

**PEMANFAATAN *FINE* PADA *WHITE WATER* SEBAGAI UPAYA
PENGURANGAN PEMAKAIAN NBKP (*NEEDLE BLEACHED KRAFT
PULP*) TERHADAP KUALITAS KERTAS TISU**

TUGAS AKHIR

IYAS MAJITA BTR

012.15.016



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

**PEMANFAATAN *FINE* PADA *WHITE WATER* SEBAGAI UPAYA
PENGURANGAN PEMAKAIAN NBKP (*NEEDLE BLEACHED KRAFT
PULP*) TERHADAP KUALITAS KERTAS TISU**

TUGAS AKHIR

IYAS MAJITA BTR

012.15.016

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
JULI 2019**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama : Iyas Majita BTR

NIM : 012.15.016

Tanda Tangan: 

Tanggal : 27 Juli 2019

**PEMANFAATAN *FINE* PADA *WHITE WATER* SEBAGAI UPAYA
PENGURANGAN PEMAKAIAN NBKP (*NEEDLE BLEACHED KRAFT
PULP*) TERHADAP KUALITAS KERTAS TISU**

TUGAS AKHIR

IYAS MAJITA BTR

012.15.016

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

Menyetujui,

Kota Deltamas, 27 Juli 2019

Pembimbing



Nurul Ajeng Susilo, S.Si., M.T
NIP. 19900516201703546



Rachmawati Apriani, S.T., M.T
NIK. 19860427201405420

Mengetahui,

Sekretaris Program Studi Teknologi Pengolahan Pulp dan Kertas



Ni Njoman Manik Susantini, S.T., M.T
NIP. 19680908201407442

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT, karena berkat rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan penulisan Tugas Akhir ini. Dalam penulisan Tugas Akhir yang berjudul “Pemanfaatan *Fine* pada *White Water* sebagai Upaya Pengurangan Pemakaian NBKP (*Needle Bleached Kraft Pulp*) terhadap Kualitas Kertas Tisu”, penulis mendapat bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Allah SWT atas segala rahmat yang diberikan selama melaksanakan Tugas Akhir dan penulisan laporan.
2. Orangtua dan keluarga yang senantiasa memberikan dukungan dalam melaksanakan Tugas Akhir dan penulisan laporan.
3. Bapak Prof. Dr. Ir. Ari Darmawan Pasek, M.Sc dan Bapak Prof. Ir. Syoni Soepriyanto, M.Sc selaku Rektor dan Wakil Rektor Bidang Akademik dan Kemahasiswaan Institut Teknologi Sains Bandung.
4. Bapak Dr. Asep Yunta Darma, S.T., M.T dan Ibu Rachmawati Apriani, S.T., M.T selaku Dekan dan Wakil Dekan Fakultas Vokasi Institut Teknologi Sains Bandung.
5. Bapak Dr. Ir. Gatot Ibnusantosa, DEA selaku Ketua Program Studi Teknologi Pengolahan Pulp dan Kertas Fakultas Vokasi Institut Teknologi Sains Bandung.
6. Ibu Ni Njoman Manik Susantini, S.T., M.T selaku Sekretaris Program Studi Teknologi Pengolahan Pulp dan Kertas Fakultas Vokasi Institut Teknologi Sains Bandung.
7. Ibu Nurul Ajeng Susilo, S.Si., M.T selaku Dosen Pembimbing I yang senantiasa membimbing dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
8. Ibu Rachmawati Apriani, S.T., M.T selaku Dosen Pembimbing II dan Bapak Ir Tri Prijadi Basuki yang selalu memberikan waktu dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
9. Seluruh Dosen Teknologi Pengolahan Pulp dan Kertas Institut Teknologi Sains Bandung.
10. Ibu Maya selaku perwakilan *Human Resources Departement*

(HRD) di bidang *People Development* PT Indah Kiat *Pulp and Paper* Perawang.

11. Bapak Fikri selaku perwakilan *Human Resources Departement* (HRD) PT Pindo Deli *Pulp and Paper* Perawang.
12. Bapak Handoko Purnomo dan Ibu Lasma selaku pembimbing *Research and Development* (RnD) di PT Pindo Deli *Pulp and Paper* Perawang.
13. Seluruh karyawan di PT Pindo Deli *Pulp and Paper* Perawang.
14. Muhammad Ridho yang senantiasa memberikan dukungan dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
15. Kiki Wulyati, Ervina Utami Panjaitan, Yozzie Ogana, Erlita Kusuma Andani, Tabita Dian Ayu Kartika, Rizki Amalia Utami, Kamilia Mufidah, Daysi Antika Sriwendari, Sartika Dewi, dan Rahma Darman yang senantiasa memberikan dukungan dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
16. Teman-teman di Fakultas Vokasi Jurusan Teknologi Pengolahan Pulp dan Kertas Institut Teknologi Sains Bandung, khususnya angkatan 2015.
17. Serta semua pihak yang telah memberikan bantuan yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu.

Penulis menyadari bahwa Laporan Tugas Akhir ini banyak kekurangan, maka dari itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari pembaca. Demikianlah laporan ini dibuat, semoga dapat bermanfaat bagi semua pembaca dan khususnya bagi penulis sendiri.

Kota Deltamas, 27 Juli 2019

Penulis

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

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

Nama : Iyas Majita BTR
NIM : 012.15.016
Program Studi : Teknologi Pengolahan Pulp dan Kertas
Fakultas : Vokasi
Jenis Karya : Tugas Akhir

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

**“Pemanfaatan *Fine* pada *White Water* sebagai Upaya Pengurangan
Pemakaian NBKP (*Needle Bleached Kraft Pulp*) terhadap Kualitas Kertas
Tisu”**

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Institut Teknologi Sains Bandung berhak menyimpan, mengalih media/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 : 27 Juli 2019

Yang menyatakan



(Iyas Majita BTR)

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.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xix
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
1.5 Hipotesis.....	5
1.6 Ruang Lingkup Penelitian.....	5
1.7 Sistematika Penulisan.....	7
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	8
2.1 Sejarah Perkembangan Kertas Tisu.....	8
2.2 Bahan Baku Kertas Tisu.....	9
2.3 Bahan Kimia Pendukung Kertas Tisu.....	10
2.3.1 Bahan Kimia Fungsional.....	10
2.3.2 Bahan Kimia Pengendali.....	12
2.4 Proses Pembuatan Kertas Tisu.....	12
2.4.1 <i>Stock Preparation</i>	13

2.4.1.1	Penguraian Serat (<i>Hydro Pulping</i>).....	14
2.4.1.2	Pemecahan Gumpalan Serat (<i>Deflaking</i>).....	14
2.4.1.3	Penggilingan (<i>Refining</i>).....	14
2.4.1.4	Pembersihan <i>Stock</i> (<i>Screening</i>).....	15
2.4.1.5	Penambahan Bahan Kimia (<i>Blending</i>).....	16
2.4.2	<i>Tissue Machine</i>	16
2.4.2.1	<i>Approach System</i>	16
2.4.2.2	<i>Forming dan Press Section</i>	20
2.4.2.3	<i>Broke System</i>	21
2.4.2.4	<i>Shower System</i>	23
2.4.2.5	<i>Vacuum System</i>	23
2.4.2.6	<i>White Water System</i>	27
2.4.2.7	<i>Yankee Dryer</i>	29
2.4.2.8	<i>Pope reel</i>	31
2.4.3	<i>Rewinder</i>	33
2.5	Terbentuknya <i>Fine</i>	33
2.5.1	Penambahan Dispersan.....	34
2.5.2	Penambahan Enzim.....	35
2.5.3	Substitusi Koagulan.....	36

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN.....37

3.1	Metode Pengumpulan Data.....	37
3.2	Alat dan Bahan Penelitian.....	37
3.2.1	Alat Penelitian.....	37
3.2.2	Bahan Penelitian.....	38
3.3	Rancangan Penelitian.....	38
3.3.1	Variabel Penelitian.....	39
3.3.2	Diagram Alir Penelitian.....	43
3.3.3	Deskripsi Proses.....	44
3.3.3.1	Tahap Persiapan.....	44
3.3.3.2	Tahap Pelaksanaan.....	46
3.3.3.3	Tahap Pengujian.....	53

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....	58
4.1 Pengujian Bahan Baku.....	58
4.1.1 Pengujian pH	58
4.1.2 Pengujian Muatan.....	59
4.1.3 Pengujian <i>Freeness</i>	60
4.1.4 Pengujian Drainase.....	61
4.2 Pengujian <i>Stock</i> setelah <i>Treatment</i>	61
4.2.1 Penambahan Dispersan.....	62
4.2.1.1 Pengujian pH.....	62
4.2.1.2 Pengujian Muatan.....	63
4.2.1.3 Pengujian <i>Freeness</i>	64
4.2.1.4 Pengujian Drainase.....	73
4.2.2 Penambahan Enzim.....	82
4.2.2.1 Pengujian pH.....	82
4.2.2.2 Pengujian Muatan.....	83
4.2.2.3 Pengujian <i>Freeness</i>	84
4.2.2.4 Pengujian Drainase.....	89
4.2.3 Substitusi Koagulan.....	94
4.2.3.1 Pengujian pH.....	94
4.2.3.2 Pengujian Muatan.....	95
4.2.3.3 Pengujian <i>Freeness</i>	96
4.2.3.4 Pengujian Drainase.....	97
4.3 Pengujian Sifat Fisik dan Sifat Optik Kertas Tisu.....	98
4.3.1 Penambahan Dispersan.....	98
4.3.1.1 Pengujian <i>Bulky</i>	98
4.3.1.2 Pengujian <i>Dry Tensile Index</i>	104
4.3.1.3 Pengujian <i>Wet Tensile Index</i>	110
4.3.1.4 Pengujian <i>Bursting Index</i>	116
4.3.1.5 Pengujian <i>Tearing Index</i>	123
4.3.1.6 Pengujian <i>Absorption</i>	129
4.3.1.7 Pengujian <i>Brightness</i>	136

4.3.2 Penambahan Enzim.....	142
4.3.2.1 Pengujian <i>Bulky</i>	142
4.3.2.2 Pengujian <i>Dry Tensile Index</i>	145
4.3.2.3 Pengujian <i>Wet Tensile Index</i>	148
4.3.2.4 Pengujian <i>Bursting Index</i>	151
4.3.2.5 Pengujian <i>Tearing Index</i>	154
4.3.2.6 Pengujian <i>Absorption</i>	158
4.3.2.7 Pengujian <i>Brightness</i>	161
4.3.3 Substitusi Koagulan.....	164
4.3.3.1 Pengujian <i>Bulky</i>	164
4.3.3.2 Pengujian <i>Dry Tensile Index</i>	165
4.3.3.3 Pengujian <i>Wet Tensile Index</i>	166
4.3.3.4 Pengujian <i>Bursting Index</i>	167
4.3.3.5 Pengujian <i>Tearing Index</i>	167
4.3.3.6 Pengujian <i>Absorption</i>	168
4.3.3.7 Pengujian <i>Brightness</i>	169
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....	175
5.1 Kesimpulan.....	175
5.2 Saran.....	175

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Variabel Penelitian.....	39
Tabel 3.2 Variasi Penambahan Dispersan.....	40
Tabel 3.3 Variasi Penambahan Enzim.....	41
Tabel 3.4 Variasi Substitusi Koagulan.....	42
Tabel 3.5 Dosis Bahan yang Digunakan.....	46
Tabel 4.1 Perubahan pH setelah Penambahan Dispersan.....	62
Tabel 4.2 Perubahan Muatan setelah Penambahan Dispersan.....	63
Tabel 4.3 Perubahan <i>Freeness</i> setelah Penambahan Dispersan.....	72
Tabel 4.4 Perubahan Waktu Drainase setelah Penambahan Dispersan.....	81
Tabel 4.5 Perubahan pH setelah Penambahan Enzim.....	82
Tabel 4.6 Perubahan Muatan setelah Penambahan Enzim.....	83
Tabel 4.7 Perubahan <i>Freeness</i> setelah Penambahan Enzim.....	88
Tabel 4.8 Perubahan Waktu Drainase setelah Penambahan Enzim.....	93
Tabel 4.9 Perubahan pH setelah Substitusi Koagulan.....	94
Tabel 4.10 Perubahan Muatan setelah Substitusi Koagulan.....	95

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Diagram Alir Pembuatan Kertas Tisu secara Umum.....	13
Gambar 2.2 <i>Stock Preparation</i>	13
Gambar 2.3 <i>Headbox</i>	18
Gambar 2.4 <i>Forming dan Press Section</i>	20
Gambar 2.5 <i>Broke System</i>	21
Gambar 2.6 <i>Vacuum System</i>	23
Gambar 2.7 Sistem Krofta.....	27
Gambar 2.8 Proses Pengolahan <i>White Water</i> Sistem Krofta.....	28
Gambar 2.9 <i>Yankee dryer</i>	29
Gambar 2.10 <i>Pope Reel</i>	31
Gambar 3.1 pH Meter.....	48
Gambar 3.2 <i>Zeta Potensial Fiber</i>	49
Gambar 3.3 <i>Freeness Tester</i>	50
Gambar 3.4 Mikroskop.....	51
Gambar 3.5 Dispermat.....	52
Gambar 3.6 <i>Handsheet Maker</i>	53
Gambar 3.7 <i>Rotary Dryer</i>	53
Gambar 3.8 <i>Thickness Tester</i>	54
Gambar 3.9 <i>Tensile Tester</i>	54
Gambar 3.10 <i>Bursting Tester</i>	55
Gambar 3.11 <i>Elmendorf Tearing Tester</i>	56
Gambar 3.12 <i>Klemm Tester</i>	56
Gambar 3.13 <i>Brightness Tester</i>	57
Gambar 4.1 Diagram Batang pH pada Bahan Baku.....	59
Gambar 4.2 Grafik <i>Freeness</i> pada Bahan Baku.....	60
Gambar 4.3 Grafik Waktu Drainase pada Bahan Baku.....	61
Gambar 4.4 Grafik <i>Freeness</i> setelah Penambahan NaOH 1%	64
Gambar 4.5 Grafik <i>Freeness</i> setelah Penambahan NaOH 2%.....	65
Gambar 4.6 Grafik <i>Freeness</i> setelah Penambahan KOH 1%.....	66
Gambar 4.7 Grafik <i>Freeness</i> setelah Penambahan KOH 2%.....	67
Gambar 4.8 Grafik <i>Freeness</i> setelah Penambahan Na ₂ CO ₃ 1%.....	68

Gambar 4.9 Grafik <i>Freeness</i> setelah Penambahan Na ₂ CO ₃ 2%.....	69
Gambar 4.10 Grafik <i>Freeness</i> setelah Penambahan Na ₂ C ₂ O ₄ 1%.....	70
Gambar 4.11 Grafik <i>Freeness</i> setelah Penambahan Na ₂ C ₂ O ₄ 2%.....	71
Gambar 4.12 Grafik Waktu Drainase setelah Penambahan NaOH 1%.....	73
Gambar 4.13 Grafik Waktu Drainase setelah Penambahan NaOH 2%.....	74
Gambar 4.14 Grafik Waktu Drainase setelah Penambahan KOH 1%.....	75
Gambar 4.15 Grafik Waktu Drainase setelah Penambahan KOH 2%.....	76
Gambar 4.16 Grafik Waktu Drainase setelah Penambahan Na ₂ CO ₃ 1%.....	77
Gambar 4.17 Grafik Waktu Drainase setelah Penambahan Na ₂ CO ₃ 2%.....	78
Gambar 4.18 Grafik Waktu Drainase setelah Penambahan Na ₂ C ₂ O ₄ 1%.....	79
Gambar 4.19 Grafik Waktu Drainase setelah Penambahan Na ₂ C ₂ O ₄ 2%.....	80
Gambar 4.20 Grafik <i>Freeness</i> setelah Penambahan Xilanase 0,1%.....	84
Gambar 4.21 Grafik <i>Freeness</i> setelah Penambahan Xilanase 0,2%.....	85
Gambar 4.22 Grafik <i>Freeness</i> setelah Penambahan Selulase 0,1%.....	86
Gambar 4.23 Grafik <i>Freeness</i> setelah Penambahan Selulase 0,2%.....	87
Gambar 4.24 Grafik Waktu Drainase setelah Penambahan Xilanase 0,1%.....	89
Gambar 4.25 Grafik Waktu Drainase setelah Penambahan Xilanase 0,2%.....	90
Gambar 4.26 Grafik Waktu Drainase setelah Penambahan Selulase 0,1%.....	91
Gambar 4.27 Grafik Waktu Drainase setelah Penambahan Selulase 0,2%.....	92
Gambar 4.28 Grafik Perubahan <i>Freeness</i> setelah Substitusi Koagulan.....	96
Gambar 4.29 Grafik Perubahan Waktu Drainase setelah Substitusi Koagulan.....	97
Gambar 4.30 Grafik <i>Bulky</i> setelah Penambahan NaOH 1%.....	98
Gambar 4.31 Grafik <i>Bulky</i> setelah Penambahan NaOH 2%.....	99
Gambar 4.32 Grafik <i>Bulky</i> setelah Penambahan KOH 1%.....	100
Gambar 4.33 Grafik <i>Bulky</i> setelah Penambahan KOH 2%.....	100
Gambar 4.34 Grafik <i>Bulky</i> setelah Penambahan Na ₂ CO ₃ 1%.....	101
Gambar 4.35 Grafik <i>Bulky</i> setelah Penambahan Na ₂ CO ₃ 2%.....	101
Gambar 4.36 Grafik <i>Bulky</i> setelah Penambahan Na ₂ C ₂ O ₄ 1%.....	102
Gambar 4.37 Grafik <i>Bulky</i> setelah Penambahan Na ₂ C ₂ O ₄ 2%	103
Gambar 4.38 Grafik <i>Dry Tensile Index</i> setelah Penambahan NaOH 1%.....	104
Gambar 4.39 Grafik <i>Dry Tensile Index</i> setelah Penambahan NaOH 2%.....	104
Gambar 4.40 Grafik <i>Dry Tensile Index</i> setelah Penambahan KOH 1%.....	105

Gambar 4.41 Grafik <i>Dry Tensile Index</i> setelah Penambahan KOH 2%.....	106
Gambar 4.42 Grafik <i>Dry Tensile Index</i> setelah Penambahan Na ₂ CO ₃ 1%.....	107
Gambar 4.43 Grafik <i>Dry Tensile Index</i> setelah Penambahan Na ₂ CO ₃ 2%.....	107
Gambar 4.44 Grafik <i>Dry Tensile Index</i> setelah Penambahan Na ₂ C ₂ O ₄ 1%.....	108
Gambar 4.45 Grafik <i>Dry Tensile Index</i> setelah Penambahan Na ₂ C ₂ O ₄ 2%.....	109
Gambar 4.46 Grafik <i>Wet Tensile Index</i> setelah Penambahan NaOH 1%.....	110
Gambar 4.47 Grafik <i>Wet Tensile Index</i> setelah Penambahan NaOH 2%.....	110
Gambar 4.48 Grafik <i>Wet Tensile Index</i> setelah Penambahan KOH 1%.....	112
Gambar 4.49 Grafik <i>Wet Tensile Index</i> setelah Penambahan KOH 2%.....	112
Gambar 4.50 Grafik <i>Wet Tensile Index</i> setelah Penambahan Na ₂ CO ₃ 1%.....	113
Gambar 4.51 Grafik <i>Wet Tensile Index</i> setelah Penambahan Na ₂ CO ₃ 2%.....	114
Gambar 4.52 Grafik <i>Wet Tensile Index</i> setelah Penambahan Na ₂ C ₂ O ₄ 1%.....	115
Gambar 4.53 Grafik <i>Wet Tensile Index</i> setelah Penambahan Na ₂ C ₂ O ₄ 2%.....	115
Gambar 4.54 Grafik <i>Bursting Index</i> setelah Penambahan NaOH 1%.....	117
Gambar 4.55 Grafik <i>Bursting Index</i> setelah Penambahan NaOH 2%.....	117
Gambar 4.56 Grafik <i>Bursting Index</i> setelah Penambahan KOH 1%.....	118
Gambar 4.57 Grafik <i>Bursting Index</i> setelah Penambahan KOH 2%.....	119
Gambar 4.58 Grafik <i>Bursting Index</i> setelah Penambahan Na ₂ CO ₃ 1%.....	120
Gambar 4.59 Grafik <i>Bursting Index</i> setelah Penambahan Na ₂ CO ₃ 2%.....	120
Gambar 4.60 Grafik <i>Bursting Index</i> setelah Penambahan Na ₂ C ₂ O ₄ 1%.....	122
Gambar 4.61 Grafik <i>Bursting Index</i> setelah Penambahan Na ₂ C ₂ O ₄ 2%.....	122
Gambar 4.62 Grafik <i>Tearing Index</i> setelah Penambahan NaOH 1%.....	123
Gambar 4.63 Grafik <i>Tearing Index</i> setelah Penambahan NaOH 2%.....	124
Gambar 4.64 Grafik <i>Tearing Index</i> setelah Penambahan KOH 1%.....	125
Gambar 4.65 Grafik <i>Tearing Index</i> setelah Penambahan KOH 2%.....	125
Gambar 4.66 Grafik <i>Tearing Index</i> setelah Penambahan Na ₂ CO ₃ 1%.....	126
Gambar 4.67 Grafik <i>Tearing Index</i> setelah Penambahan Na ₂ CO ₃ 2%.....	127
Gambar 4.68 Grafik <i>Tearing Index</i> setelah Penambahan Na ₂ C ₂ O ₄ 1%.....	128
Gambar 4.69 Grafik <i>Tearing Index</i> setelah Penambahan Na ₂ C ₂ O ₄ 2%.....	128
Gambar 4.70 Grafik <i>Absorption</i> setelah Penambahan NaOH 1%.....	130
Gambar 4.71 Grafik <i>Absorption</i> setelah Penambahan NaOH 2%.....	130
Gambar 4.72 Grafik <i>Absorption</i> setelah Penambahan KOH 1%.....	131

Gambar 4.73 Grafik <i>Absorption</i> setelah Penambahan KOH 2%.....	132
Gambar 4.74 Grafik <i>Absorption</i> setelah Penambahan Na ₂ CO ₃ 1%.....	133
Gambar 4.75 Grafik <i>Absorption</i> setelah Penambahan Na ₂ CO ₃ 2%.....	133
Gambar 4.76 Grafik <i>Absorption</i> setelah Penambahan Na ₂ C ₂ O ₄ 1%.....	135
Gambar 4.77 Grafik <i>Absorption</i> setelah Penambahan Na ₂ C ₂ O ₄ 2%.....	135
Gambar 4.78 Grafik <i>Brightness</i> setelah Penambahan NaOH 1%.....	136
Gambar 4.79 Grafik <i>Brightness</i> setelah Penambahan NaOH 2%.....	137
Gambar 4.80 Grafik <i>Brightness</i> setelah Penambahan KOH 1%.....	138
Gambar 4.81 Grafik <i>Brightness</i> setelah Penambahan KOH 2%.....	138
Gambar 4.82 Grafik <i>Brightness</i> setelah Penambahan Na ₂ CO ₃ 1%.....	139
Gambar 4.83 Grafik <i>Brightness</i> setelah Penambahan Na ₂ CO ₃ 2%.....	139
Gambar 4.84 Grafik <i>Brightness</i> setelah Penambahan Na ₂ C ₂ O ₄ 1%.....	140
Gambar 4.85 Grafik <i>Brightness</i> setelah Penambahan Na ₂ C ₂ O ₄ 2%.....	141
Gambar 4.86 Grafik <i>Bulky</i> setelah Penambahan Xilanase 0,1%.....	142
Gambar 4.87 Grafik <i>Bulky</i> setelah Penambahan Xilanase 0,2%.....	142
Gambar 4.88 Grafik <i>Bulky</i> setelah Penambahan Selulase 0,1%.....	143
Gambar 4.89 Grafik <i>Bulky</i> setelah Penambahan Selulase 0,2%.....	144
Gambar 4.90 Grafik <i>Dry Tensile Index</i> setelah Penambahan Xilanase 0,1%.....	145
Gambar 4.91 Grafik <i>Dry Tensile Index</i> setelah Penambahan Xilanase 0,2%.....	145
Gambar 4.92 Grafik <i>Dry Tensile Index</i> setelah Penambahan Selulase 0,1%.....	146
Gambar 4.93 Grafik <i>Dry Tensile Index</i> setelah Penambahan Selulase 0,2%.....	147
Gambar 4.94 Grafik <i>Wet Tensile Index</i> setelah Penambahan Xilanase 0,1%.....	148
Gambar 4.95 Grafik <i>Wet Tensile Index</i> setelah Penambahan Xilanase 0,2%.....	148
Gambar 4.96 Grafik <i>Wet Tensile Index</i> setelah Penambahan Selulase 0,1%.....	150
Gambar 4.97 Grafik <i>Wet Tensile Index</i> setelah Penambahan Selulase 0,2%.....	150
Gambar 4.98 Grafik <i>Bursting Index</i> setelah Penambahan Xilanase 0,1%.....	151
Gambar 4.99 Grafik <i>Bursting Index</i> setelah Penambahan Xilanase 0,2%.....	152
Gambar 4.100 Grafik <i>Bursting Index</i> setelah Penambahan Selulase 0,1%.....	153
Gambar 4.101 Grafik <i>Bursting Index</i> setelah Penambahan Selulase 0,2%.....	153
Gambar 4.102 Grafik <i>Tearing Index</i> setelah Penambahan Xilanase 0,1%.....	155
Gambar 4.103 Grafik <i>Tearing Index</i> setelah Penambahan Xilanase 0,2%.....	155
Gambar 4.104 Grafik <i>Tearing Index</i> setelah Penambahan Selulase 0,1%.....	156

Gambar 4.105 Grafik <i>Tearing Index</i> setelah Penambahan Selulase 0,2%.....	157
Gambar 4.106 Grafik <i>Absorption</i> setelah Penambahan Xilanase 0,1%.....	158
Gambar 4.107 Grafik <i>Absorption</i> setelah Penambahan Xilanase 0,2%.....	158
Gambar 4.108 Grafik <i>Absorption</i> setelah Penambahan Selulase 0,1%.....	160
Gambar 4.109 Grafik <i>Absorption</i> setelah Penambahan Selulase 0,2%.....	160
Gambar 4.110 Grafik <i>Brightness</i> setelah Penambahan Xilanase 0,1%.....	161
Gambar 4.111 Grafik <i>Brightness</i> setelah Penambahan Xilanase 0,2%.....	162
Gambar 4.112 Grafik <i>Brightness</i> setelah Penambahan Selulase 0,1%.....	163
Gambar 4.113 Grafik <i>Brightness</i> setelah Penambahan Selulase 0,2%.....	163
Gambar 4.114 Grafik <i>Bulky</i> setelah Substitusi Koagulan.....	164
Gambar 4.115 Grafik <i>Dry Tensile Index</i> setelah Substitusi Koagulan.....	165
Gambar 4.116 Grafik <i>Wet Tensile Index</i> setelah Substitusi Koagulan.....	166
Gambar 4.117 Grafik <i>Bursting Index</i> setelah Substitusi Koagulan.....	167
Gambar 4.118 Grafik <i>Tearing Index</i> setelah Substitusi Koagulan.....	168
Gambar 4.119 Grafik <i>Absorption</i> setelah Substitusi Koagulan.....	169
Gambar 4.120 Grafik <i>Brightness</i> setelah Substitusi Koagulan.....	170
Gambar 4.121 Sebelum <i>Treatment</i>	173
Gambar 4.122 Setelah <i>Treatment</i>	173

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A Tabel Koreksi *Freeness* terhadap Suhu

LAMPIRAN B Tabel Koreksi *Freeness* terhadap Konsistensi