

Peran Kinerja Enzim *Endoglukanase* Dalam Mendegradasi Material Tersuspensi Pengolahan Air Limbah Di Industri Pulp Dan Kertas

Satria Wahyu Wibawa

Teknologi Pengolahan Pulp dan Kertas, Fakultas Vokasi,
Institut Teknologi Sains Bandung.
Jl. Ganesha Boulevard Lot-A1 CBD Kota Deltamas,
Cikarang Pusat, Kabupaten Bekasi
Email: Satriawahyuwibawa@gmail.com

Abstrak

Industri *pulp* dan kertas membutuhkan unit pengolahan limbah agar limbah dapat di buang ke lingkungan dengan aman. Permasalahan terbesar yang sering terjadi adalah terkait *Material Tersuspensi*. Pada penelitian ini, didapatkan bahwa limbah banyak menimbulkan masalah karena dari hasil penelitian, limbah memiliki nilai *Total Suspended Solid* (TSS) yang lebih tinggi dari pada standar inlet pada unit pengolahan limbah. Oleh karena itu, penelitian ini terfokus pada *Material Tersuspensi*. Parameter limbah yaitu COD, TSS, pH, dan Turbidity sebagai variabel terikat dalam penelitian ini. Penelitian dilakukan dengan analisa laboratorium perbandingan antara penambahan Koagulan sintesis yaitu PAC dan tidak menggunakan Koagulan tetapi digantikan dengan *Enzim Endoglukanase* kemudian dilanjutkan dengan proses aerasi selama 6 jam. Hasil penelitian, didapatkan bahwa limbah yang menggunakan koagulan nilainya lebih tinggi daripada yang menggunakan *Enzim Endoglukanase*, dengan penambahan Enzim *Endoglukanase* dapat menurunkan nilai *COD* sebesar 90-100 %, TSS sebesar 97-100 % , Nilai yang dihasilkan sudah sesuai dengan standar baku mutu pemerintah.

Kata kunci : *Material Tersuspensi* , *Total Suspended Solid* , *Enzim Endoglukanase*

Abstract

Pulp and paper industry needs a waste treatment unit so that waste can be safely disposed of in the environment. The biggest problem that often occurs is related to Suspended Materials. In this research, it was found that the waste caused many problems because from the results of the study, the waste has a Total Suspended Solid (TSS) value that higher than the standard inlet in the waste treatment unit. Therefore, this research is focused on Suspended Materials. Waste parameters namely COD, TSS, pH, and Turbidity as dependent variables in this study. The study was conducted with a comparative laboratory analysis between the addition of synthetic coagulants namely PAC and not using coagulants but replaced with endoglucitase enzymes then continued with the aeration process for 6 hours. The results of the research, it was found that the waste using coagulant value is higher than that which uses the Enzyme Endoglucase, with the addition of the Enzyme Endoglucase can reduce the COD value by 90-100%, TSS by 97-100%, the value generated is in accordance with government quality standards .

Keywords: *Suspended Material* , *Total Suspended Solid* , *Enzim Endoglukanase*

1. Pendahuluan

Perkembangan industri di Indonesia berkembang sangat pesat. Salah satunya adalah Industri Kertas. Industri Kertas merupakan salah satu industri di Indonesia yang berkembang pesat pada produk yang dihasilkan secara kualitas maupun kuantitas untuk memenuhi kebutuhan kertas dalam negeri dan kebutuhan ekspor. Saat ini, industri kertas sudah mampu mengembangkan produk sesuai dengan kondisi dan kebutuhan masyarakat Indonesia. Dapat terlihat dari keberagaman produk yang dihasilkan.

Selain menghasilkan produk sebagai tujuan akhir dari proses produksi, Industri kertas juga menghasilkan limbah sebagai sisa proses produksi. Limbah Industri kertas terdiri dari tiga fase yaitu fase cair, padat dan gas. Industri kertas menggunakan energi dan air dalam jumlah besar dalam produksinya (Pokhrel & Viraraghavan, 2004). Air merupakan sumber bahan baku utama dalam industri pulp dan kertas. Penggunaan air dalam proses produksi pulp dan kertas dapat mencapai ratusan hingga ribuan m³. Industri kertas juga menggunakan bahan baku dan bahan kimia pendukung proses produksi yang masih mengandung logam yang tinggi serta mengandung senyawa organik dan non-organik yang berbahaya bagi kehidupan biota dalam air, dapat mengendap ke dasar perairan serta mengganggu keseimbangan dan kelestarian kehidupan perairan.

Dalam menjalankan proses produksinya perusahaan ini menghasilkan limbah dengan kadar pencemaran yang masih diatas ambang batas buangan limbah industri pulp dan kertas karena penggunaan bahan kimia. Bahan pencemar yang terdapat dalam limbah cair pulp dan kertas adalah sisa bahan kimia yang dipakai

pada proses pulping. sekitar 60 % dikeluarkan sebagai limbah bahan organik terlarut atau air limbah (Fiedler et al. 1990).

Oleh karena itu, industri membutuhkan Unit Pengolahan Limbah (UPL) untuk mengolah hasil sisa proses produksi. Secara umum, proses pengolahan air limbah terdiri dari tiga proses, yaitu proses kimia, fisika dan biologi. Proses fisika dilakukan untuk memisahkan kotoran-kotoran yang memiliki berat jenis yang tinggi seperti, plastik, kawat, pasir, dll. sebelum masuk ke pengolahan limbah. Proses kimia dilakukan dengan penambahan bahan kimia koagulan dan flokulan untuk mendapatkan pengendapan yang optimal. Serta pengolahan biologi yang menggunakan mikroorganisme dalam pengolahan limbahnya. (Anna dan Malta. 1994)

Salah satu system IPAL yang telah banyak digunakan pada beberapa pengolahan limbah adalah IPAL menggunakan Enzim . untuk mengoptimalkan operasi pada limbah tersebut . Aplikasi Enzim saat ini masih dalam skala laboratorium hanya beberapa diterapkan lebih lanjut sampai skala industri. Beberapa keterbatasan untuk aplikasi lebih lanjut terkait dengan aspek teknis adalah keterbatasan produk enzim yang ada di pasar khususnya karakteristik enzim yang sesuai untuk industry pulp dan kertas serta keterbatasan dari aspek ekonomi . Namun di satu sisi , teknologi ini juga diketahui memiliki beberapa kelebihan seperti dapat mengurangi penggunaan energi , mengurangi atau substitusi bahan kimia dan lebih ramah lingkungan . (septiningrum. 2017) Dalam Proses fisika mempunyai peran untuk *Mendegradasi material tersuspensi* .

Material tersuspensi merupakan hal yang menjadi parameter suatu limbah yang nantinya akan dijadikan tolak ukur limbah. Fokus yang

saya ambil di sini ada pada penurunan nilai COD , TSS , Turbidity dan Pertumbuhan Mikroorganisme yang mana hal tersebut menjadi point penting pada pengolahan limbah . yang nantinya ketika limbah dibuang nilai nya sudah sesuai dengan standar yang telah ditentukan.

Pada PT Indah Kiat Pulp and Paper Serang Mill masalah *Material Tersuspensi* ini sering terjadi, diantaranya karena konsentrasi limbah yang masuk dari proses produksi memiliki PH yang fluktuatif serta nilai *suspended solid* yang tinggi. Oleh karena itu, berdasarkan latar belakang diatas penulis melakukan penelitian tentang “Peran Kinerja Enzim Endoglukunase Dalam Mendegradasi *Material Tersuspensi* Pengolahan Air Limbah Di Industri Pulp dan Kertas”

2. Bahan dan Metode

2..1 Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan pada penelitian ini diantaranya Air Limbah Pumping Pit, Air RAS (Recycle Activated Sludge), Enzim Endoglukunase. Sedangkan peralatan yang digunakan diantaranya Alat jar test, Gelas Beaker 1000 ml, Gelas ukur 1000ml, Gelas ukur 100 ml, Labu Erlenmeyer 100ml, Pipet volume 10 ml, Pipet volume 5 ml, Pipet volume 2ml, Termometer, Oven, Aerator, Spectrophotometer, Spatula, Batang pengaduk, pH meter, Reaktor COD, Tabung Reaksi.

2..2 Metode

Tahap pertama pada penelitian ini yaitu tahap persiapan. Pada tahap ini dilakukan persiapan dan pengecekan dari alat penelitian dan alat uji yang akan digunakan. Kemudian persiapan bahan baku yaitu pengambilan sampel limbah *Recycle Activated Sludge* (RAS) dan pengambilan Air Limbah Pumping Pit.

Selanjutnya dilakukan persiapan penggunaan enzim. Terakhir, persiapan bahan kimia.

Tahap kedua yaitu pelaksanaan, pada tahap ini dilakukan 3 percobaan. Percobaan yang pertama yaitu menganalisa Limbah RAS (Recycle Activated Sludge) caranya mengambil Sampel limbah RAS sebanyak 5 liter kemudian tuangkan sampel limbah RAS untuk dilakukan pengecekan awal sebanyak 200 ml kedalam gelas beker 1000 ml lalu uji parameter meliputi TSS , COD , pH , Turbidity. Percobaan yang kedua menganalisa Air Limbah Pumping Pit caranya mengambil Sampel limbah RAS sebanyak 25 liter kemudian tuangkan sampel Air Limbah Pumping Pit untuk dilakukan pengecekan awal sebanyak 800 ml kedalam gelas beker 1000 ml lalu uji parameter meliputi TSS , COD , pH , Turbidity. Percobaan yang ketiga menganalisa Peran Kinerja Enzim Endoglukunase terhadap pengolahan Limbah caranya mengambil sampel air limbah pumping pit sebanyak 900 ml dengan ditambahkan 100 ml limbah RAS lakukan aerasi dengan pemanasan sampai dengan 40° C, Tambahkan Enzim 100 PPM (0,1 ml), lakukan aerasi selama 6 Jam setelah itu Check Parameter setiap 1 jam Sekali meliputi COD , TSS , pH , Turbidity kemudian lakukan secara berulang dengan variasi suhu dan dosis yang telah ditentukan

Tahap terakhir yaitu pengujian. pada penelitian ini dilakukan pengujian beberapa parameter yaitu pengujian COD, pH, TSS, dan *Turbidity*

3. Hasil dan Pembahasan

Data Uji TSS(Total Suspended Solid)

Total Suspended Solid (TSS) yaitu jumlah berat zat yang tersuspensi dalam volume tertentu di dalam air yang dinyatakan dengan mg/l (Djasio 1984). Semakin kecil penurunan

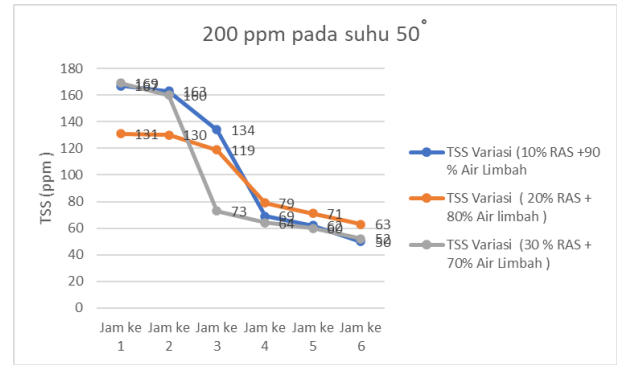
nilai TSS pada pengolahan limbah, menunjukkan proses degradasi bahan organik juga semakin kecil. Hasil data uji TSS sebagai berikut.

Tabel 1 Data Uji TSS Pada Temperatur 50°C di 200 ppm

Pengecekan Jam Ke	TSS Variasi (10% RAS +90 % Air Limbah)	TSS Variasi (20% RAS + 80% Air limbah)	TSS Variasi (30 % RAS + 70% Air Limbah)
Jam ke 1	167	131	169
Jam ke 2	163	130	160
Jam ke 3	134	119	73
Jam ke 4	69	79	64
Jam ke 5	62	71	60
Jam ke 6	50	63	52

Hasil Pengujian TSS(Total Suspended Solid)

Dari Gambar 1 disajikan grafik penambahan Enzim Endoglukanase 100 ppm untuk mendegradasi Total Suspended Solid . Pada penambahan enzim Endoglukanase 200 ppm didapatkan hasil uji yang sangat baik , pada 200 ppm didapatkan hasil yang terbilang sangat signifikan karena dapat dibuktikan dengan penurunan dari pengujian jam ke-1 sampai jam ke-6 didapatkan nilai Total Suspended Solid yang rendah dan pada pengujian jam ke-5 sampai jam ke-6 didapatkan hasil yang stagnan setelah dilakukan proses aerasi selama 6 jam . Pada variasi 30% RAS + 70% air limbah dari mulai pengujian jam ke-2 sampai dengan jam ke-3 didapatkan degradasi nilai TSS yang sangat signifikan dari mulanya 160 ppm turun menjadi 73 ppm.



Gambar 1. Grafik nilai Total Suspended Solid dengan penambahan Enzim Endoglukanase 200 ppm pada suhu 50° C

Berdasarkan Gambar 1 disimpulkan bahwa kerja enzim sangat maksimal pada pengujian di suhu 50° C dan dengan penambahan 200 ppm dapat dibuktikan dengan 3 sample variasi tersebut yang mana dari hasil pengujian Total Suspended Solid sudah terdegradasi dengan baik karena turunnya nilai TSS hingga nilainya kurang dari 200 ppm

Data Uji pH (Power of Hydrogen)

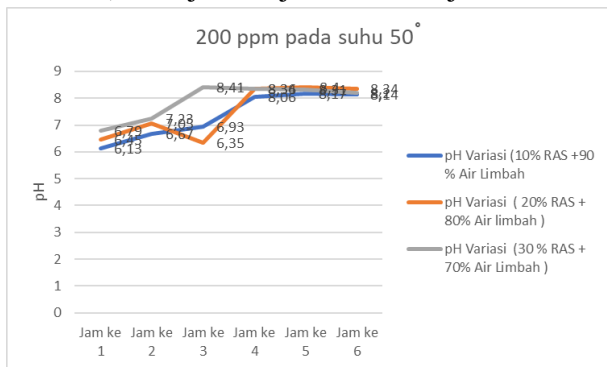
Derajat keasaman atau pH merupakan nilai yang menunjukkan aktivitas ion hidrogen dalam air. Nilai pH suatu perairan dapat mencerminkan keseimbangan antar asam dan basa dalam perairan tersebut. Nilai pH berkisar antara 1-14. Nilai pH dipengaruhi oleh beberapa parameter, antara lain aktivitas biologi, suhu, kandungan oksigen dan ion-ion. (Nugraheni, Sudarno and Hadiwidodo 2014). Hasil data uji pH sebagai berikut.

Tabel 2 Data Uji pH Pada Temperature 50° C di 200 ppm

Pengecekan Jam Ke	pH Variasi (10% RAS +90 % Air Limbah)	pH Variasi (20% RAS + 80% Air limbah)	pH Variasi (30 % RAS + 70% Air Limbah)
Jam ke 1	6,13	6,45	6,79
Jam ke 2	6,67	7,05	7,23
Jam ke 3	6,93	6,35	8,41
Jam ke 4	8,06	8,36	8,34
Jam ke 5	8,17	8,40	8,31
Jam ke 6	8,14	8,34	8,20

Hasil Pengujian pH (Power of Hydrogen)

Dari Gambar 2 disajikan grafik penambahan Enzim Endoglukanase 200 ppm untuk mendegradasi pH. Pada penambahan enzim Endoglukanase 200 ppm didapatkan hasil uji yang baik , karena didapatkan nilai akhir yang lterbilang normal (berada pada batas standar) . Dibuktikan juga dengan variasi 1 (10% RAS + 90% air limbah) , variasi 2 (20%RAS + 80% air limbah) dan variasi 3 (30% RAS + 70% air limbah) ditunjukkan jam ke-5 dan jam ke-6 .



Gambar 2. Grafik nilai pH dengan penambahan Enzim Endoglukanase 200 ppm pada suhu 50° C

Berdasarkan Gambar 2 disimpulkan bahwa kerja enzim cukup maksimal pada pengujian di suhu 50° C dan dengan penambahan 200 ppm dapat dibuktikan dengan 3 sample tersebut yang mana dari hasil pengujian pH didapatkan hasil yang relative normal .

Data Uji Chemical Oxygen Demand (COD)

Parameter lain yang juga dapat digunakan sebagai penduga pencemaran limbah organik adalah COD. Nilai COD menggambarkan total oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan organik secara kimiawi, baik yang dapat didegradasi secara biologi (biodegradable) maupun yang sukadidegradasi (nonbiodegradable) menjadi CO2 dan H2O. (Kasam 2005) Hasil data uji COD sebagai berikut.

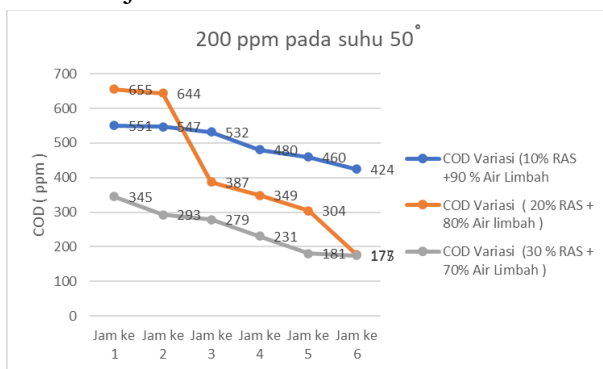
Tabel 3 Data Uji COD Pada Temperature 50° C di 200 ppm

Pengecekan Jam Ke	COD Variasi (10% RAS +90 % Air Limbah)	COD Variasi (20% RAS + 80% Air limbah)	COD Variasi (30 % RAS + 70% Air Limbah)
Jam ke 1	551	655	345
Jam ke 2	547	644	293
Jam ke 3	532	387	279
Jam ke 4	480	349	231
Jam ke 5	460	304	181
Jam ke 6	424	177	175

Hasil Pengujian Chemical Oxygen Demand (COD)

Dari Gambar 3 disajikan grafik penambahan Enzim Endoglukanase 200 ppm untuk mendegradasi COD. Pada penambahan enzim Endoglukanase 200 ppm didapatkan hasil uji yang sangat baik , karena didapatkan

nilai akhir yang kurang dari batas normal atau sebesar 175 mg/L . Menurut PERMEN LH No. 5 /MENKLH/5/2014, standar baku mutu COD limbah cair industri pulp dan kertas yaitu sebesar 250 mg/L untuk pabrik kertas. Pada pengujian jam ke-5 sampai jam ke-6 didapatkan hasil yang stagnan setelah dilakukan proses aerasi selama 6 jam . Dibuktikan juga dengan variasi 1 (10% RAS + 90% air limbah) , variasi 2 (20%RAS + 80% air limbah) dan variasi 3 (30% RAS + 70% air limbah) ditunjukkan jam ke-5 dan jam ke-6 .



Gambar 3. Grafik nilai COD dengan penambahan Enzim Endoglukanase 200 ppm pada suhu 50°

Dari Gambar 3 disimpulkan bahwa kerja enzim sangat maksimal atau sudah bisa terdegradasi pada pengujian di suhu 50° C dan dengan penambahan 200 ppm walaupun pada variasi 1 (10% RAS + 90% Air limbah) angkanya masih terbilang tinggi. (diatas batas normal) .

Data Uji Turbidity

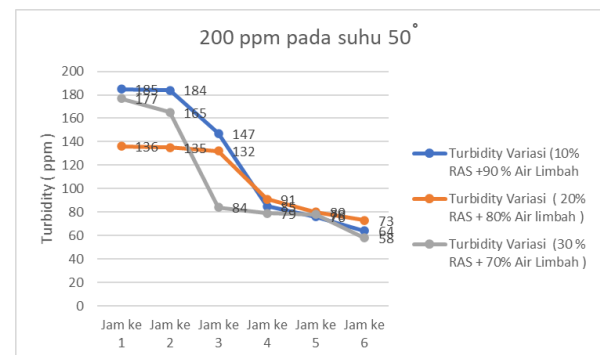
Kekeruhan/ *Turbidity* merupakan parameter yang harus selalu diukur untuk mengetahui efektivitas proses koagulasiflokulasi. (Hendrawati 2007) Hasil data uji *Turbidity* sebagai berikut.

Tabel 4 Data Uji Turbidity Pada Temperature 50° C di 200 ppm

Pengecekan Jam Ke	Turbidity Variasi (10% RAS +90 % Air Limbah	Turbidity Variasi (20% RAS + 80% Air limbah)	Turbidity Variasi (30 % RAS + 70% Air Limbah)
Jam ke 1	270	156	180
Jam ke 2	250	154	169
Jam ke 3	243	145	158
Jam ke 4	210	143	147
Jam ke 5	189	140	129
Jam ke 6	170	137	119

Hasil Pengujian *Turbidity*

Dari Gambar 4 disajikan grafik penambahan Enzim Endoglukanase 200 ppm untuk mendegradasi *Turbidity*. Pada penambahan enzim Endoglukanase 200 ppm didapatkan hasil uji yang sangat baik . , karena didapatkan nilai akhir rendah atau dibawah 200. Pada pengujian jam ke-5 sampai jam ke-6 didapatkan hasil yang stagnan setelah dilakukan proses aerasi selama 6 jam . Dibuktikan juga dengan variasi 1 (10% RAS + 90% air limbah) , variasi 2 (20%RAS + 80% air limbah) dan variasi 3 (30% RAS + 70% air limbah) ditunjukkan jam ke-5 dan jam ke-6 .



Gambar 4. Grafik nilai Turbidity dengan penambahan Enzim Endoglukanase 200 ppm pada suhu 50°

Dari Gambar 4 disimpulkan bahwa kerja enzim sangat baik pada pengujian di suhu 50° C dan dengan penambahan enzim sebesar 200 ppm karena didapatkan nilai akhir dari pengujian yang cukup rendah apabila dibandingkan dengan pengujian sebelumnya ataupun jika dibandingkan dengan pengujian sebelum dilakukannya aerasi dan dilakukan penambahan enzim.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pembahasan, dapat disimpulkan dengan penggunaan proses aerasi dengan ditambahkan Enzim Endoglukanase sudah dapat menurunkan nilai TSS, pH, COD, Turbidity secara signifikan. Penggunaan Variasi dari suhu dan juga dosis pada proses pengolahan Air Limbah dengan menggunakan Enzim Endoglukanase mempengaruhi nilai TSS, pH, COD dan Turbidity, terbukti pada saat pengujian sebelum menggunakan enzim dan dilakukan Variasi angka dari ke-empat parameter tersebut menunjukkan nilai yang tinggi. dan didapatkan hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai TSS, pH, COD, Turbidity sudah memenuhi standar Permen LH. Berdasarkan penelitian didapatkan hasil optimum dari penggunaan Enzim Endoglukanase dalam pengolahan air limbah industri sebesar 200 ppm pada Variasi suhu 50° C. Hasil pengujian didapatkan hasil pada Jam ke-5 dan Jam ke-6 dengan nilai yang stagnan, hal tersebut dikarenakan bakteri yang terdapat pada Recycle Activated Sludge sudah tidak bekerja dengan baik dalam mengolah limbah tersebut.

5. Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terimakasih kepada ibu Nurul Ajeng Susilo yang telah meluangkan waktu untuk meriview laporan ini agar tersusun dengan baik dan juga *staff* dari PT Indah Kiat Pulp and Paper Serang Mill yang telah membantu berlangsungnya penelitian ini.

6. Daftar Pustaka

- Djasio, S. 1984. "Pedoman Bidang Studi Penyediaan Air Bersih." *Jakarta: Depkes RI* 82-83.
- Hendrawati, dkk. 2007. "Penetapan Dosis Koagulan dan Flokulan Pada Proses Penjernihan Air Untuk Industri." *Jakarta: UIN Syarif Hidayatullah*.
- Kasam, dkk. 2005. "Penurunan COD (Chemical Oxygen Demand) dalam Limbah Cair Laboratorium menggunakan Filter Karbon Aktif Arang Tempurung." *Kelapa. Yogyakarta: UII*.
- Nugraheni, Dessy Tri, Sudarno, and Mochtar Hadiwidodo. 2014. "Cangkang Udang Sebagai Biokoagulan Untuk Penyisihan Turbidity, Tss, Bod, Dan Cod Pada Pengolahan Air Limbah Farmasi Pt. Phapros Tbk, Semarang." *Dosen Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro*.