

**PENGARUH PENAMBAHAN ENZIM XILANASE TERHADAP PROSES
*ELEMENTAL CHLORINE FREE (ECF) BLEACHING***

TUGAS AKHIR

TONI SUTRISNA

012.16.028



**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI PENGOLAHAN PULP DAN KERTAS
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI DAN SAINS BANDUNG
KOTA DELTAMAS
AGUSTUS 2020**

**PENGARUH PENAMBAHAN ENZIM XILANASE TERHADAP PROSES
*ELEMENTAL CHLORINE FREE (ECF) BLEACHING***

TUGAS AKHIR

TONI SUTRISNA

012.16.028

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Mendapatkan
Gelar Sarjana Terapan
Pada Program Studi Teknologi Pengolahan Pulp dan Kertas



**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI PENGOLAHAN PULP DAN KERTAS
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI DAN SAINS BANDUNG
KOTA DELTAMAS
AGUSTUS 2020**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber yang dikutip maupun dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar.**

Nama : Toni Sutrisna

NIM : 012.16.028

Tanda Tangan :

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Toni Sutrisna', written over a horizontal line.

Tanggal : 18 Agustus 2020

**PENGARUH PENAMBAHAN ENZIM XILANASE TERHADAP PROSES
*ELEMENTAL CHLORINE FREE (ECF) BLEACHING***

TUGAS AKHIR

TONI SUTRISNA

012.16.028

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan
Gelar Sarjana Terapan
Pada Program Studi Teknologi Pengolahan Pulp dan Kertas

Menyetujui,

Kota Deltamas, 18 Agustus 2020

Dosen Pembimbing 1



Gina Mulia, S.Si.,M.Si.

NIDN. 0420109002

Dosen Pembimbing 2



Dr. Ir. Trismilah, M.Si.

NIP. 195505141983122001

Mengetahui,

a.n Ketua Program Studi

Teknologi Pengolahan Pulp dan Kertas



Ni Njoman Manik Susantini, S.T.,M.T.

NIDN. 0408096804

KATA PENGANTAR

Puji Syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah memberikan berkat dan rahmat-Nya kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini. Sholawat serta salam semoga selalu tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW. Laporan Tugas Akhir yang berjudul “Pengaruh Penambahan Enzim Xilanase Terhadap Proses *Elemental Chlorine Free (ECF) Bleaching*”. Penulis dibantu dari berbagai pihak berupa bimbingan, dukungan dalam menyelesaikan tugas akhir. Oleh karena itu dalam kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih kepada :

1. Allah SWT atas segala rahmat yang diberikan selama melaksanakan kerja praktik dan penyusunan laporan.
2. Kedua orang tua yang selalu memberikan doa dan dukungan kepada penulis.
3. Bapak Prof. Dr. Ir. Ari Darmawan Pasek, M.Sc. selaku Rektor Institut Teknologi Sains Bandung
4. Bapak Abdul Halim, S.T.,M.T.,Ph.D. selaku kepala program studi Teknologi Pengolahan Pulp dan Kertas
5. Ibu Ni Njoman Manik Susantini, S.T.,M.T. selaku dosen wali sekaligus sekretaris program Studi Teknologi Pengolahan Pulp dan Kertas
6. Ibu Gina Maulia, S.Si.,M.Si. selaku dosen pembimbing satu yang telah banyak meluangkan waktu, memberikan pengarahan, dan bimbingan selama melakukan tugas akhir.
7. Ibu Dr. Ir.Trismilah, M.Si. selaku dosen pembimbing dua yang telah banyak meluangkan waktu, memberikan pengarahan dan bimbingan selama melakukan tugas akhir.
8. Bapak Jing Ruigang, selaku *Division Head* dan *Section Head QAP* yang telah mengizinkan penulis melakukan magang di Departemen QAP.

9. Bapak Ivan Widarko, S.Si. selaku *supervisor physical pulp* sekaligus mentor yang selalu memberi nasihat, saran, arahan serta bimbingan kepada penulis.
10. Bapak Indra Gunawan selaku HRD sekaligus *Training Officer* yang telah banyak membantu penulis.
11. Kakak Arighi, Emilda Oktarina, Ahmad Febriansyah selaku *technician pulp physical* yang selalu memberi *support* dan membantu penulis selama di laboratorium.
12. Kedua sahabat Saya yaitu Alm. Muhammad Sobri dan Leonardo yang selalu memberikan Do'a dan *support* kepada penulis dalam pelaksanaan tugas akhir.
13. *Scholarship* OPKM 2016 yang selalu memberikan dukungan dan membantu dalam pelaksanaan tugas akhir ini.
14. Teman - teman program Studi Teknologi Pengolahan Pulp dan Kertas Institut Teknologi Sains Bandung, khususnya angkatan 2016.

Dalam penulisan tugas akhir ini, penulis sadar bahwa masih terdapat banyak kekurangan, dalam segala hal sehingga masih diperlukan perbaikan. kritik, dan saran yang membangun kepada penulis, diharapkan dari pembaca agar laporan tugas akhir ini menjadi lebih baik. Semoga laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis dan pembaca sebagai penambah ilmu pengetahuan serta wawasan.

Kota Deltamas, 18 Agustus 2020

Penulis

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Institut Teknologi dan Sains Bandung, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Toni Sutrisna

NIM. : 012.16.028

Program Studi : Teknologi Pengolahan Pulp dan Kertas

Fakultas : Fakultas Vokasi

Jenis karya : Tugas Akhir

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Institut Teknologi dan Sains Bandung, **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*NonexclusiveRoyalty-Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

**PENGARUH PENAMBAHAN ENZIM XILANASE TERHADAP PROSES
ELEMENTAL CHLORINE FREE (ECF) BLEACHING**

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini, Institut Teknologi dan Sains Bandung berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Kota Deltamas

Pada tanggal : 18 Agustus 2020

Yang menyatakan



(Toni Sutrisna)

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMBUNG	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
LEMBAR PENGESAHAN	iv
KATA PENGANTAR	v
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	vi
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.1.1 Waktu dan Tempat Penelitian	3
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Hipotesis	4
1.6 Ruang Lingkup Penelitian	4
1.7 Sistematika Penulisan	5
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Proses <i>Bleaching</i>	7
2.1.1 Sistem Pemutihan <i>Kraft</i>	8
2.1.2 Bahan Kimia Pemutih	10
2.2 Parameter Proses <i>Bleaching</i>	13
2.2.1 Bilangan kappa	13
2.2.2 <i>Viscositas</i>	13
2.2.3 <i>Brightness</i>	13
2.3 Masalah Yang Timbul Akibat Dari Proses <i>Bleaching</i>	14
2.4 Proses <i>Prebleaching</i> dengan Menggunakan Enzim Xilanase	15
2.4.1 Mekanisme Kerja Enzim Xilanase	16
2.4.2 Aplikasi Enzim Xilanase pada Proses <i>Prebleaching</i>	18
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	21
3.1 Metodologi Pengumpulan Data	21
3.2 Alat dan Bahan yang Digunakan	21
3.3 Rancangan Penelitian	22

3.3.1	Variabel Penelitian.....	22
3.3.2	Diagram Alir Penelitian.....	24
3.3.3	Deskripsi Proses Penelitian.....	25
3.3.3.1	Tahap Persiapan.....	25
3.3.3.2	Tahap Pelaksanaan	25
3.3.3.3	Tahap Pengujian	31
BAB 4	HASIL DAN PEMBAHASAN	40
4.1	Hasil Penelitian	40
4.1.1	Hasil <i>Prebleaching</i> Dengan Enzim Xilanase	40
4.1.2	Data Perhitungan Penggunaan ClO_2 Tahap D_0	41
4.1.3	Data <i>Bleaching</i> D_0 stage	41
4.1.4	Data <i>Bleaching</i> EOP Stage dengan NaOH dan H_2O_2	42
4.1.5	Data <i>Bleaching</i> D_1 Stage dengan ClO_2 dan NaOH.....	42
4.1.6	Data Pengaruh Enzim Xilanase Terhadap Zat Ekstraktif <i>Pulp</i> Putih	43
4.1.7	Data Pengaruh Enzim Xilanase Terhadap Sifat Fisik Lembaran Kertas.....	43
4.2	Pembahasan	43
4.2.1	<i>Prebleaching</i> dengan Enzim Xilanase	44
4.2.1.1	Pengaruh Enzim Xilanase Terhadap Bilangan Kappa	44
4.2.1.2	Pengaruh Enzim Xilanase Terhadap Viskositas	46
4.2.1.3	Pengaruh Enzim Xilanase Terhadap <i>Brightness</i>	46
4.2.2	<i>Bleaching</i> Tahap D_0 menggunakan ClO_2	47
4.2.2.1	Pengaruh ClO_2 Terhadap Bilangan Kappa Tahap D_0	47
4.2.2.2	Pengaruh ClO_2 Terhadap Viskositas Tahap D_0	48
4.2.2.3	Pengaruh ClO_2 Terhadap <i>Brightness</i> Tahap D_0	49
4.2.3	<i>Bleaching</i> Tahap EOP menggunakan NaOH dan H_2O_2	50
4.2.3.1	Pengaruh NaOH dan H_2O_2 Terhadap Viskositas Tahap EOP	51
4.2.3.2	Pengaruh NaOH dan H_2O_2 Terhadap <i>Brightness</i> Tahap EOP	51
4.2.4	<i>Bleaching</i> Tahap D_1 menggunakan ClO_2 dan NaOH.....	52
4.2.4.1	Pengaruh ClO_2 dan NaOH Terhadap Viskositas Tahap D_1	52
4.2.4.2	Pengaruh ClO_2 dan NaOH Terhadap <i>Brightness</i> Tahap D_1	54
4.2.5	Pengaruh Enzim Xilanase Terhadap Zat Ekstraktif <i>Pulp</i> Putih.....	55
4.2.6	Pengaruh Enzim Xilanase Terhadap Sifat Fisik Kertas.....	57
4.2.6.1	Pengaruh Enzim Xilanase Terhadap <i>Tensile</i> Indeks Kertas	57
4.2.6.2	Pengaruh Enzim Xilanase Terhadap <i>Burst</i> Indeks Kertas	58

4.2.6.3 Pengaruh Enzim Xilanase Terhadap <i>Tearing</i> Indeks Kertas	59
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	61
5.1 Kesimpulan.....	61
5.2 Saran.....	62
DAFTAR PUSTAKA	63

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Alat Dan Bahan Penelitian	21
Tabel 3.2	Variabel Penelitian	23
Tabel 3.3	Variasi Penelitian	23
Tabel 3.4	Contoh Kondisi Perlakuan <i>Pulp</i> dengan Enzim	26
Tabel 4.1	Data <i>Prebleaching</i> dengan Enzim Xilanase	40
Tabel 4.2	Data Konsumsi ClO ₂ Tahap D ₀ dalam Percobaan <i>Prebleaching</i>	41
Tabel 4.3	Data <i>Bleaching</i> D ₀ Stage	41
Tabel 4.4	Data <i>Bleaching</i> EOP Stage	42
Tabel 4.5	Data <i>Bleaching</i> D ₁ Stage	42
Tabel 4.6	Data Pengaruh Enzim Xilanase Terhadap Zat Ekstraktif <i>Pulp</i> Putih..	43
Tabel 4.7	Pengaruh Enzim Xilanase Terhadap Sifat Fisik Lembaran Kertas	43

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Posisi Pemecahan Ikatan Xilose-Xilose Dalam Rantai Xilan	17
Gambar 3.1	Diagram Alir Penelitian	24
Gambar 3.2	<i>Waterbath</i>	27
Gambar 4.1	Pengaruh Enzim Xilanase Terhadap Bilangan Kappa.....	44
Gambar 4.2	Pengaruh Enzim Xilanase Terhadap Viskositas	45
Gambar 4.3	Pengaruh Enzim Xilanase Terhadap <i>Brightness</i>	46
Gambar 4.4	Pengaruh ClO ₂ Terhadap Bilangan Kappa Tahap D ₀	47
Gambar 4.5	Pengaruh ClO ₂ Terhadap Nilai Viskositas Tahap D ₀	48
Gambar 4.6	Pengaruh ClO ₂ Terhadap Nilai <i>Brightness</i> Tahap D ₀	49
Gambar 4.7	Pengaruh NaOH Dan H ₂ O ₂ Terhadap Bilangan Kappa Tahap EOP.....	50
Gambar 4.8	Pengaruh NaOH Dan H ₂ O ₂ Terhadap Nilai Viskositas Tahap EOP.....	51
Gambar 4.9	Pengaruh ClO ₂ Dan NaOH Terhadap Viskositas Tahap D ₁	52
Gambar 4.10	Pengaruh ClO ₂ Dan Naoh Terhadap <i>Brightness</i> Tahap D ₁	54
Gambar 4.11	Pengaruh Xilanase Terhadap Zat Ekstraktif <i>Pulp</i> Putih	55
Gambar 4.12	Pengaruh Xilanase Terhadap <i>Tensile</i> Indeks Kertas	57
Gambar 4.13	Pengaruh Xilanase Terhadap <i>Burst</i> Indeks Kertas	58
Gambar 4.14	Pengaruh Xilanase Terhadap <i>Tearing</i> Indeks Kertas	59