

**PRARANCANGAN PABRIK *TERMOPLASTIC STARCH* (TPS)  
DARI PATI SOGUM DAN *PLASTICIZER* GLISEROL  
DENGAN KAPASITAS PRODUKSI 45.000 TON/TAHUN**

**Tugas Khusus  
Perancangan *Reactor* (RE-201)**

**(Skripsi)**

Oleh

**DWI LISNA AGUSTIN**



**JURUSAN TEKNIK KIMIA FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDARLAMPUNG  
2022**

## ABSTRAK

### PRARANCANGAN PABRIK BIOPLASTIK DARI PATI SORGUM DAN GLISEROL KAPASITAS 45.000 TON/TAHUN (Perancangan Reaktor (RE-201))

Oleh

Dwi Lisna Agustin

Pabrik Bioplastik berbahan baku pati sorgum dan asetat anhidrat, direncanakan didirikan di Pasuruan, Jawa Timur. Pendirian pabrik berdasarkan atas pertimbangan ketersediaan bahan baku, sarana transportasi yang memadai, tenaga kerja yang mudah didapatkan dan kondisi lingkungan.

Pabrik direncanakan memproduksi Bioplastik sebanyak 45.000 ton/tahun, dengan waktu operasi 24 jam/hari, 330 hari/tahun. Bahan baku yang digunakan adalah pati sorgum sebanyak 83.193,91 kg/jam dan vinil asetat sebanyak 283,14 kg/jam.

Penyediaan kebutuhan utilitas pabrik terdiri dari unit pengadaan air, pengadaan udara instrument, pengadaan listrik dan pengolahan limbah.

Bentuk perusahaan adalah Perseroan Terbatas (PT) menggunakan struktur organisasi *line* dan *staff* dengan jumlah karyawan sebanyak 186 orang.

Dari analisis ekonomi diperoleh:

<i>Fixed Capital Investment</i>	(FCI)	=	Rp. 573.672.586.908,-
<i>Working Capital Investment</i>	(WCI)	=	Rp. 101.236.338.866,-
<i>Total Capital Investment</i>	(TCI)	=	Rp. 674.908.925.774,-
<i>Break Even Point</i>	(BEP)	=	45,329%
<i>Shut Down Point</i>	(SDP)	=	22,435%
<i>Pay Out Time before taxes</i>	(POT) <sup>b</sup>	=	2,4 tahun
<i>Pay Out Time after taxes</i>	(POT) <sup>a</sup>	=	3,83 tahun
<i>Return on Investment before taxes</i>	(ROI) <sup>b</sup>	=	26,919%
<i>Return on Investment after taxes</i>	(ROI) <sup>a</sup>	=	21,536%
<i>Discounted cash flow</i>	(DCF)	=	19,69%

Mempertimbangkan paparan di atas, sudah selayaknya pendirian pabrik Bioplastik ini dikaji lebih lanjut, karena merupakan pabrik yang menguntungkan dan mempunyai masa depan yang baik.

## ABSTRACT

### MANUFACTURING OF BIOPLASTIC FROM SORGHUM STARCH AND GLYSEROL WITH CAPACITY 45.000 TONS/YEAR (Design of Reactor (RE-201))

By

DWI LISNA AGUSTIN

Bioplastic plant with raw materials, sorghum starch and acetic anhydride is planned to be built in Pasuruan, Jawa Timur. Establishment of this plant is based on some consideration due to the raw material resources, the transportation, the labors availability and also the environmental condition.

This plant is meant to produce 45,000 tons/year with 330 working days in a year. The raw materials used consist of 83.193,91 kg/hour of sorghum and 283,14 kg/hour of vinyl acetate.

The utility units consist of water supply system, instrument air supply system, power generation system and waste treatment system.

The bussines entity form is Limited Liability Company (Ltd) using line and staff organizational structure with 186 labors.

From the economic analysis, itis obtained that:

<i>Fixed Capital Investment</i>	(FCI)	=	Rp. 573.672.586.908,-
<i>Working Capital Investment</i>	(WCI)	=	Rp. 101.236.338.866,-
<i>Total Capital Investment</i>	(TCI)	=	Rp. 674.908.925.774,-
<i>Break Even Point</i>	(BEP)	=	45,329%
<i>Shut Down Point</i>	(SDP)	=	22,435%
<i>Pay Out Time before taxes</i>	(POT) <sub>b</sub>	=	2,4years
<i>Pay Out Time after taxes</i>	(POT) <sub>a</sub>	=	3,83years
<i>Return on Investment before taxes</i>	(ROI) <sub>b</sub>	=	26,919%
<i>Return on Investment after taxes</i>	(ROI) <sub>a</sub>	=	21,536%
<i>Discounted cash flow</i>	(DCF)	=	19,69%

Considering the summary above, it is proper to study the establishment of Bioplastic plant further, because the plant is profitable and has good prospects.

**PRARANCANGAN PABRIK *TERMOPLASTIC STARCH* (TPS)  
DARI PATI SOGUM DAN *PLASTICIZER* GLISEROL  
DENGAN KAPASITAS PRODUKSI 45.000 TON/TAHUN**

**Tugas Khusus  
Perancangan *Reactor* (RE-201)**

Oleh  
**DWI LISNA AGUSTIN**

**(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  
BANDARLAMPUNG  
2022**

Judul Skripsi : PRARANCANGAN PABRIK TERMOPLASTIC STARCH  
(TPS) DAN PLASTICIZER GLISEROL DENGAN KAPASITAS  
PRODUKSI 45.000 TON/HARI  
(Perancangan Reactor (RE-201))


Nama Mahasiswa : DWI LISNA AGUSTIN

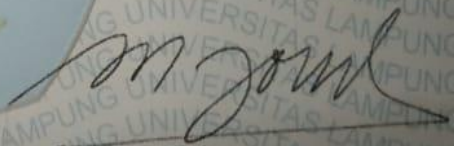
No. Pokok Mahasiswa : 1515041019

Program Studi : Teknik Kimia

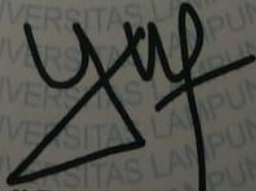
Fakultas : Teknik



  
Simparmin Br. Ginting, S.T., M.T.  
NIP. 196611111994022001

  
Muhammad Hanif, S.T., M.T.  
NIP. 198104022009121002

Ketua Jurusan Teknik Kimia

  
Yuli Darni, S.T., M.T.  
NIP. 197407122000032001



**MENGESAHKAN**

Tim Penguji

Ketua

: **Simparmin Br. Ginting, S.T., M.T.** .....

Sekretaris

: **Muhammad Hanif, S.T., M.T.** .....

Penguji

Bukan Pembimbing

: **Prof. Dr. Joni Agustian, S.T., M.Sc.** .....

**Yuli Darni, S.T., M.T.** .....

Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung

**Dr. Eng. Ir. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc.** †

NIP 1975 0928 2001 12 1 002

**Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 14 Januari 2022**

## 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.

**Bandarlampung, 14 Januari 2022**



**Dwi Lisna Agustin**  
**NPM. 1515041019**

## RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Branti (Lampung Selatan), pada tanggal 27 Agustus 1997, sebagai anak kedua dari dua bersaudara, dari pasangan Bapak Ganafia Teguh Wijaya dan Ibu Mas Regina. Penulis telah menyelesaikan pendidikan sebelumnya di Sekolah Dasar Negeri (SDN) 1 Haduyang pada tahun 2007 Sekolah Menengah Pertama Negeri (SMPN) 1 Natar pada tahun 2012, dan Sekolah Menengah Atas Negeri (SMAN) 1 Natar pada tahun 2015.

Pada tahun 2015, penulis terdaftar sebagai Mahasiswa Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Lampung melalui Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri 2015.

Selama kuliah penulis aktif dalam berbagai organisasi kemahasiswaan diantaranya, Badan Eksekutif Mahasiswa (BEM) Fakultas Teknik Universitas Lampung sebagai Eksekutif Muda BEM Fakultas Teknik Universitas Lampung (2015/2016) dan sebagai Staff Eksternal BEM Fakultas Teknik Universitas Lampung (2016/2017), Himpunan Mahasiswa Teknik Kimia (Himatemia) Fakultas Teknik Universitas Lampung sebagai Staff Departemen Hubungan Luar Himatemia Fakultas Teknik Universitas Lampung (2016/2017 – 2017/2018).

Pada Juli 2018 penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Kedaton 2, Kecamatan Batang Hari Nuban, Kabupaten Lampung Timur. Dan pada



September 2018, penulis melakukan penelitian dengan judul “Sintesis Nanoserat Selulosa Dan Aplikasinya Sebagai Penguat Bioplastik” yang dilakukan di UPT Laboratorium Terpadu dan Sentra Inovasi Teknologi Universitas Lampung. Selanjutnya Maret 2019 penulis melaksanakan Kerja Praktik di PT Pertamina (Persero) Refinery Unit IV Balongan, Indramayu dengan Tugas Khusus “Evaluasi Kinerja Desalter pada *Crude Distillation Unit*”.

## **Motto Dan Persembahan**

*Segala puji bagi Allah. Kita memuji, meminta pertolongan, dan memohon ampunan kepada-Nya. Kita berindungn kepada-Nya dari kejahatan diri dan dari keburukan amal-amal kita. Siapa yang Dia beri petunjuk maka tidak ada yang bisa menyesatkannya, dan siapa yang Dia sesatkan maka tidak akan ada yang bisa memberinya hidayah (petunjuk).  
Aku bersaksi bahwa tiada ilah yang berhak diibadahi dengan benar kecuali Allah semata, tidak ada sekutu bagi-Nya, dan aku bersaksi bahwa Muhammad ﷺ adalah hamba dan Rasul-Nya.*

*“Wahai orang-orang yang beriman bertakwalah kalian kepada Allah dengan sebenar-benarnya takwa kepada-Nya dan jangan kalian mati kecuali dalam keadaan Islam.”*

**(QS. Ali Imron: 102)**

*“Wahai manusia! Bertakwalah kepada Rabbmu yang telah menciptakan kamu dari diri yang satu (Adam), dan (Allah) menciptakan pasangannya (Hawa) dari (dirinya); dan dari keduanya Allah memperkembangbiakan laki-laki dan perempuan yang banyak. Bertakwalah kepada Allah yang dengan nama-Nya kamu saling meminta, dan (peliharalah) hubungan kekeluargaan. Sesungguhnya Allah selalu menjaga dan mengawasimu.”*

**(QS. An-Nisa: 1)**

*“Hai orang-orang yang beriman, bertakwalah kamu kepada Allah dan katakanlah perkataan yang benar, niscaya Allah memperbaiki bagimu amalan-amalanmu dan mengampuni bagimu dosa-dosamu. Dan barang siapa menaati Allah dan Rasul-Nya, maka sesungguhnya ia telah mendapat kemenangan yang besar.”*

**(QS. Al Ahzab: 70-71)**

*“Sesungguhnya sebenar-benar perkataan adalah kitab Allah (Al Qur'an) dan sebaik-baik petunjuk adalah petunjuk Muhammad ﷺ dan*

*seburuk-buruk perkara (dalam urusan agama) adalah yang diada-adakan, dan semua yang diada-adakan itu adalah bid'ah, dan semua bid'ah itu sesat, dan semua kesesatan tempatnya di neraka."*

*(Khutbah Al-Haajah)*

*"Tidaklah Aku ciptakan jin dan manusia melainkan supaya mereka beribadah kepada-Ku."*

*(QS. Adz-Dzariyat: 56)*

*"Menuntut ilmu (agama) adalah kewajiban bagi setiap muslim."*

*(HR, Ibnu Majah)*

*"Barangsiapa menempuh jalan untuk mencari ilmu (agama), Allah akan mempermudah baginya jalan menuju surga."*

*(HR, Muslim)*

*"Dan tidaklah kehidupan dunia kecuali hanyalah permainan dan senda gurau belaka. Dan sungguh kampung akhirat itu lebih baik bagi orang-orang yang bertakwa. Apakah kalian tidak mau berpikir?."*

*(QS. Al-An'am: 32)*

*"Dan carilah (pahala) negeri akhirat dengan apa yang telah dianugerahkan Allah kepadamu, tetapi janganlah kamu lupakan bagianmu di dunia."*

*(QS. Al-Qashshah: 77)*

*"Sesungguhnya Kami telah menjadikan apa yang ada di bumi sebagai perhiasan baginya, untuk Kami menguji mereka, siapa di antaranya yang terbaik perbuatannya."*

*(QS. Al-Kahfi: 7)*

*"Demi masa. Sesungguhnya manusia itu benar-benar dalam kerugian, kecuali orang-orang yang beriman dan mengerjakan amal saleh dan nasehat menasehati supaya mentaati kebenaran dan nasehat menasehati supaya menetapi kesabaran."*

*(QS. Al 'Ashr: 1-3)*

*Sebuah Karya*

*Kupersembahkan dengan sepenuh hati untuk :*

*Kedua Orangtuaku, akhirnya karya aku selesai, terima kasih atas do'a, kasih sayang, dan kesabarannya selama ini*

*Saudara-saudari dan Keluargaku, terima kasih atas do'a, bantuan dan dukungan semangatnya*

*Sahabat-Sahabat Tercintaku, terima kasih telah terlahir dan mengambil bagian di jalan ceritaku.*

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

*Almamater kebanggaan Universitas Lampung, semoga bermanfaat karya sederhana ini.*

## SANWACANA

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Segala puji hanya untuk Allah ‘Azza wa Jalla, shalawat dan salam untuk Nabi Muhammad Shallallahu ‘Alaihi wa Sallam, Nabi yang terakhir dan teladan kita semua. Kami bersaksi tidak ada sesembahan yang berhak diibadahi dengan benar kecuali Allah dan kami bersaksi bahwa Nabi Muhammad Shallallahu ‘Alaihi wa Sallam adalah hamba dan Rasul-Nya. Tugas Akhir ini disusun dalam rangka memenuhi salah satu syarat guna memperoleh derajat kesarjanaan (S-1) di Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Lampung.

Penyusunan tugas akhir ini tidak lepas dari bantuan, dukungan, dan bimbingan dari banyak pihak. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Eng. Helmy Fitriaawan, S.T., M.Sc.. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung.
2. Ibu Yuli Darni, S.T., M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Universitas Lampung.
3. Ibu Simparmin Br. Ginting, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing I, yang selalu memberikan arahan, masukan, dan bimbingan selama penyelesaian Tugas Akhir ini.



4. Bapak Muhammad Hanif, S.T., M.T. dan Bapak Donny Lesmana, S.T., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing II, yang selalu memberikan pemahaman, motivasi, dan semangat selama penyelesaian Tugas Akhir ini.
5. Bapak Prof. Dr. Joni Agustian, S.T., M.Sc., selaku Dosen Penguji I, yang telah memberikan banyak masukan dan ilmu yang bermanfaat dalam pengerjaan Tugas Akhir ini.
6. Ibu Yuli Darni, S.T., M.T. selaku Dosen Penguji II, yang telah memberikan banyak masukan dan ilmu yang bermanfaat dalam pengerjaan Tugas Akhir ini.
7. Segenap Dosen Teknik Kimia Universitas Lampung, atas semua semangat, ilmu dan bekal masa depan yang akan selalu bermanfaat.
8. Tim Hore aug yang telah menemani dari awal perkuliahan dan banyak kisah tentang kita eaaaa.
9. Teman-teman dan Kakak-kakak Teknik Kimia yang telah menjadi tempat berdiskusi.
10. Semua pihak yang telah turut andil membantu penyusunan Tugas Akhir ini yang tidak dapat penulis sebutkan.

Akhir kata, semoga Allah membalas semua kebaikan mereka terhadap penulis dan semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat.

Bandarlampung, 14 Januari 2022

Penulis,

Dwi Lisna Agustin

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>COVER .....</b>	<b>i</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>ii</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>iii</b>
<b>COVER DALAM .....</b>	<b>iv</b>
<b>HALAMAN PERSETUJUAN.....</b>	<b>v</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN.....</b>	<b>vi</b>
<b>PERNYATAAN.....</b>	<b>vii</b>
<b>RIWAYAT HIDUP .....</b>	<b>viii</b>
<b>MOTTO .....</b>	<b>x</b>
<b>PERSEMBAHAN.....</b>	<b>xi</b>
<b>SANWACANA .....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>xviii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xx</b>

### **I. PENDAHULUAN**

1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Kegunaan Produk .....	2
1.3. Ketersediaan Bahan Baku .....	3

1.4. Analisis Pasar .....	4
1.5. Pemilihan Kapasitas Produksi.....	11
1.6. Lokasi Pabrik .....	12

## **II. PEMILIHAN DAN DESKRIPSI PROSES**

2.1. Pemilihan Proses Berdasarkan Bahan Baku .....	20
2.2. Perhitungan Ekonomi Kasar Berdasarkan Bahan Baku.....	23
2.3. Uraian Proses .....	29
2.4. Diagram Alir Proses.....	32

## **III. SPESIFIKASI BAHAN BAKU DAN PRODUK**

3.1. Bahan Baku dan Produk.....	33
3.2. Bahan Penunjang.....	36
3.3. Penanganan Bahan Kimia .....	42

## **IV. NERACA MASSA DAN NERACA ENERGI**

4.1. Neraca Massa .....	44
4.2. Neraca Energi.....	49

## **V. SPESIFIKASI PERALATAN**

5.1. Alat Proses .....	50
5.2. Alat Utilitas .....	62

## **VI. UTILITAS DAN PENGOLAHAN LIMBAH**

6.1. Unit Penyedia Air.....	75
6.2. Unit Penyediaan Oksigen dan Udara Instrumen .....	86
6.3. Unit Pembangkit dan Pendistribusian Listrik .....	87
6.4. Unit Pengadaan Bahan Bakar.....	87
6.5. Laboratorium.....	88
6.6. Instrumentasi dan Pengendalian Proses .....	91
6.7. Pengolahan Limbah.....	93

## **VII. Tata Letak Pabrik**

7.1. Lokasi Pabrik .....	95
7.2. Tata Letak Pabrik .....	102
7.3. Tata Letak Peralatan.....	105
7.4. <i>Plant Road</i> .....	110

## **VIII. Sistem Manajemen dan Operasi Perusahaan**

8.1. <i>Project Master Schedule</i> .....	111
8.2. Bentuk Perusahaan .....	114
8.3. Struktur Organisasi Perusahaan .....	117
8.4. Tugas dan Wewenang .....	121
8.5. Status Karyawan dan Sistem Penggajian .....	131
8.6. Pembagian Jam Kerja Karyawan .....	132
8.7. Jumlah Tenaga Kerja.....	135
8.8. Kesejahteraan Karyawan.....	139

8.9. Manajemen Produksi.....	144
------------------------------	-----

## **IX. Investasi dan Evaluasi Ekonomi**

9.1. Investasi .....	145
9.2. Evaluasi Ekonomi .....	152
9.3. Angsuran Pinjaman .....	154
9.4. <i>Discounted Cash Flow</i> (DCF).....	154
9.5. Penentuan Tingkat Resiko Pabrik .....	156

## **X. Kesimpulan dan Saran**

10.1. Kesimpulan .....	157
10.1. Saran.....	158

## **Daftar Pustaka**

**Lampiran A (Neraca Massa)**

**Lampiran B (Neraca Energi)**

**Lampiran C (Spesifikasi Peralatan Proses)**

**Lampiran D (Utilitas)**

**Lampiran E (Investasi dan Evaluasi Ekonomi)**

**Lampiran F (Tugas Khusus, Perancangan Extruder (E-301))**



## DAFTAR TABEL

Tabel	halaman
1.1. Daftar Harga Bahan Baku dan Produk.....	4
1.2. Kapasitas Konsumsi Bioplastik di Indonesia .....	6
1.3. Kapasitas Konsumsi Bioplastik di Dunia.....	8
1.4. Kapasitas Produksi Industri Bioplastik di Indonesia .....	9
1.5. Kapasitas Produksi Bioplastik di Dunia.....	10
1.6. Luas Panen dan Produktivitas Sorgum Indonesia .....	14
1.7. Luas Penyebaran Tanaman Sorgum di Jawa, NTB dan NTT .....	15
2.1. Seleksi Bahan Baku Dalam Produksi Bioplastik <i>Sorghum Starch Acetate</i> .....	28
2.5. Data Bahan Baku dan Produk Menggunakan Etanol.....	20
2.6. Data Bahan Baku & Produk Menggunakan Metanol.....	21
2.7. Perbandingan Proses Berdasarkan Jenis <i>Liquid Surfactant</i> .....	22
6.1. Kebutuhan Air Umum.....	76
6.2. Kebutuhan Air Proses ( <i>Process Water</i> ) .....	77
6.3. Kebutuhan Air untuk <i>Cooling Water</i> .....	78
6.4. Kebutuhan Air untuk <i>Hot Water</i> .....	78
6.5. Tingkatan Kebutuhan Informasi dan Sistem Pengendalian .....	92
6.6. Pengendalian Variabel Utama Proses .....	93

7.1. Perincian Luas Area Pabrik Bioplastik .....	106
8.1. <i>Project Master Schedule of Bioplastic Starch Acetate Plant</i> .....	113
8.2. Jadwal kerja regu <i>shift</i> .....	134
8.3. Jumlah Operator Berdasarkan Jenis Alat .....	135
8.4. Penggolongan Tenaga Kerja .....	137
9.1. <i>Fixed Capital Investment</i> .....	149
9.2. <i>Manufacturing Cost</i> .....	151
9.3. <i>General Expenses</i> .....	152
9.4. Hasil Uji Kelayakan Ekonomi .....	156

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	halaman
1.1. Grafik Konsumsi Bioplasik di Indonesia .....	7
1.2. Grafik Konsumsi Bioplasik di Dunia.....	8
1.3. Grafik Produksi Bioplasik di Indonesia .....	9
1.4. Grafik Produksi Bioplasik di Dunia.....	10
1.5. Konsumsi Kalsium Hidroksida di Jawa Timur .....	11
2.1. Diagram alir proses .....	32
7.1. Peta Jawa Timur.....	101
7.2. Lokasi Pabrik .....	101
7.3. Tata Letak Pabrik .....	105
7.4. Tata Letak Alat Proses .....	109
8.1. Struktur Organisasi Perusahaan .....	119
9.1. Kurva <i>Break Even Point</i> dan <i>Shut Down Point</i> .....	154
9.2. Kurva <i>Cummulative Cash Flow</i> metode DCF .....	155

## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pada saat ini kebutuhan akan produk plastik terus meningkat setiap tahunnya, pada umumnya bahan baku plastik berasal dari minyak bumi yang persediaannya akan habis dan tidak dapat diperbaharui, kemudian plastik yang terbuat dari minyak bumi tidak mudah terurai sehingga akan menimbulkan sampah plastik, yang akan menimbulkan masalah yang lebih serius.

Salah satu solusi yang dapat dilakukan yaitu mengganti bahan dasar plastik konvensional yang terbuat dari minyak bumi dengan bahan yang mudah diuraikan oleh pengurai dan dapat diperbaharui. Plastik yang dibuat dari bahan tersebut disebut dengan plastik *biodegradable* (bioplastik) (Sidik, 2009). Plastik *biodegradable* terbuat dari bahan polimer alami seperti pati, selulosa, dan lemak. Bioplastik dirancang karena lebih mudah terdegradasi oleh reaksi enzimatik mikroorganisme seperti bakteri dan jamur. Pati menjadi salah satu bahan alam yang dapat digunakan sebagai bioplastik yang dikenal dengan istilah pati termoplastik (*thermoplastic starch*). Penggunaan pati sebagai salah satu bahan baku pembuatan bioplastik mempunyai beberapa keuntungan antara lain harganya relatif murah, dapat terdegradasi dan dapat diperbaharui, selain itu juga berdampak rendah terhadap pencemaran lingkungan (Fang dan Hanna 2001). Pati terkandung dalam beberapa bahan alami salah satunya adalah biji sorgum.

Pati termoplastik sebagai bahan pembuat bioplastik mempunyai keunggulan yaitu lebih tahan terhadap suhu tinggi (140-160°C) dibandingkan pati alami (De Vlieger 2003 dalam Yokesahachart dan Yoksan 2011). Pati termoplastik lebih tahan terhadap deformasi dikarenakan adanya bahan pemlastis dan destrukurisasi granular, sehingga kerusakan permanen bisa diminimalkan (Ishiaku et al. 2002).

Di Indonesia, pati menjadi pilihan sebagai bahan baku plastik biodegradable karena ketersediaannya cukup melimpah (Pradipta, 2012). Sorgum merupakan salah satu alternatif sumber pati yang cukup potensial di Indonesia, karena Indonesia memiliki potensi ketersediaan bahan baku pembuatan bioplastik yang cukup potensial untuk menggantikan plastik konvensional dan dapat menjadi salah satu solusi dari permasalahan banyaknya sampah plastik yang tidak diolah dengan baik, maka pendirian industri bioplastik di Indonesia diharapkan dapat memproduksi jenis plastik baru yang lebih ramah lingkungan dan mudah diperbaharui.

## **1.2 Kegunaan Produk**

Bioplastik dapat digunakan untuk berbagai aplikasi dalam industri, rumah tangga, dan kebutuhan sehari – hari, antara lain :

1. Sebagai pengganti kantong film yang dapat digunakan untuk mengemas makanan, sayuran, gula dan sebagainya.
2. Sebagai bahan pengemas barang – barang.
3. Sebagai bahan injection untuk membuat perabotan rumah tangga.
4. Sebagai komponen atau suku cadang pengganti plastik konvensional.



Semakin berkembangnya teknologi dan ilmu pengetahuan, maka akan semakin banyak produk – produk inovatif lainnya yang terbuat dari bioplastik.

### **1.3 Ketersediaan Bahan Baku**

#### **1. Sorgum**

Biji sorgum ini didapatkan dari budidaya tanaman sorgum yang berada di provinsi - provinsi disekitar pabrik. Dengan luas lahan secara berturut-turut sebagai berikut Jawa Barat 140 ha, Jawa Tengah 80 ha, Yogyakarta 520 ha, dan Jawa Timur 870 ha (Direktorat Budidaya Serealia, 2015). Masa panen tanaman sorgum kurang lebih tiga bulan sekali dengan rata-rata produksi sebesar 8 ton per hektar (Kementan, 2019).

#### **2. Vinil Asetat**

Asam asetat didapatkan dari PT Lotte Chemical Titan Nusantara, perusahaan ini merupakan penghasil polietilen pertama dan terbesar di Indonesia. Kapasitas produksi vinil asetat sebesar 33.000 ton/tahun dengan konsentrasi 40%, perusahaan ini berlokasi di Cilegon, Banten (PT Lotte Chemical Titan Nusantara, 2020).

#### **3. NaOH**

Kitosan didapatkan dari PT Atlantic Intraco yang terletak di kecamatan Genteng Kota Surabaya, Jawa Timur. Perusahaan ini merupakan spesialis supplier bahan kimia untuk industri. NaOH cair tersedia yaitu dengan konsentrasi 48%. (PT Atlantic Intraco, 2020)

#### 4. Gliserol

Gliserol didapatkan dari PT. Biodiesel Trina yang terletak di Kabupaten Nunukan, Kalimantan Timur. Perusahaan ini memproduksi biodiesel dari minyak kelapa sawit dengan kapasitas produksi 100.000 ton/tahun dan produk samping gliserol dengan kapasitas produksi 11.150 ton/tahun (Tri Utami, 2013).

### 1.4 Analisa Pasar

Untuk mengetahui seberapa besar minat pasar terhadap suatu produk maka perlu dilakukan analisis pasar. Adapun data yang harus dimiliki meliputi harga bahan baku dan produk, data konsumsi bioplastik serta data produksi bioplastik, dari hasil olah data tersebut maka dapat diperkirakan seberapa besar kebutuhan pasar untuk beberapa tahun kedepan.

#### 1.4.1 Harga Bahan Baku dan Produk

**Tabel 1.1** Daftar Harga Bahan Baku dan Produk

Bahan	Harga (Rp)
Sorgum <sup>a</sup>	1.700/kg
NaOH <sup>b</sup>	45.000/L
Vinil Asetat <sup>b</sup>	1.800/kg
Gliserol <sup>b</sup>	12.750/L
Bioplastik	2.974,2/kg

Sumber :  
 a. surabaya.tribunnews.com  
 b.alibaba.com

d. [www.bioplasticsmagazine.com](http://www.bioplasticsmagazine.com)

#### 1.4.2 Data Konsumsi

Menurut data INAPLAS, kebutuhan plastik nasional selama 2016 tercatat sebanyak 5,2 juta ton. Sementara itu, kapasitas produksi komoditas biodegradable baru menyumbang kurang dari 1% permintaan plastik nasional, hal ini disebabkan karena biaya pembuatan bioplastik rata – rata lebih tinggi 1,5 – 3 kali dari ongkos produksi plastik konvensional (Inaplas, 2016), kemudian pertumbuhan industri bioplastik ditargetkan tumbuh 5% per tahun (kemenperin, 2016), sehingga dari data tersebut dapat dihitung jumlah konsumsi bioplastik di Indonesia pada tahun – tahun berikutnya sebagai berikut:

Konsumsi 2016 = 1% x konsumsi plastik

$$= 1\% \times 5.200.000 \text{ Ton}$$

$$= 52.000 \text{ Ton}$$

Konsumsi 2017 = Konsumsi 2016 + (Konsumsi 2016 x 5%)

$$= 52.000 \text{ Ton} + 2.600 \text{ Ton}$$

$$= 54.600 \text{ Ton}$$

Konsumsi 2018 = Konsumsi 2017 + (Konsumsi 2017 x 5%)

$$= 54.600 \text{ Ton} + 2.730 \text{ Ton}$$

$$= 57.300 \text{ Ton}$$

Konsumsi 2019 = Konsumsi 2018 + (Konsumsi 2018 x 5%)

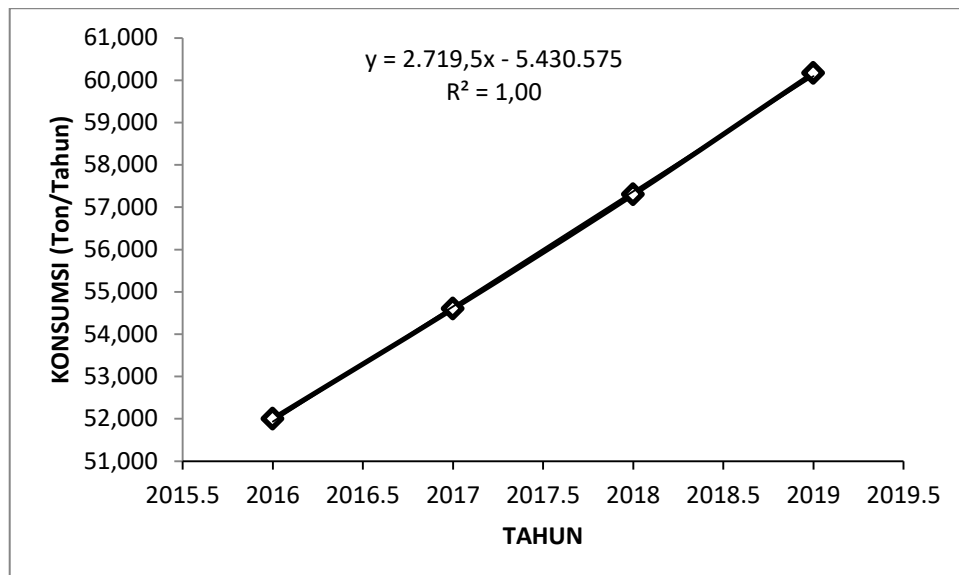
$$= 57.300 \text{ Ton} + 2.865 \text{ Ton}$$

$$= 60.165 \text{ Ton}$$

Hasil perhitungan diatas dapat disajikan kedalam bentuk tabel, seperti yang disajikan pada Tabel 1.2 :

**Tabel 1.2** Data Konsumsi bioplastik di Indonesia

Tahun	Konsumsi (Ton/Tahun)
2016	52.000
2017	54.600
2018	57.300
2019	60.165



**Gambar 1.1** Grafik Konsumsi bioplastik di Indonesia

Berdasarkan grafik 1.1 dapat diperkirakan Konsumsi bioplastik di Indonesia pada tahun 2025 sebesar:

$$\begin{aligned}
 DK_{\text{bioplastik}} \text{ Indonesia (2025)} &= (2.719,5 (2025) - 5.430.575) \\
 &= 76.412 \text{ Ton/Tahun}
 \end{aligned}$$

Di Indonesia, penyebaran pemakaian bioplastik tersebar di beberapa pusat perbelanjaan dan badan usaha lain juga telah diketahui dengan pasti menggunakan

bioplastik. Misalnya Alfamart, Carrefour, Hypermart, jaringan grup Pizza Hut, restoran Satoo di Shangri-La Jakarta, Bogor Laundry, Golf Bandar Kemayoran, dan lainnya (SWA Magazine, 2014).

### 1.4.3 Data Produksi

Di Indonesia ada tiga industri yang kapasitasnya cukup besar dalam memproduksi bioplastik di Indonesia, yaitu PT. Tirta Marta, PT. Inter Aneka Lestari Kimia, dan PT. Harapan Interaksi Swadaya, ketiga industri tersebut menggunakan sumber pati dari singkong sebagai bahan bakunya, PT. Tirta Marta pada tahun 2012 memproduksi bioplastik dengan kapasitas produksi sebesar 10.000 Ton/Tahun (PT. Tirta Marta, 2012), kemudian dengan asumsi pertumbuhan industri bioplastik sebesar 5% per tahunnya (kemenperin, 2016), maka pada tahun 2017 PT. Tirta Marta memiliki kapasitas produksi 12.800 Ton/Tahun, sedangkan pada tahun 2017 PT. Inter Aneka Lestari Kimia memiliki kapasitas produksi sebesar 3.600 Ton/Tahun dan PT. Harapan Interaksi Swadaya memiliki kapasitas produksi sebesar 7.200 Ton/Tahun, sehingga pada tahun 2017 total kapasitas produksi bioplastik di Indonesia sebesar 23.600 Ton/Tahun.

Pertumbuhan industri bioplastik ditargetkan tumbuh 5% per tahun (kemenperin, 2016), sehingga dari data tersebut dapat dihitung jumlah konsumsi bioplastik di Indonesia pada tahun – tahun berikutnya sebagai berikut:

$$\text{Produksi 2018} = \text{Produksi 2017} + (\text{Produksi 2017} \times 5\%)$$

$$= 23.600 \text{ Ton} + 1.180 \text{ Ton}$$

$$= 24.780 \text{ Ton}$$

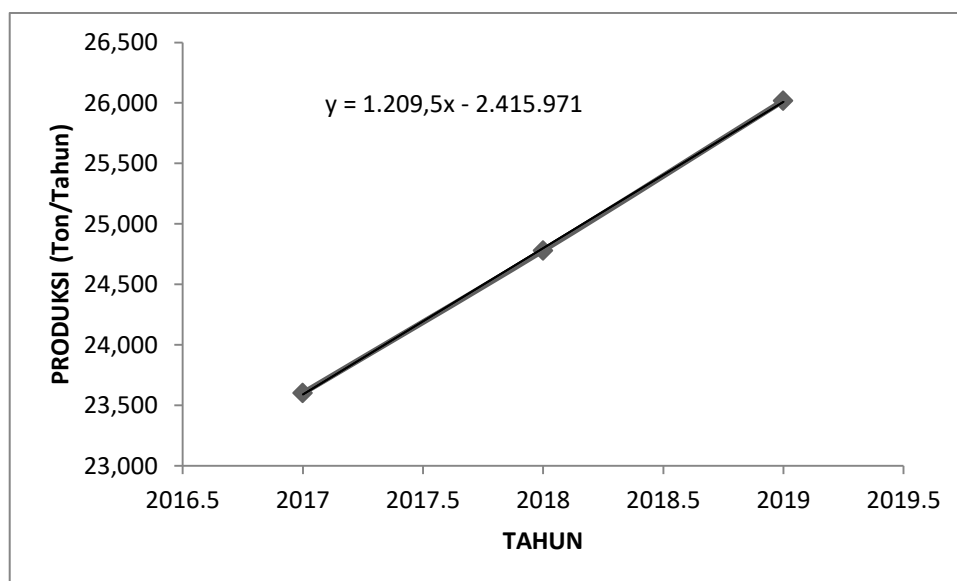


$$\begin{aligned}
 \text{Produksi 2019} &= \text{Produksi 2018} + (\text{Produksi 2018} \times 5\%) \\
 &= 24.780 \text{ Ton} + 1.239 \text{ Ton} \\
 &= 26.019 \text{ Ton}
 \end{aligned}$$

Hasil perhitungan diatas dapat disajikan kedalam bentuk tabel, seperti yang disajikan pada Tabel 1.3 :

**Tabel 1.3** Data Produksi Industri Bioplastik di Indonesia

Tahun	Konsumsi (Ton/Tahun)
2017	23.600
2018	24.780
2019	26.019



**Gambar 1.2** Grafik Produksi Bioplastik di Indonesia

Berdasarkan grafik tersebut dapat diperkirakan jumlah produksi bioplastik di Indonesia pada tahun 2025 sebesar:

$$\begin{aligned} DP_{\text{bioplastik}} \text{ Indonesia (2025)} &= (1.209,5 (2025) - 2.415.971) \\ &= 33.266 \text{ Ton/Tahun} \end{aligned}$$

### 1.5 Pemilihan Kapasitas Produksi

Kapasitas produksi suatu pabrik ditentukan berdasarkan kebutuhan konsumsi produk dalam negeri serta data produksi yang telah ada, sebagaimana dapat dilihat dari berbagai sumber maka dapat diketahui kebutuhan akan suatu produk untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri dari data yang telah ada.

Untuk menentukan kapasitas produksi dari suatu pabrik agar dapat memenuhi permintaan pasar, maka kita dapat menentukannya dari data konsumsi dan produksi dari tahun – tahun sebelumnya, dan perkiraan data produksi dari tahun yang akan datang. Dari hasil olah data yang ada maka kapasitas produksi suatu pabrik dapat ditentukan dengan cara berikut:

$$KP = DK_{\text{bioplastik}} \text{ Indonesia (2025)} - DP_{\text{bioplastik}} \text{ Indonesia (2025)}$$

$$KP = 76.412 \text{ Ton/Tahun} - 33.266 \text{ Ton/Tahun}$$

$$KP = 43.146 \text{ Ton/Tahun}$$

Dimana:

KP = Kapasitas Produksi

DK = Data Konsumsi Pada Tahun X

DP = Data Produksi Pada Tahun X

Berdasarkan hasil perhitungan diatas, maka kapasitas pabrik bioplastik ini pada tahun 2025 memiliki kapasitas produksi sebesar 43.146 Ton/Tahun  $\approx$  **45.000** Ton/Tahun.

## **1.6 Lokasi Pabrik**

Pemilihan lokasi pembangunan pabrik menjadi sangatlah penting karena secara langsung akan berpengaruh terhadap kelangsungan hidup pabrik. Berdasarkan faktor-faktor di bawah ini, maka pabrik bioplastik yang akan didirikan ini berlokasi di Kecamatan Paciran, Kabupaten Lamongan, Provinsi Jawa Timur. Pemilihan lokasi ini berdasarkan pertimbangan sebagai berikut :

### **1.6.1 Faktor Primer**

#### **1.6.1.1 Penyediaan Bahan Baku**

Lokasi pabrik dipilih karena dekat dengan sumber bahan baku utama yakni tanaman sorgum yang diperoleh dari daerah Jawa Timur, Jawa Barat, Jawa Tengah, dan DI Yogyakarta. Lokasi sumber bahan baku penunjang juga dekat dengan lokasi pabrik karena masih berada di daerah Pulau Jawa. Bahan baku *Gliserol* diperoleh dari Kalimantan Timur, pendistribusian bahan baku tersebut dapat di distribusi melalui jalur laut.

**Tabel 1.6** Luas Tanam dan Kapasitas Produksi Tanaman Sorgum di  
Indonesia Tahun 2015

Daerah	Luas Tanam (ha)	Kapasitas Produksi (Ton/Tahun)
Jawa	1.610	10.287
NTT	115	735
NTB	425	2.716
Sulawesi	140	895
Kalimantan	20	128
Maluku	50	320

Sumber: Direktorat Budidaya Serealia, 2015

Dari tabel tersebut dapat dilihat produksi sorgum di pulau jawa merupakan produksi terbesar di Indonesia dengan total luas lahan tanaman sorgum sebesar 1.610 ha, jika dilihat dari hasil panen sebesar 8 ton biji sorgum per hektar dan dengan masa panen tiga kali setahun, maka produktivitas biji sorgum di pulau jawa diperkirakan sebesar 38.640 Ton/Tahun, kemudian untuk rincian penyebaran dan kapasitas produksi tanaman sorgum di pulau jawa terdapat di tabel 1.6.

**Tabel 1.6** Luas Tanam dan Kapasitas Produksi Tanaman Sorgum di Jawa  
Tahun 2015

Provinsi	Kabupaten	Luas Tanam (ha)	Kapasitas Produksi (Ton/Tahun)
Jawa Barat	Bandung	50	1.200
	Subang	60	1.440

	Sukabumi	20	480
	Garut	10	240
	Wonogiri	60	1.440
Jawa Tengah	Purbalingga	10	240
	Demak	10	240
	Lamongan	510	12.240
	Pasuruan	100	2.400
Jawa Timur	Probolinggo	10	240
	Sampang	50	1.200
	Banyuwangi	200	4.800
	Bantul	210	5.040
Yogyakarta	Gunung Kidul	310	7.440

Sumber: Direktorat Budidaya Serealia, 2015

#### 1.6.1.2 Daerah Pemasaran

Hasil produksi dari pabrik bioplastik ialah film bioplastik, sehingga sasaran konsumen dari produk ini ialah pusat perbelanjaan dan badan usaha lain yang menggunakan produk bioplastik di seluruh Indonesia.

#### 1.6.1.3 Fasilitas Transportasi

Sarana dan prasarana transportasi sangat diperlukan untuk poses penyediaan bahan baku dan distribusi produk. Jalur transportasi baik darat maupun laut yang berperan dalam pendistribusian bahan baku maupun produk cukup memadai, untuk transportasi darat Kabupaten Lamongan dilintasi jalur

pantura. Sedangkan untuk transportasi laut dilakukan melalui pelabuhan ASDP Kabupaten Lamongan.

## **1.6.2 Faktor Sekunder**

### **1.6.2.1 Tenaga Kerja**

Tenaga kerja yang terampil dan sesuai dengan bidangnya sangat dibutuhkan suatu pabrik untuk berproduksi. Untuk kebutuhan tenaga kerja ahli dapat dipenuhi dari daerah Jawa Timur, di daerah ini terdapat banyak kampus potensial untuk mendapatkan sumber daya manusia yang berkualitas, selain dari daerah Jawa Timur sendiri tenaga kerja dari berbagai daerah pun digunakan. Masyarakat di sekitar lokasi pabrik dapat menjalin kerjasama yang baik dan juga dapat dijadikan tenaga kerja sesuai dengan kompetensi yang dibutuhkan, sehingga dapat terjalin kondisi yang harmonis antara perusahaan dan masyarakat.

### **1.6.2.2 Unit Pendukung ( Utilitas )**

Agar proses produksi pabrik dapat berjalan dengan semestinya maka di perlukan unit pendukung ( Utilitas ) seperti ketersediaan air, listrik dan sarana – sarana lainnya. Kabupaten Lamongan mempunyai fasilitas penunjang seperti air dan listrik yang memadai seperti halnya kawasan industri lainnya.

Sumber air pabrik direncanakan dari laut daerah Paciran, Lamongan. Sementara itu untuk kebutuhan listrik akan diperoleh dari dua sumber yaitu dari PLTU Paiton untuk memenuhi seluruh kebutuhan listrik pada alat-alat proses dan kebutuhan listrik lainnya, dan generator sebagai sumber listrik cadangan.

### **1.6.2.3 Lahan**

Dilihat dari segi Perindustrian, Potensi Kecamatan Paciran bisa dikatakan sangat berkembang, hal ini dapat dilihat dari banyaknya Perusahaan yang berdiri dan yang akan didirikan di daerah ini seperti CV. Penta Yanapainto, PT. Cipi, PT. Omya Indonesia – Paciran, PT. Lintech Duta Pratama (LDP) (Paciran,2020).

Menurut rencana dari pemerintah Provinsi Jawa Timur, untuk pengembangan KEK sektor industri di Kabupaten Lamongan akan memakan investasi sebesar Rp 9 triliun, dengan total luas lahan yang disiapkan mencapai 4.000 hektar (Mahaputra, 2018).

### **1.6.2.4 Kebijakan Pemerintah**

Kabupaten Lamongan merupakan salah satu kabupaten yang ditetapkan sebagai salah satu Kawasan Ekonomi Khusus (KEK) dari tujuh kawasan ekonomi khusus yang ada di Indonesia berdasarkan PP No. 26 Tahun 2008. Tujuan penetapan Kawasan Ekonomi Khusus (KEK) adalah untuk merangsang pertumbuhan ekonomi agar berjalan lebih cepat lagi di suatu daerah provinsi. Berdasarkan PDRB Kabupaten Lamongan, sektor industri di kabupaten ini termasuk kedalam enam aspek yang mempengaruhi pendapatan daerahnya meskipun belum menjadi sektor basis (BPS Provinsi Jawa Timur, 2016).

### **1.6.2.5 Sosial Masyarakat**

Pembangunan industri akan membuka lapangan kerja baru bagi masyarakat baik sebagai pekerja di pabrik, maupun sebagai petani sorgum,

sehingga sikap masyarakat diperkirakan akan mendukung pendirian pabrik pembuatan bioplastik. Selain itu dikarenakan pabrik bioplastik memproduksi produk dari bahan baku yang ramah lingkungan, maka pendirian pabrik ini diperkirakan tidak akan mengganggu kesehatan dan keamanan masyarakat di sekitarnya.



## **BAB X**

### **SIMPULAN DAN SARAN**

#### **10.1. Simpulan**

Berdasarkan hasil analisis ekonomi yang telah dilakukan terhadap Prarancangan Pabrik Bioplastik dengan kapasitas 45.000 ton/tahun dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. *Percent Return on Investment* (ROI) sebelum pajak 23,705% dan sesudah pajak sebesar 21,536%.
2. *Pay Out Time* (POT) sesudah pajak 2,83 tahun.
3. *Break Even Point* (BEP) sebesar 45,329% dan *Shut Down Point* (SDP) sebesar 23,639%, yakni batasan kapasitas produksi sehingga pabrik harus berhenti berproduksi karena merugi.
4. *Interest Rate of Return* (IRR) sebesar 19,69%, lebih besar dari suku bunga bank saat ini, sehingga investor akan lebih memilih untuk menanamkan modalnya ke pabrik ini daripada ke bank.

#### **10.2. Saran**

Berdasarkan pertimbangan hasil analisis ekonomi di atas, maka dapat diambil kesimpulan bahwa Prarancangan Pabrik Bioplastik dengan kapasitas 28.000 ton/tahun sebaiknya dikaji lebih lanjut dari segi proses maupun ekonominya.

## DAFTAR PUSTAKA

Badger W.L. & Banchero.J.L. 1988. *Introduction to Chemical Engineering*.

McGraw-Hill, Australia.

Banchero, B. 1955. *Chemical Engineering Series*. Mc Graw Hill in Chemical Engineering : New York.

Brown, G. 1950. *Unit Operations*.John Wiley and Sons : New York

Brownell, Young. 1959. *Equipment Process Design*. Wiley Eastern Limited : Bangalore.

Biegler, L. T.. 1997. *Systematic Methods of Chemical Process Design*. Prentice Hall PTR. Carnegie Mellon University.

Billmeyer, F.W. 1984. *Textbook of Polymer Science*. Third Edition. New York: John. Wiley and Sons.

Coulson, Richardson. 1983. *Chemical Engineering, Vol. 6<sup>th</sup>*. Pergamon Press : New York

Direktorat Serealia, 2013. *Kebijakan Direktorat Jenderal Tanaman Pangan dalam Pengembangan Komoditas Serealia untuk Mendukung Pertanian Bioindustri*. Makalah Disampaikan pada Seminar Nasional Serealia, Maros Sulawesi Selatan.

Direktorat Jenderal Bina Marga dan Pekerjaan Umum. 1983. *Buku Pedoman Penentuan Pondasi*.

- European Bioplastics. 2013. *Global Production Capacities of Bioplastics 2014 (by material type)*. [www.bio-based.eu/markets](http://www.bio-based.eu/markets). Diakses 14 Desember 2015.
- Geankoplis, C. J. 1983. *Transport Processes and Unit Operations, Ed. 2nd*. Allyn and Bacon, Inc : London
- Google Maps, 2015. *Bendungan, Keraton, Pasuruan Jawa Timur*. <https://www.google.co.id/maps/place/Bendungan,+Kraton,+Pasuruan,+Jawa+Timur/>. Diakses 11 Desember 2015.
- Google Maps, 2015. *Jawa Timur*. <https://www.google.co.id/maps/place/Jawa+Timur/>. Diakses 11 Desember 2015.
- Gunawan. 1998. *Konduktivitas Kalor Material Bangunan dan Pengaruh Pemakaian Jenis Material*. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Hartomo. 1993, *Penuntun Analisis Polimer Aktual*. Andi Offset. Yogyakarta.
- Hesse, W. 1991. *Phenolic Resin*. dalam Ulmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry. Vol. 19 Edisi 5. VCH Publishers. New York.
- Himmelblau. 1996. *Basic Principles and Calculations in Chemical Engineering*. Prentice Hall International : London
- Ismail, Syarifudin, Prof. 1996. *Alat Industri Kimia*. Inderalaya : Universitas Sriwijaya.
- Kern, D.1950. *Process Heat Transfer*. Mc Graw Hill International Book Company: London
- Kontan News. 2015. *Produk plastik ramah lingkungan makin populer*. [www.enviplas2015.htm](http://www.enviplas2015.htm). Diakses 25 Desember 2015.

- Matches, 2014. *Matches' Process Equipment Cost Estimates*. <http://www.matche.com/equipcost/Default.html>. Diakses 10 Mei 2016.
- Mc Cabe. 1985. *Unit Operation of Chemical Engineering, Jilid. 2<sup>nd</sup>, Ed. 4<sup>th</sup>*. McGraw Hill Book Company : New York
- Media Jatim Menuju *E-Government*. 2015. Penetapan UMK Jatim. <http://www.jatimprov.go.id/>. Diakses pada 04 Mei 2015.
- Megyesy, E, F. 1983. *Pressure Vessel Handbook*, Pressure Vessel Handbook Publishing Inc, USA.
- M.F., Ali. 2012. *Powder and Bulk Engineering*. <http://www.powderanbulk.com/>. diakses pada 02 April 2016.
- Novyanto, okasatria. 2008. *Sistem Produksi dan Operasi Serta Proses Produksi*. <http://www.oktasatria.blogspot.com/2008/01/manajemen-produksi.html>. diakses pada 08 Maret 2016.
- Nowjee, C.N. 2004. *Extruction of Starch*. Article on Personal Website. Departement of Chemical Engineering, University of Cambridge. U.K.
- Perry's, Ed.7<sup>th</sup>, 1999 *Chemical Data Chemmaths*
- Smith, J.M., Ed.6<sup>th</sup>, 2001 ; *Chemical Data Chemmaths*
- Peter, Timmerhaus. 2002/1991. *Plant Design and Economics for Chemical Engineers*. McGraw Hill Higher Education : New York
- Plastemart. 2013. *Bioplastik tumbuh sampai 7% dari total pasar plastik pada tahun 2020*. [www.plastemart.com](http://www.plastemart.com). Diakses pada 17 January 2016.
- Pratama, R.I. 2007. *Kajian Mengenai Prinsip-prinsip Dasar Teknologi Ekstruksi Untuk Bahan Makanan dan Beberapa Aplikasinya Pada Hasil Perikanan*. FKIP Universitas Padjajaran. Bandung.

- PT. Indo Acidatama Tbk. 2015. *Product Proses*. [www. PT.Indo-Acidatama-Tbk.com/Product-Proses.htm](http://www.PT.Indo-Acidatama-Tbk.com/Product-Proses.htm). Diakses 08 Agustus 2015.
- PT. Indo Acid. 2015. *Asam Sulfat*. [www.indoacid.com/asam\\_sulfat.htm](http://www.indoacid.com/asam_sulfat.htm). Diakses 08 Agustus 2015.
- Ramsay, B.A., Lomaliza, K., Chavarie, C., Dube, B., Bataille, P. & Ramsay, J.A. 1990. Production of Poly-( $\beta$ -Hydroxybutyric-Co-  $\beta$ -Hydroxyvaleric) Acids. *Applied and Environmental Microbiology* 56 (7) : 2093-2098.
- SDFCL. 2015. *Price Catalogue 2015-16*. s d fine-CHEM limited. Mumbai, India.
- Senior, P.J., Beech, G.A., Ritchie, G.A.F. & Dawes, E.A. 1972. The Role of Oxygen Limitation in the Formation of Poly- $\beta$ -hydroxybutyrate during Batch and Continuous Culture of *Azotobacter beijerinckii*. *Biochemistry Journal*, 128 : 1193-1201.
- Suarni. 2004. *Evaluasi Sifat Fisik dan Kandungan Kimia Biji Sorgum Setelah Penyosohan*. Jurnal Stigma xii(1): 88-91.
- Subagio, Herman dan Muh. Aqil. 2013. *Pengembangan Produksi Sorgum di Indonesia*. Seminar Nasional Inovasi Teknologi Pertanian. Balai Penelitian Tanaman Searilia.
- Sugiharto , et. al., 1987. Keputusan Gubernur Kepala Daerah Khusus Ibukota Jakarta, Nomor : 1608 tahun 1988, Tanggal : 26 September 1988 : Jakarta.
- SWA Magazine. 2012. *Baru 2 Tahun, Penjualan Plastik Ecoplas Menjanjikan*. [www.MajalahSWAOnline.htm](http://www.MajalahSWAOnline.htm). Diakses 14 Desember 2015.
- SWA Magazine. 2011. *Bisnis Seksi Sang Inovator Kantong Plastik*. [www.MajalahSWAOnline.htm](http://www.MajalahSWAOnline.htm). Diakses 13 Desember 2015.

- SWA Magazine. 2014. *Enviplast, Inovasi Kantong Ramah Lingkungan*.  
www.Majalah SWA Online.htm. Diakses 15 Desember 2015.
- Tobing, Bonggas L. 2003. *Peralatan Tegangan Tinggi*. Gramedia. Jakarta.
- Tribunnews. 2015. *Biji Sorgum*. www.surabaya.tribunnews.com/biji\_sorgum.htm.  
Diakses 08 Agustus 2015.
- Tyasning, Diah Megasari dan Mohammad Masykuri. 2012. Pengaruh Penambahan Kitosan Terhadap Biodegradasi Plastik Berbahan Dasar Polipropilen. FKIP Universitas Sebelas Maret. Semarang.
- Undang-Undang No.40 Tahun 2007 tentang Perseroan Terbatas (UUPT), yang secara efektif berlaku sejak tanggal 16 Agustus 2007
- Undang-undang tentang Jaminan Sosial Tenaga Kerja No. 3/1992
- Ulrich, G. 1984. *A Guide to Chemical Engineering Process Design and Economics*. University of New Hampshire : USA
- Urbanindo. 2015. *Lahan Industri di Pasuruan*. www. Lahan Industri di Pasuruan %23HZE9CU.htm. Diakses 08 Agustus 2015.
- Utami, Tri. 2013. *PT. Biodisel Trina Gunawan*. www.Co-Production-of-Biodiesel andGlycerin-Through-Supercritica-byTriUtami-on-Prezi.htm. Diakses 08 Agustus 2015.
- Wallas, M. 1990/1988. *Chemical Process Equipment*. Butterworth-Heinemann : Boston
- Yanti, N.A., Sembiring, L. & Margino, S. 2009. Amylolytic Bacteria Producing The Raw Material of Bioplastic. *Berkala Penelitian Hayati 3C* : 95-99.

Yanti, N.A., Sembiring, L. & Margino, S. 2013. Production of Poly- $\beta$ -hydroxybutyrate (PHB) from sago starch by the native isolate *Bacillus megaterium* PSA10. *Indonesian Journal of Biotechnology* 14 (1) : 1111-1116.

Yaws Carl L., vol.4

## DAFTAR PUSTAKA

Badger W.L. & Banchero.J.L. 1988. *Introduction to Chemical Engineering*.

McGraw-Hill, Australia.

Banchero, B. 1955. *Chemical Engineering Series*. Mc Graw Hill in Chemical Engineering : New York.

Brown, G. 1950. *Unit Operations*.John Wiley and Sons : New York

Brownell, Young. 1959. *Equipment Process Design*. Wiley Eastern Limited : Bangalore.

Biegler, L. T.. 1997. *Systematic Methods of Chemical Process Design*. Prentice Hall PTR. Carnegie Mellon University.

Billmeyer, F.W. 1984. *Textbook of Polymer Science*. Third Edition. New York: John. Wiley and Sons.

Coulson, Richardson. 1983. *Chemical Engineering, Vol. 6<sup>th</sup>*. Pergamon Press : New York

Direktorat Serealia, 2013. *Kebijakan Direktorat Jenderal Tanaman Pangan dalam Pengembangan Komoditas Serealia untuk Mendukung Pertanian Bioindustri*. Makalah Disampaikan pada Seminar Nasional Serealia, Maros Sulawesi Selatan.

Direktorat Jenderal Bina Marga dan Pekerjaan Umum. 1983. *Buku Pedoman Penentuan Pondasi*.



- European Bioplastics. 2013. *Global Production Capacities of Bioplastics 2014 (by material type)*. [www.bio-based.eu/markets](http://www.bio-based.eu/markets). Diakses 14 Desember 2019.
- Geankoplis, C. J. 1983. *Transport Processes and Unit Operations, Ed. 2nd*. Allyn and Bacon, Inc : London
- Google Maps, 2020. *Bendungan, Keraton, Pasuruan Jawa Timur*. <https://www.google.co.id/maps/place/Bendungan,+Kraton,+Pasuruan,+Jawa+Timur/>. Diakses 11 Desember 2020.
- Google Maps, 2020. *Jawa Timur*. <https://www.google.co.id/maps/place/Jawa+Timur/>. Diakses 11 Desember 2020.
- Gunawan. 1998. *Konduktivitas Kalor Material Bangunan dan Pengaruh Pemakaian Jenis Material*. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Hartomo. 1993, *Penuntun Analisis Polimer Aktual*. Andi Offset. Yogyakarta.
- Hesse, W. 1991. *Phenolic Resin*. dalam *Ulmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry*. Vol. 19 Edisi 5. VCH Publishers. New York.
- Himmelblau. 1996. *Basic Principles and Calculations in Chemical Engineering*. Prentice Hall International : London
- Ismail, Syarifudin, Prof. 1996. *Alat Industri Kimia*. Inderalaya : Universitas Sriwijaya.
- Kern, D.1950. *Process Heat Transfer*. Mc Graw Hill International Book Company: London
- Kontan News. 2015. *Produk plastik ramah lingkungan makin populer*. [www.enviplas2015.htm](http://www.enviplas2015.htm). Diakses 25 Desember 2021.

- Matches, 2014. *Matches' Process Equipment Cost Estimates*. <http://www.matche.com/equipcost/Default.html>. Diakses 10 Mei 2016.
- Mc Cabe. 1985. *Unit Operation of Chemical Engineering, Jilid. 2<sup>nd</sup>, Ed. 4<sup>th</sup>*.Mc Graw Hill Book Company : New York
- Media Jatim Menuju *E-Government*. 2015. Penetapan UMK Jatim. <http://www.jatimprov.go.id/>. Diakses pada 04 Mei 2020.
- Megyesy, E, F. 1983. *Pressure Vessel Handbook, Pressure Vessel Handbook* Publishing Inc, USA.
- M.F., Ali. 2012. *Powder and Bulk Engineering*. <http://www.powderanbulk.com/>. diakses pada 02 April 2020.
- Novyanto, okasatria. 2008. *Sistem Produksi dan Operasi Serta Proses Produksi*. <http://www.oktasatria.blogspot.com/2008/01/manajemen-produksi.html>. diakses pada 08 Maret 2021.
- Nowjee, C.N. 2004. *Extruction of Starch*. Article on Personal Website. Departement of Chemical Engineering, Universisity of Cambridge. U.K.
- Perry's, Ed.7<sup>th</sup>, 1999 *Chemical Data Chemmaths*
- Smith, J.M., Ed.6<sup>th</sup>, 2001 ; *Chemical Data Chemmaths*
- Peter, Timmerhaus. 2002/1991. *Plant Design and Economics for Chemical Engineers*.Mc Graw Hill Higher Education : New York
- Plastemart. 2013. *Bioplastik tumbuh sampai 7% dari total pasar plastik pada tahun 2020*. [www.plastemart.com](http://www.plastemart.com). Diakses pada 17 January 2016.
- Pratama, R.I. 2007. *Kajian Mengenai Prinsip-prinsip Dasar Teknologi Ekstruksi Untuk Bahan Makanan dan Beberapa Aplikasinya Pada Hasil Perikanan*. FKIP Universitas Padjajaran.Bandung.

- PT. Indo Acidatama Tbk. 2015. *Product Proses*. [www. PT.Indo-Acidatama-Tbk.com/Product-Proses.htm](http://www.PT.Indo-Acidatama-Tbk.com/Product-Proses.htm). Diakses 08 Agustus 2020.
- PT. Indo Acid. 2015. *Asam Sulfat*. [www.indoacid.com/asam\\_sulfat.htm](http://www.indoacid.com/asam_sulfat.htm). Diakses 08 Agustus 2020.
- Ramsay, B.A., Lomaliza, K., Chavarie, C., Dube, B., Bataille, P. & Ramsay, J.A. 1990. Production of Poly-( $\beta$ -Hydroxybutyric-Co-  $\beta$ -Hydroxyvaleric) Acids. *Applied and Environmental Microbiology* 56 (7) : 2093-2098.
- SDFCL. 2015. *Price Catalogue 2015-16*. s d fiNE-CHEM limited. Mumbai, India. Senior, P.J., Beech, G.A., Ritchie, G.A.F. & Dawes, E.A. 1972. The Role of Oxygen Limitation in the Formation of Poly- $\beta$ -hydroxybutyrate during Batch and Continuous Culture of *Azotobacter beijerinckii*. *Biochemistry Journal*, 128 :1193-1201.
- Suarni. 2004. *Evaluasi Sifat Fisik dan Kandungan Kimia Biji Sorgum Setelah Penyosohan*. Jurnal Stigma xii(1): 88-91.
- Subagio, Herman dan Muh. Aqil. 2013. *Pengembangan Produksi Sorgum di Indonesia*. Seminar Nasional Inovasi Teknologi Pertanian. Balai Penelitian Tanaman Searilia.
- Sugiharto , et. al., 1987. Keputusan Gubernur Kepala Daerah Khusus Ibukota Jakarta, Nomor : 1608 tahun 1988, Tanggal : 26 September 1988 : Jakarta.
- SWA Magazine. 2012. *Baru 2 Tahun, Penjualan Plastik Ecoplas Menjanjikan*. [www.Majalah SWA Online.htm](http://www.Majalah SWA Online.htm). Diakses 14 Desember 2020.
- SWA Magazine. 2011. *Bisnis Seksi Sang Inovator Kantong Plastik*. [www.Majalah SWA Online.htm](http://www.Majalah SWA Online.htm). Diakses 13 Desember 2020.

SWA Magazine. 2014. *Enviplast, Inovasi Kantong Ramah Lingkungan*.

[www.MajalahSWAOnline.htm](http://www.MajalahSWAOnline.htm). Diakses 15 Desember 2020.

Tobing, Bonggas L. 2003. *Peralatan Tegangan Tinggi*. Gramedia. Jakarta.

Tribunnews. 2015. *Biji Sorgum*. [www.surabaya.tribunnews.com/biji\\_sorgum.htm](http://www.surabaya.tribunnews.com/biji_sorgum.htm).

Diakses 08 Agustus 2015.

Tyasning, Diah Megasari dan Mohammad Masykuri. 2012. Pengaruh Penambahan Kitosan Terhadap Biodegradasi Plastik Berbahan Dasar Polipropilen. FKIP Universitas Sebelas Maret. Semarang.

Undang-Undang No.40 Tahun 2007 tentang Perseroan Terbatas (UUPT), yang secara efektif berlaku sejak tanggal 16 Agustus 2007

Undang-undang tentang Jaminan Sosial Tenaga Kerja No. 3/1992

Ulrich, G. 1984. *A Guide to Chemical Engineering Process Design and Economics*. University of New Hampshire : USA

Urbanindo. 2015. *Lahan Industri di Pasuruan*. [www.Lahan Industri di Pasuruan %20HZE9CU.htm](http://www.LahanIndustriDiPasuruan%20HZE9CU.htm). Diakses 08 Agustus 2020.

Utami, Tri. 2013. *PT. Biodisel Trina Gunawan*. [www.Co-Production-of-Biodiesel andGlycerin-Through-Supercritical-byTriUtami-on-Prezi.htm](http://www.Co-Production-of-Biodiesel-andGlycerin-Through-Supercritical-byTriUtami-on-Prezi.htm). Diakses 08 Agustus 2020.

Wallas, M. 1990/1988. *Chemical Process Equipment*. Butterworth-Heinemann : Boston

Yanti, N.A., Sembiring, L. & Margino, S. 2009. Amylolytic Bacteria Producing The Raw Material of Bioplastic. *Berkala Penelitian Hayati 3C* : 95-99.

Yanti, N.A., Sembiring, L. & Margino, S. 2013. Production of Poly- $\beta$ -hydroxybutyrate (PHB) from sago starch by the native isolate *Bacillus megaterium* PSA10. *Indonesian Journal of Biotechnology* 14 (1) : 1111-1116.

Yaws Carl L., vol.4