

**PRARANCANGAN PABRIK SIRUP GLUKOSA DARI BATANG UBI
KAYU DENGAN KAPASITAS 35.000 TON/TAHUN**

Perancangan *Reactor* (RE-201)

(Skripsi)

Oleh

Fransisca Rica Sidauruk



**JURUSAN TEKNIK KIMIA FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG**

2021

ABSTRAK

PRARANCANGAN PABRIK SIRUP GLUKOSA DARI BATANG UBI KAYU DENGAN KAPASITAS 35.000 TON/TAHUN Tugas Khusus Perancangan *Reactor* (RE-201)

Oleh

FRANSISCA RICA SIDAURUK

Pabrik Sirup Glukosa dari Biomassa Batang Ubi Kayu, akan didirikan di Desa Gunung Batin Udik, Kecamatan Terusan Nunyai, Lampung Tengah Provinsi Lampung. Pabrik ini berdiri dengan mempertimbangkan ketersediaan bahan baku, sarana transportasi yang memadai, tenaga kerja yang mudah didapatkan dan kondisi lingkungan.

Pabrik ini direncanakan memproduksi Sirup Glukosa sebanyak 35.000 ton/tahun, dengan waktu operasi 24 jam/hari, 330 hari/tahun. Bahan baku yang digunakan adalah Batang Ubi Kayu sebanyak 10.531,0666 kg/jam.

Penyediaan kebutuhan utilitas pabrik Sirup Glukosa terdiri dari unit penyediaan air, unit pembangkit steam, unit penyedia udara instrument, unit pembangkit dan pendistribusian listrik dan unit pengolahan limbah. Bentuk perusahaan adalah Perseroan Terbatas (PT) menggunakan struktur organisasi *line* dan *staff* dengan jumlah karyawan sebanyak 179 orang.

Dari analisis ekonomi diperoleh :

<i>Fixed Capital Investment</i>	(FCI)	= Rp 518.586.266.207
<i>Working Capital Investment</i>	(WCI)	= Rp 91.515.223.448
<i>Total Capital Investment</i>	(TCI)	= Rp 610.101.489.655
<i>Break Even Point</i>	(BEP)	= 50,56 %
<i>Shut Down Point</i>	(SDP)	= 28,01 %
<i>Pay Out Time before taxes</i>	(POT) _b	= 2,8 years
<i>Pay Out Time after taxes</i>	(POT) _a	= 3,27 years
<i>Return on Investment before taxes</i>	(ROI) _b	= 21,86 %
<i>Return on Investment after taxes</i>	(ROI) _a	= 17,49 %
<i>Discounted cash flow</i>	(DCF)	= 23,37 %

Berdasarkan paparan di atas, maka pendirian Pabrik Sirup Glukosa ini layak untuk dikaji lebih lanjut, karena merupakan pabrik yang menguntungkan dari sisi ekonomi dan mempunyai prospek yang relatif cukup baik.

ABSTRACT

FACTORY DESIGN OF GLUCOSE SYRUP FROM CASSAVA STEMS WITH CAPACITY 35.000 TONS/YEAR Design Of Reactor (RE-201)

By

FRANSISCA RICA SIDAURUK

The Glucose Syrup Factory from Cassava Stems Biomass will be established in Gunung Batin Udik Village, Terusan Nunyai District, Lampung Tengah, Llampung Province. This factory was established by considering the availability of raw materials, adequate transportation facilities, easily available labors and environmental conditions.

This factory is planned to produce Glucose Syrup as much as 35.000 tons/year, with operating time 24 hours/day, 330 days/year. The raw material used is cassava stems as much as 10.531,0666 kg/hour.

The supply of the utility needs of the Glucose Syrup Factory consists of a water supply unit, a steam generator unit, an instrument air supply unit, a power generation and distribution unit and a waste treatment unit. The form of the company is a Limited Liability Company (PT) using a line and staff organizational structure with a total of 179 employees.

From the economic analysis, it is obtained that :

<i>Fixed Capital Investment</i>	(FCI)	= Rp 1.148.802.386.767
<i>Working Capital Investment</i>	(WCI)	= Rp 202.729.832.959
<i>Total Capital Investment</i>	(TCI)	= Rp 1.351.532.219.726
<i>Break Even Point</i>	(BEP)	= 45,68 %
<i>Shut Down Point</i>	(SDP)	= 22,46 %
<i>Pay Out Time before taxes</i>	(POT) _b	= 2,62 years
<i>Pay Out Time after taxes</i>	(POT) _a	= 3,08 years
<i>Return on Investment before taxes</i>	(ROI) _b	= 19,13 %
<i>Return on Investment after taxes</i>	(ROI) _a	= 23,92 %
<i>Discounted cash flow</i>	(DCF)	= 29,93 %

Based on the explanation above, the establishment of The Glucose Syrup Plant deserves to be studied further, because it is a profitable factory from an economic point of view and has relatively good prospects.

**PRARANCANGAN PABRIK SIRUP GLUKOSA DARI BATANG UBI
KAYU DENGAN KAPASITAS 35.000 TON/TAHUN**

Perancangan *Reactor* (RE-201)

Oleh

Fransisca Rica Sidauruk

(Skripsi)

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelar
SARJANA TEKNIK

Pada
Jurusan Teknik Kimia
Fakultas Teknik Universitas Lampung



**JURUSAN TEKNIK KIMIA FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG**

2021

Judul Skripsi : **PRARANCANGAN PABRIK SIRUP GLUKOSA
DARI BATANG UBI KAYU KAPASITAS 35.000
TON/TAHUN**

Nama Mahasiswa : **Fransisca Rica Sidauruk**

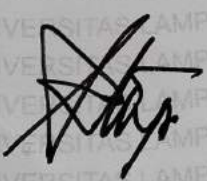
No. Pokok Mahasiswa : 1415041018

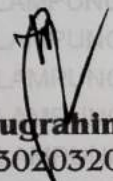
Program Studi : Teknik Kimia

Fakultas : Teknik

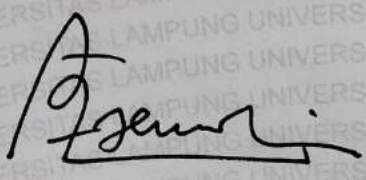


1. Komisi Pembimbing


Ir. Azhar, M.T.
NIP. 196604011995011001


Panca Nugrahini F, S.T., M.T.
NIP. 197302032000032001

2. Plt. Ketua Jurusan Teknik Kimia


Dr. Ahmad Zaenudin, S.Si., M.T.
NIP. 197209281999031001

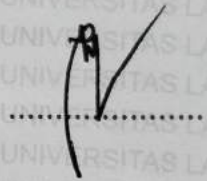
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : Ir. Azhar, M.T.



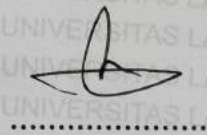
Sekretaris : Panca Nugrahini F, S.T., M.T.



**Penguji
Bukan Pembimbing : Dr. Elida Purba, S.T., M.Sc.**



Donny Lesmana, S.T., M.Sc.



2. Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung



Prof. Drs. Ir. Suharno, Ph.D., IPU., ASEAN Eng.
NIP 19620717 198703 1 002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 19 November 2021

SURAT PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah dilakukan oleh orang lain dan sepanjang sepengetahuan saya juga tidak terdapat karya atas pendapat yang ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini sebagaimana diterbitkan dalam daftar pustaka. Selain itu saya menyatakan pada skripsi ini dibuat oleh saya sendiri.

Apabila pernyataan saya ini tidak benar maka saya bersedia dikenai sanksi sesuai hukum yang berlaku.

Bandar Lampung, 7 Desember 2021



Fransisca Rica Sidauruk
NPM. 1415041018

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Rumbia, pada tanggal 2 Mei 1997, sebagai anak ke-6 dari delapan bersaudara, dari pasangan Bapak Patar Sidauruk dan Ibu Hotmaria Sinaga. Penulis telah menyelesaikan pendidikan sebelumnya di Sekolah Dasar Swasta Sejahtera Lampung pada tahun 2009, Sekolah Menengah Pertama Negeri (SMPN) 19 Bandar Lampung pada tahun 2012, dan Sekolah Menengah Atas Negeri (SMAN) 9 Bandar Lampung pada tahun 2014.

Pada tahun 2014, penulis terdaftar sebagai Mahasiswa Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Lampung melalui Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN) Undangan 2014.

Pada tahun 2018, penulis melakukan Kerja Praktik di PT. Pupuk Sriwijaya, Palembang (Sumatera Selatan) dengan Tugas Khusus “Evaluasi Kinerja *Secondary Reformer* (103-D) di Unit Amoniak”. Selanjutnya, pada tahun 2017 penulis melakukan penelitian dengan judul “Kombinasi Proses Absorpsi Gas CO₂ Secara Kimia Menggunakan Larutan Na₂CO₃ dan Biologi menggunakan mikroalga *spirulina sp* skala laboratorium“ yang dipublikasikan di Prosiding Seminar Nasional Hasil Penelitian pada tanggal 13 November 2018.

Selama kuliah penulis aktif dalam organisasi kemahasiswaan yaitu Forum Komunikasi Mahasiswa Kristiani (FKMK) FT Unila pada periode 2016/2017 sebagai Anggota Pengurus Seksi Doa dan Pemerhati. Kemudian Koordinator Seksi Doa dan Pemerhati pada periode 2017/2018. Selain itu, Penulis juga aktif pada Himpunan Mahasiswa Teknik Kimia (Himatemia) Fakultas Teknik Universitas Lampung pada periode 2015/2016 sebagai Staff Departemen Minat dan Bakat Himatemia Fakultas Teknik Universitas Lampung. Selanjutnya, pada periode 2016-2017 sebagai Staff Departemen Minat dan Bakat Himatemia Fakultas Teknik Universitas Lampung.

Motto

“Cast all your anxiety on him because He
cares for you”
- 1 Peter 5:7 –

“Courage is not the absence of fear the
triumph over it.”
(Nelson Mandela)

“It’s okay not to be happy, we’ll never feel
the real happy if we don’t feel the real sad”

“Worrying doesn’t take away tomorrow’s
troubles, it takes away today’s peace.”

Persembahan

Sebuah Hasil Jerih Payahku...

*Dengan segenap hati aku persembahkan tugas akhir ini
kepada:*

*Tuhan Yesus Kristus,
Yang selalu ada disaat terkelam dalam hidupku, yang menjadi
tempatku mencurahkan apapun yang kurasakan. Dan hanya
karna Dia saja aku mampu berjalan sejauh ini.*

*Mama dan Papa sebagai tanda baktiku, terima kasih atas segalanya,
doa, kasih sayang, pengorbanan, dan keikhlasannya.*

Adik ku atas segalanya, kasih sayang dan doa.

*Dosen-dosenku sebagai tanda hormatku,
terima kasih atas ilmu yang telah diberikan.*

*Kepada Almamaterku tercinta,
semoga kelak berguna dikemudian hari.*

Seorang motivator dan pemberi semangat saat pengerjaan skripsi ini

SANWACANA

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yesus Kristus yang telah memberikan penyertaan, berkat serta kekuatan sampai saat ini.

Skripsi dengan judul “Prarancangan Pabrik Sirup Glukosa dari Batang Ubi Kayu dengan Kapasitas 35.000 Ton/Tahun” adalah salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana di Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Lampung.

Penyusunan tugas akhir ini tidak lepas dari bantuan dan dukungan dari beberapa pihak. Oleh karena itu penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Bapak Prof. Suharno, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung.
2. Bapak Ir. Azhar, M.T, selaku ketua Jurusan Teknik Kimia dan Dosen Pembimbing I Tugas Akhir , yang telah memberikan banyak masukan, bimbingan, dukungan, kritik dan saran selama penyusunan Tugas Akhir.
3. Ibu Panca Nugrahini F, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing II Tugas Akhir, atas semua bimbingan, masukan, dukungan, kritik dan saran selama penyusunan Tugas Akhir.
4. Ibu Dr. Elida Purba, S.T.,M.Sc selaku Penguji I seminar Tugas Akhir, Pembimbing Kerja Praktek, dan Pembimbing Penelitian yang telah memberikan banyak ilmu, motivasi, saran dan kritik kepada penulis.

5. Bapak Donny Lesmana, S.T.,M.Sc. selaku Penguji II seminar Tugas Akhir, atas semua bimbingan, masukan, dukungan, kritik dan saran selama penyusunan Tugas Akhir.
6. Ibu Dr. Eng. Dewi Agustina Iryani, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Akademik, serta seluruh dosen di Jurusan Teknik Kimia Universitas Lampung yang telah memberikan banyak ilmunya kepada penulis.
7. Mama dan Papa untuk segala kesabarannya menunggu gelar S.T ini. Untuk semua kebijaksanaan, kesabaran serta semua yang sudah diberikan tanpa bisa penulis katakan semuanya.
8. Saudara-saudaraku yang sudah mendengarkan keluh kesah serta memberi semangat untuk terus berjuang sampai akhir.
9. Chairul Umam selaku partner Tugas Akhir, terimakasih untuk kesabarannya menghadapi penulis yang masih banyak kekurangan. Terimakasih sudah mau terus berjuang sampai akhir.
10. Naftalia Ariska M. Bangun, Talita Freya Lidian, Ratna Puspita Sari, Devi Permata Sari, Okta Fiyana sebagai tempat mengadu dan bertanya dikala semua tidak berjalan sesuai harapan. Terimakasih untuk selalu ada, mendengarkan keluh kesah, bahkan membantu dalam pengerjaan TA ini serta memberi saran yang sangat berguna. You are the best guys! See you soon and love you !
11. Teman seperjuangan Aulia, Vera, Ichi, Tiwi dan Sam terimakasih buat segala sharing ilmunya dan semangatnya. Akhirnya kita bisa sama-sama lulus bareng yaa ☺

12. Semua teman-teman angkatan 2014 dari NPM 01-69, terimakasih untuk semua kebersamaan, dukungan, saran, dan kritik yang telah diberikan.
13. Abang dan Kakakku DEBEST. Teruntuk Kak Jenny Imut, Kak Dita Cantik, Kak Bulan, Kak Siska, Kak Nilam, Kak Lidia. Terima kasih untuk motivasi dan doanya yang sangat luar biasa selama masa-masa sulitku. Much Love and kisses <3 for you all.
14. Ester, Enjels, Katrin, Mey, Adel dan untuk semua adik-adik tingkat , terimakasih buat dukungan, saran dan semua bantuan serta lelucon yang tercipta selama ini selama menunggu bapak kita tercinta <3
15. To all my online friends, I'm grateful that we met and became friends. Thanks for all the support, love and laughter we've had together. Especially to Jeremy , Jan, Jee, Irish, Stew Sensei, Ducky, Taylor, Yazz, Iqbal, Hannah, Lee, Moi and Keith.
16. Semua pihak yang telah membantu selama proses perkuliahan di Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Lampung.

Semoga kebaikan yang dilakukan dapat terbalas dan semoga skripsi ini berguna bagi yang membutuhkan.

Bandar Lampung, 7 Desember 2021

Penulis,

Fransisca Rica Sidauruk

DAFTAR ISI

COVER	i
ABSTRAK	ii
<i>ABSTRACT</i>	iii
COVER DALAM	iv
HALAMAN PERSETUJUAN.....	v
HALAMAN PENGESAHAN.....	vi
PERNYATAAN.....	vii
RIWAYAT HIDUP	viii
MOTTO	x
PERSEMBAHAN.....	xi
SANWACANA	xii
DAFTAR ISI.....	xv
DAFTAR TABEL.....	xix
DAFTAR GAMBAR.....	xxvii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Kegunaan Produk	2
1.3 Ketersediaan Bahan Baku.....	2
1.4 Kapasitas Pabrik	4

1.5	Lokasi Pabrik.....	10
BAB II PEMILIHAN DAN DESKRIPSI PROSES		
2.1	Jenis – Jenis Proses	13
2.1.1	Hidrolisis Selulosa Menggunakan Asam.....	13
2.1.2	Hidrolisis Selulosa Menggunakan Enzim.....	14
2.2	Pemilihan Proses.....	15
2.2.1	Perhitungan Ekonomi Kasar	16
2.2.2	Perhitungan Panas Reaksi.....	23
2.3	Uraian Proses.....	32
2.4	Diagram Alir Proses	34
BAB III SPESIFIKASI BAHAN BAKU DAN PRODUK		
3.1	Bahan Baku.....	35
3.2	Produk.....	37
BAB IV NERACA MASSA DAN NERACA PANAS		
4.1	Neraca Massa.....	39
4.2	Neraca Energi	51
BAB V SPESIFIKASI ALAT		
5.1	Spesifikasi Peralatan Proses	55
5.2	Spesifikasi Peralatan Utilitas.....	95
BAB VI UTILITAS DAN PENGOLAHAN LIMBAH		
6.1	Unit Penyediaan Air	126
6.2	Unit Penyediaan <i>Steam</i>	140
6.3	Unit Pembangkit Tenaga Listrik.....	141
6.4	Unit Penyediaan Bahan Bakar	142

6.5	Unit Penyediaan Udara <i>Instrument</i>	142
6.6	Unit Pengolahan Limbah	142
6.7	Laboratorium	143
6.8	Instrumentasi dan Pengendalian Proses.....	147
BAB VII TATA LETAK PABRIK		
7.1	Lokasi Pabrik.....	150
7.2	Tata Letak Pabrik.....	153
7.3	Perkiraan Areal Lingkungan.....	154
BAB VIII SISTEM MANAJEMEN DAN ORGANISASI PERUSAHAAN		
8.1.	<i>Project Master Schedule</i>	159
8.2.	Bentuk Perusahaan	162
8.3.	Struktur Organisasi Perusahaan.....	165
8.4.	Tugas Dan Wewenang.....	168
8.5.	Status Karyawan Dan Sistem Penggajian.....	175
8.6.	Pembagian Jam Kerja Karyawan.....	176
8.7.	Penggolongan Jabatan dan Jumlah Tenaga Kerja	179
8.8.	Kesejahteraan Karyawan	183
8.9.	Manajemen Produksi	188
BAB IX INVESTASI DAN EVALUASI EKONOMI		
9.1	Investasi	192
9.2	Evaluasi Ekonomi.....	196
9.3	<i>Discounted Cash Flow (DCF)</i>	198
BAB X KESIMPULAN DAN SARAN		
10.1	Kesimpulan.....	200

10.2 Saran	201
------------------	-----

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN A (NERACA MASSA)

LAMPIRAN B (NERACA ENERGI)

LAMPIRAN C (SPESIFIKASI ALAT)

LAMPIRAN D (SPESIFIKASI PERALATAN UTILITAS)

LAMPIRAN E (INVESTASI DAN EVALUASI EKONOMI)

LAMPIRAN F (TUGAS KHUSUS)

DAFTAR TABEL

Tabel		Halaman
1.1	Luas Lahan Panen Ubi Kayu.....	3
1.2	Data Impor Sirup Glukosa	4
1.3	Data Ekspor Sirup Glukosa	6
1.4	Pabrik Sirup Glukosa di Indonesia.....	7
1.5	Data Konsumsi Glukosa di Indonesia	8
2.1	Harga Bahan Baku dan Produk	16
2.2	Kontribusi Gugus Fungsi pada Selulosa (C ₆ H ₁₀ O ₅) ₂₂₀	24
2.3	Kontribusi Gugus Fungsi pada Glukosa (C ₆ H ₁₂ O ₆)	25
2.4	Nilai ΔH^0_f dan ΔG^0 pada H ₂ O	25
2.5	Kontribusi Gugus Metode Missenard	26
2.6	Kontribusi Gugus Fungsi pada Selulosa dan Glukosa	26
2.7	Perbandingan Proses Enzim dan Asam.....	31
3.1	Komposisi Kimia Batang Singkong.....	35
3.2	Standar Mutu Sirup Glukosa menurut SNI 01-2978-1992.....	38
4.1	Neraca Massa <i>Cutting Machine</i> (CM-101)	40
4.2	Neraca Massa <i>Rod Mills</i> (RM-101).....	40
4.3	Neraca Massa <i>Hopper</i> (HP-101)	41
4.4	Neraca Massa <i>Mixing Tank A/B</i> (MT-101)	41

4.5	Neraca Massa <i>Delignification Tank A/B</i> (DT-101).....	42
4.6	Neraca Massa <i>Rotary Filter A/B</i> (RF-101).....	43
4.7	Neraca Massa <i>Delignification Tank</i> (DT-102).....	44
4.8	Neraca Massa <i>Rotary Filter</i> (RF-102).....	45
4.9	Neraca Massa <i>Tangki Pengenceran</i> (TP-101).....	45
4.10	Neraca Massa <i> Holding Tank Enzim</i> (HT-201).....	46
4.11	Neraca Massa <i> Holding Tank Slurry</i> (HT-202).....	46
4.12	Neraca Massa <i>Reaktor Hidrolisis</i> (RE-201).....	47
4.13	Neraca Massa <i> Holding Tank Slurry</i> (HT-301).....	48
4.14	Neraca Massa <i>Centrifuge</i> (RE-201).....	49
4.15	Neraca Massa <i>Evaporator</i> (EV-301).....	49
4.16	Neraca Massa <i>Cooler</i> (CO-301).....	50
4.17	Neraca Massa <i>Glucose Syrup Storage Tank</i> (ST-301).....	50
4.18	Neraca Energi <i>Delignification Tank A/B</i> (DT-101).....	52
4.19	Neraca Energi <i>Delignification Tank</i> (DT-102).....	52
4.20	Neraca Energi <i>Reaktor Hidrolisis</i> (RE-201).....	53
4.21	Neraca Energi <i>Evaporator</i> (EV-301,302,303).....	53
4.22	Neraca Energi <i>Cooler</i> (CO-301).....	54
5.1	Spesifikasi <i>Storage House</i> (CH-101).....	55
5.2	Spesifikasi <i>Belt Conveyor</i> (BC-101).....	56
5.3	Spesifikasi <i>Cutting Machine</i> (CM-101).....	56
5.4	Spesifikasi <i>Belt Conveyor</i> (BC-102).....	57
5.5	Spesifikasi <i>Rod Mills</i> (RM-101).....	57
5.6	Spesifikasi <i>Screw Conveyor</i> (SC-101).....	58

5.7	Spesifikasi <i>Bucket Elevator</i> (BE-101).....	58
5.8	Spesifikasi <i>Hopper</i> (HP-101)	59
5.9	Spesifikasi <i>Screw Conveyor</i> (SC-102).....	59
5.10	Spesifikasi <i>Bucket Elevator</i> (BE-102)	60
5.11	Spesifikasi <i>Mixing Tank A/B</i> (MT-101)	60
5.12	Spesifikasi <i>Delignification Tank A/B</i> (DT-101).....	62
5.13	Spesifikasi <i>Rotary Filter</i> (RF-101)	64
5.14	Spesifikasi <i>Belt Conveyor</i> (BC-103).....	64
5.15	Spesifikasi <i>Bucket Elevator</i> (BE-103)	65
5.16	Spesifikasi <i>Delignification Tank</i> (DT-102).....	66
5.17	Spesifikasi <i>Rotary Filter</i> (RF-102)	68
5.18	Spesifikasi <i>Belt Conveyor</i> (BC-104).....	69
5.19	Spesifikasi <i>Bucket Elevator</i> (BE-102)	70
5.20	Spesifikasi <i>Tangki Peambahan Air</i> (TP-101).....	70
5.21	Spesifikasi <i> Holding Tank Enzim</i> (HT-201)	72
5.22	Spesifikasi <i> Holding Tank Slurry</i> (HT-202)	73
5.23	Spesifikasi <i>Reaktor Hidrolisis</i> (RE-201).....	74
5.24	Spesifikasi <i> Holding Tank Slurry</i> (HT-301).....	75
5.25	Spesifikasi <i>Centrifuge</i> (CF-301)	76
5.26	Spesifikasi <i>Evaporator</i> (EV-301, EV-302, EV-303).....	77
5.27	Spesifikasi <i>Condensor</i> (CN-301)	78
5.28	Spesifikasi <i>Steam Ejector</i> (SE-301)	78
5.29	Spesifikasi <i>Steam Ejector</i> (SE-302)	79
5.30	Spesifikasi <i>Cooler</i> (CO-301).....	80

5.31	Spesifikasi <i>Glucose Syrup Storage Tank</i> (ST-301).....	81
5.32	Spesifikasi Pompa Proses 1 (PP-101).....	82
5.33	Spesifikasi Pompa Proses 2 (PP-102).....	83
5.34	Spesifikasi Pompa Proses 3 (PP-103).....	84
5.35	Spesifikasi Pompa Proses 4 (PP-104).....	85
6.1	Kebutuhan Air Umum.....	127
6.2	Kebutuhan Air Pendingin.....	128
6.3	Kebutuhan Air untuk Pembangkit Steam.....	131
6.4	Kebutuhan Air Proses.....	133
6.5	Tingkatan Kebutuhan Informasi dan Sistem Pengendalian	148
7.1	Perincian Luas Area Pabrik Sirup Glukosa	155
8.1	<i>Project Master Schedule of Glucose Syrup Plant</i>	161
8.2	Jadwal Kerja Regu <i>Shift</i>	178
8.3	Perincian Tingkat Pendidikan	180
8.4	Jumlah Operator Berdasarkan Jenis Alat	181
8.5	Penggolongan Tenaga Kerja	182
9.1	Fixed Capital Investment	193
9.2	<i>Manufacturing Cost</i>	194
9.3	<i>General Expenses</i>	195

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1.1 Grafik Data Impor Bioetanol di Indonesia.....	12
1.2 Grafik Data Ekspor Bioetanol di Indonesia	14
1.3 Grafik Data Konsumsi Bioetanol di Indonesia	16
2.1 <i>Roadmap</i> Sektor Energi Bioetanol.....	29
2.2 Skematik Dari <i>Pretreatment</i> Pada Biomassa	58
6.1 Diagram <i>Cooling Water Systems</i>	194
6.2 <i>Daerator</i>	203
6.3 Diagram Pengolahan Limbah.....	209
7.1. Peta Provinsi Riau	226
7.2. Area Sungai Batang Kuantan – Riau.....	227
7.3. Tata Letak Pabrik dan Fasilitas Pendukung	228
7.4. Rencana Perumahan Karyawan.....	229
8.1 Struktur Organisasi Perusahaan	238
9.1. Grafik Analisis Ekonomi Pabrik Bioetanol.....	269
9.2. Kurva <i>Cummulative Cash Flow</i> Terhadap Umur Pabrik	270

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Indonesia yang merupakan salah satu negara berkembang di dunia. Sebagai negara berkembang, Indonesia juga harus terus melakukan pembangunan di segala bidang yang salah satunya adalah pembangunan di bidang industri. Pembangunan di bidang industri ini penting karena sampai saat ini Indonesia masih sangat bergantung pada negara lain untuk memenuhi kebutuhan bahan baku maupun bahan baku penunjang dalam industri. Selain itu, pembangunan di bidang industri juga dapat meningkatkan daya tahan perekonomian nasional, memperluas lapangan kerja, dan juga sekaligus mendorong berkembangnya kegiatan berbagai sektor lain.

Untuk kebutuhan industri pangan, Indonesia masih mengimpor sirup glukosa ($C_6H_{12}O_6$) dalam jumlah yang lumayan besar. Sehingga menjadi peluang untuk mendirikan pabrik sirup glukosa di Indonesia. Sirup glukosa merupakan salah satu jenis produk bahan pemanis. Dalam industri pangan,

sirup glukosa biasanya digunakan sebagai bahan penyedap rasa, pembuatan monosodium glutamat, *caramels*, *jelies*, *marsh mallow*, *maltodextrins*, *coffee whitener*, *dessert powder* dan lain-lain.

Indonesia memiliki potensi yang besar untuk menjadi produsen sirup glukosa. Ditinjau dari persediaan bahan baku, Indonesia memiliki berbagai jenis komoditas yang bisa diolah menjadi sirup glukosa, salah satunya limbah batang ubi kayu. Ubi kayu sendiri merupakan salah satu tanaman komoditas yang hampir ditanam di seluruh wilayah Indonesia dan menjadi sumber karbohidrat utama setelah beras dan jagung. Salah satu daerah penghasil ubi kayu terbesar di Indonesia adalah provinsi Lampung.

1.2. Kegunaan Produk

Sirup glukosa digunakan pada industri makanan seperti:

1.2.1. Bahan penyedap rasa

1.2.2. Bahan baku *Mono Sodium Glutamat* (MSG)

1.2.3. Bahan baku maltodextrins

1.2.4. Bahan baku *Coffee whitener*

1.2.5. Bahan baku *dessert powder*

1.3. Ketersediaan Bahan Baku

Ketersediaan bahan baku yang digunakan untuk membuat sirup glukosa menjadi salah satu syarat penting untuk mendirikan suatu pabrik. Ketersediaan bahan baku juga menjadi salah satu faktor penentu besarnya

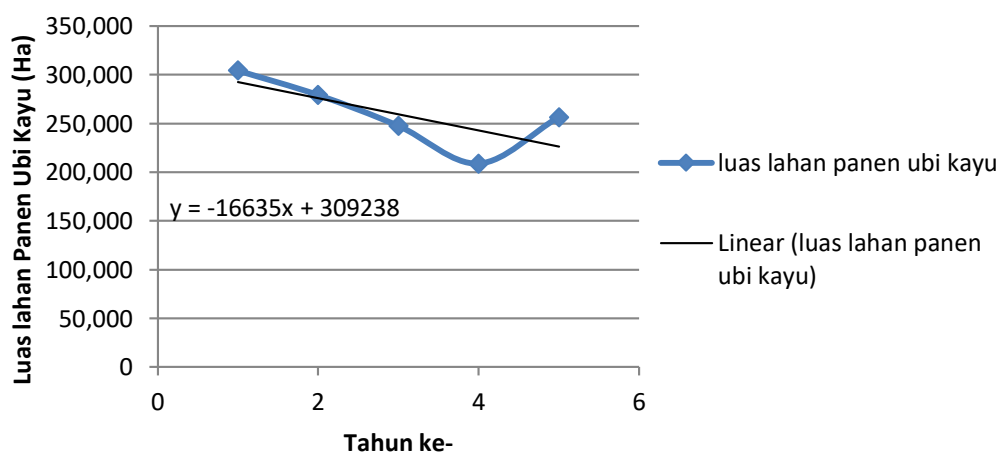
nilai ekonomis yang dihasilkan produk serta umur pabrik itu sendiri. Bahan baku yang digunakan untuk membuat sirup glukosa adalah limbah batang ubi kayu. Batang ubi kayu sendiri hanya 10% nya saja yang dimanfaatkan untuk ditanam kembali dan 90% lainnya merupakan limbah dan dalam 1 hektar lahan bisa menghasilkan 10.000 batang ubi kayu. Jika 1 batang ubi kayu menghasilkan 0,3 Kg limbah batang ubi kayu maka dalam 1 hektar lahan panen ubi kayu menghasilkan 3 ton limbah batang ubi kayu. Lampung menjadi salah satu daerah penghasil ubi kayu dan terbesar di Indonesia.

Tabel 1.1 Luas Lahan Panen Ubi Kayu

No	Tahun	Luas Lahan Panen Ubi Kayu di Provinsi Lampung (Ha)
1	2014	304.468
2	2015	279.337
3	2016	247.571
4	2017	208.662
5	2018	256.632

Sumber : Badan Pusat Statistik, 2019

Luas Lahan Panen Ubi Kayu



Gambar 1.1 Grafik Luas Lahan Panen Ubi Kayu

Dari data diatas dapat diprediksikan luas lahan panen ubi kayu pada tahun 2024.

Dari gambar 1.1 diatas diperoleh persamaan:

$$y = -16635x + 309238$$

pada tahun 2024 maka luas lahan panen ubi kayu diprediksi sebesar:

$$y = -16635 \times 11 + 309238$$

$$y = 126.253 \text{ Ha}$$

dari perhitungan diatas maka diprediksi luas lahan panen ubi kayu pada tahun 2024 yaitu sebesar 126.253 Ha. Dari luas lahan tersebut dapat menghasilkan 378.759 ton limbah batang ubi kayu per sekali panen yang dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan sirup glukosa.

1.4. Kapasitas Pabrik

Untuk menentukan kapasitas dalam merancang pabrik sirup glukosa ini didasarkan pada beberapa pertimbangan yaitu:

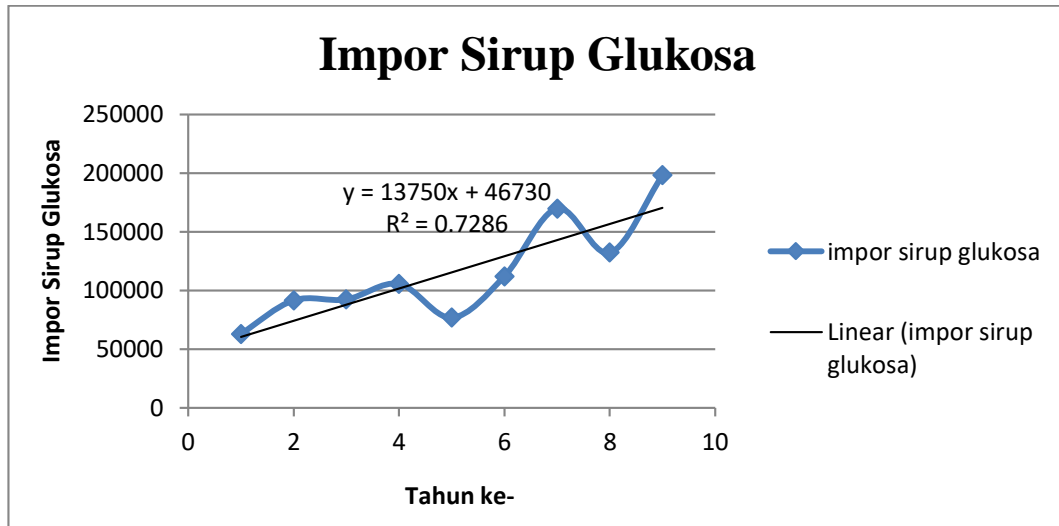
1.4.1. Data Impor Sirup Glukosa

Berikut adalah data Impor sirup glukosa dari tahun 2010 sampai 2018:

No	Tahun	Jumlah (Ton/Tahun)
1	2010	62.664
2	2011	91.273
3	2012	92.087
4	2013	105.352
5	2014	76.555
6	2015	111.826
7	2016	169.585

No	Tahun	Jumlah (Ton/Tahun)
8	2017	131.942
9	2018	198.046

Sumber : data.un.org , 2020



Gambar 1.2 Data Impor Sirup Glukosa di Indonesia

Dari Gambar 1.2 kita dapat memperkirakan kebutuhan impor sirup glukosa di Indonesia pada tahun 2024 atau tahun ke 15 dengan menghitung menggunakan persamaan garis lurus (linier) yaitu:

$$y = ax + b$$

Keterangan : y = Kebutuhan Impor sirup glukosa, ton/tahun

x = tahun ke-

b = *intercept*

a = gradien garis miring

dari gambar 1.1 persamaan garisnya yaitu $y = 13750x + 46730$ (ton/tahun)

sehingga perkiraan impor glukosa pada tahun ke-15 yaitu:

$$y = 13.750x + 46730$$

$$y = 13.750 \times 15 + 46730$$

$$y = 252.980 \text{ Ton/Tahun}$$

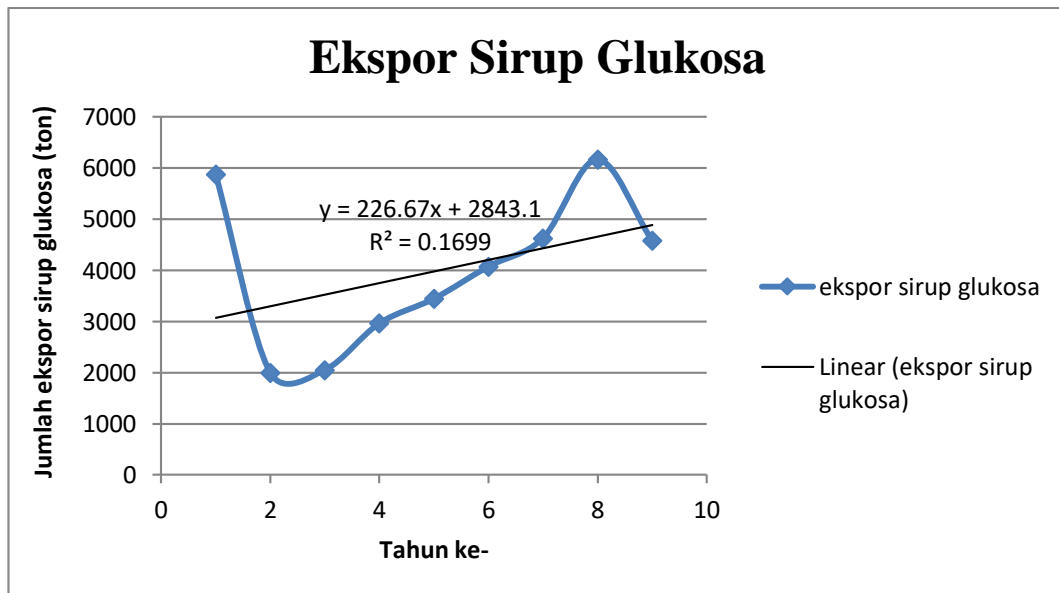
1.4.2. Data Ekspor Sirup Glukosa

Berikut adalah data ekspor sirup glukosa dari tahun 2010 sampai 2018:

Tabel 1.3 Data Ekspor Sirup Glukosa

No	Tahun	Jumlah (Ton/Tahun)
1	2010	5.877
2	2011	1.998
3	2012	2.052
4	2013	2.963
5	2014	3.444
6	2015	4.075
7	2016	4.628
8	2017	6.166
9	2018	4.585

Sumber : data.un.org , 2020



Gambar 1.3 Data Ekspor Sirup Glukosa di Indonesia

Dari Gambar 1.3 kita dapat memperkirakan kebutuhan ekspor sirup glukosa di Indonesia pada tahun 2024 atau tahun ke 15 dengan menghitung menggunakan persamaan garis lurus (linier) yaitu:

$$y = ax + b$$

Keterangan : y = Kebutuhan Ekspor glukosa, ton/tahun

x = tahun ke-

b = *intercept*

a = gradien garis miring

dari gambar 1.3 persamaan garisnya yaitu $y = 226,67x + 2843,1$ (ton/tahun)

sehingga perkiraan ekspor glukosa pada tahun ke-15 yaitu:

$$y = 226,67x + 2843,1$$

$$y = 226,67 \times 15 + 2843,1$$

$$y = 6.243,15 \text{ Ton/Tahun}$$

1.4.3. Data Produksi Sirup Glukosa di Indonesia

Berikut adalah pabrik sirup glukosa yang sudah berdiri di Indonesia:

Tabel 1.4 Pabrik Sirup Glukosa di Indonesia

No	Nama Pabrik	Lokasi	Kapasitas (ton/tahun)
1	PT. Suba Indah	Cilegon	82.500
2	PT. BAJ	Jawa Timur	18.000
3	PT. Assosiated British	Jawa Barat	72.500

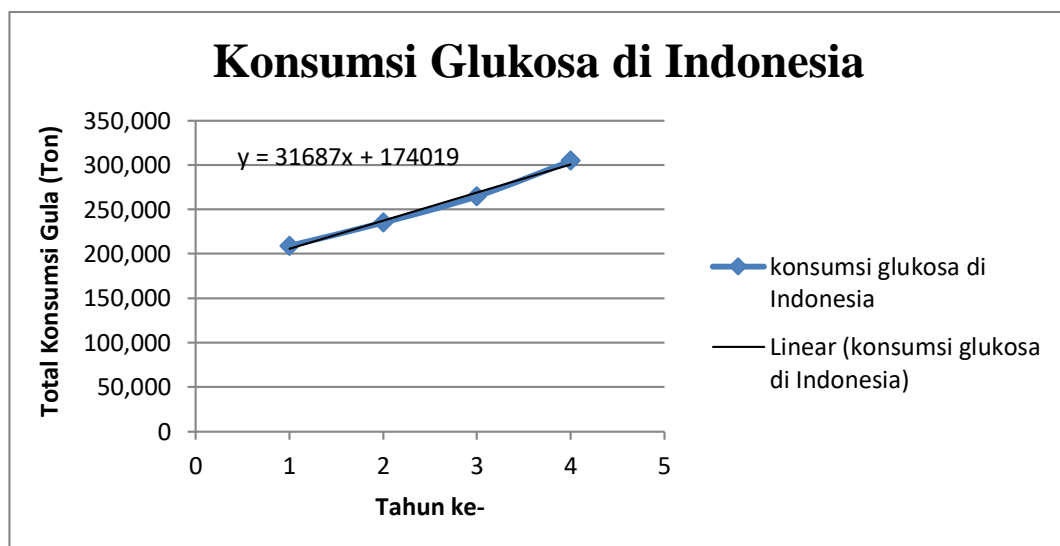
Total Produksi Sirup Glukosa di Indonesia yaitu 173.000 ton/tahun

1.4.4. Data Konsumsi Sirup Glukosa di Indonesia

Berikut adalah data Konsumsi glukosa di Indonesia:

Tabel 1.5 Data Konsumsi Glukosa di Indonesia

No	Tahun	Konsumsi Glukosa Pada Minuman Karbonasi (Ton)	Konsumsi Glukosa Pada Makanan Biskuit (Ton)	Total Konsumsi Gula (Ton)
1	2009	161.674	47.067	208.741
2	2010	179.637	55.373	235.010
3	2011	199.597	65.145	264.742
4	2012	229.538	74.917	304.455



Gambar 1.4 Grafik Data Konsumsi Glukosa di Indonesia

Dari Gambar 1.4 kita dapat memperkirakan jumlah konsumsi glukosa di Indonesia pada tahun 2024 atau tahun ke 16 dengan menghitung menggunakan persamaan garis lurus (linier) yaitu:

$$y = ax + b$$

Keterangan : y = Konsumsi Glukosa di Indonesia, ton/tahun

x = tahun ke-

$b = \textit{intercept}$

$a = \textit{gradien garis miring}$

dari Gambar 1.4 persamaan garisnya yaitu $y = 31687x + 174019$ (ton/tahun)

sehingga perkiraan ekspor glukosa pada tahun ke-16 yaitu:

$$y = 31687x + 174019$$

$$y = 31687 \times 16 + 174019$$

$$y = 681.011 \text{ Ton/tahun}$$

1.4.5. Penentuan Kapasitas Pabrik

Penentuan kapasitas perancangan pabrik di dasarkan kepada data kebutuhan konsumsi, data impor, data ekspor, dan jumlah produksi dalam negeri yang sudah ada. Dengan data yang sudah dijabarkan sebelumnya, maka peluang kapasitas pendirian pabrik sirup glukosa pada tahun 2024 dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$\mathbf{PKPP = JK + EKS - IMP - PDN}$$

Keterangan:

PKPP = Peluang Kapasitas pabrik tahun 2024 (Ton)

JK = Jumlah Konsumsi tahun 2024 (Ton)

EKS = Jumlah Ekspor tahun 2024 (Ton)

IMP = Jumlah Impor tahun 2024 (Ton)

PDN = Jumlah Produksi sirup glukosa dalam negeri tahun 2024 (Ton)

PKPP = JK + EKS – IMP – PDN

PKPP = 681.011 Ton + 6243 Ton – 252.980 Ton – 173.000 Ton

PKPP = 261.274 Ton

Mengingat kemampuan keuangan yang terbatas, maka direncanakan untuk kapasitas produksi sirup glukosa yaitu sebesar 35.000 ton/tahun atau sebesar 13% dari peluang kapasitas pabrik pada tahun 2024.

1.5. Lokasi Pabrik

Pemilihan lokasi merupakan hal yang penting dalam perancangan suatu pabrik, karena berhubungan langsung dengan nilai ekonomis dari pabrik yang akan didirikan. Pabrik direncanakan didirikan di Desa Gunung Batin Udik, Kecamatan Terusan Nunyai, Lampung Tengah Provinsi Lampung dengan titik koordinat 4°42'01.4"S 105°17'53.7"E. Pertimbangan pemilihan lokasi pabrik di daerah ini berdasarkan pertimbangan berikut :

1.5.1. Bahan Baku

Lokasi pabrik sebaiknya dekat dengan sumber bahan baku pembuatan produk. Provinsi Lampung merupakan provinsi yang mempunyai lahan panen ubi terbesar di Indonesia dan Lampung Tengah merupakan daerah dengan luas lahan panen ubi kayu terluas di Provinsi Lampung sehingga kebutuhan limbah batang ubi kayu dapat terpenuhi.

1.5.2. Transportasi

Transportasi sangat penting untuk urusan mobilitas bahan baku pembuatan sirup glukosa maupun pemasaran produk. Wilayah Lampung Tengah memiliki sarana yang memadai untuk menunjang hal tersebut dengan adanya jalan lintas nasional dan juga akses jalan kabupaten/kota yang baik.

1.5.3. Penyediaan Utilitas

Untuk menjalankan proses produksi di pabrik dibutuhkan sarana pendukung seperti pembangkit listrik dan air. Penyediaan air dipenuhi dengan pendirian Unit pengolahan air yang diperoleh dari Air Sungai Way Seputih Kabupaten Lampung Tengah dengan debit air 33,32 m³/detik dan listrik disuplai dari PLN dan Generator.

1.5.4. Tenaga Kerja

Kebutuhan tenaga kerja dapat diperoleh dari penduduk yang bertempat tinggal di daerah sekitar tempat pendirian pabrik. Dengan didirikannya pabrik ini, maka akan memperluas lapangan kerja dan mengurangi tingkat pengangguran penduduk sekitar.

1.5.5. Keamanan

Berdasarkan faktor keamanan, maka Desa Gunung Batin Udik, Kecamatan Terusan Nunyai, Lampung Tengah, Provinsi Lampung merupakan daerah yang relatif aman. Hal ini akan membantu operasional pabrik berjalan lancar dan kondusif.

BAB X

KESIMPULAN DAN SARAN

10.1 Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan pada bab – bab sebelumnya, Prarancangan Pabrik Glukosa dari Batang Ubi Kayu (BUK) dengan kapasitas 35.000 ton/tahun dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Proses utama yang digunakan adalah hidrolisis dari bahan baku biomassa ligniselulosa Batang Ubi Kayu (BUK) yang menghasilkan produk utama berupa glukosa.
2. *Percent Return on Investment* (ROI) sesudah pajak adalah 17,49 %.
3. *Pay Out Time* (POT) sesudah pajak adalah 3,27 tahun.
4. *Break Even Point* (BEP) sebesar 50,56%, dimana syarat umum pabrik di Indonesia adalah 20 – 60% kapasitas produksi. *Shut Down Point* (SDP) sebesar 28,01%.
5. *Discounted Cash Flow Rate of Return* (DFC) sebesar 23,37% lebih besar dari suku bunga bank sekarang sehingga investor akan lebih memilih untuk berinvestasi ke pabrik ini daripada ke bank.

10.2 Saran

Berdasarkan pertimbangan hasil analisis ekonomi diatas, maka dapat diambil kesimpulan bahwa Prarancangan Pabrik Glukosa dari Biomassa Ligniselulosa Batang Ubi Kayu (BUK) dengan kapasitas 35.000 ton/tahun layak untuk dikaji lebih lanjut dari segi proses maupun ekonominya.

DAFTAR PUSTAKA

Anonim. 2006. Kementrian Riset dan Teknologi. Diakses pada 1 Juni 2019.

Anonim. 2017. Diakses melalui <https://indexmundi.com> pada 1 Juni 2019.

Anonim. 2017. Diakses melalui www.fermentis.com pada 1 Juni 2019.

Anonim. 2017. Diakses melalui www.yeastenome.org pada 1 Juni 2019.

Anonim. 2018. Diakses melalui www.shijanzhuang.co.id.ltd pada 1 Juni 2019.

Anonim. 2019. BPPT. Diakses pada 1 Juni 2019.

Anonim. 2019. Diakses melalui <https://www.icis.com/chemicals/channel-info-chemicals-a-z/> pada 1 Juni 2019.

Badan Pusat Statistik. 2019. *Statistic Indonesia*. Diakses melalui www.bps.go.id pada 1 Juni 2019.

Badan Pusat Statistik. 2019. *Rata-rata Harian Aliran Sungai, Tinggi Aliran, dan Volume Air di Beberapa Sungai di Daerah Lampung*. Diakses melalui www.bps.go.id pada 1 Juni 2019.

Bank Indonesia. 2020. *Nilai Kurs*. Diakses melalui www.bi.go.id pada 21 September 2020.

Brown, G. George. 1950. *Unit Operation 6th Edition*. USA : Wiley & Sons, Inc.

Brownell, L. E. and Young, E. H. 1959. *Process Equipment Design 3rd Edition*. John Wiley & Sons, New York.

Budiman . 2009. Aplikasi Pati Singkong Sebagai Bahan Baku Edible Coating untuk memperpanjang Umur Simpan Pisang Cavendish. *Skripsi* Tidak Diterbitkan. Bogor : Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan Fakultas Teknologi Pertanian IPB.

Carl and Yaws. 1999. *Chemical Properties Handbook*. Mc Graw Hill Book Co: New York

Chemical Engineering Plant Cost Index. 2020. Diakses melalui www.chemengonline.com/pci pada 21 September 2020.

Chemical Industry News. 2018. *Chemical, Price Reporting*. Diakses melalui www.icis.com pada 21 September 2020.

Cheremisinoff, Nicholas P. 2003. *Handbook of Water and Wastewater Treatment Technologies*. Butterworth-Heinemann.

Coulson, J. M., and J. F. Richardson. 1983. *Chemical Engineering 4th edition*. Butterworth-Heinemann : Washington.

Data MSDS. 2019.

Fogler, H. Scott. 1999. *Elements of Chemical Reaction Engineering 4th edition*.
Prentice Hall International Inc. : United States of America.

Foust, S. 1956. *Principles Of Unit Operations 1nd Ed.* John Wiley And Sons, New
York.

Geankoplis, Christie. J. 1983. *Transport Processes and unit Operation 3rd edition*.
Allyn & Bacon Inc, New Jersey.

Himmelblau, David. 1996. *Basic Principles and Calculation in Chemical
Engineering*. Prentice Hall Inc, New Jersey.

Kirk, R.E and Othmer, D.F. 2006. “*Encyclopedia of Chemical Technologi*”, 4th
edition, vol. 17. John Wiley and Sons Inc. New York.

Kumar, P., dkk. 2009. *Methods for Pretreatment of Lignocellulosic Biomass for
Efficient Hydrolysis and Biofuel Production*. American Chemical Society,
pp 3713-3729.

Kurniawan, E. R. 2016. *Karakterisasi dan Alkaline Pretreatment Lignoselulosa
Cambomba caroliniana*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

Levenspiel, O. 1972. *Chemical Reaction Engineering 2nd edition*. John Wiley and
Sons Inc, New York.

McGraw Hill Education. *Price Order*. Diakses melalui www.mheducation.com pada 1 Juni 2019.

McCabe, W. L. and Smith, J. C. 1985. *Operasi Teknik Kimia*. Erlangga, Jakarta.

NREL. 2014. *Process Design and Economics for Biochemical Conversion of Lignocellulosic Biomass to Ethanol*. US. Department of Energy Office of Scientific and Technical Information.

Peters and Timmerhaus. 1991. *Plant Design and Economics for Chemical Engineering* 4th Edition, McGraw Hill Book Co. Inc. New York.

Perry, Robert H., and Don W. Green. 2008. *Perry's Chemical Engineers' Handbook* 8th edition. McGraw Hill : New York.

Powell, S.T., 1954, "*Water Conditioning for Industry*", McGraw Hill Book Company, New York.

Panduan PKL. *Description All Plant*. PT. Indo Acidatama Tbk, Karanganyar: Solo.

Panduan PKL. *Pengolahan Limbah*. PT. Indo Acidatama Tbk, Karanganyar: Solo.

Reid, C. Robert, 1987. *The Properties of Gases and Liquids* 4th Edition. Mc-Graw Hill, Inc. New York.

Smith, J.M. and Van Ness, H.C. 2001. *Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics* 3^{ed}. McGraw-Hill Inc, New York.

- Sun, Y., and Cheng, J. J. 2002. *Hydrolysis of Lignocellulose Materials for Ethanol Production*. A Review, *Bioresource Technology*, 83, 1-11.
- Sutikno, et al. 2015. *Pengaruh Perlakuan Awal Basa dan Asam Terhadap Kadar Gula Reduksi Tandan Kosong Kelapa Sawit*. *Jurnal Teknologi Industri dan Hasil Pertanian*. Vol 20:1.
- Taherzadeh, Mohammad J., dkk. 2007 “*Enzim-Based Hydrolysis Processes for Ethanol from Lignocellulosic Material: A Review*”, ncsu.edu/bioresources 2(4), pp.707-738.
- Timmerhaus, Klaus D., Max S. Peters, and Ronald E. West. 2002. *Plant Design and Economics for Chemical Engineers 5th edition*. McGraw-Hill : New York.
- Widodo, L. U., dkk. 2013. *Pemisahan alpha-se;u;osa dari limbah batang ubi kayu menggunakan larutan Natrium Hidroksida*. UPN Veteran. Jawa Timur
- Yaws, C. L. 1999. *Chemical Properties Handbook*. Mc Graw Hill Book Co., NewYork