

PRARENCANA PABRIK

BROMELAIN (ENZIM PROTEOLITIK) DARI BONGGOL BUAH NANAS KAPASITAS 20 TON/TAHUN



DIAJUKAN OLEH:

ANDREAN SHELLY MELAWATI

NRP: 5203015036

INTAN CHRISTIANI KARERI PANDANGA

NRP: 5203015043

**JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KATOLIK WIDYA MANDALA
SURABAYA
2019**

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH dan PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH

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

Kami yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Andrean Shely Melawati

NRP : 5203015036

Nama : Intan Christiani Kareri Pandanga

NRP : 5203015043

Judul Tugas Akhir : Bromelain (Enzim Proteolitik) dari Bonggol Buah Nanas Kapasitas 20 Ton/Tahun

Menyatakan bahwa tugas akhir ini adalah ASLI karya tulis kami. Apabila terbukti karya ini merupakan *plagiarism*, kami bersedia menerima sanksi yang diberikan oleh Fakultas Teknik Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya. Kami menyetujui pula bahwa karya tulis ini 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 dan persetujuan publikasi karya ilmiah ini kami buat dengan sebenarnya.

Surabaya, 16 Januari 2019

Mahasiswa yang bersangkutan,

The image shows two handwritten signatures in black ink. The signature on the left is 'Shely' and the one on the right is 'Intan'. Between the signatures is a yellow revenue stamp (Meterai Tempel) with the text 'METERAI TEMPEL', 'TGL. 20', '4907AEF935903677', '5000', and 'ENAM RIBU RUPIAH'.

Andrean Shely Melawati
NRP.5203015036

Intan Christiani Kareri Pandanga
NRP. 5203015043

LEMBAR PENGESAHAN

Seminar **PRARENCANA PABRIK** bagi mahasiswa tersebut dibawah ini :

Nama mahasiswa : Andrean Shely Melawati

NRP : 5203015036

telah diselenggarakan pada tanggal 09 Januari 2019, karenanya yang bersangkutan dapat dinyatakan telah memenuhi sebagian persyaratan kurikulum guna memperoleh gelar **Sarjana Teknik** jurusan **Teknik Kimia**.

Pembimbing I

Ir. Yohanes Sudaryanto, MT.
NIK. 521.89.0151

Surabaya, 16 Januari 2019

Pembimbing II

Shella P. S., S.T., Ph.D.
NIK 521.17.0971

Dewan Penguji

Ketua

Dr. Ir. Suratno L., M.S., IPM
NIK. 521.87.0127

Sekretaris

Ir. Yohanes Sudaryanto, MT.
NIK. 521.89.0151

Anggota

Ir. Setiyadi, MT.
NIK 521.88.0137

Anggota

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

Anggota

Shella P. S., S.T., Ph.D.
NIK 521.17.0971

Mengetahui

Wakil Dekan Fakultas Teknik

Fehcia Edi S., S.T., M.Phil., Ph.D., IPM
NIK 521.99.0391

Ketua Jurusan Teknik Kimia

Sandy Budi H., M.Phil., Ph.D., IPM
NIK 521.99.0401

LEMBAR PENGESAHAN

Seminar **PRARENCANA PABRIK** bagi mahasiswa tersebut dibawah ini :

Nama mahasiswa : Intan Christiani Kareri Pandanga
NRP : 5203015043

telah diselenggarakan pada tanggal 09 Januari 2019, karenanya yang bersangkutan dapat dinyatakan telah memenuhi sebagian persyaratan kurikulum guna memperoleh gelar **Sarjana Teknik** jurusan **Teknik Kimia**.

Surabaya, 16 Januari 2019

Pembimbing I

Pembimbing II

Ir. Yohanes Sudaryanto, MT.
NIK. 521.89.0151

Shella P. S., S.T., Ph.D.
NIK 521.17.0971

Dewan Penguji

Ketua

Sekretaris

Dr. Ir. Suratno L., M.S., IPM
NIK. 521.87.0127

Ir. Yohanes Sudaryanto, MT.
NIK. 521.89.0151

Anggota

Anggota

Anggota

Ir. Setiyadi, MT.
NIK 521.88.0137

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

Shella P. S., S.T., Ph.D.
NIK 521.17.0971

Mengetahui



Wakil Dekan I Fakultas Teknik

Felicia Edi S., S.T., M.Phil., Ph.D., IPM
NIK 521.99.0391



Ketua Jurusan Teknik Kimia

Sandy Budi H., M.Phil., Ph.D., IPM
NIK 521.99.0401

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, 16 Januari 2019

Mahasiswa yang bersangkutan,



Andrian Shely Melawati
5203015036

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, 16 Januari 2019

Mahasiswa yang bersangkutan,



Intan Christiani Kareri Pandanga
5203015043

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala berkat dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir Prarencana Pabrik yang berjudul “Prarencana Pabrik Bromelain (Enzim Proteolitik) dari Bonggol Buah Nanas”. Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik di Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universita Katolik Widya Mandala Surabaya.

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

1. Ir. Suryadi Ismadji, MT., Ph.D., IPM, selaku dekan Fakultas Teknik Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya.
2. Sandy Budi Hartono, Ph.D., IPM, selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya.
3. Ir. Yohanes Sudaryanto, MT., selaku Dosen Pembimbing I yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan dan pengarahan.
4. Shella P. Santoso, Ph.D. selaku Dosen Pembimbing II yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan dan pengarahan.
5. Dr. Ir. Suratno Lourentius, M.S., IPM., Ir. Setiyadi, M.T., Maria Yuliana, S.T., Ph.D., dan selaku dosen penguji yang telah memberikan masukan.
6. Seluruh dosen dan staf Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya, yang secara tidak langsung telah banyak membantu penulis dalam penyelesaian Tugas Akhir Prarencana Pabrik ini.
7. Seluruh rekan-rekan di lingkungan kampus maupun di luar kampus yang telah membantu penyelesaian Tugas Akhir Prarencana Pabrik ini.
8. Orang tua penulis yang telah memberikan dukungan secara materi maupun non-materi sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir Prarencana Pabrik ini.

Akhir kata, penulis berharap semoga Tugas Akhir Prarencana Pabrik ini dapat bermanfaat untuk kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi bagi para pembaca.

Surabaya, 16 Januari 2019

Penulis

DAFTAR ISI

Lembar Pengesahan	ii
Lembar Pernyataan	iv
Kata Pengantar	vi
Daftar Isi	vii
Daftar Gambar	ix
Daftar Tabel	xi
Intisari	xi
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-5
I.4. Ketersediaan Bahan Baku dan Analisis Pasar	I-5
II. Uraian dan Pemilihan Proses	II-1
II.1. Proses Pembuatan Produk	II-1
II.2. Pemilihan Proses.....	II-4
II.3. Uraian Proses	II-8
III. Neraca Massa.....	III-1
IV. Neraca Panas.....	IV-1
V. Spesifikasi Peralatan.....	V-1
VI. Lokasi, Tata Letak Pabrik & Alat, Instrumen dan Safety	VI-1
VI.1. Lokasi	VI-1
VI.2. Tata Letak Pabrik dan Alat	VI-5
VI.3. Instrumen Pengendalian Proses.....	VI-10
VI.4. Pertimbangan Keselamatan dan Lingkungan	VI-10
VI.5. <i>Hazard Analysis & Critical Control Point (HACCP)</i>	VI-12
VI.6. <i>Hazard and Operability Studies (HAZOP)</i>	VI-16
VII. Utilitas dan Pengolahan Limbah.....	VII-1
VII.1. Unit Penyediaan Air	VII-1
VII.2. Unit Pengolahan Air	VII-3
VII.3. Unit Penyediaan Listrik	VII-47
VII.4. Unit Penyediaan Bahan Bakar	VII-52
VII.5. Unit Pengolahan Limbah	VII-52
VIII. Desain Produk dan Kemasan	VIII-1
VIII.1. Desain Produk.....	VIII-1
VIII.2. Desain Kemasan	VIII-1
VIII.3. Desain Logo.....	VIII-3
IX. Strategi Pemasaran	IX-1
IX.1. Pengertian Pemasaran	IX-1
IX.2. Sasaran Pasar Pabrik Bromelain.....	IX-1
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-2
X.5 Jam Kerja.....	X-9
X.6 Kesejahteraan Karyawan	X-10

XI.	Analisa Ekonomi	XI-1
XI.1.	Penentuam Modal Total/ <i>Total Capital Investment</i> (TCI).....	XI-1
XI.2.	Penentuan Biaya Produksi/ <i>Total Production Cost</i> (TPC)	XI-4
XI.3.	Analisa Ekonomi dengan Metode <i>Discounted Cash Flow</i>	XI-8
XI.4.	Perhitungan <i>Rate of Return on Invesment</i> (ROR)	XI-13
XI.5.	Perhitungan <i>Rate of Equity</i> (ROE)	XI-14
XI.6.	Waktu Pengembalian Modal (POT)	XI-16
XI.7.	Penentuan Titik Impas atau <i>Break Even Point</i> (BEP)	XI-17
XI.8.	Analisa Sensitivitas.....	XI-18
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 GAMBAR

Gambar I.2.1 Morfologi Nanas.....	I-3
Gambar II.3 Diagram Alir Proses Pembuatan Bromelain	II-10
Gambar VI.1. Lokasi Pendirian Pabrik Bromelain.....	VI-2
Gambar VI.2.1. Tata Letak Pabrik PT. Pharma Inzym (skala 1:680).....	VI-7
Gambar VI.2.2. Tata Letak Alat PT. Pharma Inzym (1:360)	VI-9
Gambar VII.1. Blok Diagram Proses Pengolahan Air.....	VII-4
Gambar VII.2. Diagram Alir Peralatan Proses Pengolahan Air	VII-5
Gambar VII.3. Skema Tangki Koagulator.....	VII-7
Gambar VII.4. Skema Tangki Sand Filter	VII-11
Gambar VII.5. Skema Reverse Osmosis	VII-15
Gambar VII.6. Skema Aliran Pompa I	VII-18
Gambar VII.7. Skema Aliran Pompa II	VII-22
Gambar VII.8. Skema Pengaliran Air Tangki Koagulasi ke Bak Penampung Sementara I	VII-26
Gambar VII.9. Skema Aliran Pompa III.....	VII-29
Gambar VII.10. Skema Aliran Pompa IV.....	VII-33
Gambar VII.11. Skema Aliran Pompa V	VII-39
Gambar VII.12. Skema Aliran Pompa VI.....	VII-43
Gambar VIII.2 Desain Kemasan Produk (a) Tampak depan karung plastik, (b) Tampak belakang karung palstik	VIII-2
Gambar VIII.3. Desain Logo Perusahaan PT. Pharma Inzym.....	VIII-3
Gambar X.1. Struktur Organisasi Perusahaan	X-8
Gambar XI.1. Hubungan Antara Kapasitas Produksi dan Laba Sesudah Pajak.....	XI-18
Gambar C.1. Sprinkle	C-3
Gambar C.2. Timbangan.....	C-4
Gambar C.3. Skema Tempat Pencucian	C-5
Gambar C.4. Dimensi 1 Palet (a) Tampak Atas (b) Tampak Samping	C-7
Gambar C.5. Dimensi Rak Tampak Samping.....	C-8
Gambar C.6. Skema Tempat Penyimpanan	C-9
Gambar C.7. AC	C-10
Gambar C.8. Rotary Crusher	C-11
Gambar C.9. Skema Tangki Ekstraksi.....	C-12
Gambar C.10. Rotary Drum Filter	C-17
Gambar C.11. Skema Tangki Pemurnian	C-19
Gambar C.12. Micro Filter Rotary Drum Filter.....	C-24
Gambar C.13. Vacuum Oven.....	C-25
Gambar C.14. Ball Mill	C-26
Gambar C.15. Rotary Vibrating Screen.....	C-27
Gambar C.16. Skema Tangki Pencampur dan Penampung Sementara Larutan Kalium Fosfat	C-28
Gambar C.17. Skema Tangki Penampung Aseton	C-34
Gambar C.18. Skema Pompa I.....	C-37
Gambar C.19. Skema Pompa II	C-45
Gambar C.20. Skema Pompa III.....	C-53
Gambar C.21. Skema Pompa IV.....	C-61

Gambar C.22. Skema Pompa V	C-69
Gambar C.23. Dimensi Rak Tampak Samping.....	C-79
Gambar D.1. Grafik <i>Chemical Engineer Cost index</i>	D-2

DAFTAR TABEL

Tabel I.2.2 Kandungan Bromelain Dalam Tanaman Nanas	I-5
Tabel I.4.1 Produksi Nanas di Daerah Jawa Barat 2018	I-6
Tabel I.4.2 Data Jumlah Penduduk Amerika Serikat Tahun 2012-2016	I-8
Tabel II.2.5 Perbandingan Metode Pemurnian	II-5
Tabel II.2.7 Perbandingan Proses Pengeringan	II-6
Tabel VI.2.1. Luasan Area Pabrik Bromelain	VI-6
Tabel VI.3. Instrumen Pengendalian Proses PT Pharma Inzym	VI-10
Tabel VI.5. Analisa HACCP pada Pabrik Bromelain dari Bonggol Nanas.....	VI-14
Tabel VI.6. Hasil Penetapan CCP bromelain dari bonggol nanas	VI-15
Tabel VII.1. Kebutuhan Air Sanitasi	VII-2
Tabel VII.2. Kode Alat dan Nama Alat	VII-5
Tabel VII.3. Kebutuhan Listrik untuk Keperluan Proses	VII-47
Tabel VII.4. Kebutuhan Listrik untuk Keperluan Pengolahan Air	VII-48
Tabel VII.5. Kebutuhan Listrik untuk Keperluan Penerangan dan Alat Elektronik.....	VII-49
Tabel VII.6. Jenis, Jumlah dan Daya Lampu yang Digunakan untuk Setiap Area di Pabrik Bromelain	VII-50
Tabel X.1. Perincian Jumlah Karyawan	X-7
Tabel X.2. Jadwal Pekerja Karyawan Bagian Keamanan	X-9
Tabel XI.1 Penentuan <i>Total Capital Investment</i> (TCI).....	XI-3
Tabel XI.2 Tabel Depresiasi Alat Dan Bangunan	XI-5
Tabel XI.3 Tabel Penentuan <i>Total Production Cost</i> (TPC).....	XI-7
Tabel XI.4. Keterangan Kolom <i>Cash Flow</i>	XI-8
Tabel XI.5 <i>Cash flow</i>	XI-10
Tabel XI.6. <i>Rate of Return on Investment</i> (ROR) Sebelum Pajak.....	XI-13
Tabel XI.7. <i>Rate of Return on Investment</i> (ROR) Setelah Pajak	XI-14
Tabel XI.8. <i>Rate of Equity</i> (ROE) Sebelum Pajak	XI-15
Tabel XI.9. <i>Rate of Equity</i> (ROE) Setelah Pajak	XI-15
Tabel XI.10. POT Sebelum Pajak.....	XI-16
Tabel XI.11. POT Setelah Pajak	XI-16
Tabel XI.12. Penentuan BEP	XI-17
Tabel XI.13. Hubungan Persentase Kenaikan Harga Bahan Baku terhadap ROR, ROE, POT, serta BEP	XI-18
Tabel A.1. Komposisi Bonggol Buah Nanas	A-1
Tabel D.1. <i>Chemical Engineer Cost Index</i>	D-1
Tabel D.2. Cost Index Tahun 2018 – 2023	D-3
Tabel D.3. Harga Alat Proses Produksi	D-4
Tabel D.4. Harga Alat Utilitas	D-5
Tabel D.5. Biaya Listrik untuk Penerangan.....	D-8
Tabel D.6. Biaya Listrik untuk Alat Proses	D-9
Tabel D.7. Biaya Listrik untuk Alat Utilitas.....	D-10
Tabel D.8. Biaya Listrik saat pabrik tak beroperasi	D-11
Tabel D.9. Harga Jual Produk.....	D-12
Tabel D.10. UMK Kabupaten Subang Tahun 2014-2018 (BPS, 2018)	D-13
Tabel D.11. Perhitungan Gaji Karyawan.....	D-14
Tabel D.12. Harga Bangunan	D-15

INTISARI

Indonesia merupakan negara tropis yang berpotensi sebagai penghasil berbagai macam jenis buah, salah satunya adalah Nanas. Nanas merupakan tanaman buah yang mengandung banyak komponen nutrisi di dalamnya terutama enzim bromelain. Enzim bromelain adalah salah satu enzim proteolitik atau protease yaitu enzim yang mengkatalisasi penguraian protein menjadi asam amino dengan membangun blok melalui reaksi hidrolisis. Enzim bromelain bermanfaat dalam bidang medis maupun industri seperti untuk mengurangi rasa sakit dan pembengkakan karena luka atau operasi, mengurangi radang sendi, menyembuhkan luka bakar, meningkatkan fungsi paru-paru pada penderita infeksi saluran pernapasan, serta untuk mengempukkan daging.

Selama ini, bonggol nanas di Indonesia masih belum dimanfaatkan secara optimal sehingga menjadi limbah bagi masyarakat. Bonggol nanas merupakan salah satu sumber terkaya enzim bromelain yang mengandung sekitar 14%. Produksi pembuatan enzim bromelain sudah ada di Indonesia terletak di daerah Lampung. Akan tetapi, konsumsi bromelain di Indonesia sangat minimum karena masyarakatnya masih kurang menyadari tentang pentingnya kesehatan sehingga pabrik pembuatan enzim yang berada di daerah Lampung sudah cukup untuk memenuhi kebutuhan konsumen. Oleh karena itu, tujuan didirikan pabrik ini adalah memproduksi enzim bromelain sebagai upaya untuk memanfaatkan limbah bonggol nanas yang akan diekspor ke negara Amerika Serikat untuk bahan campuran obat atau suplemen.

Proses pembuatan enzim bromelain adalah bonggol buah nanas dicuci dan ditiriskan. Bonggol nanas dihancurkan menggunakan *rotary crusher* dan diekstraksi selama 30 menit dengan menggunakan air dan ditambahkan larutan Kalium Fosfat dengan konsentrasi 0,2 M. Setelah diekstraksi *slurry* tersebut disaring menggunakan *rotary drum filter* untuk memisahkan antara filtrat dengan ampasnya. Ampasnya dikumpulkan pada *bak penampung* dan filtratnya dimasukkan ke dalam *tangki pemurnian* selama 60 menit dengan menambahkan aseton. Untuk memisahkan endapan bromelain dengan senyawa yang lain dari hasil pemurnian dapat menggunakan alat *micro rotary drum filter*. Cake bromelain yang berwarna putih dari hasil pemisahan selanjutnya dimasukkan ke dalam *vacuum oven* selama 30 menit hingga kadar air di dalam bromelain kering sebesar 5%. Setelah kering, bromelain dihancurkan menggunakan *ball mills* dan disaring menggunakan *screener* sesuai dengan ukuran yang telah ditentukan. Proses yang terakhir serbuk bromelain yang ukurannya telah seragam kemudian dikemas.

Prarencana pabrik enzim bromelain berbahan baku bonggol nanas memiliki rincian sebagai berikut :

Bentuk perusahaan	: Perseroan Terbatas (PT)
Produksi	: Enzim Bromelain
Status perusahaan	: Swasta
Kapasitas produksi	: 20 ton/tahun
Hari kerja efektif	: 260 hari
Sistem operasi	: Batch
Masa konstruksi	: 2 tahun
Waktu mulai beroperasi	: 2023
Bahan baku	: Bonggol nanas, K ₂ PO ₄ , aseton

Kebutuhan bahan baku	: Bonggol nanas = 30.412.408 kg/tahun K ₂ PO ₄ = 96.413,20 kg/tahun Aseton = 7.229,96 m ³ /tahun
Utilitas	: air sebesar 250,62 m ³ /hari, listrik sebesar 234,28 kW, solar <i>industrial diesel oil</i> sebanyak 0,17 m ³ /bulan
Jumlah tenaga kerja	: 60 orang
Lokasi pabrik	: Kecamatan Legunkulon, Kabupaten Subang, Jawa Barat
Luas pabrik	: 10.388 m ²

Dari hasil analisa ekonomi yang telah dilakukan, didapatkan:

- *Fixed Capital Investment* (FCI) : Rp 532.529.872.718
- *Working Capital Investment* (WCI) : Rp 29.887.228.103
- *Total Production Cost* (TPC) : Rp 380.903.880.314
- Penjualan per tahun : Rp 30.412.408.000

Analisa ekonomi dengan metode Discounted Cash Flow:

- *Rate of Return on Investment* (ROR) sesudah pajak : 23,47%
- *Rate of Return on Equity* (ROE) sesudah pajak : 42,11%
- *Pay Out Time* (POT) setelah pajak : 5 tahun 1 bulan 6 hari
- *Break Event Point* (BEP) : 45,98%