

Analisa Pembentukan *Total Suspended Solid* Pada Air Limbah Industri Pulp Berdasar Kandungan *Fine Fiber*

Bambang Irawan^{1*}, Waridin Ni'am²

Sekolah Tinggi Teknologi Nasional (STITEKNAS) Jambi

Jl. Lintas Timur, Desa Mendalo Darat, Kecamatan Jambi Luar Kota, Kab. Muaro Jambi, Provinsi Jambi

**Corresponding author, e-mail: birawanlb@yahoo.co.id*

ABSTRACT

Increasing of sludge fiber have hardly effect to water quality ex-wash water at bleaching process. One of parameter which can be influenced by this fiber is TSS parameter. Group of fiber which can influence TSS is fine fiber.. Step in this research is, identification potency of TSS from fine fiber, application various temperature, pH and reaction time processed bleaching with laboratory scale. Fine fiber Content in ex wash water at bleaching process has significant correlation and positive characteristic with TSS formed, with correlation coefficient (R^2) = 0.7609. An increase in temperature of + 5°C resulted in an increase in fine fiber and TSS content of 1.51% and 3.23%, respectively. Decreasing the temperature of 5°C resulted in a decrease in fine fiber and TSS of 0.76% and 1.59%. An increase in the pH value of the blank resulted in an increase in the content of fine fiber and TSS by 1.50% and 3.18%. Decreasing the pH of the blank resulted in a decrease in the content of fine fiber and TSS by 2.3% and 4.77%. The addition of 10 minutes of reaction time from the time of the blank resulted in an increase in the content of fine fiber and TSS by 0.76% and 1.59%.

Keyword: *Bleaching process, sludge fiber, fine fiber, ex wash water, TSS*

ABSTRAK

Kenaikan sludge fiber ini sangat berpengaruh terhadap kualitas air bekas pencuci pada proses bleaching. Salah satu parameter yang dapat dipengaruhi oleh fiber ini adalah parameter TSS. Kelompok fiber yang dapat mempengaruhi TSS adalah fine fiber.. Tahapan dalam penelitian ini antara lain, identifikasi potensi pembentukan TSS dari fine fiber, penerapan variasi temperature, pH dan waktu reaksi proses bleaching dengan skala laboratorium. Kandungan fine fiber pada air bekas pencuci proses bleaching mempunyai korelasi yang signifikan dan bersifat positif dengan TSS yang terbentuk, dengan koefisien (R^2) = 0.7609. Pada kenaikan temperature + 5°C menghasilkan kenaikan kandungan fine fiber dan TSS sebesar masing masing 1,51% dan 3,23%. Penurunan temperatur 5°C menghasilkan penurunan fine fiber dan TSS sebesar 0,76% dan 1,59%. Kenaikan nilai pH dari blanko menghasilkan kenaikan kandungan fine fiber dan TSS sebesar 1,50% dan 3,18%. Penurunan pH dari blanko menghasilkan penurunan kandungan fine fiber dan TSS sebesar 2,3% dan 4,77% Penambahan waktu reaksi 10 menit dari waktu blanko menghasilkan kenaikan kandungan fine fiber dan TSS sebesar 0,76% dan 1,59%.

Kata kunci : *Proses bleaching, sludge fiber, fine fiber, air bekas pencuci, TSS*

PENDAHULUAN

Pada proses pembuatan pulp potensi terbentuknya limbah cair paling besar. Limbah cair tersebut terjadi

dikarenakan dalam proses pulping menggunakan material air yang paling banyak [1], [2]. Salah satu limbah yang dihasilkan dalam bentuk padatan

tersuspensi (TSS) berasal dari fiber yang terlepas dari proses bleaching [3]. Secara umum limbah padat pada proses pulping terbagi dalam bentuk sludge fiber dan sludge bark. Beberapa kemungkinan penyebab dari hal tersebut adalah semakin tingginya produksi fiber yang mempunyai ukuran terkecil (Fine fiber). Fine fiber yang didefinisikan sebagai fraksi pulp yang mampu melewati saringan mesh atau slot berlubang yang memiliki diameter lubang $76 \mu\text{m}$ dan memiliki panjang kurang dari $0,2 \text{ mm}$ [4][5][6]. Ukuran fiber yang terkecil ini mempunyai kemungkinan terbesar akan lolos dari proses screening, washing maupun bleaching.

Pemutihan dilakukan dalam proses bertingkat, yaitu tahap delignifikasi alternatif dan ekstraksi bahan terlarut [7]. Kondisi pada proses bleaching berdasarkan tahapan yang ada, yaitu tahap CD, tahap EO, tahap H, tahap D1, tahap E2 dan tahap D2 mempunyai kondisi yang berbeda – beda [8][1]. Perbedaan kondisi tersebut dapat terjadi pada bahan kimia yang digunakan, dosis, temperatur, waktu dan pH [9]

Dari hasil proses bleaching didapatkan pulp yang sudah terputihkan (bleached pulp) yang dideskripsikan sebagai struktur yang terdiri dari fiber dan fine [7]. Fiber dalam proses lebih lanjut akibat pengaruh bahan kimia, temperatur, pH dan tekanan akan mengalami proses pemutusan panjang serat sehingga mempunyai variasi panjang serat yang berbeda – beda. Selama proses bleaching dapat terjadi pemutusan rantai selulosa [2]. Kondisi basa yang terlalu tinggi akan mempermudah terjadinya degradasi serat [10]. Pada tahapan ini sangat memungkinkan terjadi produk pulp yang mempunyai ukuran serat bervariasi. Beberapa faktor yang menyebabkan proses degradasi fiber antara lain pengaruh temperatur, pH dan waktu reaksi. Proses degradasi serat pada media NaOH awalnya ditandai dengan pembengkakan dinding sel [11].

Hal sangat penting untuk dikaji adalah perubahan karakteristik fiber pada pulp yang terbentuk pada tahap bleaching dan pulp yang sudah terbuang yang terkandung dalam air bekas pencuci. Hal ini bertujuan untuk mengetahui sejauh mana pengaruh variable proses bleaching dapat mempengaruhi proses terbentuknya fine fiber. Jika fine fiber terlepas ke lingkungan maka akan meningkatkan nilai total suspended solid (TSS). TSS merupakan indikator kualitas lingkungan yang harus diturunkan secara significant [12], [13].

METODE

Material

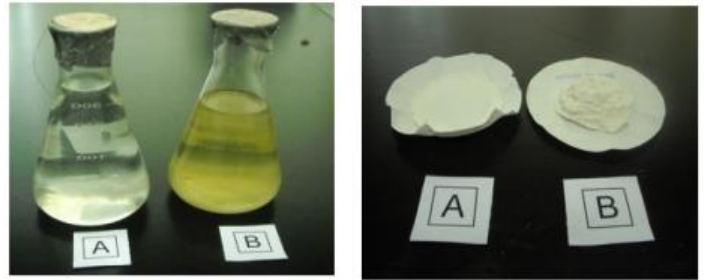
Dalam penelitian ini menggunakan sampel pulp eucalyptus usia 5 tahun dan sampel air cucian pulp pada proses bleaching.

Peralatan dan analisa

Dalam penelitian ini digunakan dua parameter analisa yaitu Fine fiber dan Total suspended solid. Analisa parameter Fine Fiber menggunakan referensi manual test Fiber analyzer Lorentzen wette[14] dan analisa Total Suspended Solid menggunakan referensi ASTM D3977-97[15]



Gambar 1. Fiber analyzer Lorentzen wette

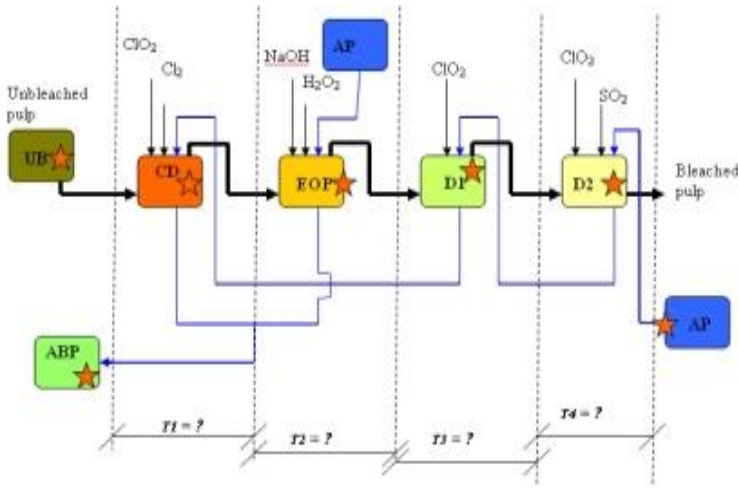


Gambar 2. Analisa Total Suspended Solid.

Sampling

Proses sampling dilakukan pada pulp yang mewakili setiap tahapan proses pemutihan pulp (Unbleached pulp, CD, EOP, D1 dan D2) dengan memperhatikan waktu reaksi dari masing-masing tahapan proses. Pengontrolan pembentukan TSS dapat dilihat dari air pencuci dan air bekas pencuci. Pengecekan lapangan yang perlu dilakukan

antara lain adalah temperatur, pH, bahan kimia yang digunakan, dosis dan waktu reaksi



Gambar 3. Skema pengambilan sampel berdasarkan proses di lapangan[1]

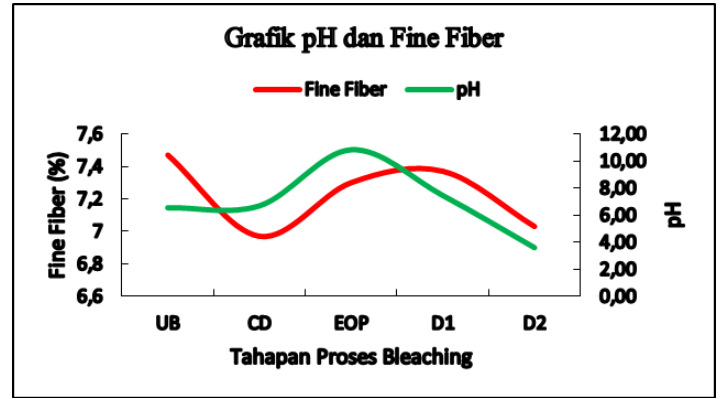
Keterangan :

- UB : unbleached pulp
 - CD : Chlorine, Chlorine dioxide
 - EOP : Extraction oxygen, peroxide
 - D1 : The first chlorine dioxide
 - D2 : Second chlorine dioxide
 - AP : Wash water
 - ABP : Waste wash water
 - T : Reaction time
- Tanda bintang: lokasi pengambilan sampel pulp

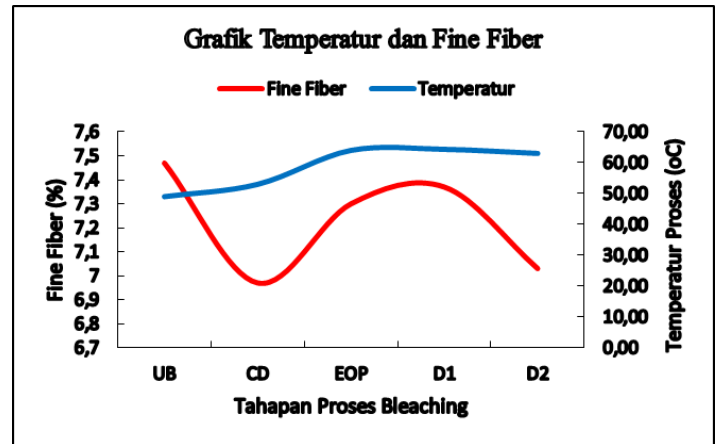
T1, T2, T3 dan T4: Waktu reaksi pada masing –masing tahap (sebagai acuan waktu sampling)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari data yang diperoleh dalam analisa didapatkan beberapa gambaran bentuk kandungan fine fiber dengan variabel yang diaplikasikan (pH, Temperatur dan Waktu Reaksi) dalam proses bleaching, seperti terlihat dalam gambar di bawah



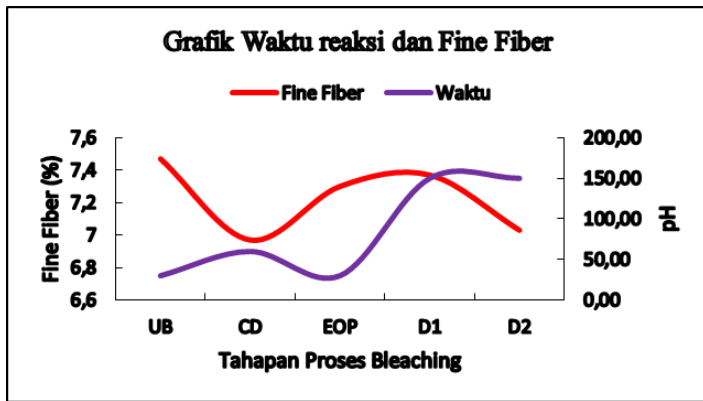
Gambar 4. Grafik pH dan Fine Fiber Pada Proses Bleaching



Gambar 5. Grafik Temperatur dan Fine Fiber Pada Proses Bleaching

Dari gambar 4 dan 5 terlihat bahwa, terdapat kecenderungan pembentukan fine fiber pada proses bleaching mengikuti alur fluktuasi nilai pH dan temperatur yang ada.

Terkecuali pada tahap D1 ketika pH menurun nilai fine fiber yang terbentuk masih menunjukkan nilai yang naik.



Gambar 6. Grafik Waktu Reaksi dan Fine Fiber Pada Proses Bleaching

Sedangkan pada pengaruh waktu reaksi (gambar 4), pembentukan fine fiber tidak dapat dihubungkan secara jelas dengan waktu yang ada. Terkecuali pada tahap D1 ketika waktu reaksi mengalami kenaikan maka fine fiber yang terbentuk juga akan mengalami kenaikan.

Dengan menerapkan variasi variabel pada proses bleaching (temperatur, pH dan waktu reaksi maka didapatkan gambaran perubahan laju pembentukan fine fiber dan sekaligus dapat diestimasi nilai TSS yang terbentuk. Pada perlakuan perbedaan temperatur, pada penurunan temperatur 5°C dapat menurunkan kandungan fine fiber 0,76% dengan estimasi TSS 264,01mg/L, sementara pada kenaikan 5°C dapat menaikkan Fine fiber 1,51% dengan estimasi bentukan TSS 276,81mg/L. Pada perbedaan pH, dengan menaikkan pH 2 poin dari pH blanko dapat menaikkan 1,5% dengan estimasi TSS 276,81 mg/L, penurunan pH 1 point dapat menurunkan fine fiber 2,3% dengan estimasi TSS 255,47, penurunan pH 2 point dapat menurunkan fine fiber 3% dengan estimasi TSS 251,21 mg/L. Variasi waktu reaksi pada proses bleaching juga dapat mempengaruhi bentukan fine fiber sekaligus pembentukan TSS. Pada kenaikan waktu reaksi 20 menit dapat menaikkan bentukan fine fiber 3,03% dengan estimasi TSS 285,31 mg/L sementara dengan menambah waktu reaksi 10 menit dapat menaikkan bentukan fine fiber 0,76% dengan estimasi TSS 272,54 mg/L. Berdasar persamaan regresi ganda di atas maka dapat diketahui kondisi ideal untuk menekan terbentuknya Fine fiber yang secara langsung juga akan mempengaruhi pembentukan nilai TSS

Dengan data simulasi di atas dapat diketahui bahwa, untuk menekan bentukan TSS yang melebihi standar yang ditetapkan ($< 200 \text{ mg/L}$), maka pada target produksi 62 ton / jam temperatur yang diterapkan harus kurang dari 65°C dan pH harus kurang dari 4,5 dengan bentukan TSS = 198,66 mg/L. Pada target produksi 65 ton / jam, maka temperatur $< 65^\circ\text{C}$ dan pH $< 4,5$ akan didapatkan nilai TSS = 199,65 mg/L, sedangkan pada target produksi produksi 75 ton / jam temperatur $< 65^\circ\text{C}$ dan pH $< 4,0$ dengan nilai TSS = 178,65 mg/L. Selain data-data di atas, juga dapat dikombinasikan terhadap variabel yang ada dengan berdasar persamaan regresi yang ada.

KESIMPULAN

Dalam proses pulping (khususnya proses bleaching) didapatkan bentukan kelompok fiber dengan ukuran $< 0,2 \text{ mm}$, sebagai akibat dari proses degradasi fiber yang terbawa dalam air bekas pencuci dan berpotensi masuk ke lingkungan sebagai limbah padat tersuspensi.

Dari data yang ada dapat dijelaskan tinggi rendahnya bentukan fiber dengan ukuran $< 0,2 \text{ mm}$ (fine fiber) sangat berpengaruh terhadap tinggi rendahnya parameter Total Suspended Solid (TSS) yang terbentuk pada air bekas pencuci, yang mempunyai hubungan positif.

Beberapa variabel proses bleaching yang mempengaruhi terbentuknya fine fiber antara lain, pH, temperatur dan waktu reaksi pada tiap-tiap tahapan bleaching dimana masing-masing variabel ini mempunyai pengaruh yang spesifik dalam pembentukan fine fiber.

Dari hasil penelitian yang telah dilaksanakan, maka perlu pengembangan-pengembangan lebih lanjut sesuai komitmen dalam menjaga kualitas lingkungan di lingkungan industri pulp dan paper. Beberapa saran yang dapat dikemukakan antara lain,

Dalam menjalankan proses pulping khususnya proses bleaching perlu diperhatikan faktor-faktor yang berpengaruh dalam pembentukan fine fiber. Hal ini sangat penting dalam rangka menekan nilai TSS dan sifat-sifat toxic dari limbah serat pulp. sebagai salah satu parameter kualitas lingkungan dalam proses pulping.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih saya ucapkan kepada pimpinan beserta staf Balai Besar Pulp dan Kertas (BBPK) Bandung. Terlebih khusus saya ucapkan banyak terimakasih atas bantuan dan kerjasamanya kepada seluruh analist Laboratorium BBPK Bandung

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. K. Shukla, D. Kumar, V. Kumar, M. Pandey, and M. C. Bansal, "Process Integration in the Bleaching Section of a Paper Mill for Minimization of Fresh Water Consumption and Wastewater Generation," *Environ. Eng. Manag. J.*, vol. 12, no. 12, pp. 2435–2442, 2013, doi: 10.30638/eemj.2013.295.
- [2] M. Miri, A. Ghasemian, H. Resalati, and F. Zeinaly, "Total Chlorine-Free Bleaching of *Populus deltoides* Kraft Pulp by Oxone," *Int. J. Carbohydr. Chem.*, vol. 2015, pp. 1–8, 2015, doi: 10.1155/2015/381242.
- [3] Jayanudin, "Pemutihan Daun Nanas Menggunakan Hidrogen Peroksida," *J. Rekayasa Proses*, vol. 3, no. 1, pp. 10–14, 2009, doi: 10.22146/jrekpros.560.
- [4] W. J. Fischer *et al.*, "Pulp fines-characterization, sheet formation, and comparison to microfibrillated cellulose," *Polymers (Basel)*, vol. 9, no. 8, 2017, doi: 10.3390/polym9080366.
- [5] A. Nasser, "The Effect of Oxidized and Unoxidized Filtrate on Oxygen Delignification," Karlstads University, 2015.
- [6] W. J. Fischer *et al.*, "Pulp Fines—Characterization, Sheet Formation, and Comparison to Microfibrillated Cellulose," *Polymers (Basel)*, vol. 9, pp. 1–12, 2017, doi: 10.3390/polym9080366.
- [7] P. Bajpai, "Overview of pulp and paper processes," in *Environmentally Friendly Production of Pulp and Paper*, 2010, pp. 8–45.
- [8] S. K. Tripathi, O. P. Mishra, and N. K. Bhardwaj, "Effect of mixed hardwood chips thickness on unbleached and bleached pulp quality," *J. Sci. Ind. Res. (India)*, vol. 77, no. 9, pp. 516–519, 2018.
- [9] Irina Rauvanto, "the Effect of Oxygen Delignification on Fiber Properties in Kraft Pulp Production – a Review," Lappeenranta, 2003.
- [10] A. Rodríguez, E. Espinosa, J. Domínguez-Robles, R. Sánchez, I. Bascón, and A. Rosal, "Different Solvents for Organosolv Pulping," *Pulp Pap. Process.*, 2018, doi: 10.5772/intechopen.79015.
- [11] B. Irawan, A. Darmawan, A. Roesyadi, and D. H. Prajitno, "Improving Reaction Selectivity with NaOH Charges and Reaction Time in the Medium Consistency Oxygen Delignification Process," *Int. J. Technol.*, vol. 11, no. 4, pp. 764–773, 2020, doi: 10.14716/ijtech.v11i4.3499.
- [12] D. Pokhrel and T. Viraraghavan, "Treatment of pulp and paper mill wastewater - A review," *Sci. Total Environ.*, vol. 333, no. 1–3, pp. 37–58, 2004, doi: 10.1016/j.scitotenv.2004.05.017.
- [13] P. Bajpai, "Water Usage in the Pulp and Paper Processes," *Pulp Pap. Ind.*, pp. 37–53, 2017, doi: 10.1016/b978-0-12-811099-7.00004-6.
- [14] Lorentzen Wettre, "L & W Fiber Tester Lorentzen & Wettre Products | Pulp Measurements," *ABB AB /Lorentzen & Wettre*, Kista, Sweden, pp. 1–4, 2016.
- [15] ASTM, *Standard test methods for determining sediment concentration in water samples*, vol. 11, no. D 3977-97 (Reapproved 2002). West Conshohocken, USA, 2002.