

OPTIMASI PENAMBAHAN SELULOSA SEBAGAI *COLOR REMOVAL* PADA PENGOLAHAN AIR LIMBAH INDUSTRI KERTAS WARNA

Nurul Ajeng Susilo*, Ginanda Amalia

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

*E-mail: nurulajeng20@gmail.com

ABSTRAK

Kertas warna merupakan salah satu kebutuhan bagi masyarakat terutama bagi kalangan yang menggeluti bidang seni dan estetika. Proses produksi kertas warna menghasilkan produk samping berupa air limbah yang memiliki karakteristik warna pekat. Pada penelitian ini dilakukan variasi nilai *Total Suspended Solid* (TSS) selulosa untuk mengetahui pengaruh dan kondisi optimal TSS selulosa dalam menurunkan parameter warna pada proses pengolahan air limbah. Kemudian dilakukan proses optimasi dosis pada variasi TSS selulosa yang belum mencapai kondisi optimal. Penelitian ini menggunakan metode *jartest*. Penambahan selulosa sebagai TSS berpengaruh dalam menurunkan parameter warna, ditinjau dari nilai korelasi antara TSS dengan presentase *color removal* didapatkan hasil $r=0,797$. Kondisi TSS yang paling optimal adalah ada pada rentang TSS 2500 mg/L sampai dengan 3500 mg/L dengan presentase *color removal* sebanyak 96,78% sampai dengan 96,90%. Kemudian dosis optimasi pada variasi TSS 1000 mg/L, 1500 mg/L, 2000 mg/L, 4000 mg/L, 4500 mg/L optimal pada dosis *decoloring agent* 40 ppm dan *fixing agent* 80 ppm, sedangkan variasi TSS 500 mg/L optimal pada dosis *decoloring agent* 50 ppm dan *fixing agent* 90 ppm. Pada penerapannya penggunaan dosis optimasi pertama akan meningkatkan cost sebanyak 17%, sedangkan dosis optimasi ke dua akan meningkatkan cost sebanyak 34% dibanding penggunaan dosis existing.

Kata Kunci: Warna, *Color Removal*, TSS, Air Limbah, WWT, *Jartest*

ABSTRACT

Color paper is a necessity for the community, especially for those who are involved in the arts. The production process of colored paper produces waste water which has the characteristic of a concentrated color. In this study, variations of Total Suspended Solid (TSS) of cellulose were carried out to determine the effect and optimal conditions of cellulose TSS in reducing color parameters in the wastewater treatment process. Then the optimization process was carried out on variations that had not yet reached optimal conditions. This study uses the jartest method. The result correlation value between TSS and the percentage of color removal is $r = 0.797$. The most optimal condition is in the TSS range of 2500 mg/L to 3500 mg/L with color removal percentage of 96.78% to 96.90%. Then the optimal dose of TSS variation of 1000 mg/L, 1500 mg/L, 2000 mg/L, 4000 mg/L, 4500 mg/L is optimal at a dose of 40 ppm decoloring agent and 80 ppm fixing agent, while the TSS variation is 500 mg/L. optimal at a dose of 50 ppm decoloring agent and 90 ppm fixing agent. The use of the first optimization dose increase the cost by 17% and second optimization dose increase 34%.

Keyword: Color, *Color Removal*, TSS, Waste Water, WWT, *Jartest*

PENDAHULUAN

Air limbah pada industri kertas warna dihasilkan dari proses pemberian warna (*dyeing*) pada serat selulosa yang disamping memerlukan warna juga memerlukan air sebagai pelarut pewarna (Islam, 2012). Setelah proses pemberian warna, pewarna yang terlarut didalam air dan tidak menempel pada serat selulosa akan terikut bersama dengan aliran air limbah menuju ke unit *Wastewater Treatment* untuk dilakukan pengolahan sebelum dibuang ke badan air. Dalam prosesnya pengolahan air limbah melibatkan 2 proses yaitu proses kimia dan proses biologi. Proses kimia melibatkan diantaranya ada koagulasi dan flokulasi. Sedangkan proses biologi melibatkan mikroorganisme dalam mendegradasi polutan didalam air (Lilis dan Joni, 2016).

Baik proses kimia maupun biologi keduanya dapat menurunkan parameter warna pada air limbah. Pada proses kimia partikel warna di dalam air akan diikat oleh *decoloring agent* dan nantinya akan menempel pada *suspended solid* yang ada pada air limbah, sehingga ketika proses koagulasi dan flokulasi partikel warna akan ikut tersedimentasi. Pada proses biologi warna pada air limbah akan terdegradasi oleh mikroorganisme bersamaan dengan polutan lainnya.

Air limbah yang masuk kedalam unit *Wastewater Treatment* masih mengandung banyak *suspended solid* selulosa sehingga penulis tertarik untuk menganalisis pengaruh penambahan selulosa terhadap tingkat penurunan warna. Adapun salah satu tujuan penelitian ini yaitu menganalisis pengaruh penambahan selulosa sebagai *suspended solid selulosa* terhadap *color removal* pada pengolahan air limbah industri kertas

warna, mengetahui konsentrasi *suspended solid selulosa* yang dibutuhkan untuk mencapai kondisi *color removal* yang optimal, mengetahui dosis DCA dan *fixing agent* yang dibutuhkan untuk mencapai *color removal* optimal pada variasi *suspend solid selulosa* dengan target *color removal* optimal pada dosis *existing*, menganalisis kesesuaian output parameter *color* terhadap Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2017. Untuk penelitian digunakan metode *jartest* sebagai simulasi proses kimia pada pengolahan air limbah yang sesungguhnya

METODOLOGI PENELITIAN

Pada penelitian ini dibagi menjadi dua tahapan, tahap pertama untuk mengetahui titik optimal *color removal*, kemudian tahap kedua dilakukan untuk mengoptimasikan dosis *decoloring agent* dan *fixing agent* pada variasi TSS dengan target titik optimal dari hasil tahap pertama. Persiapan sampel dibagi menjadi dua yaitu sampel selulosa dan sampel air limbah. Selulosa diambil dari slury bahan baku kertas, kemudian slury disaring untuk mendapatkan serat selulosanya saja. Kemudian selulosa yang didapatkan akan ditimbang sesuai dengan variasi Total Suspended Solid sebanyak 500 mg/L, 1000 mg/L, 1500 mg/L, 2000 mg/L, 2500 mg/L, 3000 mg/L, 3500 mg/L, 4000 mg/L, dengan menggunakan rumus perhitungan sebagai berikut:

$$Berat\ serat(mg) = \frac{Target\ TSS}{10^3} \times Volume\ jartest... (1)$$

Kemudian air limbah akan diambil dari unit pengolahan air limbah sebelum ditambahkan bahan kimia proses. Kemudian air limbah akan dilakukan pengujian karakteristik seperti COD, warna, pH, TSS, *turbidity*. Kemudian air limbah akan disaring dan dipisahkan dari padatannya. Air limbah tersebut kemudian akan ditambahkan dengan pewarna berwarna saffron sampai mendapatkan nilai warna 4000 PtCo. Kemudian air limbah dan selulosa akan dicampurkan sesuai dengan variasi TSS yang telah ditentukan untuk kemudian dilakukan *jartest*.

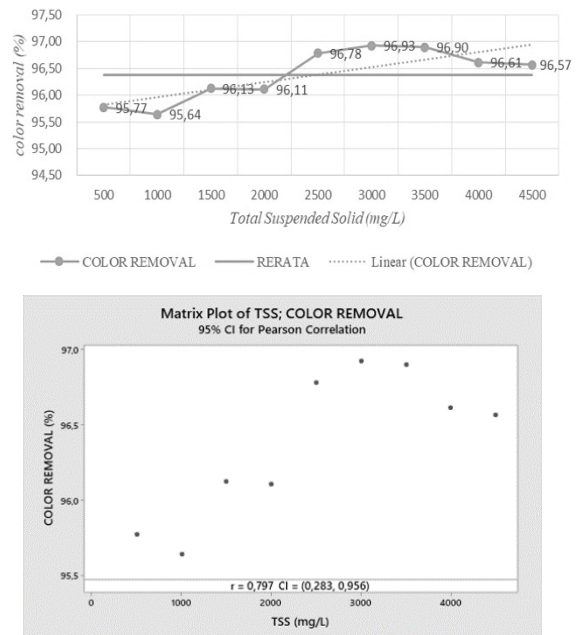
Hasil penelitian kemudian akan dilakukan uji korelasi dan output hasil penelitian akan dibandingkan dengan standar baku mutu kesehatan lingkungan untuk media air untuk keperluan hygiene dan sanitasi berdasarkan

Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2017.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tahap 1

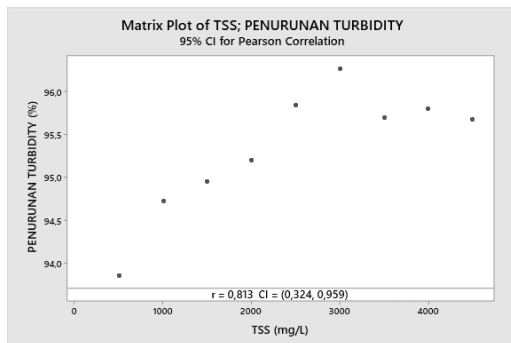
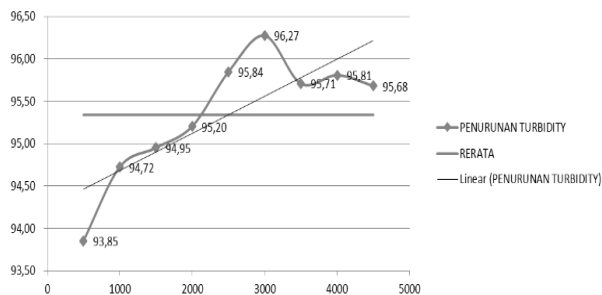
Dari data yang diambil kemudian diolah pada grafik didapatkan hasil bahwa nilai TSS yang paling optimal untuk menurunkan parameter warna adalah pada rentang 2500mg/L sampai dengan 3500 mg/L. Dari grafik tersebut juga dapat diketahui bahwa semakin tinggi nilai TSS maka *color removal* air limbah akan semakin tinggi, hal ini dikarenakan semakin banyak *suspend solid* didalam air maka warna akan terkoagulasi lebih baik sehingga *color removal* pun akan semakin meningkat. Selain itu hubungan antara variasi TSS dengan *color removal* dapat dilihat dari nilai korelasinya yang mencapai $r = 0,797$. nilai tersebut menunjukkan korelasi positif yang cukup baik dimana korelasi positif artinya semakin tinggi nilai variabel X (TSS) maka semakin tinggi juga variabel Y (*color removal*).



Gambar 1. Grafik Korelasi Konsentrasi TSS dengan *Color Removal*

Selain itu ditinjau dari nilai korelasi antara variasi TSS dengan penurunan turbidity menunjukkan hasil $r = 0,813$ yang menunjukkan nilai korelasi positif yang cukup baik dimana kenaikan nilai variabel X (TSS) maka nilai variabel Y juga akan meningkat (Dita,

2020). Nilai variasi TSS yang paling optimal dalam menurunkan nilai *turbidity* adalah pada TSS 3000 mg/L dengan nilai penurunan sebanyak 96,27. Sama seperti pada *color removal* penurunan *turbidity* juga mengalami titik jenuh, dimana setelah nilai variasi optimal di TSS 3000 mg/L terjadi penurunan nilai penurunan *turbidity* pada TSS 3500 mg/L dan seterusnya. Hal bisa terjadi proses koagulasi dan flokulasi tidak berjalan dengan optimal dikarenakan kelebihan atau kekurangan bahan kimia penunjang, sehingga memerlukan penyesuaian dosis untuk mencapai titik optimal.



Gambar 2. Grafik Korelasi Konsentrasi TSS dengan Penurunan Turbidity

Tahap 2

Optimasi dilakukan dengan target color removal yang paling optimal pada dosis existing yaitu pada TSS 3000 mg/L dengan target color removal 96,93%. Pada rentang optimal TSS 2500 mg/L - TSS 3500mg/L juga tidak dilakukan pengoptimasian karena telah dianggap optimal.

Proses optimasi dilakukan sebanyak 2 kali. Pada prosesnya dilakukan penambahan dosis DCA dan *fixing agent* secara bertahap naik dengan kelipatan 10 ppm. Dapat dilihat pada gambar grafik bahwa TSS 1000 mg/L, 1500 mg/L, 2000 mg/L, 4000 mg/L, dan

4500 mg/L memerlukan satu kali optimasi, sedangkan TSS 500 mg/L memerlukan 2 kali proses optimasi untuk mencapai hasil yang diinginkan. TSS 500 mg/L dilakukan 2 kali pengoptimasian dikarenakan pada optimasi pertama nilai *color removal* hanya mencapai sebanyak 96.68% sedangkan target *color removal* yang ditentukan adalah sebanyak 96.78% sehingga memerlukan pengoptimasian kembali dengan menambahkan menambahkan dosis DCA menjadi 50ppm dan *fixing agent* menjadi 90 ppm. Dari optimasi kedua itulah baru mendapatkan hasil nilai *color removal* 97.40%.

Tabel 1. Perbandingan Jumlah Dosis Bahan Kimia

CHEMICAL	Dosis Existing	Dosis Optimasi 1	Dosis Optimasi 2
Alum	50 ppm	50 ppm	50 ppm
Fixing Agent	70 ppm	80 ppm	90 ppm
DCA	30 ppm	40 ppm	50 ppm
Anionik	0,3 ppm	0,3 ppm	0,3 ppm

Sumber: Hasil Analisis, 2022

Tabel 2. Nilai Color Removal dan Target Nilai

TSS (mg/L)	COLOR REMOVAL (%)	TARGET NILAI (%)	APPROVE
EXISTING			
500	95,77	96,93	—
1000	95,64	96,93	—
1500	96,13	96,93	—
2000	96,11	96,93	—
2500	96,78	96,93	●
3000	96,93	96,93	●
3500	96,90	96,93	●
4000	96,61	96,93	—
OPTIMASI 1			
500	96,69	96,93	—
1000	97,09	96,93	●
1500	97,10	96,93	●
2000	97,12	96,93	●
4000	97,08	96,93	●
4500	97,20	96,93	●
OPTIMASI 2			
500	97,40	96,93	●

Keterangan:

- : Optimal
- : Belum optimal

Hasil Output *Turbidity* dan *Color* terhadap baku mutu air

Berdasarkan standar baku mutu kesehatan lingkungan untuk media air untuk keperluan hygiene dan sanitasi berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2017 dijabarkan bahwa standar kualitas air untuk parameter warna sebanyak 50 PtCo, sedangkan untuk parameter turbiditas sebanyak 25 NTU. Pada hasil penelitian kali ini output parameter warna masih belum masuk kedalam standar baku mutu air, sedangkan untuk parameter turbiditas semua variasi telah mencapai standar baku mutu air seperti pada tabel berikut.

Tabel 3. Nilai Output *Turbidity* dan *Color*

Dosis	TSS	Parameter		Approval	
		Color (Ptco)	Turbidity (NTU)	Color	Turbidity
Existing	500	176,4	24,4	—	●
	1000	182	20,95	—	●
	1500	161,6	20,05	—	●
	2000	162,4	19,05	—	●
	2500	134,2	16,5	—	●
	3000	128,2	14,8	—	●
	3500	129,4	17,05	—	●
	4000	141,4	16,65	—	●
	4500	143,2	17,15	—	●
Optimasi 1	500	143,4	12,2	—	●
	1000	126	11,1	—	●
	1500	125,4	12,1	—	●
	2000	124,4	12,65	—	●
Optimasi 2	4000	126,2	12,8	—	●
	4500	121	12,15	—	●
	500	112,4	12,85	—	●

Keterangan:

- : Optimal
- : Belum optimal

Hasil *color* yang belum mencapai titik optimal bisa terjadi karena variasi dosis belum mencukupi untuk menurunkan parameter warna sampai mencapai standar baku mutu air. Sehingga diperlukan penelitian lebih lanjut dengan target parameter warna sesuai dengan baku mutu air.

KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Jumlah *Total Suspended Solid* berpengaruh pada tingkat *color removal* pada pengolahan air limbah. Semakin tinggi nilai Total Suspended Solid maka nilai *color removal*nya juga semakin tinggi dengan nilai *color removal* hal ini dibuktikan dengan nilai korelasinya $r = 0,797$.
- Jumlah Total Suspended solid yang menghasilkan *color removal* paling optimal adalah pada konsentrasi TSS 3000 mg/L dengan *color removal* sebanyak 96,93%.
- Dosis DCA dan *fixing agent* yang dibutuhkan untuk meningkatkan *color removal* sampai mencapai target 96,93% adalah optimasi 1 dengan DCA 40ppm dan *fixing agent* 80ppm dan optimasi 2 dengan DCA 50ppm dan *fixing agent* 90ppm
- Output turbidity telah sesuai dengan peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2017 sebanyak 25 NTU, sedangkan output parameter warna masih belum masuk kedalam standar baku mutu air karena nilainya masih >50 PtCo

DAFTAR PUSTAKA

- Ali Murtopo Simbolon, Novalina Irnaning Handayani. 2021. *Sustainable Industry: Teknologi Pencegahan Pencemaran Industri*. Yogyakarta: ANDI.
- Butler, Erick Benjamis. 2007. "Electrochemical/Electrofloatation Process for Dye" Disertasi, Ohio.
- Cheremisinoff, Nicholas P. 2002. *Handbook of Water and Wastewater Treatment Technologies*. Butterworth-Haineman.
- Efbertias Sitorus, Eko Sutrisno, Rakhmad Armus, Kasta Gurning, Fitria Fatma, Luthfi Parinduri, Muhammad Chaerul, Ismail Marzuki, Yoga Priastomo. 2021. *Proses Pengolahan Limbah*. Yayasan Kita Menulis.
- Emriye Akcakoca Kumbasar, Aysegul Korlu. 2016. *Textile Wastewater Treatment*. InTech.
- Hasila, Ina Iryanty. 2021. "Upaya Mengurangi Penggunaan OCC (Old Corrugated Container) dengan Penambahan Deinking

- Sludge terhadap Physical Properties pada Medium Paper” Laporan Tugas Akhir, Bekasi.
- Jr, Edgar L Spruill. 1974. “Color Removal and Sludge Disposal Process for Kraft Mill Effluent” *Environmental Protection Technology Series* EPA - 660 /2-74-008.
- P.P. Kolhe, Dr. N.W. Ingole. 2020. “COLOUR Removal from Textile Industry Wastewater by.” *Journal of Water Resource Engineering & Pollution Studies* Volume 5 Issue 1.
- Purnama, Gilang. 2021. “Analisa Statistik Efektivitas Pengolahan Air Limbah dengan Activated Sludge pada Wastewater Treatment PT.XYZ” Laporan Tugas Akhir, Bekasi.
- Shore, Jhon. 2002. *Colorants and Auxiliaries vol 2*. West Yorkshire: the Society of Dyers and Colourists.
- Shore, John. 2002. *Colorants and auxiliaries vol 1*. West Yorkshire: the Society of Dyers and Colourists.
- Spellman, Frank R. 2008. *Handbook of Water and Wastewater Treatment Plant Operations*. New York: CRC Press.
- Sri Suhartini, Irnia Nurika. 2018. *Teknologi Pengolahan Limbah Agroindustri*. Malang: UB Press.
- Sunarsih, Lilis Endang. 2018. *Penanggulangan Limbah*. Yogyakarta: Deepublish