

**PERAN ENZIM XILANASE SEBAGAI BIOKATALIS PROSES  
*REFINING* PADA KERTAS BEKAS**

**TUGAS AKHIR**

**AFI ALIF ADANI  
012.17.037**

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 SAINS BANDUNG  
KOTA DELTAMAS  
JUNI 2021**

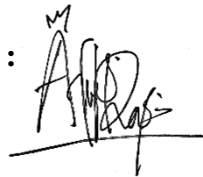
## HALAMAN PERNYATAAN ORISINILITAS

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

**Nama : Afi Alif Adani**

**NIM : 012.17.037**

**Tanda Tangan :**

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Afi Alif Adani', written over a horizontal line.

**Tanggal : Juni 2021**

**PERAN ENZIM XILANASE SEBAGAI BIOKATALIS PROSES  
REFINING PADA KERTAS BEKAS**

**TUGAS AKHIR**

**AFI ALIF ADANI  
012.17.037**

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

Menyetujui,  
Kota Deltamas, Juni 2021  
Dosen Pembimbing



**Nurul Ajeng Susilo, S.Si., M.T.**  
**NIK. 1990051620170354**

Mengetahui,  
Ketua Program Studi Teknologi Pengolahan Pulp dan Kertas



**Ni Njoman Manik S., S.T., M.T.**  
**NIK. 19680908201407442**

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat, hidayah, dan karunia –Nya kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan rangkaian Penelitian dan Laporan Tugas Akhir ini dengan penuh suka cita. Sholawat serta salam selalu tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW yang telah membimbing umatnya ke jalan yang terang dan berilmu.

Dalam proses penulisan Laporan Tugas Akhir ini, penulis banyak mendapatkan doa, bantuan, dukungan, dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada pengantar ini penulis ingin menyampaikan ucapan Terima Kasih sepenuh hati kepada :

1. Allah Subhanahu Wa Ta'ala , yang telah memberikan penulis kesehatan, kelimpahan berkah, dan kelancaran selama mengerjakan Tugas Akhir.
2. Ibu Nur Endang Setyowati dan Ayah Imam Wahyudi sebagai sosok orang tua hebat bagi penulis, Adik Hasna Khoirunnisa sebagai adik penulis, serta seluruh keluarga yang selalu memanjatkan do'a paling tulus, kasih sayang, dukungan, dan semangat yang tiada henti untuk penulis dalam mengerjakan Tugas Akhir ini hingga selesai.
3. Bapak Prof. Dr. Ir. Ari Darmawan Pasek, M.Sc. Selaku Rektor Institut Teknologi Sains Bandung.
4. Ibu Ni Njoman Manik Susantini, S.T., M.T. Selaku Ketua Program Studi Teknologi Pengolahan Pulp dan Kertas
5. Ibu Nurul Ajeng Susilo, S.Si., M.T. Selaku Sekretaris Program Studi Teknologi Pengolahan Pulp dan Kertas, Dosen Pengajar, serta Dosen Pembimbing Tugas Akhir penulis. Terima kasih atas do'a, dukungan, semangat, waktu, kesabaran, ilmu, dan tentunya pengarahan, masukkan, serta bimbingan yang selalu diberikan dengan tulus pada penulis.
6. Bapak Dr. Edwin Kristianto Sijabat selaku Dosen pengajar Program Studi Teknologi Pengolahan Pulp dan Kertas, yang telah membantu penulis dalam mendapatkan kelengkapan bahan-bahan penelitian Tugas Akhir.

7. Para Bapak dan Ibu Dosen Pengajar Program Studi Teknologi Pengolahan Pulp dan Kertas yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu. Terima kasih telah memberikan banyak ilmu yang sangat bermanfaat pada penulis.
8. Ibu Dr. Niknik Nurhayati selaku *Researcher* di BPPT (Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi), yang telah membantu penulis dalam mendapatkan bahan-bahan penelitian Tugas Akhir dan banyak membantu dalam proses pengerjaan Tugas Akhir serta memberikan banyak pengetahuan dan ilmu pada penulis.
9. Bapak Wisma dan Bapak Dominggus Ariza Mardanam selaku *Human Resources Departement* (HRD) yang telah membantu dan memberi izin pada penulis sehingga dapat melaksanakan penelitian Tugas Akhir di PT. Ekamas Fortuna.
10. Bapak Heri Susanto selaku pembimbing lapangan yang banyak memberikan ilmu dan pengetahuan baru bagi penulis.
11. Bapak Thomas Adamaris selaku pembimbing lapangan penulis yang banyak memberikan ilmu, pengetahuan, waktu, pendampingan, bimbingan, dan bantuan selama penelitian Tugas Akhir berlangsung.
12. Mbak Miftahul Jannah selaku karyawan PT. Ekamas Fortuna yang telah memberikan banyak ilmu serta dengan sabar membimbing dan membantu penulis selama penelitian Tugas Akhir.
13. Bapak Hans selaku Karyawan PT. Ekamas Fortuna yang telah membantu penulis dalam penelitian Tugas Akhir.
14. Bapak dan Ibu Karyawan dan Karyawati PT. Ekamas Fortuna yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu. Terima kasih telah memberikan banyak perhatian dan ilmu pada penulis selama penelitian Tugas Akhir.
15. Ajeng Ni'matul Hidayah, serta teman-teman seperjuangan TPP 2017 yang selalu saling mendo'akan, memberikan dukungan, semangat, bantuan, ilmu, pengetahuan, perhatian, dan kasih sayang pada penulis.
16. Sahabat, teman, dan rekan yang selalu memberikan do'a, semangat, dan dukungan pada penulis.

17. Sahabat 8cm yang selalu memberikan kebahagiaan dan keceriaan disela-sela waktu mengerjakan Tugas Akhir sehingga menjadi penyegaran bagi penulis.
18. Mas Dwi Ardiansyah yang selalu menjadi *supporter* di garis terdepan, yang senantiasa memberi do'a, dukungan, dan semangat dengan sepenuh hati pada penulis.
19. Keluarga Ikatan Mahasiswa Pulp dan Kertas yang selalu mendo'akan dan memberikan semangat pada penulis.
20. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu dan semesta yang telah ikut andil selama proses pengerjaan Tugas Akhir dari awal hingga akhir. Terima kasih atas segala bantuan, do'a, dan dukungannya.
21. *Last but not least, I wanna thank me, Diri saya sendiri Afi Alif Adani for believeing in me, for doing all this hard work, for having little days off, for never quitting, for just being me all the times, for always be grateful, and for be able to fight laziness.*

Dalam penulisan Tugas Akhir ini penulis sadar bahwa masih terdapat banyak kekurangan dan ketidak sempurnaan dalam segala aspeknya. Oleh karenanya segala kritik dan saran yang membangun serta perbaikan masih diperlukan. Semoga Laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis dan khususnya pembaca agar dapat dijadikan sarana penambah ilmu serta wawasan yang bermanfaat.

Kepanjen, Juli 2021

Penulis

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

Sebagai sivitas akademik Institut Teknologi Sains Bandung saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Afi Alif Adani

NIM : 012.17.037

Program Studi : Teknologi Pengolahan Pulp dan Kertas

Fakultas : Fakultas Vokasi

Jenis Karya : Tugas Akhir

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

“Peran Enzim Xilanase Sebagai Biokatalis Proses *Refining* Pada Kertas Bekas”

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Institut Teknologi Sains Bandung berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pengkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan 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 Kapanjen

Pada Tanggal : Juni 2021

Yang Menyatakan :

  
(Afi Alif Adani)

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINILITAS .....	ii
LEMBAR PENGESAHAN .....	iii
KATA PENGANTAR .....	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	vii
ABSTRAK .....	viii
<i>ABSTRACT</i> .....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xiv
<b>BAB I      PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1   Latar Belakang .....	1
1.1.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	3
1.2   Rumusan Masalah .....	4
1.3   Tujuan Penelitian .....	4
1.4   Manfaat Penelitian .....	4
1.5   Hipotesis .....	5
1.6   Ruang Lingkup .....	5
1.7   Sistematika Penulisan .....	6
<b>BAB II     TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>8</b>
2.1   Bahan Baku Kertas .....	8
2.1.1 Bahan Baku Serat .....	8
2.1.2 Bahan Baku Non Serat .....	11
2.2   Pengertian Kertas.....	11
2.3   Kertas Coklat ( <i>Brown Paper</i> ) .....	12
2.4   Kertas Medium .....	12
2.4.1 Sifat Fisik Kertas Medium .....	13
2.5   Proses Pembuatan Kertas.....	13
2.5.1 Penyediaan <i>Stock</i> ( <i>Stock Preparation</i> ) .....	13
2.5.2 Pangaturan Aliran ( <i>Approach Flow</i> ) .....	17
2.5.3 Mesin Kertas ( <i>Paper Machine</i> ) .....	17
2.5.4 Tahap Akhir ( <i>Finishing</i> ) .....	22
2.6 <i>Refining</i> (Penggilingan) .....	24
2.6.1 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Proses <i>Refining</i> ....	26
2.7 <i>Biorefining</i> .....	30
2.8   Enzim.....	31
2.9   Enzim Xilanase .....	35
2.10  Biokatalis .....	36
2.11  Pengujian Sifat Fisik Kertas .....	38
<b>BAB III    METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>40</b>
3.1   Metode Pengumpulan Data.....	40
3.2   Alat dan Bahan yang Digunakan .....	41



3.2.1	Alat-Alat Penelitian.....	41
3.2.2	Alat-Alat Pengujian.....	41
3.2.3	Bahan-Bahan Penelitian .....	42
3.2	Rancangan Penelitian.....	42
3.3.1	Variabel Penelitian .....	43
3.3.2	Diagram Alir Proses .....	44
3.3.3	Deskripsi Proses .....	45
3.3.3.1	Tahap Persiapan .....	45
3.3.3.2	Tahap Pelaksanaan .....	46
3.3.3.3	Tahap Pengujian.....	50
<b>BAB IV</b>	<b>HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>57</b>
4.1	Data Hasil Penelitian .....	57
4.2	Pembahasan Hasil Penelitian .....	59
4.2.1	Hasil Uji <i>Freeness</i> .....	59
4.2.1.1	Keadaan Serat Pada <i>Handsheets</i> Tiap Variasi Dosis Enzim Xilanase .....	61
4.2.2	Hasil Uji <i>Bursting Strength</i> .....	63
4.2.3	Hasil Uji <i>Tensile Strength</i> .....	66
4.2.4	Hasil Uji <i>Ring Crush</i> .....	69
<b>BAB V</b>	<b>PENUTUP .....</b>	<b>72</b>
5.1	Kesimpulan .....	72
5.2	Saran .....	73
	<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>74</b>
	<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>80</b>

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 3. 1</b> Daftar Alat-Alat Penelitain.....	41
<b>Tabel 3. 2</b> Daftar Alat-Alat Pengujian <i>Handsheet</i> .....	41
<b>Tabel 3. 3</b> Bahan-Bahan Penelitian .....	42
<b>Tabel 3. 4</b> Variabel Penelitian .....	43
<b>Tabel 3. 5</b> Variasi Dosis Enzim dan Waktu <i>Beating</i> .....	48
<b>Tabel 3. 6</b> Variasi Dosis Enzim dan Waktu <i>Beating</i> .....	49
<b>Tabel 4. 1</b> Variasi Enzim dan Waktu <i>Beating</i> .....	57
<b>Tabel 4. 2</b> Hasil Uji <i>Freeness</i> dari Komposisi Variasi yang Ada .....	58
<b>Tabel 4. 3</b> Nilai Hasil Uji Sifat Fisik Kertas .....	59
<b>Tabel 4. 4</b> Tabel Pengaruh Penambahan Enzim Xilanase dan Waktu <i>Beating</i> Terhadap Nilai <i>Freeness</i> .....	60
<b>Tabel 4. 5</b> Nilai Bursting Indeks terhadap Dosis Enzim, <i>Freeness</i> , dan Waktu <i>Beating</i> .....	64
<b>Tabel 4. 6</b> Nilai Tensile Indeks Terhadap Dosis Enzim, <i>Freeness</i> , dan Waktu <i>Beating</i> .....	67
<b>Tabel 4. 7</b> Nilai Ring Crush Faktor Terhadap Dosis Enzim, <i>Freeness</i> , dan Waktu <i>Beating</i> .....	69

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2. 1</b> <i>Hydra Pulper</i> .....	14
<b>Gambar 2. 2</b> <i>Cleaner</i> .....	15
<b>Gambar 2. 3</b> <i>Screen</i> .....	15
<b>Gambar 2. 4</b> <i>Refinier</i> .....	16
<b>Gambar 2. 5</b> <i>Paper Machine</i> .....	18
<b>Gambar 2. 6</b> <i>Forming Section</i> .....	18
<b>Gambar 2. 7</b> <i>Press Part</i> .....	19
<b>Gambar 2. 8</b> <i>Dryer Part</i> .....	19
<b>Gambar 2. 9</b> <i>Size Press</i> .....	20
<b>Gambar 2. 10</b> <i>Calender</i> .....	21
<b>Gambar 2. 11</b> <i>Reeling</i> .....	22
<b>Gambar 2. 12</b> Serat Saat Proses <i>Refining</i> .....	24
<b>Gambar 2. 13</b> Alat Uji <i>Freeness</i> .....	28
<b>Gambar 3. 1</b> Diagram Alir Proses .....	44
<b>Gambar 3. 2</b> Neraca Analitik.....	51
<b>Gambar 3. 3</b> <i>Caliper Tester</i> .....	52
<b>Gambar 3. 4</b> <i>Bursting Tester</i> .....	53
<b>Gambar 3. 5</b> <i>L&amp;W Crush Tester</i> .....	54
<b>Gambar 3.6</b> <i>Strip Punch</i> .....	54
<b>Gambar 3.7</b> Piringan.....	54
<b>Gambar 3. 8</b> <i>Tensile Strength Tester</i> .....	55
<b>Gambar 4. 1</b> Grafik Pengaruh Penambahan Enzim Xilanase dan Waktu <i>Beating</i> Terhadap Nilai <i>Freeness</i> .....	60
<b>Gambar 4. 2</b> Serat pada <i>Handsheets Blank</i> (0PPM) (Sumber : Data Gambar SEM Penulis, Adani 2021).....	61
<b>Gambar 4. 3</b> Serat Pada <i>Handsheets</i> dengan Dosis Enzim 100 PPM (Sumber : Data Gambar SEM Penulis, Adani 2021) .....	62
<b>Gambar 4. 4</b> Serat Pada <i>Handsheets</i> dengan Dosis Enzim 200 PPM (Sumber : Data Gambar SEM Penulis, Adani 2021) .....	62
<b>Gambar 4. 5</b> Serat Pada <i>Handsheets</i> dengan Dosis Enzim 300 PPM (Sumber : Data Gambar SEM Penulis, Adani 2021) .....	63
<b>Gambar 4. 6</b> Grafik Nilai <i>Bursting Indeks</i> terhadap Dosis Enzim, <i>Freeness</i> , dan Waktu <i>Beating</i> .....	64
<b>Gambar 4. 7</b> Grafik Nilai <i>Tensile Indeks</i> Terhadap Dosis Enzim, <i>Freeness</i> , dan Waktu <i>Beating</i> .....	67
<b>Gambar 4. 8</b> Grafik Nilai <i>Ring Crush</i> Faktor terhadap Dosis Enzim, <i>Freeness</i> , dan Waktu <i>Beating</i> .....	69

## DAFTAR LAMPIRAN

<b>Lampiran 1. Dokumentasi Kegiatan.....</b>	<b>81</b>
--	-----------