

**PRARENCANA PABRIK
PEMBUATAN NANOSELULOSA DAN
RECOVERY LIGNIN DARI BAHAN BAKU KAYU
ACACIA CRASSICARPA DENGAN METODE
PRE- TREATMENT STEAM EXPLOSION
DENGAN KAPASITAS 150 TON/TAHUN**



Diajukan oleh:

Timothy Ariel Setiawan

NRP: 5203019032

Silvester S. L.

NRP: 5203020018

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KATOLIK WIDYA MANDALA
SURABAYA
2025**

LEMBAR PENGESAHAN

Seminar PRARENCANA PABRIK bagi mahasiswa tersebut di bawah ini:

Nama : Timothy Ariel Setiawan

NRP : 5203019032

telah diselenggarakan pada tanggal 23 Juni 2025, karenanya yang bersangkutan dapat dinyatakan telah memenuhi sebagian persyaratan kurikulum guna memperoleh gelar *Sarjana Teknik* Program Studi Teknik Kimia, Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya.

Surabaya, 10 Juli 2025

Pembimbing I



Ir. Shella Permatasari Santoso,
S.T., Ph.D., IPM.

NIDN 0709119004

Pembimbing II



Prof. Ir. Felycia Edi Soetaredjo, S.T.,
M.Phil., Ph.D., IPU., ASEAN Eng.

NIDN 0702047702

Dewan Penguji

Ketua



Ir. Sandy Budi Hartono, S.T., M.Phil.,
Ph.D., IPM.

NIDN 0726127601

Sekretaris



Ir. Shella Permatasari Santoso,
S.T., Ph.D., IPM.

NIDN 0709119004

Anggota



Ir. Aning Ayuella, S.T.,
M.Eng.Sc., Ph.D., IPM., ASEAN
Eng.

NIDN 0710018103

Anggota



Ir. Ery Susiany Retnoningtyas,
S.T., M.T., Ph.D., IPM.

NIDN 0716067201

Mengetahui

Fakultas Teknik
Dekan,



Prof. Ir. Felycia Edi Soetaredjo, S.T.,
M.Phil., Ph.D., IPU., ASEAN Eng.

NIDN 0702047702

Program Studi Teknik Kimia
Ketua Program Studi,



Ir. Shella Permatasari Santoso, S.T.,
Ph.D., IPM.

NIDN 0709119004

LEMBAR PENGESAHAN

Seminar PRARENCANA PABRIK bagi mahasiswa tersebut di bawah ini:

Nama : **Silvester S. L.**

NRP : **5203020018**

telah diselenggarakan pada tanggal 23 Juni 2025, karenanya yang bersangkutan dapat dinyatakan telah memenuhi sebagian persyaratan kurikulum guna memperoleh gelar **Sarjana Teknik** Program Studi Teknik Kimia, Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya.

Surabaya, 10 Juli 2025

Pembimbing I

Ir. Shella Permatasari Santoso,
S.T., Ph.D., IPM.

NIDN 0709119004

Pembimbing II

Prof. Ir. Felycia Edi Soetaredjo, S.T.,
M.Phil., Ph.D., IPU., ASEAN Eng.

NIDN 0702047702

Dewan Penguji

Ketua

Ir. Sandy Budi Hartono, S.T., M.Phil.,
Ph.D., IPM.

NIDN 0726127601

Sekretaris

Ir. Shella Permatasari Santoso,
S.T., Ph.D., IPM.

NIDN 0709119004

Anggota

Ir. Aning Ayucitra, S.T.,
M.Eng.Sc., Ph.D., IPM., ASEAN
Eng.

NIDN 0710018103

Anggota

Ir. Ery Susiany Ketnoningtyas,
S.T., M.T., Ph.D., IPM.

NIDN 0716067201

Mengetahui

Fakultas Teknik
Dekan,



Prof. Ir. Felycia Edi Soetaredjo, S.T.,
M.Phil., Ph.D., IPU., ASEAN Eng.

NIDN 0702047702

Program Studi Teknik Kimia
Ketua Program Studi,



Ir. Shella Permatasari Santoso, S.T.,
Ph.D., IPM.

NIDN 0709119004

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa laporan prarencana pabrik ini benar – benar merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan merupakan hasil karya orang lain, baik sebagian maupun seluruhnya, kecuali dinyatakan dalam teks. Seandainya diketahui bahwa laporan prarencana pabrik ini ternyata merupakan hasil karya orang lain, maka saya sadar dan menerima konsekuensi bahwa laporan prarencana pabrik ini tidak dapat saya gunakan sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik.

Surabaya, 10 Juli 2025

Yang menyatakan,



Timothy Ariel Setiawan

NRP 5203019032

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa laporan prarencana pabrik ini benar – benar merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan merupakan hasil karya orang lain, baik sebagian maupun seluruhnya, kecuali dinyatakan dalam teks. Seandainya diketahui bahwa laporan prarencana pabrik ini ternyata merupakan hasil karya orang lain, maka saya sadar dan menerima konsekuensi bahwa laporan prarencana pabrik ini tidak dapat saya gunakan sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik.

Surabaya, 10 Juli 2025

Yang menyatakan,



Silvester S. L.

NRP 5203020018

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI PRARENCANA PABRIK

Dengan perkembangan ilmu pengetahuan, kami sebagai mahasiswa Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya :

Nama : Timothy Ariel Setiawan

NRP : 5203019032

Nama : Silvester S. L.

NRP : 5203020018

Menyetujui bahwa laporan prarencana pabrik kami dengan judul :

Prarencana Pabrik Pembuatan Nanoselulosa Dan Recovery Lignin Dari Bahan Baku Kayu Acacia Crassicarpa Dengan Metode Pre- Treatment Steam Explosion Dengan Kapasitas 150 Ton/Tahun

Untuk dipublikasikan / ditampilkan di internet atau media lain (Digital Library Perputakaan Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya) untuk kepentingan akademik sebatas sesuai dengan Undang – Undang Hak Cipta. Demikian pernyataan persetujuan publikasi prarencana pabrik ini kami buat dengan sebenarnya.

Surabaya, 10 Juli 2025

Yang menyatakan,



Timothy Ariel Setiawan

5203019032



Silvester S. L.

5203020018

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala berkat dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat dapat menyelesaikan Tugas Akhir Prarencana Pabrik yang berjudul Pembuatan Nanoselulosa dan Recovery Lignin dari Bahan Baku Kayu Acacia Crassicarpa dengan Metode Pre-treatment Steam Explosion dengan Kapasitas 150 ton/tahun. Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik di Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya.

Penulis menyadari bahwa dalam proses penyusunan Tugas Akhir Prarencana Pabrik ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Prof. Ir. Felycia Edi Soetaredjo, S.T., M.Phil., Ph.D., IPU., ASEAN Eng. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya
2. Ir. Shella Permatasari Santoso, S.T., Ph.D., IPM. selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya.
3. Ir. Shella Permatasari Santoso, S.T., Ph.D.. selaku Dosen Pembimbing I yang telah meluangkan waktu, tenaga, pikiran, dan perhatiannya untuk memberikan bimbingan dan pengarahan.
4. Prof. Ir. Felycia Edi Soetaredjo, S.T., M.Phil., Ph.D., IPU., ASEAN Eng. selaku Dosen Pembimbing II yang telah meluangkan waktu, tenaga, pikiran, dan perhatiannya untuk memberikan bimbingan dan pengarahan.
5. Ir. Sandy Budi Hartono, S.T., M.Phil., Ph.D., IPM., Ir. Aning Ayucitra, S.T., M.Eng.Sc., Ph.D., IPM., ASEAN Eng.dan Ery Susiany Retnoningtyas, S.T., M.T., Ph.D., IPM.. selaku dosen penguji yang telah memberikan masukan.
6. Semua pihak baik secara langsung maupun tidak langsung turut memberikan bantuan dan dukungan selama penyusunan Tugas Akhir Prarencana Pabrik ini. Akhir kata, penulis berharap semoga Tujuan Akhir Prarencana Pabrik ini dapat bermanfaat dan berkontribusi untuk kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi, serta para pembaca

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN	iv
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PULIKASI PRARENCANA PABRIK ..	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xii
INTISARI.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	I-1
I.1. Latar Belakang	I-1
I.2. Sifat-Sifat Bahan Baku dan Produk.....	I-1
I.3. Kegunaan dan Keunggulan Produk.....	I-8
I.4. Ketersediaan Bahan Baku dan Analisis Pasar	I-9
BAB II URAIAN DAN PEMILIHAN PROSES	II-1
II.1. Proses Pembuatan Produk.....	II-1
II.1.2. Metode Pembuatan Produk Nanoselulosa	II-1
II.1.3. Pemulihan Black Liquor	II-4
II.2 Pemilihan proses	II-5
II.3. Uraian Proses.....	II-6
BAB III NERACA MASSA.....	III-1
BAB IV NERACA PANAS	IV-1
BAB V SPESIFIKASI ALAT.....	V-1
BAB VI LOKASI, TATA LETAK PABRIK & ALAT, INSTRUMENTASI, DAN SAFETY	VI-1
VI.2. Tata Letak Pabrik dan Alat	VI-1
VI.3. Instrumentasi.....	VI-9

VI.4. Pertimbangan Keselamatan dan Lingkungan	VI-11
BAB VII UTILITAS DAN PENGOLAHAN LIMBAH.....	VII-1
VII.1. Unit penyedia air	VII-1
VII.1.2. Unit Pengolahan Air	VII-6
VII.2. Unit Penyediaan Udara	VII-42
VII.4. Unit Penyediaan Listrik	VII-48
VII.4.2. Generator.....	VII-52
VII.5. Unit Pengolahan Limbah	VII-53
BAB VIII DESAIN PRODUK DAN KEMASAN.....	VIII-1
BAB IX STRATEGI PEMASARAN	IX-1
BAB X STRUKTUR ORGANISASI	X-1
X.1. Bentuk Badan Perusahaan.....	X-1
X.2. Sistem Organisasi	X-1
X.3. Pembagian Tugas Pekerjaan	X-2
X.4. Perincian Jumlah Tenaga Kerja.....	X-9
X.5. Status Karyawan dan Sistem Upah.....	X-11
X.6. Sistem Kerja.....	X-12
BAB XI ANALISA EKONOMI.....	XI-1
XI.1. Analisa Ekonomi.....	XI-1
XI.2. Penentuan Biaya Produksi Total / <i>Total Production Cost</i> (TPC)	XI-5
XI.3. Analisa Ekonomi dengan Metode <i>Discounted Cash Flow</i>	XI-7
XI.4. Perhitungan Rate of Return on Investment (ROI).....	XI-11
XI.5. Perhitungan Rate of Return on Equity Investment (ROE).....	XI-12
XI.6. Waktu Pengembalian Modal / <i>Pay Out Time</i> (POT)	XI-14
XI.7. Penentuan Titik Impas / <i>Break Even Point</i> (BEP)	XI-15
XI.8. Analisa Sensitivitas	XI-18
BAB XII KESIMPULAN	XII-1

XII.1. Diskusi	XII-1
XII.2. Kesimpulan	XII-2
DAFTAR PUSTAKA.....	XII-3
LAMPIRAN A.....	L-1
LAMPIRAN B.....	L-18
LAMPIRAN C.....	L-57
LAMPIRAN D.....	L-135

DAFTAR GAMBAR

Gambar I. 1. Perbandingan kadar selulosa dan lignin antara <i>A. crassicarpa</i> & <i>A. mangium</i>	I-2
Gambar I. 2. Struktur dari selulosa [7].....	I-3
Gambar I. 3. Struktur dari Hemiselulosa [10]	I-4
Gambar I. 4. Struktur dari lignin [12]	I-5
Gambar I. 5. Grafik forecast bahan baku kayu <i>Acacia Crassicarpa</i> di Indonesia.....	I-10
Gambar I. 6. Kebutuhan nanoselulosa di Indonesia.....	I-12
Gambar I. 7. Kebutuhan Lignin di Indonesia	I-13
Gambar VI. 1. Gambar VI.1. Peta Lokasi Pabrik di Kecamatan Medang Kampai, Dumai, Riau.....	VI-2
Gambar VI. 2. Tata Letak Pabrik.....	VI-6
Gambar VI. 3. Tata Letak Alat.....	VI-8
Gambar VII. 1. Blok Diagram Unit Pengolahan Air	VII-7
Gambar VIII. 1. Logo PT. Namun Inovasi Tidak.....	VIII-1
Gambar VIII. 2. Gambar Desain Kemasan Produk Nanoselulosa dan Lignin PT. Inovasi Namun Tidak.....	VIII-2
Gambar XI. 1. Hubungan antara Persentase Kapasitas Produksi dengan Net Cash Flow setelah Pajak.....	XI-17

DAFTAR TABEL

Tabel II. 1. Kondisi proses dan yield beragam proses pretreatment.....	II-3
Tabel II. 2. Kelebihan dan Kekurangan beragam proses pretreatment.....	II-3
Tabel II. 3. Kelebihan dan Kekurangan beragam proses pretreatment.....	II-4
Tabel VI. 1. Keterangan Tata Letak, Dimensi dan Luas Area Pabrik	VI-6
Tabel VI. 2. Keterangan Tata Letak Alat.....	VI-8
Tabel VI. 3. Fungsi Instrumentasi Pabrik Nanoselulosa.....	VI-10
Tabel VI. 4. Instrumentasi Pabrik Nanoselulosa	VI-10
Tabel VII. 1. Kebutuhan Air Proses.....	VII-3
Tabel VII. 2. Kebutuhan Air Pendingin.....	VII-3
Tabel VII. 3. Data Massa Saturated steam	VII-5
Tabel VII. 4. Data Kode Alat dan Keterangan Alat	VII-8
Tabel VII. 5. Kebutuhan Power Peralatan Proses	VII-48
Tabel VII. 6. Kebutuhan Power Peralatan Utilitas.....	VII-49
Tabel VII. 7. Kebutuhan Lumen Penerangan.....	VII-49
Tabel VII. 8. Kebutuhan Lampu dan Power Lampu.....	VII-51
Tabel VII. 9. Komponen masuk Bak Penampung Limbah.....	VII-54
Tabel X. 1. Perincian Jumlah Karyawan.....	X-9
Tabel X. 2. Jadwal Kerja Karyawan Shift.....	X-13
Tabel XI. 1. Penentuan Total Capital Investment (TCI).....	XI-3
Tabel XI. 2. Perhitungan Depresiasi Peralatan dan Bangunan.....	XI-5
Tabel XI. 3. Perhitungan Total Production Cost (TPC).....	XI-6
Tabel XI. 4. Keterangan Kolom Cash Flow.....	XI-8
Tabel XI. 5. Hasil Perhitungan Cash Flow	XI-9
Tabel XI. 6. Hasil Perhitungan Cash Flow (lanjutan)	XI-10
Tabel XI. 7. Rate of Return on Investment (ROI) sebelum Pajak.....	XI-11
Tabel XI. 8. Rate of Return on Investment (ROI) setelah Pajak.....	XI-12
Tabel XI. 9. Rate of Equity Investment (ROE) sebelum Pajak	XI-13
Tabel XI. 10. Rate of Equity Investment (ROE) sesudah Pajak.....	XI-13
Tabel XI. 11. Pay Out Time (POT) sebelum Pajak.....	XI-14
Tabel XI. 12. Pay Out Time (POT) sesudah Pajak	XI-15
Tabel XI. 13. Perhitungan Break Even Point	XI-16
Tabel XI. 14. Kapasitas Penjualan dan Net Cash Flow	XI-17

Tabel XI. 15. Hubungan antara Persentase Kenaikan Harga Bahan Baku terhadap ROI, ROE, POT, serta BEP.....	XI-19
--	--------------

INTISARI

Penelitian ini bertujuan untuk memproduksi nanoselulosa dan merecovery lignin dari bahan baku kayu *Acacia crassicarpa* melalui metode pre-treatment **steam explosion** dengan kapasitas produksi sebesar **150 ton/tahun**. *Steam explosion* merupakan metode yang ramah lingkungan dan efektif untuk memisahkan komponen utama lignoselulosa, yaitu selulosa, hemiselulosa, dan lignin, melalui perlakuan suhu dan tekanan tinggi dalam waktu singkat.

Proses dimulai dengan tahap persiapan bahan baku, dilanjutkan dengan pre-treatment *steam explosion* pada 190 °C selama 15 menit yang bertujuan untuk memisahkan kandungan hemiselulosa menjadi xilosa. Kemudian proses alkaline delignifikasi dengan menggunakan larutan NaOH 4% dengan temperatur 100 °C selama 1 jam bertujuan untuk memecah lignin menjadi p-kumaril, p-koniferil, dan p-sinapil. . Setelah pre-treatment, dilakukan proses pemisahan fraksi selulosa untuk selanjutnya diolah menjadi nanoselulosa menggunakan metode ultrasonikasi, sedangkan lignin hasil pemisahan dilakukan proses recovery untuk dimanfaatkan sebagai produk samping.

Hasil analisis menunjukkan bahwa metode *steam explosion* mampu meningkatkan efisiensi pemisahan selulosa dan lignin, serta menghasilkan nanoselulosa dengan ukuran partikel di bawah 100 nm. Perancangan kapasitas pabrik sebesar 150 ton/tahun mempertimbangkan ketersediaan bahan baku, efisiensi proses, dan aspek teknis ekonomi. Proses ini diharapkan dapat menjadi solusi berkelanjutan dalam pemanfaatan biomassa hutan industri serta mendukung pengembangan material berbasis biomassa ramah lingkungan.

Prarencana pabrik Nanoselulosa berbahan baku batang kayu *Accacia Crassicarpa* memiliki rincian sebagai berikut :

Bentuk Perusahaan : Perseroan Terbatas (PT)

Pabrik : Nanoselulosa

Kapasitas : 150 ton/tahun

Bahan baku : batang kayu *Accacia Crassicarpa*

Sistem operasi : Batch

Utilitas :

- Air Sungai : 35,4127 m³/hari
- Listrik : 3.772,01 Kw/hari

Jumlah tenaga kerja : 144 orang

Lokasi pabrik : Desa Lubuk Gaung Kecamatan Dumai, Kota Pekanbaru, Provinsi Riau

Analisa ekonomi dengan Metode Discounted Flow

- Rate of Interest (ROI) sebelum pajak : 26,75 %
- Rate of Interest (ROI) sesudah pajak : 21,5 %
- Rate of Equity (ROE) sebelum pajak : 39,36%
- Rate of Equity (ROE) sesudah pajak : 31,9 %
- Pay Out Time (POT) sebelum pajak : 4 tahun 6 bulan 10 hari
- Pay Out Time (POT) sesudah pajak : 5 tahun 2 bulan 27 hari
- Break Even Point (BEP) : 56,21%.

Berdasarkan Analisa ekonomi, dengan penjualan kemasan nanoselulosa 25kg/pack dengan harga Rp 5.000.000,00/pack, pabrik ini layak didirikan