

**PRARENCANA PABRIK
PRODUKSI SILITOL DARI SABUT KELAPA
DENGAN KAPASITAS 27.000 TON PER TAHUN**



Diajukan oleh:

Michael Heryanto

NRP: 5203017022

Agatha Mariska S. Kurniandra

NRP: 5203017045

**JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KATOLIK WIDYA MANDALA
SURABAYA
2020**

LEMBAR PENGESAHAN

Seminar PRARENCANA PABRIK bagi mahasiswa tersebut di bawah ini:

Nama : Michael Heryanto

NRP : 5203017022

telah diselenggarakan pada tanggal 18 Januari 2021, karenanya yang bersangkutan dapat dinyatakan telah memenuhi sebagian persyaratan kurikulum guna memperoleh gelar **Sarjana Teknik** Jurusan **Teknik Kimia**.

Surabaya,

Pembimbing I



Prof. Ir. Suryadi Ismadji,
M.T., Ph.D.
NIK. 521.93.0198

Pembimbing II



Prof. Felycia Edi S.,
M.Phil., Ph.D.
NIK. 521.99.0391

Penguji I



Ir. Yohanes Sudaryanto,
M.T.
NIK. 521.89.0151

Penguji II



Maria Y., S.T., Ph.D.
NIK. 521.18.1010

Penguji III



Wenny Irawaty, S.T., M.T.,
Ph.D.
NIK. 521.18.1010

Mengetahui

Fakultas Teknik Dekan



Prof. Ir. Suryadi Ismadji,
M.T., Ph.D.
NIK. 521.93.0198

Jurusan Teknik Kimia
Ketua



Sandy Budi Hartono, S.T.,
M.Phil., Ph.D.
NIK 521.99.0401

LEMBAR PENGESAHAN

Seminar PRARENCANA PABRIK bagi mahasiswa tersebut di bawah ini:

Nama : Agatha Mariska

NRP : 5203017045

telah diselenggarakan pada tanggal 18 Januari 2021, karenanya yang bersangkutan dapat dinyatakan telah memenuhi sebagian persyaratan kurikulum guna memperoleh gelar **Sarjana Teknik Jurusan Teknik Kimia.**

Surabaya,

Pembimbing I



Prof. Ir. Suryadi Ismadji,
M.T., Ph.D.
NIK. 521.93.0198

Pembimbing II



Prof. Felycia Edi S.,
M.Phil., Ph.D.
NIK. 521.99.0391

Penguji I



Ir. Yohanes Sudaryanto,
M.T.
NIK. 521.89.0151

Penguji II



Maria Y., S.T., Ph.D.
NIK. 521.18.1010

Penguji III



Wenny Irawaty, S.T., M.T.,
Ph.D.
NIK. 521.18.1010

Mengetahui

Fakultas Teknik Dekan



Prof. Ir. Suryadi Ismadji,
M.T., Ph.D.
NIK. 521.93.0198

Jurusan Teknik Kimia
Ketua



Sandy Bardi Hartono, S.T.,
M.Phil., Ph.D.
NIK 521.99.0401

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Demi perkembangan ilmu pengetahuan, saya sebagai mahasiswa Unika Widya Mandala Surabaya:

Nama : Michael Heryanto
NRP : 5203017022

Menyetujui skripsi/karya ilmiah saya:

Judul :
Studi Adsorpsi Hidrogel Selulosa/TiO₂ terhadap Metilen Biru

untuk dipublikasikan/ditampilkan di internet atau media lain (Digital Library Perpustakaan Unika Widya Mandala Surabaya) untuk kepentingan akademik sebatas sesuai dengan Undang-undang Hak Cipta.

Demikian pernyataan persetujuan publikasi karya ilmiah ini saya buat dengan sebenarnya.

Surabaya, 19 Juli 2020

Yang menyatakan,



(Michael Heryanto)
5203017022

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Demi perkembangan ilmu pengetahuan, saya sebagai mahasiswa Unika Widya Mandala Surabaya:

Nama : Agatha Mariska S. K.
NRP : 5203017045

Menyetujui skripsi/karya ilmiah saya:

Judul :
Studi Adsorpsi Hidrogel Selulosa/TiO₂ terhadap Metilen Biru

untuk dipublikasikan/ditampilkan di internet atau media lain (Digital Library Perpustakaan Unika Widya Mandala Surabaya) untuk kepentingan akademik sebatas sesuai dengan Undang-undang Hak Cipta.

Demikian pernyataan persetujuan publikasi karya ilmiah ini saya buat dengan sebenarnya.

Surabaya, 19 Juli 2020

Yang menyatakan,



(Agatha Mariska S. K.)
5203017045

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, 15 Januari 2021

Mahasiswa,



Michael Heryanto

5203017022

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, 15 Januari 2021

Mahasiswa,



Agatha Mariska

5203017045

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala berkat rahmat dan karunia-Nya yang telah memberikan hikmat kepada penulis sehingga berhasil menyelesaikan tugas akhir yang berjudul PRODUKSI SILITOL DARI SABUT KELAPA DENGAN KAPASITAS 27.000 TON PER TAHUN tepat waktu dan sesuai dengan yang diharapkan. Tujuan dari pembuatan skripsi ini adalah sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik di Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya.

Terselesaikannya skripsi ini tak lepas dari bantuan serta dukungan baik secara materi maupun moral dari banyak pihak. Maka dari itu, kami sebagai calon sarjana yang menulis prarencana pabrik ini mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ir. Suryadi Ismadji, Ph.D., IPM dan Prof. Felycia Edi S., M.Phil., Ph.D, IPM selaku Dosen Pembimbing yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan masukan, bimbingan, serta pengarahan yang baik dan jelas dalam tugas akhir ini;
2. Ir. Suryadi Ismadji, Ph.D., IPM selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya;
3. Sandy Budi Hartono, Ph.D., IPM selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya;
4. Seluruh dosen dan staff Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya, yang secara tidak langsung telah membantu kami dalam menyelesaikan tugas akhir ini;
5. Orang tua dan keluarga yang senantiasa memberikan dukungan selama penyusunan tugas akhir;
6. Teman-teman seperjuangan angkatan 2017 yang telah mendukung selama proses pembuatan tugas akhir berlangsung;
7. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Akhir kata, penulis berharap adanya kritikan dan saran dari pembaca demi kesempurnaan tugas akhir ini.

Surabaya, 15 Januari 2021

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN.....	iv
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
BAB I. PENDAHULUAN	I-1
I.1. Latar Belakang.....	I-1
I.2. Sifat-Sifat Bahan Baku dan Produk.....	I-2
I.3. Kegunaan dan Keunggulan Produk	I-9
I.4. Ketersediaan Bahan Baku.....	I-10
BAB II. PEMILIHAN DAN URAIAN PROSES	II-1
II.1. Proses Pembuatan Produk	II-1
II.2. Pemilihan Proses	II-2
II.3. Uraian Proses.....	II-2
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.1. Lokasi Pabrik.....	VI-1
VI.2. Tata Letak Pabrik dan Alat.....	VI-4
VI.3. Instrumentasi	VI-9
VI.4. Pertimbangan Keselamatan Kerja dan Lingkungan	VI-11
VI.5. HAZOP.....	VI-14
BAB VII. UTILITAS DAN PENGOLAHAN LIMBAH	VI-1
VII.1. Utilitas	IV-1
VII.2. Pengolahan Limbah	IV-65
BAB VIII. DESAIN PRODUK DAN KEMASAN.....	VIII-1
VIII.1. Desain Produk	VIII-1
VIII.2. Desain Logo.....	VIII-1
VIII.3. Desain Kemasan	VIII-2
BAB IX. STRATEGI PEMASARAN	IX-1
BAB X. STRUKTUR ORGANISASI.....	X-1
X.1. Struktur Umum	X-1
X.2. Bentuk Perusahaan	X-1
X.3. Struktur Organisasi	X-2
X.4. Pembagian Tugas dan Wewenang.....	X-3
X.5. Jadwal Kerja	X-10
X.6. Kesejahteraan Karyawan	X-11
BAB XI. ANALISA EKONOMI.....	XI-1
XI.1. Penentuan Modal Total / <i>Total Capital Investment</i> (TCI).....	XI-1
XI.2. Penentuan Biaya Produksi / <i>Total Production Cost</i> (TPC).....	XI-3
XI.3. Analisa Ekonomi dengan Metode <i>Discounted Cash Flow</i>	XI-4
XI.4. Perhitungan <i>Rate of Return Investment</i> (ROR)	XI-7

XI.5.	Perhitungan <i>Rate of Equity Investment</i> (ROE).....	XI-8
XI.6.	Waktu Pengembalian Modal (POT)	XI-10
XI.7.	Penentuan Titik Impas / <i>Break Even Point</i> (BEP).....	XI-11
XI.8.	Analisa Sensitivitas	XI-13
BAB XII.	DISKUSI DAN KESIMPULAN	XII-1
XII.1.	Diskusi	XII-1
XII.2.	Kesimpulan.....	XII-2
	DAFTAR PUSTAKA	DP-1
	LAMPIRAN A. PERHITUNGAN NERACA MASSA	A-1
	LAMPIRAN B. PERHITUNGAN NERACA PANAS	B-1
	LAMPIRAN C. PERHITUNGAN SPESIFIKASI ALAT	C-1
	LAMPIRAN D. PERHITUNGAN ANALISA EKONOMI.....	D-1

DAFTAR TABEL

Tabel I.1. Komposisi Sabut Kelapa	I-3
Tabel I.2. Sifat Fisika Asam Sulfat	I-3
Tabel I.3. Sifat Fisika Kalsium Oksida	I-5
Tabel I.4. Sifat Fisika Kloroform	I-6
Tabel I.5. Sifat Fisika Hidrogen	I-6
Tabel I.6. Sifat Fisika Etilen Glikol	I-7
Tabel I.7. Sifat Fisika Silitol	I-9
Tabel I.8. Data Impor Silitol di Indonesia Tahun 2014-2018	I-12
Tabel I.9. Data Impor Silitol Tahun 2019-2026	I-14
Tabel I.10. Produsen Pengguna Silitol di Indonesia	I-14
Tabel I.11. Konsumsi Silitol di Indonesia	I-15
Tabel I.12. Produksi Silitol di Dunian Tahun 2014	I-16
Tabel III.1. Spesifikasi Bahan Baku Sabut Kelapa	III-1
Tabel III.2. Neraca Massa Rottary Cutter (C-110)	III-1
Tabel III.3. Neraca Massa Reaktor Prehidrolisis (R-120)	III-2
Tabel III.4. Neraca Massa Reaktor Netralisasi (R-130)	III-3
Tabel III.5. Neraca Massa Centrifugal Filter (H-140)	III-4
Tabel III.6. Neraca Massa Decanter (H-150)	III-5
Tabel III.7. Neraca Massa Reaktor Hidrogenasi (R-210)	III-6
Tabel III.8. Neraca Massa Vacuum Evaporator (V-220)	III-7
Tabel III.9. Neraca Massa Crystallizer (X-310)	III-8
Tabel VI.1. Dimensi dan Luasan Area Pabrik Silitol	VI-6
Tabel VI.2. Keterangan Tata Letak Alat Proses	VI-9
Tabel VI.3. Instrumen pada Alat Proses	VI-10
Tabel VII.3. Kebutuhan Air Sanitasi	VII-4
Tabel VII.4. Kebutuhan Air Pendingin	VII-5
Tabel VII.5. Kebutuhan Listrik Proses Produksi	VII-103
Tabel VII.6. Kebutuhan Listrik Unit Utilitas	VII-104
Tabel VII.7. Kebutuhan Lumen Output	VII-105
Tabel VII.8. Kebutuhan Daya untuk Penerangan Pabrik	VII-107
Tabel X.1. Perincian Jumlah Karyawan	X-9
Tabel X.2. Jadwal Kerja Karyawan Shift	X-12
Tabel XI.1. Penentuan Total Capital Investment (TCI)	XI-2
Tabel XI.2. Biaya Produksi Total	XI-3
Tabel XI.3. Cash Flow	XI-6
Tabel XI.4. Rate of Return Investment (ROR) Sebelum Pajak	XI-7
Tabel XI.5. Rate of Return Investment (ROR) Setelah Pajak	XI-8
Tabel XI.6. Rate of Equity Investment (ROE) Sebelum Pajak	XI-9
Tabel XI.7. Rate of Equity Investment (ROE) Setelah Pajak	XI-9
Tabel XI.8. POT Sebelum Pajak	XI-10
Tabel XI.9. POT Setelah Pajak	XI-10
Tabel XI.10. Penentuan BEP	XI-11
Tabel XI.11. Hubungan Kenaikan Harga Bahan Baku terhadap BEP, ROR, ROE, dan POT	XI-13

DAFTAR GAMBAR

Gambar I.1. Sabut Kelapa.....	I-2
Gambar I.2. Struktur Kimia Asam Sulfat	I-3
Gambar I.3. Struktur Kimia Kloroform	I-5
Gambar I.4. Struktur Kimia Etilen Glikol	I-7
Gambar I.5. Struktur Kimia Silitol	I-9
Gambar I.6. Grafik Impor Silitol Indonesia Tahun 2014-2018	I-13
Gambar II.1. Diagram Alir Proses Produksi Silitol	II-4
Gambar VI.1. Lokasi Pendirian Pabrik Silitol Berbahan Baku Sabut Kelapa	VI-1
Gambar VI.2. Lokasi Pabrik Kelapa dan Pabrik Silitol.....	VI-2
Gambar VI.3. Akses Pabrik Silitol Ke PLN Sungai Guntung	VI-3
Gambar VI.4. Tata Letak Pabrik Silitol.....	VI-7
Gambar VI.5. Tata Letak Alat Proses.....	VI-9
Gambar VII.1. Aliran Air Laut sebagai Air Pendingin	VII-4
Gambar VII.2. Aliran Air PDAM Sebagai Air Sanitasi dan Air Umpan Boiler .	VII-36
Gambar VIII.1. Desain Logo PT. Xilindo	VIII-1
Gambar VIII.2. Kemasan Produk Silitol 50 kg	VIII-3
Gambar X.1. Struktur PT. Xilindo.....	X-1
Gambar XI.1. Hubungan antara Kapasitas Produksi dan Laba Sesudah Pajak	XI-12
Gambar C.1. <i>Pallet Box</i>	C-1
Gambar C.2. Sketsa Penyimpanan Pallet Box per Bagian dah Pajak.....	C-2
Gambar C.3. Sketsa Gudang.....	C-3

INTISARI

Sebagai negara agraris, Indonesia memiliki sumber daya alam yang melimpah. Salah satunya adalah perkebunan kelapa yang produksi kelapanya mencapai 2.871.280 ton (BPS, 2017). Sabut kelapa sebagai limbah dari buah kelapa memiliki potensi untuk diolah menjadi silitol karena mengandung 27,81% hemiselulosa. Silitol adalah gula alkohol yang memiliki indeks glikemik dan kalori yang lebih rendah dibandingkan dengan sukrosa tetapi masih memiliki rasa manis yang sama dengan sukrosa. Dengan kesamaan fungsi silitol sebagai pemanis yang lebih sehat, silitol dipandang sebagai alternatif yang dapat diterapkan pada banyak produk. Berdasarkan data BPS tahun 2014 hingga tahun 2018, kebutuhan silitol didapatkan dengan cara diimpor dari negara lain karena tidak adanya produsen silitol dalam negeri. Oleh karena itu, pabrik silitol ini dirancang untuk memenuhi kebutuhan pasar dalam negeri, terutama untuk pabrik pasta gigi dan permen karet yang menggunakan bahan baku silitol.

Proses pembuatan silitol terdiri dari tiga proses utama, yaitu prehidrolisis, hidrogenasi, dan kristalisasi. Pada proses prehidrolisis ini akan terjadi *pretreatment* untuk memisahkan lignin dan selulosa dari hemiselulosa, kemudian dilanjutkan dengan hidrolisis dari hemiselulosa menjadi ciosa dan sebagian terdehidrasi menjadi furfural. Proses prehidrolisis ini dilakukan dengan menggunakan H_2SO_4 20mM pada suhu 175°C dan tekanan 10 bar. Pada proses hidrogenasi, silosa akan diubah menjadi silitol. Proses dilakukan pada suhu 150°C dan tekanan 4 bar dengan bantuan katalis Ru/TiO_2 . Pemilihan proses hidrogenasi ini dikarenakan prosesnya sederhana dan biaya produksinya tidak terlalu tinggi, tetapi dapat menghasilkan silitol dengan kemurnian mencapai 100%.

Limbah dari proses ini adalah padatan biomassa tersisa, kalsium sulfat, kloroform bekas, dan *mother liquor*. Padatan biomassa tersisa adalah hasil dari padatan biomassa yang mengandung lignin, selulosa, dan hemiselulosa yang tidak bereaksi dalam proses prehidrolisis. Kalsium sulfat adalah hasil netralisasi asam sulfat yang merpuakan katalis proses prehidrolisis dengan kalsium oksida. Kloroform bekas adalah kloroform setelah digunakan untuk memisahkan monomer lignin dan furfural sebagai hasil samping reaksi prehidrolisis. *Mother liquor* adalah larutan kristalisasi yang tidak mengkristal.

Prarencana pabrik silitol dari sabut kelapa ini memiliki rincian sebagai berikut:

Bentuk Perusahaan	: Perseroan Terbatas (PT)
Produksi	: Silitol
Status Perusahaan	: Swasta
Kapasitas Produksi	: 27.000 ton/tahun
Hari Kerja Efektif	: 330 hari
Sistem Operasi	: kontinyu
Masa konstruksi	: 2 tahun
Waktu Mulai Beroperasi	: 2023
Bahan Baku	: Sabut kelapa
Kapasitas Bahan Baku	: 27.831,49 kg/jam
Utilitas	:

- Air : 611.015,72 m³/jam

- Listrik : 2.489,95 kW
- Solar : 0,71 m³/jam

Jumlah Tenaga Kerja : 109 orang

Lokasi Pabrik : Kelurahan Tagaraja, Desa Sungai Guntung,
Kecamatan Kateman, Kabupaten Indragiri Hilir,
Provinsi Riau, Indonesia.

Luas Pabrik : 32.527 m²

Ekonomi :

- ROI sebelum pajak : 25,55%
- ROI sesudah pajak : 22,04%
- ROE sebelum pajak : 32,24%
- ROE sesudah pajak : 29,37%
- POT sebelum pajak : 3,1 tahun
- POT sesudah pajak : 4,1 tahun
- BEP : 55,19%