

**OPTIMASI PENGURANGAN PEMAKAIAN *PULP* NBKP  
DENGAN PENAMBAHAN ENZIM *SELULASE* DAN  
*XYLANASE* TERHADAP KUALITAS TISU**

**TUGAS AKHIR**

**FRANS FERDINAND SIMATUPANG  
012.15.023**



**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI PENGOLAHAN PULP DAN KERTAS  
FAKULTAS VOKASI  
INSTITUT TEKNOLOGI DAN SAINS BANDUNG  
KOTA DELTAMAS  
AGUSTUS 2019**

**OPTIMASI PENGURANGAN PEMAKAIAN *PULP* NBKP  
DENGAN PENAMBAHAN ENZIM *SELULASE* DAN  
*XYLANASE* TERHADAP KUALITAS TISU**

**TUGAS AKHIR**

**FRANS FERDINAND SIMATUPANG  
012.15.023**

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



**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI PENGOLAHAN PULP DAN KERTAS  
FAKULTAS VOKASI  
INSTITUT TEKNOLOGI DAN SAINS BANDUNG  
KOTA DELTAMAS  
AGUSTUS 2019**

## **HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS**

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

**Nama : Frans Ferdinand Simatupang**

**NIM : 012.15.023**

**Tanda Tangan :**

**Tanggal : Agustus 2019**

**OPTIMASI PENGURANGAN PEMAKAIAN *PULP* NBKP  
DENGAN PENAMBAHAN ENZIM *SELULASE* DAN  
*XYLANASE* TERHADAP KUALITAS TISU**

**TUGAS AKHIR**

**FRANS FERDINAND SIMATUPANG**

**012.15.023**

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

Menyetujui,

Kota Deltamas, Agustus 2019

Pembimbing 1

Pembimbing 2

**Rachmawati Apriani, ST., MT.**

NIK. 19860427201405420

**Nurul Ajeng Susilo, SSi., MT.**

NIP. 19900516201703546

Mengetahui,

Sekretaris Program Studi Teknologi Pengolahan Pulp dan Kertas

**Ni Njoman Manik Susantini, ST., MT**

NIP. 19680908201407442

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penyusun ucapkan kehadiran Allah Yang Maha Esa, karena berkat dan rahmat-Nya penyusun dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini dengan judul “Optimasi Pengurangan Pemakaian *Pulp* NBKP dengan Penambahan Enzim *Selulase* dan *Xylanase* terhadap Kualitas Tisu” tepat pada waktunya. Tugas Akhir ini merupakan salah satu sarana bagi mahasiswa Teknologi Pengolahan Pulp dan Kertas untuk menerapkan ilmu pengetahuan dan teknologi dilapangan.

Laporan ini dibuat berdasarkan hasil kerja praktik yang penyusun dapatkan selama di PT Pindo Deli *Pulp and Paper* Perawang yang dilaksanakan mulai tanggal 14 Januari – 8 Februari 2019. Sehubungan dengan dilaksanakannya tugas akhir ini diharapkan mahasiswa memperoleh aplikasi ilmu yang dipelajari selama perkuliahan.

Dalam penyelesaian laporan ini, penyusun mendapat bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu, penyusun mengucapkan terima kasih kepada :

1. Allah Yang Maha Esa atas segala rahmat yang diberikan selama melaksanakan kerja praktik dan penyusunan laporan.
2. Orangtua dan keluarga yang senantiasa memberikan dukungan dalam melaksanakan kerja praktik dan penyusunan laporan.
3. Bapak Prof. Dr. Ir. Ari Darmawan Pasek, M.Sc dan Bapak Prof. Ir. Syoni Soepriyanto, M.Sc., PhD selaku Rektor dan Wakil Rektor Bidang Akademik dan Kemahasiswaan Institut Teknologi dan Sains Bandung.
4. Bapak Asep Yunta Darma, ST., MT dan Ibu Rachmawati Apriani , ST., MT selaku Dekan dan Wakil Dekan Fakultas Vokasi Institut Teknologi dan Sains Bandung.
5. Bapak Dr. Ir. Gatot Ibnu santosa, DEA., selaku Ketua Program Studi Teknologi Pengolahan *Pulp* dan Kertas Institut Teknologi dan Sains Bandung.
6. Ni Njoman Manik, S.T., M.T. selaku Sekretaris Program Studi Teknologi Pengolahan *Pulp* dan Kertas Institut Teknologi dan Sains Bandung.
7. Ibu Rachmawati Apriani, ST., MT dan Nurul Ajeng Susilo, SSi., MT selaku Dosen Pembimbing dalam penelitian Tugas Akhir..

8. Ibu Maya selaku perwakilan *Human Resources Departement* (HRD) di bidang *People Development* PT Indah Kiat *Pulp and Paper* Perawang.
9. Bapak Fikri selaku perwakilan *Human Resources Departement* (HRD) dan Ibu Belina selaku divisi produksi PT Pindo Deli *Pulp and Paper* Perawang.
10. Bapak Handoko Purnomo selaku pembimbing lapangan di PT Pindodeli *Pulp and Paper* Perawang.
11. Ibu Lasma selaku pembimbing RnD di PT Pindo Deli *Pulp and Paper* Perawang.
12. Seluruh karyawan di PT Pindo Deli *Pulp and Paper* Perawang.
13. Teman-teman di Fakultas Vokasi Jurusan Teknologi Pengolahan Pulp dan Kertas Institut Teknologi dan Sains Bandung, khususnya angkatan 2015.
14. Serta semua pihak yang telah memberikan bantuan yang tidak dapat penyusun sebutkansatu-persatu.

Penyusun menyadari bahwa laporan tugas akhir ini banyak kekurangan maka dari itu penyusun mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari pembaca. Demikianlah laporan ini dibuat, semoga dapat bermanfaat bagi semua pembaca dan khususnya bagi penyusun sendiri.

Kota Deltamas, Agustus 2019

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 : Frans Ferdinand Simatupang  
NIM : 012.15.023  
Program Studi : Teknologi Pengolahan Pulp dan Kertas  
Fakultas : Vokasi  
Jenis Karya : Tugas Akhir

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

**Optimasi Pengurangan Pemakaian *Pulp* NBKP dengan Penambahan Enzim  
*Selulase* dan *Xylanase* terhadap Kualitas Tisu**

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Institut Teknologi dan Sains Bandung berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola data 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 Deltamas

Pada Tanggal : Agustus 2019

Yang menyatakan

**(Frans Ferdinand Simatupang)**



## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS.....	vi
ABSTRAK.....	vii
<i>ABSTRACT</i> .....	viii
DAFTAR ISI .....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv

### BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Hipotesis.....	4
1.6 Ruang Lingkup Penelitian.....	4
1.7 Sistematika Penulisan.....	5

### BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kertas Tisu.....	6
2.1.1 Sejarah Dan Perkembangan Kertas Tisu.....	6
2.1.2 Proses Produksi Kertas Tisu.....	7
2.2 Bahan Baku.....	15
2.2.1 Kayu Jarum.....	15
2.2.2 Kayu Daun.....	16
2.3 Enzim.....	18
2.3.1 Enzim <i>Selulase</i> .....	20
2.3.2 Enzim <i>Xylanase</i> .....	20
2.3.3 Faktor yang Mempengaruhi Kinerja Enzim.....	21
2.4 Penggilingan <i>Pulp</i> .....	22
2.4.1 Penggilingan <i>Pulp</i> Konvensional.....	23
2.4.2 Penggilingan <i>Pulp</i> Menggunakan Enzim.....	23
2.5 Ketahanan Fisik Kertas Tisu.....	24
2.5.1 Indeks Tarik.....	24
2.5.2 Daya Serap.....	24

### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

3.1	Metode Pengumpulan Data.....	25
3.2	Alat dan Bahan Penelitian.....	25
3.3	Rancangan Penelitian.....	26
3.3.1	Variabel Penelitian.....	26
3.3.2	Diagram Alir Penelitian.....	30
3.3.3	Deskripsi Proses Penelitian.....	31

### **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

4.1	Pengaruh penambahan enzim <i>selulase</i> dan <i>xylanase</i> , peningkatan dosis enzim dan waktu <i>beating</i> terhadap <i>freeness</i> , morfologi serat dan <i>microscopis</i> serat.....	40
4.2	Pengaruh pengurangan pemakaian pulp NBKP dengan penambahan enzim <i>selulase</i> dan <i>xylanase</i> , peningkatan dosis enzim dan waktu <i>beating</i> terhadap kualitas kertas tisu.....	58

### **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

5.1	Kesimpulan.....	80
5.2	Saran.....	81

### **DAFTAR PUSTAKA**

### **LAMPIRAN**

### **DAFTAR TABEL**

Tabel 3.1	Variasi Penelitian.....	27
Tabel 2.2	Variasi dosis Selulase dan Xylanase dan waktu <i>beating</i> Enzim.....	28
Tabel 4.1	Data pengaruh pemakaian enzim dan waktu <i>beating</i> terhadap <i>freeness</i> NBKP.....	40
Tabel 4.2	Data hasil pengaruh pemakaian enzim dan waktu <i>beating</i> terhadap <i>freeness</i> LBKP.....	44
Tabel 4.3	Data hasil pengaruh pemakaian enzim terhadap <i>fiber analysis</i> NBKP.....	47

Tabel 4.4 Data hasil pengaruh pemakaian enzim terhadap <i>fiber analysis</i> LBKP .....	48
Tabel 4.5 Data hasil pengaruh pemakaian enzim <i>selulase</i> A dan waktu beating terhadap <i>Physical Properties</i> .....	55
Tabel 4.6 Data hasil pengaruh pemakaian enzim <i>selulase</i> B dan waktu beating terhadap <i>Physical Properties</i> .....	56
Tabel 4.7 Data hasil pengaruh pemakaian enzim <i>xylanase</i> dan waktu beating terhadap <i>Physical Properties</i> .....	57
Tabel 4.8 Perbandingan nilai <i>Physical Properties</i> .....	77
Tabel 4.9 Perkiraan biaya produksi.....	77
Tabel 4.10 Perbandingan total biaya produksi.....	78

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 <i>Approach System</i> .....	9
Gambar 2.2 <i>Forming dan Press Section</i> .....	11
Gambar 2.3 <i>Yankee Dryer</i> .....	12
Gambar 2.4 <i>Doctor Blade</i> .....	12
Gambar 3.1 <i>Handsheet Maker</i> .....	33
Gambar 3.2 <i>Rotary Dryer</i> .....	33
Gambar 3.3 <i>Freeness Tester</i> .....	35
Gambar 3.4 <i>L&amp;W Fiber Tester</i> .....	36
Gambar 3.5 <i>Microscop</i> .....	37
Gambar 3.6 <i>Thickness Tester</i> .....	37
Gambar 3.7 <i>L&amp;W Tensile Strength Tester</i> .....	39
Gambar 3.8 <i>Klemm Absorption</i> .....	39
Gambar 4.1 Grafik pengaruh pemakaian enzim <i>selulase</i> A dan waktu beating terhadap <i>freeness</i> NBKP.....	41
Gambar 4.2 Grafik pengaruh pemakaian enzim <i>selulase</i> B dan waktu beating terhadap <i>freeness</i> NBKP.....	42
Gambar 4.3 Grafik pengaruh pemakaian enzim <i>xylanase</i> dan waktu beating terhadap <i>freeness</i> NBKP.....	42
Gambar 4.4 Grafik pengaruh pemakaian enzim <i>selulase</i> A dan waktu beating terhadap <i>freeness</i> LBKP.....	44
Gambar 4.5 Grafik pengaruh pemakaian enzim <i>selulase</i> B dan waktu beating terhadap <i>freeness</i> LBKP.....	45
Gambar 4.6 Grafik pengaruh pemakaian enzim <i>xylanase</i> dan waktu beating terhadap <i>freeness</i> LBKP.....	45
Gambar 4.7 Grafik pengaruh pemakaian enzim terhadap <i>fiber analysis</i> NBKP .....	47
Gambar 4.8 Grafik pengaruh pemakaian enzim terhadap <i>fiber analysis</i> LBKP .....	48
Gambar 4.9 <i>Mickroskopis pulp</i> NBKP ( <i>blank</i> ).....	49

Gambar 4.10	Mickroskopis <i>pulp</i> NBKP penambahan enzim <i>selulase</i> A dengan dosis 150 ppm (A), 300 ppm (B), dan 450 ppm (C).....	50
Gambar 4.11	Mickroskopis <i>pulp</i> NBKP penambahan enzim <i>selulase</i> B dengan dosis 150 ppm (A), 300 ppm (B), dan 450 ppm (C).....	50
Gambar 4.12	Mickroskopis <i>pulp</i> NBKP penambahan enzim <i>xylanase</i> dengan dosis 150 ppm (A), 300 ppm (B), dan 450 ppm (C).....	51
Gambar 4.13	Mickroskopis <i>pulp</i> LBKP ( <i>blank</i> ).....	52
Gambar 4.14	Mickroskopis <i>pulp</i> LBKP penambahan enzim <i>selulase</i> A dengan dosis 150 ppm (A), 300 ppm (B), dan 450 ppm (C).....	52
Gambar 4.15	Mickroskopis <i>pulp</i> LBKP penambahan enzim <i>selulase</i> B dengan dosis 150 ppm (A), 300 ppm (B), dan 450 ppm (C).....	53
Gambar 4.16	Mickroskopis <i>pulp</i> LBKP penambahan enzim <i>xylanase</i> dengan dosis 150 ppm (A), 300 ppm (B), dan 450 ppm (C).....	53
Gambar 4.17	Grafik pengaruh pengurangan pemakaian <i>pulp</i> NBKP dengan peningkatan waktu kontak <i>beating</i> terhadap nilai <i>bulk</i> .....	58
Gambar 4.18	Grafik pengaruh pengurangan pemakaian <i>pulp</i> NBKP dengan peningkatan waktu kontak <i>beating</i> terhadap nilai <i>dry tensile</i> indeks.....	60
Gambar 4.19	Grafik pengaruh pengurangan pemakaian <i>pulp</i> NBKP dengan peningkatan waktu kontak <i>beating</i> terhadap nilai <i>wet tensile</i> indeks.....	61
Gambar 4.20	Grafik pengaruh pengurangan pemakaian <i>pulp</i> NBKP dengan peningkatan waktu kontak <i>beating</i> terhadap nilai <i>absorption</i> .....	62
Gambar 4.21	Grafik pengaruh pengurangan pemakaian <i>pulp</i> NBKP dengan penambahan enzim terhadap nilai <i>bulk</i> .....	63
Gambar 4.22	Grafik pengaruh pengurangan pemakaian <i>pulp</i> NBKP dengan penambahan enzim terhadap nilai <i>dry tensile</i> indeks.....	65
Gambar 4.23	Grafik pengaruh pengurangan pemakaian <i>pulp</i> NBKP dengan penambahan enzim terhadap nilai <i>wet tensile</i> indeks.....	66
Gambar 4.24	Grafik pengaruh pengurangan pemakaian <i>pulp</i> NBKP dengan penambahan enzim terhadap nilai <i>absorption</i> .....	67
Gambar 4.25	Grafik pengaruh pengurangan pemakaian <i>pulp</i> NBKP dengan peningkatan dosis enzim <i>selulase</i> A terhadap nilai <i>bulk</i> .....	68

Gambar 4.26 Grafik pengaruh pengurangan pemakaian <i>pulp</i> NBKP dengan peningkatan dosis enzim <i>selulase</i> B terhadap nilai <i>bulk</i> .....	69
Gambar 4.27 Grafik pengaruh pengurangan pemakaian <i>pulp</i> NBKP dengan peningkatan dosis enzim <i>xylanase</i> terhadap nilai <i>bulk</i> .....	69
Gambar 4.28 Grafik pengaruh pengurangan pemakaian <i>pulp</i> NBKP dengan peningkatan dosis enzim <i>selulase</i> A terhadap nilai <i>dry tensile</i> indeks.....	71
Gambar 4.29 Grafik pengaruh pengurangan pemakaian <i>pulp</i> NBKP dengan peningkatan dosis enzim <i>selulase</i> B terhadap nilai <i>dry tensile</i> indeks.....	71
Gambar 4.30 Grafik pengaruh pengurangan pemakaian <i>pulp</i> NBKP dengan peningkatan dosis enzim <i>xylanase</i> terhadap nilai <i>dry tensile</i> indeks.....	72
Gambar 4.31 Grafik pengaruh pengurangan pemakaian <i>pulp</i> NBKP dengan peningkatan dosis enzim <i>selulase</i> A terhadap nilai <i>wet tensile</i> indeks.....	73
Gambar 4.32 Grafik pengaruh pengurangan pemakaian <i>pulp</i> NBKP dengan peningkatan dosis enzim <i>selulase</i> B terhadap nilai <i>wet tensile</i> indeks.....	74
Gambar 4.33 Grafik pengaruh pengurangan pemakaian <i>pulp</i> NBKP dengan peningkatan dosis enzim <i>xylanase</i> terhadap nilai <i>wet tensile</i> indeks.....	74
Gambar 4.34 Grafik pengaruh pengurangan pemakaian <i>pulp</i> NBKP dengan peningkatan dosis enzim <i>selulase</i> A terhadap nilai <i>absorption</i> .....	76
Gambar 4.35 Grafik pengaruh pengurangan pemakaian <i>pulp</i> NBKP dengan peningkatan dosis enzim <i>selulase</i> B terhadap nilai <i>absorption</i> .....	76
Gambar 4.36 Grafik pengaruh pengurangan pemakaian <i>pulp</i> NBKP dengan peningkatan dosis enzim <i>xylanase</i> terhadap nilai <i>absorption</i> .....	77

## **DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran 1 PDS *Selulase A*

Lampiran 2 PDS *Selulase B*

Lampiran 3 PDS *Xylanase*

Lampiran 4 Diagram Alir Proses PT Pindo Deli Perawang