

**APLIKASI NANOFIBRILLATED CELLULOSE (NFC)
DARI WASTE FIBER PADA PEMBUATAN KERTAS TISU
TOILET GRADE MAINSTREAM**

TUGAS AKHIR

**SARIMAS
012.18.019**



**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI PENGOLAHAN PULP DAN KERTAS
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SAINS BANDUNG
BEKASI
AGUSTUS 2022**

**APLIKASI NANOFIBRILLATED CELLULOSE (NFC)
DARI WASTE FIBER PADA PEMBUATAN KERTAS TISU
TOILET GRADE MAINSTREAM**

TUGAS AKHIR

**SARIMAS
012.18.019**

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
BEKASI
AGUSTUS 2022**

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 : Sarimas

NIM : 012.18.019

Tanda Tangan : 

Tanggal : 6 Agustus 2022

**APLIKASI NANOFIBRILLATED CELLULOSE (NFC)
DARI WASTE FIBER PADA PEMBUATAN KERTAS TISU
TOILET GRADE MAINSTREAM**

TUGAS AKHIR

**SARIMAS
012.18.019**

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

Menyetujui,

Bekasi, 6 Agustus 2022

Dosen Pembimbing



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

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknologi Pengolahan Pulp dan Kertas



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

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Penulisan Tugas Akhir ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Terapan Program Studi Teknologi Pengolahan Pulp dan Kertas, Institut Teknologi Sains Bandung. Penulis menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan Tugas Akhir ini, sangat sulit bagi penulis untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Tuhan Yang Maha Esa, Allah SWT.
2. Orang tua dan keluarga besar yang selalu mendo'akan, mendukung, memberi semangat dan nasihat kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik.
3. 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, Fakultas Vokasi, Institut Teknologi Sains Bandung.
5. Ibu Rachmawati Apriani, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan waktu, tenaga, dan pikiran untuk membantu, membimbing, mengarahkan penulis dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
6. Bapak Moch. Saifur Rijal selaku mahasiswa S2 *Nanotechnology* ITB yang telah membantu penulis dalam melakukan pengujian SEM di Politeknik Manufaktur saat penelitian Tugas Akhir.
7. Seluruh Dosen Program Studi Teknologi Pengolahan Pulp dan Kertas, Institut Teknologi Sains Bandung.
8. Bapak Indra Gunawan selaku *Head of HR Academy* beserta jajarannya yang telah banyak membantu penulis selama penelitian Tugas Akhir ini.
9. Bapak S.P.Ch.V Somanci Sarma, M.Sc selaku *QAD-TBU Manager* sekaligus mentor lapangan yang selalu memberikan masukan dan arahan selama penulis melakukan penelitian Tugas Akhir.

10. Kak Ahmad Irawan, S.T. selaku *supervisor* R&D sekaligus mentor lapangan yang selalu membantu, membimbing, mengarahkan, memberikan saran dan solusi dari awal sampai akhir selesainya penelitian Tugas Akhir ini.
11. Kak Feru, Kak Putri, Kak Rohani, Kak Vhiska, Kak Deny, Kak Topan, dan semua karyawan yang ada di Blok 11-13 *Department Tissue* yang telah banyak membantu penulis hingga penelitian Tugas Akhir ini berjalan dengan lancar.
12. Seluruh karyawan pabrik yang terlibat dan berkenan membantu penulis selama penelitian di industri.
13. Surya Adelia Sakti, Dhito Feryansyah, Dia Pribadi Lugito, Renaldo, Febiananda Trisna Bela, dan Amelia Inda Sari sebagai teman seperjuangan dalam satu departemen yang selalu membantu penulis hingga penelitian Tugas Akhir ini selesai dengan baik dan tepat waktu.
14. Teman-teman seperjuangan angkatan 2018 dan kakak-kakak dari seluruh angkatan yang selalu membantu dan berjuang bersama-sama.
15. Keluarga Ikatan Mahasiswa Pulp dan Kertas yang mewadahi penulis sebagai mahasiswa pulp dan kertas di Institut Teknologi Sains Bandung.
16. Dan semua pihak yang terlibat dan memberikan bantuan kepada penulis baik secara langsung maupun tidak langsung serta berbagai dukungan dan do'a yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Akhir kata, penulis berharap Allah SWT akan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Penulis menyadari bahwa penyusunan Tugas Akhir ini masih banyak kekurangan, maka dari itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun agar menjadi lebih baik lagi. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan pengembangan ilmu selanjutnya untuk menambah wawasan dan ilmu pengetahuan kita semua.

Bekasi, 6 Agustus 2022

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 : Sarimas
NIM : 012.18.019
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:

**“Aplikasi Nanofibrillated Cellulose (NFC) Dari Waste Fiber
Pada Pembuatan Kertas Tisu Toilet Grade Mainstream”**

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Institut Teknologi 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 : Bekasi
Pada tanggal : 6 Agustus 2022

Yang menyatakan,



(Sarimas)

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.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
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.....	7
2.1 Kertas Tisu	7
2.1.1 Jenis-jenis Kertas Tisu	7
2.1.2 <i>Grade Tissue Product</i>	10

2.2 Bahan Baku Kertas Tisu	10
2.3 Bahan Kimia Kertas Tisu	11
2.3.1 Bahan Kimia Fungsional.....	11
2.3.1 Bahan Kimia Pengendali.....	12
2.4 Proses Pembuatan Kertas Tisu	12
2.4.1 <i>Stock Preparation Process</i>	12
2.4.2 <i>Approach Flow System</i>	14
2.4.3 <i>Tissue Machine Process</i>	14
2.4.4 <i>Rewinder Machine Process</i>	15
2.5 <i>Waste Fiber</i>	16
2.6 Selulosa	16
2.7 Nanoselulosa	16
2.7.1 <i>Nanofibrillated Cellulose (NFC)</i>	18
2.7.2 <i>Nanocrystalline Cellulose (NCC)</i>	18
2.8 Variabel Pengujian <i>Properties</i>	19
2.8.1 <i>Wet End Properties</i>	19
2.8.2 <i>Dry End Properties</i>	20
2.9 Alur Proses Penelitian	21
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	22
3.1 Metode Pengumpulan Data	22
3.2 Waktu dan Tempat Pelaksanaan	23
3.3 Alat dan Bahan Penelitian	23
3.3.1 Alat.....	23
3.3.2 Bahan	24
3.4 Rancangan Penelitian	24
3.4.1 Variabel Penelitian	24

3.4.2 Diagram Alir Penelitian	25
3.5 Prosedur Penelitian.....	26
3.5.1 Tahap Persiapan	26
3.5.2 Tahap Pelaksanaan	28
3.5.3 Tahap Pengujian.....	32
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	41
4.1 Hasil Pengujian Karakteristik Serat	41
4.1.1 Hasil Pengujian Karakteristik <i>Waste Fiber</i>	41
4.1.2 Hasil Pengujian Karakteristik <i>Nanofibrillated Cellulose (NFC)</i>	41
4.1.3 Hasil Pengujian <i>Scanning Electron Microscope (SEM)</i>	42
4.2 Hasil Pengujian <i>Stock Pulp Properties</i>	43
4.3 Hasil Pengujian <i>Physical Properties</i> Kertas Tisu	44
4.3.1 Pengujian <i>Tensile Strength</i> (Ketahanan Tarik)	44
4.3.2 Pengujian <i>Tearing Strength</i> (Ketahanan Sobek).....	47
4.3.3 Pengujian <i>Bursting Strength</i> (Ketahanan Retak)	49
4.3.4 Pengujian <i>Bulky</i>	52
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	54
5.1 Kesimpulan	54
5.2 Saran.....	55
DAFTAR PUSTAKA	57
LAMPIRAN.....	61

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Variabel Penelitian	25
Tabel 4.1 Hasil Pengujian Morfologi <i>Waste Fiber</i>	41
Tabel 4.2 Hasil Pengujian Morfologi NFC	41
Tabel 4.3 Hasil Pengujian <i>Stock Pulp Properties</i>	44
Tabel 4.4 Hasil Pengujian <i>Tensile Index</i> (Nm/g)	44
Tabel 4.5 Hasil Pengujian <i>Tearing Index</i> (mN/m ² /g)	47
Tabel 4.6 Hasil Pengujian <i>Bursting Index</i> (kPa/m ² /g)	50
Tabel 4.7 Hasil Pengujian <i>Bulky</i> (cm ³ /g)	52

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 <i>Facial Tissue</i> (Elevenia, 2022).....	7
Gambar 2.2 <i>Toilet Tissue</i> (Trueroll, 2022).....	8
Gambar 2.3 <i>Towel Tissue</i> (Monotaro, 2022)	9
Gambar 2.4 <i>Napkin Tissue</i> (Tokopedia, 2022)	9
Gambar 2.5 <i>Multi Purpose Tissue</i> (Fatfranks, 2022).....	10
Gambar 2.6 <i>Waste Fiber</i> (PT OKI Pulp and Paper Mills, 2022).....	16
Gambar 2.7 Struktur Serat dengan Dimensi Makro ke Nano (Suryanto, 2017) ...	17
Gambar 2.8 Alur Proses Penelitian Secara Umum	21
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	26
Gambar 3.2 Desintegrator <i>Waste Fiber</i>	28
Gambar 3.3 Oven <i>Waste Fiber</i> Setelah <i>Treatment</i>	29
Gambar 3.4 Pengecekan <i>Fiber Analysis</i>	32
Gambar 3.5 <i>Particle Charge Detector</i> (PCD).....	33
Gambar 3.6 <i>Scanning Electron Microscope</i> (Julianto, dkk, 2017).....	34
Gambar 3.7 pH Meter	35
Gambar 3.8 Pompa <i>Vacuum</i>	36
Gambar 3.9 <i>Freeness Tester</i>	37
Gambar 3.10 <i>Digital Balance</i>	37
Gambar 3.11 <i>Thickness Tester</i>	38
Gambar 3.12 <i>Tensile Tester</i>	39
Gambar 3.13 <i>Tearing Tester</i>	40
Gambar 3.14 <i>Bursting Tester</i>	40
Gambar 4.1 Hasil Pengujian SEM Variasi H ₂ SO ₄ Perbesaran (A) 10.000 Kali dan (B) 20.000 Kali	42
Gambar 4.2 Hasil Pengujian SEM Variasi H ₃ PO ₄ Perbesaran (C) 10.000 Kali dan (D) 20.000 Kali	42
Gambar 4.3 Grafik Pengaruh Penambahan Dosis NFC Terhadap Nilai <i>Tensile Index</i> (H ₂ SO ₄ Konsentrasi 4 Molar dan 6 Molar)	45
Gambar 4.4 Grafik Pengaruh Penambahan Dosis NFC Terhadap Nilai <i>Tensile Index</i> (H ₃ PO ₄ Konsentrasi 4 Molar dan 6 Molar)	45

Gambar 4.5 Grafik Pengaruh Penambahan Dosis NFC Terhadap Nilai <i>Tearing Index</i> (H ₂ SO ₄ Konsentrasi 4 Molar dan 6 Molar)	47
Gambar 4.6 Grafik Pengaruh Penambahan Dosis NFC Terhadap Nilai <i>Tearing Index</i> (H ₃ PO ₄ Konsentrasi 4 Molar dan 6 Molar)	48
Gambar 4.7 Grafik Pengaruh Penambahan Dosis NFC Terhadap Nilai <i>Bursting Index</i> (H ₂ SO ₄ Konsentrasi 4 Molar dan 6 Molar)	50
Gambar 4.8 Grafik Pengaruh Penambahan Dosis NFC Terhadap Nilai <i>Bursting Index</i> (H ₃ PO ₄ Konsentrasi 4 Molar dan 6 Molar)	50
Gambar 4.9 Grafik Pengaruh Penambahan Dosis NFC Terhadap Nilai <i>Bulky</i> (H ₂ SO ₄ & H ₃ PO ₄ Konsentrasi 4 Molar dan 6 Molar)	53
Gambar L5.1 Pencucian Sampel <i>Waste Fiber</i>	66
Gambar L5.2 <i>Demin water</i> untuk <i>Treatment</i>	66
Gambar L5.3 Desintegrator <i>Waste Fiber</i>	66
Gambar L5.4 Pengendapan Larutan WF.....	66
Gambar L5.5 Filter <i>Waste Fiber</i>	66
Gambar L5.6 Hasil Filter <i>Waste Fiber</i>	66
Gambar L5.7 Pengeringan <i>Waste Fiber</i>	66
Gambar L5.8 Sampel <i>Waste Fiber</i> Kering.....	66
Gambar L5.9 Hasil Pengujian <i>Fiber Analysis</i> WF.....	67
Gambar L5.10 Proses <i>Cooking</i> WF (Hidrolisis Asam).....	67
Gambar L5.11 Pengendapan Larutan NFC	67
Gambar L5.12 Penetralkan pH NFC	67
Gambar L5.13 Desintegrator NFC	67
Gambar L5.14 Proses Ultrasonikasi.....	67
Gambar L5.15 Filtrasi Suspensi NFC	67
Gambar L5.16 Hasil Filtrat NFC	67
Gambar L5.17 Hasil Pengujian <i>Fiber Analysis</i> NFC.....	68
Gambar L5.18 Sampel NFC untuk Uji SEM	68
Gambar L5.19 Pengambilan Sampel <i>Pulp</i> di MC.....	68
Gambar L5.20 Sampel <i>Stock Pulp</i>	68
Gambar L5.21 Pengecekan pH <i>Stock Pulp</i>	68
Gambar L5.22 Pengecekan Konsistensi.....	68

Gambar L5.23 Pengecekan Freeness	68
Gambar L5.24 Pembuatan <i>Handsheet</i> Tisu	68
Gambar L5.25 Proses Pengambilan NaOH 10%	69
Gambar L5.26 Komposisi <i>Pulp</i> pada MC di DCS	69
Gambar L5.27 Pengujian <i>Thickness</i>	69
Gambar L5.28 Pengujian <i>Tensile Strength</i>	69
Gambar L5.29 Pengujian <i>Tearing Strength</i>	69
Gambar L5.30 Pengujian <i>Bursting Strength</i>	69

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Tabel Koreksi <i>Freeness</i> Terhadap Suhu <i>Stock</i> (TAPPI 227 om-17)	62
Lampiran 2. Tabel Perhitungan Dosis <i>Stock Pulp</i>	63
Lampiran 3. Tabel Perhitungan Dosis Hidrolisis Asam.....	64
Lampiran 4. Tabel Perhitungan Hasil Pengujian <i>Physical Properties</i>	65
Lampiran 5. Foto Dokumentasi Kegiatan Penelitian	66