

PENGARUH WAKTU KAUSTISASI DAN PENCUCIAN LIME MUD PADA PROSES RECAUSTICIZING TERHADAP KUALITAS WHITE LIQUOR DAN LIME MUD

Fahriz Anwar^{1*}, Rahmawati Apriani¹

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

ABSTRAK

Recausticizing merupakan salah satu unit *Chemical Recovery* dalam industri *pulp* yang bertujuan untuk merekaustisasi ulang larutan sisa pemasakan *pulp* dari proses *kraft* dengan mengambil kandungan alkali yang masih berada di dalamnya. Berdasarkan tugasnya, *Recausticizing* adalah unit yang bertugas untuk mengubah *green liquor* menjadi *white liquor*. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode kaustisasi. Kaustisasi merupakan proses mereaksikan natrium karbonat dan kalsium hidroksida, dengan waktu reaksi 90-120 menit untuk menghasilkan produk yaitu *white liquor* dan *lime mud*. *Lime mud* memiliki kualitas yang bagus apabila proses kaustisasi terjadi secara sempurna, dinyatakan dengan nilai Efisiensi *recausticizing* 80-82% dan nilai *moisture* $\leq 30\%$. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian tentang variasi waktu kaustisasi yang tepat untuk mendapatkan *lime mud* yang berkualitas bagus. Berdasarkan hal tersebut dalam penelitian ini memvariasikan waktu kaustisasi selama 90, 120, 150 dan 180 menit serta dengan menjaga suhu kaustisasi 100-104°C dan *total titratable alkali* (TTA) *green liquor* dan berat *burn lime* dengan nilai yang sama. Banyaknya *lime mud* yang dihasilkan dipengaruhi oleh lamanya waktu Kaustisasi. Penelitian ini dilakukan bertujuan untuk mengetahui proses kaustisasi skala laboratorium, mengetahui pengaruh variasi waktu kaustisasi terhadap kualitas *lime mud*, dengan variasi waktu 90, 120, 150 dan 180 menit serta dengan menjaga suhu kaustisasi 100-104°C dan *total titratable alkali* (TTA) *green liquor* dan berat *burn lime* dengan nilai yang sama. Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa waktu kaustisasi terbaik pada waktu 180 menit, *lime mud* yang dihasilkan memiliki *moisture* sebesar 29,12% dan total alkali sebesar 1,08%.

Kata kunci: *Green Liquor*, Kaustisasi, Waktu, *Lime Mud*, *Moisture*

ABSTRACT

Recausticizing is one of the *Chemical Recovery* units in the *pulp* industry which aims to recastify the remaining *pulp* cooking solution from the *kraft* process by taking the alkali content that is still in it. Based on its duty, *Recausticizing* is the unit in charge of converting *green liquor* into *white liquor*. The method used in this research is the causticization method. Causticization is the process of reacting sodium carbonate and calcium hydroxide, with a reaction time of 90-120 minutes to produce *white liquor* and *lime mud*. *Lime mud* has a good quality if the causticization process occurs perfectly, it is stated by the value of the *recausticizing* efficiency of 80-82% and the *moisture* value of 30%. Therefore, it is necessary to conduct research on the appropriate variation of causticization time to obtain good quality *lime mud*. Based on this, in this study varied the causticization time for 90, 120, 150 and 180 minutes and by maintaining the caustication temperature of 100-104°C and the total titratable alkali (TTA) of *green liquor* and the weight of *burn lime* with the same value. The amount of *lime mud* produced is influenced by the length of causticization time. This research was conducted to determine the laboratory scale caustication process, to determine the effect of causticization time variations on the quality of *lime mud*, with time variations of 90, 120, 150 and 180 minutes and by maintaining the caustication temperature of 100-104°C and total titratable alkali (TTA) *green liquor*. and the weight of *burn lime* with the same value. The results of the study showed that the best caustication time was 180 minutes, the *lime mud* produced had 29.12% *moisture* and 1.08% total alkali.

Keywords: *Green Liquor*, Causticization, Time, *Moisture*

^{1*} Corresponding author: fahrizanwar62@gmail.com ; rachmawatiapriani46@gmail.com

1. Pendahuluan

Recausticizing adalah unit yang bertugas untuk mengubah *green liquor* menjadi *white liquor*. Bahan kimia berwarna kehijauan dengan kandungan utama sodium karbonat, sodium sulfida, dan sebagian kecil sodium hidroksida yang biasa disebut *green liquor*. *Recausticizing plant* terdiri dari dua proses, yaitu *causticizing* yang berfungsi untuk mengubah natrium karbonat menjadi natrium hidroksida, dan *calcining* yang berfungsi untuk membakar *lime mud* yang dihasilkan pada proses kaustisasi pada *rotary kiln* sehingga diperoleh *burn lime* untuk direaksikan kembali ke dalam *slaker*. (Efrizal & Mazadar, 2011). Setelah itu kalsium hidroksida yang terbentuk akan bereaksi dengan sodium karbonat sehingga menghasilkan sodium hidroksida dan kalsium karbonat, reaksi ini disebut reaksi *causticizing* atau kaustisasi.

Di antara pengotor yang terdapat pada *lime mud* adalah MgO , SO_3 , SiO_2 , Al_2O_3 , dan Fe_2O_3 . *Lime Mud* (LM) yang berasal dari *LM Storage* terdiri dari 25% solid. Dalam *Lime Mud Clarifier Disc* (LMCD) akan diproses sehingga menghasilkan produk *lime mud* dengan Moisture 28%. Hal ini bertujuan untuk mempermudah pembakaran *lime mud* di dalam *kiln* dan menghemat bahan bakar

Pada akhir proses pemasakan dengan metode kraft dihasilkan sisa bahan kimia pemasak dan substansi yang terlarut dalam bentuk cairan yang disebut lindi hitam atau *black liquor* (Kocurek, M.J. 1989). Sistem pemulihan bahan kimia pemasak dari proses *kraft* adalah memproses *black liquor* dan meregenerasi bahan kimia pemasak yang terdapat dalam *black liquor* agar dapat digunakan kembali pada proses pemasakan.

Green liquor dibuat dengan melarutkan *smelt* dalam *weak wash* pada *smelt dissolving tank* kemudian dikirim ke *stabilization tank* dan diteruskan ke proses penjernihan *green liquor* sebelum di proses di *lime slaker*. Lelehan *smelt* dari bagian dasar *recovery boiler* dilarutkan dalam *weak wash* untuk menghasilkan *green liquor*. Kemudian *green liquor* dipompakan kedalam tangki stabilisasi.

Setelah proses kaustisasi selama 90 sampai 180 menit, dilakukan pemisahan *lime mud* dari *white liquor*. Sebuah *sedimentation clarifier* atau *pressure filter* dapat digunakan untuk memisahkan *lime mud* dari *white liquor*. *Clarifier* dilengkapi dengan sebuah peralatan pengangkat otomatis yang memberikan penggaruk untuk mengangkat, jika level tenaga putaran pada pengendali menjadi terlalu tinggi,

yang menyebabkan penggarukan berhenti pada beban tinggi.

Idealnya kejernihan produk *white liquor* setelah tahap filtrasi adalah 10-20 mg/L (Sanchez, Dale, 2007). *Lime mud* yang keluar dari aliran tanki sedimentasi memiliki kandungan padatan sekitar 35-45%, sedangkan untuk *pressure filter* adalah 70-75%. Namun, *lime mud* masih mempunyai konsentrasi alkali yang sama dengan *white liquor*. Untuk itu perlu proses lanjutan untuk mengurangi kandungan alkali di dalam *lime mud* untuk memudahkan proses kalsinasi pada *lime kiln*. Proses itu disebut dengan pencucian *lime mud*. Pencucian *lime mud* dilakukan dengan cara menambahkan air panas ke dalam tanki. Dengan bantuan proses agitasi, alkali yang terkandung di dalam *lime mud* akan ter ekstraksi oleh air panas sehingga konsentrasi alkali di dalam *lime mud* akan berkurang. Kemudian *lime mud* akan dipisahkan kembali dari filtratnya menggunakan *lime mud disc filter*, sedangkan filtrat akan dijadikan sebagai *weak wash liquor*.

Lime mud adalah salah satu produk samping dari hasil daur ulang pada proses di dalam industri *pulp* yang dihasilkan dari proses *recausticizing* yang memiliki kandungan $CaCO_3$ (kalsium karbonat) yang cukup tinggi yaitu >80%. Sejauh ini *lime mud* dimanfaatkan sebagai bahan baku untuk memproduksi CaO (kalsium oksida) dengan cara dikalsinasi pada silinder berputar dengan bantuan panas (*lime kiln*) yang dapat menghasilkan kemurnian CaO >75% (Gina Maulia *et al*, 2020).

2. Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan di unit *Research and Development* pada salah satu perusahaan *pulp* di Jambi. Sampel yang digunakan adalah *green liquor* yang dihasilkan dari proses *Recausticizing*, titik pengambilan sampel pada *GLC* (*Green Liquor Clarifier*). Pembuatan *lime mud* dilakukan pada skala laboratorium dengan target utama mengetahui pengaruh waktu kaustisasi terhadap penurunan *moisture lime mud*.

2.1 Persiapan Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain adalah *Furnace, Oven, Crucible, Beaker glass, Mortar, Neraca Analitik, Kertas Saring, Desikator, Erlenmeyer, Aluminium foil, Magnetik Stirrer, Hot Plate, Pipet Volume, Pipet Tetes dan Labu bulat.*

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Green liquor*, Gula pasir (Pengujian *exces lime*), *Free CO₂ water* (Pengujian *excess lime* dan *total alkali*), Indikator pp (Pengujian *total alkali*), HCl 0.5 N (Titirasi *excess lime*), HCl 0.1 N (Titirasi *total alkali*), HCl 1:1 (Pengujian *total CaO*), HCl 1:9 (Pengujian *total CaO*), Indikator *Methyl Orange* (Pengujian total alkali pada *lime mud*), (NH₄)₂CO₃ 10% (Pengujian *total alkali* pada *lime mud*), Air demin (Pengujian *total alkali*), *Hydroxylamine Chloride* 10% (Pengujian *total alkali*), *Thryetanolamine* 15% (Pengujian *total alkali*), KOH 20% (Pengujian *total alkali*), Indikator *Calcon* (Pengujian *total alkali*), *Hot watter*.

Pada penelitian ini terdiri dari tiga tahap. Tahap pertama yaitu persiapan, pada tahap persiapan dilakukan persiapan bahan baku, pengujian karakteristik bahan baku dan persiapan alat. Tahap kedua yaitu pelaksanaan, pada tahap pelaksanaan dilakukan percobaan dengan variabel percobaan yang telah ditentukan. Tahap ketiga yaitu pengujian dan pengambilan data, pada tahap ini dilakukan pengujian produk penelitian dengan metode yang telah ditetapkan.

2.2 Persiapan Green Liquor

Pada tahap persiapan *Green liquor* diambil dari titik pengambilan sampel di tanki *opticlear* menggunakan botol tahan panas. Gunakan alat pelindung diri seperti kacamata, sarung tangan karet, sepatu *safety*, dan pelindung kepala. Selanjutnya dilakukan pengujian *Total Titratable Alkali* (TTA) *green liquor* menggunakan standar TAPPI T624 cm- 00.

Siapkan 50 mL air atau *demin water*, masukkan ke dalam gelas erlenmeyer, Tambahkan 25 mL BaCl₂ 5% untuk *white liquor*, dan 25 mL BaCl₂ 10% untuk *green liquor*, Masukkan 5 mL sampel kedalam gelas erlenmeyer menggunakan pipet volume 5 mL. Tambahkan 3-5 tetes indikator *phenolphthalein*. Titirasi menggunakan HCl 0,5 N hingga warna berubah menjadi putih (kembali seperti semula). Lalu catat volume HCl sebagai volume A. Tambahkan 5 mL formaldehid 37%. Titirasi kembali hingga warna berubah menjadi putih. Catat volume titirasi sebagai volume B. Tambahkan 3-5 tetes indikator *methyl orange*. Titirasi kembali hingga warna berubah menjadi oranye. Catat volume titirasi sebagai volume C.

2.3 Persiapan Kalsium Oksida

Sampel kalsium oksida jenis *burn lime* di ambil dari titik pengambilan sampel dengan menggunakan alat pelindung diri yang di

anjurkan. Metode pengujian *burn lime* mengacu pada standar yang sama. Selanjutnya dilakukan pengujian kemurnian CaO menggunakan standar TAPPI T 617 cm-00. Timbang 0.5 gram CaO yang sudah disaring menggunakan Mesh 80. Masukkan sampel ke dalam Erlenmeyer. Tambahkan 20 mL air bebas CO₂, tutup dengan *aluminium foil*. Panaskan menggunakan *Hot plate* dan aduk menggunakan *magnetic stirrer* hingga mendidih. Angkat dan dinginkan, kemudian tambahkan 15 gram gula pasir dan 150 mL air bebas CO₂, *stirrer* selama 10 menit. Tambahkan indikator *phenolptalein*, lakukan titirasi dengan HCl 0.5 N. Catat volume Titirasi.

2.4 Proses Pembuatan Lime Mud

Proses pembuatan *lime mud* dilakukan pada skala laboratorium dengan target *moisture* < 30 %. Proses pembuatan *lime mud* dimulai dengan Masukkan 1000 mL *green liquor* ke dalam Erlenmeyer ukuran 2000 mL dan dipanaskan menggunakan *hot plate* hingga temperatur *green liquor* menjadi 87 °C, Timbang CaO berdasarkan berapa banyak Na₂CO₃ yang akan diubah menjadi NaOH dan Kemurnian CaO tersebut, Masukkan CaO ke dalam *green liquor* panas dan aduk menggunakan *stirrer* selama waktu yang ditentukan dan temperatur proses di jaga pada 101-104°C saat tahap *slaking* dan 98-100 °C pada tahap kaustisasi.

Setelah diaduk matikan *stirrer* dan masukan sampel kedalam gelas ukur 1000 mL untuk memisahkan *white liquor* dan *lime mud*. (hitung *settling* selama 5 menit), Ambil *filtrat white liquor*, kemudian cek TTA menggunakan metode Titirasi ABC (TAPPI T624 cm-00), Ambil juga *lime mud* yang sudah di pisahkan dari *white liquor*, Kemudian lakukan pencucian *lime mud* 2 tahap menggunakan *hot watter* dari *plant*, Ambil 100 ml sampel *lime mud*, saring menggunakan kertas saring dengan vakum selama 3 menit, Timbang *lime mud* yang sudah disaring sebanyak 15 g dan masukan kedalam oven selama 4 jam, Kemudian uji *Moisture*, TA dan *Excess lime*. (TAPPI T618 CM-01).

2.5 Pengujian dan Pengambilan Data

a. Uji Moisture Lime Mud

Timbang Sampel A g (±25g) didalam gelas Arloji yang telah diketahui berat keringnya, Masukan ke dalam oven temperatur 105°C, ± 2 jam, Timbang kembali beratnya dan catat sebagai C g.

Kalkulasi :

$$\text{Moisture (\%)} = \frac{A-(C-B)}{A} \times 100$$

A = Berat basah sampel

B = Berat gelas arloji

C = Berat gelas arloji + Berat kering

b. Uji Total Alkali Lime Mud

Timbang sampel ± 7 g , Kemudian masukan dalam beker gelas, dan tambahkan air ± 400 ml, Tambahkan lagi $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ 10%, 10 ml, Panaskan sampai volume ± 100 ml, Saring menggunakan kertas saring whatman 41, Bilas dengan air destilasi panas sampai netral (uji dengan indikator PP). Filtrat dituang kedalam labu 2000 ml. Panaskan sampai tanda tera, Ambil filtrat tersebut sebanyak 100 ml, Titrasi dengan HCl 0,1 N dengan indikator MO.

Kalkulasi :

$$\text{TA as Na}_2\text{O (\%)} = \frac{Vt \times F \text{ HCl } 0,1 \text{ N} \times 6,2}{\text{Berat sampel}}$$

c. Uji Excess Lime

Ambil sampel kedalam cawan penguap dan panaskan pada temperatur $250^\circ\text{C} \pm 2$ jam. Ambil sampel dengan teliti 0,5 g dan masukan kedalam elemenyer. Tambahkan air aquades ± 20 ml dan tutup dengan gelas arloji Panaskan ± 3 menit. Tambahkan gula pasir ± 15 g, Tambahkan air aquades 150 ml, aduk dengan magnetic stirer sampai larut semuanya. Biarkan selama ± 10 menit. Tambahkan 3 tetes indikator PP, Titrasi dengan 0,5 N HCl dan catat Volume sebagai A ml.

Kalkulasi :

$$\text{Free lime as CaO} = \frac{VT \times N \times F \times 28,0387}{\text{gram OD sampel} \times 1000} \times 100$$

Keterangan :

VT = Volume titrasi 0,5 N HCl

N = Normalitas HCl

F = Faktor HCl

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Pengaruh waktu kaustisasi terhadap kualitas White Liquor product

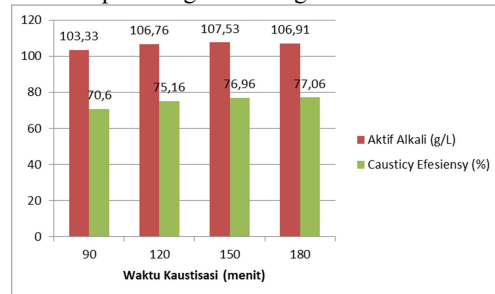
Pada penelitian ‘‘Pengaruh Waktu Kaustisasi Dan Pencucian Lime Mud Pada Proses Re-causticizing Terhadap Kualitas White Liquor Dan Lime Mud’’ ini digunakan *burn lime* dan *green liquor*. Kemudian dilakukan proses slaking dan kaustisasi dengan variasi waktu 90, 120, 150 dan 180 menit. Dimana kandungan

TTA *green liquor* (GL) dan berat *burn lime* diatur dengan nilai yang hampir sama. Maka, didapatkan hasil uji sebagai berikut :

Tabel 1 Pengaruh waktu kaustisasi terhadap kualitas *white liquor product*

Tria l	Minute s	TTA GL	White Liquor Product	
			Aktif Alkali	Causti cy Efesi nsy
1	90	126,67	103,33	70,60
2	120	126,99	106,76	75,16
3	150	126,67	107,53	76,96
4	180	129,16	106,91	77,06

Dari data hasil pengujian *white liquor product* di atas diperoleh grafik sebagai berikut.



Gambar 1 Grafik Pengaruh waktu kaustisasi terhadap kualitas *white liquor product*

Dari grafik di atas dapat kita lihat bahwa pada waktu reaksi 90 menit didapatkan nilai Aktif Alkali (AA) sebesar 103,33 g/l. Sedangkan pada waktu reaksi 120 menit didapatkan nilai AA sebesar 106,76 g/l, dapat diketahui bahwa pada waktu reaksi dapat mempengaruhi nilai AA.

Efisiensi kaustisasi adalah perbandingan konsentrasi NaOH dengan jumlah Na_2CO_3 dan NaOH di dalam *liquor* yang dinyatakan dalam persen (%). Efisiensi kaustisasi mengindikasikan dari efektivitas reaksi kaustisasi yang berlangsung, yaitu menunjukkan jumlah Na_2CO_3 yang telah terkonversi menjadi NaOH.

Dari grafik di atas dapat diketahui bahwa dengan meningkatkan waktu kaustisasi dapat meningkatkan efisiensi kaustisasi. Efisiensi kaustisasi tertinggi sebesar 77,06% tercapai menggunakan kalsium oksida jenis *burn lime* dengan waktu kaustisasi 180 menit, sedangkan

dengan waktu kaustisasi 90 menit, Efisiensi kaustisasi hanya mencapai 70,60%.

Menurut Firstyanto Abdillah (2020) menyebutkan bahwa Meskipun efisiensi kaustisasi tertinggi pada tahap slaking tercapai pada 77,27%, namun target pada tahap slaking yang efektif tercapai waktu reaksi 20 menit dengan nilai 73,78% menggunakan kalsium oksida jenis fresh lime.

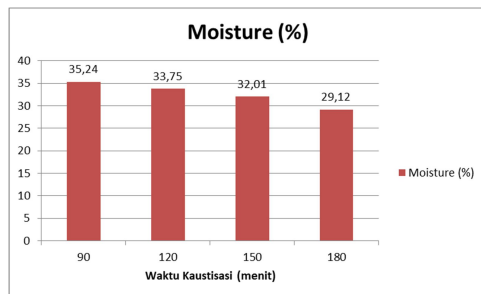
Sanchez, Dale (2007) Menyebutkan bahwa produk dari *slaker* harus mencapai efisiensi kaustisasi 72-75%. Hal ini dimaksudkan agar semakin banyak *lime* yang terkonversi menjadi CaCO_3 dan juga semakin banyak Na_2CO_3 yang terkonversi menjadi NaOH . Efisiensi kaustisasi bergantung pada TTA dan temperatur *green liquor*, kualitas kapur, waktu retensi dan temperatur *slaking*.

3.2 Pengaruh waktu kaustisasi terhadap moisture lime mud

Tabel 2 Pengaruh waktu kaustisasi terhadap *moisture lime mud*

Waktu Kaustisasi (menit)	TTA GL (g/L)	Moisture (%)
90	126,67	35,24
120	126,99	33,75
150	126,67	32,01
180	129,16	29,12

Dari data hasil pengujian *moisture lime mud* di atas diperoleh grafik sebagai berikut.



Gambar 2 Grafik Pengaruh waktu kaustisasi terhadap *moisture lime mud*

Dari data di atas dapat diketahui pada waktu kaustisasi 90 menit dan telah melalui pencucian dua tahap didapatkan nilai *moisture* sebesar 35,24%, pada waktu kaustisasi 120 menit mendapatkan nilai *moisture* 33,75%, kemudian nilai *moisture* semakin turun pada waktu

kaustisasi 150 menit yaitu 32,01%, dan pada waktu kaustisasi 180 menit nilai *moisture* sudah mencapai 29,12%.

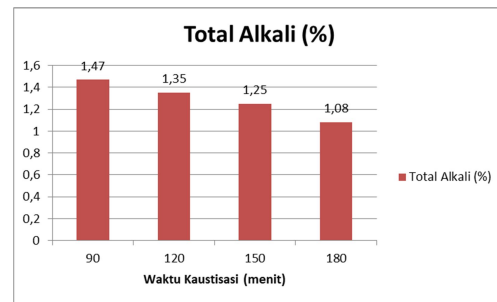
Dengan waktu proses slaking kaustisasi yang berbeda dengan menggunakan proses pencucian dua tahap, Penggunaan waktu kaustisasi yang lebih lama akan diperoleh kualitas *lime* yang lebih baik, Dimana penurunan *moisture* 6% dengan peningkatan waktu kaustisasi dari 90 menit menjadi 180 menit.

3.3 Pengaruh waktu kaustisasi terhadap total alkali lime mud

Tabel 3 Pengaruh waktu kaustisasi terhadap total alkali *lime mud*

Waktu Kaustisasi (menit)	TTA GL (g/L)	Total Alkali (%)
90	126,67	1,47
120	126,99	1,35
150	126,67	1,25
180	129,16	1,08

Dari data hasil pengujian Total Alkali *lime mud* di atas diperoleh grafik sebagai berikut.



Gambar 3 Grafik Pengaruh waktu kaustisasi terhadap total alkali *lime mud*

Dari grafik di atas dapat diketahui setelah melalui pencucian dua tahap nilai total alkali menurun seiring bertambahnya waktu kaustisasi. Dapat dilihat pada waktu kaustisasi 90 menit nilai total alkali masih 1,47%. Kemudian pada waktu kaustisasi 120 menit nilai total alkali mulai turun yaitu 1,35%. Pada waktu kaustisasi 150 menit nilai total alkali sudah mulai mendekati standar *mill* ($< 1,2\%$) yaitu 1,25%. Dan pada waktu kaustisasi 180 menit nilai total alkali sudah berada pada *range* standar *mill* yaitu 1,08%.

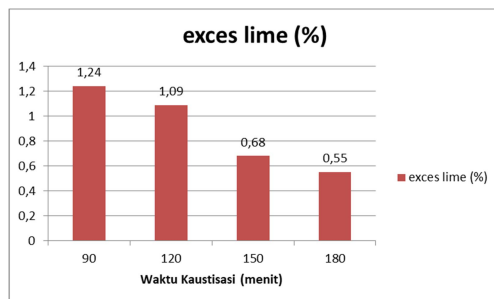
Hal di atas disebabkan karena semakin lama waktu kaustisasi maka semakin banyak pula alkali yang ikut terlarut didalam *white liquor*. Sehingga seiring bertambahnya waktu kaustisasi maka total alkali juga akan turun.

3.4 Pengaruh waktu kaustisasi terhadap excess lime

Tabel 4 Pengaruh waktu kaustisasi terhadap *exces lime*

Waktu Kaustisasi (menit)	TTA GL (g/L)	Exces lime (%)
90	126,67	1,24
120	126,99	1,09
150	126,67	0,68
180	129,16	0,55

Dari data hasil pengujian *exces lime* di atas diperoleh grafik sebagai berikut.



Gambar 4 Grafik Pengaruh waktu kaustisasi terhadap *exces lime*

Dari grafik di atas dapat diketahui pada waktu kaustisasi 90 menit didapat nilai *exces lime* 1,24%. Kemudian pada waktu kaustisasi 120 menit *exces lime* mulai menurun yaitu 1,09%. Pada waktu kaustisasi 150 menit *exces lime* semakin turun yaitu 0,68%. Dan pada waktu kaustisasi 180 menit nilai *exces lime* sudah mendekati standar mill ($\leq 0,5\%$) yaitu 0,55%. Sehingga dari grafik di atas dapat diketahui semakin lama waktu kaustisasi ternyata dapat menurunkan *exces lime*, dapat dilihat dari nilai *exces lime* pada waktu waktu kaustisasi 90 menit sampai 180 menit turun sebesar 0,69%.

Kesimpulan

Berdasarkan data dan analisa diatas, dapat disimpulkan bahwa waktu reaksi berpengaruh terhadap efisiensi kaustisasi. Semakin lama waktu reaksi maka efisiensi kaustisasi yang dihasilkan akan semakin tinggi dan didapat kualitas *white liquor* yang baik.

Untuk *white liquor clarifier* juga terdapat perbedaan kualitas yang dihasilkan, Dimana dengan waktu kaustisasi 90 menit, Efisiensi kaustisasi hanya 70.60% dan dengan waktu kaustisasi menjadi 180 menit, Efisiensi kaustisasi meningkat menjadi 77.06%. Sedangkan untuk kandungan Na_2S dalam *green liquor* tidak terjadi penurunan signifikan meskipun waktu kaustisasi divariasikan dari 90 menit ke 180 menit. Sehingga didapatkan waktu optimal kaustisasi yaitu 180 menit dengan efisiensi kaustisasi 77,06 %.

Dengan pencucian dua tahap pada *lime mud* dengan menggunakan *hot water*, Kandungan total alkali dan *exces lime* terus menurun dengan lamanya waktu kaustisasi, jika *exces lime* dan total alkali menurun maka *moisture* juga akan ikut menurun. Dapat disimpulkan bahwa meningkatnya waktu kaustisasi menyebabkan kualitas *lime mud* semakin baik.

Daftar Pustaka

- Abdillah, Firstyanto. 2020. *Pengaruh Penambahan Burn Lime dan Fresh Lime Terhadap Efisiensi Kaustisasi*. Bekasi: Institut Teknologi Sains Bandung.
- Azgomi, Fariba. 2014. *Impact of Liming Ratio on Lime Mud Settling and Filterability in the Kraft Recovery Process*. Toronto: Graduate Department of Chemical Engineering and Applied Chemistry University of Toronto.
- Biermann, J. Christoper, 1996. *Handbook of Pulping and Papermaking*. Oregon : Academic Press.
- Efrizal, Mazdar. 2011. *Laporan Kerja Praktik : Pengaruh Pembakaran NCG (Non Condensable Gas) Di Kiln #2 Reausticizing Terhadap Kualitas CaO*. Bandung: Akademi Teknologi Pulp Dan Kertas.
- Gaskin, William. 2009. *Land Aplication Of Pulp Mill Lime Mud*. Georgia May. Bulletin 1249.
- Kocurek, MJ.1989. *Pulp and Paper Manufacture Vol 5, Alkaline Pulping, 3 edition*, Atlanta.

- Mariawati, Dwi. 2021. *Pengaruh Variasi Waktu Dan Suhu Kalsinasi Terhadap Kualitas Burn Lime*. Bekasi: Institut Teknologi Sains Bandung
- Maulia, Gina. 2020. *Pembuatan PCC (Precipitated Calcium Carbonate) Menggunakan Bahan Baku Lime Mud dengan Metode Kaustik Soda*. Bekasi: Institut Teknologi Sains Bandung
- Sanchez, Dale. R, 2007. "Recausticizing-Principles and Practice", *Kraft Recovery Short Course*. Burlington, Januari 2007.
- Suci, Dyah. 2007. *Pemanfaatan Limbah Lime Mud Sebagai Filler Kertas*. Surabaya: Universitas Pembangunan Negeri "Veteran" Jawa Timur.