

**PRARANCANGAN PABRIK BIOPLASTIK
DARI PATI SORGUM DAN ACETIC ANHYDRIDE
KAPASITAS 28.000 TON/TAHUN
Perancangan *Extruder* (E-301)**

(Skripsi)

Oleh :

SITI SUMARTINI



**JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2016**

ABSTRAK

PRARANCANGAN PABRIK BIOPLASTIK DARI PATI SORGUM DAN ASETAT ANHIDRAT KAPASITAS 28.000 TON/TAHUN (Perancangan Reaktor (RE-201))

Oleh

FITRIA YENDA ELPITA

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 28.000 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 asetat anhidrat 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)b	=	2,4 tahun
<i>Pay Out Time after taxes</i>	(POT)a	=	3,83 tahun
<i>Return on Investment before taxes</i>	(ROI)b	=	26,919%
<i>Return on Investment after taxes</i>	(ROI)a	=	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 ACETIC ANHYDRIDE WITH CAPACITY 28.000 TONS/YEAR (Design of Reactor (RE-201))

By

FITRIA YENDA ELPITA

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 resourcess, the transportation, the labors availability and also the environmental condition.

This plant is meant to produce 28,000 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 acetic anhydride.

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, it is 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>BreakEven Point</i>	(BEP)	=	45,329%
<i>Shut Down Point</i>	(SDP)	=	22,435%
<i>PayOut Time before taxes</i>	(POT) _b	=	2,4 years
<i>PayOut Time after taxes</i>	(POT) _a	=	3,83 years
<i>Return on Investment before taxes</i>	(ROI) _b	=	26,919%
<i>Return on Investment after taxes</i>	(ROI) _a	=	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 BIOPLASTIK DARI PATI SORGUM
DAN ASETAT ANHIDRAT
KAPASITAS 28.000 TON/TAHUN**

(Skripsi)

**Tugas Khusus
Perancangan *Extruder* (E-301)**

Oleh :

**SITI SUMARTINI
(1115041045)**



**JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2016**

Judul Skripsi

: PRARANCANGAN PABRIK BIOPLASTIK DARI
PATI SORGUM DAN ASETAT ANHIDRAT
KAPASITAS 28.000 TON/TAHUN
(Perancangan Extruder (E-301))

Nama Mahasiswa

: SITI SUMARTINI

No. Pokok Mahasiswa : 1115041045

Jurusan

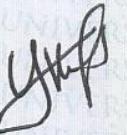
: Teknik Kimia

Fakultas

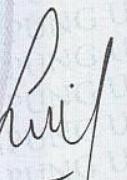
: Teknik

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing

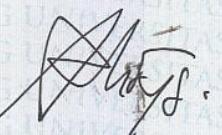
 Yuli Darni, S.T., M.T.

NIP 19740712 200003 2 001

 Lia Lismeri, S.T., M.T.

NIP 19850312 200812 2 004

2. Ketua Jurusan Teknik Kimia

 Ir. Azhar, M.T.

NIP 19660401 199501 1 001

MENGESAHKAN

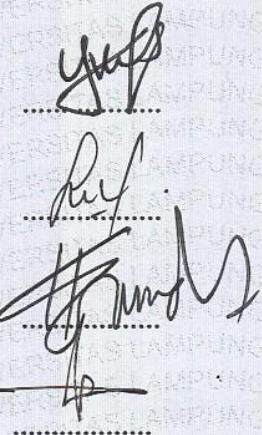
Tim Pengaji

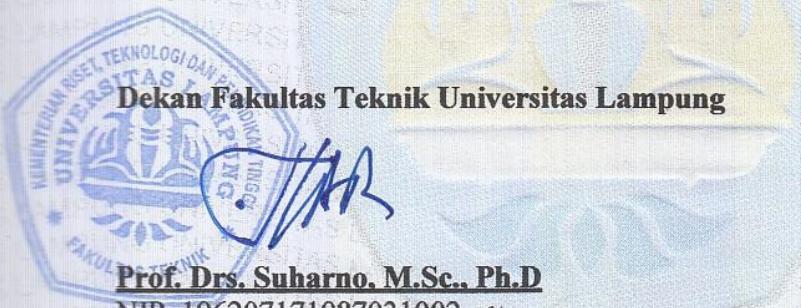
Ketua : Yuli Darni, S.T., M.T.

Sekretaris : Lia Lismeri, S.T., M.T.

Pengaji
Bukan Pembimbing : Dr. Lilis Hermida, S.T., M.Sc.

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





Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 22 Juni 2016

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 sangsi sesuai hukum yang berlaku.

Bandar Lampung, 27 Juni 2016



Siti Sumartini
NPM. 1115041045

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Bandar Lampung, pada tanggal 29Agustus 1993, sebagai putriketiga dari tigabersaudara, dari pasangan Bapak Sukardidan Ibu Tuminah.

Penulis menyelesaikan pendidikan Sekolah Dasar Negri 1Rajabasa Jayatahun 2005, Sekolah Lanjutan Tingkat Pertama Negeri 3Natar LampungSelatan pada tahun 2008, dan Sekolah Menengah AtasPersada Bandar Lampungpada tahun 2011.

Pada tahun 2011, penulis terdaftar sebagai Mahasiswa Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Lampung melalui Penerimaan Mahasiswa Perluasan Akses Pendidikan (PMPAP) 2011.Melalui jalur Penerimaan tersebut, penulis mendapat keringanan bebas SPP, kemudian penulis berganti beasiswa dengan menjadi penerima Beasiswa Bidikmisi yang memperoleh bantuan Pendidikan dan Uang Saku selama 8 semester.Selama menjadi mahasiswa, penulis pernah menjadi Sekretaris Departemen Kaderisasi Himpunan Mahasiswa Teknik Kimia Universitas Lampung Periode 2013–2014. Pada tahun 2012, penulis menjadi anggota Komisi C Bidang KeuanganDewan Perwakilan Mahasiswa Fakultas Teknik sampai dengan tahun 2013. Penulis juga menjadi asisten dosen Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Lampung pada tahun 2014-2016 dengan asistensi sebagai berikut :

1. Praktikum Instruksional I (KMA 207) pada Tahun Ajaran 2013/2014
2. Praktikum Instruksional II (KMA 207) pada Tahun Ajaran 2014/2015
3. Pemisahan Campuran Heterogen II (KMA 309) pada Tahun Ajaran 2014/2015
4. Pemisahan Campuran Heterogen II (KMA 233) pada Tahun Ajaran 2015/2016

Pada tahun 2014, penulis mengikuti rangkaian kegiatan Kuliah Kerja Nyata Kebangsaan di Provinsi Kalimantan Barat selama 40 hari, yang dimulai dari Pelatihan di PASKAS TNI AU Supadio Kabupaten Kuburaya, Penempatan di Perbatasan Indonesia-Malaysia Desa Nekan Kabupaten Sanggau, serta Pelepasan di Hotel Grand Mahkota Pontianak. Pada tahun yang sama, penulis melakukan Kerja Praktek di P.T. Asahumas Chemical, Departemen *Chlor Alkali 2, CA4-Plant* Cilegon, Banten dengan Tugas Khusus “Evaluasi *Kinerja Heat-Exchanger 801 Hydrogen Process Section*”.

Pada tahun 2015, penulis melakukan penelitian dengan judul “Teknologi Modifikasi Bioplastik dengan Penambahan *Filler* Batang Sorgum Pada Pembuatan Bioplastik Berbasis Pati Sorgum - Selulosa *Eucheuma sp.*”. Selama tiga bulan di Balai Riset dan Standarisasi Industri Bandar Lampung. Pada tahun yang sama, penulis menjadi Pemakalah pada Seminar Nasional Riset dan Industri dengan judul “Optimasi Proses Pengadukan Pada Sintesis Bioplastik Dari Komposit Pati Sorgum-Kitosan”. Selama satu hari di Emercia Hotel Bandar Lampung.

MOTTO

Berjuang dengan do'a dan ikhtiar agar kelak selamat dunia

akhirat

Ya Allah...

*Seperak ilmu telah Engkau karuniakan kepadaku
Hanya mengetahui sebagian kecil dari yang Engkau miliki*

Sebagaimana firman-Mu

*“Seandainya air laut menjadi tinta untuk menuliskan perkataan
Tuhan-Ku niscaya keringlah laut sebelum habis perkataan, Walaupun
kami datangkan tinta sebanyak itu sebagai tambahannya.”*
(QS Al-Kahfi: 109)

*Kali ini telah kutemukan apa yang dahulu aku dambakan yang ku
tempuh dengan penuh kayakinan yang membara
Dimana harapan-harapan yang pernah ku ukir hingga berjalannya
waktu, tentang hari-hari panjang tuk menggapai jati diri
Semua tertata rapi diingatanku...*

Dengan ridha Allah SWT...

Sebuah Karya kecilku....

Dengan segenap hati kupersembahkan tugas akhir ini kepada:

*Orang tuaku sebagai tanda baktiku, terima kasih atas segalanya,
doa, kasih sayang, pengorbanan, dan keikhlasannya.
Ini hanyalah setitik balasan yang tidak bisa dibandingkan dengan
berjuta-juta pengorbanan dan kasih sayang
yang tidak pernah berakhir.*

Kakak-kakak ku atas segalanya, kasih sayang dan doa.

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

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

SANWACANA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang Mahakuasa dan Maha Penyayang, atas segala rahmat, hidayah dan inayah-Nya, sehingga tugas akhir ini dengan judul “Prarancangan Pabrik Bioplastik dari Pati Sorgum Dan *Acetic Anhydride* Kapasitas Dua Puluh Delapan Ribu Ton Per Tahun” dapat diselesaikan dengan baik.

Tugas akhir ini disusun dalam rangka memenuhi salah satu syarat guna memperoleh derajat kesarjanaan (S-1) di Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Lampung. Serta dengan menambah ilmu pengetahuan dan pengalaman, juga untuk melakukan rancangan terpadu dengan penerapan ilmu yang telah dipelajari.

Penulis berharap tugas akhir ini dapat mewakili semua hal yang diperoleh selama perancangan. Penulis menyadari sepenuhnya bahwa dalam pelaksanaan maupun penulisan tugas akhir ini, tidak terlepas atas bantuan dan dukungan berbagai pihak. Penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak Ir. Azhar, M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Universitas Lampung.
2. Ibu Yuli Darni, S.T.,M.T., selaku Dosen Pembimbing I, Pembimbing Penelitian, Pembimbing Akademik dan Sekretaris Jurusan Teknik Kimia yang telah memberikan pengarahan, masukan, bimbingan, kritik dan saran selama penyelesaian tugas akhir, penelitian dan kuliah. Semoga ilmu yang diberikan bermanfaat dan dapat berguna dikemudian hari.
3. Ibu Lia Lismeri, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing II, atas semua ilmu, saran, masukan dan pengertiannya dalam penyelesaian tugas akhir.
4. Ibu Dr. Lilis Hermida, S.T., M.Sc. dan Bapak Donny Lesmana, S.T., M.Sc, selaku Dosen Penguji yang telah memberikan saran dan kritik, juga selaku dosen atas semua ilmu yang telah penulis dapatkan.
5. Seluruh Dosen Teknik Kimia Universitas Lampung, atas semua ilmu dan bekal masa depan yang akan selalu bermanfaat.
6. Keluargaku tercinta, Bapak dan Mamak, atas pengorbanan, doa, cinta dan kasih sayang yang selalu mengiringi disetiap langkahku. Kakak, Yayuk, Keponakan, Sepupu, Keluarga serta Kerabat Besar ku atas kasih sayang, doa, dukungan, kepercayaan, ketulusan, bantuan dan semangat. Semoga Allah yang Mahakuasa dan Maha Penyayang memberikan perlindungan dan Karunia-Nya.
7. Partner sejatiku Fitria Yenda Elpita, S.T., yang telah terus bersama ku dari Kerja Praktek hingga Tugas Akhir. Sahabat terbaikku Ajeng, Ayu, Diah, Fitri, Poppy, Yeni, Dini, Nita, Mega, Rizka, Eti serta teman-teman 2011 lainnya.

Terimakasih atas kebersamaan selama ini, begitu banyak hal yang telah kita lewati baik suka maupun duka. Semoga kita kelak menjadi orang sukses.

8. Kakak-kakak tingkat ku yang telah mengajariku dan memberi semangat pada ku. Terimakasih atas ketulusannya dan waktu luang nya.
9. Adik – adik asuhku (Hilda, Ranti, Kiki, Rohmat, dll) dan Adik tingkatku yang telah memberi semangat padaku. Cepat lulus ya adik – adikku.
10. Semua pihak baik secara langsung maupun tidak langsung yang tanpa mengurangi rasa hormat tidak dapat disebutkan satu per satu, yang senantiasa membantu penulis dalam penyusunan Tugas Akhir ini.

Semoga Allah SWT dapat membalas segala budi baik yang telah diberikan. Akhir kata, Penulis sangat menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan, namun Penulis berharap semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi diri Penulis secara pribadi maupun mereka yang telah menyediakan waktu dan sempat untuk membacanya.

Bandar Lampung, Juni 2016

Penulis,

Siti Sumartini.

**PRARANCANGAN PABRIK BIOPLASTIK
DARI PATI SORGUM DAN ACETIC ANHYDRIDE
KAPASITAS 28.000 TON/TAHUN
Perancangan *Extruder* (E-301)**

(Skripsi)

Oleh :

SITI SUMARTINI



**JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2016**

DAFTAR ISI

Halaman

DAFTAR ISI	xv
DAFTAR TABEL	xix
DAFTAR GAMBAR	xxi

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 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	148
9.2. Evaluasi Ekonomi	152
9.3. Angsuran Pinjaman	154
9.4. <i>Discounted Cash Flow (DCF)</i>	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
6.1. Grafik Parameter BOD.....	76
6.2. Grafik Parameter COD.....	76
6.3. Grafik Parameter TSS	77
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

Sumber daya wilayah di Indonesia sangat dipengaruhi oleh aspek geografis secara keruangan, kelingkungan maupun kewilayahan. Aspek klimatologi, geologis/geomorfologis, hidrologis, biotis dan manusia serta sosio kulturnya yang beragam sangat penting dalam mengelola sumber daya wilayah Indonesia. Secara umum sejak dulu Indonesia tergolong negara agraris, namun demikian Indonesia juga memperhatikan sektor industri. Sehingga agroindustri adalah sektor yang sangat potensial untuk dikembangkan. Pengembangan sektor ini akan dapat menambah nilai jual hasil pertanian dan membantu meningkatkan taraf hidup dan kesejahteraan bangsa.

Industri bioplastik termasuk ke dalam kelompok agroindustri, karena mengubah bahan mentah pati sorgum sebagai hasil pertanian yang sangat melimpah, menjadi produk bioplastik. Bahan-bahan mentah tersebut dapat diperbarui sehingga memiliki *biodegradabilitas* yang tinggi sehingga sangat berpotensi untuk menggantikan plastik konvensional. Selain itu, plastik konvensional tersebut dibuat dari bahan minyak bumi yang terbatas jumlahnya dan tidak dapat diperbarui. Plastik konvensional tersebut tidak dapat terdegradasi oleh mikroorganisme dan membutuhkan waktu 300-500 tahun agar bisa terdekomposisi atau terurai sempurna sehingga dapat mencemari lingkungan.

Dengan demikian, pendirian industri bioplastik diharapkan dapat memproduksi jenis plastik baru yang lebih ramah lingkungan dan mudah diperbarui.

1.2 Kegunaan Produk

Penggunaan bioplastik berbasis pati menguasai sekitar 50% pasar Bioplastik, umumnya digunakan untuk bahan kemasan termoplast dan diproduksi dari bahan-bahan alam yang mengandung karbohidrat. Dari sisi aplikasi manufacturing, NEC dan Fujitsu Jepang merupakan contoh perusahaan yang menunjukkan potensi Bioplastik sebagai alternatif material yang dapat digunakan dalam industri elektronik. Bahkan Fujitsu sudah menghasilkan komputer note book dengan bahan casing dari Bioplastik. Monsanto dan DuPont Chem perusahaan kimia raksasa yang merupakan salah satu pionir pengembangan material Bioplastik. Selain itu, di Indonesia sendiri bioplastik telah dimanfaatkan secara maksimal terutama dalam hal penggunaannya pada industri mainan pembuatan bola plastik untuk mandi bola, seperti Pabrik Bola Plastik di Surabaya serta kemasan kantong plastik yang ramah lingkungan yang telah di produksi oleh PT. Tirta Marta dan PT. Inter Aneka Lestari Kimia.

Selain dari pada itu, bioplastik dapat digunakan untuk berbagai aplikasi dalam industri, antara lain :

1. Sebagai material pengganti untuk logam.
2. Sebagai bahan pelindung dan penempatan pada produk-produk elektronik.
3. Sebagai injection pada pembuatan kursi, ember, gelas dan piring.
4. Sebagai komponen atau suku cadang.

5. Sebagai film plastik pengemas dokumen, buah, sayuran, tanaman semai dan sebagainya.
6. Sebagai zat kimia lainnya dalam perkembangan industri.

1.3 Ketersediaan Bahan Baku

Bahan baku utama dan penunjang yang digunakan pada proses pembuatan bioplastik antara lain :

1. Biji Sorgum

Biji sorgum ini didapatkan dari budidaya tanaman sorgum yang dilakukan oleh petani-petani tanaman sorgum yang berada di Provinsi-provinsi disekitar lokasi pabrik. Dengan luas lahan secara berturut-turut sebagai berikut Jawa Barat 258 ha, Jawa Tengah 45 ha, Yogyakarta 938 ha, Jawa Timur 2.211 ha, Nusa Tenggara Barat 68 ha dan Nusa Tenggara Timur 11.416 ha (Herman Subagio dan Muh. Aqil, 2013). Panen dengan rata-rata *yield* sebesar 2,13 ton biji sorgum per hektar dengan masa panen sorgum setiap kurang lebih tiga bulan sekali serta dapat hidup pada kekeringan dan genangan air (Direktorat Searilia, 2013).

2. Gliserol

Gliserol didapatkan dari PT. Biodiesel Trina terletak di Kabupaten Nunukan, Kalimantan Timur. Perusahaan ini memproduksi produk samping gliserol dengan kapasitas produksi 11.150 ton/tahun (Utami, 2013).

3. Asam Asetat (CH_3COOH)

Asam asetat didapatkan dari PT Indo Acidatama Tbk. Kapasitas produksi asam asetat sebesar 33.000 ton/tahun dengan konsentrasi 99,8 % (PT Indo Acidatama Tbk, 2015).

4. Acetat Anhydrade

Acetat anhydrade dapat diperoleh dari S.D. Fine-Chem, Ltd Mumbai, India.

5. Asam Sulfat

Asam sulfat didapatkan dari PT Indonesian Acid Industry, Jl. Raya Bekasi Km 21, Pulogadung, Jakarta. Kapasitas produksi H_2SO_4 sebesar 82.500 ton/tahun dengan konsentrasi 98 % w/v (www.indoacid.com/asam_sulfat.htm).

1.4 Analisa Pasar

Analisis pasar merupakan langkah untuk mengetahui seberapa besar minat pasar terhadap suatu produk. Adapun analisis pasar meliputi harga bahan baku dan produk, data impor serta data produksi bioplastik.

1. Harga bahan baku dan produk

Harga dari bahan baku pabrik bioplastik adalah tertera pada Tabel 1.1

Tabel 1.1 Daftar harga bahan baku dan produk

Jenis	Harga
Sorgum ^a	Rp 1.600/Kg
<i>Acetic anhydride</i> ^b	Rp 59.760/L
Gliserol ^c	Rp 7.500/L
Asam asetat ^c	Rp 11.000/L

Asam Sulfat ^c	Rp 6.667/L
Bioplastik ^d	Rp 24.000/kg

Sumber : a. surabaya.tribunnews.com

b. price catalogue 2015-16 s d fiNE-CHEM limiTEd

c. www.phyedumedia.com

d. http://omnexus.com/tc/biopolymers/article_survey_195.aspx (Tahun 2007)

2. Data Konsumsi

Di Indonesia sendiri bioplastik telah dikembangkan dengan adanya produk ecoplas serta envioplast dari pati singkong. Adapun biaya tambahan penggunaan ecoplas dan envioplast lebih mahal 15-20% dari pada plastik konvensional, sedangkan produk plastik dari jagung yang beredar di luar negeri harganya 300-400 % lebih mahal dari pada plastik konvensional (SWA Magazine, 2012).

Singkong sebagai bioplastik dinilai lebih murah, sudah tersedia melimpah dan mudah ditanam. Sementara dari jagung harganya sangat mahal. Akan tetapi selain dari pada itu banyak penelitian yang menunjukkan sorgum yang lebih potensial sebagai bahan baku bioplastik. Kandungan pati dalam sorgum mencapai 80,42%. Selain itu, tanaman sorgum toleran terhadap kekeringan dan genangan air, masa panen yang relatif singkat serta relatif tahan terhadap gangguan hama (Suarni, 2004).

Permasalahan yang terus mengkhawatirkan mengenai limbah dari sampah plastik juga terus mendorong pesatnya penggunaan bioplastik baik melalui kesadaran masyarakat maupun melalui kebijakan dari Pemerintah.

Contohnya yang termuat dalam artikel SWA Magazine pada tahun 2011 ialah berdasarkan Peraturan Pemda DKI Jakarta No.3/2013 mengenai pengelolaan

sampah. Perda ini mencakup denda Rp5 juta–Rp25 juta bagi pengelola pusat perbelanjaan yang tidak menggunakan kantong belanja ramah lingkungan. Selain itu, untuk menekan jumlah kantong plastik yang telah mencemari lingkungan dan mengganggu kesehatan. Indomaret memberikan komitmen dalam menjaga kelestarian alam dan mendukung program pemerintah dengan dikeluarkannya UU No.18/2008 tentang pengelolaan sampah. Dalam sebulan, ata-rata gerai Indomaret memakai kantong plastik 50 kg. Setiap kilo berisi 357 lembar kantong plastik. Dengan jumlah gerai 5.004 pada Januari 2011, Indomaret membutuhkan 250,2 ton kantong plastik/bulan.

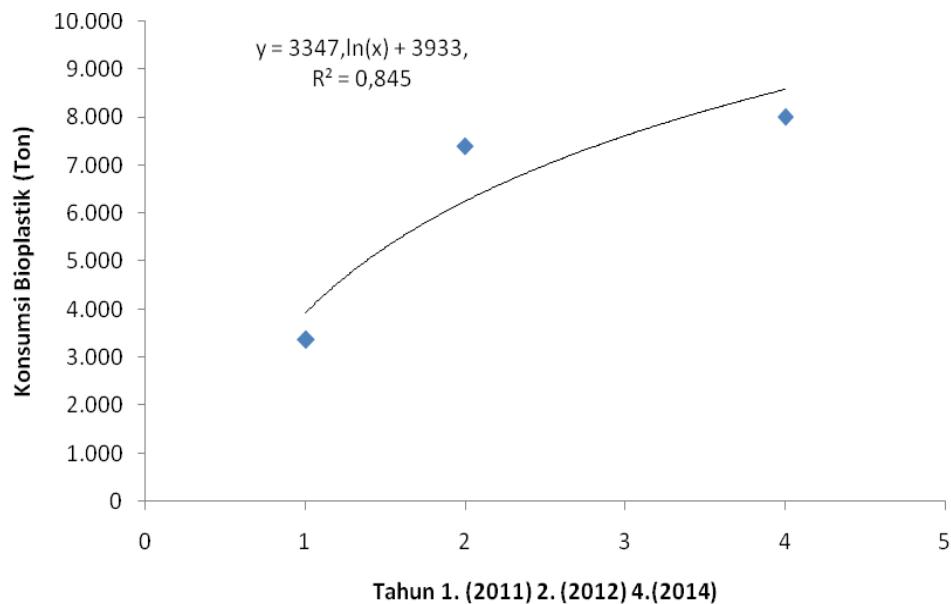
Selain itu beberapa pusat perbelanjaan dan badan usaha lain juga telah diketahui dengan pasti menggunakan bioplastik dan telah menjadi mitra dari pabrik Ecoplas atau Enviplas. Misalnya untuk sektor lokal yakni, Alfamart, Carrefour, Hypermart jaringan grup Pizza Hut, restoran Sato di Shangri-La Jakarta, Bogor Laundry, Golf Bandar Kemayoran, dan lainnya (SWA Magazine, 2014).

Berdasarkan banyaknya konsumen bioplastik di beberapa pusat perbelanjaan dan badan usaha lainnya. Konsumsi tersebut diperkirakan akan terus meningkat setiap tahunnya seperti data yang ditunjukkan pada Tabel 1.4.

Tabel 1.2. Kapasitas Konsumsi Bioplastik di Indonesia

No	Tahun	Kapasitas Bioplastik (Ton/Tahun)
1	2011	3.360
2	2012	7.400
3	2014	8.000

Sumber: Kontan News, 2015



Gambar 1.1 Grafik Konsumsi Bioplasik di Indonesia

Dari data di Gambar 1.1 dapat diperkirakan jumlah konsumsi bioplastik di Indonesia pada tahun 2020 dengan menggunakan regresi logaritma adalah sebagai berikut:

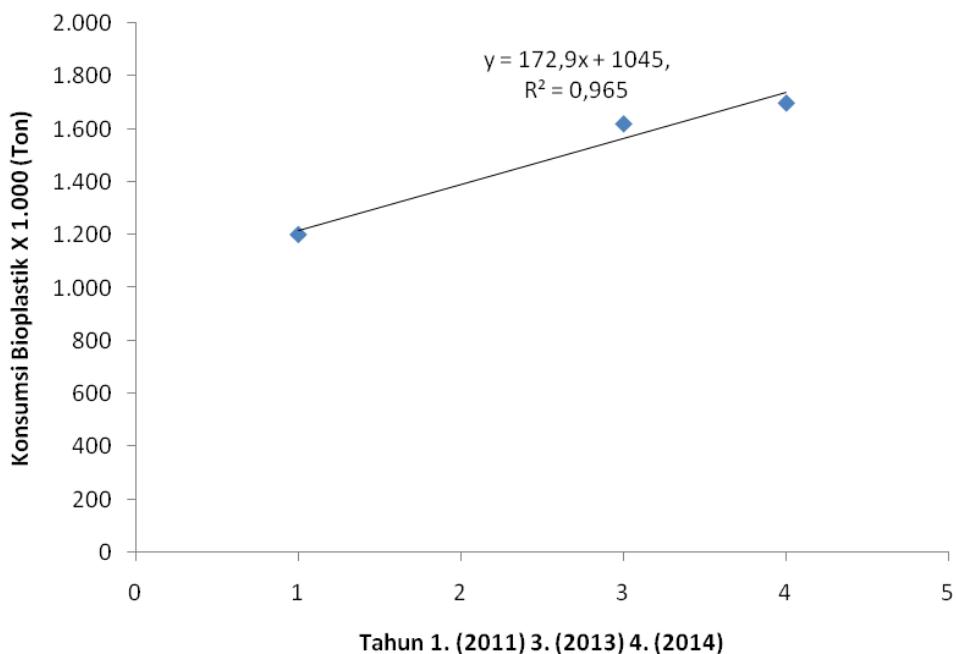
$$\begin{aligned}
 \text{DK}_{\text{Indonesia (2020)}} &= 3347 \times \ln(10) + 3933 \\
 &= 11.639 \text{ Ton}
 \end{aligned}$$

Untuk sektor interlokal telah dilakukan *roadshow* ke berbagai produsen dan peritel AS hingga akhirnya mendapatkan klien-klien seperti Nickelodeon, Mall of America, Zara dan Lake Winds serta lainnya (SWA Magazine, 2011). Sementara itu kapasitas konsumsi bioplastik di dunia terdapat pada Tabel 1.3.

Tabel 1.3. Kapasitas Konsumsi Bioplastik di Dunia

No	Tahun	Kapasitas Bioplastik x 1000 (Ton/Tahun)
1	2011	1.200
2	2013	1.621
3	2014	1.700

Sumber: Plastemart, 2013



Gambar 1.2 Grafik Konsumsi Bioplastik di Dunia

Dari data di Gambar 1.2 dapat diperkirakan jumlah konsumsi bioplastik di Dunia pada tahun 2020 dengan menggunakan regresi linear adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 DK_{\text{Dunia (2020)}} &= (172,9 (10) + 1045) \times 1000 \\
 &= 2.774.000 \text{ Ton}
 \end{aligned}$$

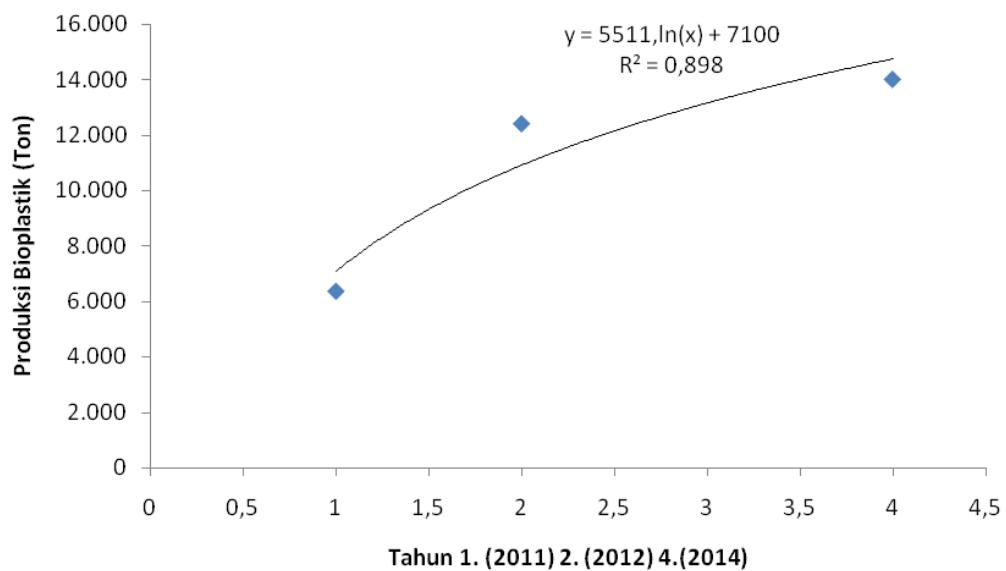
3. Data Produksi

Di Indonesia ada dua industri yang kapasitasnya cukup besar dalam memproduksi bioplastik di Indonesia. Tabel 1.2 menyajikan data kapasitas produksi dari industri bioplastik di Indonesia.

Tabel 1.4 Kapasitas Produksi Industri Bioplastik di Indonesia

No	Tahun	Kapasitas (Ton/Tahun)		Kapasitas (Ton/Tahun)	
		PT. Tirta Marta			
		PT. Inter Aneka Lestari Kimia	Total		
1	2011	6.000	360	6.360	
2	2012	10.000	2.400	12.400	
3	2014	12.00	2.000	14.000	

Sumber: SWA, Digital Magazine, 2014



Gambar 1.3 Grafik Produksi Bioplastik di Indonesia

Dari data di Gambar 1.3 dapat diperkirakan jumlah konsumsi bioplastik di Indonesia pada tahun 2020 dengan menggunakan regresi logaritma adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{DK Indonesia (2020)} &= 5511 \times \ln(10) + 7100 \\ &= 19.879 \text{ Ton.} \end{aligned}$$

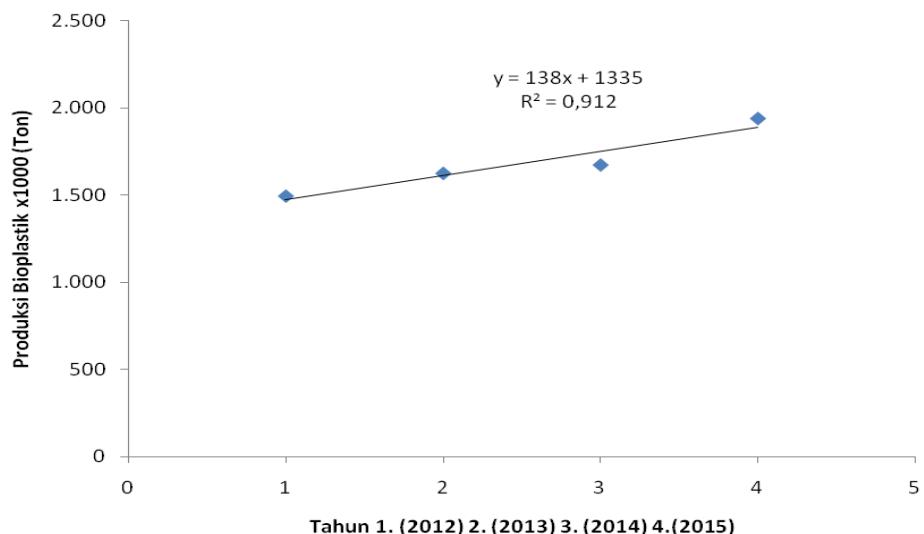
Di Dunia bioplastik telah banyak diproduksi dengan kapasitas paling besar berada di kawasan Asia Pasifik. Tabel 1.5 menyajikan data kapasitas produksi dari bioplastik di Dunia.

Tabel 1.5 Kapasitas Produksi Bioplastik di Dunia

No	Tahun	Kapasitas Bioplastik x 1000 (Ton/Tahun)
1	2012	1.492
2	2013	1.662
3	2014	1.670
4	2015	1.936

Sumber: European Bioplastics,

2013



Gambar 1.4 Grafik Produksi Bioplastik di Dunia

Dari data di Gambar 1.4 dapat diperkirakan jumlah produksi bioplastik di Dunia pada tahun 2020 dengan menggunakan regresi linear adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} DK_{\text{Dunia (2020)}} &= (138(9) + 1335) \times 1000 \\ &= 2.577.000 \text{ Ton.} \end{aligned}$$

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, misalnya dari Biro Pusat Statistik, dari biro ini dapat diketahui kebutuhan akan suatu produk untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri dari data industri yang telah ada.

Menurut Presiden Direktur PT Tirta Marta (Sugianto Tandio) kapasitas pabriknya kurang lebih ada 10.000 ton/tahun. Penjualan produk sebagian untuk memenuhi kebutuhan ekspor dan kebutuhan dalam negeri. Porsinya mungkin 50-50, Ekspor yang telah dilakukan ialah ke Amerika Serikat, Vietnam, Kolombia, dan China (SWA, Digital Magazine, 2015).

Berdasarkan data-data ini, kemudian ditentukan besarnya kapasitas produksi. Adapun persamaan kapasitas produksi adalah sebagai berikut:

$$KP = DK - DP \quad \dots(1.2)$$

$$KP = (DK_{\text{Indonesia (2020)}} + DK_{\text{Asia(2020)}}) - (DP_{\text{Indonesia (2020)}} + DP_{\text{Asia(2020)}})$$

$$KP = (11.639 + 2.774.000) - (19.879 + 2.577.000) \text{ Ton/Tahun}$$

$$KP = 188.760 \text{ Ton/Tahun}$$

Dimana;

KP = Kapasitas Produksi Pada Tahun X

DK = Data Konsumsi Pada Tahun X

DP = Data Produksi Telah Ada Pada Tahun X

Berdasarkan pertimbangan di atas dan berbagai persaingan yang akan tumbuh pada Tahun 2020 maka kapasitas pabrik bioplastik ini pada tahun 2020 beroperasi 15 % dari 188.760 Ton yaitu $28.314 \approx \mathbf{28.000}$ Ton. Dengan didirikannya pabrik ini, diharapkan produksi bioplastik di dalam negeri dapat lebih ditingkatkan daya gunanya. Dengan kapasitas ini diharapkan :

1. Dapat memenuhi kebutuhan dalam negeri yang mengalami peningkatan.
2. Dapat membuka kesempatan berdirinya industri lain yang menggunakan bioplastik sebagai bahan baku kemasan.
3. Membuka lapangan kerja baru, sehingga menurunkan tingkat pengangguran

1.6. Lokasi Pabrik

Penentuan lokasi pabrik sangat penting pada suatu perancangan karena akan berpengaruh secara langsung terhadap kelangsungan hidup pabrik. Berdasarkan faktor-faktor di bawah ini maka pabrik yang akan didirikan ini berlokasi di dalam kawasan merah, yang berarti untuk industri. Lokasi lahan berdekatan dengan Kawasan Pasuruan Industrial Estate Rembang (PIER), Jawa Timur di areal paling belakang. Dengan pertimbangan lainnya sebagai berikut :

1. Faktor Primer

a. Penyediaan bahan baku

Lokasi pabrik dipilih karena dekat dengan sumber bahan baku yakni tanaman sorgum yang diperoleh dari daerah darat bagian Barat hingga ujung Timur Pulau Jawa serta Nusa Tenggara. Lokasi sumber bahan baku penunjang juga berdekatan karena masih berada di daratan Pulau Jawa. Meskipun bahan baku *Gliserol* diperoleh dari Kalimantan Timur serta *Acetat Anhydrade* di impor dari India, akan tetapi hal ini tidak menghalangi pendistribusian bahan baku karena bahan baku tersebut dapat di distribusi melalui jalur laut.

Pemanfaatan sorgum di Indonesia saat ini sebagian besar hanya sebagai pakan ternak, karena masih bermasalah dengan tingginya kandungan tannin dalam sorgum, yaitu 0,40-3,60%. Selain itu, tanaman sorgum toleran terhadap kekeringan dan genangan air, dengan berproduksi pada lahan marginal, serta relatif tahan terhadap gangguan hama (Suarni, 2004). Sorgum memiliki tinggi rata-rata 2,6 sampai 4 meter. Biji sorgum berbentuk bulat dengan ujung mengerucut, berukuran diameter \pm 2 mm. Satu pohon sorgum mempunyai satu tangkai buah yang memiliki beberapa cabang buah.

Tabel 1.6 Luas Panen dan Produktivitas Sorgum Indonesia

Tahun	Luas Panen (ha)	Produktivitas (ton/ha)	Produksi (ton)
2005	3.659	1,67	6.114
2006	2.944	1,83	5.399
2007	2.373	1,79	4.241
2008	2.419	1,88	4.553
2009	2.264	2,73	6.172
2010	2.974	1,92	5.723
2011	3.607	2,13	7.695

Sumber: Direktorat Budidaya Serealia, Ditjen Tanaman Pangan, 2013.

Berdasarkan Tabel 1.1 Perkembangan luas panen tanaman sorgum mulai tahun 2009 hingga 2011 terus mengalami peningkatan yang mencapai lebih dari 20% per tahun. Hal ini akan terus meningkat dengan perkembangan tanaman sorgum yang diusahakan oleh Kementerian BUMN sebagai pangan, pakan dan energi alternatif. Luas panen yang dilaporkan oleh salah satu BUMN (PTPN XII) pada tahun 2013 mencapai 1.154 ha dan akan terus dikembangkan menjadi 3.000 ha pada tahun 2014.

Hingga tahun 2012/2013, informasi dan data luas panen sorgum yang terhimpun melalui laporan Dinas Pertanian, Media Elektronik (Website) dan Media Surat Kabar yang telah divalidasi diperoleh data seluas 26.306 ha (Subagio dan Syuryawati, 2013). Dari total luas panen 26.306 ha tersebut berada pada 9 (sembilan) provinsi dan yang terluas berada di provinsi Nusa

Tenggara Timur sejumlah 58,3 %, diikuti Sulawesi Tenggara sebesar 15,2 %, Sulawesi Selatan sebesar 12,9 %, Jawa Timur sebesar 8,4 % sedangkan provinsi yang lain kurang dari 4 %.

Tabel 1.7 Luas Penyebaran Tanaman Sorgum di Jawa, NTB dan NTT

Tahun 2011-2013		Luas	Tahun 2011-2013		Luas tanam
Provinsi	tanam (ha)		Provinsi	(ha)	
Jawa Barat					DI Yogyakarta
Garut	5		Sleman	6	
Ciamis	15		Kulon Progo	10	
Subang	25		Bantul	52	
Bandung	213		Gunung Kidul	870	
Jumlah	258		Jumlah	938	
Jawa Tengah					NTB
Demak	10		Dompu	14	
Grobogan	10		Bima	23	
Wonogiri	25		Sumbawa	31	
Jumlah	45		Jumlah	68	
Jawa Timur					NTT
Pamesakan	5		Lembata	3	
Bondowoso	8		Flores Timur	14	
Probolinggo	13		Ngada dan Sikka	29 dan 152	
Bangkalan	15		Alor dan Ende	39 dan 43	
Pacitan	26		Nagekeo	61	
Pasuruan	41		Rote Ndao	108	

Bojonegoro	60	TTS dan TTU	157 dan 492
Sampang	78	Manggarai	301
Sumenep	165	Belu	6443
Lamongan	665	Sumba Barat D.	866
Banyuwangi	1145	Kupang	2344
		Sumba Timur	4304
Jumlah	2.211	Jumlah	11.416

Sumber: Herman Subagio dan Muh. Aqil, 2013

b. Daerah Pemasaran

Faktor lain yang harus diperhatikan adalah konsumen dari produk bioplastik. Lokasi pabrik dipilih dekat dengan daerah pemasaran produk. Konsumen terbesar bioplastik adalah industri plastik pengemas makanan dan property plastik lainnya yang sebagian besar berlokasi di Jawa Timur, Jawa Barat dan Jawa Tengah. Sedangkan untuk konsumen bioplastik lainnya pada umumnya berlokasi di pulau Jawa dan sekitarnya sehingga dalam pemasarannya mudah.

c. Fasilitas transportasi

Sarana dan prasarana transportasi sangat diperlukan untuk poses penyediaan bahan baku dan produk. Jalur transportasi baik darat maupun laut yang berperan dalam pendistribusian bahan baku maupun produk cukup memadai, untuk transportasi darat Pasuruan dilintasi jalur pantura Surabaya-Banyuwangi. Kabupaten ini juga dilintasi jalur kereta api lintas timur Pulau Jawa serta menuju Malang, Blitar, Tulungagung, Kediri dan Kertosono, di

Stasiun Bangil terdapat persimpangan jalur tersebut. Bagian barat wilayah Kabupaten Pasuruan terdapat jalur utama Surabaya-Malang, serta ruas jalan tol Surabaya-Gempol. Gempol merupakan kota persimpangan jalur Surabaya-Malang dengan jalur menuju Mojokerto/Madiun. Sedangkan untuk transportasi laut dilakukan melalui pelabuhan Banger yang dekat dengan lokasi pabrik yaitu di Rembang serta pelabuhan besar Tanjung Perak yang letaknya juga tidak terlalu jauh dengan lokasi pabrik.

2. Faktor Sekunder

a. Tenaga Kerja

Tenaga kerja yang terampil mutlak dibutuhkan dalam proses pada suatu pabrik. Untuk kebutuhan tenaga kerja dapat dipenuhi dari daerah Jawa Timur karena merupakan daerah yang terdapat 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, sehingga kondisi dan lingkungan yang harmonis antara pabrik dan masyarakat dapat terjalin.

b. Unit Pendukung (Utilitas)

Perlu diperhatikan sarana-sarana pendukung seperti tersedianya air, listrik dan sarana-sarana lain untuk menunjang proses produksi agar berjalan dengan baik. Pasuruan, seperti halnya kawasan industri lainnya, fasilitas penunjang seperti air dan listrik tersedia dengan memadai.

Sumber air pabrik direncanakan dari sungai Welang, Pasuruan Selatan. Sementara itu untuk aliran listrik rencananya akan diperoleh dari dua sumber yaitu Perusahaan Listrik Negara (PLN) Unit Labuan Pasuruan, untuk memenuhi seluruh kebutuhan listrik pada alat-alat proses dan kebutuhan listrik rumah tangga pabrik bioplastik. Kemudian digunakan generator sebagai sumber listrik cadangan.

c. Lahan

Faktor ini berkaitan dengan rencana pengembangan pabrik lebih lanjut. Pasuruan merupakan daerah kawasan industri, sehingga lahan di daerah tersebut sudah disiapkan untuk pendirian atau pengembangan suatu pabrik. Tanah yang tersedia untuk lokasi pabrik masih cukup luas dan dalam harga yang relatif murah. Hal tersebut disertai dengan info penawaran lahan seluas 32 ha dengan harga Rp. 144 Miliar yakni Rp. 450.000/m² di daerah Bendungan, Keraton, Pasuruan, Jawa Timur (Urbanindo, 2015).

d. Kebijakan Pemerintah

Pendirian suatu pabrik perlu mempertimbangkan faktor kebijakan pemerintah yang terkait didalamnya. Kawasan Pasuruan Industrial Estate Rembang memang merupakan kawasan yang disiapkan untuk industri, sehingga pembangunan dan pengembangan di daerah tersebut tidak bertentangan dengan kebijakan pemerintah.

e. Sosial masyarakat

Sikap masyarakat diperkirakan akan mendukung pendirian pabrik pembuatan bioplastik karena akan menjamin tersedianya lapangan kerja bagi mereka dan mensejahterakan petani sorgum. Selain itu pendirian pabrik ini

diperkirakan tidak akan mengganggu keselamatan dan keamanan masyarakat di sekitarnya.

f. Sarana dan Prasarana

Pendirian pabrik juga perlu mempertimbangkan sarana dan prasarana seperti jaringan telekomunikasi dan fasilitas lainnya yang sudah tersedia di kawasan Pasuruan.

BAB X

SIMPULAN DAN SARAN

10.1. Simpulan

Berdasarkan hasil analisis ekonomi yang telah dilakukan terhadap Prarancangan Pabrik Bioplastik dengan kapasitas 28.000 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. 6th*. 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. Diakses 14 Desember 2015.

Geankolis, 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 Ullmann'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*. Ideralaya : Universitas Sriwijaya.

Kern, D. 1950. *Process Heat Transfer*. Mc Graw Hill International Book Company: London

Kontan News. 2015. *Produk plastik ramah lingkungan makin popular*. 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. 2nd, Ed. 4th.* 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 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. *Extraction of Starch.* Article on Personal Website. Departement of Chemical Engineering, University of Cambridge. U.K.

Perry's, Ed.7th, 1999 Chemical Data Chemmaths

Smith, J.M., Ed.6th, 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. 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. Diakses 08 Agustus 2015.
- PT. Indo Acid. 2015. *Asam Sulfat*. 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-(β -Hydroxybutyric-Co- β -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- β -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. Diakses 14 Desember 2015.
- SWA Magazine. 2011. *Bisnis Seksi Sang Inovator Kantong Plastik*. www.Majalah SWA Online.htm. Diakses 13 Desember 2015.

- SWA Magazine. 2014. *Envioplast, 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. Biodiesel Trina Gunawan*. www.Co-Production-of-Biodiesel and Glycerin-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. 20013. Production of Poly- β -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