakukan. Hal ini berarti NaOH pada dosis NaOH 8 Kg/T dengan variasi suhu tahap pertama 98 °C dan suhu tahap kedua 102 °C bereaksi dengan pulp dan mereduksi lignin dengan kandungan oksigen yang cukup secara efisien. Oksigen berperan penting dalam mereduksi lignin pada proses oksigen delignifikasi. Oksigen menyerang gugus hidroksil fenolik pada lignin sehingga lignin di dalam serat berkurang.

Kandungan NaOH yang rendah dapat mengurangi konsumsi ClO₂ pada tahap berikutnya yaitu D0 bleaching. Konsumsi ClO₂ yang rendah pada D0 bleaching memberikan dampak terhadap lingkungan lebih sedikit serta biaya produksi yang dikeluarkan lebih rendah.

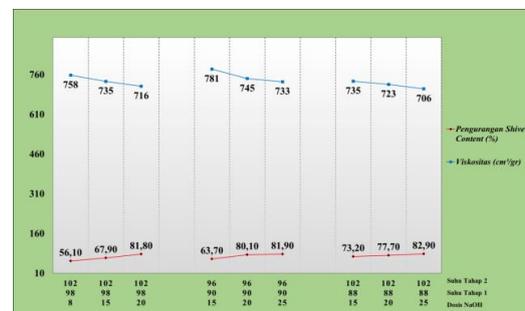
3. Hubungan Bilangan Kappa dan Penurunan Shive Content



Gambar 3. Grafik Hubungan Bilangan Kappa dan Penurunan Shive Content

Berdasarkan percobaan yang telah dilakukan, setiap variasi suhu reaksi proses oksigen delignifikasi dengan meningkatkan dosis NaOH maka persentase penurunan bilangan kappa juga meningkat. Persentase penurunan bilangan kappa berbanding lurus dengan persentase penurunan shive content. Hal ini berarti dengan adanya penurunan bilangan kappa maka shive content pada pulp blank juga akan menurun.

Berdasarkan beberapa variasi suhu dan dosis NaOH, persentase penurunan kappa tertinggi pada dosis 20 Kg/T NaOH dengan suhu reaksi tahap pertama 98 °C dan suhu reaksi tahap kedua 102 °C senilai 39,70 %. Dimana pada kondisi ini penurunan shive content juga tinggi yaitu senilai 81,80 %. Secara keseluruhan, persentase penurunan kappa pada proses oksigen delignifikasi berada pada kisaran 36-39 % dan setiap kenaikan persentase penurunan menyebabkan penurunan shive content. Hal tersebut telah sesuai dengan pernyataan pada referensi Paryono, 2011 yang menyatakan bahwa oksigen dalam proses pemutihan dapat mendeградasi lignin 30-50 % dari total lignin yang terkandung di dalam pulp coklat. Hubungan Viskositas dan Penurunan Shive Content

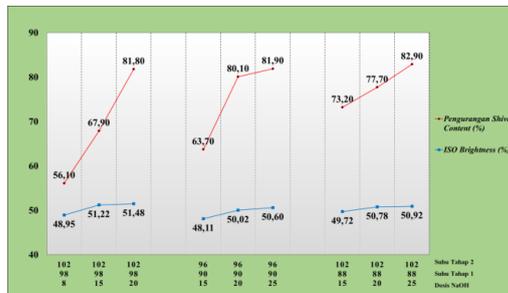


Gambar 4. Grafik Hubungan Penurunan Viskositas dan Shive Content

Viskositas pada proses oksigen delignifikasi dua tahap diharapkan mengalami

penurunan tidak terlalu tinggi agar kekuatan serat dapat terjaga. Sebaliknya, pada proses oksigen delignifikasi dua tahap penurunan *shive* pada *pulp* diharapkan cukup tinggi. Berdasarkan grafik penurunan viskositas berbanding terbalik dengan penurunan *shive content*. Hal ini berarti, jika diinginkan penurunan *shive content* yang tinggi maka viskositas *pulp* akan mengalami penurunan. Oleh karena itu, diperlukan kondisi ideal dimana penurunan viskositas masih dapat diterima namun penurunan *shive* juga cukup tinggi. Berdasarkan grafik percobaan yang telah dilakukan pada proses oksigen delignifikasi dua tahap dengan memvariasikan dosis NaOH dan suhu reaksi, kondisi yang cukup ideal dalam penurunan *shive content* serta viskositas yang tidak terlalu hancur pada dosis 20 Kg/T NaOH dengan suhu reaksi tahap pertama 90 °C dan suhu reaksi tahap kedua 96 °C dimana pada kondisi ini nilai viskositas sebesar 745 cm³/gr (standar viskositas pada proses oksigen delignifikasi dua tahap senilai ≥ 720 cm³/gr). Pada kondisi ini *shive content* dapat berkurang signifikan yaitu senilai 80.10 %.

4. Hubungan *Brightness* dan Penurunan *Shive Content*



Gambar 5. Grafik Hubungan Kenaikan *Brightness* dan Penurunan *Shive Content*

Pulp pada percobaan oksigen delignifikasi dua tahap akan mengalami kenaikan *brightness* namun tidak terlalu signifikan. Hal ini karena tujuan utama oksigen delignifikasi dua tahap adalah mengurangi jumlah lignin yang terkandung di dalam *pulp* (bilangan kappa) supaya pada proses selanjutnya yaitu D0 *bleaching* akan lebih efisien dalam penggunaan ClO₂.

Berdasarkan grafik diatas menunjukan bahwa penambahan dosis NaOH 25 Kg/T

(dosis tertinggi) memiliki *brightness* yang tidak begitu tinggi dibandingkan dengan penggunaan dosis NaOH 20 Kg/T. Didapatkan *brightness* yang belum maksimal dengan dosis NaOH yang tinggi karena penambahan dosis NaOH hanya dilakukan pada proses oksigen delignifikasi tahap pertama sedangkan pada proses oksigen delignifikasi tahap kedua tidak ditambahkan NaOH. Suhu proses juga berpengaruh pada kenaikan *brightness*. Semakin tinggi suhu proses maka semakin efektif dalam menaikkan *brightness*. Pada suhu 98 °C tahap pertama dan suhu 102°C tahap kedua *brightness* yang dihasilkan lebih tinggi dibandingkan pada proses suhu tahap satu 90/88 °C dan suhu tahap dua 96/102 °C.

Titik terbaik dari grafik diatas adalah percobaan dengan suhu 98 °C tahap pertama dan suhu 102 °C tahap kedua dengan dosis NaOH 20 Kg/T dengan *brightness* yang didapatkan senilai 51.48 % dan penurunana *shive* senilai 81.80 %. Secara keseluruhan percobaan pada proses oksigen delignifikasi dapat meningkatkan *brightness* 11-15 % dengan peningkatan *brightness* mengindikasikan penurunan *shive* pada *pulp*.

5. Kondisi Ideal Pengurangan *Shive Content* pada Proses Oksigen Delignifikasi Dua Tahap



Gambar 6. Grafik Pengaruh Suhu dan Dosis NaOH terhadap Pengurangan *Shive Content*, Pengurangan Bilangan Kappa, Kenaikan *Brightness*, dan Penurunan Viskositas.

Secara keseluruhan dari 3 kali percobaan kondisi ideal pengurangan *shive content* pada proses oksigen delignifikasi dua tahap yaitu penggunaan dosis NaOH 15 Kg/T dan suhu tahap pertama pada 98 °C, serta suhu tahap kedua pada 102 °C, dimana pada kondisi ini pengurangan bilangan kappa cukup tinggi,

pH tidak terlalu tinggi, viskositas masih memenuhi standar ($\geq 720 \text{ cm}^3/\text{gr}$), serta kenaikan *brightness* yang cukup tinggi. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan pada referensi Manuel, 2003 yang menyatakan bahwa kondisi tekanan, suhu, dan dosis NaOH bersama-sama berkontribusi dalam selektivitas delignifikasi. Delignifikasi yang optimal pada proses oksigen delignifikasi dapat dicapai dengan menambahkan oksigen pada tekanan, suhu, dan dosis NaOH yang sesuai untuk menghasilkan delignifikasi yang tinggi tanpa efek yang signifikan pada *pulp*.

4. KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan:

1. Berdasarkan semua percobaan yang telah dilakukan dengan memvariasikan suhu dan dosis NaOH, *shive content* di dalam *pulp blank* dapat berkurang 50-80 %. Jumlah *shive content* yang berkurang pada percobaan yang telah dilakukan dipengaruhi oleh suhu reaksi dan juga dosis NaOH yang ditambahkan. Demikian, dapat dikatakan bahwa proses oksigen delignifikasi dua tahap memiliki pengaruh yang signifikan dalam penurunan *shive content* di dalam *pulp*.
2. Kondisi optimal pengurangan *shive content* pada proses oksigen delignifikasi dua tahap terhadap variasi dosis NaOH dan suhu yaitu penggunaan dosis NaOH 15 Kg/T dan suhu tahap pertama pada 98 °C, serta suhu tahap kedua pada 102 °C, dimana pada kondisi ini pengurangan bilangan kappa cukup tinggi, pH tidak terlalu tinggi, viskositas masih dalam batas standar ($\geq 720 \text{ cm}^3/\text{gr}$) serta kenaikan *brightness* cukup tinggi.
3. Hubungan pH, persentase pengurangan bilangan kappa, persentase penurunan viskositas, dan kenaikan *brightness* berbanding lurus dengan persentase penurunan *shive content* yang ada di dalam *pulp*. Semakin tinggi nilai pH, persentase pengurangan bilangan kappa, persentase penurunan viskositas, dan kenaikan *brightness* maka persentase penurunan *shive content* juga akan

meningkat.

5. DAFTAR PUSTAKA

1. Edyta, dkk. 2020. *Analysis of Cellulose Pulp Characteristic and Processing Parameters for Efficient Paper Production*. Sustainability.
2. Gullichsen, dkk. 2000. *Papermaking science and Technology: 6A. Chemical Pulping*. Finland.
3. Herbert, Sixta. 2006. *Handbook of Pulp*. WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KgaA, Weinheim.
4. Lal Priti S, dkk. 2012. *Issues Related Bleaching Of Wheat Straw Pulp*. Central Pulp and Paper Research Institute.
5. Mulyadi, Andi. 2020. *Studi Kelayakan Condensate Water dan Cooling Water Sebagai Pengencer Pulp pada Tahap D0*. Institut Teknologi dan Sains Bandung.
6. M.Arief, Andi. 2020. *Terpukul Pandemi, Pabrik kertas Berhenti Produksi*. <https://www.google.com/amp/s/m.bisnis.com/amp/read/20201117/257/1318838/terpukul-pandemi-pabrik-kertas-berhenti-produksi>. 22 Mei 2020.
7. Paryono. 2011. *The Effect Of Two-stage Oxygen Bleaching on The Quality Of Pulp Acacia Mangium*. Bandung : Balai Besar Pulp dan Kertas.
8. Peter, dkk. 2008. *Improving Chlorine Dioxide Bleaching Efficiency by Selecting The Optimum pH Targets*. TAPPI.