

Penambahan Asam Klorida Dalam Upaya Mengurangi Konsumsi Klorin Dioksida Pada Proses *Bleaching* Tahap *Dhot*

Rachmawati Apriani¹* Jaka Pratama J²

¹ Program Studi Teknologi Pengolahan *Pulp* dan Paper, Fakultas Vokasi, Institut Teknologi dan Sains Bandung

rachmawatiapriani46@gmail.com¹* jakaprtma22@gmail.com²

Abstrak

Penambahan Asam Klorida Dalam Upaya Mengurangi Konsumsi Klorin Dioksida bertujuan mengurangi penggunaan bahan kimia pada proses *bleaching* tahap *Dhot*. Penggunaan Klorin Dioksida cukup tinggi yang mengakibatkan biaya produksi semakin besar. Penambahan Asam Klorida diharapkan dapat mengurangi pemakaian dengan meninjau tuntutan kualitas *pulp* diatas standar. Proses *bleaching* tahap *Dhot* dilakukan dengan memvariasikan dosis ClO₂ dan HCl dalam waktu 85 menit pada suhu 75 °C. Dari hasil perhitungan diperoleh hasil optimum yaitu variasi dosis ClO₂ 9,5kg/ADT ditambah HCl 1,5 kg/ADT dengan viskositas tertinggi yaitu 821 cm³/g, bilangan kappa berada di *range* standar, dan *brightness* yang dicapai melebihi standar yaitu 68,18 % ISO. Pengaruh dari penambahan Asam Klorida pada proses ini yaitu sebagai pendukung reaksi dari Klorin Dioksida dalam mendegradasi *lignin*, penambahan HCl akan mempengaruhi tingkat keasaman dari suatu reaksi sehingga kinerja dari ClO₂ dalam bereaksi dengan *lignin* akan menjadi lebih optimal pada pH yang rendah, namun dengan adanya pengurangan ClO₂ maka tingkat kecerahan *pulp* akan berkurang.

Kata kunci: *Bleaching*, Dosis, Kualitas, ClO₂, HCl.

Abstract

The addition of Hydrochloric Acid in an Effort to Reduce Chlorine Dioxide Consumption aims to reduce the use of chemicals in the Bleaching process of the Dhot stage. The use of Chlorine Dioxide is quite high which results in greater production costs. The addition of Hydrochloric Acid is expected to reduce usage by reviewing the demands for pulp quality above standards. The Bleaching process of the Dhot stage is carried out by varying the dose of ClO₂ and HCl within 85 minutes at a temperature of 75°C. From the calculation results, the optimum results are obtained, namely the variation of ClO₂ 9.5 kg/ADT plus HCl 1.5 kg/ADT with the highest viscosity of 821 cm³/g, the kappa number is in the standard range, and the brightness achieved exceeds the standard, namely 68.18 % ISO. The effect of the addition of Hydrochloric Acid in this process is as a support for the reaction of Chlorine Dioxide in degrading lignin, the addition of HCl will affect the acidity level of a reaction so that the performance of ClO₂ in reacting with lignin will be more optimal at a low pH, but with a reduction in ClO₂, the level of pulp brightness will decrease.

Keywords: Bleaching, Dosage, Quality, ClO₂, HCl.

¹* Corresponding author: rachmawatiapriani46@gmail.com; jakaprtma22@gmail.com

PENDAHULUAN

Pulp merupakan bahan baku pembuatan kertas yang mengandung *selulosa* dan *hemiselulosa* yang berasal dari kayu. Kayu terbentuk dari senyawa *selulosa*, *hemiselulosa*, *lignin*, serta zat ekstraktif. *Selulosa* merupakan komponen utama dari sel kayu, mengandung sekitar 35-50% dari berat kering tanaman (Saha, 2004). *Selulosa* dan *hemiselulosa* merupakan bahan serat polisakarida rantai panjang yang terbentuk dari gula seperti *glukosa*.

Pembuatan *pulp* secara umum menggunakan proses sulfat (*kraft*) yang terdiri dari empat tahap yaitu *cooking*, *screening*, *MCO2 delignification*, dan *bleaching* dimana proses tersebut terjadi di Unit *Fiberline*. *Pulp* yang dihasilkan dari *digester* (setelah proses *cooking*) masih mengandung banyak *lignin*, selanjutnya dipisahkan dengan proses *MCO2 Delignifikasi*. Setelah *delignifikasi* selesai, *pulp* masuk ke tahap *bleaching* untuk ditingkatkan *brightness* nya hingga mencapai target yang diinginkan.

Proses *bleaching Pulp* di PT OKI *Pulp and Paper* menggunakan metode ECF (*Elemental Chlorine Free*) yang meliputi tiga tahapan proses yaitu *Dhot*, *EOP (Extraction Oxygen Peroxyde)*, dan *D1 Stage*. Tujuan dari proses *bleaching* yaitu melarutkan dan membuang komponen-komponen yang berwarna dalam *pulp* terutama *lignin*. Zat kimia yang digunakan dalam proses *bleaching* yaitu ClO_2 , NaOH , O_2 dan H_2O_2 untuk mencapai *brightness* yang diinginkan yaitu 70-90%. *Inject chemical* ClO_2 dilakukan pada tahap *Dhot* yang lebih banyak, sedangkan pada tahap *EOP* tidak ada *inject* ClO_2 , kemudian tahap *D1* hanya menggunakan sedikit ClO_2 . Penggunaan ClO_2 pada proses *bleaching* pada tahap *Dhot* cukup tinggi sekitar 12-13 kg/ADT, disesuaikan dengan bilangan kappa pada *pulp* yang akan di *bleaching*.

Penggunaan bahan kimia yang banyak menyebabkan biaya produksi juga tinggi, penggunaan Klorin Dioksida tertinggi yaitu pada proses pemutihan tahap pertama (*Dhot stage*) atau sering disebut dengan tahap *D0*. Harga dari *chemical* pemutih seperti ClO_2 relatif mahal. Di sisi lain, tuntutan kualitas dari produk yang dihasilkan dapat memenuhi standar dengan biaya produksi yang sekecil mungkin. HCl merupakan asam kuat, dimana HCl ini berpotensi mempengaruhi kinerja dari reaksi ClO_2 dengan serat, meskipun pada dasarnya kemampuan HCl kurang efektif memutihkan serat dibandingkan dengan ClO_2 namun dilihat dari segi *cost* harga HCl jauh lebih murah sehingga dapat menghemat biaya produksi.

Peneitian ini dilakukan dalam skala

laboratorium dengan variasi bahan kimia Klorin dioksida (ClO_2) dan Asam klorida (HCl) yang meliputi parameter uji yaitu bilangan kappa, *brightness*, viskositas, pH reaksi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh dari HCl sebagai substitusi penggunaan Klorin Dioksida pada proses *Bleaching* tahap *Dhot*, Mengetahui efektivitas dan Efisiensi dari HCl sehingga dapat mengurangi penggunaan ClO_2 dalam proses *bleaching* tahap *Dhot*, serta mengetahui dosis terbaik HCl dan pengurangan penggunaan ClO_2 pada proses *bleaching* tahap *Dhot*.

METODOLOGI PENELITIAN

Alat dan bahan digunakan dalam penelitian ini meliputi proses reaksi hingga pengujian kualitas setelah reaksi. Adapun alat yang digunakan yaitu *waterbach*, gelas ukur plastik *seal*, *dehydrator*, pipet ukur, neraca analitik, *magnetic stirrer*, *vacumm pump*, alat *press*, kertas saring, kipas angin, *beaker*, *elreho/brightness tester*, *agitator*, *aluminium foil*, *oven*, *burret* titrasi, pH meter, karet gelang, mesh saringan, botol plastik kecil, dan Labu *Erlenmeter*. Bahan yang digunakan yaitu *pulp*, ClO_2 , HCl , air demin, KMnO_4 0,1N, $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 2N, KI 1N, H_2SO_4 4N, Indikator *starch*, dan *chloroform etil diamine*.

Penelitian ini dilakukan pada unit *Fiberline* di perusahaan industri *pulp*. Bahan baku yang digunakan pada penelitian ini yaitu sampel *pulp* setelah proses *MCO2* atau *output whasspress 6* yang siap memasuki proses awal *bleaching*. Target utama dari penelitian ini yaitu mengurangi penggunaan bahan kimia namun dengan meninjau kualitas *pulp* berupa bilangan kappa, *brightness*, dan viskositas yang tetap berada di *range* standar.

Sebelum melakukan percobaan, terlebih dahulu dilakukan pengecekan awal sampel *pulp*. Percobaan dilakukan dengan mereaksikan *pulp* didalam *waterbach* yang berfungsi sebagai reactor dengan suhu reaksi 75°C dan waktu reaksi 85 menit, dan konsistensi *pulp* 10,5%. Kemudian Dosis ClO_2 ditambahkan 12,5 kg/ADT tanpa adanya penambahan HCl , sesuai dengan standar proses *bleaching* tahap *Dhot* (sebagai sampel blank). Selanjutnya dilakukan percobaan dengan variasi pengurangan ClO_2 dan penambahan HCl . Pada Dosis ClO_2 11,5 kg/ADT ditambahkan HCl 1 kg/ ADT, 0,75 kg/ADT, dan 0,5 kg/ADT; Pada Dosis ClO_2 10,5 kg/ADT ditambahkan HCl 2 kg/ ADT, 1,5 kg/ADT, dan 1 kg/ADT; Pada Dosis ClO_2 9,5 kg/ADT ditambahkan HCl 3 kg/ ADT, 2,25 kg/ADT, dan 1,5 kg/ADT; Pada Dosis ClO_2 8,5 kg/ADT

ditambahkan HCl 4 kg/ ADT, 3 kg/ADT, dan 2 kg/ADT; Pada Dosis ClO₂ 7,5 kg/ADT ditambahkan HCl 5 kg/ ADT, 3,75 kg/ADT, dan 2,5 kg/ADT; Pada Dosis ClO₂ 6,5 kg/ADT ditambahkan HCl 6 kg/ ADT, 4,5 kg/ADT, dan 3 kg/ADT.

Sampel yang sudah direaksikan kemudian dipisahkan cairan hasil reaksi dengan *pulp* lulu dicuci. Setelah *pulp* dicuci kemudian dilakukan pengecekan kualitas *pulp* berupa bilangan kappa, *brightness*, dan viskositas serta pengecekan pH air filtrasi hasil reaksi nya. Pengecekan bilangan kappa dilakukan melalui perhitungan komputer berdasarkan TAPPI T236-99, pengecekan *brightness* menggunakan elreho/*brightness* tester dilakukan berdasarkan TAPPI T452-18, pengecekan viskositas menggunakan metode CED dilakukan berdasarkan TAPPI T230-04, serta pengecekan pH menggunakan pH meter digital.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil penelitian mengenai penambahan asam klorida dalam upaya mengurangi konsumsi klorin dioksida pada proses *bleaching* tahap *dhot* inidapatkan data pengujian yang berbeda-beda. Pengujian awal terhadap sampel perlu dilakukan untuk mengetahui kualitas *pulp* sebelum direaksikan dengan bahan kimia *bleaching* serta dapat meninjau perubahan yang terjadi setelah *pulp* direaksikan. Data pengujian awal terhadap sampel *pulp* yaitu sebagai berikut:

Tabel 1. Data Pengujian awal sampel *pulp*

Pengujian	Hasil
Konsistensi	32,38%
Bilangan kappa	12,5
<i>Brightness</i>	48,33 %ISO
Viskositas	868 cm ³ /g

Pada proses *bleaching* tahap *Dhot*, terdapat parameter kualitas *pulp* yang harus tercapai yaitu bilangan kappa, *Brightness*, dan Viskositas serta pH. Parameter kualitas *pulp* setelah proses *dhot* dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2. Parameter kualitas *pulp* setelah proses *bleaching* tahap *Dhot*.

Bilangan kappa	3-5
<i>Brightness</i>	≥ 65 %ISO
Viskositas	≥ 750 m ³ /g
pH reaksi	2-3

Pengujian

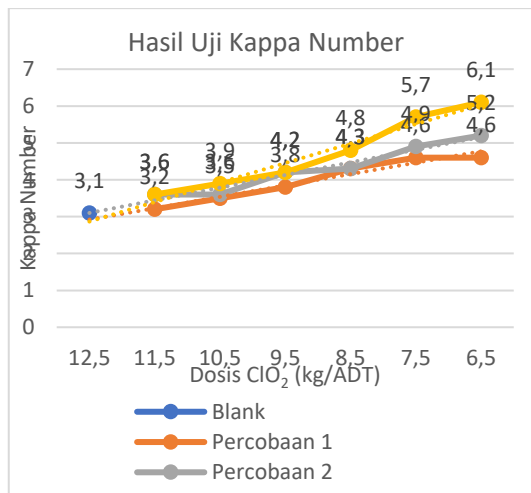
Hasil proses *bleaching* dengan variasi ClO₂ dan HCl dimana setiap pengurangan 1 kg/ADT ClO₂ dilakukan masing-masing sebanyak tiga (3) variasi penambahan HCl dengan perbandingan 1, 0,75, dan 0,5 dari pengurangan ClO₂ yang meliputi pengujian Bilangan Kappa, *Brightness*, Viskositas, dan pH reaksi. Data hasil pengujian dapat diliha pada table berikut ini:

Tabel 3. Data hasil uji

ClO ₂ (kg/ADT)	HCl (kg/ADT)	Bil. Kappa	Bright-ness (%ISO)	Visko-sitas (cm ³ /g)	pH
12,5	0	3,1	73,12	776	2,71
	1	3,2	70,92	793	2,67
11,5	0,75	3,6	70,69	798	2,74
	0,5	3,6	70,16	804	2,95
10,5	2	3,5	70,67	797	2,42
	1,5	3,6	70,44	803	2,5
9,5	1	3,9	69,9	810	2,55
	3	3,8	69,48	799	2,14
8,5	2,25	4,2	68,95	806	2,45
	1,5	4,2	68,18	822	2,5
7,5	4	4,3	67,88	803	2,23
	3	4,3	67,85	810	2,36
6,5	2	4,8	67,71	816	2,55
	5	4,6	66,92	804	2,08
5,5	3,75	4,9	66,77	807	2,28
	2,5	5,7	66,23	813	2,53
4,5	6	4,6	65,17	807	1,91
	4,5	5,2	64,92	809	2,07
3,5	3	6,1	64,66	812	2,38

1. Pengujian Bilangan Kappa

Dari data pengujian bilangan kappa keseluruhan percobaan yang telah dilakukan, diperoleh grafik sebagai berikut:



Gambar 1. Grafik Hasil uji bilangan kappa

Berdasarkan grafik yang telah diperoleh, dapat dilihat pada setiap tahap pengurangan ClO₂ maka semakin tinggi bilangan kappa yang dihasilkan dilihat dari percobaan 1, percobaan 2, dan percobaan 3. Hal ini berkaitan dengan peran ClO₂ sangat berpengaruh sebagai pendegradasi *lignin*, jika penggunaan ClO₂ dikurangi menyebabkan peran ClO₂ dalam mendegradasi *lignin* kurang optimal sehingga bilangan kappa yang dihasilkan semakin besar.

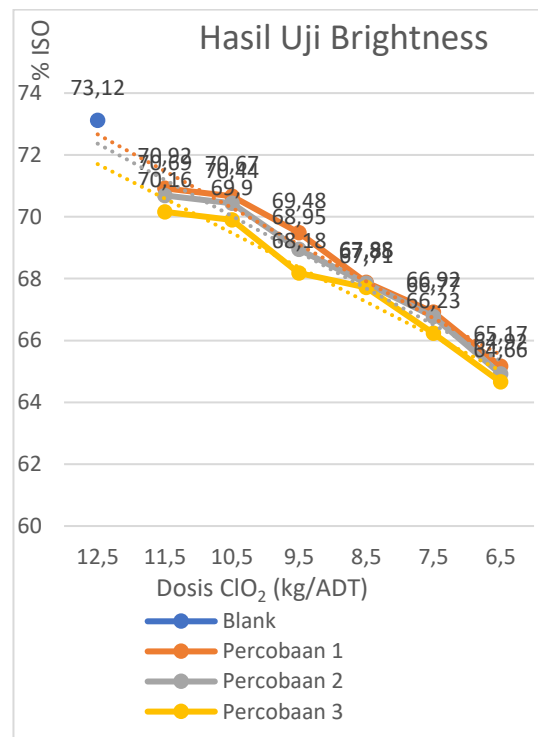
Pada percobaan ini bilangan kappa diharapkan berada di *range* normal yaitu 3-5. Dilihat dari grafik diatas, penurunan bilangan kappa paling signifikan terjadi pada percobaan 1. Bilangan kappa terendah didapat dari reaksi dengan dosis ClO₂ 10,5 kg/ADT dan HCl 2 kg/ADT dengan nilai kappa 3,3. Sedangkan bilangan kappa tertinggi didapat dari percobaan 3 dengan dosis ClO₂ 6,5kg/ADT dan HCl 3,5 kg/ADT dengan bilangan kappa yaitu 6,1. Setelah dilakukan analisis bilangan kappa dari berbagai percobaan, hasil analisis yang tidak memenuhi standar yaitu pada percobaan 2 dengan dosis ClO₂ 6,5 kg/ADT, serta percobaan 3 dengan dosis ClO₂ 7,5 kg/ADT dan 6,5 kg/ADT yang menunjukkan hasil bilangan kappa berturut-turut yaitu 5,2, 5,7, dan 6,1. Hal ini disebabkan oleh kinerja dari ClO₂ yang kurang optimal dalam mendegradasi *lignin* karena pada dasarnya dosis ClO₂ yang direaksikan terhadap *pulp* terlalu kecil, selain itu penambahan HCl juga rendah sehingga mempengaruhi keasaman dari reaksi yang terjadi.

Berdasarkan 3 percobaan yang telah dilakukan, penggunaan ClO₂ sebagai bahan kimia *bleaching* serta HCl sebagai bahan tambahan berbanding terbalik dengan bilangan kappa yang dihasilkan. Bilangan kappa pada *pulp* merupakan nilai faktor yang menunjukkan jumlah kandungan *lignin* yang tersisa didalam *pulp* setelah proses *pulping*. artinya semakin

banyak *chemical* yang digunakan maka semakin banyak *lignin* yang terdegradasi dan bilangan kappa juga semakin kecil dan begitu juga sebaliknya.

2. Pengujian *Brightness*

Dari data pengujian *brightness* keseluruhan percobaan yang telah dilakukan, diperoleh grafik sebagai berikut:



Gambar 2. Grafik hasil uji *brightness*

Berdasarkan grafik diatas, dosis ClO₂ yang ditambahkan sangat mempengaruhi tingkat kecerahan atau *brightness* pada *pulp*. Selain itu, dosis HCl juga mempengaruhi dalam meningkatkan *brightness*, akan tetapi pengaruhnya dalam meningkatkan *brightness* tidak terlalu kuat.

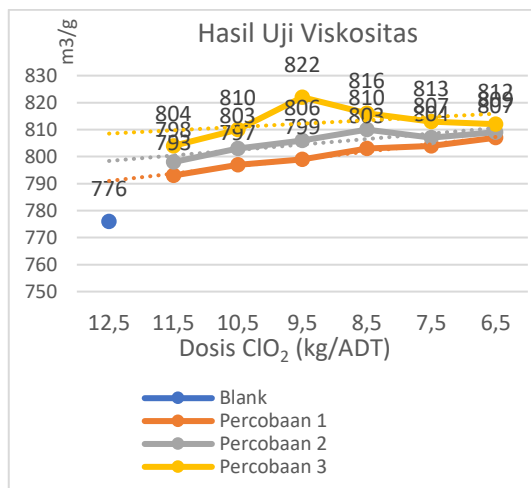
Brightness dalam istilah *pulp* yaitu sifat lembaran *pulp* untuk memantulkan cahaya yang diukur pada suatu kondisi yang baku, digunakan sebagai indikasi tingkat keputihan/kecerahan. Kecerahan *pulp* diukur dengan kemampuannya dalam memantulkan cahaya monokromatik dan dibandingkan dengan standar yang telah diketahui, *brightness* dinyatakan dalam %ISO atau %GE (Sirait, 2003). Tingkat kecerahan (*brightness*) *pulp* tergantung pada jenis dan jumlah bahan kimia pemutih yang digunakan pada tahap *bleaching*, sebab tujuan dari *bleaching* adalah untuk mengilangkan *lignin* setelah proses pemasakan. Namun, penelitian pembuatan *pulp* dari kayu sengon ini tidak menggunakan bahan kimia pemutih, karena

penelitian dilakukan hingga tahap washing atau pencucian (Sihombing J, 2008)

Dilihat dari percobaan yang telah dilakukan, pengurangan ClO_2 sangat berpengaruh pada *brightness* yang dihasilkan, akibatnya semakin sedikit ClO_2 yang digunakan maka semakin kecil *brightness* yang dihasilkan. Penambahan HCl diharapkan dapat mengoptimalkan ClO_2 dalam meningkatkan *brightness*, Dari 3 percobaan yang telah dilakukan penambahan HCl paling optimal adalah percobaan 1 dimana HCl yang ditambahkan disesuaikan dengan pengurangan bahan kimia pemutih yaitu ClO_2 dengan perbandingan satu banding satu. Pernyataan tersebut dibuktikan dengan hasil percobaan yang telah dilakukan dilihat dari grafik. Dalam *range* normal, *brightness* diharapkan dapat melebihi 65 %ISO. *Brightness* tertinggi didapat pada percobaan 1 dimana ClO_2 dan HCl yang ditambahkan 11,5 kg/ADT dan 1kg/ADT yaitu 70,69 %ISO, artinya hasil dari percobaan ini telah memenuhi standar namun nilai *brightness*nya masih dibawah sampel blank yang menggunakan 100% ClO_2 sebagai bahan pemutih. *Brightness* terendah didapat pada percobaan 2 dan percobaan 3 dengan dosis ClO_2 6,5 kg/ADT dengan hasil yang tidak memenuhi standar yang telah ditetapkan pada tahap *Dhot*.

3. Pengujian viskositas

Dari data pengujian viskositas keseluruhan percobaan yang telah dilakukan, diperoleh grafik sebagai berikut:



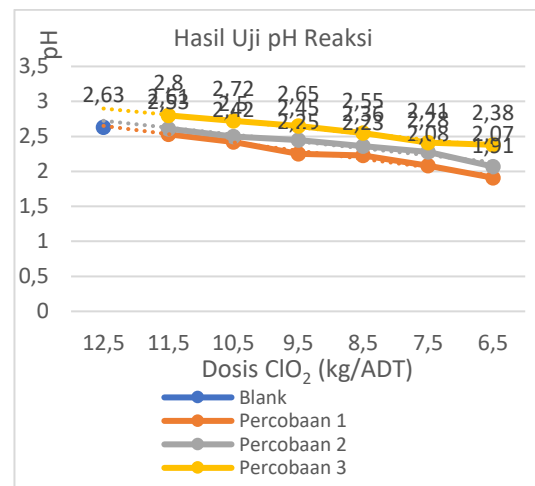
Gambar 3. Grafik hasil uji viskositas

Berdasarkan Grafik diatas pada percobaan 1 semakin rendah ClO_2 yang digunakan maka semakin kecil terjadinya kerusakan viskositas, maka viskositas akan tinggi. Hal ini juga berlaku pada percobaan 2 dimana HCl yang ditambahkan lebih sedikit dibandingkan dengan percobaan 1, pengaruh HCl terhadap turunnya viskositas dapat

dilihat dari percobaan 1 dan percobaan 2, dimana penggunaan HCl yang lebih sedikit akan lebih akan meminimalisi kerusakan viskositas. Viskositas tertinggi didapat pada percobaan 3 dimana penambahan HCl lebih sedikit dibandingkan dengan percobaan 1 & percobaan 2. Pada percobaan 3 mencapai titik optimum pada dosis ClO_2 9,5 kg/ADT dan dosis HCl 1,5 kg/ADT dimana viskositas serat yang dihasilkan mencapai 822 cm^3/g , setelah itu viskositas pada percobaan pengurangan dosis berikutnya menurun, hal ini disebabkan karena banyaknya HCl yang digunakan akan mendegradasi *selulosa* dan kekuatan seran akan semakin menurun, meskipun kemampuan HCl dalam mendegradasi *selulosa* lebih kecil dibandingkan dengan ClO_2 . AA charge yang tinggi akan menghasilkan viskositas yang rendah karena tingginya derajat polimerisasi, sehingga ikatan antar serat khususnya serat *selulosa* yang terdegradasi oleh cairan pemasak menyebabkan kekuatan serat dan kelarutan *pulp* menjadi lebih rendah (Endang S, 2014). Namun berdasarkan standar yang telah ditetapkan oleh pabrik dengan standar viskositas dari hasil *bleaching* tahap *Dhot*, dari beberapa variabel percobaan yang telah dilakukan telah memenuhi standar kualitas *pulp* yaitu melebihi 750 cm^3/g . Viskositas yang tinggi diharapkan akan meningkatkan kualitas *pulp*, khususnya strength atau kekuatan *pulp*, daya tarik dan daya sobek.

4. Pengujian pH

Dari data pengujian pH keseluruhan percobaan yang telah dilakukan, diperoleh grafik sebagai berikut:



Gambar 4. Grafik hasil uji pH

Berdasarkan Grafik 4.4 dilihat dari percobaan 1, percobaan 2, dan percobaan 3 semakin banyak HCl yang ditambahkan maka semakin rendah nilai pH pada air filtrat yang dihasilkan, hal ini

disebabkan karena pengaruh HCl yang bersifat asam kuat sehingga pH reaksi akan semakin rendah. Setelah dilakukan pengujian pH terhadap larutan HCl dan ClO₂ terbukti bahwa HCl lebih asam dibandingkan ClO₂, Tingkan keasaman HCl yang digunakan pada mencapai pH <1, sehingga pada percobaan 1 perbedaan dosis ClO₂ dan HCl yang di *inject* mempengaruhi pH dari cairan filtratnya meskipun total *chemical* yang digunakan memiliki jumlah yang sama yang dinyatakan dalam satuan kg/ADT.

Pada proses *bleaching* tahap *Dhot*, pH dijaga pada *range* standar yaitu 2-3. Jika dilihat dari data yang telah diperoleh, pada percobaan 1 dengan dosis ClO₂ 6,5 kg/ADT terdapat pH yang tidak memenuhi standar, pH yang kecil ini dipengaruhi oleh jumlah HCl yang ditambahkan terlalu banyak sehingga cairan akan menjadi semakin asam, namun hal ini tidak menjadi tolak ukur utama selama kualitas *pulp* masih diatas standar.

Hubungan antara bilangan kappa, *brightness* dan viskositas ialah semakin rendah nilai kappa pada *pulp* maka semakin tinggi *brightness* yang dihasilkan dan viskositasnya akan menurun. Hal ini disebabkan oleh *lignin* yang ada pada *pulp* mempengaruhi keaslian warna dari serat sehingga tingkat keputihan *pulp* berkurang, namun *lignin* berperan penting dalam menjaga kekuatan serat. Dalam meningkatkan *brightness*, *lignin* menjadi tolak ukur utama, oleh karena itu *lignin* harus terdegradasi semaksimal mungkin supaya menghasilkan *pulp* dengan *brightness* yang tinggi. Semakin banyak penggunaan bahan kimia ClO₂ juga akan meningkatkan nilai *brightness* tetapi akan menurunkan nilai dari viskositas, penggunaan ClO₂ dapat dikurangi, namun harus mempertimbangkan kualitas *pulp* seperti bilangan kappa, *brightness*, dan viskositas yang harus berada pada *range* standar.

KESIMPULAN

Klorin Dioksida yang ditambahkan mempengaruhi kualitas *pulp* yang dihasilkan, semakin tinggi dosis yang ditambahkan maka *brightness* akan meningkat namun viskositas yang dihasilkan akan semakin rendah. Sebaliknya, penggunaan Klorin Dioksida yang dikurangi akan menghasilkan *pulp* dengan *brightness* yang lebih rendah dan viskositas menjadi lebih tinggi karena pengaruh dari ClO₂ yang tidak optimal mendegradasi *lignin*. Pengaruh dari penambahan Asam Klorida pada proses ini yaitu sebagai pendukung reaksi dari Klorin Dioksida dalam mendegradasi *lignin*, penambahan HCl akan mempengaruhi tingkat keasaman dari suatu reaksi sehingga kinerja dari

ClO₂ dalam bereaksi dengan *lignin* akan menjadi lebih optimal pada pH yang rendah, namun dengan adanya pengurangan ClO₂ maka tingkat kecerahan *pulp* akan berkurang. Penggunaan HCl dapat diterapkan dalam upaya mengurangi penggunaan ClO₂. HCl berfungsi sebagai bahan pendukung untuk menurunkan pH sehingga ClO₂ akan lebih bereaksi dalam pH yang rendah. Namun, dengan meninjau parameter kualitas standar yang telah ditentukan setelah proses *Dhot*, penggunaan HCl tidak dapat menggantikan 100% ClO₂ sebagai *Chemical* pemutih. Penggunaan HCl hanya berperan sebagai *reduction* dari ClO₂ dengan pertimbangan dosis tertentu dan kualitas *pulp* yang dihasilkan. Dosis terbaik dari penggunaan ClO₂ yaitu 9,5 kg/ADT 3 kg/ADT (pengurangan 3 kg/ADT dari standar pemakaian ClO₂) dengan adanya penambahan HCl 1,5 kg/ADT (50% dari dosis ClO₂ yang dikurangi) dengan nilai viskositas tertinggi yaitu 822 cm³/g, bilangan kappa yang didapatkan 4,2, dan *brightness* yang dicapai melebihi standar yaitu 68,18 % ISO. Parameter penting lainnya berupa pH yang masih dijaga pada *range* standar yaitu 2-3.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada PT. OKI *pulp* and Paper selaku pemberi fasilitas dalam penelitian ini. Terima kasih kepada Bapak Asep Syaefullah Ishak, A.Md serta Bapak Ivan Widarko selaku Pembimbing lapangan dan Pembimbing Laboratorium. Terima kasih kepada Ibu Rachmawati Apriani, S.T., M.T selaku Dosen Pembimbing dalam pembuatan Tugas Akhir. Terima kasih juga kepada Bapak Indra Gunawan selaku HRD, serta semua pihak yang terlibat dan telah membantu menyelesaikan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, (2016). *Bleaching, OKI Pulp and Paper Training and Development Center*.
- Gunting, H. E. (2017). *Pengaruh Banyaknya Klorin Dioksida (ClO₂) Terhadap Penurunan Bilangan Kappa dari Proses Unbleach Blending ke Proses Bleaching D0 Stage di PT. Toba Pulp Lestari, Tbk Porsea*. Tugas Akhir. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Siboro, M. (2017). *Penentuan Brightness Pulp pada Tahap D0, EOP, D1 pada Proses Pemutihan (bleaching) di PT. Toba Pulp Lestari, Tbk Porsea*. Karya Ilmiah. . Universitas Sumatera Utara. Medan.

- Sihite, M. (2016). *Pengaruh Penambahan HCl Dan pH Pada Proses Pemutihan Pulp Di Tower D0 Unit Bleaching Fiberline PT. Toba Pulp Lestari, Tbk Porsea*. Karya Ilmiah. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Silaban dkk.(2015). *Penentuan Suhu dan Waktu Optimum pada Tahap D0 (Delignifikasi Pertama) Proses Bleaching Pembuatan Pulp*. *JOM PTeknik*, 2(2), 1-7.
- Sirait, S. (2003). *Bleaching Module, Training and Development Centre, Porsea,PT. Toba Pulp Lestari*. Tbk.
- Suess, H. U. (2010). 4. *Bleaching of chemical pulp*. In *Pulp bleaching today* (pp. 45-200). De Gruyter.
- TAPPI T236-99. (1999). *Kappa Number of Pulp Test Method*.
- TAPPI T230-04. (2004). *Viscosity of Pulp Test Method*.
- TAPPI T 452-18. (2008). *Brightness of Pulp Test Method*.
- Tutus dkk. (2004). *Rice straw pulping with oxide added soda-oxygen-anthraquinone*. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 7(8), 1350-1354.
- Weny, F. (2021). *Penentuan Temperatur & Waktu Optimum Pada Tahap Dhot Proses Bleaching Pembuatan Pulp*. Tugas Akhir. Institut Teknologi Sains Bandung. Jawa Barat.