

**PENERAPAN KONSEP *ZERO WASTE* PADA PENGELOLAAN  
LIMBAH INDUSTRI TAPIOKA**

**(Kajian di PT. Budi Acid Jaya, Desa Gedung Ketapang, Kecamatan Sungkai  
Selatan, Kabupaten Lampung Utara dan Desa Labuhan Ratu Kecamatan  
Way Jepara, Kabupaten Lampung Timur, Provinsi Lampung)**

**TESIS**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar  
Magister Sains**

**ETI PURWATI  
0806447596**



**UNIVERSITAS INDONESIA  
PROGRAM PASCASARJANA  
PROGRAM STUDI KAJIAN ILMU LINGKUNGAN  
JAKARTA  
JULI, 2010**

## HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Tesis ini adalah hasil karya saya sendiri,  
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk  
telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : ETI PURWATI

NPM : 0806447596

Tanda Tangan :



Tanggal : Juli 2010

## BIODATA PENULIS

### I. Data Pribadi

Nama : Eti Purwati  
Tempat/Tanggal Lahir : Kebumen/23 Oktober 1976  
Status : Belum menikah  
Agama : Islam  
Kewarganegaraan : Indonesia

### II. Riwayat Pendidikan

2008-2010 : Universitas Indonesia  
Pasca Sarjana Ilmu Lingkungan  
Konsentrasi Proteksi Lingkungan  
1997-2001 : Universitas Ibnu Chaldun-Jakarta  
Fakultas Ilmu Sosial dan Ilmu Politik  
Jurusan Administrasi Negara  
1992-1995 : SMEA Yapek-Gombong  
Rumpun Keuangan  
1989-1992 : SMP Negeri 3-Karanganyar, Kebumen  
1983-1989 : SDN 3-Grenggeng, Karanganyar, Kebumen

### III. Pengalaman Kerja

1996-1999 : Pegawai Honorer di Bapedal  
1999-2005 : Bapedal  
2005-sekarang : Kementerian Lingkungan Hidup

## HALAMAN PENGESAHAN

Judul Tesis : Penerapan Konsep *Zero Waste* Pada Pengelolaan Limbah Industri Tapioka (Kajian di PT. Budi Acid Jaya, Desa Gedung Ketapang, Kecamatan Sungkai Selatan, Kabupaten Lampung Utara dan Desa Labuhan Ratu Kecamatan Way Jepara, Kabupaten Lampung Timur, Provinsi Lampung).

Tesis ini telah disetujui dan disahkan oleh Komisi Penguji Program Studi Ilmu Lingkungan, Program Studi Kajian Ilmu Lingkungan, Program Pascasarjana, Universitas Indonesia pada 07 Juli 2010 dan telah dinyatakan **LULUS** ujian komprehensif dengan Yudisium **SANGAT MEMUASKAN**.

Jakarta, 07 Juli 2010  
Mengetahui,  
Ketua Program Studi  
Ilmu Lingkungan



Dr. Ir. Setyo S. Moersidik, DEA

Tim Pembimbing  
Pembimbing I,



Dr. Ir. Setyo S. Moersidik, DEA

Pembimbing II,



Dr. Ir. Udin Hasnudin, MT

## HALAMAN PENGESAHAN OLEH KOMISI PENGUJI

Tesis ini diajukan oleh:

Nama : ETI PURWATI

NPM : 0806447596

Program Studi: Kajian Ilmu Lingkungan

Judul Tesis : Penerapan Konsep *Zero Waste* Pada Pengelolaan Limbah Industri Tapioka (Kajian di PT. Budi Acid Jaya, Desa Gedung Ketapang, Kecamatan Sungkai Selatan, Kabupaten Lampung Utara dan Desa Labuhan Ratu Kecamatan Way Jepara, Kabupaten Lampung Timur, Provinsi Lampung)

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Komisi Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Magister Sains pada Program Studi Ilmu Lingkungan, Universitas Indonesia.

### KOMISI PENGUJI

Pembimbing I : Dr. Ir. Setyo S. Moersidik, DEA  
(Ketua Sidang)



Pembimbing II : Dr. Ir. Udin Hasanudin, MT



Penguji : Dr. dr. Tri Edhi Budhi Soesilo, M.Si  
(Sekretaris Sidang)



Penguji Ahli : Prof. Dr. Ir. Roekmijati W. Soemantojo, M.Si



Penguji Ahli : Dr. Ir. Reda Rizal, M.Si



Ditetapkan di : Jakarta

Tanggal : 07 Juli 2010

## KATA PENGANTAR

Segala puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT sehingga tesis ini dapat diselesaikan. Ucapan terima kasih dan hormat, penulis sampaikan kepada berbagai pihak yang telah membantu kelancaran penulisan tesis mengenai Penerapan Konsep *Zero Waste* Pada Pengelolaan Limbah Industri Tapioka. Secara khusus ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada:

- (1) Dr. Ir. Setyo S. Moersidik, DEA, Ketua Program Studi Ilmu Lingkungan Program Pascasarjana Universitas Indonesia sekaligus selaku Pembimbing I atas perhatian, ilmu dan motivasi yang diberikan selama penulis berada pada program studi ini.
- (2) Dr. Ir. Udin Hasanudin, MT, selaku Pembimbing II atas seluruh masukan, waktu, motivasi dan transfer ilmu yang diberikan selama membimbing penulis menyelesaikan tesis.
- (3) Dr. dr. Tri Edhi Budhi Soesilo, MSi, selaku Sekretaris Program Studi Ilmu Lingkungan Program Pascasarjana Universitas Indonesia atas arahan, motivasi dan keakraban dalam kegiatan belajar mengajar.
- (4) Manajemen PT. Budi Acid Jaya, Tbk atas seluruh ilmu dan arahnya selama penelitian berlangsung hingga konsultasi penyusunan tesis ini.
- (5) Pak Suyanto, Divisi Lingkungan PT. Udi Acid Jaya yang telah memberikan kemudahan data dan informasi yang diperlukan dalam penyusunan tesis ini.
- (6) Pak Sartono, Pak Pandya, Pak Eko, Pak Dwi, Pak Ismail, Pak Ujang dan seluruh pihak dari PT. Budi Acid Jaya yang turut membantu dalam penyelesaian tesis ini.
- (7) Bapak Wahyu Ramadhan, atas informasi dan data serta masukan yang diberikan dalam penyusunan tesis ini.
- (8) Seluruh staf administrasi dan akademik Program Studi Ilmu Lingkungan, Program Pascasarjana, Universitas Indonesia (*Mbak Erni, Mbak Irna, Pak Udin, Mas Nasrullah, Mas Juju*) yang telah membantu kelancaran penulis selama menempuh program studi ini.
- (9) Bapak-Ibuku di Gombong-Kebumen yang telah memberikan do'a, dukungan, serta nasehat yang memotivasi penulis untuk segera menyelesaikan tesis ini.
- (10) Adik-adiku yang telah memberikan dukungan baik moril maupun materiil selama penulis menempuh program studi ini.
- (11) Rekan-rekan mahasiswa program studi Ilmu Lingkungan, khususnya angkatan 27a yang telah banyak membantu dalam proses pembelajaran Ilmu Lingkungan.
- (12) Teman-teman di Asdep Urusan Agroindustri yang telah memberikan motivasi dan dukungan kepada penulis untuk segera menyelesaikan tesis ini.

- (13) Teman-teman Satker Deputy Bidang Pengendalian Pencemaran Lingkungan Hidup yang telah banyak membantu tugas-tugas selama penulis menyelesaikan tesis ini.
- (14) Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu-persatu yang telah membantu penulis menyelesaikan tesis ini.

Akhir kata, penulis berharap Allah SWT, berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga tesis ini dapat memperkaya khasanah ilmu pengetahuan di bidang ilmu lingkungan.

Jakarta, Juni 2009

Penulis

## HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : ETI PURWATI  
NPM : 0806447596  
Program Studi : Kajian Ilmu Lingkungan  
Fakultas : Pascasarjana  
Jenis Karya : Tesis

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia Hak Bebas Royalti Non-eksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

**PENERAPAN KONSEP ZERO WASTE PADA PENGELOLAAN LIMBAH INDUSTRI TAPIOKA** (Kajian di PT. Budi Acid Jaya, Desa Gedungketapang, Kecamatan Sungkai Selatan, Kabupaten Lampung Utara dan Desa Labuhan Ratu Kecamatan Way Jepara, Kabupaten Lampung Timur, Provinsi Lampung.

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak bebas Royalti Non-eksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya tanpa meminta izin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Jakarta  
Pada tanggal : Juni 2010

Yang menyatakan,



(Eti Purwati)



## ABSTRAK

Nama : ETI PURWATI  
NPM : 0806447596  
Program Studi : Kajian Ilmu Lingkungan  
Judul Tesis : PENERAPAN KONSEP *ZERO WASTE* PADA  
PENGELOLAAN LIMBAH INDUSTRI TAPIOKA (Kajian di  
PT. Budi Acid Jaya, Desa Gedung Ketapang, Kecamatan  
Sungkai Selatan, Kabupaten Lampung Utara dan Desa Labuhan  
Ratu Kecamatan Way Jepara, Kabupaten Lampung Timur,  
Provinsi Lampung.

Industri tapioka, merupakan industri yang cukup pesat perkembangannya di Indonesia terutama di Pulau Sumatera dan Pulau Jawa. Dalam proses produksinya, industri ini menghasilkan limbah cair dan limbah padat yang cukup banyak. Penerapan konsep *zero waste* merupakan upaya untuk meminimalisasi terbentuknya limbah yang tidak memiliki nilai manfaat sama sekali. Berdasarkan hasil penelitian, faktor-faktor yang mempengaruhi belum dimanfaatkannya limbah cair industri tapioka adalah mahalnnya biaya investasi, ketersediaan teknologi lokal, kebijakan dari pimpinan/manajemen perusahaan serta kurangnya SDM yang dimiliki oleh perusahaan, sedangkan untuk limbah padat, hampir tidak ada kendala yang dialami dalam pemanfaatannya. Manfaat ekonomi yang diterima oleh PT. BAJ berupa penghematan biaya pembelian solar dan berpotensi mendapat CERs antara €5-€15 untuk setiap ton reduksi CO<sub>2</sub> yang dilakukan. Berdasarkan perhitungan kelayakan kegiatan, PT. BAJ Ketapang memiliki *B/C Ratio* 1,16 dan PT. BAJ Labuhan Ratu 1,10 sehingga kegiatan yang dilakukan dinyatakan layak karena memiliki *B/C ratio* > 1. Nilai ekonomi dari onggok tanpa dilakukan pengolahan lebih lanjut berkisar antara Rp. 200 sampai dengan Rp. 1.000 per kg. Dari pemanfaatan limbah padat asam sitrat (berasal dari onggok) dan kulit singkong dapat menerima nilai manfaat sekitar Rp. 10.000 per kg produk asam sitrat dan Rp. 400 per kg pupuk organik. Manfaat lingkungan yang diterima adalah berkurangnya volume limbah cair yang terbuang ke lingkungan, reduksi CO<sub>2</sub> selama tahun 2008-2009 sebanyak 83.851 tCO<sub>2</sub>e untuk PT. BAJ Ketapang dan 41.362 tCO<sub>2</sub>e untuk PT. BAJ, perbaikan unsur hara tanah akibat penggunaan pupuk organik yang dapat meningkatkan produksi singkong antara 5 hingga 10 ton per ha per tahun. Manfaat sosial yang diperoleh adalah berkurangnya penggunaan solar oleh PT. BAJ Ketapang sebanyak 1.605.900 liter dan PT. BAJ Labuhan Ratu sebanyak 974.400 liter serta penghematan biaya yang harus dikeluarkan oleh petani untuk pembelian pupuk kimia sebesar Rp. 96.250 per hektar per tahun.

Kata Kunci:

*Zero Waste*, limbah cair, limbah padat, Tapioka

## ABSTRACT

Name : ETI PURWATI

NPM : 0806447596

Study Program : A Study of Environmental Sciences

Thesis Title : ZERO WASTE CONCEPT IMPLEMENTATION IN TAPIOCA INDUSTRIES WASTE MANAGEMENT

(Research Study at PT. Budi Acid Jaya, Gedung Ketapang Village, South Sungkai District, North Lampung District and Village Way Jepara Sub Labuhan Ratu, North Lampung District, Lampung Province)

*Tapioca industries, is a fairly rapid developed industry in Indonesia, particularly in Sumatra and the island of Java. In the production process, these industries produce wastewater and solid waste quite a lot. Application of the concept of zero waste is an effort to minimize the formation of waste that does not have a benefit at all. Based on this research, the factors that influence has not been exploited tapioca wastewater is the high cost of investment, availability of local technology, the policy of the leadership/management company and the lack of human resources that are owned by the company, whereas for solid waste, almost no problems were experienced in utilization. Economic benefits received by the PT. BAJ form of purchases of diesel fuel cost savings and the opportunity to receive CERs between € 5 - € 15 for every ton of CO<sub>2</sub> reduction is carried out. Based on the calculation of the feasibility of activities, PT. Ketapang BAJ has a B/C Ratio 1.16 and PT. BAJ Labuhan Ratu 1.10 so that the activities undertaken as feasible because they have a B / C ratio > 1. The economic value of cassava without further processing done between Rp. 200 to Rp. 1.000 per kg. From solid waste utilization for citric acid (derived from cassava) and cassava skin for receive the value benefit of approximately Rp. 10.000 per kg of citric acid and Rp. 400 per kg of organic fertilizer. Environmental benefits received is the reduction environmental load from tapioca liquid waste into the environment, reduction of CO<sub>2</sub> emission during the years 2008 to 2009 as many as 83.851 tCO<sub>2</sub>e for PT. BAJ Ketapang and 41 362 tCO<sub>2</sub>e for PT. BAJ, improvement of soil nutrients due to the use of organic fertilizers can increase cassava production between 5 to 10 tonnes per ha per year. Obtain social benefits, such as reduced use of diesel fuel at 1.6059 million liters of PT. BAJ Ketapang and 974 liters of 400 PT. BAJ Labuhan Ratu, and cost savings incurred by farmers to buy chemical fertilizers Rp. 96 250 per hectare per year.*

**Keywords:**

*Zero Waste, waste water, solid waste, tapioca*

## DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL .....	i
HALAMAN JUDUL .....	ii
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS .....	iii
BIODATA PENULIS .....	iv
HALAMAN PENGESAHAN .....	v
HALAMAN PENGESAHAN OLEH KOMISI PENGUJI .....	vi
KATA PENGANTAR .....	vii
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH .....	ix
ABSTRAK .....	x
DAFTAR ISI .....	xii
DAFTAR TABEL .....	xiv
DAFTAR GAMBAR .....	xv
DAFTAR SINGKATAN .....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN .....	xvii
RINGKASAN EKSEKUTIF .....	xviii
<b>1. PENDAHULUAN</b>	
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Perumusan Masalah .....	7
1.3. Tujuan Penelitian .....	8
1.4. Manfaat Penelitian .....	8
<b>2. TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1. Kegiatan Agroindustri Dan Potensi Limbahnya .....	9
2.1.1. Proses Produksi Tepung Tapioka .....	10
2.1.2. Produksi Tapioka Di Indonesia .....	12
2.1.3. Pengolahan Limbah Industri Tapioka .....	13
2.1.4. Sumber Limbah Industri Tapioka .....	14
2.1.5. Dampak Limbah Industri Tapioka .....	15
2.1.6. Potensi Pemanfaatan Limbah Industri Tapioka .....	15
2.1.7. Pentingnya Pemanfaatan Gas Metan .....	23
2.1.8. Perinsip Penerapan Konsep <i>Zero Waste</i> .....	24
2.1.9. Metodologi Perhitungan Reduksi CO <sub>2</sub> Industri Tapioka .....	26
2.2. Kerangka Berfikir .....	26
2.3. Kerangka Konsep .....	27
2.4. Hipotesis Pengarah .....	28
<b>3. METODE PENELITIAN</b>	
3.1. Pendekatan Dan Metode Penelitian .....	29
3.2. Tempat Dan Waktu Penelitian .....	29
3.3. Populasi Dan Sampel Penelitian .....	29
3.4. Variabel Penelitian .....	31
3.5. Jenis Dan Sumber Data .....	32
3.5.1. Data Primer .....	32
3.5.2. Data Sekunder .....	33
3.6. Teknik Pengumpulan Data .....	33
3.7. Metode Analisis Data .....	34
3.7.1. Analisis Deskriptif .....	34
3.7.2. Analisis Matematis .....	35

<b>4. HASIL ANALISIS DAN PEMBAHASAN</b>	
4.1. Gambaran Umum Lokasi Penelitian .....	38
4.1.1. Kondisi Umum Perusahaan .....	40
4.1.2. Kondisi Umum Sekitar Wilayah Penelitian .....	44
4.2. Keterbatasan Penelitian .....	62
4.3. Faktor-Faktor Yang menyebabkan Belum Dimanfaatkannya Limbah Industri Tapioka .....	62
4.3.1. Faktor-Faktor Yang menyebabkan Dimanfaatkannya Limbah Cair Sebagai Sumber Energi Terbarukan .....	64
4.3.2. Faktor-Faktor Yang menyebabkan Dimanfaatkannya Limbah Padat Industri Tapioka .....	66
4.4. Manfaat Ekonomi Dari Pemanfaatan Limbah Industri Tapioka .....	69
4.4.1. Manfaat Ekonomi Dari Pemanfaatan Limbah Cair .....	69
4.4.2. Manfaat Ekonomi Dari Pemanfaatan Limbah Padat .....	74
4.5. Manfaat Lingkungan Dari Pemanfaatan Limbah Industri Tapioka .....	76
4.5.1. Manfaat Lingkungan Dari Pemanfaatan Limbah Cair .....	76
4.5.2. Manfaat Lingkungan Dari Pemanfaatan Limbah Padat .....	78
4.5. Manfaat Sosial Dari Pemanfaatan Limbah Industri Tapioka .....	79
<b>5. KESIMPULAN</b>	
5.1. Kesimpulan .....	82
5.2. Saran .....	83
DAFTAR PUSTAKA .....	84

## DAFTAR TABEL

Tabel 1.1.	Sentra Produksi Ubi Kayu Di Beberapa Daerah Di Indonesia ...	2
Tabel 3.1.	Kriteria Inklusi Responden Dalam Penelitian .....	30
Tabel 3.2.	Definisi Operasional Penelitian .....	31
Tabel 3.3.	Analisis Yang Digunakan Untuk Menjawab Tujuan Penelitian	34
Tabel 4.1.	Produksi Riil PT. BAJ Ketapang Dan PT. BAJ Labuhan Ratu ..	41
Tabel 4.2.	Data Kependudukan Di Sekitar Lokasi Penelitian .....	41
Tabel 4.3.	Data Tenaga Kerja Di Sekitar Lokasi Penelitissn .....	44
Tabel 4.4.	Daftar Pencari Kerja Pada Tahun 2008 .....	46
Tabel 4.5.	Jenis Mata Pencarian Penduduk Sekitar Wilayah Penelitian .....	47
Tabel 4.6.	Tingkat Pendapatan Penduduk Sekitar Wilayah Penelitian .....	47
Tabel 4.7.	Kebutuhan Tenaga Kerja Di PT. BAJ Ketapang Dan Labuhan Ratu .....	48
Tabel 4.8.	Limbah Yang Dihasilkan Oleh PT. BAJ Ketapang Dan Labuhan Ratu .....	49
Tabel 4.9.	Komposisi Pupuk Organik Dari Kulit Singkong .....	57
Tabel 4.10.	Komposisi Pupuk Organik Dari Limbah Asam Sitrat .....	58
Tabel 4.11.	Perbandingan Produksi Asam Sitrat Dengan Bahan Baku Olah	60
Tabel 4.12.	Perbandingan Produksi Pupuk Organik Dengan Bahan Baku Olah .....	62
Tabel 4.13.	Faktor-Faktor Penyebab Belum Dimanfaatkannya Limbah Cair Industri Tapioka Sebagai Sumber Energi Terbarukan .....	65
Tabel 4.14.	Faktor-Faktor Penyebab Belum Dimanfaatkannya Limbah Padat Berupa Onggok .....	67
Tabel 4.15.	Faktor-Faktor Penyebab Belum Dimanfaatkannya Limbah Padat Berupa Kulit .....	68
Tabel 4.16.	Listrik Yang Dihasilkan PT. BAJ Dari Pemanfaatan Limbah Cair .....	70
Tabel 4.17.	Manfaat Ekonomi dari Listrik Yang Dihasilkan .....	70
Tabel 4.18.	Manfaat Ekonomi Apabila CERs Dibayar .....	71
Tabel 4.19.	Komponen Modal, Biaya dan Penghasilan .....	73
Tabel 4.20.	Perhitungan NPV per Tahun .....	73
Tabel 4.21.	Manfaat Ekonomi Dari Onggok .....	74
Tabel 4.22.	Peningkatan Manfaat Ekonomi Limbah Padat .....	75
Tabel 4.23.	Asumsi Reduksi CO2 Sampai Tahun 2017 .....	77
Tabel 4.24.	Perbandingan Biaya Sebelum dan Sesudah Menggunakan Pupuk Organik .....	80

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Proses Produksi Tapioka Dan Limbah Yang Dihasilkan .....	10
Gambar 2.2.	Diagram Alir Proses Produksi Dengan Minimisasi Limbah .....	25
Gambar 2.3.	Kerangka Berfikir .....	27
Gambar 2.4.	Kerangka Konsep Penelitian .....	28
Gambar 4.1.	Lokasi Penelitian di PT. Budi Acid Jaya Desa Gedung Ketapang .....	39
Gambar 4.2.	Lokasi Penelitian di PT. Budi Acid Jaya Desa Labuhan Ratu .....	40
Gambar 4.3.	Grafik Jumlah Produksi Tapioka PT. Budi Acid Jaya Ketapang .....	41
Gambar 4.4.	Grafik Jumlah Produksi Tapioka PT. Budi Acid Jaya Labuhan Ratu .....	42
Gambar 4.5.	Grafik Produksi Ubi Kayu Di Kedua Wilayah Penelitian .....	43
Gambar 4.6.	Bagan Pemanfaatan Pada PT. Budi Acid Jaya .....	51
Gambar 4.7.	Diagram Alir Pemanfaatan Gas Metan .....	53
Gambar 4.8.	Pemanfaatn Biogas Sebagai Bahan Bakar Generator .....	55
Gambar 4.9.	Grafik Jumlah Listrik Dihasilkan PT. BAJ Tahun 2009 .....	56
Gambar 4.10.	Limbah Padat Berupa Onggok .....	57
Gambar 4.11.	Bahan Baku Pembuatan Pupuk Organik .....	58
Gambar 4.12.	Pengemasan Pupuk Organik Yang Dihasilkan .....	59
Gambar 4.13.	Grafik Produksi Asam Sitrat PT. BAJ Ketapang .....	59
Gambar 4.14.	Grafik Produksi Asam Sitrat PT. BAJ Labuhan Ratu .....	60
Gambar 4.15.	Grafik Produksi Pupuk Organik PT. BAJ Ketapang .....	61
Gambar 4.16.	Grafik Produksi Pupuk Organik PT. BAJ Labuhan Ratu .....	61

## DAFTAR SINGKATAN

3R	: <i>Reduce, Reuse, Recycle</i>
BAPEDAL	: Badan Pengendalian Dampak Lingkungan
BOD	: <i>Biochemical Oxygen Demand</i>
BPS	: Biro Pusat Statistik
CDM	: <i>Clean Development Mechanism</i>
CER	: <i>Certified Emission Reduction</i>
CH <sub>4</sub>	: Rumus kimia untuk metan
CN	: Rumus Kimia untuk Sianida
CO <sub>2</sub>	: Karbon Dioksida
COD	: <i>Chemical Oxygen Demand</i>
CSR	: <i>Corporate Social Responsibility</i>
IPAL	: Instalasi Pengolahan Air Limbah
IPCC	: <i>Intergovernmental Panel Climate Change</i>
Kg	: Kilogram
KLH	: Kementerian Lingkungan Hidup
LIPTAN	: Publikasi lembaran informasi pertanian
O&G	: <i>Oil and Grease</i>
pH	: Potensi Hidrogen
PT. BAJ	: PT. Budi Acid Jaya
RUTR	: Rencana Umum Tata ruang
SDM	: Sumber Daya Manusia
TOC	: <i>Total Organic Carbon</i>
TPH	: <i>Total Petroleum Hydrocarbon</i>
TSS	: <i>Total Suspended Solid</i>
UASB	: <i>Upflow Anaerobic Sludge Blanket</i>
UKL/UPL	: Upaya Pengelolaan Lingkungan/Upaya Pemantauan Lingkungan
UMKM	: Usaha Mikro Kecil Menengah
UNFCCC	: <i>United Network Frame Convention on Climate Change</i>
UNIDO	: <i>United Nations Industrial Development Organization</i>

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Kualitas Air Limbah ( <i>Outlet</i> ) PT. BAJ
Lampiran 2	Proses Produksi Asam Sitrat
Lampiran 3	Daftar Panduan Wawancara
Lampiran 4	Lembar Pertanyaan Untuk Target Perusahaan
Lampiran 5	Tabulasi Perhitungan Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Tidak Dimanfaatkannya Limbah Industri Tapioka
Lampiran 6	Daftar Informan
Lampiran 7	Daftar Responden
Lampiran 8	Perhitungan Manfaat Ekonomi ( <i>Benefit-Cost Ratio</i> )
Lampiran 9	Perhitungan Manfaat Lingkungan (Reduksi CO <sub>2</sub> )
Lampiran 10	Perhitungan Manfaat Sosial (Selisih Biaya Penggunaan Pupuk)





## RINGKASAN

Program Studi Ilmu Lingkungan  
Program Pascasarjana Universitas Indonesia  
Tesis (Juni, 2010)

- A. Nama : Eti Purwati
- B. Judul Tesis : PENERAPAN KONSEP *ZERO WASTE* PADA PENGELOLAAN LIMBAH INDUSTRI TAPIOKA (Kajian di PT. Budi Acid Jaya, Desa Gedungketapang, Kecamatan Sungkai Selatan, Kabupaten Lampung Utara dan Desa Labuhan Ratu Kecamatan Way Jepara, Kabupaten Lampung Timur, Provinsi Lampung.
- C. Jumlah halaman : halaman permulaan xxiii, halaman ini 86, gambar 20, tabel 28, lampiran 10.

### Isi Ringkasan:

Agroindustri sebagai salah satu sektor ekonomi di Indonesia, memberikan andil yang cukup besar terhadap pemasukan devisa negara dan terus berkembang dengan pesat. Tumbuh dan berkembangnya agroindustri ini dipicu oleh kenyataan bahwa pada masa-masa krisis ekonomi, sektor pertanian dan perkebunan masih mampu bertahan dan tetap eksis. Kebijakan pemerintah yang terus mendorong tumbuhnya industri pertanian dan perkebunan merupakan kondisi yang menggembirakan bagi pengusaha untuk menanamkan modalnya pada sektor ini. Industri tapioka merupakan salah satu industri agro yang terus berkembang di Indonesia terutama di Pulau Jawa dan Sumatera. Data BPS (2006) menunjukkan data industri tapioka di kedua wilayah sebanyak 55 industri skala besar. Proses produksi industri tapioka akan menghasilkan volume limbah cair yang besar (sekitar 25-30 m<sup>3</sup> per ton produk) dan memiliki karakteristik limbah yang pada umumnya mempunyai kandungan *Chemical Oxygen Demand* (COD) yang cukup tinggi (sekitar 18.000-25.000 Mg/l) (Hasanudin, 2008). Selain itu, industri tapioka juga menghasilkan limbah padat yang berpotensi menurunkan kualitas lingkungan. Kondisi ini, menuntut industri tapioka untuk melakukan pengendalian pencemaran melalui pemanfaatan terhadap limbah yang dihasilkan, baik terhadap limbah cair maupun limbah padatnya. Penerapan konsep *zero waste* diharapkan dengan pemanfaatan limbah diharapkan dapat memperkecil dampak lingkungan yang mungkin timbul dan dapat meningkatkan nilai manfaat yang diperoleh. Namun demikian, saat ini masih sedikit industri tapioka yang melakukan pemanfaatan terhadap seluruh limbah yang dihasilkan (di Provinsi Lampung dari 27 industri skala besar hanya 11 industri yang telah melakukan pemanfaatan terhadap limbah cair dan limbah padatnya). Hal ini berpotensi memberi pengaruh terhadap menurunnya kualitas perairan dan kualitas lingkungan secara umum. Dengan demikian, konsep *zero waste* secara praktis dimaksudkan sebagai suatu tujuan untuk merancang kembali melalui suatu pendekatan sistem yang

menyeluruh bagi alur pemanfaatan sumberdaya atau bahan-bahan bagi kepentingan produksi. Pada prinsipnya konsep *zero waste* dapat dipahami sebagai upaya memaksimalkan sistem daur-ulang dan meminimalisasi limbah yang terbentuk.

Berdasarkan uraian tersebut diatas, maka penulis merumuskan masalah dalam penelitian ini yaitu **masih banyak industri tapioka yang belum melakukan pemanfaatan terhadap limbah cair dan limbah padat yang dihasilkannya.** Selanjutnya tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui faktor-faktor yang menyebabkan belum dimanfaatkannya limbah industri tapioka, menganalisis manfaat ekonomi, manfaat lingkungan dan manfaat sosial dari pemanfaatan limbah industri tapioka.

Metode penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif, sifat penelitian adalah *ex post facto* dimana peneliti mengamati industri pembuatan tapioka yang telah melakukan pemanfaatan terhadap limbah cair dan limbah padat yang dihasilkan. Lokasi penelitian di PT. Budi Acid Jaya, yang berlokasi di Desa Gedung Ketapang, Kecamatan Sungkai Selatan, Kabupaten Lampung Utara, Provinsi Lampung dan di Desa Labuhan Ratu Kecamatan Way Jepara, Kabupaten Lampung Timur, Povinsi Lampung. Waktu penelitian lapangan selama 1 (satu) bulan pada bulan Januari.

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis data maka penerapan konsep *zero waste* pada pengelolaan limbah industri tapioka tidak dapat menghilangkan seluruh limbah yang dihasilkan namun dengan penerapan konsep ini dapat meminimalisasi limbah yang terbentuk, dapat memenuhi unsur-unsur keberlanjutan dan dapat meningkatkan nilai manfaat yang diperoleh dari segi lingkungan, ekonomi dan sosial. Terhadap tujuan penelitian hasil yang diperoleh adalah:

1. Faktor-faktor yang mempengaruhi belum dimanfaatkannya limbah cair industri tapioka adalah mahalnya biaya investasi yang dinyatakan oleh 78% responden, ketersediaan teknologi lokal oleh 70% responden, kebijakan dari pimpinan/manajemen perusahaan oleh 56% responden serta kurangnya SDM yang dimiliki oleh perusahaan oleh 52% responden. Sedangkan untuk limbah padat, hampir tidak ada kendala yang dialami dalam pemanfaatannya.
2. Manfaat ekonomi dari penerapan konsep *zero waste* dalam pengelolaan limbah industri tapioka yang diterima oleh PT. BAJ merupakan manfaat yang diterima secara langsung maupun manfaat tidak langsung berupa *brand image* sebagai industri yang ramah lingkungan sehingga mendukung dan menambah *selling point* pada produk yang dihasilkan. Dari pemanfaatan Limbah cair selama tahun 2008-2009, PT. BAJ Ketapang dapat menghemat biaya pembelian solar sekitar Rp. 10,5 milyar dan PT. BAJ Labuhan Ratu sebesar Rp. 6,4 milyar. Manfaat tersebut akan bertambah dari penerimaan CERs sebesar € 5-€ 15 per ton reduksi CO<sub>2</sub>. Berdasarkan perhitungan kelayakan kegiatan, *B/C Ratio* PT. BAJ Ketapang 1,1609 dan *B/C Ratio* PT. BAJ Labuhan Ratu 1,0969 sehingga kegiatan yang dilakukan oleh kedua perusahaan dinyatakan layak karena memiliki *Benefit Cost Ratio* lebih besar dari 1. Nilai ekonomi dari onggok tanpa dilakukan pengolahan lebih lanjut

berkisar antara Rp. 200 sampai dengan Rp. 1.000 per kg. Dari pemanfaatan onggok sebagai bahan baku asam sitrat nilai ekonomi yang diterima sekitar Rp. 10.000 per kilogram produk asam sitrat. Limbah padat kulit dan onggok yang telah digunakan sebagai media fermentasi dapat dijadikan pupuk organik dengan manfaat ekonomi Rp. 400 per kg.

3. Manfaat lingkungan dari penerapan konsep zero waste dalam pengelolaan limbah industri tapioka adalah berkurangnya volume limbah cair yang terbuang ke lingkungan, penurunan beban pencemaran, reduksi CO<sub>2</sub> selama tahun 2008-2009 sebanyak 83.851 tCO<sub>2</sub>e untuk PT. BAJ Ketapang dan 41.362 tCO<sub>2</sub>e untuk PT. BAJ Labuhan Ratu, perbaikan unsur hara tanah akibat penggunaan pupuk organik yang dapat meningkatkan produksi singkong antara 5 hingga 10 ton per ha per tahun.
4. Manfaat sosial dari penerapan konsep *zero waste* dalam pengelolaan limbah industri tapioka adalah berkurangnya penggunaan solar selama tahun 2008-2009 oleh PT. BAJ Ketapang sebanyak 1.605.900 liter dan PT. BAJ Labuhan Ratu sebanyak 974.400 liter, yang dapat membantu pemerintah dalam upaya pengurangan penggunaan bahan bakar fosil. Juga diperoleh penghematan biaya yang harus dikeluarkan oleh petani untuk pembelian pupuk kimia sebesar Rp. 96.250 per hektar per tahun.

Selanjutnya dari hasil penelitian dan analisis data, saran yang dapat diberikan oleh penulis adalah:

1. Dalam rangka mengatasi keterbatasan penelitian, maka pihak lain yang akan melakukan penelitian sejenis agar dilakukan dalam periode penelitian yang telah melewati tahap awal (*comissioning*) sehingga keuntungan secara ekonomi akan dapat dikaji lebih jauh.
2. Mengingat hampir seluruh limbah yang dihasilkan oleh industri tapioka merupakan limbah organik, disarankan agar penelitian ini dilanjutkan untuk melakukan kajian terhadap kelayakan pemanfaatan limbah cair yang dibuang ke lingkungan untuk digunakan sebagai pupuk cair.
3. Disarankan kepada pihak pemerintah BLH Kabupaten/Kota dan Provinsi agar melakukan pembinaan dan mendorong para pelaku industri tapioka untuk melakukan pemanfaatan terhadap limbah yang dihasilkan guna untuk menjaga kelestarian dan keberlanjutan fungsi lingkungan.

Daftar Pustaka: 57 (1986-2009)

## SUMMARY

*Environmental Science Study Program  
Graduate Program, University of Indonesia  
Thesis (June, 2010)*

- A. Name : ETI Purwati  
B. Thesis Title : ZERO WASTE CONCEPT IMPLEMENTATION IN TAPIOCA INDUSTRIES WASTE MANAGEMENT (Study at PT. Budi Acid Jaya, Desa Gedungketapang, South SUNGKAI District, North Lampung District and Village Way Jepara Sub Labuhan Ratu, East Lampung regency, Lampung Province.  
C. Number of pages : xxiii beginning pages, 76 pages, features 20, tables 28, appendices 10.

**Contents Summary:**

*Agro-industries as one economic sector in Indonesia, providing a big influence on foreign exchange income countries and developing rapidly. Growth and development of agro-industry was triggered by the fact that in times of economic crisis, agriculture and plantation sector is still able to survive and remain in existence. Government policies continue to encourage the growth of agriculture and plantation industries are encouraging conditions for entrepreneurs to invest in this sector.*

*Tapioca industry is one of the growing agricultural industry in Indonesia especially in Java and Sumatera. BPS (2006) data showed the tapioca industry in both regions as many as 55 large-scale industry. Tapioca industrial production processes will generate a large volume of wastewater (about 25-30 m<sup>3</sup> per tonne of product) and has the characteristics of waste in general will have the Chemical Oxygen content Demand (COD) is high enough (about 18000-25000 mg / l) (Hasanudin , 2008). In addition, tapioca industries also produce solid wastes that potentially reduce environmental quality. This condition, demanding the tapioca industry in order to control pollution through the use of waste generated, both of wastewater and solid waste. Application of the concept of zero waste is expected with the utilization of waste is expected to minimize the environmental impacts that may arise and can increase the value of the benefits gained. However, now there is still little tapioca industries that do utilization of all waste generated (in Lampung Province from 27 large-scale industry only 11 industries that have made the use of wastewater and solid waste). This potentially gives the effect on the decline in water quality and environmental quality in general. Thus, practically zero waste concept is intended as an objective to design the back through a comprehensive system approach for the flow of resource utilization or materials for production purposes. In principle the concept of zero waste can be understood as an effort to maximize recycling system and minimize waste formation.*

*Based on the above description, hence writer formulate the problems in the research are still a lot of tapioca industries that have not made use of solid waste and liquid waste generated. Furthermore, the purpose of this study was to determine the factors that cause has not been exploited industrial waste tapioca, analyzing the economic benefits, environmental benefits and social benefits from the utilization of industrial waste tapioca.*

*The research method uses a quantitative approach, the nature of research is ex post facto, where researchers studied the manufacture of tapioca that has been made use of wastewater and solid wastes. Location of research at PT. Budi Acid Jaya, which is located in the village of Gedung Ketapang, District of South Sungkai, North Lampung, and in the village of Labuhan Ratu Way Jepara District, East Lampung, Lampung Povice. When the research field during the first (one) month in January.*

*Based on the research and data analysis, the application of the concept of zero waste in the waste management industry can not eliminate all of tapioca waste generated but with the application of this concept can minimize the waste that is formed, can meet the elements of sustainability and can increase the value of the benefits gained in terms of environmental , economic and social. To the goals of the research results obtained are:*

- 1. Factors that influence has not been exploited tapioca wastewater is the high cost of investment as stated by 78% of respondents, the availability of local technology by 70% of respondents, the policies of the leadership / management of the company by 56% of respondents and the lack of human resources that are owned by the company by 52% respondents. While for the solid waste, virtually no problems were experienced in their usage.*
- 2. Economic benefits from the application of the concept of zero waste in the waste management industry tapioca received by the PT. BAJ is a benefit received by direct or indirect benefits such as brand image as an environmentally friendly industries that support and add selling points on the product. From the utilization of liquid waste during the years 2008-2009, PT. BAJ Ketapang can save the cost of diesel around Rp. 10.5 billion and PT. BAJ Labuhan Ratu Rp. 6.4 billion. These benefits will increase from revenue of CERs amounting to € 5 - € 15 per tonne reduction of CO<sub>2</sub> that can be done. Based on the calculation of the feasibility of activities, B/C Ratio of PT. BAJ Ketapang 1.16 and B/C Ratio of PT. BAJ Labuhan Ratu 1.10 so that the activities undertaken by both companies as feasible because it has a B/C Ratio greater than 1. The economic value of cassava without further processing done between Rp. 200 to Rp. 1.000 per kg. From the utilization of cassava as raw material for citric acid of economic value received about Rp. 10.000 per kilogram of citric acid products. Skin and cassava solid waste that has been used as fermentation media can be used as organic fertilizer with the economic benefits of Rp. 400 per kg.*
- 3. Environmental benefits of applying the concept of zero waste in the waste management industry is reduction of tapioca liquid waste volumes discarded to the environment, reduction of pollution load, reduction of CO<sub>2</sub> during the*

years 2008 to 2009 as many as 83 851 tCO<sub>2e</sub> for PT. BAJ Ketapang and 41 362 tCO<sub>2e</sub> for PT. BAJ Labuhan Ratu, improvement in soil nutrients due to the use of organic fertilizers can increase cassava production between 5 to 10 tonnes per ha per year.

4. Social benefits from the introduction of the concept of zero waste in the waste management industry is to reduce the use of solar tapioca during the years 2008-2009 by PT. BAJ Ketapang of 1.6059 million liters and PT. BAJ Labuhan Ratu 974.400 liters, which can assist the government in an effort to reduce use of fossil fuels. Also gained significant cost savings must be spent by the farmers to purchase chemical fertilizers Rp. 96 250 per hectare per year.

Further reaserch and analysis of data, some suggestions are given by author is:

1. In order to overcome the limitations of the study there are other parties that will conduct similar research to be conducted within the study period which has passed the initial stage (comissioning) so that economic benefits will be studied further.
2. Considering almost all the waste generated by the tapioca industry is organic waste, it is suggested that this research continue to investigate the feasibility of the utilization of wastewater discharged into the environment to be used as liquid fertilizer.
3. Recommended to the government Environment Agency Regency/Municipality and Province in order to guide and encourage the actors to make use of tapioca industry of waste generated in order to maintain the continuity and sustainability of environmental functions.

References: 57 (1986-2009)

# **BAB 1 PENDAHULUAN**

## **1.1. Latar Belakang**

Pertumbuhan populasi manusia yang semakin meningkat akan diikuti dengan kebutuhan hidup yang semakin meningkat pula. Dalam memenuhi kebutuhan secara ekonomi, manusia akan berusaha mengembangkan dan mengeksploitasi sumber daya yang ada melalui perubahan tatanan lingkungan hidup serta kehidupan secara keseluruhan. Kegiatan industri adalah salah satu usaha yang dilakukan oleh manusia untuk mendapatkan pemenuhan kebutuhan ekonomi. Pada era globalisasi ini industri semakin berkembang, baik di negara-negara maju maupun di negara-negara berkembang. Industri menempati posisi sentral dalam perekonomian masyarakat modern dan merupakan motor penggerak yang tidak tergantikan bagi pertumbuhan pembangunan. Bagi negara-negara berkembang, industri sangat esensial untuk memperluas landasan pembangunan dan memenuhi kebutuhan yang terus mengalami peningkatan.

Pembangunan merupakan upaya pertumbuhan dibidang sosial-ekonomi dalam mendukung peningkatan kesejahteraan. Dalam memenuhi kebutuhan pangan bagi masyarakat Indonesia, agroindustri merupakan salah satu sektor yang terus berkembang. Agroindustri sebagai salah satu sektor ekonomi di Indonesia, memberikan andil yang cukup besar terhadap pemasukan devisa negara dan terus berkembang dengan pesat. Tumbuh dan berkembangnya agroindustri ini dipicu oleh kenyataan bahwa pada masa-masa krisis ekonomi, sektor pertanian dan perkebunan masih mampu bertahan dan tetap eksis. Kebijakan pemerintah yang terus mendorong tumbuhnya industri pertanian dan perkebunan merupakan kondisi yang menggembirakan bagi pengusaha untuk menanamkan modalnya pada sektor ini.

Perkembangan di sektor industri pertanian dan perkebunan ditandai dengan terus bertambahnya berbagai jenis industri yang mengolah bahan baku yang berasal dari sektor ini. Industri pembuatan tapioka merupakan salah satu jenis industri

pada sektor pertanian dan perkebunan yang memberikan andil cukup besar terhadap perkembangan ekonomi rakyat yang berkembang pesat. Berdasarkan data dari *United Nations Industrial Development Organization (UNIDO)*, sejak tahun 1982 Indonesia tercatat sebagai negara penghasil ubi kayu terbesar ke-3 (13.300.000 ton) setelah Brazil (24.554.000 ton), dan Thailand (13.500.000 ton), serta disusul oleh negara lain seperti Nigeria (11.000.000 ton), India (6.500.000 ton) dan sebagainya, dari total produk dunia sebesar 122.134.000 ton per tahun. Dengan kondisi tersebut, terlihat bahwa peluang industri tapioka di Indonesia masih cukup besar. Sentra produksi ubi kayu di Indonesia terdapat di beberapa daerah seperti pada Tabel 1.1.

Tabel 1.1. Sentra Produksi Ubi Kayu di beberapa Daerah di Indonesia

No	Provinsi	Luas Panen (Ha)	Produktivitas (Ku/Ha)	Produksi (Ku)
1	Nanggroe Aceh Darussalam	3 786	125,71	47 594
2	Sumatera Utara	38 140	232,82	887 987
3	Sumatera barat	6 740	204,70	137 970
4	Riau	4 296	122,73	52 725
5	Jambi	2 753	137,06	37 733
6	Sumatera Selatan	11 254	154,27	173 618
7	Bengkulu	5 076	116,31	59 039
8	Lampung	320 344	246,15	7 885 116
9	Bangka Belitung	1 418	142,89	20 262
10	Kepulauan Riau	890	108,21	9 631
11	DKI Jakarta	19	115,79	220
12	Jawa Barat	114 034	186,34	2 124 899
13	Jawa Tengah	192 018	175,45	3 369 046
14	DI Yogyakarta	71 718	153,13	1 098 192
15	Jawa Timur	202 708	152,65	3 094 320
16	Banten	8 190	141,38	115 788
17	Bali	11 416	142,61	162 799
18	Nusa Tenggara Barat	6 962	119,46	83 171
19	Nusa Tenggara Timur	86 608	105,88	916 997
20	Kalimantan Barat	13 929	142,80	198 912
21	Kalimantan Tengah	6 625	117,08	77 564
22	Kalimantan Selatan	9 414	147,75	139 093
23	Kalimantan Timur	7 798	151,33	118 011
24	Sulawesi Utara	6 467	130,72	84 539
25	Sulawesi Tengah	3 520	173,24	60 980
26	Sulawesi Selatan	28 347	169,84	481 434
27	Sulawesi Tenggara	14 803	149,12	220 739
28	Gorontalo	614	119,58	7 342
29	Sulawesi Barat	3 905	149,79	58 494
30	Maluku	8 501	128,68	109 391
31	Maluku Utara	8 893	120,87	107 493
32	Papua Barat	1 238	110,39	13 666
33	Papua	3 016	118,09	35 616
	Indonesia	1 205 440	182,43	21 990 381

Sumber: Statistik Indonesia, 2009



Sementara itu, penyebaran industri tapioka terdapat di beberapa daerah sentra produksi ubi kayu tersebut, seperti Jawa Timur, Jawa Tengah, Lampung, Sumatera Selatan, Sulawesi Tenggara dan Maluku yang menyumbang sebesar 89,47% dari produksi Nasional dan produksi propinsi lainnya hanya sekitar 11-12%. Ditinjau dari segi harga dan kualitasnya, tapioka Indonesia masih dapat bersaing dengan produk tapioka dari Thailand. Sebagaimana diungkapkan, bahwa tapioka Indonesia merupakan salah satu ancaman bagi pasar tapioka Thailand. Peluang pasar tapioka Indonesia juga masih sangat terbuka terutama di pasar ASEAN dan pasar Eropa seperti Spanyol, Belanda, Jerman, Prancis dan Portugal. Disamping itu, permintaan pasar dalam negeri juga tinggi terutama yang berasal dari berbagai wilayah di Pulau Jawa seperti Bogor, Tasikmalaya, dan Indramayu (*foodmarketexchange.com*).

Industri tapioka, merupakan industri yang cukup pesat perkembangannya di Indonesia terutama di Pulau Sumatera dan Pulau Jawa. Berdasarkan data Biro Pusat Statistik (BPS) tahun 2006 di wilayah tersebut terdapat sebanyak 55 industri tapioka dengan skala menengah besar. Jumlah industri tersebut tidak termasuk industri skala kecil dan skala rumahan yang jumlahnya jauh lebih banyak lagi. Hal ini menunjukkan bahwa sektor industri ini masih dapat diharapkan oleh pelaku industri serta masyarakat dalam memenuhi kebutuhannya.

Bertambahnya jumlah industri tapioka, tentunya akan meningkatkan timbulnya dampak negatif bagi lingkungan di sekitarnya apabila tidak dilakukan minimisasi dan pemanfaatan terhadap limbah yang dihasilkan. Hasanudin (2007), industri tapioka dengan kapasitas 750-1000 ton bahan baku per hari akan menghasilkan limbah cair sebanyak 20-25 m<sup>3</sup> per ton produk dan pada musim hujan dapat meningkat hingga 30 m<sup>3</sup> per ton produk, sedangkan limbah padat yang dihasilkan berupa ongkok sebanyak 15-25% dari bahan baku serta berupa kulit dan endapan dari proses pengolahan air limbah sebanyak 3% dari bahan baku.

Selain volumenya yang cukup besar, karakteristik limbah cair industri tapioka pada umumnya mempunyai kandungan *Biochemical Oxygen Demand* (BOD),

*Chemical Oxygen Demand (COD)* dan *Total Suspended Solid (TSS)* yang cukup tinggi. Kemudian, limbah cair industri tapioka juga mempunyai sifat yang spesifik seperti: berwarna agak keputihan, berbau, keruh dengan adanya padatan tersuspensi, mempunyai pH yang cenderung asam dan mengandung sianida.

Penggunaan singkong yang mengandung sianida ini karena harganya yang lebih murah dan kandungan tapiokanya relatif lebih banyak. Dengan kondisi demikian, air limbah yang dihasilkan dan dibuang ke lingkungan juga mengandung sianida. Bercampurnya sianida ke air limbah terjadi pada saat proses pemerasan dan ekstraksi. Pada proses ini sianida yang terdapat dalam sel-sel singkong akan terlepas/terlarut bersama air limbah.

Selain itu, kandungan zat-zat organik dalam limbah cair industri tapioka cukup tinggi dan apabila dibuang ke perairan kemudian terakumulasi akan mengalami dekomposisi secara alami di badan-badan perairan yang menimbulkan bau tidak sedap. Bau tersebut dihasilkan pada proses penguraian senyawa yang mengandung nitrogen, sulfur dan fosfor dari bahan berprotein (Hanifah et al, 1999). Kondisi demikian tentunya dapat membahayakan kehidupan biota air dan secara tidak langsung dapat membahayakan manusia.

Selain kondisi tersebut, saat ini pengolahan air limbah yang umum diterapkan oleh industri tapioka adalah dengan sistem biologis menggunakan kolam anaerobik ukuran raksasa yang berpotensi memproduksi gas-gas rumah kaca. Pada kolam anaerobik tersebut, senyawa organik akan terurai menjadi gas metana ( $\text{CH}_4$ ) dan karbondioksida ( $\text{CO}_2$ ). Gas-gas yang dihasilkan tersebut merupakan gas rumah kaca yang dapat menyumbang terjadinya pemanasan global. Apabila tidak dilakukan upaya pengurangan gas-gas rumah kaca tersebut, tentunya pemanasan global akan segera terjadi dan hal ini dapat mempengaruhi kelangsungan hidup bagi manusia dan makhluk di bumi.

Selain limbah cair, industri tapioka juga menghasilkan limbah padat dalam jumlah yang tidak sedikit berupa pasir/tanah, bonggol singkong, kulit singkong serta

onggok. Berbeda dengan limbah cair, limbah padat industri tapioka mempunyai potensi terhadap pencemaran lingkungan yang lebih rendah. Menurut Tjokroadikoesoemo (1986), limbah padat tapioka tidak mengandung bahan-bahan beracun sehingga memungkinkan bagi pertumbuhan dan perkembangbiakan jasad renik.

Namun demikian, secara umum limbah agroindustri baik yang berbentuk padat maupun cair yang masuk ke suatu perairan akan memberikan dampak negatif seperti: peningkatan kadar BOD, yaitu oksigen terlarut yang diperlukan mikroba pembusuk (pengurai) senyawa organik; peningkatan COD, yaitu oksigen terlarut yang diperlukan dalam proses kimia; penurunan oksigen terlarut di dalam air yang diperlukan biota perairan untuk hidupnya; peningkatan senyawa beracun dalam air dan bau "busuk" yang menyebar dari perairan itu; penurunan pH air sehingga air bersifat asam; dan terganggunya ekosistem perairan (Soeriaatmadja, 1989).

Dari uraian tersebut, terlihat bahwa masih terdapat kesenjangan antara keberlanjutan ekonomi dan keberlanjutan ekologi akibat potensi pencemaran dari limbah industri tapioka. Akan tetapi apabila diteliti dan diamati lebih lanjut, kesenjangan antara kedua hal tersebut masih dapat dimanfaatkan dan akhirnya saling menguntungkan. Hal ini dimungkinkan mengingat hampir seluruh limbah yang dihasilkan, baik limbah padat maupun limbah cair industri tapioka bersifat organik yang masih dapat dioptimalkan nilai manfaatnya untuk menyelaraskan kegiatan pembangunan ekonomi dengan upaya perlindungan terhadap lingkungan. Pemanfaatan terhadap limbah padat telah banyak dilakukan untuk berbagai macam produk turunan seperti, makanan ternak, obat nyamuk bakar, media fermentasi untuk pembuatan asam sitrat dan lain sebagainya. Sementara untuk limbah cair belum banyak dilakukan pemanfaatan kecuali hanya digunakan untuk air cucian bahan baku.

Selanjutnya, dalam upaya menjaga kelestarian lingkungan dan keberlanjutan sumber daya, pemerintah juga telah mengeluarkan Undang-undang Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, Peraturan

Pemerintah Nomor 82 tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air, Keputusan Menteri Nomor 51 Tahun 1995, tentang Baku Mutu Limbah Cair Bagi Kegiatan Industri serta beberapa peraturan lain yang mendukung kegiatan pengelolaan lingkungan. Secara tegas, pada pasal 67 Undang-undang Nomor 32 Tahun 2009 dinyatakan bahwa setiap orang berkewajiban memelihara kelestarian fungsi lingkungan hidup serta mengendalikan pencemaran dan/atau kerusakan lingkungan hidup. Selanjutnya pada pasal 68 huruf b, menyatakan bahwa setiap orang yang melakukan usaha dan/atau kegiatan berkewajiban menjaga keberlanjutan fungsi lingkungan hidup. Berdasarkan ketentuan tersebut, maka menjaga dan memelihara keberlangsungan fungsi lingkungan hidup merupakan kewajiban bagi setiap warga negara pada umumnya dan pelaku usaha pada khususnya.

Kemudian untuk mencegah dan mengurangi terbentuknya limbah agar dapat meningkatkan kualitas lingkungan dan efisiensi penggunaan sumberdaya alam dan energi diperlukan suatu sistem produksi yang ramah terhadap lingkungan. Industri tapioka sebenarnya telah melakukan upaya-upaya untuk melakukan minimisasi limbah seperti 3R yang dilakukan melalui upaya efisiensi penggunaan air per satuan produk, pemanfaatan limbah padat berupa onggok, dan campuran kulit dengan potongan singkong sebagai bahan pakan ternak, campuran kulit singkong dan tanah sebagai pupuk kompos dan sebagainya. Namun demikian, untuk mencapai konsep *zero waste* tentunya diperlukan suatu pemanfaatan lebih lanjut terhadap seluruh limbah yang dihasilkan guna meningkatkan manfaat yang diperoleh. Menurut Badan Pengendalian Dampak Lingkungan (BAPEDAL, 1995) konsep *zero waste* disini merupakan konsep untuk mengupayakan agar suatu kegiatan hanya menghasilkan limbah dalam jumlah yang sekecil-kecilnya, bahkan kalau bisa tidak menghasilkan limbah sama sekali.

Namun demikian, pada saat ini masih banyak industri tapioka yang belum melakukan pemanfaatan terhadap produk samping berupa limbah untuk meningkatkan nilai manfaat dari produk samping tersebut. Oleh karena itu, diperlukan suatu penelitian untuk mengetahui nilai tambah yang dihasilkan dari

pemanfaatan limbah industri tapioka, baik limbah cair maupun limbah padatnya. Penerapan konsep *zero waste* merupakan salah satu cara yang dapat dilakukan untuk meminimalisasi limbah yang terbentuk dan meningkatkan manfaat yang diperoleh.

## 1.2. Perumusan Masalah

Industri tapioka menghasilkan volume limbah cair yang besar dan bersifat racun bagi organisme perairan sehingga berpotensi menurunkan kualitas perairan. Selain itu, industri tapioka juga menghasilkan limbah padat yang berpotensi menurunkan kualitas lingkungan. Kondisi ini, menuntut industri tapioka untuk melakukan pengendalian pencemaran melalui pemanfaatan terhadap limbah yang dihasilkan, baik terhadap limbah cair maupun limbah padatnya.

Pemanfaatan limbah tersebut diharapkan dapat memperkecil dampak lingkungan yang mungkin timbul dan dapat meningkatkan nilai manfaat yang diperoleh. Namun demikian, saat ini masih sedikit industri tapioka yang melakukan pemanfaatan terhadap seluruh limbah yang dihasilkan. Hal ini berpotensi memberi pengaruh terhadap menurunnya kualitas perairan dan kualitas lingkungan secara umum.

Berdasarkan uraian tersebut diatas, maka penulis merumuskan masalah dalam penelitian ini yaitu **masih banyak industri tapioka yang belum melakukan pemanfaatan terhadap limbah cair dan limbah padat yang dihasilkannya.** Selanjutnya berdasarkan rumusan masalah tersebut, peneliti mengajukan beberapa pertanyaan sebagai berikut:

1. Faktor-faktor apa yang menyebabkan belum dimanfaatkannya limbah industri tapioka?
2. Bagaimana manfaat ekonomi dari pemanfaatan limbah industri tapioka?
3. Bagaimana manfaat lingkungan (reduksi CO<sub>2</sub>) dari pemanfaatan limbah industri tapioka?
4. Bagaimana manfaat sosial dari pemanfaatan limbah industri tapioka?

### **1.3. Tujuan Penelitian**

Berdasarkan pertanyaan penelitian, maka tujuan umum dari penelitian ini adalah untuk mendorong industri tapioka agar melakukan pemanfaatan limbah cair dan limbah padat yang dihasilkannya guna menaikkan nilai manfaat yang diperoleh. Sedangkan tujuan khusus dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui faktor-faktor yang menyebabkan belum dimanfaatkannya limbah industri tapioka.
2. Menganalisis manfaat ekonomi dari pemanfaatan limbah industri tapioka.
3. Menganalisis manfaat lingkungan dari pemanfaatan limbah industri tapioka.
4. Menganalisis manfaat sosial dari pemanfaatan limbah industri tapioka.

### **1.4. Manfaat Penelitian**

Dengan adanya penelitian ini maka diharapkan dapat memberikan manfaat secara umum yaitu diharapkan dapat menjadi referensi dalam pengembangan ilmu lingkungan, khususnya Program Studi Ilmu Lingkungan Universitas Indonesia, serta manfaat khusus berupa:

1. Memberikan masukan kepada para pelaku industri tentang peluang dari pemanfaatan limbah cair dan limbah padat yang dihasilkan oleh industri tapioka.
2. Memberikan masukan yang objektif kepada industri tapioka mengenai sistem pengelolaan dan pemanfaatan limbah yang dilakukan.
3. Dapat menjadi pijakan dan evaluasi bagi pemerintah dalam melakukan pembinaan terhadap upaya pengelolaan dan pemanfaatan limbah cair dan limbah padat yang dihasilkan oleh industri tapioka.

## BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Kegiatan Agroindustri dan Potensi Limbahnya

Kegiatan agroindustri pada umumnya mengandalkan sumberdaya alam yang bersifat mudah rusak, jumlahnya melimpah, bergantung pada kondisi alam, dan bersifat musiman dengan kandungan bahan baku lokal yang tinggi. Saat ini agroindustri di Indonesia masih bertumpu pada menghasilkan produk utama dan belum banyak dilakukan suatu upaya pemanfaatan limbah yang dihasilkan, sementara perkembangan dunia industri dewasa ini dituntut untuk menjaga kelestarian lingkungan dan meminimalkan limbah yang dihasilkan.

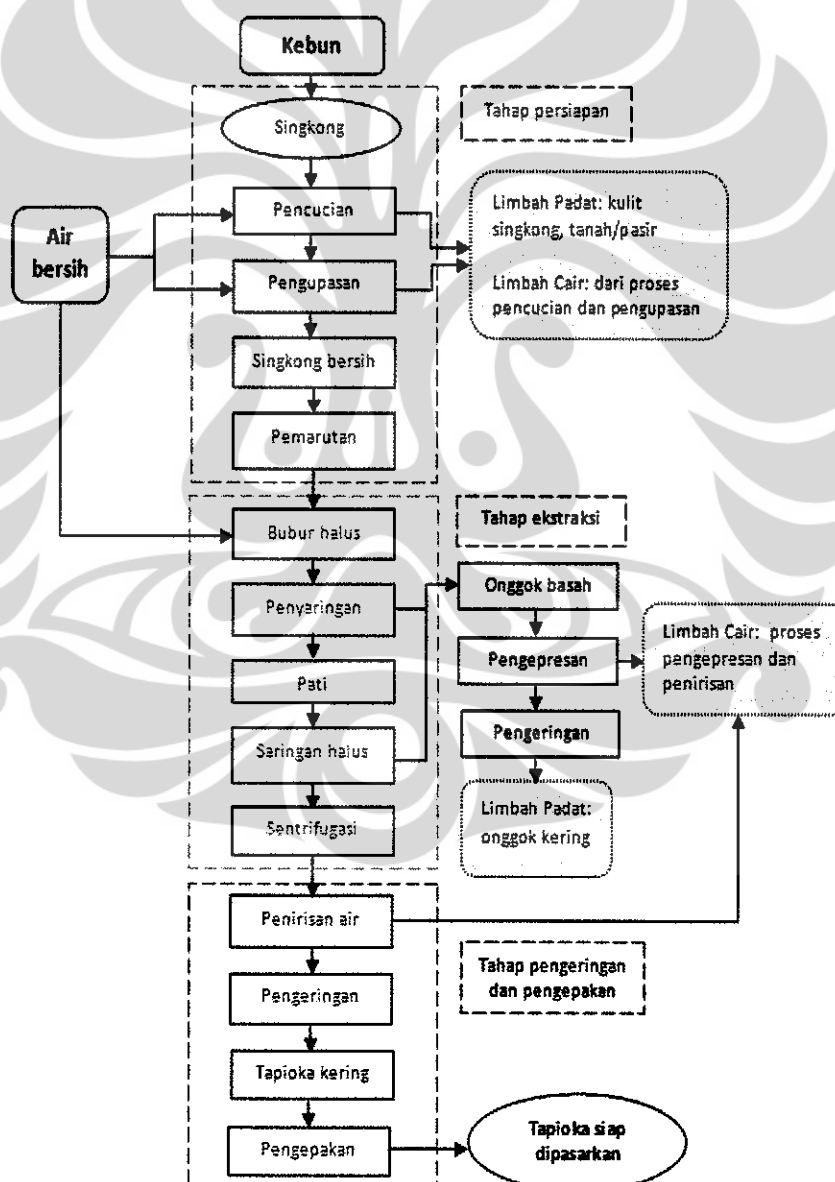
Industri tapioka merupakan salah satu jenis industri agro yang memanfaatkan sumberdaya alam tersebut diatas dengan kandungan bahan baku lokal yang tinggi. Bahan baku utama industri tapioka adalah singkong (*Manihot utilissima*) atau disebut juga ubi kayu yang diperoleh dari petani dan juga dari kebun yang dimiliki oleh perusahaan. Air merupakan bahan penolong utama dalam proses produksi tapioka. Berdasarkan neraca massa proses pengolahan ubikayu menjadi tapioka pada industri tapioka skala besar (Hasanudin, 2006), penggunaan air dapat mencapai 4,5 m<sup>3</sup> per ton bahan baku (singkong) yang diolah.

Oleh karena itu, industri ini menghasilkan limbah cair dalam jumlah yang cukup banyak yaitu sekitar 25-30 m<sup>3</sup> per ton produk. Selain limbah cair, limbah padat industri tapioka juga mempunyai jumlah yang cukup banyak yaitu sekitar 300 kg dari setiap ton bahan baku yang diolah. Limbah padat tersebut terdiri dari onggok, kulit, meniran serta bonggol. Limbah cair dan limbah padat yang dihasilkan oleh industri tapioka sebagai hasil samping dari proses produksi berpotensi mencemari lingkungan. Potensi tersebut terjadi akibat jumlah limbah yang dihasilkan oleh industri tapioka cukup besar dan merupakan limbah yang mempunyai kandungan organik tinggi sehingga mudah terjadi pembusukan.

Jumlah limbah yang cukup besar tersebut dikarenakan sejak dari pemilihan bahan baku sampai dengan proses produksi, hampir pada semua tahapan pembuatan tepung tapioka ini akan menghasilkan limbah, baik berupa limbah cair maupun limbah padat. Hal ini dapat dijelaskan pada Gambar 2.1. yang tentang proses produksi tapioka dan limbah yang dihasilkan.

### 2.1.1. Proses Produksi Tepung Tapioka

Untuk menghasilkan tepung tapioka, ada beberapa tahapan proses yang dilakukan yaitu: tahap persiapan, ekstraksi serta pengeringan dan pengepakan.



Gambar 2.1. Proses Produksi Tapioka Dan Limbah Yang Dihasilkan

(Sumber: KLH, 2004)



Berdasarkan Gambar 2.1. tersebut, tahap persiapan dalam pembuatan tepung tapioka meliputi kegiatan pembersihan singkong dari pasir atau tanah, pengupasan dapat dilakukan manual dengan tenaga manusia maupun secara mekanis, pemotongan dan pencacahan dilakukan untuk mendapatkan ukuran singkong yang lebih kecil untuk mempermudah pada proses selanjutnya, serta pamarutan yang dilakukan secara mekanis dan biasanya pada proses ini ditambahkan dengan air yang akan menghasilkan bubur singkong.

Tahap selanjutnya adalah ekstraksi bubur singkong yang dilakukan dengan ekstraktor (saringan berputar berbentuk kerucut) yang terdiri dari ayakan *stainless steel* atau *filter cloth* dengan bantuan air cucian yang mengandung asam sulfide untuk menjamin pemisahan pati dengan ampasnya dan untuk menghindari terjadinya proses mikrobiologi.

Setelah dilakukan ekstraksi bubur singkong, tahap selanjutnya adalah pengeringan dan pengemasan. Kegiatan ini terdiri dari penghilangan air pada bubur tepung dengan menggunakan dewatering, pengeringan tepung basah dengan *flash dryer* atau *pneumatic dryer*, pengumpulan tepung kering dengan *cyclone* dan pengayakan atau penyaringan yang dilakukan untuk menyaring ukuran tepung sesuai kebutuhan sebelum dimasukkan ke silo (ruangan penyimpanan) untuk pengemasan tepung tapioka yang selanjutnya siap dipasarkan.

Selanjutnya seperti dijelaskan pada Gambar 2.1. tersebut, limbah cair industri tapioka dihasilkan pada tahap pencucian, pengupasan, penirisan air dari pati yang dihasilkan dan dari proses pengepresan onggok. Sedangkan limbah padat dihasilkan dari proses pencucian, pengupasan dan pada tahap penyaringan. Seluruh limbah tersebut, merupakan produk samping yang memerlukan pengelolaan lebih lanjut agar tidak menyebabkan pencemaran atau penurunan kualitas lingkungan.

Dari uraian tersebut, terlihat jelas bahwa pada tahapan persiapan, tahap ekstraksi maupun tahap pengeringan dari proses pembuatan tapioka akan menghasilkan limbah. Limbah yang dihasilkan berupa limbah padat (kulit singkong, tanah/pasir yang terbawa dari kebun, serta onggok dari proses penyaringan). Selain itu, dihasilkan pula limbah cair pada setiap tahapannya. Limbah cair yang dihasilkan mempunyai kandungan tersuspensi, kasar dan halus yang cukup tinggi. Hal tersebut menyebabkan limbah cair industri tapioka mengandung COD dan BOD yang cukup tinggi. Dengan demikian, diperlukan suatu teknik pengelolaan dan pengolahan yang tepat agar limbah industri ini tidak menimbulkan pencemaran dan gangguan pada lingkungan.

### **2.1.2. Produksi Tepung Tapioka di Indonesia**

Industri tapioka di Indonesia berkembang sejak tahun 1980-an terutama di Pulau Sumatera dan Pulau Jawa. Keberadaan industri tapioka, selain dapat menyerap tenaga kerja dalam jumlah yang cukup banyak juga dapat meningkatkan devisa dari sektor non migas. Provinsi Lampung merupakan penghasil tapioka terbesar yaitu sekitar 70% dari seluruh produksi per tahunnya di Indonesia. Menurut Kepala Dinas Koperasi UMKM Perindustrian dan Perdagangan Provinsi Lampung, pada periode Januari-April 2009 provinsi ini dapat menyumbang devisa dari tepung tapioka sebesar 3,180 juta dolar dengan volume 13.198 ton lebih.

Selanjutnya berdasarkan data yang ada, diketahui bahwa produksi tapioka Indonesia mencapai 17.177.249 ton pada tahun 1989 dan 12.987.891 ton pada tahun 1982 (terjadi peningkatan sebesar  $\pm 5\%$  per tahun) (Gunawan et al, 1997). Di Asia, pada tahun 1996-2001 Indonesia adalah produsen tapioka nomor dua setelah Thailand dengan produksi rata-rata mencapai 15-16 juta ton per tahun, sedangkan Thailand 30 juta ton tapioka per tahun kemudian Vietnam berada pada urutan ketiga yaitu 2-3 juta ton tapioka per tahun. Dari produksi tersebut, dimanfaatkan untuk kebutuhan dalam negeri sekitar 70% sementara sisanya diekspor ke berbagai negara di Asia dan Eropa.

Dilihat dari potensi yang dimiliki Indonesia, sumber daya lahan dan sumber daya manusia untuk pengembangan produksi tapioka masih banyak tersedia di berbagai daerah. Untuk itu, pengembangan industri tapioka perlu terus ditingkatkan dan tentunya harus diiringi dengan pola pengolahan yang pada setiap tahapan kegiatannya harus memperhatikan konsep-konsep pengelolaan yang berwawasan lingkungan.

### **2.1.3. Pengolahan Limbah Industri Tapioka**

Dengan perkembangan industri tapioka dan permintaan akan produk yang terus meningkat, selain menimbulkan dampak positif pada sektor ekonomi untuk peningkatan kesejahteraan diikuti pula oleh munculnya dampak negatif pada lingkungan akibat limbah yang dihasilkan baik berupa limbah padat maupun limbah cair. Melihat pola pembangunan pada industri tapioka yang berkembang di Indonesia, pada umumnya cenderung untuk memanfaatkan sumber daya yang disediakan oleh alam tanpa melakukan pemanfaatan kembali sisa bahan baku berupa limbah yang akhirnya menimbulkan permasalahan bagi lingkungan. Selain itu, limbah yang dihasilkan oleh industri pangan umumnya juga dapat menimbulkan masalah dalam penanganannya karena mengandung sejumlah besar karbohidrat, protein, lemak, garam-garam mineral dan sisa-sisa bahan kimia yang digunakan dalam pengolahan dan pembersihan (Jenie et al, 1990).

Dalam upaya pencegahan dan penanggulangan timbulnya dampak negatif, dewasa ini pengelolaan lingkungan menjadi topik yang menarik perhatian bagi banyak pihak karena berhubungan dengan produktivitas dan pembangunan yang berkelanjutan. Dari pihak pemerintah, upaya-upaya yang dilakukan telah diarahkan untuk mengatur kerangka pengelolaan lingkungan nasional secara efektif tanpa menghambat laju pembangunan. Namun demikian, disadari bahwa kapasitas pemerintah saja tidak cukup untuk menghadapi masalah lingkungan yang semakin kompleks sehingga diperlukan strategi khusus untuk mengatasi permasalahan lingkungan ini.

Strategi pengelolaan lingkungan yang dilakukan pada mulanya didasarkan pada pendekatan kapasitas daya dukung (*carrying capacity approach*), namun kemudian konsep ini ternyata sulit untuk diterapkan mengingat kendala-kendala yang timbul dan sering kali harus dilakukan upaya untuk memperbaiki kondisi lingkungan yang kemudian tercemar dan rusak, sehingga memerlukan biaya tinggi. Melihat kenyataan tersebut, strategi pengelolaan lingkungan kemudian berubah menjadi upaya untuk mengatasi masalah pencemaran dengan cara mengelola limbah yang terbentuk pada akhir pipa (*end of pipe treatment*), dengan harapan kualitas lingkungan hidup dapat lebih ditingkatkan. Akan tetapi kenyataannya masalah pencemaran dan kerusakan lingkungan masih terus terjadi (BAPEDAL, 1996).

Selanjutnya, pencegahan pencemaran untuk perlindungan lingkungan melalui penanggulangan pada akhir pipa (*end of pipe treatment*) dengan pengelolaan setelah terjadinya pencemaran mulai dialihkan ke pemikiran *front of process* yang merupakan tindakan preventif dengan penekanan bahwa pencemaran seharusnya tidak boleh terjadi (*zero waste*). Konsep *zero waste* diartikan sebagai konsep untuk mengupayakan agar suatu kegiatan hanya menghasilkan limbah dalam jumlah yang sekecil-kecilnya, bahkan kalau bisa tidak menghasilkan limbah sama sekali (BAPEDAL, 1996).

#### **2.1.4. Sumber Limbah Industri Tapioka**

Seperti telah dijelaskan pada Gambar 2.1, bahwa industri tapioka merupakan salah satu jenis industri yang dalam setiap tahapannya akan menghasilkan limbah baik berupa limbah padat maupun limbah cair. Limbah padat dihasilkan dari proses pencucian bahan baku (berupa endapan pasir/tanah yang terbawa dari kebun), proses pengupasan bahan baku (berupa kulit, bonggol singkong) dan dari proses produksi tapioka (berupa onggok), sementara limbah cair yang dihasilkan berasal dari proses pencucian bahan baku, proses produksi (proses pengendapan) dan dari proses pengepresan/pengeringan onggok.

Berbagai penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa limbah yang dihasilkan oleh industri tapioka cukup banyak yaitu mencapai 80% dari bahan baku sehingga tepung tapioka yang dihasilkan hanya sekitar 20% dari bahan baku yang diolah (Hasanudin, 2008). Berdasarkan bahan baku yang digunakan, maka industri ini menghasilkan limbah padat dan limbah cair yang mengandung bahan-bahan organik dengan konsentrasi yang tinggi. Limbah dengan karakteristik seperti ini tentunya akan mudah terdekomposisi oleh bakteri (terjadi pembusukan). Melihat dari sifat kandungannya tersebut, apabila tidak dilakukan pengelolaan dan pengolahan yang tepat terhadap limbah yang dihasilkan tentu akan menimbulkan permasalahan bagi lingkungan disekitarnya.

#### **2.1.5. Dampak Limbah Industri Tapioka**

Berdasarkan uraian diatas terlihat bahwa dalam setiap tahapannya, industri tapioka akan menghasilkan limbah cair dan limbah padat dalam jumlah yang cukup banyak. Limbah tersebut apabila tidak dikelola dan diolah dengan baik dan benar tentunya dapat menimbulkan berbagai masalah.

Berdasarkan Pedoman Pemanfaatan dan Pengolahan Limbah Tapioka (KLH: 2004), permasalahan yang mungkin timbul apabila tidak dilakukan pengelolaan dan pengolahan terhadap limbah cair industri tapioka diantaranya adalah: penyakit (seperti: gatal-gatal), timbul bau yang tidak sedap, apabila air limbah masuk ke dalam perairan dapat mengganggu kelangsungan makhluk hidup di perairan tersebut, dapat merubah estetika sungai dan lain-lain. Sedangkan penanganan yang kurang tepat terhadap hasil buangan padat dan cair akan menghasilkan gas yang dapat mencemari udara. Gas yang dihasilkan tersebut akibat dari proses dekomposisi (pembusukan) oleh bakteri terhadap limbah padat yang mengalami penumpukan (tidak langsung dilakukan pengelolaan).

#### **2.1.6. Potensi Pemanfaatan Limbah Industri Tapioka**

Mencegah terjadinya pencemaran dan kerusakan lingkungan merupakan suatu strategi yang harus diprioritaskan dalam upaya melaksanakan pembangunan yang berwawasan lingkungan. Akan tetapi hal tersebut bukanlah satu-satunya strategi

yang harus dilakukan karena masih banyak strategi lain yang dinilai lebih tepat untuk dapat meningkatkan dampak positif dari suatu proses produksi. Strategi yang dilakukan untuk meningkatkan dampak positif disini dapat melalui upaya minimisasi limbah, daur ulang, pengolahan, dan pembuangan limbah yang aman. Strategi untuk menghilangkan atau mengurangi limbah sebelum terbentuk (*preventive strategy*) akan lebih baik dibandingkan dengan strategi pengolahan atau pembuangan limbah yang telah muncul (*treatment strategy*).

Upaya minimisasi, daur ulang dan pengolahan limbah pada industri tapioka, mempunyai peluang yang sangat besar mengingat seperti telah diuraikan bahwa limbah yang dihasilkan pada industri ini mengandung bahan-bahan organik dengan konsentrasi yang tinggi. Strategi ini dapat dilakukan pada limbah padat (kulit singkong, onggok) maupun limbah cair industri tapioka yang dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan produk lain sehingga limbah yang muncul diakhir proses dapat dikurangi baik volumenya maupun kandungannya. Hal ini sesuai dengan *United Nation Environment Programme Industry and Environment, 1995*, bahwa karakteristik produk dapat dimodifikasi untuk meminimisasi dampak terhadap lingkungan dari proses produksi dan produk itu sendiri pada saat digunakan maupun setelah tidak digunakan atau dibuang.

#### **2.1.6.1. Limbah Padat Industri Tapioka**

Upaya pemanfaatan limbah padat industri tapioka, selain merupakan bentuk pengelolaan lingkungan yang inheren dengan kualitas hidup manusia juga berdampak pada perbaikan kesehatan lingkungan, peningkatan nilai ekonomi dan peningkatan daya guna limbah padat tapioka.

Limbah padat industri tapioka biasanya berupa pasir/tanah, bonggol/batang singkong, kulit singkong dan onggok. Limbah padat berupa pasir/tanah biasanya dikembalikan ke kebun atau digunakan sebagai urugan, bonggol/batang singkong juga akan dikembalikan ke kebun. Sementara untuk limbah padat berupa kulit akan digunakan sebagai pakan ternak, sebagai bahan pupuk organik, dan

selebihnya dibuang karena mengandung *Cyanogenic glucosides* yang dapat meracuni hewan ternak.

Menurut Sudaryanto 2006, limbah padat yang berupa kulit singkong ini dapat dimanfaatkan menjadi produk karbon aktif. Proses pembuatan karbon aktif dari limbah kulit singkong ini sangat sederhana, yaitu menggunakan proses aktivasi dan karbonisasi. Yield karbon aktif yang dihasilkan dari proses ini sekitar 27-30%. Karbon aktif memiliki manfaat yang sangat banyak, misalnya sebagai pembersih air, pemunian gas, industri gula, pengolahan limbah cair dan sebagainya (Roy, 1995). Berdasarkan Lembar Informasi Pertanian (LIPTAN, 2007) konsumsi karbon aktif dunia semakin meningkat setiap tahunnya, sebagai contoh pada tahun 2007 konsumsi karbon aktif diperkirakan mencapai 300.000 ton/tahun. Sedangkan di negara-negara besar seperti Amerika, kebutuhan perkapitanya mencapai 0,4 kg per tahun kemudian Jepang berkisar 0,2 kg per tahun (Roop, 2005). Hal ini berdampak pada harga karbon aktif yang semakin kompetitif. Di pasaran dalam negeri harga karbon aktif berkisar antara Rp 6.500/kg sampai Rp 15.000/kg tergantung pada kualitasnya (Pari, 2002). Di pasar internasional karbon aktif dengan bilangan *iodine* lebih besar 1.000 m<sup>2</sup>/gram dapat mencapai 20 dolar Amerika per kilonya (Suzuki et al, 2007). Dengan demikian, potensi pemanfaatan limbah padat industri tapioka berupa kulit singkong agar mempunyai nilai guna sangatlah memungkinkan.

Selanjutnya limbah padat berupa onggok, dihasilkan ketika memisahkan tepung pati dari serat singkong. Banyaknya onggok yang dihasilkan dari proses pembuatan tapioka berkisar antara 15-25% dari bobot bahan baku dengan kadar air hingga 20%. Onggok ini masih mengandung karbohidrat dan selulosa serta masih mempunyai nilai ekonomi walaupun tanpa dilakukan pemanfaatan/pengolahan terlebih dahulu. Umumnya, onggok ini hanya dimanfaatkan sebagai campuran pakan ternak sehingga nilai ekonomisnya sangat kecil sedangkan melihat kandungan komponen-komponennya relatif masih tinggi terutama karbohidrat.

Selain dimanfaatkan sebagai pakan ternak, onggok ini dapat digunakan sebagai bahan baku pada industri pembuatan saus, campuran kerupuk, obat nyamuk bakar dan lain-lain. Kemudian untuk memaksimalkan pemanfaatannya, onggok dapat digunakan sebagai bahan pembuatan asam sitrat. Asam sitrat merupakan asam organik yang larut dalam air dan banyak digunakan dalam industry pangan. Kebutuhan dunia akan asam sitrat sekitar  $6.0 \times 10^5$  ton per tahun dan terus meningkat dari tahun ke tahun (Ali et al, 2001). Dengan meningkatnya kebutuhan asam sitrat, produksi asam sitrat juga meningkat 2-3% per tahun (Moreira et al, 1996).

Hingga tahun 1920, semua asam sitrat dihasilkan dari lemon dan jus jeruk, namun saat ini asam sitrat dapat dihasilkan melalui fermentasi menggunakan mikroorganisme *Aspergillus niger*, yaitu jamur yang digunakan secara komersial pertama kali pada tahun 1923. *Aspergillus niger* merupakan salah satu spesies yang paling umum dan mudah diidentifikasi dari genus *Aspergillus*, famili *Moniliaceae*, ordo *Monoliales* dan kelas *Fungi imperfecti*. *Aspergillus niger* dapat tumbuh dengan cepat, yang biasa digunakan secara komersial dalam produksi asam sitrat, asam glukonat dan pembuatan berapa enzim seperti amilase, pektinase, amiloglukosidase dan selulase. *Aspergillus niger* dapat tumbuh pada suhu 35°C-37°C (optimum), 6°C-8°C (minimum), 45°C-47°C (maksimum) dan memerlukan oksigen yang cukup (aerobik). *Aspergillus niger* memiliki bulu dasar berwarna putih atau kuning dengan lapisan konidiospora tebal berwarna coklat gelap sampai hitam. Kepala konidia berwarna hitam, bulat, cenderung memisah menjadi bagian-bagian yang lebih longgar dengan bertambahnya umur. Konidiospora memiliki dinding yang halus, hialin dan juga berwarna coklat.

Guna memenuhi permintaan yang terus meningkat, maka efisiensi proses fermentasi terus dipelajari dan dikembangkan agar dapat ditentukan banyaknya substrat yang digunakan dan jumlah produk yang dihasilkan. Senyawa ini merupakan bahan pengawet yang baik dan alami, selain juga digunakan sebagai penambah rasa masam pada makanan dan minuman ringan. Asam sitrat dikategorikan aman digunakan pada makanan oleh semua badan pengawasan makanan nasional dan internasional utama. Senyawa ini secara alami terdapat



pada semua jenis makhluk hidup, dan kelebihan asam sitrat dengan mudah dimetabolisme dan dihilangkan dari tubuh.

Dalam pembuatan asam sitrat, onggok digunakan sebagai media fermentasi. Proses fermentasi dalam pembuatan asam sitrat terdiri dari dua tahap. Pertama fase pertumbuhan miselium dan kedua fase fermentasi pembentukan produk. Keduanya dikarakteristikkan oleh laju penyerapan karbohidrat. Pada fase pertama digunakan untuk pembentukan miselium dan pada tahap kedua karbohidrat diubah menjadi asam sitrat. Komponen utama dalam fermentasi adalah mikrobial, kemudian faktor-faktor pendukung yang lain adalah komposisi nutrisi media, Mangan dan logam lainnya, pH, kondisi lingkungan, tipe dan konsentrasi gula, pengaruh senyawa pengkhelet terhadap ion logam, ammonium nitrat dan aerasi (Arzumanov et al, 2000).

#### **2.1.6.2. Limbah Cair Industri Tapioka**

Pembuangan air limbah baik yang bersumber dari kegiatan domestik (rumah tangga) maupun dari kegiatan industri ke badan air dapat menyebabkan pencemaran lingkungan apabila kualitas air limbah tidak memenuhi baku mutu limbah. Dalam pengolahan air limbah, terdapat beberapa parameter kualitas yang digunakan. Parameter kualitas air limbah dapat dikelompokkan menjadi tiga, yaitu parameter organik, karakteristik fisik, dan kontaminan spesifik. Parameter organik merupakan ukuran jumlah zat organik yang terdapat dalam limbah. Parameter ini terdiri dari *total organic carbon* (TOC), COD, BOD, minyak dan lemak (O&G), dan *total petroleum hydrocarbons* (TPH). Karakteristik fisik dalam air limbah dapat dilihat dari parameter TSS, pH, temperatur, warna, bau, dan potensial reduksi. Sedangkan kontaminan spesifik dalam air limbah dapat berupa senyawa organik atau anorganik.

Berdasarkan karakteristiknya, limbah cair industri tapioka mengandung bahan organik dan berpotensi menimbulkan pencemaran lingkungan. Berdasarkan Lampiran B pada Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 1995

tentang Baku Mutu Limbah Cair Bagi Kegiatan Industri, limbah cair industri tapioka mempunyai kandungan potensial terhadap BOD<sub>5</sub>, COD, TSS dan Sianida.

Selanjutnya, volume limbah cair yang dihasilkan dari proses produksi tapioka sebanyak 20-25 m<sup>3</sup> per ton produk dan dapat meningkat hingga 30 m<sup>3</sup> pada musim hujan. Kandungan yang terdapat pada limbah cair industri tapioka adalah padatan tersuspensi sebesar 1.000-10.000 mg/L dan bahan organik 1.500-5.300 mg/L (Koesoebiono, 1984). Kemudian dalam Sari et al, 2007 menurut Barana et al, 2000, pada limbah cair tapioka masih ditemukan kandungan bahan organik yang cukup tinggi yang dapat dilihat dari kandungan COD sebesar 20.930 mg/liter, sedangkan menurut Manik, 1994 dalam Dharmawan, 2002, nilai COD dari limbah cair industri tapioka adalah sebesar 13.500-22.000 mg/liter.

Secara umum, proses penanganan limbah cair industri tapioka dilakukan dalam 3 (tiga) tahapan yaitu penanganan primer, sekunder dan tersier. Penanganan primer dilakukan pada unit-unit proses guna mempersiapkan karakteristik limbah agar sesuai untuk ditangani pada tahapan berikutnya. Pada penanganan primer, umumnya dilakukan secara fisik guna menyisahkan benda-benda terapung atau padatan terendapkan yang meliputi penyaringan kasar dan pengendapan. Penyaringan kasar digunakan untuk menahan benda yang relatif berukuran besar yang dikhawatirkan dapat mengganggu kinerja peralatan, kemudian pengendapan dilakukan untuk memisahkan bahan *inert* seperti tanah atau pasir dimana merupakan bahan yang tidak dapat terdegradasi sehingga akan terakumulasi di dasar instalasi pengolahan air limbah (IPAL) sehingga mengganggu operasi fasilitasnya. Penanganan primer ini, umumnya hanya dapat mengurangi kandungan bahan yang mengambang atau bahan yang terendapkan oleh gaya gravitasi. Sebagian polutan limbah cair dalam bentuk tersuspensi tidak terpengaruh oleh penanganan tersebut, sehingga diperlukan penanganan sekunder melalui proses biologis (aerobik maupun anaerobik).

Penanganan secara biologis pada perinsipnya adalah memanfaatkan mikroorganisme polutan organik biodegradable dan mengkonversi polutan

organik tersebut menjadi karbon dioksida, air dan energi untuk pertumbuhan dan reproduksinya. Untuk itu, sistem penanganan limbah cair secara biologis harus mampu memberikan kondisi yang optimum bagi mikroorganisme untuk dapat menstabilkan polutan organik biodegradable secara maksimum. Selanjutnya, guna mempertahankan agar mikroorganisme tetap aktif dan produktif maka harus diberikan pasokan oksigen yang cukup, waktu yang cukup untuk kontak dengan polutan organik serta temperatur dan komposisi medium yang sesuai. Selain itu, proses anaerobik juga dapat dilakukan untuk penanganan limbah industri tapioka secara biologis. Pada proses ini, mikroorganisme anaerobik dapat digunakan untuk penanganan air limbah dengan kandungan padatan organik tersuspensi yang tinggi. Penanganan limbah cair dengan sistem ini mempunyai berbagai keuntungan seperti rendahnya produksi lumpur (*sludge*), rendahnya konsumsi energi dan dihasilkan gas metana ( $\text{CH}_4$ ) sebagai produk samping yang bermanfaat.

Dengan penanganan sekunder ini,  $\text{BOD}_5$  dan TSS yang terkandung dalam limbah cair dapat dikurangi secara signifikan, akan tetapi efluen yang dikeluarkan masih mengandung amonium atau nitrit dan fosfor dalam bentuk terlarut. Kedua bahan ini merupakan unsur hara (nutrien) bagi tanaman akuatik sehingga jika limbah cair ini dibuang ke lingkungan perairan akan menyebabkan pertumbuhan biota air dan alga secara berlebihan yang dapat menyebabkan eutrofikasi dan pendangkalan pada badan air. Oleh karena itu, unsur hara tersebut perlu dieliminasi dari efluen. Nitrogen dalam efluen IPAL kebanyakan dalam bentuk senyawa amonia atau ammonium tergantung pada nilai pH-nya. Senyawa amonia ini bersifat toksik terhadap ikan apabila konsentrasinya cukup tinggi. Permasalahan lain yang berkaitan dengan amonia adalah penggunaan oksigen terlarut selama proses konversi dari amonia menjadi nitrat oleh mikroorganisme (nitrifikasi). Oleh karena itu, untuk meningkatkan kualitas efluen dibutuhkan penanganan tambahan atau disebut dengan penanganan tersier (*advanced waste water treatment*) untuk mengurangi atau menghilangkan konsentrasi BOD, TSS dan nutrien (N, P). Proses penanganan tersier yang biasa diterapkan antara lain filtrasi pasir, eliminasi nitrogen (nitrifikasi dan denitrifikasi) dan eliminasi fosfor baik secara kimia maupun biologis.

Memperhatikan uraian diatas sangat bertolak belakang dengan kondisi senyatanya dilapangan, dimana sebagian besar industri tapioka tidak melakukan pengelolaan limbah cairnya hingga pada tahapan tersier. Oleh karena itu, hasil akhir limbah yang dibuang ke lingkungan masih mengandung amonium atau nitrit dan fosfor dalam bentuk terlarut. Amonium atau nitrit mempunyai sifat yang toksik dan korosif apabila melampaui baku mutu yang ditetapkan dan dapat berpengaruh bagi kehidupan masyarakat pengguna sungai serta biota air yang ada di dalamnya. Sedangkan fosfor merupakan komponen biokimia sebagai pengubah energi di dalam sel dan terdapat dalam bentuk adenosin fosfat, yang sangat diperlukan dalam kehidupan sel. Kekurangan fosfor akan menghambat metabolisme secara keseluruhan, sehingga menyebabkan penurunan pertumbuhan biomassa. Hal ini senada dengan pernyataan Beveridge (1996) yang menyatakan bahwa unsur fosfor merupakan unsur utama yang diperlukan oleh semua ikan untuk pertumbuhan normal, pembentukan tulang, mengatur regulasi asam-basa dan metabolisme lipid dan karbohidrat. Namun demikian, perairan yang mengandung kadar fosfat yang cukup tinggi dan melebihi kebutuhan normal organisme akuatik akan menyebabkan terjadinya eutrofikasi.

Sebenarnya masih terdapat peluang untuk menghasilkan produk samping yang bermanfaat atau mempunyai nilai tambah dari limbah cair tersebut. Produk samping yang dapat dihasilkan yaitu gas metana ( $\text{CH}_4$ ) yang terbentuk pada penanganan secara biologi dengan menggunakan proses anaerobik. Metana yang dihasilkan tersebut berupa gas yang dapat dibakar (*flameable gas*) sehingga dapat dijadikan sumber energi alternatif terbarukan. Pemanfaatan gas metana tersebut dapat dilakukan melalui bioreaktor anaerobik sehingga sekaligus dapat mengurangi dampak pemanasan global.

Selain dapat mengurangi pemanasan global, pemanfaatan gas metana yang terdapat dalam limbah cair industri tapioka ini juga merupakan salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk mengembangkan energi alternatif sehingga dapat mengurangi penggunaan energi berbasis minyak bumi. Energi alternatif seperti ini

tentunya akan menguntungkan bagi Indonesia pada umumnya mengingat beberapa tahun terakhir Indonesia telah menjadi negara importir BBM dan krisis energi telah melanda secara global. Selain itu, energi dari bahan tambang seperti minyak bumi dan gas bumi diperkirakan akan habis dalam waktu yang singkat. Dengan demikian, mau atau tidak mau Indonesia harus segera mencari sumber energi yang dapat diperbaharui (*renewable energy*) untuk memenuhi kebutuhan energi dimasa depan.

#### **2.1.7. Pentingnya Pemanfaatan Gas Metana**

Metana adalah salah satu jenis gas rumah kaca yang terdapat di alam. Metana dihasilkan ketika jenis-jenis mikroorganisme tertentu menguraikan bahan organik pada kondisi tanpa udara (anaerobik). Metan merupakan senyawa yang tidak beracun, namun sangat mudah terbakar dan dapat menimbulkan ledakan dengan adanya campuran udara. Hasil samping dari reaksi oksidasi metan adalah karbon dioksida. Oleh karena itu keberadaan metan di atmosfer dapat meningkatkan temperatur mengingat metan merupakan salah satu gas rumah kaca. Meningkatnya gas rumah kaca merupakan penyebab munculnya fenomena naiknya suhu permukaan bumi yang sering disebut pemanasan global. Potensi metana untuk meningkatkan temperatur lebih tinggi dibandingkan dengan karbon dioksida. Metan dapat dihasilkan dari sampah padat hasil pertanian, kotoran ternak maupun manusia. Selain itu, limbah cair dengan kandungan organik tinggi juga dapat menghasilkan gas metan apabila dilakukan pengolahan dengan sistem biologi anaerobik.

Terus bertambahnya kegiatan manusia, telah meningkatkan jumlah metan yang dilepaskan ke atmosfer sehingga berpotensi memberikan sumbangan terhadap terjadinya pemanasan global. Limbah cair industri tapioka merupakan salah satu potensi yang dapat menghasilkan gas metan memiliki kandungan COD sekitar 13.500-22.000 mg/l. Bahan-bahan organik tersebut biasanya mengandung nutrisi yang cukup baik untuk pertumbuhan bakteri metanogenik. Adanya bakteri metanogenik di dalam kolam dapat menyebabkan terjadinya proses metanogenesis yang menghasilkan gas metana. Gas metana yang dihasilkan tersebut dapat

dimanfaatkan sebagai energi terbarukan sehingga dapat meminimalisasi dampak yang ditimbulkan serta meningkatkan nilai manfaat dari gas tersebut.

Pemanfaatan gas metan yang dihasilkan dari proses pengolahan limbah cair melalui sistem biologi anaerobik tentunya akan menghasilkan manfaat lebih. Manfaat yang diterima dari pemanfaatan limbah cair melalui *methane capture* sebagai sumber energi terbarukan antara lain dapat mengurangi sumbangan gas rumah kaca yang terlepas ke lingkungan, dapat meminimisasi potensi terjadinya pencemaran air karena pengolahan limbah cair telah dilakukan secara maksimal serta dapat mensubtitusi penggunaan bahan bakar fosil yang ketersediaannya terus berkurang. Selain itu energi dari pemanfaatan gas metan yang terbentuk pada pengolahan limbah cair industri tapioka memiliki konsentrasasi CO<sub>2</sub> yang lebih rendah di bandingkan dengan energi yang berasal dari bahan bakar fosil.

#### **2.1.8. Prinsip Penerapan Konsep *Zero Waste***

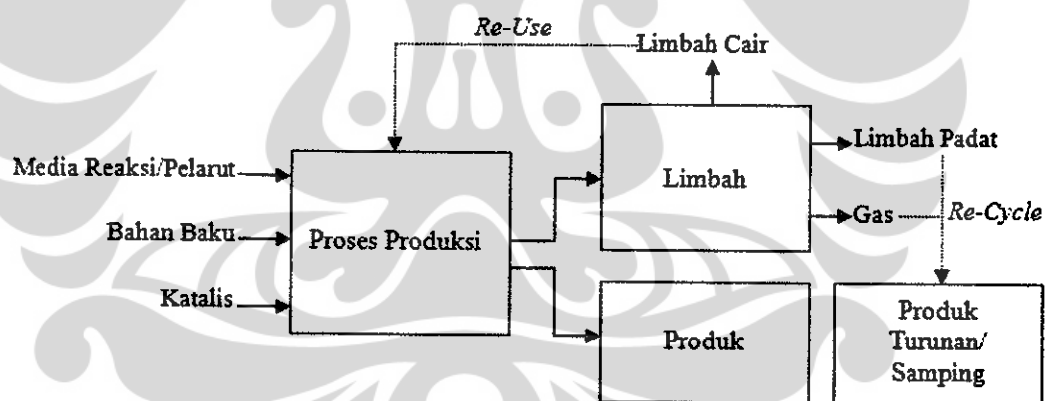
Konsep *zero waste* telah dicanangkan oleh sejumlah negara maju di Eropa, Amerika Serikat, Selandia Baru dan Australia sebagai kebijakan tujuan pembangunan yang baru. Bahkan perinsip *zero waste* ini telah dijadikan visi Pembangunan Millenium Baru suatu kota. Di Australia perinsip *zero waste* ini telah diterapkan di ibukota Australia yaitu Canberra, di Selandia Baru telah diterapkan di 12 kota, di Amerika Serikat telah diterapkan pada beberapa kota besar seperti di California, Oregon dan Idaho. Di kota-kota tersebut telah dirancang suatu agenda gerakan *zero waste* yang terprogram dengan rapih.

Konsep *zero waste* secara praktis dimaksudkan sebagai suatu tujuan untuk merancang kembali melalui suatu pendekatan sistem yang menyeluruh bagi alur pemanfaatan sumberdaya atau bahan-bahan bagi kepentingan produksi. Pada prinsipnya konsep *zero waste* dapat dipahami sebagai upaya memaksimalkan sistem daur-ulang dan meminimalisasi limbah yang terbentuk.

Dalam prakteknya, hal ini merupakan upaya untuk meyakinkan bahwa produk-produk yang dihasilkan dapat didaur-ulang, diperbaiki, digunakan kembali oleh

alam atau dalam pasar. Melalui penerapan konsep *zero waste*, paling tidak dapat diterapkan suatu sistem proses manufaktur agar sumberdaya yang digunakan tidak hilang dan menjadi langka atau dengan kata lain lebih memberikan jaminan keberlangsungan bagi lingkungan serta sumber daya yang digunakan. Penerapan konsep *zero waste* dalam mengendalikan pencemaran limbah industri diharapkan dapat menjaga produktivitas, selain itu untuk menyempurnakan kebijakan konsep *zero waste* dapat diterapkan pengelolaan dan pengolahan limbah yang dihasilkan untuk mengurangi tingkat bahaya limbah dan menciptakan nilai ekonomis dari limbah tersebut.

Dengan memperhatikan konsep *zero waste* tersebut, maka limbah yang dibuang ke lingkungan hanyalah limbah yang benar-benar tidak dapat dimanfaatkan kembali. Gambar 2.2. menunjukkan diagram alir suatu proses produksi pada umumnya dari bahan baku hingga dihasilkan produk utama dan produk samping, serta kemungkinan reduksi dan minimisasi limbah.



Gambar 2.2. Diagram alir proses produksi dengan minimisasi limbah  
 Sumber: Ali Masduqi dan Suciningtias Wardhani, 2005 (dengan modifikasi)

Berdasarkan Gambar 2.2. tersebut, dapat dijelaskan bahwa suatu proses produksi yang mengolah bahan baku dengan media reaksi/pelarut dan katalis sebagai bahan penolongnya akan menghasilkan output berupa produk dan limbah. Produk merupakan hasil utama dari proses tersebut, sedangkan limbah merupakan produk samping dari proses produksi. Untuk meningkatkan nilai manfaat dari produk samping maka, limbah yang dihasilkan ini tentunya harus diupayakan untuk digunakan kembali ataupun dimanfaatkan sebagai produk lainnya. Pemanfaatan

limbah ini dimaksudkan untuk menghasilkan limbah yang benar-benar tidak mempunyai nilai manfaat dalam jumlah yang sekecil-kecilnya (konsep *zero waste*). Penerapan konsep *zero waste* pada pengolahan limbah industri tapioka, diharapkan dapat meningkatkan nilai manfaat yang diterima baik secara lingkungan, ekonomi maupun sosial.

#### **2.1.9. Metodologi Perhitungan Reduksi CO<sub>2</sub> di Industri Tapioka**

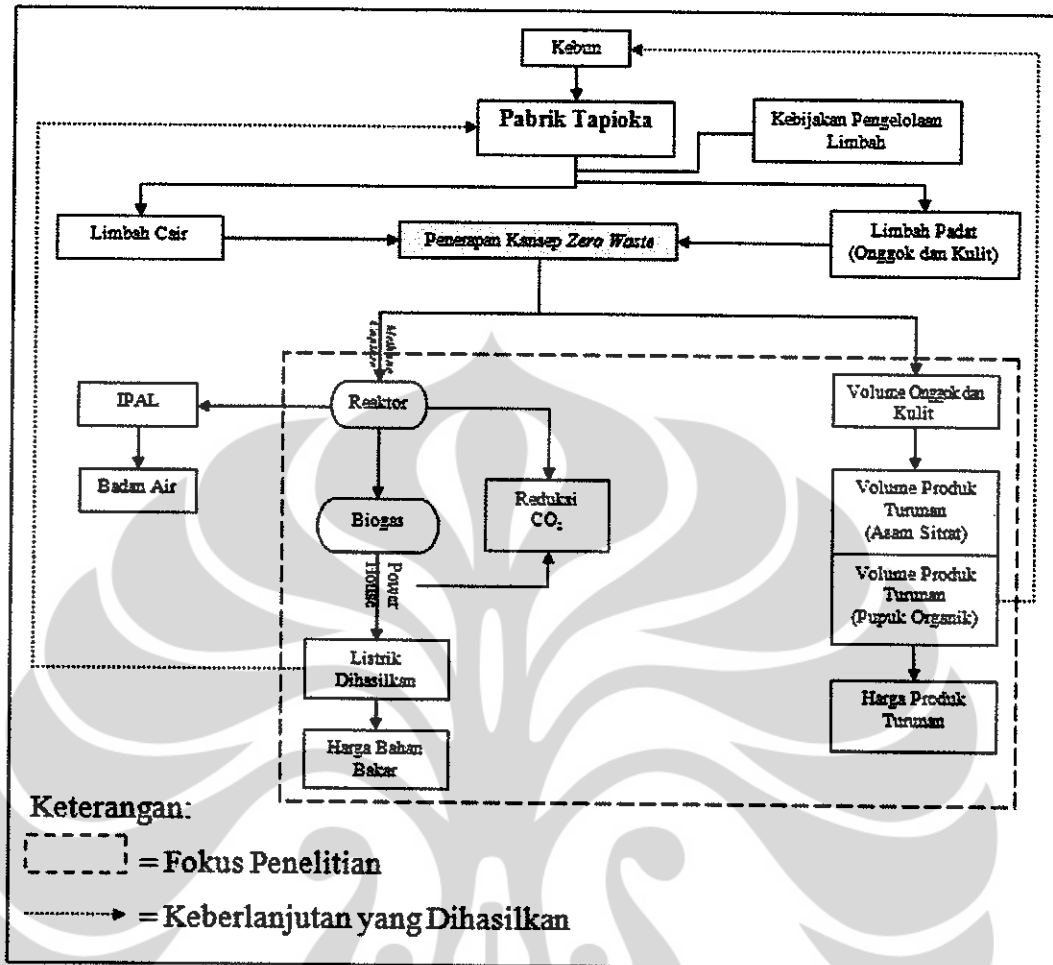
Dalam melakukan perhitungan reduksi CO<sub>2</sub> dari pemanfaatan limbah industri tapioka digunakan metodologi UNFCCC (*United Nation Framework Convention on Climate Change*) melalui organisasi IPCC (*Intergovernmental Panel Climate Change*) tahun 2006. Pedoman IPCC Nasional Persediaan Gas Rumah Kaca secara khusus dirancang untuk mempersiapkan dan melaporkan persediaan gas rumah kaca. Pendekatan IPCC digunakan memenuhi kebutuhan UNFCCC dalam menghitung emisi CO<sub>2</sub> dari sumbernya.

Selanjutnya, dalam menghitung reduksi CO<sub>2</sub> dari pemanfaatan limbah cair industri tapioka digunakan AMS-III.H yang khusus digunakan untuk pemanfaatan limbah cair sebagai sumber energi. Kemudian untuk penggunaan generator dengan energy terbarukan digunakan AMS-I.D. Hal ini karena listik yang dihasilkan dibawah 15MW dan kegiatan pemanfaatan ini termasuk pada jenis induatri kecil.

#### **2.2. Kerangka Berfikir**

Seperti diketahui, industri tapioka termasuk industri yang menghasilkan limbah dengan volume yang cukup besar, baik limbah padat maupun limbah cairnya. Dengan volume limbah yang besar tersebut, tentunya sangat memungkinkan apabila dilakukan pemanfaatan, sebagai peluang untuk meningkatkan nilai manfaat. Secara skematik, kerangka berfikir yang diajukan dapat dijelaskan pada Gambar 2.3.

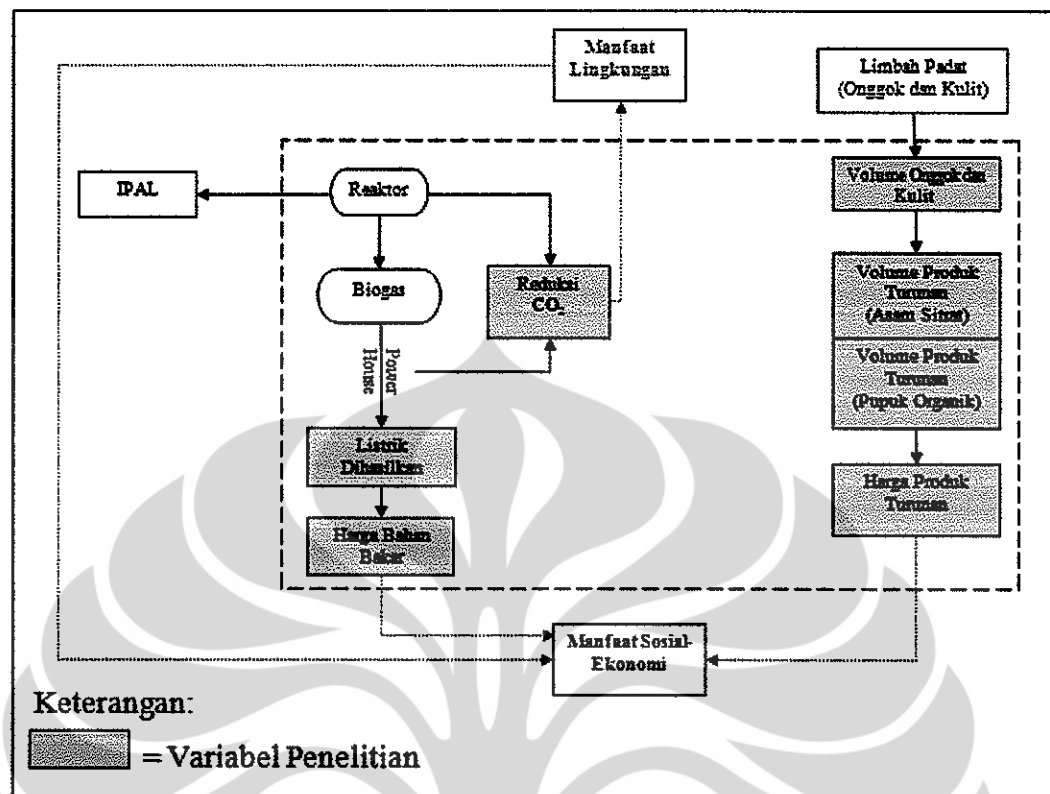




Gambar 2.3. Kerangka Berfikir

### 2.3. Kerangka Konsep

Berdasarkan kerangka berfikir yang diajukan, maka kerangka konsep dalam penelitian ini dapat dijelaskan seperti pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4. Kerangka Konsep Penelitian

#### 2.4. Hipotesis Pengarah

Dalam penelitian yang akan dilakukan, peneliti mengajukan hipotesis untuk mengarahkan hasil penelitian yaitu **pengelolaan limbah industri tapioka dengan penerapan konsep *zero waste*, berkontribusi pada peningkatan nilai manfaat baik secara lingkungan, ekonomi dan sosial.**

## **BAB 3 METODE PENELITIAN**

### **3.1. Pendekatan dan Metode Penelitian**

Pendekatan penelitian yang digunakan dalam penelitian ini dikategorikan sebagai penelitian kuantitatif. Jenis penelitian ini tergolong deskriptif yang bertujuan mengungkapkan peluang pemanfaatan limbah pada industri tapioka. Sifat penelitian ini adalah *ex post facto* dimana peneliti mengamati industri pembuatan tapioka yang telah melakukan pemanfaatan limbah yang dihasilkan.

### **3.2. Tempat dan Waktu Penelitian**

Tempat penelitian dilakukan di PT. Budi Acid Jaya selanjutnya disingkat menjadi PT. BAJ, yang berlokasi di Desa Gedung Ketapang, Kecamatan Sungkai Selatan, Kabupaten Lampung Utara, Provinsi Lampung dan di Desa Labuhan Ratu Kecamatan Way Jepara, Kabupaten Lampung Timur, Povinsi Lampung. Waktu penelitian lapangan direncanakan selama 1 (satu) bulan pada bulan Januari 2010.

### **3.3. Populasi dan Sampel Penelitian**

Populasi dalam penelitian ini adalah 27 industri tapioka skala besar di Provinsi Lampung, sedangkan populasi targetnya industri tapioka yang telah melakukan pemanfaatan terhadap limbah cair dan limbah padat yang dihasilkan yaitu PT. BAJ, yang berlokasi di Desa Gedung Ketapang, Kecamatan Sungkai Selatan, Kabupaten Lampung Utara, Provinsi Lampung dan Desa Labuhan Ratu Kecamatan Way Jepara, Kabupaten Lampung Timur, Povinsi Lampung. Pemilihan sampel dalam penelitian ini dilakukan dengan metode *purposive* (dilakukan secara sengaja) dimana sampel yang diambil sesuai dengan tujuan penelitian yaitu industri tapioka yang telah melakukan pemanfaatan terhadap limbah yang dihasilkan dengan kapasitas produksi 300 ton produk/hari dan 200 ton produk/hari.

Responden yang dipilih adalah perwakilan dari tiap-tiap populasi target, dalam hal ini stakeholder yang terkait dengan peluang pemanfaatan limbah pada industri

tapioka yaitu Manajemen PT. BAJ yang berlokasi di Desa Gedung Ketapang, Kecamatan Sungkai Selatan, Kabupaten Lampung Utara, Provinsi Lampung dan di Desa Labuhan Ratu Kecamatan Way Jepara, Kabupaten Lampung Timur, Povinsi Lampung, pihak pemerintah, dan masyarakat (petani singkong). Selanjutnya, pemilihan responden akan dilakukan dengan kriteria yang berbeda antara satu kelompok dengan kelompok lainya yang akan disesuaikan dengan kebutuhan data dan informasi yang diinginkan dari kelompok tersebut. Kriteria untuk masing-masing kelompok responden dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1. Kriteria Inklusi Responden dalam Penelitian

No.	Responden	Kriteria	Jumlah
1.	Industri Tapioka Skala Besardi Provinsi Lampung	1. Mengisi posisi strategis sekurang-kurangnya kepala departemen di struktur organisasi perusahaan. 2. Memahami pemanfaatan limbah pada industri tapioka 3. Memiliki pengalaman yang cukup sehubungan dengan pemanfaatan limbah industri tapioka 4. Memiliki pengetahuan mendalam mengenai proses produksi dan permasalahan lingkungan.	27 orang
2.	Manajemen PT. BAJ	1. Mengisi posisi strategis sekurang-kurangnya kepala departemen di struktur organisasi perusahaan. 2. Memahami pemanfaatan limbah pada industri tapioka 3. Memiliki pengalaman yang cukup sehubungan dengan pemanfaatan limbah industri tapioka 4. Memiliki pengetahuan mendalam mengenai proses produksi dan	7 Orang

No.	Responden	Kriteria	Jumlah
		permasalahan lingkungan.	
2.	Pihak Pemerintah	1. Memegang peran strategis dalam struktur organisasi pemerintahan. 2. Memahami konsep <i>zero waste</i> dalam pemanfaatan limbah industri tapioka 3. Pendidikan minimal sarjana yang sesuai dengan fungsi dan tugasnya di pemerintahan.	5 Orang
3.	Kelompok Tani	1. Mengetahui manfaat limbah industri tapioka 2. Terlibat langsung maupun tidak langsung dengan pemanfaatan limbah industri tapioka.	3 Orang

### 3.4. Variabel Penelitian

Secara umum definisi operasional dari variabel-variabel dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2. Definisi Operasional Penelitian

Variabel Penelitian	Definisi Operasional	Unit	Sifat Data
Listrik Dihasilkan	Jumlah Listrik yang dihasilkan dari <i>Power House</i> dengan bahan bakar gas	MW/bulan	Sekunder
Reduksi CO <sub>2</sub>	Pengurangan emisi CO <sub>2</sub> yang terbang ke lingkungan setelah dilakukan <i>Methane Capture</i> dan pengurangan emisi CO <sub>2</sub> yang diakibatkan oleh penggunaan BBG.	Ton/bulan	Primer
Harga Bahan	Harga beli di pasaran bahan	Rupiah/L	Sekunder

Variabel Penelitian	Definisi Operasional	Unit	Sifat Data
Bakar	bakar yang digunakan di Generator.		
Volume Onggok	Jumlah/volume limbah padat berupa onggok yang dihasilkan oleh industri tapioka	Ton/bulan	Sekunder
Volume Kulit	Jumlah/volume limbah padat berupa kulit yang dihasilkan oleh industri tapioka	Ton/bulan	Sekunder
Volume Produk Turunan (asam sitrat)	Jumlah asam sitrat yang dihasilkan dari pemanfaatan limbah padat berupa onggok industri tapioka	Ton/bulan	Sekunder
Volume Produk Turunan (pupuk organik)	Jumlah pupuk organik yang dihasilkan dari pemanfaatan limbah padat kulit	Ton/bulan	Sekunder
Harga Produk Turunan	Harga jual produk turunan berupa asam sitrat dan pupuk organik yang dihasilkan dari pemanfaatan limbah padat industri tapioka	Rupiah	Primer

### 3.5. Jenis dan Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas data primer dan data sekunder yang berasal dari lingkungan internal dan eksternal perusahaan yang mendukung dalam pencapaian tujuan dan dapat menjawab pertanyaan penelitian.

#### 3.5.1. Data Primer

Data primer diperoleh peneliti dari pihak perusahaan, hasil wawancara dengan pihak perusahaan, pihak pemerintah dan masyarakat setempat. Dalam penelitian

ini, data primer yang berhubungan dengan variabel penelitian diperoleh melalui wawancara langsung dengan bagian produksi, bagian pengolahan limbah dan bagian pengelolaan lingkungan di PT. BAJ Ketapang dan PT. BAJ Labuhan Ratu.

### **3.5.2. Data Sekunder**

Data sekunder diperoleh dari berbagai sumber seperti perpustakaan, situs internet yang ada kaitanya dengan masalah yang diteliti maupun berdasarkan data yang telah ada sebelumnya yang diperoleh dari pihak perusahaan. Data penunjang lainnya bersumber dari pihak perusahaan, Pemerintah Kabupaten Lampung Utara dan Kabupaten Lampung Timur, Kementerian Negara Lingkungan Hidup, Provinsi Lampung dan Badan Pusat Statistik Provinsi Lampung.

### **3.6. Teknik Pengumpulan Data**

Teknik pengumpulan data yang dilakukan dalam penelitian ini:

- a. Kuesioner, yaitu teknik pengumpulan data melalui sejumlah pertanyaan dan telah tersusun sesuai dengan tujuan penelitian yang telah ditentukan.
- b. Studi Kepustakaan, yaitu pengumpulan data yang dilakukan dengan cara membaca, mengutip baik secara langsung maupun tidak langsung dari buku dan literatur yang bersifat ilmiah dan berhubungan dengan topik yang diteliti.
- c. Penelitian lapangan, yaitu dengan melakukan penelitian langsung di PT. BAJ, yang berlokasi di Desa Gedung Ketapang, Kecamatan Sungkai Selatan, Kabupaten Lampung Utara, Provinsi Lampung dan di Desa Way Jepara Kecamatan Labuhan Ratu, Kabupaten Lampung Timur, Povinsi Lampung.
- d. Wawancara, yaitu teknik pengumpulan data melalui sejumlah pertanyaan yang mengacu pada panduan wawancara terkait topik yang diteliti. Tujuan pokok pembuatan daftar pertanyaan adalah untuk memperoleh informasi yang relevan dengan penelitian yang dilakukan sehingga pemanfaatan limbah cair dan limbah padat pada tahun 2008 dan tahun 2009 dapat dianalisis secara mendalam. Pertanyaan yang diajukan mengacu pada kondisi pemanfaatan limbah cair dan limbah padat industri tapioka pada tahun 2008 dan 2009 sehingga dapat diketahui variabel penelitian yang diperlukan.

### 3.7. Metode Analisis Data

Untuk menjawab tujuan penelitian yang diajukan, data yang diperoleh melalui teknik pengumpulan data akan dianalisis secara deskriptif dan matematis. Metode analisis data yang digunakan untuk menjawab tujuan penelitian seperti Tabel 3.3.

Tabel 3.3. Analisis Yang Digunakan Untuk Menjawab Tujuan Penelitian

No.	Tujuan Penelitian	Metode Pengumpulan Data	Metode Analisis Data
1.	Mengetahui faktor-faktor yang menyebabkan belum dimanfaatkannya limbah cair dan limbah padat industri tapioka	Wawancara, Studi Kepustakaan, Kuesioner	Deskriptif
2.	Menganalisis manfaat ekonomi dari pemanfaatan limbah cair dan limbah padat industri tapioka	Wawancara, Studi Kepustakaan	Deskriptif dengan Analisis matematis
3.	Menganalisis manfaat lingkungan dari pemanfaatan limbah cair dan limbah padat industri tapioka	Wawancara, Studi Kepustakaan	Deskriptif dengan analisis matematis.
4.	Mengetahui manfaat sosial dari pemanfaatan limbah cair dan limbah padat industri tapioka	Wawancara, Studi Kepustakaan	Deskriptif dengan perhitungan matematis

#### 3.7.1. Analisis Deskriptif

Analisis deskriptif bertujuan menggambarkan kondisi riil yang dihadapi industri tapioka dalam menerapkan konsep *zero waste* melalui pemanfaatan limbah yang dihasilkan guna meminimalisasi limbah yang terbentuk. Analisis deskriptif



digunakan untuk menjelaskan faktor-faktor yang menyebabkan belum dimanfaatkannya limbah cair dan limbah padat industri tapioka. Selain itu, analisis deskriptif juga digunakan untuk mengetahui manfaat sosial yang diperoleh dari pemanfaatan limbah industri tapioka tersebut. Dalam melakukan analisis deskriptif terhadap hal tersebut, juga disajikan dalam bentuk grafik dan tabel untuk memperjelas analisis yang dilakukan.

### 3.7.2. Analisis Matematis

Analisis matematis dilakukan untuk mengetahui manfaat ekonomi dan manfaat lingkungan yang diperoleh dari pemanfaatan limbah industri tapioka. Beberapa rumus yang digunakan untuk melakukan analisis terhadap manfaat ekonomi dan manfaat lingkungan yang diperoleh perusahaan adalah sebagai berikut:

- a) Reduksi CO<sub>2</sub> dari pemanfaatan limbah cair sebagai bahan bakar melalui *methane capture* dilakukan menggunakan *methodology UNFCCC* tentang *reduction emission* di pengolahan limbah dan penggunaan generator dengan bahan bakar yang terbaru (biogas) menggunakan *IPCC 2006 tools 'Avoided wastewater and On-site Energy Use Emission in The Industrial Sector, AMS-III.H dan AMS-I.D)*

$$ER_y = BE_y - PE_y \quad (1)$$

Dimana:

$ER_y$  = Emission reduction in the year y (pengurangan emisi CO<sub>2</sub> pada tahun y)  $tCO_2$

$BE_y$  = Baseline Emission in the year y (emisi CO<sub>2</sub> yang ditimbulkan apabila tidak ada pemanfaatan pada tahun y)  $tCO_2$

$PE_y$  = Project Emission in the year y (emisi CO<sub>2</sub> yang ditimbulkan oleh adanya proyek pemanfaatan pada tahun y)  $tCO_2$

$$BE_y = BE_{y,wwtread} + BE_{y,power} \quad (2)$$

Dimana:

$BE_{y,ww,tread}$  = *Baseline Emission from open lagoon in the year y* (emisi CO<sub>2</sub> yang ditimbulkan dari kolam pengolahan terbuka apabila tidak ada pemanfaatan pada tahun y)  $tCO_2$

$BE_{y,power}$  = *Baseline Emission year from power generator in the year y* (emisi CO<sub>2</sub> yang ditimbulkan dari generator apabila tidak ada pemanfaatan pada tahun y)  $tCO_2e$

$$PE_y = PE_{ww,tread,y} + PE_{fugitive,y} + PE_{electricity,y} \quad (3)$$

Dinama:

$PE_{ww,tread,y}$  = *Emission from degradable organic carbon in treated waste water in year y* (emisi dari karbon organik dalam air limbah yang diolah pada tahun y)  $tonCO_2e$

$PE_{fugitive,y}$  = *Emission from methane release in capture and utilization/combustion/flare system in year y* (Emisi dari rilis penangkapan metan dan pemanfaatan / pembakaran / flare pada tahun y)  $tonCO_2e$

$PE_{electricity,y}$  = *Emission from electricity in year y* (emisi dari penggunaan generator setelah adanya pemanfaatan pada tahun y)  $tonCO_2e$

b) Manfaat ekonomi dari pemanfaatan limbah industri tapioka.

Manfaat ekonomi yang diterima dari pemanfaatan limbah industri tapioka akan dilakukan analisis menggunakan analisis *Benefit-Cost Ratio* dengan terlebih dahulu menentukan *Net Present Value (NPV)* dari pemanfaatan limbah cair yang dilakukan. Rumus yang digunakan untuk menghitung NPV dan *Benefit-Cost Ratio* adalah sebagai berikut:

$$NPV = \sum_{t=0}^T \frac{(Bt - Ct)}{(1+r)^t} \dots\dots\dots (4)$$

$$\frac{B}{C} = \frac{\sum_{t=0}^T \frac{Bt}{(1+r)^t}}{\sum_{t=0}^T \frac{Ct + Kt}{(1+r)^t}} \dots\dots\dots (5)$$

Dimana:

B = *benefit*

C = *cost*

T = Jumlah Tahun

t = periode tahun

K = Modal

R = tingkat diskonto



## BAB 4 HASIL ANALISIS DAN PEMBAHASAN

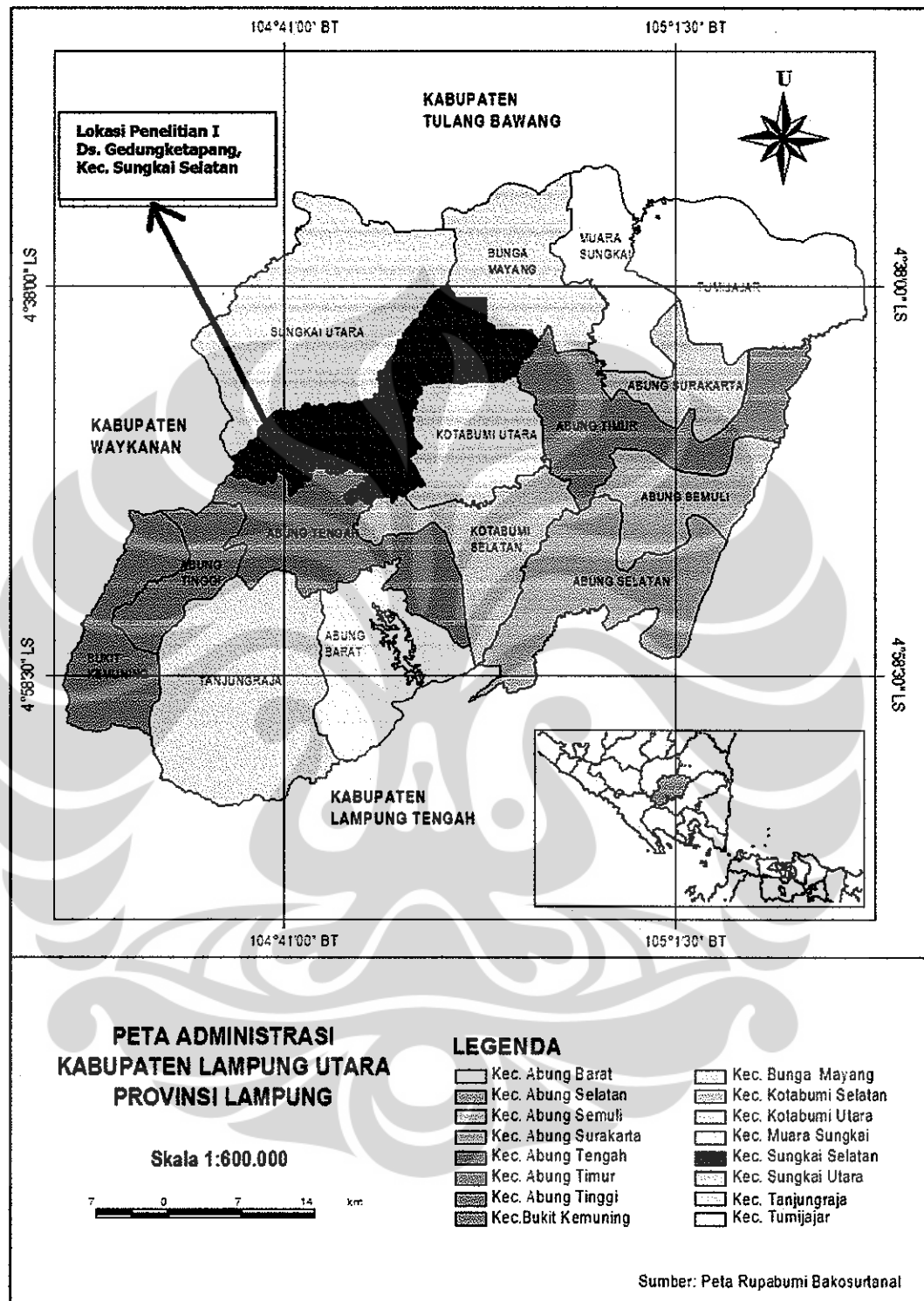
### 4.1. Gambaran Umum Lokasi Penelitian

PT. BAJ Ketapang dan PT. BAJ Labuhan Ratu merupakan anak perusahaan dari Sungai Budi Group yang bergerak dalam bidang industri tapioka. Kedua lokasi penelitian berada di Kabupaten Lampung Utara dan Kabupaten Lampung Timur Provinsi Lampung. PT. BAJ Ketapang beroperasi sejak tahun 1997, sedangkan PT. BAJ Labuhan Ratu beroperasi sejak tahun 1999. Status permodalan kedua perusahaan adalah PMDN (Penanaman Modal Dalam Negeri).

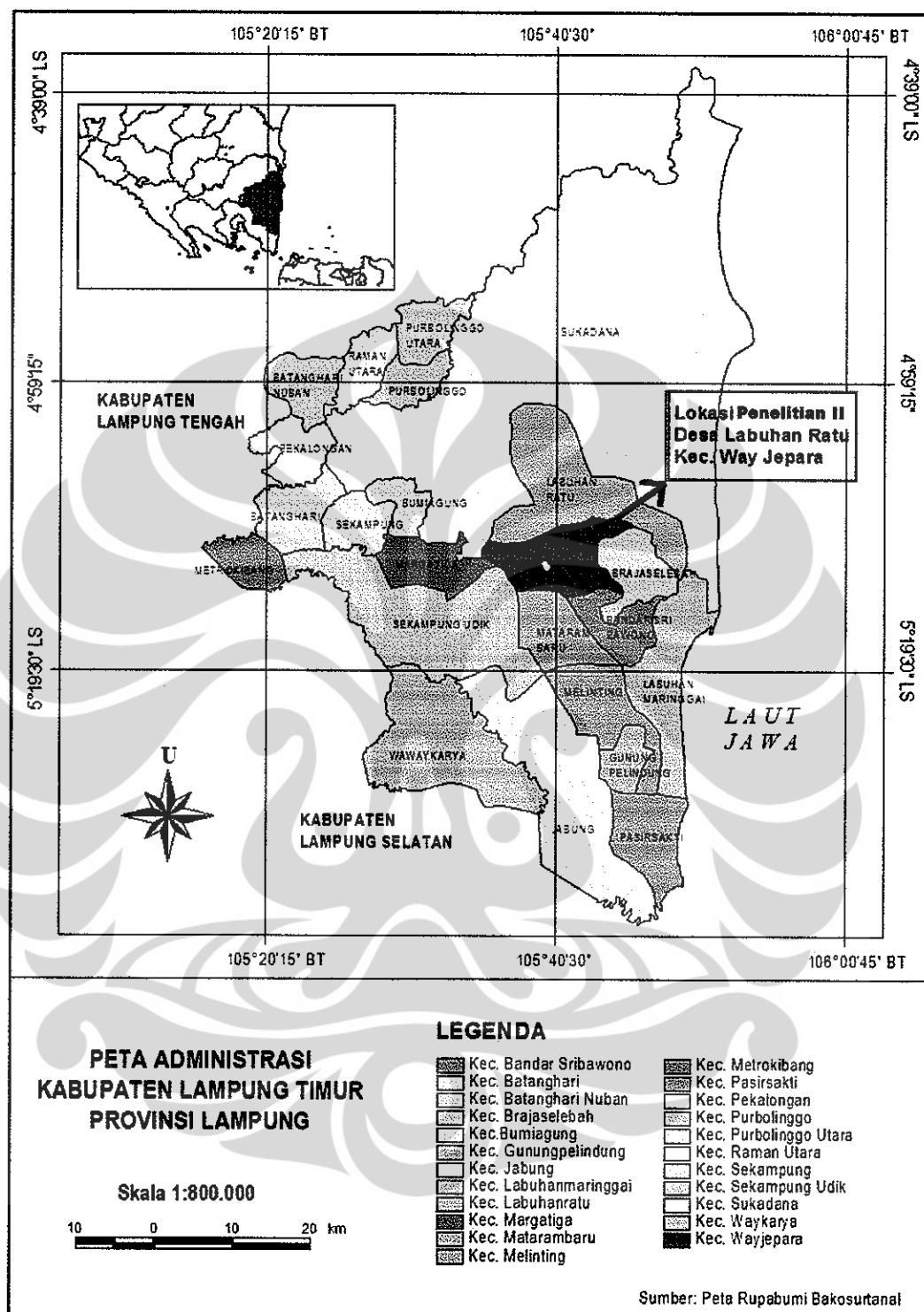
Sejak tahun 2008 kedua perusahaan melakukan kegiatan pemanfaatan limbah cair yang dihasilkan sebagai sumber energi terbarukan melalui *methane capture*. Kegiatan pemanfaatan metan ini dapat menghasilkan manfaat lebih berupa listrik yang digunakan sebagai sumber energi pada berbagai proses produksi di industri tapioka. Pelaksanaan *methane capture* oleh PT. BAJ Ketapang dilakukan sejak bulan Januari 2009 dan PT. BAJ Labuhan Ratu sejak bulan Juni 2009.

Selain hal tersebut, kedua perusahaan telah melakukan pemanfaatn terhadap limbah padat onggok sebagai bahan baku asam sitrat. Sedangkan limbah padat kulit, sejak tahun 2007 telah dimanfaatkan sebagai pupuk organik melalui pengomposan yang digunakan untuk mensubtitusi penggunaan pupuk kimia.

Berdasarkan uraian tersebut, kedua perusahaan merupakan industri tapioka yang telah berusaha menerapkan konsep *zero waste* dalam melakukan pengelolaan limbah yang dihasilkannya. Penerapan konsep tersebut dilakukan untuk meningkatkan nilai manfaat dari limbah yang terbentuk dari proses produksi. Dengan bertambahnya nilai manfaat dari limbah yang dihasilkan, diharapkan dapat memberikan andil terhadap pengelolaan lingkungan oleh perusahaan yang sekaligus memberikan manfaat ekonomi dan manfaat sosial. Gambar 4.1 dan Gambar 4.2. menunjukan lokasi kedua perusahaan yang menjadi tempat penelitian.



Gambar 4.1. Lokasi Penelitian di PT. Budi Acid Jaya Desa Gedung Ketapang



Gambar 4.1. Lokasi Penelitian di PT. Budi Acid Jaya Desa Labuhan Ratu

#### 4.1.1. Kondisi Umum Perusahaan

PT. BAJ Ketapang dan PT. BAJ Labuhan Ratu melakukan proses produksi dengan sistem yang hampir sama, sedangkan kapasitas produksi terpasang untuk

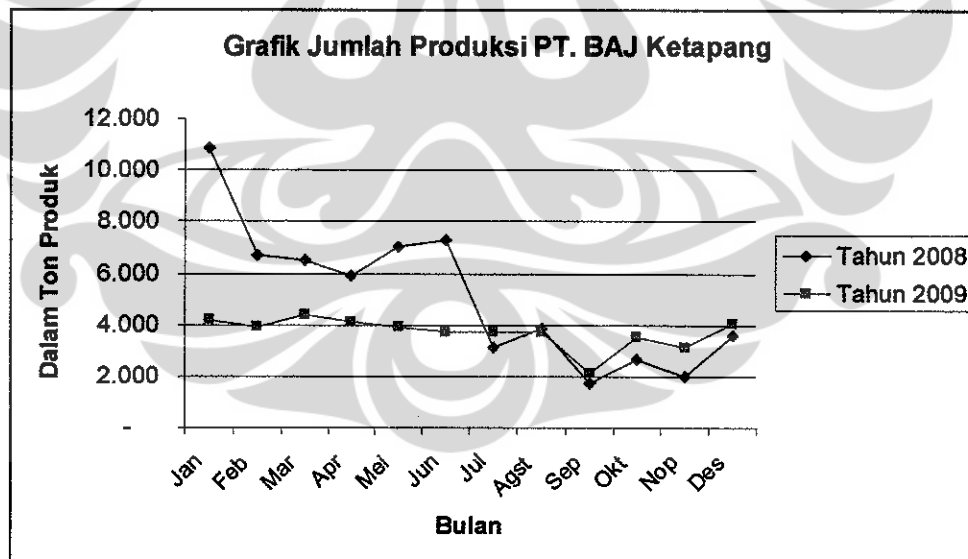
kedua perusahaan tersebut adalah 159.750 dan 88.750 ton tapioka pertahun dengan kebutuhan bahan baku ubi kayu sebesar 798.750 dan 443.750 ton per tahun. Sedangkan produksi riil yang dilakukan oleh kedua perusahaan pada tahun 2008 sampai tahun 2009 dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1. Produksi Riil PT. BAJ Ketapang dan PT. BAJ Labuhan Ratu

Tahun	PT. BAJ Ketapang		PT. BAJ Labuhan Ratu	
	Jumlah Bahan Baku Olah (Ton)	Jumlah Produk (Ton)	Jumlah Bahan Baku Olah (Ton)	Jumlah Produk (Ton)
2008	305.902	61.179	140.635	28.128
2009	221.734	44.347	188.858	37.771

Sumber: PT. BAJ; 2009

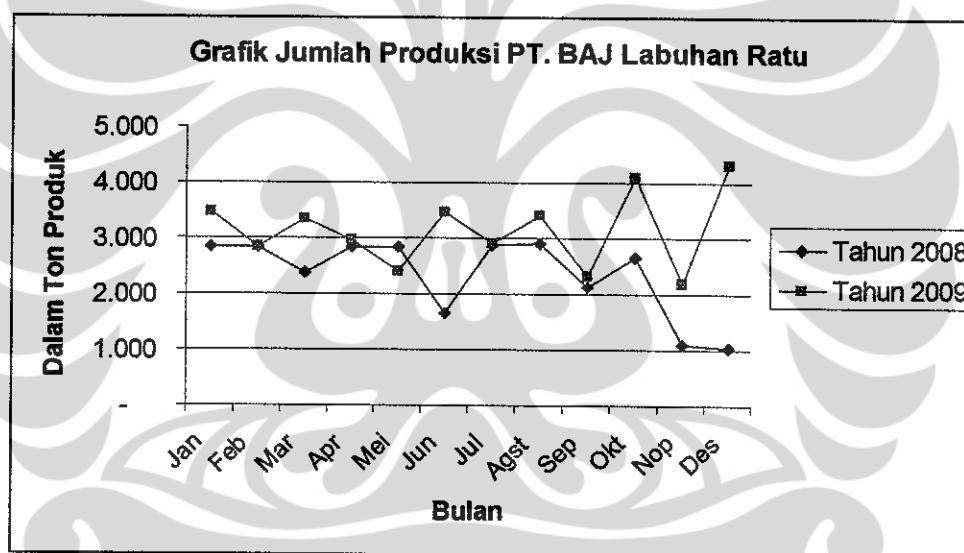
Bahan baku ubi kayu yang diolah oleh kedua perusahaan berasal dari kebun milik perusahaan dan dari petani. Produksi tapioka di kedua lokasi penelitian secara lebih jelas dapat dilihat pada Gambar 4.3. dan Gambar 4.4.



Gambar 4.3. Grafik Jumlah Produksi Tapioka PT. Budi Acid Jaya Ketapang

Berdasarkan Gambar 4.3. terlihat bahwa produksi PT. BAJ Ketapang pada tahun 2008 berfluktuatif dan cenderung terjadi penurunan produksi hingga produksi paling rendah pada bulan September 2008. Pada bulan Desember 2008 produksi

mulai stabil dan hal ini terus berlangsung hingga bulan Desember 2009. Keadaan ini disebabkan oleh ketersediaan bahan baku yang tidak mencukupi untuk produksi dengan kapasitas normal, sehingga pada tahun 2008 produksi yang dilakukan hanya sekitar 38% dari produksi normal kemudian stabil pada kisaran 28% dari produksi normal pada tahun 2009. Kurangnya bahan baku tersebut disebabkan karena dalam memenuhi kebutuhan produksinya, sebagian besar pemasok bahan baku adalah petani rakyat yang tidak mempunyai ikatan/kontrak dengan pihak perusahaan sehingga pada saat panen bebas menjual kemana saja sesuai harga penawaran yang tertinggi. Selain itu, beberapa industri sejenis serta industri lain yang memanfaatkan bahan baku yang sama juga bermunculan di wilayah ini.



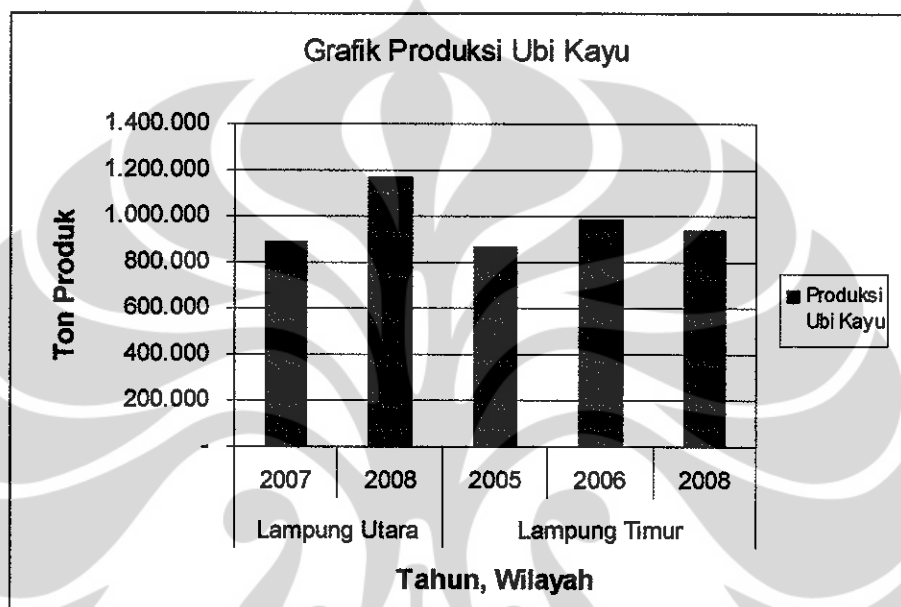
Gambar 4.4. Grafik Jumlah Produksi Tapioka PT. Budi Acid Jaya Labuhan Ratu

Keadaan yang agak berbeda terjadi pada hasil produksi PT. BAJ Labuhan Ratu seperti pada Gambar 4.4, meskipun sangat berfluktuasi akan tetapi produk yang dihasilkan tahun 2009 cenderung meningkat dari hasil produksi tahun 2008. Dibandingkan tahun 2008 dengan hasil produksi sebesar 32% dari kapasitas normal, pada tahun 2009 meningkat menjadi 43% dari kapasitas normal produksi.

Berdasarkan uraian tersebut diatas, pasokan bahan baku merupakan hal yang paling menentukan jumlah produk yang dihasilkan. Namun demikian,



ketersediaan bahan baku di kedua wilayah seharusnya tidak mempengaruhi jumlah produksi di kedua perusahaan. Hal ini dapat dilihat dari bahan baku olah kedua perusahaan yang tertinggi dilakukan oleh PT. BAJ Ketapang pada tahun 2008 sebanyak 305.902 ton, sementara pada tahun yang sama produksi bahan baku di Kabupaten tersebut mencapai lebih dari 800.000 ton seperti terlihat pada Gambar 4.5.



Gambar 4.5. Grafik Produksi Ubi Kayu di Kedua Wilayah Penelitian  
 Sumber: Lampung Utara Dalam Angka; 2009  
 Lampung Timur Dalam Angka; 2009

Dari Gambar 4.5. terlihat bahwa produksi ubi kayu per tahun di kedua wilayah tidak terjadi perubahan yang berarti, sehingga dapat dipastikan bahwa yang mempengaruhi ketersediaan bahan baku di kedua wilayah adalah bertambahnya jumlah industri sejenis. Hal ini sesuai dengan informasi yang diperoleh peneliti dari Badan Lingkungan Hidup (BLH) Provinsi Lampung, yang menyatakan bahwa saat ini jumlah industri tapioka di provinsi ini sebanyak 76 industri dengan skala kecil, menengah dan besar. Sementara berdasarkan data BPS (2006) di wilayah tersebut terdapat 36 industri tapioka dengan skala kecil, menengah dan besar. Jumlah industri tapioka di Provinsi Lampung pada tahun 2010, tersebar di Kabupaten Lampung Utara sebanyak 8 industri, Kabupaten Lampung Tengah 38 industri, Kabupaten Way Kanan 4 industri, Kabupaten Lampung Selatan 2 industri, Kabupaten Lampung Timur 17 industri dan Kabupaten Tulang Bawang 7

industri. Dari 76 industri tersebut, terdapat sekitar 27 industri dengan skala menengah besar dan sisanya merupakan industri kecil.

#### 4.1.2. Kondisi Umum Sekitar Wilayah Perusahaan

Lokasi kedua perusahaan berdasarkan Rencana Umum Tata Ruang (RUTR) Kabupaten Lampung Utara dan Kabupaten Lampung Timur merupakan wilayah pengembangan industri dan budidaya pertanian termasuk ubi kayu. Hal ini sesuai dengan kondisi dilapangan, dimana di lokasi tersebut terdapat sentra-sentra produksi pertanian rakyat dan telah beroperasinya beberapa pabrik termasuk tapioka.

Sebagai wilayah pengembangan industri dan budidaya pertanian, pada tahun 2008 kedua wilayah mempunyai luas panen ubi kayu sebesar 46.074 ha dan 39.188 ha. Sedangkan hasil panen ubi kayu pada tahun yang sama adalah 1.170.770 ton dan 932.322 ton (Lampung Utara Dalam Angka, 2009 dan Lampung Timur Dalam Angka, 2009). Hasil panen ubi kayu inilah yang menentukan produksi tapioka di masing-masing wilayah.

##### 4.1.2.1. Kependudukan Dan Tenaga Kerja

Berdasarkan data BPS Provinsi Lampung, kondisi kependudukan pada kedua lokasi penelitian pada tahun 2008 dapat dilihat pada tabel 4.2.

Tabel 4.2. Data Kependudukan di Sekitar Lokasi Penelitian

Kabupaten	Kecamatan	Jumlah Penduduk			Kepadatan Penduduk per Km <sup>2</sup>
		L	P	Total	
Lampung Utara	Sungkai Selatan	10.663	10.197	20.860	232
Lampung Timur	Way Jepara	25.813	24.289	50.102	219

Sumber: BPS Kabupaten Lampung Utara (2009);  
BPS Kabupaten Lampung Selatan (2009)

Rata-rata kepadatan penduduk di kedua wilayah penelitian hampir sama yaitu 232 dan 219 penduduk per km<sup>2</sup>. Sedangkan jumlah penduduk keseluruhan di kedua

wilayah adalah 20.860 dan 50.102 orang. Dari jumlah penduduk tersebut, yang terserap sebagai tenaga kerja di wilayah yang sama hanya sekitar 4,7% dan 1,8%.

Selanjutnya, menurut Dinas Sosial dan Tenaga Kerja data ketenaga kerjaan pada tahun 2008 di kedua wilayah tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3. Data Tenaga Kerja di Sekitar Lokasi Penelitian

Kabupaten	Kecamatan	Tenaga Kerja		Jumlah
		L	P	
Lampung Utara	Sungkai Selatan	4.659	978	5.646
Lampung Timur	Way Jepara	3.180	897	4.007

Sumber: Dinas Sosial dan Tenaga Kerja Lampung Utara (2009)  
Dinas Sosial dan Tenaga Kerja Lampung Timur (2009)

Berdasarkan Tabel 4.3, terlihat bahwa tenaga kerja yang terserap di kedua wilayah sebagian besar adalah laki-laki, sedangkan tenaga kerja perempuan hanya sekitar 17-22% dari total kebutuhan tenaga kerja. Sebagian besar tenaga kerja tersebut terserap pada sektor pertanian dan industri. Dengan demikian, perekonomian warga sekitar lokasi penelitian sangat tergantung pada hasil produksi pertanian dan industri pertanian.

#### 4.1.2.2. Tingkat Pendidikan

Berdasarkan data pencari kerja yang terdaftar pada Dinas Sosial dan Tenaga Kerja di kedua wilayah, tenaga kerja yang tersedia didominasi oleh lulusan pendidikan SLTA/ sederajat. Namun demikian, masih terdapat pencari kerja yang berpendidikan Sekolah Dasar dan pernah Sekolah Dasar. Hal ini menunjukkan bahwa di kedua wilayah masih terdapat penduduk yang masih minim tingkat pendidikannya.

Keberadaan sentra-sentra pertanian dan industri agro di kedua wilayah tersebut diharapkan dapat menyerap tenaga kerja yang tersedia sehingga dapat membantu

untuk peningkatan kondisi ekonomi warga. Data pencari kerja di kedua wilayah disajikan pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4. Daftar Pencari Kerja Pada Tahun 2008

Tingkat Pendidikan	Lokasi	
	Kec. Sungkai Selatan, Lampung Utara (Orang)	Kec. Way Jepara, Lampung Timur (Orang)
Tidak Tamat dan Tamat SD	59	138
SLTP/Sederajat	59	213
SMU/Sederajat	3.017	1.161
Akademi/universitas	434	278
<b>Jumlah</b>	<b>3.569</b>	<b>1.790</b>

Sumber: Dinas Sosial dan Tenaga Kerja Kabupaten Lampung Utara (2009);  
Dinas Sosial dan Tenaga Kerja Kabupaten Lampung Timur (2009)

Dari tabel 4.4, jelas terlihat bahwa tingkat pendidikan didominasi oleh tamatan SMU/ sederajat yaitu sebesar 84,5% dari total penduduk di Kecamatan Sungkai Selatan dan 64,86% dari total penduduk di Kecamatan Way Jepara. Sementara tingkat pendidikan akademi/universitas hanya berkisar 12,16% dan 15,5%. Sisanya adalah warga yang tingkat pendidikannya SLTP/ sederajat dan Tamat SD maupun Tidak Tamat SD.

#### 4.1.2.3. Kondisi Ekonomi

Mata pencarian penduduk di kedua wilayah, sebagian besar adalah petani, penggarap dan buruh tani, buruh agroindustri, tukang, peternak serta pedagang dan perkebunan yang terdapat di kedua wilayah. Tingkat penghasilan penduduk sebagai petani rata-rata sebesar Rp. 6.000.000 sampai dengan Rp. 8.000.000 setiap musim tanam (kurang lebih 9-12 bulan). Besaran penghasilan tersebut tergantung dari tingkat keberhasilan panen dan harga komoditas pada saat panen.

Dengan kondisi perekonomian petani yang tergantung pada hal tersebut, maka banyak petani yang harus mencari penghasilan tambahan, seperti buruh atau

berdagang. Gambaran mengenai jenis mata pencarian penduduk dan tingkat pendapatan penduduk dapat dilihat pada Tabel 4.5. dan 4.6. berikut:

Tabel 4.5. Jenis Mata Pencarian Penduduk Sekitar Wilayah Penelitian

Jumlah Penghasilan	Lokasi	
	BAJ Ketapang (Orang)	BAJ Labuhan Ratu (Orang)
Petani	14	11
Penggarap & Buruh Tani	9	9
Buruh Agro industri	7	6
Tukang	0	2
Pedagang	2	2
Lain-lain	8	10
<b>Jumlah</b>	<b>40</b>	<b>40</b>

Sumber: RKL/RPL, PT. BAJ (2007)

Tabel 4.5. menunjukkan bahwa mata pencaharian disekitar wilayah penelitian yang tertinggi adalah petani dan penggarap serta buruh tani. Pola usaha tani yang diterapkan oleh penduduk sekitar umumnya hanya bertujuan untuk mencukupi kebutuhan pokok (pangan) bagi keluarganya saja. Oleh karena itu, di kedua wilayah terlihat masih sedikit warga yang menyelesaikan pendidikannya hingga ke jenjang akademi atau universitas.

Berdasarkan dokumen RKL/RPL yang telah direvisi tahun 2008, diketahui bahwa tingkat pendapatan penduduk (per keluarga) cukup beragam yaitu mulai Rp. 400.000 hingga Rp. 800.000 per bulan. Rendahnya tingkat pendapatan berkaitan dengan sumber mata pencaharian yang ditekuni sebagian besar penduduk sekitar wilayah penelitian adalah petani dan buruh tani. Perkiraan tingkat pendapatan warga sekitar wilayah penelitian dapat dilihat pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6. Tingkat Pendapatan Penduduk Sekitar Wilayah Penelitian

Jumlah Penghasilan	Lokasi	
	BAJ Ketapang (Orang)	BAJ Labuhan Ratu (Orang)
< 400.000	11	5
401.000 -500.000	9	9
501.000- 600.000	6	11
601.000-700.000	2	10
701.000-800.000	2	2
> 800.000	10	3
<b>Jumlah</b>	<b>40</b>	<b>40</b>

Sumber: RKL/RPL, PT. BAJ (2007)

Industri tapioka menyerap tenaga kerja cukup besar dari tenaga kerja tidak terdidik hingga tenaga kerja terdidik. Penyerapan tenaga kerja yang berasal dari masyarakat lokal terjadi akibat hubungan kemitraan masyarakat dengan industri. Dari seluruh tenaga kerja yang terlibat dalam kegiatan di kedua lokasi penelitian, 80% diantaranya adalah penduduk lokal disekitar perusahaan. Data kebutuhan tenaga kerja di kedua wilayah disajikan dalam Tabel 4.7. dibawah ini:

Tabel 4.7. Kebutuhan Tenaga Kerja di PT. BAJ Ketapang dan Labuhan Ratu

Klasifikasi Pekerjaan	Jenis Kelamin			Daerah Asal		Pendidikan		
	L	P	Jumlah	Lokal	Komuter Harian	SD	SLTP	SMU
PT. BAJ Ketapang, Sungkai Selatan, Lampung Utara								
Manager Keatas	1	-	1	1	-	-	-	1
Staf	3	6	9	-	-	-	-	9
Buruh/Karyawan	101	13	114	100	14	9	20	85
Buruh/Borongan	21	235	256	206	50	8	223	140
<b>Total</b>	<b>126</b>	<b>254</b>	<b>380</b>	<b>316</b>	<b>64</b>	<b>17</b>	<b>223</b>	<b>140</b>
PT. BAJ Labuhan RAtu, Way Jepara, Lampung Timur								
Manager Keatas	1	-	1	1	-	-	-	1
Staf	3	7	10	10	-	-	-	10
Buruh/Karyawan	104	13	117	343	50	7	10	100
Buruh/Borongan	21	255	276			9	222	40
<b>Total</b>	<b>129</b>	<b>275</b>	<b>404</b>	<b>354</b>	<b>50</b>	<b>16</b>	<b>237</b>	<b>151</b>

Sumber: PT. BAJ; 2009

Dalam rangka pemanfaatan gas metan sebagai bahan bakar alternatif, selain tenaga kerja tersebut pada Tabel 4.7. dibutuhkan masing-masing 6 orang karyawan yang terdiri atas 2 orang operator, 3 orang petugas laboratorium dan 1

orang pimpinan. Seluruh karyawan yang bertugas dalam proses pemanfaatan gas metan ini berpendidikan sarjana sesuai bidangnya masing-masing.

Selain itu, pemberdayaan ekonomi masyarakat oleh PT BAJ, juga dilakukan melalui program *Corporate Social Responsibility* (CSR). Beberapa usaha kecil binaan PT. BAJ antara lain:

1. Koperasi Karyawan
2. Pembinaan terhadap kelompok tani disekitar wilayah perusahaan

Dengan adanya hubungan yang baik antara industri dan masyarakat diharapkan dapat meningkatkan kualitas hidup dan kesejahteraan masyarakat yang tinggal di lingkungan sekitar lokasi penelitian.

#### **4.1.2.4. Penerapan Konsep Zerowaste di Lokasi Penelitian (PT. BAJ Ketapang dan PT. Labuhan Ratu)**

Dalam melakukan pengolahan terhadap limbah yang dihasilkan, sebenarnya PT BAJ telah melakukan pengolahan terhadap produk samping yang dihasilkan baik terhadap limbah cair maupun limbah padatnya. Terhadap limbah cair yang dihasilkan, PT. BAJ telah memiliki IPAL berupa kolam-kolam dengan ukuran besar yang digunakan untuk mengolah limbahnya dengan sistem biologi. Kemudian untuk limbah padat berupa ongkok telah dimanfaatkan sebagai bahan baku asam sitrat (untuk media fermentasi). Dengan kondisi demikian, belum seluruh limbah yang dihasilkan dapat termanfaatkan, seperti kulit singkong yang hanya dibakar kemudian metan yang terbentuk dari proses pengolahan limbah cair juga dibiarkan terlepas ke udara. Hal ini selain dapat mengganggu estetika lingkungan akibat bau yang ditimbulkan juga dapat memberi sumbangan terhadap potensi pemanasan global dari gas rumah kaca yang dihasilkan.

Selanjutnya sebagai upaya penerapan konsep *zerowaste* dalam proses produksinya, PT. BAJ telah melakukan pengelolaan dan pemanfaatan terhadap limbah yang dihasilkannya. Berdasarkan bahan baku olah dan produksi riil, volume limbah yang dihasilkan dapat dilihat pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8. Limbah Yang Dihasilkan oleh PT. BAJ Ketapang dan Labuhan Ratu

Lokasi Perusahaan  Tahun	Limbah Yang Dihasilkan			
	Cair (m <sup>3</sup> )	Padat		
		Onggok (ton)	Kulit (ton)	Bonggol/ Tanah (ton)
<b>Sungkai Selatan, Lampung Utara</b>				
Tahun 2008	1.310.948	76.476	9.177	6.118
Tahun 2009	950.075	55.434	6.652	4.435
<b>Way Jepara, Lampung Timur</b>				
Tahun 2008	602.588	35.159	4.219	2.813
Tahun 2009	809.210	47.215	5.666	3.777

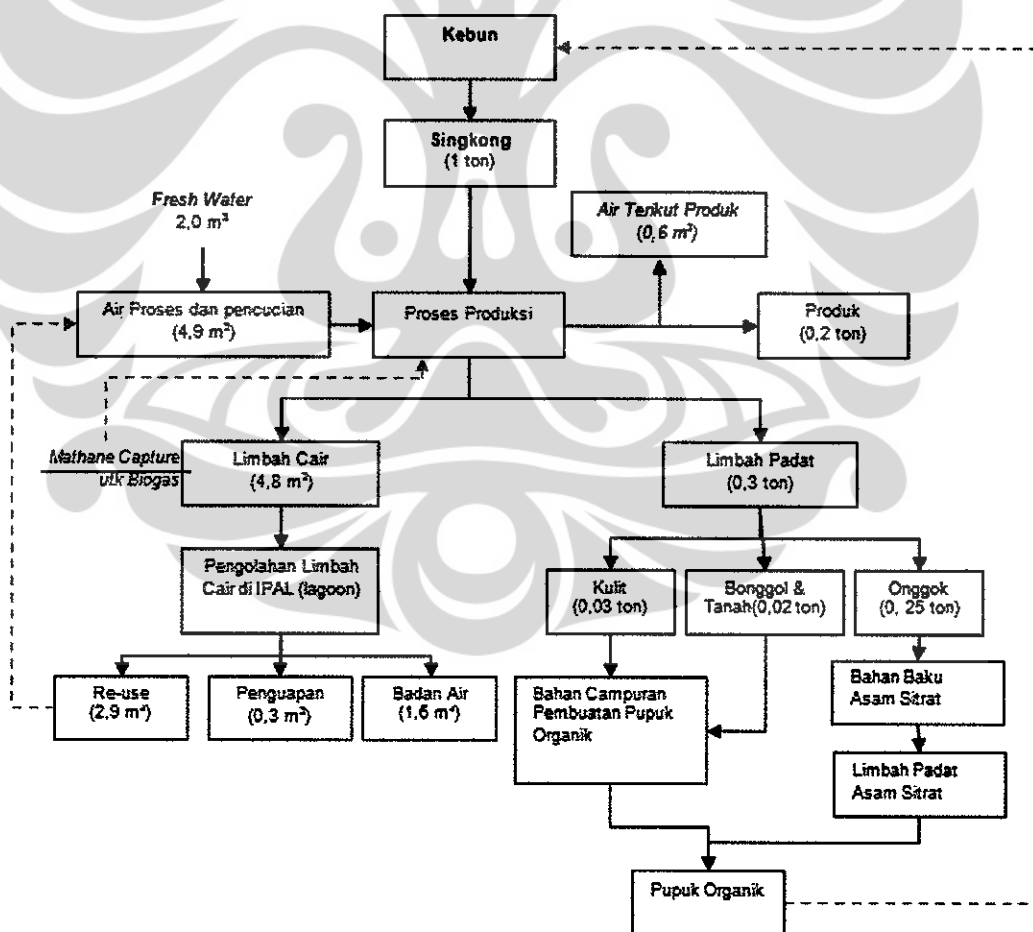
Sumber: PT. BAJ (dengan perhitungan); 2010

Limbah yang dihasilkan tersebut sebenarnya merupakan hasil samping yang masih mempunyai nilai manfaat apabila dikelola dengan baik. Terhadap limbah cair yang dihasilkan, PT. BAJ Ketapang dan Labuhan Ratu melakukan pemanfaatan melalui penangkapan metan (CH<sub>4</sub>) yang terbentuk akibat pengolahan dengan sistem biologis anaerobik dengan menggunakan reaktor biogas. Gas metana ini tergolong gas rumah kaca sehingga apabila terlepas ke udara akan menambah efek pemanasan global. Dengan sistem ini metan yang terlepas ke udara dapat diminimalkan sehingga dapat mengurangi efek pemanasan global. Selanjutnya, gas metan yang ditangkap tersebut dimanfaatkan sebagai sumber energi terbarukan sedangkan gas yang tidak memenuhi *grade* di *flare* (dibakar).

Air limbah yang telah melalui reaktor biogas selanjutnya diolah pada kolam-kolam IPAL dengan hasil akhir yang telah memenuhi baku mutu. Hasil tersebut dapat dilihat pada lampiran 1. Air Limbah yang telah diolah di kolam-kolam IPAL sebagian (sekitar 60% dari air produksi) dimanfaatkan kembali untuk proses produksi dan sebagian (30% dari air produksi) dibuang ke badan air, sisanya sekitar 5% dari air produksi menguap dalam proses pengolahan produk.



Selain pemanfaatan terhadap limbah cair yang dihasilkan, PT. BAJ memanfaatkan limbah padat berupa onggok sebagai bahan baku asam sitrat. Produksi asam sitrat dilakukan di pabrik terpisah dan menggunakan bahan baku (onggok) dari beberapa pabrik tapioka dalam group PT. Sungai Budi. Dengan pemanfaatan ini, limbah padat onggok yang terbentuk di pabrik tapioka langsung dikirim ke pabrik pembuat asam sitrat setelah dilakukan pengepresan dengan tingkat kekeringan hingga 35%. Limbah padat berupa kulit yang dihasilkan biasanya bercampur dengan tanah yang terbawa dari kebun. Kedua lokasi penelitian telah melakukan pemanfaatan limbah padat kulit sebagai bahan pembuatan pupuk organik. Selain itu, limbah padat dari pembuatan asam sitrat juga dimanfaatkan sebagai pupuk organik yang diolah di tempat terpisah. Gambaran mengenai pemanfaatan limbah yang dihasilkan oleh kedua lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 4.6.



Gambar 4.6. Bagan Pemanfaatan Pada PT. Budi Acid Jaya  
Sumber: Hasil Perhitungan

Berdasarkan Gambar 4.6. terlihat bahwa hampir seluruh limbah yang dihasilkan dari proses produksi tapioka dapat dimanfaatkan sebagai produk samping yang mempunyai nilai manfaat lebih. Untuk setiap ton bahan baku olah dibutuhkan air proses sebesar  $4,9 \text{ m}^3$  atau sekitar 490% dari jumlah bahan baku yang diolah. Selanjutnya, setelah melalui proses produksi akan dihasilkan produk sebesar 0,2 ton dan sekitar  $0,6 \text{ m}^3$  air terikut produk yang kemudian menguap pada saat proses pengeringan. Dengan demikian, limbah yang terbentuk dari proses produksi tapioka sangat besar yaitu sebesar 501% dari bahan baku yang diolah, terdiri dari limbah cair  $4,8 \text{ m}^3$  dan limbah padat sebesar 30% dari bahan baku olah (0,3 ton).

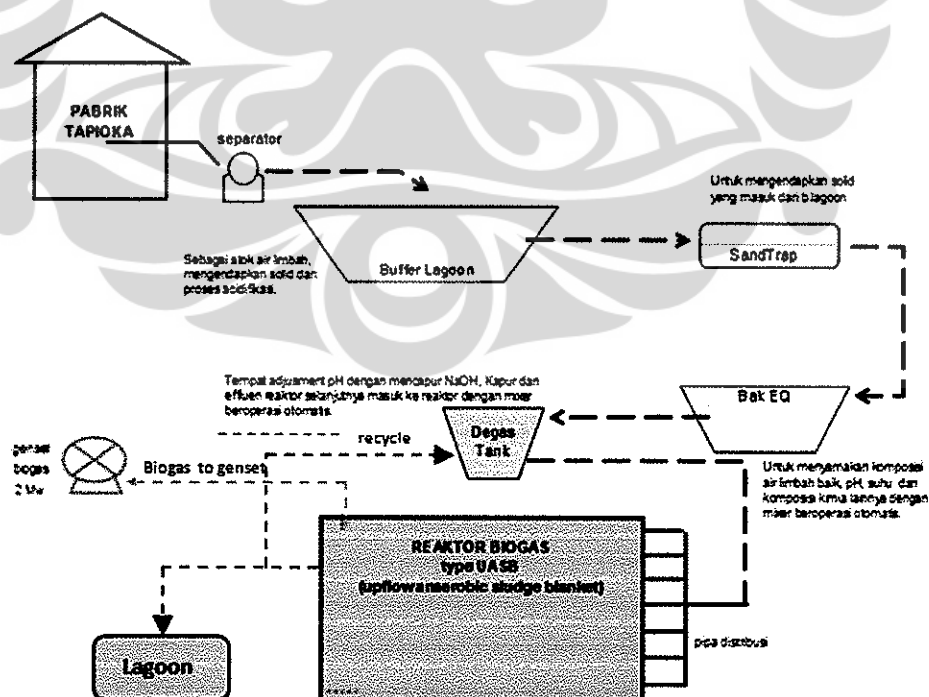
Dari limbah cair yang terbentuk dalam pengolahan dengan sistem biologis secara anaerobik akan menghasilkan gas-gas yang berpotensi memberi sumbangan terhadap pemanasan global. Diantara gas-gas tersebut antara lain gas metan ( $\text{CH}_4$ ) dan karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ) yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi terbarukan. Selanjutnya setelah dilakukan *methane capture*, air limbah yang dihasilkan dilakukan pengolahan di IPAL dengan volume sekitar  $4,8 \text{ m}^3$  untuk setiap ton bahan baku yang diolah. Dari jumlah limbah yang diolah tersebut, sekitar 60% dari volume limbah yang dihasilkan dimanfaatkan kembali (*re-use*) sebagai air produksi, sisanya sebesar  $1,6 \text{ m}^3$  atau 33% dari volume limbah yang dihasilkan dibuang ke lingkungan dan 6,2% dari air limbah yang dihasilkan menguap pada saat proses pengolahan air limbah di IPAL. Limbah padat yang terbentuk sebesar 30% dari bahan baku olah atau sekitar 0,3 ton untuk setiap ton bahan baku yang diolah. Limbah padat tersebut terdiri dari kulit sebesar 3% bahan baku, bonggol dan tanah sebesar 2% bahan baku, serta limbah padat ongkok sebesar 25% bahan bahan baku. Limbah padat berupa kulit digunakan sebagai bahan campuran pupuk organik, limbah padat berupa bonggol dan tanah digunakan juga dimanfaatkan sebagai pupuk organik dan limbah padat berupa ongkok yang digunakan untuk bahan baku asam sitrat sebagai media fermentasi.

Berdasarkan uraian tersebut diatas, terlihat bahwa setelah melalui beberapa tahapan maka sebagian besar limbah yang terbentuk akan kembali menuju proses awal, dimana limbah cair akan digunakan kembali sebagai air pencucian dan

limbah padat akan kembali ke kebun dalam bentuk pupuk organik. Selanjutnya, penerapan konsep *zero waste* yang dilakukan oleh PT. BAJ dapat meminimisasi limbah cair yang dibuang ke lingkungan sebesar 60% dari seluruh limbah cair yang dihasilkan. Debit limbah cair yang dibuang ke lingkungan oleh PT. BAJ sekitar  $8 \text{ m}^3$  per ton produk, sedangkan berdasarkan Lampiran B.VIII Kepmen 51 tahun 1995 tentang Baku Mutu Limbah Cair Bagi Kegiatan Industri, debit maksimum limbah cair yang diizinkan dibuang ke lingkungan adalah  $30 \text{ m}^3$  per ton produk. Sedangkan, pemanfaatan atau kegiatan minimisasi terhadap limbah padat oleh PT. BAJ dapat mencapai 100% mengingat limbah ini merupakan limbah yang memiliki nilai lebih tanpa harus dilakukan pengolahan lebih lanjut.

#### 4.1.2.5. Pemanfaatan Limbah Cair Industri Tapioka oleh PT. BAJ

Dalam melakukan pengelolaan terhadap limbah cair yang dihasilkannya, selain menggunakan kembali (*re-use*) sebagian air limbah yang telah diolah sebagai air produksi, PT. BAJ juga memanfaatkan gas yang terbentuk dari pengolahan air limbah dengan sistem pengolahan biologis sebagai bahan bakar alternatif dan menggunakannya untuk proses produksi serta keperluan lain. Diagram alir pemanfaatan gas tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.7.



Gambar 4.7. Diagram Alir Pemanfaatan Gas Metan Sebagai Bahan Bakar Terbarukan  
Sumber: PDD PT. BAJ; 2008

Berdasarkan Gambar 4.7, dapat dijelaskan proses pemanfaatan gas metan sebagai bahan bakar alternatif yang digunakan untuk proses produksi menggunakan bahan baku utama limbah cair industri tapioka yang berasal dari air perasan onggok, air dari proses penirisan tapioka dan air pencucian bahan baku. Limbah cair yang berasal dari bekas pencucian langsung diolah di dalam IPAL. Dalam melakukan produksi biogas, bahan penolong yang digunakan adalah NaOH untuk mengatur pH sesuai kebutuhan agar pada saat dilakukan proses anaerob dalam kondisi netral.

Tahapan proses produksi biogas di PT. BAJ, dapat diuraikan sebagai berikut:

- a. Limbah cair yang dihasilkan oleh pabrik tapioka dimasukkan ke *buffer lagoon* dan kemudian disaring untuk memisahkan padatan seperti kulit, bonggol dan padatan lainnya yang terikut dengan menggunakan sparator. Setelah dilakukan penyaringan kemudian limbah cair ditampung dalam kolam equalisasi untuk menyamakan komposisi air limbah baik, pH, suhu dan komposisi kimia lainnya.
- b. Setelah ditampung di kolam equalisasi, limbah cair diberi perlakuan dengan penambahan NaOH untuk menaikkan pH hingga 4-5. Selanjutnya limbah cair yang telah diberi perlakuan dengan penambahan NaOH, dipompa ke *Upflow Anaerobic Sludge Blanket reactor* (UASB tank). Proses di UASB ini berlangsung selama 24 jam.
- c. Limbah cair yang masuk ke dalam UASB diupayakan memiliki kandungan COD > 10.000 mg/L. Di dalam UASB, limbah cair ini akan mengalami proses kimia dan biologi secara anaerob. Selama proses berlangsung, akan terjadi pemisahan menjadi 3 (tiga) produk yaitu cair, padat dan gas. Dari proses pemisahan, produk yang berbentuk padatan (*sludge*) akan mengendap dibagian bawah (*sludge bed*), produk cair akan berada diatas padatan (*sludge zone*) dan produk gas akan keluar melalui sarana berupa saluran yang ada.

Pada bagian bawah tangki UASB (*sludge bed*), kandungan COD masih sangat tinggi, akan tetapi semakin keatas kandungan COD akan semakin berkurang karena adanya proses biologi dan kimia. Dari proses biologi dan kimia inilah kemudian terbentuk gas. Dan gas-gas yang dihasilkan adalah gas metan,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$  dan gas lain.

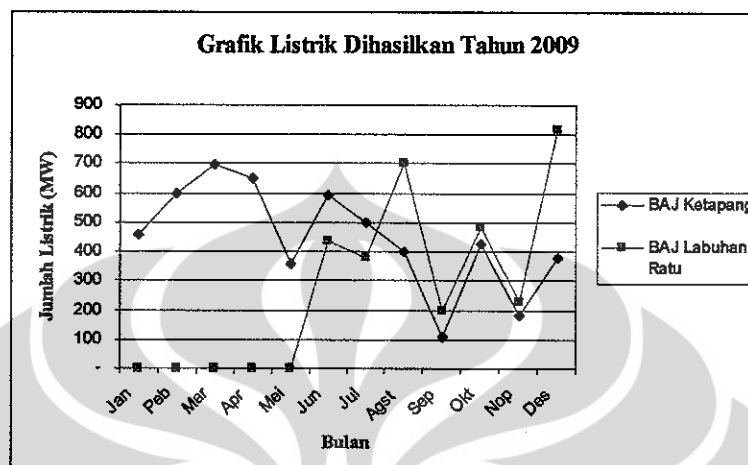
Setelah dilakukan pengolahan di tangki UASB, kandungan COD dalam limbah cair yang keluar sudah mengalami penurunan hingga 90% yang kemudian dialirkan kedalam IPAL (kolam fakultatif) untuk dilakukan pengolahan lebih lanjut ke bak aerob yang selanjutnya masuk ke kolam kontrol. Dari kolam kontrol inilah sebagian air limbah dimanfaatkan kembali untuk proses produksi setelah dilakukan perlakuan terlebih dahulu.

- d. Gas yang terbentuk dari tangki UASB kemudian disalurkan menuju sparator  $\text{H}_2\text{S}$  untuk dilakukan pemisahan antara gas metan dengan gas-gas lain yang terbentuk agar menghasilkan biogas (gas metan) yang murni dan stabil. Gas lain yang tidak digunakan disalurkan melalui pipa untuk dibakar pada menara pembakar (*gas flare*). Gas metan yang terbentuk dari sparator kemudian dialirkan menuju genset (*power house*), dan sebelum digunakan sebagai bahan bakar, gas metan akan melalui dryer untuk dilakukan penghambusan uap air agar pasokan gas ke genset tetap stabil dan sesuai dengan kebutuhan. Gas metan inilah yang digunakan untuk menggerakkan generator dan menghasilkan listrik yang dapat digunakan untuk berbagai keperluan.



Gambar 4.8. a. Pemanfaatan Biogas Sebagai Bahan Bakar Generator  
b. Pembakaran Gas Melalui Flare

Dengan sistem pengolahan dan pemanfaatan tersebut, PT. BAJ dapat menghasilkan listrik untuk keperluan produksi dan lain-lain seperti terlihat pada Gambar 4.9.

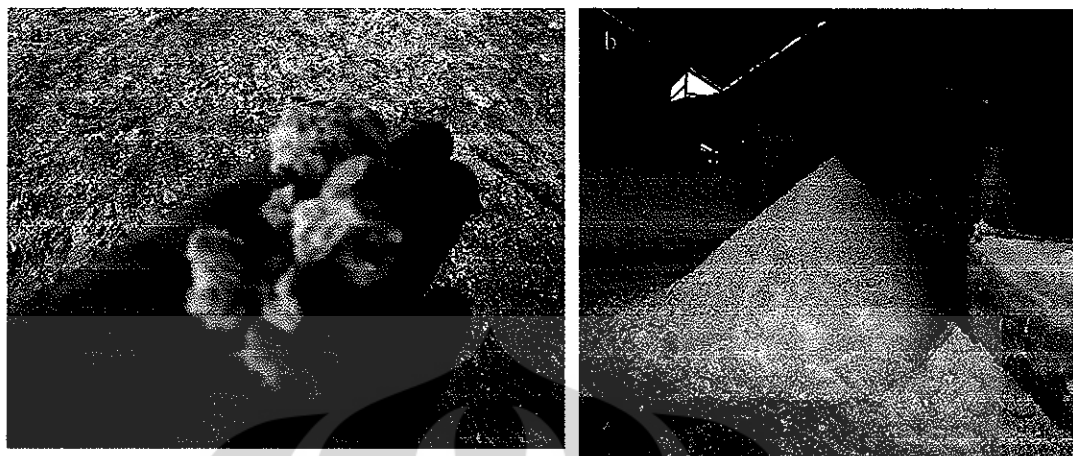


Gambar 4.9. Grafik Jumlah Listrik Dihasilkan PT. BAJ Tahun 2009

Jumlah listrik yang dihasilkan oleh PT. BAJ masih berfluktuatif, hal ini tergantung dari jumlah bahan baku yang diolah, kualitas dan kuantitas limbah yang dihasilkan. Konsentrasi COD yang terkandung dalam air limbah akan sangat menentukan jumlah listrik yang diproduksi. Berdasarkan karakteristiknya, air limbah industri tapioka mempunyai konsentrasi COD sekitar 18.000-25.000 mg/l (KLH; 2009). Selain konsentrasi COD, waktu tinggal air limbah juga akan mempengaruhi jumlah listrik yang dihasilkan.

#### 4.1.2.6. Pemanfaatan Limbah Padat Industri Tapioka oleh PT. BAJ

Seluruh limbah padat yang dihasilkan dari proses produksi PT. BAJ, dimanfaatkan untuk produk-produk lain seperti, asam sitrat dan pupuk organik. Dalam pembuatan asam sitrat, limbah padat onggok digunakan sebagai media fermentasi yang dicampur dengan dedak (sekam padi). Tahap awal produksi asam sitrat melibatkan dua proses yang dilakukan secara bersamaan yaitu pengembangbiakan jamur jenis *Aspergillus Niger* dan penyiapan media fermentasi dari onggok dan dedak tersebut. Skema tahapan pembuatan asam sitrat dapat dilihat pada lampiran 2.



Gambar 4.10. a. Onggok Telah Dikeringkan Dengan Kadar Air 30%,  
b. Proses Pengeringan Onggok

Selain limbah padat berupa onggok yang dimanfaatkan sebagai bahan baku asam sitrat, kulit ubi kayu dan meniran (onggok & chip yang terbawa oleh air cucian) dimanfaatkan sebagai bahan baku pupuk organik. Dalam proses pembuatan pupuk organik diperlukan bahan penolong berupa Kaptan yang berfungsi untuk menekan pH dan EM4 yang merupakan kultur tanaman untuk mempercepat proses pengomposan. Komposisi pembuatan pupuk organik dari kulit singkong yang dikembangkan oleh PT. BAJ dapat dilihat pada Tabel 4.9.

**Tabel 4.9. Komposisi Pupuk Organik dari Kulit Singkong**

Uraian	Jumlah	Keterangan
<b>Bahan Utama:</b>		
- Kulit Singkong	1.000 kg	Fermentasi selama $\pm$ 30 hari
- Onggok Rusak (meniran)	1.000 kg	
<b>Bahan Penolong:</b>		
- Kaptan	100 kg	
- EM4	2 liter	

Limbah padat dari proses pembuatan asam sitrat yang digunakan sebagai bahan baku pupuk organik memerlukan penanganan yang agak berbeda mengingat limbah tersebut bersifat asam (pH antara 3-4). Komposisi pembuatan pupuk organik dari limbah padat asam sitrat yang dikembangkan PT. BAJ, seperti terlihat pada Tabel 4.10. dibawah ini:

**Tabel 4.10. Komposisi Pupuk Organik dari Limbah Padat Asam Sitrat**

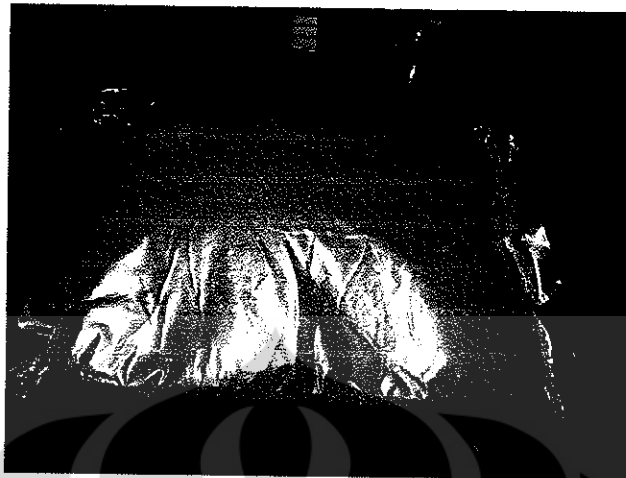
Uraian	Jumlah	Keterangan
<u>Bahan Utama:</u>		
- <u>Limbah</u> Padat Asam Sitrat	2.000 kg	Fermentasi selama $\pm$ 30 hari
<u>Bahan Penolong:</u>		
- Kaptan	150 kg	
- EM4	2 liter	

Perbedaan komposisi antara pupuk organik dari kulit singkong dan meniran dengan pupuk organik dari limbah padat asam sitrat hanya pada penggunaan Kaptan yang lebih banyak pada pembuatan pupuk organik dari limbah padat asam sitrat dengan tujuan untuk menaikkan pH. Selanjutnya, pupuk organik yang dihasilkan oleh PT. BAJ, sebagian dimanfaatkan untuk kebun sendiri dan juga petani binaanya sehingga dapat untuk substitusi pupuk kimia yang digunakan. Selain itu, pupuk organik yang dihasilkan juga dijual kepada pihak lain yang memerlukan.



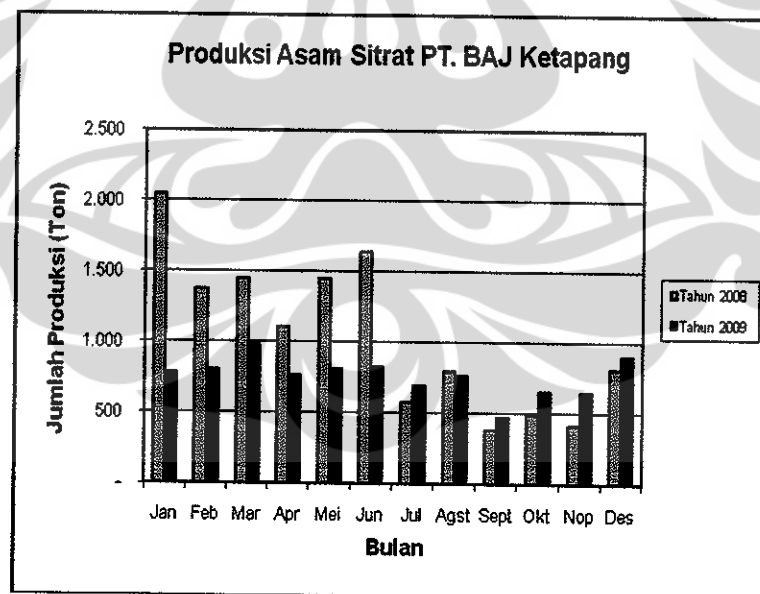
Gambar 4.11. a. Kulit dan Meniran Siap Dikomposkan  
b. Proses Pengumpulan Kulit



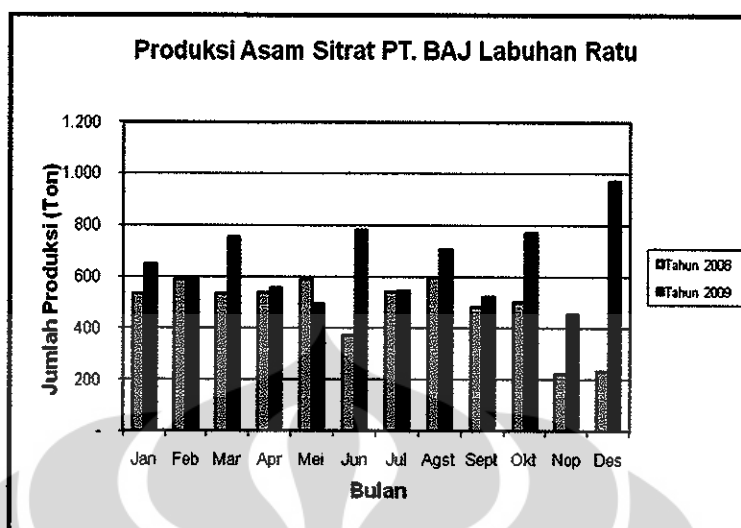


Gambar 4.12. Kemasan Pupuk Organik Yang Dihasilkan

Dalam melakukan penerapan konsep zero waste pada pengelolaan limbah padat yang dihasilkan, PT. BAJ memanfaatkannya untuk dijadikan produk turunan industri tapioka berupa asam sitrat dan pupuk organik. Produk turunan yang dihasilkan berupa asam sitrat dihasilkan pada tahun 2008-2009 oleh kedua perusahaan diasajikan pada Gambar 4.13 dan Gambar 4.14.



Gambar 4.13. Grafik Produksi asam Sitrat PT. BAJ Ketapang



Gambar 4.14. Grafik Produksi Asam Sitrat PT. BAJ Labuhan Ratu

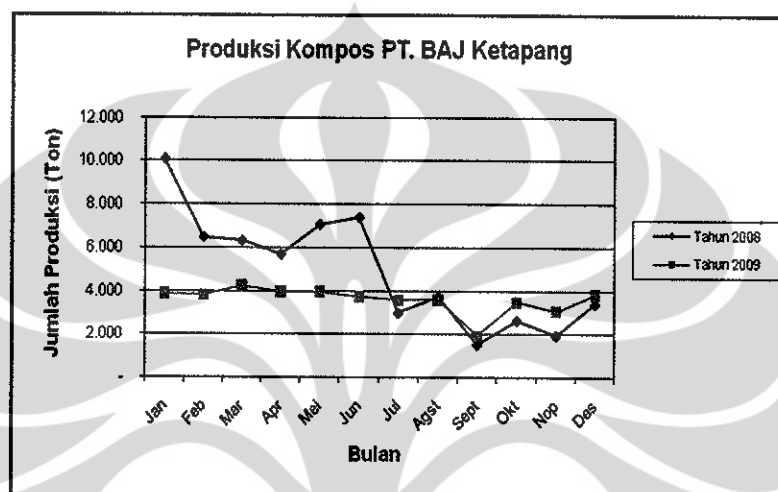
Berdasarkan Gambar 4.13 dan 4.14, terlihat bahwa produksi asam sitrat di kedua perusahaan sangat berfluktuatif. Hal ini disebabkan produk asam sitrat sangat tergantung pada bahan baku olah produksi tapioka. Pada tahun 2008, produksi di PT. BAJ Ketapang mengalami penurunan sejak bulan September dan stabil pada bulan Desember 2008 hingga akhir tahun 2009. Sedangkan produksi di PT. BAJ Labuhan Ratu cenderung lebih stabil pada tahun 2008 bahkan mengalami kenaikan produksi pada tahun 2009. Perbedaan itu disebabkan oleh perbedaan ketersediaan bahan baku di kedua wilayah tersebut.

Produksi rata-rata asam sitrat dari kedua perusahaan tersebut dapat mencapai 8,3% dari bahan baku olah untuk PT. BAJ Ketapang dan 8,2% dari bahan baku olah, untuk PT. BAJ Labuhan Ratu. Perbandingan produksi asam sitrat dengan bahan baku olah pada kedua perusahaan dapat dilihat pada Tabel 4.11.

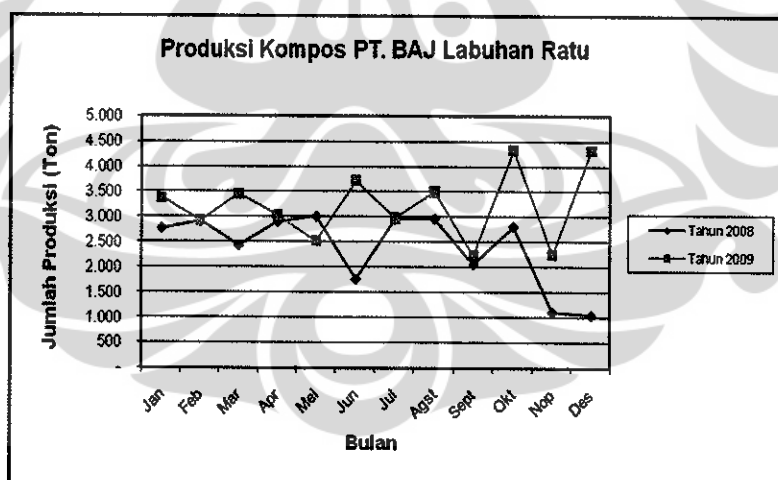
Tabel 4.11. Perbandingan Produksi Asam Sitrat dengan Bahan Baku Olah

Tahun	Jumlah Bahan Baku Olah	Jumlah Produksi Asam Sitrat	Prosentase
<b>PT. BAJ Ketapang</b>			
2008	305.908 ton	12.553 ton	4,10%
2009	221.734 ton	9.123 ton	4,11%
<b>PT. BAJ Labuhan Ratu</b>			
2008	140.635 ton	5.725 ton	4,07%
2009	188.858 ton	7.791 ton	4,13%

Produk turunan berupa pupuk organik, juga mengalami fluktuasi yang sama karena produk ini juga sangat tergantung dari bahan baku olah pada industri tapioka. Pupuk organik yang dihasilkan oleh kedua perusahaan seperti terlihat pada Gambar 4.15 dan Gambar 4.16.



Gambar 4.15. Grafik Produksi Pupuk Organik PT. BAJ Ketapang



Gambar 4.16. Grafik Produksi Pupuk Organik PT. BAJ Labuhan Ratu

Produksi pupuk organik yang dapat diproduksi oleh kedua perusahaan dapat mencapai 20,46% dari bahan baku olah. Perbandingan produksi pupuk organik dengan bahan baku olah pada kedua perusahaan dapat dilihat pada Tabel 4.12. berikut:

**Tabel 4.12. Perbandingan Produksi Pupuk Organik dengan Bahan Baku Olah**

Tahun	Jumlah Bahan Baku Olah	Jumlah Produksi Pupuk Organik	Prosentase
<u>PT. BAJ Ketapang</u>			
2008	305.908 ton	59.363 ton	19,41%
2009	221.734 ton	43.047 ton	19,41%
<u>PT. BAJ Labuhan Ratu</u>			
2008	140.635 ton	28.749 ton	20,44%
2009	188.858 ton	38.637 ton	20,46%

#### 4.2. Keterbatasan Penelitian

Dalam pelaksanaan penelitian yang dilakukan di PT. BAJ dengan judul “Penerapan Konsep *Zero Waste* Pada Pengelolaan Limbah Industri Tapioka” oleh karena waktu penelitian sesuai dengan ijin yang diberikan untuk pelaksanaan penelitian, yaitu satu bulan serta karena faktor biaya yang diperlukan untuk melakukan penelitian, maka masih ditemui beberapa keterbatasan, yaitu:

1. Manfaat ekonomi yang diperhitungkan dalam *Benefit-Cost Ratio* hanya dari pengolahan limbah cair sebagai *energy* terbarukan.
2. Pemanfaatan limbah yang dikaji dalam penelitian ini hanya sebatas pada pemanfaatan yang telah dilakukan oleh PT. BAJ yaitu pemanfaatan limbah cair melalui *methane capture* dan penggunaan kembali air limbah yang telah dilakukan pengolahan sebagai input proses, serta pemanfaatan limbah padat ongkang sebagai bahan baku (media fermentasi) pembuatan asam sitrat dan limbah padat kulit sebagai bahan baku pupuk organik.
3. Lingkup penerima manfaat sosial yang dikaji dalam penelitian ini hanya kelompok petani singkong yang menjadi binaan PT. BAJ.

#### 4.3. Faktor-Faktor Belum Dimanfaatkannya Limbah Industri Tapioka

Limbah limbah cair dan limbah padat yang dihasilkan oleh industri tapioka, dalam pemanfaatannya masih belum maksimal. Beberapa industri telah melakukan pemanfaatan terhadap limbah yang dihasilkan baik yang berbentuk padat maupun

cair dengan tujuan untuk meningkatkan nilai manfaat dari limbah tersebut. Namun demikian, masih banyak kendala yang dihadapi dalam melakukan pemanfaatan limbah industri tapioka.

Sebagai salah satu pendekatan yang bertujuan untuk mencari cara-cara pengurangan produk-produk samping yang berbahaya, mengurangi polusi secara keseluruhan, dan menciptakan produk-produk dan limbah-limbahnya yang aman dalam kerangka siklus ekologi, Djajadiningrat (2001) mengemukakan bahwa masih terdapat hambatan dalam penerapan produksi bersih di Indonesia. Hambatan tersebut terdapat pada aspek ekonomi dan teknis serta sumber daya manusia.

Pada aspek ekonomi dan teknis, hambatan yang terjadi antara lain: keperluan biaya tambahan peralatan, tingginya modal/investasi dibanding kontrol pencemaran secara konvensional sekaligus penerapan Produksi Bersih, penghematan proses Produksi Bersih yang belum nyata realisasinya, kurangnya informasi Produksi Bersih, sistem yang baru ada kemungkinan tidak sesuai dengan yang diharapkan atau malah menyebabkan gangguan, fasilitas produksi ada kemungkinan sudah penuh tidak ada tempat lagi untuk tambahan peralatan. Kemudian kendala sumber daya manusia yang terjadi dapat berupa: kurangnya komitmen manajemen puncak, adanya keengganan untuk berubah baik secara individu maupun organisasi, lemahnya komunikasi internal, pelaksanaan organisasi yang kaku, birokrasi (terutama dalam pengumpulan data), kurangnya dokumentasi dan penyebaran informasi, kurangnya pelatihan kepada sumberdaya manusia mengenai Produksi Bersih.

Selanjutnya berdasarkan hasil kajian yang telah dilakukan oleh KLH (2007), kendala-kendala yang dihadapi oleh industri tapioka dalam melakukan pemanfaatan limbah cair yang dihasilkan adalah:

1. Teknologi yang mungkin tidak sesuai atau masih sedikit ketersediaanya di dalam negeri.
2. Kurangnya komitmen manajemen puncak.

3. Kurangnya pelatihan kepada sumberdaya manusia yang dimiliki.
4. Keperluan biaya tambahan untuk investasi teknologi/peralatan untuk pemanfaatan limbah.

Sementara itu, limbah padat yang dihasilkan oleh industri tapioka telah banyak dimanfaatkan untuk berbagai produk turunannya. Sehingga hampir tidak ada kendala berarti dalam pengelolaan limbah padat tapioka.

Atas dasar hal diatas, maka untuk menjawab faktor-faktor yang menyebabkan belum dimanfaatkannya limbah industri tapioka, penulis melakukan analisis berdasarkan kuesioner yang disusun sesuai kendala-kendala yang telah diketahui tersebut. Responden pengisi kuesioner terdiri dari 27 industri tapioka skala besar di Provinsi Lampung. Dari jumlah responden tersebut, 11 industri telah melakukan pemanfaatan terhadap limbah cair dan limbah padatnya, kemudian sisanya sebanyak 16 industri hanya melakukan pemanfaatan terhadap sebagian limbah yang dihasilkan.

#### **4.3.1. Faktor-faktor yang menyebabkan belum dimanfaatkannya limbah cair sebagai sumber energi terbarukan**

Limbah cair yang dihasilkan dari proses produksi industri tapioka mempunyai volume yang cukup besar yaitu sekitar  $5,28 \text{ m}^3$  limbah cair untuk setiap ton bahan baku yang diolah. Dengan volume limbah yang besar tersebut, beberapa industri tapioka telah memanfaatkan sebagian limbah cair yang telah diolah untuk proses produksi.

Selain volumenya yang besar, kandungan COD di dalam limbah cair tersebut juga tinggi dan pada proses pengolahan secara biologi dengan sistem anaerobik tentunya dapat menimbulkan gas-gas yang dapat mengganggu lingkungan seperti  $\text{CH}_4$  dan  $\text{CO}_2$ . Kondisi tersebut tentunya menuntut kesadaran para pelaku industri untuk melakukan pengelolaan terhadap gas-gas yang ditimbulkan pada proses pengolahan limbah cair untuk meminimalisasi dampak negatif yang ditimbulkan.

Berdasarkan kenyataan dilapangan, tidak serta merta seluruh industri tapioka melakukan pemanfaatan terhadap limbah yang dihasilkan dari proses pengolahan limbah cair tersebut, hal ini disebabkan oleh beberapa faktor seperti terlihat pada Tabel 4.13.

Tabel 4.13. Faktor-Faktor Penyebab Belum Dimanfaatkannya Limbah Cair Industri Tapioka Sebagai Sumber Energi Terbarukan

No.	Faktor-Faktor	Jumlah Responden Yang Menyatakan				Jumlah Responden
		Ya	Persentase	Tidak	Persentase	
1	Mahalnya biaya investasi	21	78%	6	22%	27
2	Ketersediaan teknologi	19	70%	8	30%	27
3	Kebijakan Pimpinan Perusahaan	15	56%	12	44%	27
4	Kurangnya SDM yang dimiliki perusahaan	14	52%	13	48%	27
5	Lainnya	0	0%	27	100%	27

Berdasarkan Tabel 4.13, terlihat bahwa faktor utama yang menjadi penyebab belum dimanfaatkannya limbah cair industri tapioka sebagai sumber energi terbarukan. Faktor mahalnya biaya sebagai penyebab belum dimanfaatkannya limbah cair industri tapioka sebagai sumber energi terbarukan dinyatakan oleh 21 responden atau 78% dari total responden. Berdasarkan informasi yang diperoleh peneliti di kedua lokasi penelitian, biaya investasi yang diperlukan untuk melakukan pemanfaatan tersebut memang cukup tinggi yaitu sekitar US\$ 3.500.000 atau sekitar Rp. 35.000.000.000,-. Biaya investasi tersebut diperlukan untuk melakukan pemanfaatan limbah cair sebagai energi terbarukan dengan kapasitas minimal sekitar 200 ton tapioka per hari.

Faktor kedua yang menjadi penyebab belum dimanfaatkannya limbah cair sebagai sumber energi terbarukan adalah ketersediaan teknologi. Hal ini dinyatakan oleh 19 responden atau 70% dari total responden. Teknologi yang digunakan oleh

beberapa industri dalam pemanfaatan limbah cair sebagai energi terbarukan berasal dari luar negeri seperti Thailand, Italia, Jerman, Spanyol, Denmark, USA, Jepang dan beberapa negara lainnya. Hal ini menyebabkan tingginya biaya pemeliharaan (*maintenance*) dari teknologi tersebut apabila terjadi kerusakan karena seluruh komponen yang digunakan harus didatangkan dari negara asalnya.

Selain kedua faktor tersebut, kebijakan pimpinan perusahaan dan kurangnya SDM (Sumber Daya Manusia) yang dimiliki oleh perusahaan merupakan faktor-faktor selanjutnya yang menyebabkan belum dimanfaatkannya limbah cair sebagai sumber energi terbarukan. Kebijakan pimpinan merupakan salah satu faktor penting dimana komitmen yang dimiliki oleh perusahaan dalam melakukan pengelolaan lingkungan hidup pada umumnya dan pemanfaatan limbah cair sebagai sumber energi terbarukan pada khususnya sangat tergantung dari kebijakan pada level pimpinan di suatu perusahaan. Jumlah responden yang menyatakan hal ini sebagai faktor yang menjadi kendala dalam pemanfaatan limbah cair sebagai energi terbarukan sebanyak 15 responden atau 56%.

Kemudian SDM yang dimiliki oleh perusahaan juga merupakan faktor yang menjadi kendala seperti dinyatakan oleh 52% responden. Beberapa pabrik tapioka mempunyai tingkat pendidikan yang tidak begitu tinggi dimana pada tingkat manager saja hanya berpendidikan SMU atau sederajat dan pada tingkat buruh hingga karyawan biasanya berpendidikan SD sampai SMU atau sederajat. Gambaran jelas mengenai kondisi SDM pada industri tapioka dapat dilihat pada Tabel 4.7. Selain ke-4 faktor tersebut berdasarkan hasil analisis yang dilakukan, tidak ada responden yang menyebutkan adanya faktor-faktor lain yang menjadi kendala dalam pemanfaatan limbah cair industri tapioka sebagai energi terbarukan.

#### **4.3.2. Faktor-faktor yang menyebabkan belum dimanfaatkannya limbah padat industri tapioka**

Meskipun limbah padat berupa ongkok yang dihasilkan volumenya cukup besar, berdasarkan hasil analisis yang dilakukan pada dasarnya tidak ada kendala berarti dalam proses pemanfaatan untuk meningkatkan nilai dari limbah tersebut.



Prosentase responden yang menyatakan mahal biaya sebagai kendala dalam pemanfaatan limbah padat berupa ongkok 11%, kemudian faktor ketersediaan teknologi dan kurangnya SDM yang dimiliki perusahaan 7% dan kebijakan pimpinan perusahaan 4% dari seluruh responden. Hal ini seperti terlihat pada Tabel 4.14. mengenai faktor-faktor penyebab belum dimanfaatkannya limbah padat industri tapioka sebagai produk turunannya.

Tabel 4.14. Faktor-Faktor Penyebab Belum Dimanfaatkannya Limbah Padat Berupa Ongkok Sebagai Produk Turunan

No.	Faktor-Faktor	Jumlah Responden Yang Menyatakan				Jumlah Responden
		Ya	Persentase	Tidak	Persentase	
1	Mahal biaya investasi	3	11%	24	89%	27
2	Ketersediaan teknologi	2	7%	25	93%	27
3	Kurangnya SDM yang dimiliki perusahaan	2	7%	25	93%	27
4	Kebijakan Pimpinan Perusahaan	1	4%	26	96%	27
5	Lainnya	0	0%	27	100%	27

Tidak adanya kendala dalam pemanfaatan limbah padat berupa ongkok bukan berarti seluruh industri tapioka telah melakukan pemanfaatan limbah padat berupa ongkok sebagai produk turunan untuk meningkatkan nilai tambah. Hal tersebut terjadi karena limbah padat industri tapioka berupa ongkok sudah memiliki nilai ekonomi tanpa harus dilakukan pengolahan terlebih dahulu dan banyak pihak ketiga yang bersedia membeli limbah padat ini untuk berbagai keperluan. Nilai ekonomi dari ongkok ini cukup tinggi yaitu sekitar Rp. 200,- per kilogram untuk ongkok basah dengan kualitas rendah dan dapat mencapai harga Rp. 1000,- per kilogram untuk ongkok dengan kualitas tinggi dan kadar kekeringan tertentu.

Berdasarkan hasil analisis, faktor yang menjadi kendala dalam pemanfaatan limbah padat berupa kulit adalah 11% responden menyatakan mahal biaya investasi dan 7% menyatakan kurangnya SDM. Dengan demikian, seharusnya tidak ada kendala berarti yang melakukan pemanfaatan limbah padat kulit untuk meningkatkan nilai manfaat. Tabel 4.15, menyajikan faktor-faktor penyebab belum dimanfaatkannya limbah padat berupa kulit.

Tabel 4.15. Faktor-Faktor Penyebab Belum Dimanfaatkannya Limbah Padat Berupa Kulit

No.	Faktor-Faktor	Jumlah Responden Yang Menyatakan				Jumlah Responden
		Ya	Persentase	Tidak	Persentase	
1	Mahalnya biaya investasi	3	11%	24	89%	27
2	Kurangnya SDM yang dimiliki perusahaan	2	7%	25	93%	27
3	Ketersediaan teknologi	0	0%	27	100%	27
4	Kebijakan Pimpinan Perusahaan	0	0%	27	100%	27
5	Lainnya	0	0%	27	100%	27

Limbah padat berupa kulit biasanya hanya dimanfaatkan sebagai urugan oleh perusahaan maupun oleh warga sekitar. Dengan demikian, nilai manfaat yang didapat tidak maksimal karena sebenarnya nilai manfaat dari limbah padat kulit dapat lebih ditingkatkan misalnya dengan cara menggunakannya sebagai bahan baku pembuatan pupuk organik. Berdasarkan kajian yang telah dilakukan oleh PT. BAJ Ketapang, penggunaan pupuk organik pada tanaman singkong dapat meningkatkan produksi hingga 10 ton per hektar dan dapat mensubstitusi kebutuhan penggunaan pupuk kimia hingga 2 kwintal per hektar per tahun.

#### 4.4. Manfaat Ekonomi Dari Pemanfaatan Limbah Industri Tapioka

Penerapan konsep *zero waste* dalam pengelolaan limbah industri tapioka yang dilakukan oleh PT. BAJ melalui pemanfaatan terhadap limbah yang dihasilkan merupakan suatu upaya dalam meningkatkan nilai manfaat dari limbah tersebut. Pemanfaatan limbah cair sebagai sumber energi terbarukan dapat menghasilkan listrik yang digunakan untuk menggantikan konsumsi solar sebagai bahan bakar pada generator. Pemanfaatan onggok sebagai bahan baku asam sitrat dapat meningkatkan nilai manfaat dari onggok tersebut. Kemudian pemanfaatan kulit dan onggok rusak (meniran) serta limbah padat asam sitrat sebagai bahan baku pupuk organik juga dapat meningkatkan nilai manfaat dari limbah padat tersebut karena mempunyai nilai ekonomi lebih dari pada tidak dilakukan pemanfaatan.

Manfaat ekonomi yang diterima oleh PT. BAJ merupakan manfaat yang diterima secara langsung maupun manfaat tidak langsung. Manfaat langsung yang diterima dapat berupa pengurangan biaya maupun peningkatan manfaat secara ekonomi dari limbah yang dihasilkan. Sedangkan manfaat tidak langsung berupa *brand image* sebagai industri yang ramah lingkungan sehingga mendukung dan menambah *selling point* pada produk yang dihasilkan.

##### 4.4.1. Manfaat Ekonomi Dari Pemanfaatan Limbah Cair

Berdasarkan hasil wawancara secara mendalam yang telah dilakukan, sebagian limbah cair yang dihasilkan oleh PT. BAJ dimanfaatkan sebagai air proses setelah dilakukan pengolahan pada Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL). Selanjutnya pada proses pengolahan limbah cair tersebut, gas-gas yang dihasilkan dimanfaatkan sebagai sumber energi terbaru melalui *methan capture* di *UASB tank* pada awal proses pengolahan.

Dengan penangkapan gas yang dihasilkan melalui *UASB tank*, PT. BAJ Ketapang dan Labuhan Ratu dapat menghasilkan energi yang digunakan untuk berbagai keperluan pada proses produksi. Listrik yang dihasilkan dari pemanfaatan limbah cair seperti Tabel 4.16.

Tabel 4.16. Listrik Yang Dihasilkan PT. BAJ  
Dari Pemanfaatan Limbah Cair

Lokasi PT. BAJ	Listrik Yang Dihasilkan Pada Tahun	
	2008	2009
Ds. Ketapang, Sungkai Selatan, Lampung Utara	-	5.353 MWh
Ds. Labuhan Ratu, Way Jepara, Lampung Timur	-	3.248 MWh

Sumber: PT. BAJ; 2010

Dari Tabel 4.16. terlihat bahwa dari pemanfaatan limbah cair di kedua perusahaan baru dapat menghasilkan listrik pada tahun 2009, meskipun proyek pemanfaatan telah dimulai pada tahun 2008. Hal ini disebabkan oleh belum terpenuhinya volume limbah cair yang masuk ke dalam tangki UASB sehingga produksi biogas yang kemudian dimanfaatkan sebagai bahan bakar untuk pembangkit listrik baru dapat terpenuhi pada bulan Januari 2009 untuk PT. BAJ Ketapang dan pada bulan Juni 2009 untuk PT. BAJ Labuhan Ratu.

Menurut Kurtubi (2006), 1 kWh listrik yang dihasilkan dari pembangkit tenaga diesel memerlukan bahan bakar solar antara 0,27 - 0,32 liter. Dengan kisaran tersebut, maka peneliti menggunakan asumsi bahwa setiap 1 kWh listrik yang dihasilkan akan memerlukan 0,30 liter solar. Selanjutnya untuk memperoleh nilai ekonomi dari jumlah listrik yang dihasilkan, harga beli solar untuk kegiatan industri diasumsikan Rp. 6.600 per liter. Dengan asumsi harga dan perhitungan tersebut, maka listrik yang dihasilkan dari generator dengan bahan bakar bakar biogas, apabila dibandingkan dengan kebutuhan bahan bakar solar untuk membangkitkan listrik sampai dengan tahun 2009, dapat dilihat pada Tabel 4.17.

Tabel 4.17. Manfaat Ekonomi dari Listrik Yang Dihasilkan

Lokasi	Jumlah Listrik (MWh)	Perkiraan Kebutuhan Solar (liter)	Harga Solar per liter (Rp.)	Jumlah Manfaat (Rp.)
BAJ Ketapang	5.353	1.605.900	6.600	10.598.940.000
BAJ Labuhan Ratu	3.248	974.400	6.600	6.431.040.000

Berdasarkan Tabel 4.17, terlihat bahwa manfaat ekonomi sebelum dikurangi biaya produksi dari listrik yang dihasilkan oleh generator dengan bahan bakar biogas pada tahun 2009 untuk PT. BAJ Ketapang sebesar Rp. 10. 598,940.000 dan PT. BAJ Labuhan Ratu sebesar Rp. 6.431.040.000. Manfaat tersebut diperoleh karena listrik yang dihasilkan menggunakan generator berbahan bakar biogas akan menggantikan generator berbahan bakar solar. Dengan demikian, kebutuhan biaya untuk pembelian bahan bakar solar tidak harus dikeluarkan oleh perusahaan.

Selain keuntungan tersebut, karena kegiatan pemanfaatan limbah cair sebagai bahan bakar yang *renewable* ini termasuk suatu usaha baru dalam upaya pengurangan emisi carbon sehingga dapat diajukan sebagai proyek CDM. Dengan proyek CDM ini, apabila disetujui maka perusahaan dapat memperoleh CER (*Credit Emission Reduction*) dari upaya pengurangan carbon yang terlepas ke lingkungan. CERs yang diterima oleh perusahaan dari pengurangan karbon tersebut berkisar antara 5€ s/d 15 € untuk setiap ton carbon yang direduksi (Doc. PDD BAJ, 2007). Selanjutnya dengan perhitungan estimasi CERs yang diperoleh menggunakan kurs tengah BI pada tanggal 22 Maret 2010 dengan harga Rp. 12.321,20 per 1€, maka manfaat ekonomi tambahan yang diperoleh dapat dihitung seperti pada Tabel 4.18.

Tabel. 4.18. Manfaat Ekonomi Apabila CERs Dibayar

Lokasi Tahun	Reduksi CO <sub>2</sub> (tCO <sub>2</sub> e)	Estimasi CERs Yang Diterima	
		min. € 5	max. € 15
<b>BAJ Ketapang</b>			
2008	14.027	864.147.362	2.592.442.086
2009	69.824	4.301.577.344	12.904.732.032
<b>BAJ Labuhan Ratu</b>			
2008	-	-	-
2009	41.362	2.548.147.372	7.644.442.116

Tabel 4.18, menjelaskan manfaat yang diperoleh apabila CERs dari pengurangan karbon yang dilakukan dibayarkan oleh negara donor pada tahun 2008 dan 2009. Manfaat tersebut merupakan manfaat yang dapat diterima sebelum dikurangi pajak penghasilan yang diperkirakan sebesar 25%.

Selanjutnya untuk mengetahui kelayakan dari pelaksanaan kegiatan proyek tersebut, peneliti melakukan analisis dengan menggunakan perhitungan *Benefit Cost Ratio (B/C Ratio)* yang diasumsikan bahwa kegiatan tersebut akan belangsung terus menerus dalam waktu 10 tahun. Listrik yang dihasilkan pada tahun 2009 digunakan sebagai dasar penghitungan kenaikan produksi listrik yang dapat dicapai yaitu sekitar 13%-18% setiap tahun dan pada tahun ke-10 akan menghasilkan listrik sesuai perkiraan awal. Demikian pula dengan reduksi CO<sub>2</sub> yang dapat dicapai, diasumsikan akan meningkat antara 0,5%-5% setiap tahun hingga dicapai perkiraan awal reduksi yang dapat dicapai pada tahun ke-10 dan CERs akan dibayar oleh negara donor sesuai ketentuan yang berlaku.

Untuk menentukan tingkat kelayakan dari pemanfaatan limbah cair sebagai energi terbarukan, komponen yang digunakan adalah modal (*capital*), biaya-biaya (*cost*) yang terdiri dari biaya operasional sebesar 10% per tahun dari nilai investasi, biaya asuransi sebesar 0,6% per tahun dari total investasi, gaji-upah sebesar Rp. 250.000.000 per tahun, serta bunga atas pinjaman sebesar 8,8% per tahun yang akan dibayarkan sesuai periode pinjaman yaitu 5 tahun dan pajak penghasilan sebesar 25% dari jumlah penghasilan yang diterima dari CER. Komponen penghasilan (*benefit*) terdiri dari listrik yang dihasilkan dari pemanfaatan metana sebagai sumber energi terbarukan disetarakan dengan harga solar untuk industri dan manfaat dari CERs yang diterima.

Berdasarkan hal itu, komponen modal, biaya dan penghasilan selama 10 tahun (tahun 2008-2017) yang diperoleh dapat dilihat pada Tabel 4.19.

Tabel 4.19 Komponen Modal, Biaya dan Penghasilan

Tahun ke	PT. BAJ Ketapang		PT. BAJ Labuhan Ratu	
	Investasi & Biaya (Rp)	Penghasilan (Rp)	Investasi & Biaya (Rp)	Penghasilan (Rp)
0	35.000.000.000	-	35.000.000.000	-
1	7.472.073.681	1.728.294.724	7.677.036.843	11.527.334.744
2	9.190.788.672	19.202.094.688	7.705.703.501	12.882.100.007
3	9.202.618.010	20.627.274.239	7.735.660.158	14.444.135.868
4	9.214.512.409	22.231.836.121	7.766.964.866	16.248.373.080
5	9.226.472.227	24.039.067.637	7.799.678.285	18.335.794.909
6	6.158.497.824	26.075.283.261	4.753.863.807	20.754.493.602
7	6.170.589.562	28.370.218.168	4.789.587.679	23.560.911.622
8	6.182.747.805	30.957.472.928	4.826.919.124	26.821.299.970
9	6.195.065.680	33.809.062.720	4.867.933.827	30.863.090.612

Sumber: Hasil Perhitungan

Kemudian terhadap data pada Tabel 4.19. tersebut dilakukan perhitungan *NPV* terhadap biaya dan penghasilan untuk selanjutnya digunakan sebagai dasar perhitungan *B/C Ratio* seperti pada Tabel 4.20.

Tabel 4.20. Perhitungan NPV per Tahun

Tahun ke	PT. BAJ Ketapang		PT. BAJ Labuhan Ratu	
	<i>NPV</i> Investasi & Biaya	<i>NPV</i> Penghasilan	<i>NPV</i> Investasi & Biaya	<i>NPV</i> Penghasilan
0	17.500.000.000	-	17.500.000.000	-
1	3.609.697.430	(2.774.772.443)	3.708.713.451	1.860.047.295
2	4.284.949.728	4.667.493.131	3.592.570.050	2.413.350.975
3	4.135.928.164	5.134.577.727	3.476.634.006	3.014.986.995
4	3.987.592.314	5.633.263.887	3.361.164.219	3.670.340.514
5	3.840.280.361	6.165.359.614	3.246.414.296	4.385.385.958
6	2.462.679.681	7.964.387.453	1.900.990.166	6.398.382.689
7	2.368.038.002	8.519.374.632	1.838.061.910	7.203.721.461
8	2.274.585.844	9.114.432.745	1.775.786.795	8.091.565.254
9	2.182.545.253	9.728.516.415	1.714.991.642	9.158.192.822
<b>Jumlah</b>	<b>46.646.296.777</b>	<b>54.152.633.158</b>	<b>42.115.326.535</b>	<b>46.195.973.964</b>

Berdasarkan data tersebut diatas, setelah dilakukan perhitungan kelayakan kegiatan maka *B/C Ratio* untuk PT. BAJ Ketapang adalah 1,1609 dan *Benefit Cost*

*Ratio* untuk PT. BAJ Labuhan Ratu adalah 1,0969. Dengan demikian, kegiatan yang dilakukan oleh kedua perusahaan dinyatakan layak karena memiliki *B/C Ratio* lebih besar dari 1.

#### 4.4.2. Manfaat Ekonomi Dari Pemanfaatan Padat

Selain pemanfaatan limbah cair seperti telah dijelaskan diatas, limbah padat berupa ongkok maupun kulit yang dihasilkan dari proses produksi tapioka sebenarnya dapat lebih ditingkatkan manfaat ekonominya. Untuk limbah padat ongkok telah memiliki nilai ekonomi meskipun tanpa dilakukan pengolahan lebih lanjut, sedangkan limbah padat kulit harus dilakukan pengolahan lebih lanjut untuk meningkatkan manfaat ekonominya.

Selanjutnya nilai ekonomi dari ongkok tanpa dilakukan pengolahan lebih lanjut berkisar antara Rp. 200 sampai dengan Rp. 1.000 per kg. Dengan produksi ongkok di kedua perusahaan seperti tersebut pada Tabel 4.8, manfaat ekonomi yang diterima apabila tanpa dilakukan pengolahan lebih lanjut dapat dilihat pada Tabel 4.21.

Tabel 4.21. Manfaat Ekonomi Dari Ongkok

Lokasi Tahun	Jumlah Ongkok (ton)	Manfaat Yang Diterima	
		min Rp. 200/Kg	max. Rp. 1.000/kg
<b>BAJ Ketapang</b>			
2008	76.476	15.295.100.000	76.475.500.000
2009	55.434	11.086.700.000	55.433.500.000
<b>BAJ Labuhan Ratu</b>			
2008	35.159	7.031.750.000	35.158.750.000
2009	47.215	9.442.900.000	47.214.500.000

Tabel 4.21. tersebut menjelaskan bahwa tanpa pengolahan lebih lanjut (sebagai produk turunan) ongkok telah mempunyai nilai ekonomi yang cukup tinggi. Oleh karena itu banyak industri tapioka yang menjual ongkoknya ke pihak ke-3 tanpa adanya pengolahan terlebih dahulu. Dengan demikian manfaat yang diperoleh dari



limbah padat tersebut belum maksimal, mengingat ongkok ini dapat digunakan sebagai bahan baku berbagai produk turunan industri tapioka.

Dalam melakukan pemanfaatan limbah padat, PT. BAJ melakukan pengolahan ongkok sebagai bahan baku asam sitrat dan kulit singkong digunakan sebagai bahan baku pupuk organik. Pemanfaatan ini dilakukan guna untuk memaksimalkan manfaat ekonomi yang diterima dan meminimalkan limbah yang terbentuk. Dari pemanfaatan ongkok sebagai bahan baku asam sitrat nilai ekonomi yang diterima sekitar Rp. 10.000 per kilogram produk asam sitrat. Selain limbah padat berupa kulit, ongkok yang digunakan sebagai media fermentasi akhirnya akan menjadi limbah padat yang dapat dijadikan pupuk organik yang juga memiliki manfaat ekonomi sekitar Rp. 400 per kg. Manfaat ekonomi yang diterima dari pemanfaatan limbah padat tanpa memperhitungkan biaya produksi, dapat dilihat pada Tabel 4.22.

Tabel. 4.22. Peningkatan Manfaat Ekonomi Limbah Padat Tanpa Memperhitungkan Biaya Produksi

Lokasi Tahun	Manfaat Yang Diterima	
	Asam Sitrat Rp. 10.000/kg	Pupuk Organik Rp. 400/kg
<b>BAJ Ketapang</b>		
2008	125.532.300.000	23.745.002.340
2009	91.232.962.500	17.218.600.506
<b>BAJ Labuhan Ratu</b>		
2008	57.251.812.500	11.499.473.713
2009	77.906.100.000	15.454.742.820

Berdasarkan Tabel 4.22. terlihat bahwa manfaat ekonomi yang diterima dari pemanfaatan limbah padat akan meningkat dibandingkan jika limbah padat dijual sebelum dilakukan pengolahan lebih lanjut. Kemudian berdasarkan kajian yang telah dilakukan oleh PT. BAJ penggunaan pupuk organik pada tanaman singkong juga dapat meningkatkan hasil produksi hingga 5 ton per hektar per tahun. Aplikasi pupuk organik dilakukan setiap 2 tahun sekali dan dengan penggunaan pupuk organik tersebut dapat mengurangi biaya penggunaan pupuk kimia yang harus dikeluarkan sebesar Rp. 96.250 per hektar per tahun.

#### **4.5. Manfaat Lingkungan Dari Pemanfaatan Limbah Industri Tapioka**

Selain memperoleh manfaat ekonomi seperti yang telah diuraikan tersebut diatas, dengan penerapan konsep *zero waste* dalam pengelolaan limbah industri tapioka juga dapat memperoleh manfaat secara lingkungan. Manfaat lingkungan yang diperoleh dapat berupa reduksi gas-gas berbahaya yang terlepas ke lingkungan maupun berkurangnya kebauan dengan adanya pemanfaatan secara langsung limbah padat berupa onggok yang dihasilkan.

##### **4.5.1. Manfaat Lingkungan Dari Pemanfaatan Limbah Cair**

Dengan pemanfaatan sebagian limbah cair yang telah dilakukan pengolahan di IPAL oleh PT. BAJ sebagai air proses dan pemanfaatan gas-gas yang dihasilkan sebagai bahan bakar alternatif, maka manfaat lingkungan yang dapat diperoleh antara lain dapat menurunnya volume limbah cair yang terbuang ke lingkungan (badan air) sesuai Gambar 4.6 yang menjelaskan bahwa air limbah yang dibuang ke lingkungan sekitar  $1,6 \text{ m}^3$  untuk setiap ton bahan baku olah atau sekitar 33% dari seluruh volume limbah cair yang dihasilkan. Volume limbah yang dibuang ke lingkungan tersebut, jauh lebih sedikit dibandingkan limbah cair yang dihasilkan yaitu  $4,8 \text{ m}^3$  untuk setiap ton bahan baku yang diolah. Selain itu juga dapat mengurangi gangguan lingkungan berupa kebauan yang ditimbulkan oleh munculnya gas akibat proses dekomposisi pada proses pengolahan limbah cair dengan sistem biologi pada kolam anaerobik.

Berdasarkan data kualitas air limbah yang dibuang ke lingkungan oleh PT. BAJ (lampiran 1), terlihat bahwa terdapat peningkatan kualitas air limbah yang dibuang pada tahun 2009 apabila dibandingkan dengan data kualitas air limbah pada tahun 2008. Peningkatan kualitas tersebut terutama terlihat pada kandungan COD tahun 2009 yang relatif lebih kecil dibandingkan pada tahun 2008. Meskipun tidak terjadi penurunan yang signifikan, hal tersebut dapat menggambarkan bahwa pemanfaatan limbah cair melalui *methan capture* sebagai sumber energi terbarukan pada industri tapioka juga dapat meningkatkan kualitas

air limbah yang dibuang ke lingkungan, sehingga beban pencemar dari industri tapioka juga akan menurun.

Selain itu, pemanfaatan gas metana sebagai energy terbarukan juga menghasilkan manfaat lingkungan berupa berkurangnya (reduksi) CO<sub>2</sub> yang terlepas ke lingkungan. Berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan, berkurangnya emisi CO<sub>2</sub> dari PT. BAJ Ketapang selama tahun 2008-2009 sebanyak 83.851 tCO<sub>2</sub>e sedangkan dari PT. BAJ Labuhan Ratu sebanyak 41.362 tCO<sub>2</sub>e. Perkiraan reduksi CO<sub>2</sub> yang dilakukan oleh kedua perusahaan selama 10 tahun dilihat seperti pada Tabel 4.23.

Tabel 4.23 Estimasi Reduksi CO<sub>2</sub> (Tahun 2008-2017)

Tahun ke	PT. BAJ Ketapang (tCO <sub>2</sub> e)	PT. BAJ Labuhan Ratu (tCO <sub>2</sub> e)
1	-	-
2	14.027	41.362
3	69.824	43.223
4	70.208	45.168
5	70.594	47.201
6	70.982	49.325
7	71.373	51.545
8	71.765	53.864
9	72.160	56.288
10	72.560	58.951
<b>Total</b>	<b>583.494</b>	<b>446.927</b>

Dalam analisis terhadap reduksi CO<sub>2</sub> dari pemanfaatan limbah cair sebagai energi terbarukan digunakan asumsi bahwa kegiatan tersebut akan berlanjut sehingga reduksi emisi CO<sub>2</sub> akan meningkat setiap tahun antara 0,5% - 5%, hingga emisi yang ditargetkan dapat tercapai pada tahun ke-10. Berdasarkan asumsi tersebut, selama 10 tahun kegiatan dilakukan kedua perusahaan akan menghasilkan reduksi CO<sub>2</sub> sebanyak 583.494 tCO<sub>2</sub>e untuk PT. BAJ Ketapang dan 446.927 tCO<sub>2</sub> untuk

BAJ Labuhan Ratu. Berdasarkan berbagai penelitian yang telah dilakukan, manfaat yang dapat diperoleh dari reduksi CO<sub>2</sub> ini adalah berkurangnya potensi terjadinya pemanasan global.

#### **4.5.2. Manfaat Lingkungan Dari Pemanfaatan Limbah Padat**

Selain hal tersebut diatas, limbah padat tapioka yang dihasilkan dari pengolahan ubi kayu merupakan suatu media yang baik bagi pertumbuhan mikroorganisme karena memiliki keseimbangan bahan-bahan organik dan anorganik di dalamnya yang merupakan nutrisi bagi pertumbuhan mikroorganisme. Berdasarkan hasil kajian yang dilakukan KLH (2009) upaya pemanfaatan limbah padat tapioka, selain merupakan bentuk pengelolaan lingkungan yang inheren dengan kualitas hidup manusia, juga berdampak pada perbaikan kesehatan lingkungan, peningkatan nilai ekonomi, pengurangan konsumsi pupuk kimia, dan peningkatan daya guna limbah padat tapioka. Limbah padat tapioka yang tidak dikelola dengan baik dapat menimbulkan kebauan dan lindi akibat terjadinya proses dekomposisi (penguraian oleh bakteri) dari tumpukan ongkok. Dalam hal ini, peneliti setuju terhadap pendapat yang menyatakan demikian.

Berdasarkan hasil wawancara secara mendalam, limbah padat tapioka dapat menimbulkan kebauan terjadi apabila industri tapioka menyerahkan limbah padat berupa ongkok kepada pihak ke-3. Dimana pihak ke-3 tersebut adalah masyarakat yang memanfaatkan limbah padat berupa ongkok untuk digunakan sebagai bahan baku produk turunan. Dalam melakukan pengolahan/pengelolaan, masyarakat melakukannya secara manual dengan bantuan tenaga matahari. Selain itu, ongkok yang dimanfaatkan oleh masyarakat mempunyai kualitas rendah dengan kondisi basah. Dalam melakukan pemanfaatan, masyarakat mengeringkan ongkok tersebut menggunakan bantuan sinar matahari sehingga memerlukan waktu yang lama dan dalam prosesnya terjadi proses dekomposisi. Hal inilah yang menyebabkan timbulnya kebauan akibat pemanfaatan limbah padat tapioka berupa ongkok.

PT. BAJ Ketapang dan Labuhan Ratu tidak menjual limbah padat berupa ongkok kepada masyarakat karena perusahaan memanfaatkan sendiri limbah padatnya sebagai bahan baku (media) pembuatan asam sitrat yang diolah dipabrik terpisah. Dalam memanfaatkan limbah padat ongkok ini, PT. BAJ melakukan pengeringan hingga 35% dan melakukan pangangkutan ke pabrik asam sitrat pada hari itu juga sehingga tidak timbul kebauan yang disebabkan oleh limbah padat berupa ongkok .

### 5.3. Manfaat Sosial Dari Pemanfaatan Limbah Industri Tapioka

Berdasarkan hasil wawancara secara mendalam, penerapan konsep *zero waste* dalam pengelolaan limbah industri tapioka dapat memperoleh manfaat sosial baik yang dapat dirasakan secara langsung maupun tidak langsung oleh masyarakat. Dari pemanfaatan air limbah melalui *methane capture* manfaat sosial yang diperoleh berupa manfaat tidak langsung yaitu berkurangnya penggunaan solar oleh PT. BAJ Ketapang sebanyak 1.605.900 liter dan PT. BAJ Labuhan Ratu sebanyak 974.400 liter. Dengan demikian, bahan bakar solar yang semula digunakan oleh kedua perusahaan sebagai bahan bakar penggerak generator dapat membantu pemerintah dalam upaya pengurangan penggunaan bahan bakar fosil.

Selain itu, pemanfaatan limbah padat berupa kulit dan meniran juga dilakukan oleh PT. BAJ sebagai pupuk organik. Hal ini tentunya dapat mensubstitusi penggunaan pupuk kimia yang biasa digunakan. Aplikasi pupuk organik dilahan dapat digunakan untuk memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologi tanah sehingga dapat meningkatkan unsur hara pada tanah. Berdasarkan kajian yang dilakukan oleh PT. BAJ, perbaikan unsur hara tanah tersebut dapat meningkatkan produksi singkong antara 5 hingga 10 ton per ha per tahun. Selain itu, juga dapat menekan aktivitas serangga hama dan mikroorganisme patogen yang dapat meningkatkan dan menjaga kestabilan produksi tanaman dan menjaga kestabilan produksi.

Manfaat sosial secara langsung diterima dari pemanfaatan limbah padat yang menghasilkan pupuk organik. Berdasarkan hasil wawancara secara mendalam yang dilakukan, manfaat ini dapat dirasakan secara langsung oleh petani singkong

terutama yang berada dibawah binaan PT. BAJ. Manfaat yang diterima oleh petani singkong berasal dari berkurangnya biaya penggunaan pupuk kimia setelah digunakan pupuk organik yang dihasilkan oleh PT. BAJ.

Berdasarkan kajian yang dilakukan oleh Badan Agribisnis Departemen Pertanian (1999), dalam budidaya ubi kayu pemupukan dilakukan dengan sistem berimbang antara N, P, K dengan dosis Urea sebanyak 133–200 kg, TSP sebanyak 60–100 kg dan KCl sebanyak 120–200 kg. Pupuk tersebut diberikan pada saat tanam dengan dosis N:P:K= 1/3 : 1 : 1/3 (pemupukan dasar) dan pada saat tanaman berumur 2-3 bulan yaitu sisanya dengan dosis N:P:K= 2/3 : 0 : 2/3.

Komposisi pupuk kimia yang digunakan oleh petani singkong per hektar per tahun terutama yang menjadi binaan PT. BAJ sebelum ditambah pupuk organik adalah Urea sebesar 150 kg, TSP 75 kg dan KCL 150 kg. Selanjutnya setelah ada penambahan pupuk organik, jumlah pupuk kimia yang digunakan oleh petani menjadi berkurang sebanyak 50% dari penggunaan semula dengan ada penambahan pupuk organik sebesar 4 ton per hektar pada tahun pertama. Pada tahun kedua pupuk organik tidak ditambahkan lagi, sedangkan pupuk kimia yang digunakan tetap 50% dari penggunaan awal sebelum ditambahkan pupuk organik. Keadaan seperti ini akan berulang yaitu penambahan pupuk organik dilakukan pada tahun pertama, selanjutnya pada tahun kedua pupuk organik tidak digunakan lagi dan penggunaan pupuk kimia akan berkurang sebanyak 50% dari penggunaan awal setiap tahunnya. Perbandingan biaya penggunaan pupuk sebelum dan sesudah penambahan pupuk organik seperti pada Tabel 4.24.

Tabel 4.24. Perbandingan Biaya Sebelum dan Sesudah Penambahan Pupuk

Biaya Sebelum Penambahan Pupuk Organik		Biaya Sesudah Penambahan Pupuk Organik	
Tahun Pertama	Rp 1.792.500	Tahun Pertama	Rp 2.496.250
Tahun Kedua	Rp 1.792.500	Tahun Kedua	Rp 896.250
Jumlah	Rp 3.585.000	Jumlah	Rp 3.392.500
		Selisih	Rp 192.500

Bedasarkan Tabel 4.24. terlihat bahwa terdapat selisih biaya sebesar Rp. 192.500 antara sebelum penambahan pupuk organik dan sesudah penambahan pupuk organik. Selisih biaya tersebut dapat dirasakan setelah 2 tahun mengingat pemberian pupuk organik dilakukan setiap 2 tahun sekali. Apabila dirata-rata, maka penghematan biaya yang harus dikeluarkan oleh petani adalah Rp. 96.250 per hektar per tahun.

Berdasarkan penelitian (Akanbi, 2007) kompos kulit singkong bermanfaat sebagai sumber nutrisi bagi tumbuhan dan berpotensi sebagai insektisida tumbuhan. Penggunaan pupuk kompos kulit singkong ini, memiliki banyak keuntungan diantaranya adalah mengurangi permasalahan limbah dan meningkatkan nilai jual dari kulit singkong karena digunakan sebagai pupuk.

## BAB 5 KESIMPULAN

### 5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, maka kesimpulan yang dapat diambil adalah penerapan konsep *zero waste* pada pengelolaan limbah industri tapioka tidak dapat menghilangkan seluruh limbah yang dihasilkan namun dengan penerapan konsep ini dapat meminimalisasi limbah yang terbentuk, dapat memenuhi unsur-unsur keberlanjutan dan dapat meningkatkan nilai manfaat yang diperoleh dari segi lingkungan, ekonomi dan sosial. Kesimpulan berdasarkan tujuan khusus antara lain:

1. Faktor-faktor yang mempengaruhi belum dimanfaatkannya limbah cair industri tapioka adalah mahalnya biaya investasi yang dinyatakan oleh 78% responden, ketersediaan teknologi lokal oleh 70% responden, kebijakan dari pimpinan/manajemen perusahaan oleh 56% responden serta kurangnya SDM yang dimiliki oleh perusahaan oleh 52% responden. Sedangkan untuk limbah padat, hampir tidak ada kendala yang dialami dalam pemanfaatannya.
2. Manfaat ekonomi dari penerapan konsep *zero waste* dalam pengelolaan limbah industri tapioka yang diterima oleh PT. BAJ merupakan manfaat yang diterima secara langsung maupun manfaat tidak langsung berupa *brand image* sebagai industri yang ramah lingkungan sehingga mendukung dan menambah *selling point* pada produk yang dihasilkan. Dari pemanfaatan Limbah cair selama tahun 2008-2009, PT. BAJ Ketapang dapat menghemat biaya pembelian solar sekitar Rp. 10,5 milyar dan PT. BAJ Labuhan Ratu sebesar Rp. 6,4 milyar. Manfaat tersebut akan bertambah dari penerimaan CERS sebesar € 5-€ 15 per ton reduksi CO<sub>2</sub> yang dapat dilakukan. Berdasarkan perhitungan kelayakan kegiatan, *B/C Ratio* PT. BAJ Ketapang adalah 1,1609 dan *B/C Ratio* PT. BAJ Labuhan Ratu 1,0969. Kegiatan yang dilakukan oleh kedua perusahaan dinyatakan layak karena memiliki *B/C Ratio* > 1. Nilai ekonomi dari onggok tanpa dilakukan pengolahan lebih lanjut berkisar antara Rp. 200 sampai dengan Rp. 1.000 per kg. Dari pemanfaatan onggok sebagai bahan baku asam sitrat nilai ekonomi yang diterima sekitar Rp. 10.000 per



kilogram produk asam sitrat. Limbah padat kulit dan onggok yang telah digunakan sebagai media fermentasi dapat dijadikan pupuk organik dengan manfaat ekonomi Rp. 400 per kg.

3. Manfaat lingkungan dari penerapan konsep zero waste dalam pengelolaan limbah industri tapioka adalah berkurangnya volume limbah cair yang terbuang ke lingkungan, peningkatan kualitas air limbah yang dibuang ke lingkungan serta reduksi CO<sub>2</sub> selama tahun 2008-2009 sebanyak 83.851 tCO<sub>2</sub>e untuk PT. BAJ Ketapang dan 41.362 tCO<sub>2</sub>e untuk PT. BAJ,.
4. Manfaat sosial dari penerapan konsep *zero waste* dalam pengelolaan limbah industri tapioka adalah berkurangnya penggunaan solar selama tahun 2008-2009 oleh PT. BAJ Ketapang sebanyak 1.605.900 liter dan PT. BAJ Labuhan Ratu sebanyak 974.400 liter, yang dapat membantu pemerintah dalam upaya pengurangan penggunaan bahan bakar fosil dan penghematan biaya yang harus dikeluarkan oleh petani untuk pembelian pupuk kimia sebesar Rp. 96.250 per hektar per tahun.

## 5.2. Saran

Berdasarkan hasil penelitian, maka beberapa saran yang diajukan adalah:

1. Dalam rangka mengatasi keterbatasan penelitian, maka pihak lain yang akan melakukan penelitian sejenis agar dilakukan dalam periode penelitian yang telah melewati tahap awal (*comissioning*) sehingga keuntungan secara ekonomi akan dapat dikaji lebih jauh.
2. Mengingat hampir seluruh limbah yang dihasilkan oleh industri pembuatan tapioka merupakan limbah organik, disarankan agar penelitian ini dilanjutkan untuk melakukan kajian terhadap kelayakan pemanfaatan limbah cair yang dibuang ke lingkungan untuk digunakan sebagai pupuk cair.
3. Disarankan kepada pihak pemerintah (dalam hal ini Badan Lingkungan Hidup Kabupaten/Kota maupun Provinsi) agar melakukan pembinaan dan mendorong para pelaku industri tapioka untuk melakukan pemanfaatan terhadap limbah yang dihasilkan guna untuk menjaga kelestarian dan keberlanjutan fungsi lingkungan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Akanbi, et al. (2007). "The Use of Compost Extract as Foliar Spray Nutrient Source and Botanical Insecticide in *Telfairia occidentalis*". *World Journal of Agricultural Sciences*.
- ALI, S., HAQ, I. and QADEER, M.A. 2001. *Effect Of Mineral Nutrient On The Production Of Citric Acid By Aspergillus Niger*. *Online Journal of Biological Sciences*. April 2001, vol.32, no. 1.
- Ali, S., Ikram-ul-Haq., M.A. Qadeer, and J. Iqbal. 2002. *Production of Citric Acid by Aspergillus niger Using Cane Molasses in a Stirred Fermentor*. *Electronic Journal of Biotechnology* Vol 5 No 3.
- Anonimous. 2003. *Pedoman Pengolahan Ubi Kayu*. Direktorat Pengolahan dan Pemasaran Hasil Tanaman Pangan Jakarta.
- Arzumanov, T.E.; Shishkanova, N.V. and Finogenova, T.V. 2000. *Biosynthesis of citric acid by Yarrowia lipolytica repeat-batch culture on ethanol*. *Applied Microbiology and Biotechnology*, March 2000, vol. 53.
- Badan Agribisnis Departemen Pertanian. 1999. *Investasi Agribisnis Komoditas Unggulan Tanaman Pangan dan Hortikultura*. Kanisius. Yogyakarta.
- Badan Penelitian dan Pengembangan Industri Departemen Perindustrian, 2007. *Panduan Pengelolaan Limbah Industri Tapioka*. Jakarta. Badan Penelitian dan Pengembangan Industri Departemen Perindustrian, Jakarta.
- BAPEDAL. 1995. *Rencana Pelaksanaan Produksi Bersih*, Jakarta.
- BAPEDAL. 1996. *Teknologi Pengendalian Dampak Lingkungan Industri Tapioka di Indonesia*. Jakarta.
- BPS, 2006 *Direktori Industri Besar Dan Sedang*
- Chand Bansal, Roop dan Meenakshi Goyal. 2005. *Activated Carbon Adsorption*. *Lewis Publisher : United States of America*.
- Daugherty E.C, 2001, *Biomass Energy Systems Efficiency: Analyzed through a Life Cycle Assessment*, Lund Univesity.
- Daugherty E.C, 2001, *Biomass Energy Systems Efficiency: Analyzed through a Life Cycle Assessment*, Lund Univesity.
- Direktorat Jenderal Listrik dan Pemanfaatan Energi, 2004, *Potensi energi terbarukan di Indonesia*, Jakarta

- Djajadiningrat, Asis. H. 2001. "Cleaner Production". Kursus Dasar-Dasar Analisis Mengenai Dampak Lingkungan, PPLH ITB. Bandung.
- EMDI dan BAPEDAL. 1994. Limbah Cair Berbagai Industri Di Indonesia: Sumber, pengendalian dan baku Mutu. *Project of the Ministry for the Environment, Republic of Indonesia and Dalhousie University, Canada.*
- Fleig, A., 2000, *ECO-Industrial Parks. A Strategy towards Industrial ecology in Developing and Newly Industrialized Countries*, GTZ.
- Glenn Michael Roy, Roy M Roy, Glenn M Roy. 1995. *Activated Carbon Applications in the Food and Pharmaceutical Industries*. CRC Press, Panjab University, Chandigarh, India.
- Gunawan W., Doni. 1997. Studi evaluasi unit pengolahan limbah cair industri tapioka. Jakarta.
- Hambali E, dkk, 2007, *Teknologi Bioenergi*, Agromedia, Jakarta
- Hanifah, T.A., Saeni, M.S., Adijuwana, H., Bintoro, H.M.H. 1999. Evaluasi Kandungan Logam Berat Timbal Dan Kadmium Dalam Ubikayu (*Manihot esculenta Crantz*). Buletin ilmiah Gaku-ryoku, Volume V No. 1.
- Hasanudin, U. 2008. "The Biomass Utilization from Agroindustries in Indonesia". *Biomass Sustainable Utilization Working Groups Discussion*. November, 28-29th 2008, Jakarta.
- Ikawati. 2009. dalam makalah Produksi Bersih Industri Tapioka Desa Sidomukti Kabupaten Pati.
- Jenie B.S.L. dan Rahayu W.P. 1993. *Penanganan Limbah Industri Pangan*. Yogyakarta : Penerbit Kanisius.
- Kementerian Negara Lingkungan Hidup, 2004. *Panduan Inspeksi Penaatan Pengelolaan Lingkungan Kegiatan Pertanian dan Kehutanan Industri Tapioka*.
- Kementerian Negara Lingkungan Hidup, 2004. *Pedoman Pemanfaatan dan Pengolahan Limbah Tapioka*.
- Kementerian Negara Lingkungan Hidup, 2007. *Profil Pemanfaatan Limbah Agroindustri*.
- Kementerian Negara Lingkungan Hidup, 2008. *Profil Agroindustri*. Jakarta.
- Keputusan Menteri Nomor 51 Tahun 1995 Tentang Baku Mutu Limbah Cair bagi Kegiatan Industri.

- Koesoebiono. 1984. *Industri Tapioka Penanganan Limbah Cair dan Padat. Makalah pada Lokakarya Pemanfaatan Limbah Industri Tapioka, Bogor, 19-20 Juli 1984.*
- Kumalaningsih, Sri. 1995. *Rekayasa Paket Teknologi Produksi Asam Sitrat Dari Ampas Tapioka Dengan Inokulum Kering.*
- Martono, B. dan Sasongko. 2007. *Prospek Pengembangan Ubi Kayu Sebagai Bahan Baku Bioethanol.*
- Moreira, J.R, *Global Biomass Energy Potential, Brazilian Reference Center on Biomass, Brazil.*
- Moreira, M.T.; Sanroman, A.; Feijoo, G. and Lema, J.M. 1996. *Control of pellet morphology of filamentous fungi in fluidized bed bioreactors by means of a pulsing flow. Enzyme and Microbial Technology.*
- Murad A. El-Holi and Khalaf S. Al-Delaimy. 2003. *Citric acid production from whey with sugars and additives by Aspergillus niger. African Journal of Biotechnology Vol. 2.*
- Pari, Gustan. 2002. *Teknologi Alternatif Pemanfaatan Limbah Industri Pengolahan Kayu. Insitut Pertanian Bogor.*
- Peraturan Pemerintah RI No 82 Tahun 2001 *Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran.*
- R.M. Suzuki, dkk. 2007. *Preparation and Characterization of Activated Carbon from Rice Bran. Departemen of Chemistry, Universidade Estadual de Maringo, Brazil.*
- Roop Chand Bansal and Meenakshi Goyal. 2005. *Activated Carbon Adsorption. CRC Press, Panjab University, Chandigarh, India.*
- Sari R, Hasanudin U, A.S. Suharyono. 2007. *Evaluasi Kinerja Bioreaktor Anaerobik dalam Pengolahan Limbah Cair Industri Tapioka.*
- Sidu, Muhammad Said. 2006. "Pengembangan Agroindustri Berbasis Teknologi: Upaya Meningkatkan Daya Saing dan Nilai Tambah Produk". [Webmaster@mma.ipb.ac.id](mailto:Webmaster@mma.ipb.ac.id).
- Singh, R.K and Misra, 2005, *Biofels from Biomass, Department of Chemical Engineering National Institute of Technology, Rourkela.*
- Singh, R.K and Misra, 2005, *Biofels from Biomass, Department of Chemical Engineering National Institute of Technology, Rourkela.*

- Soeriaatmadja. 1989. Dasar-dasar Ekologi Bagi Populasi dan Komunitas. UI Press, Jakarta.
- Statistik Indonesia, 2009.
- Sugiharto. 1987. Dasar-dasar Pengolahan Air Limbah. UI Press, Jakarta.
- Suparmoko, M. 2002. Penilaian Ekonomi: Sumber Daya Alam dan Lingkungan. Penerbit BPFE. Edisi I. Yogyakarta.
- Suparmoko, M. 2007. Metode Penelitian Praktis. Edisi ke Empat, Cetakan ke Dua. BPFE-Yogyakarta.
- Tim Nasional Pengembangan BBN, 2007, BBN, Bahan Bakar Alternatif dari Tumbuhan Sebagai Pengganti Minyak Bumi
- Tjokroadikoesoemo, P. Soebiyanto. n.d. 1986. HFS dan Industri Ubi Kayu Lainnya. Gramedia, Jakarta.
- UNEP, United Nations Environmental Program, melalui [www.unep.org](http://www.unep.org).
- United Nations Industrial Development Organization (UNIDO)*
- Van Berkel, R., 2001, *Cleaner Production for Achieving Eco-efficiency in Australian*
- W. Gulo. 2004. Metodologi Penelitian, PT. Gramedia, Jakarta.
- Wenas, R.I.F, Sunaryo, dan Styasmi, S. 2002. *Comperative Study on Characteristics of Tannery, "Kerupuk Kulit", "Tahu-Tempe" and Tapioca Waste Water and the Atermative of Treatment. Environmental Technology*. Ad. Manag. Seminar, Bandung, January 9-10, 2003.
- Y. Sudaryanto, dkk. 2006. *High Surface Area Activated Carbons Prepared from Cassava Peel by chemical Activation*. Chemical Engineering, Widya Mandala Surabaya Catholic University
- Zaitun. 1999. Efektivitas limbah industri tapioka sebagai pupuk cair. Tesis Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor, Bogor.

# PT. Budi Acid Jaya

Div. Ketapang

## Kualitas Air Limbah (Outlet) Tahun 2008

Parameter	TAHUN 2008												Bakumutu SK Gub 17/06	Bakumutu KepMen 51/95
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agust	Sept	Okt	Nop	Des		
BOD (mg/l)	66,8	48,9	40,23	27,24	50,46	54,14	54,01	46,12	48,75	46,9	42,98	40,92	100	150
COD (mg/l)	167	108	103,96	62,48	104,12	104,02	103	112,06	92,6	98,04	92,16	88,74	250	300
TSS (mg/l)	22	4	46	18	55	49	49	33	30	34	31	28	60	100
pH	6,8	7,19	7,25	7,4	8,09	7,78	7,78	7,63	7,51	7,43	7,39	7,42	6-9	6-9
Sianida (mg/l)	0,015	0,005	0,003	0,003	0,01	0,006	0,006	0,008	0,007	0,006	0,007	0,006	0,2	0,3

## Kualitas Air Limbah (Outlet) Tahun 2009

Parameter	TAHUN 2008												Bakumutu SK Gub 17/06	Bakumutu KepMen 51/95
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agust	Sept	Okt	Nop	Des		
BOD (mg/l)	45,36	50,47	60,58	42,27	41,99	44,36	38,9	37,14	34,95	40,76	52,3	46,75	100	150
COD (mg/l)	92,12	98,96	104,7	86,5	92,34	90,7	86,14	85,11	80	92	108	94	250	300
TSS (mg/l)	34	30	42	40	30	37	25	22	20	30	41	38	60	100
pH							7,45	7,63	7,75	7,71	7,68	7,57	6-9	6-9
Sianida (mg/l)	0,007	0,008	0,01	0,005	0,007	0,008	0,007	0,01	0,008	0,01	0,009	0,007	0,2	0,3

Lampiran 1

# PT. Budi Acid Jaya

Div. Labuhan Ratu

## Kualitas Air Limbah (Outlet) Tahun 2008

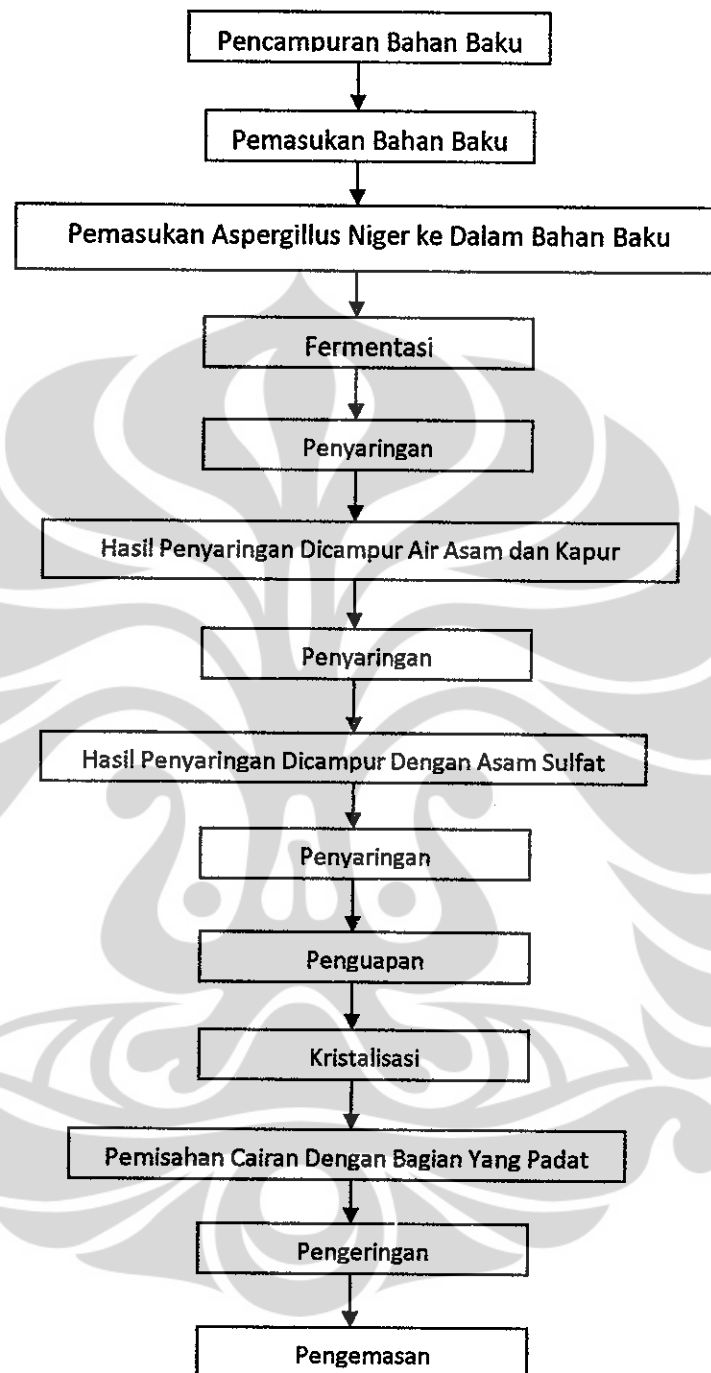
Parameter	TAHUN 2008												Bakumutu	Bakumutu
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agust	Sept	Oktr	Nov	Des	SK Gub 17/06	KepMen 51/95
BOD (mg/l)	71	85,3	65,58	50,1	36,9	40,12	40,96	44,3	40,74	46,08	42,49	40,86	100	150
COD (mg/l)	168	210	156,28	124,49	78,16	82,8	84,7	92,08	86,12	90,75	88,12	84,94	250	300
TSS (mg/l)	18	44	40	38	46	44	40	22	30	35	31	29	60	100
pH	7,19	7,05	6,99	7,29	7,15	7,3	7,27	7,35	7,42	7,53	7,49	7,4	6-9	6-9
Sianida (mg/l)	0,035	0,004	0,003	0,005	0,006	0,007	0,006	0,007	0,006	0,007	0,006	0,005	0,2	0,3

## Kualitas Air Limbah (Outlet) Tahun 2009

Parameter	TAHUN 2009												Bakumutu	Bakumutu
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agust	Sept	Oktr	Nov	Des	SK Gub 17/06	KepMen 51/95
BOD (mg/l)	45,36	50,47	60,58	42,27	41,99	44,36	36,15	32,11	30,05	36,4	40,1	27,18	100	150
COD (mg/l)	92,12	98,96	104,7	86,5	92,34	90,7	78,3	78	70,96	75,83	81,14	77,68	250	300
TSS (mg/l)	34	30	42	40	30	37	24	25	23	20	30	25	60	100
pH	7,56	7,49	7,57	7,48	7,53	7,5	7,49	7,7	7,52	7,76	7,7	7,64	6-9	6-9
Sianida (mg/l)	0,007	0,008	0,01	0,005	0,007	0,008	0,007	0,01	0,008	0,009	0,008	0,007	0,2	0,3

Lanjutan...

### PROSES PRODUKSI ASAM SITRAT



#### Asam Sitrat:

Tahap awal produksi asam sitrat melibatkan dua jenis proses yang dilakukan pada waktu yang bersamaan, yaitu pengembangbiakan jamur jenis *Aspergillus niger* dan penyiapan suatu media dari campuran ongkok dan dedak. Dalam tahap selanjutnya air jamur disemprotkan pada media tersebut. Dalam tujuh hari berikutnya, jamur tersebut akan mengubah karbohidrat dalam media menjadi suatu jenis asam (*acid*). Asam tersebut diekstraksikan dengan cara mencampurnya dengan air panas dan menetralkannya dengan *calcium dioxide* untuk kemudian membentuk kalsium sitrat. Kemudian asam sulfat ditambahkan untuk menghasilkan asam sitrat cair. Asam sitrat cair dimasukkan kedalam ruang penguap hampa udara dan sistem filtrasi untuk memurnikan *acid* tersebut. Dalam tahap akhir, asam sitrat yang telah dimurnikan dan diputihkan, dikristalisasi dan disentrifugal untuk menghasilkan butir-butir halus asam sitrat *monohydrate* diproses melalui proses pemurnian untuk menghilangkan kadar air dari asam sitrat *monohydrate* tersebut.



## Daftar Panduan Wawancara

### Data Responden:

Nama Lengkap : .....

Pendidikan : .....

Alamat/  
Instansi : .....

### Target Pemerintah:

1. Berapa jumlah industri Pembuatan Tepung Tapioka yang ada di wilayah Saudara?
2. Apakah Saudara mengetahui tentang pemanfaatan limbah cair dan limbah padat yang dilakukan oleh industri tapioka di wilayah anda?
3. Berapa jumlah industri Pembuatan Tepung Tapioka di wilayah Saudara yang telah memanfaatkan air limbahnya sebagai sumber energi terbarukan?
4. Berapa jumlah industri Pembuatan Tepung Tapioka di wilayah Saudara yang telah memanfaatkan limbah padatnya sebagai produk turunan?

### Target Industri:

5. Berapa kapasitas produksi di perusahaan Saudara?
6. Berapa jumlah limbah yang dihasilkan dari proses produksi di perusahaan Saudara? (baik limbah cair maupun limbah padat)
7. Apakah Saudara telah melakukan pemanfaatan terhadap limbah yang dihasilkan? (baik limbah cair maupun limbah padat)
8. Dimanfaatkan sebagai apa limbah yang Saudara hasilkan tersebut?
9. Kendala apa saja yang Saudara alami dalam melakukan limbah yang dihasilkan? (baik limbah cair maupun limbah padat)
10. Manfaat apa saja yang Saudara terima dari pemanfaatan limbah tersebut?

### Target Petani Binaan:

11. Apakah Bapak/Ibu mengetahui bahwa PT. BAJ melakukan pemanfaatan limbah padat kulit sebagai bahan baku pembuatan pupuk organik?
12. Apakah Bapak menggunakan pupuk organik untuk pemupukan tanaman singkong?
13. Berapa banyak pupuk organik yang Bapak gunakan untuk pemupukan 1 hektar lahan?
14. Berapa banyak pupuk kimia (Urea, TSP, KCL) yang Bapak gunakan untuk pemupukan 1 hektar lahan sebelum menggunakan penambahan pupuk organik?
15. Berapa banyak pupuk kimia (Urea, TSP, KCL) yang Bapak gunakan untuk pemupukan 1 hektar lahan setelah menggunakan penambahan pupuk organik?
16. Bagaimana metode pemberian pupuk yang Bapak lakukan?

## Lembar Pertanyaan Untuk Target Sampel Perusahaan

### Data Responden:

Nama Perusahaan : .....

Alamat Perusahaan : .....

Nama : .....

(pengisi kuesioner)

Jabatan/Pendidikan : .....

### LATAR BELAKANG

Industri tapioka merupakan salah satu jenis agroindustri yang memanfaatkan sumber daya alam yang mudah rusak, melimpah, bergantung pada kondisi alam, bergantung pada kondisi alam, bersifat musiman serta teknologi dan manajemen yang akomodatif terhadap heterogenitas sumber daya manusia dengan kandungan lokal yang tinggi (Supriyati dan Suryani, 2006). Selain itu, industri tapioka akan menghasilkan volume limbah yang cukup besar (baik limbah padat maupun limbah cairnya) dalam proses produksi. Dengan kondisi limbah yang memiliki kandungan bahan organik yang tinggi, maka apabila tidak dilakukan pengelolaan terhadap limbah yang dihasilkan akan menyebabkan permasalahan berupa gangguan estetika lingkungan akibat kebauan dan juga meningkatnya produksi karbon yang terlepas ke lingkungan akibat dekomposisi limbah organik. Oleh karena itu, pemanfaatan limbah yang dihasilkan perlu dilakukan untuk mencegah timbulnya permasalahan lingkungan dan untuk meningkatkan nilai manfaat dari produk samping. Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk melakukan pemanfaatan terhadap limbah cair adalah sebagai sumber energi listrik terbaru dan pemanfaatan limbah padat sebagai bahan baku berbagai produk turunan industri tapioka.

*Untuk menjawab pertanyaan berikan tanda (√) pada  dan apabila diperlukan, sebutkan dan jelaskan jawaban Saudara.*

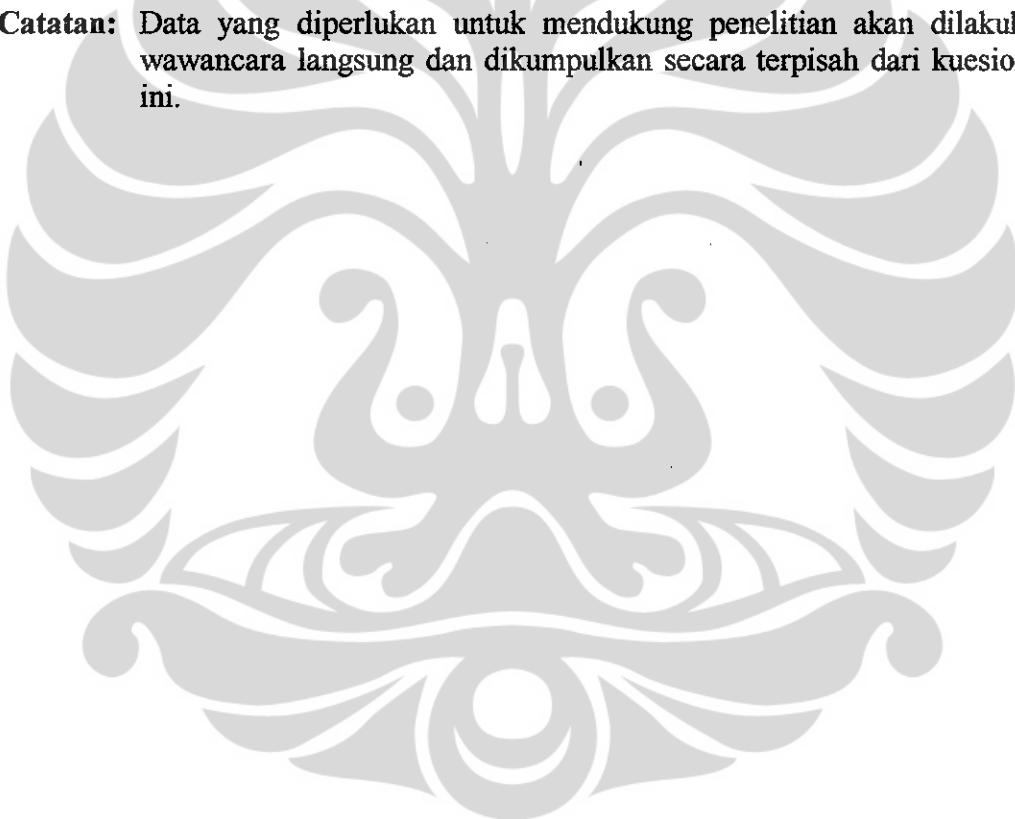
No	Pertanyaan	Jawaban	
1.	Berapa kapasitas terpasang di perusahaan Saudara:		
	a. Sama dengan atau lebih dari 300 ton/hari?	<input type="checkbox"/> Ya	<input type="checkbox"/> Tidak
	b. Kurang dari 300 ton/hari?	<input type="checkbox"/> Ya	<input type="checkbox"/> Tidak
2.	Berapa kapasitas produksi senyatanya di perusahaan Saudara:		
	a. Sama dengan atau lebih dari 300 ton/hari?	<input type="checkbox"/> Ya	<input type="checkbox"/> Tidak
	b. Kurang dari 300 ton/hari?	<input type="checkbox"/> Ya	<input type="checkbox"/> Tidak

No	Pertanyaan	Jawaban	
3.	Apakah Saudara mengetahui tentang peluang pemanfaatan terhadap: a. Limbah padat berupa ongkok? b. Limbah padat berupa kulit? c. Limbah Cair sebagai energi terbarukan?	<input type="checkbox"/> Ya <input type="checkbox"/> Ya <input type="checkbox"/> Ya	<input type="checkbox"/> Tidak <input type="checkbox"/> Tidak <input type="checkbox"/> Tidak
4.	Apabila jawaban atas pertanyaan no 3 adalah "Ya" apakah perusahaan Saudara telah melakukan pemanfaatan terhadap limbah yang dihasilkan?	<input type="checkbox"/> Ya	<input type="checkbox"/> Tidak
5.	Limbah yang dimanfaatkan berupa: a. Limbah padat berupa ongkok? b. Limbah padat berupa kulit? c. Limbah Cair sebagai energi terbarukan?	<input type="checkbox"/> Ya <input type="checkbox"/> Ya <input type="checkbox"/> Ya	<input type="checkbox"/> Tidak <input type="checkbox"/> Tidak <input type="checkbox"/> Tidak
6.	Apakah menurut Saudara terdapat kendala dalam pemanfaatan limbah padat ongkok?	<input type="checkbox"/> Ya	<input type="checkbox"/> Tidak
7.	Apabila jawaban pertanyaan nomor 6 "Ya", menurut Saudara kendala apakah yang terjadi dalam pemanfaatan limbah padat ongkok? <input type="checkbox"/> Ketersediaan teknologi pemanfaatan limbah padat ongkok <input type="checkbox"/> Mahalnya biaya yang diperlukan untuk melakukan pemanfaatan limbah padat ongkok <input type="checkbox"/> Kurangnya sumber daya manusia yang dimiliki untuk melakukan pemanfaatan limbah padat ongkok <input type="checkbox"/> Kebijakan dari pimpinan perusahaan <input type="checkbox"/> Lainnya. Sebutkan: ..... (jawaban boleh lebih dari 1)		
8.	Apakah menurut Saudara terdapat kendala dalam pemanfaatan limbah padat berupa kulit?	<input type="checkbox"/> Ya	<input type="checkbox"/> Tidak
9.	Apabila jawaban pertanyaan nomor 8 "Ya", menurut Saudara kendala apakah yang terjadi dalam pemanfaatan limbah padat berupa kulit? <input type="checkbox"/> Ketersediaan teknologi pemanfaatan limbah padat berupa kulit <input type="checkbox"/> Mahalnya biaya yang diperlukan untuk melakukan pemanfaatan limbah padat berupa kulit <input type="checkbox"/> Kurangnya sumber daya manusia yang dimiliki untuk melakukan pemanfaatan limbah padat berupa kulit <input type="checkbox"/> Kebijakan dari pimpinan perusahaan <input type="checkbox"/> Lainnya. Sebutkan: ..... (jawaban boleh lebih dari 1)		

Lanjutan

No	Pertanyaan	Jawaban	
10.	Apakah menurut Saudara terdapat kendala dalam pemanfaatan limbah cair sebagai energi terbarukan?	<input type="checkbox"/> Ya	<input type="checkbox"/> Tidak
11.	Apabila jawaban pertanyaan nomor 10 “Ya”, menurut Saudara kendala apakah yang terjadi dalam pemanfaatan limbah cair sebagai sumber energi terbarukan? <input type="checkbox"/> Ketersediaan teknologi pemanfaatan limbah cair <input type="checkbox"/> Mahalnya biaya yang diperlukan untuk melakukan pemanfaatan limbah cair <input type="checkbox"/> Kurangnya sumber daya manusia yang dimiliki untuk melakukan pemanfaatan limbah cair <input type="checkbox"/> Kebijakan dari pimpinan perusahaan <input type="checkbox"/> Lainnya. Sebutkan: ..... (jawaban boleh lebih dari 1)		

**Catatan:** Data yang diperlukan untuk mendukung penelitian akan dilakukan wawancara langsung dan dikumpulkan secara terpisah dari kuesioner ini.



**PERHITUNGAN FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI TIDAK DIMANFAATKANNYA LIMBAH INDUSTRI TAPIOKA**

No	Pertanyaan Yang Diajukan	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	Jumlah	
1	Kapasitas Terpasang di Perusahaan Saudara:																													
	a. Sama dengan atau lebih dari 300 ton/hari?	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	7	
	b. Kurang dari 300 ton/hari																													20
2	Kapasitas Produksi sebenarnya:																													
	a. Sama dengan atau lebih dari 300 ton/hari?	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	
	b. Kurang dari 300 ton/hari	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	25	
3	Apakah Saudara mengetahui tentang peluang pemanfaatan terhadap:																													
	A. Limbah padat berupa ongkok?																													
	a. Ya	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	27	
	b. Tidak																													0
	B. Limbah padat berupa kulit?																													
	a. Ya	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	27	
	b. Tidak																													0
	C. Limbah cair?																													
	a. Ya	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	27	
	b. Tidak																													0
4	Apabila salah satu jawaban pada pertanyaan no. 3 "Ya" apakah perusahaan telah melakukan pemanfaatan terhadap limbah yang dihasilkan?																													
	a. Ya	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	27	
	b. Tidak																													0
5	Limbah yang dimanfaatkan berupa:																													
	a. Limbah padat ongkok	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	24	
	b. Limbah padat kulit	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	27	
	c. Limbah cair sebagai energi terbarukan	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	11	

No	Pertanyaan Yang Diajukan	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	Jumlah		
6	Apakah menurut Saudara terdapat kendala dalam pemanfaatan limbah padat ongkok?																														
	a. Ya																														
	b. Tidak	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4	
7	Apabila jawaban pertanyaan no 6 "Ya", menurut Saudara kendala apakah yang terjadi dalam pemanfaatan limbah padat (ongkok)?																														
	a. Ketersediaan teknologi pemanfaatan limbah padat berupa ongkok									1																					
	b. Mahalnya biaya yang diperlukan untuk melakukan pemanfaatan limbah padat berupa ongkok									1																					
	c. Kurangnya SDM yang dimiliki untuk melakukan pemanfaatan limbah padat berupa ongkok																														
	d. Kebijakan dari pimpinan perusahaan																														
	e. Lainnya																														
8	Apakah menurut Saudara terdapat kendala dalam pemanfaatan limbah padat kulit?																														
	a. Ya																														
	b. Tidak	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3
9	Apabila jawaban pertanyaan no 8 "Ya", menurut Saudara kendala apakah yang terjadi dalam pemanfaatan limbah padat (kulit)?																														
	a. Ketersediaan teknologi pemanfaatan limbah padat berupa kulit																														
	b. Mahalnya biaya yang diperlukan untuk melakukan pemanfaatan limbah padat berupa kulit																														
	c. Kurangnya SDM yang dimiliki untuk melakukan pemanfaatan limbah padat berupa kulit																														
	d. Kebijakan dari pimpinan perusahaan																														
	e. Lainnya																														
10	Apakah menurut Saudara terdapat kendala dalam pemanfaatan limbah cair?																														
	a. Ya																														
	b. Tidak	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	6



## DAFTAR INFORMAN

No.	Nama	Bagian/Jabatan
1	Suyanto	Div. Lingkungan PT. Sungai Budi Group
2	Tommy	Manager PT. BAJ Labuhan Ratu
3	Yuwandy	Manager PT. BAJ Ketapang
4	Pandya	Divisi Biogas PT. BAJ Labuhan Ratu
5	Eko Sagita	Divisi Biogas PT. BAJ Ketapang
6	Sartono	Div. Laboratorium PT. BAJ
7	Resi	Div. Pengolahan Data PT. BAJ
8	Sanusi	Ketua Petani Binaan PT. BAJ
9	Paryanto	Anggota Kelompok Tani
10	Sukamdi	Anggota Kelpmpok Tani
11	Dede Agung P	Data Statistik Agroindustri-KLH
12	Des Yulian, AT, Msi	Kasubid Pengawasan dan Pengendalian Kab. Lampung Utara
13	Darkoni Antoni	Kabid Pengkajian Kab. Lampung Timur
14	Ir. Masjari. Hs	Kabid Pengawasan Lingkungan Hidup BLH Provinsi Lampung
15	Moh. Rizal	Kasubid Pengawasan Lingkungan Hidup Provinsi Lampung



**Daftar Responden (Industri Pengisi Kuesioner)**

- 1 PT. BAJ Terbanggi Besar
- 2 PT. BAJ Gunung Batin Udik
- 3 PT. BAJ Labuhan Ratu
- 4 PT. BAJ Gedung Ketapang
- 5 PT. BAJ Pakuan Agung
- 6 PT. BAJ Kibang Yekti/Lembu Kibang
- 7 PT. BAJ Agung Dalam
- 8 PT. BAJ Gunung Agung
- 9 ACI WAY RAMAN
- 10 PT. BAJ Blambangan
- 11 PT. BAJ Giham
- 12 PT. BAJ Penumangan
- 13 PT. BAJ. Buyut Ilir Gunung Sugih
- 14 PT. BUMI JAYA MURNI
- 15 PT. Darma Agrindo
- 16 PT. Wira Kencana A
- 17 PT. EKA INTI TAPIOKA Buni Nabung Timur Rumbia
- 18 PT. EKA INTI TAPIOKA Seputih Banyak
- 19 PT. GGP I (ex.PT. UMAS JAYA.F) Gunung Batin Baru
- 20 PT. FLORINDO MAKMUR Sukajawa/Katibang
- 21 PT. LUHUR PRAKARSA MD
- 22 PT. SINAR PEMATANG MULIA I
- 23 PT. SINAR PEMATANG MULIA II
- 24 PT. SORINI AGRO ASIA
- 25 PT. TEGUH WIBAWA BP Banjar Agung
- 26 PT. TEGUH WIBAWA BP Kali Cinta
- 27 PT. TEGUH WIBAWA BP Gunung Batin Ilir

Cost Benefit Ratio PT. BAJ Ketapang

Tahun	Tahun ke	Modal (Rp)	Biaya Operasional (Rp)	Asuransi (Rp)	Gaji (Rp)	Bunga 8,8% (Rp)	Pajak 25% CERs	Jumlah Biaya (Rp)	Penghasilan (Rp)	B (Rp)	Tingkat Diskonto Dengan Suku Bunga 7%	K+C	NPV (K+C)	NPV (B)
2007	0	35.000.000.000												
2008	1		3.500.000.000	210.000.000	250.000.000	3.080.000.000	432.073.681	7.472.073.681	1.728.294.724	(5.743.778.957)	1,000	35.000.000.000	17.500.000.000	
2009	2		3.500.000.000	210.000.000	250.000.000	3.080.000.000	2.150.788.672	9.190.788.672	19.202.094.688	10.011.306.016	1,070	7.472.073.681	3.609.697.430	(2.774.772.443)
2010	3		3.500.000.000	210.000.000	250.000.000	3.080.000.000	2.162.618.010	9.202.618.010	20.627.274.239	11.424.656.229	1,145	9.190.788.672	4.284.949.728	4.667.493.131
2011	4		3.500.000.000	210.000.000	250.000.000	3.080.000.000	2.174.512.409	9.214.512.409	22.231.836.121	13.017.323.712	1,223	9.202.618.010	4.135.928.164	5.134.577.727
2012	5		3.500.000.000	210.000.000	250.000.000	3.080.000.000	2.186.472.227	9.226.472.227	24.039.067.637	14.812.595.410	1,311	9.214.512.409	3.987.592.314	5.633.263.887
2013	6		3.500.000.000	210.000.000	250.000.000	3.080.000.000	2.198.497.824	9.238.497.824	26.075.283.261	16.612.595.410	1,403	9.226.472.227	3.840.280.361	6.165.359.614
2014	7		3.500.000.000	210.000.000	250.000.000	3.080.000.000	2.210.589.562	9.250.589.562	28.370.218.168	18.412.595.410	1,501	9.238.497.824	2.462.679.681	7.964.387.453
2015	8		3.500.000.000	210.000.000	250.000.000	3.080.000.000	2.222.747.805	9.262.747.805	30.937.472.928	20.199.628.606	1,606	9.250.589.562	2.368.038.002	8.519.374.632
2016	9		3.500.000.000	210.000.000	250.000.000	3.080.000.000	2.235.065.680	9.275.065.680	33.809.062.720	22.774.725.123	1,718	9.262.747.805	2.274.585.844	9.114.432.745
Batas: K = Modal (Kapital), C= Cost, B= Benefit														

Rincian Penghasilan BAJ Ketapang

Tahun	Tahun ke	Listrik MWh	Listrik Sebara Solar (L)	Harga (asumsi Rp. 6.600/L)	Reduksi CO2 (TCO2)	CER Min (5 Euro)	CER Max (15 Euro)	Average CERs	Penghasilan Listrik + CER (Rp)
2008	1				14.027	864.147.362	2.592.442.086	1.728.294.724	1.728.294.724
2009	2	5.353	1.605.900	10.598.940.000	69.824	4.301.577.344	12.904.732.032	8.603.154.688	19.202.094.688
2010	3	6.049	1.814.667	11.976.802.200	70.208	4.325.236.019	12.975.708.058	8.650.472.039	20.627.274.239
2011	4	6.835	2.050.574	13.533.786.486	70.594	4.349.024.817	13.047.074.452	8.698.049.635	22.231.836.121
2012	5	7.724	2.317.148	15.293.178.729	70.982	4.372.944.454	13.118.833.362	8.745.888.908	24.039.067.637
2013	6	8.728	2.618.378	17.281.291.964	71.373	4.396.995.648	13.190.986.945	8.793.991.297	26.075.283.261
2014	7	9.863	2.958.767	19.527.859.919	71.765	4.421.179.125	13.263.537.374	8.842.358.249	28.370.218.168
2015	8	11.145	3.343.406	22.066.481.709	72.160	4.445.495.610	13.336.486.829	8.890.991.219	30.937.472.928
2016	9	12.560	3.768.000	24.868.800.000	72.560	4.470.131.360	13.410.394.080	8.940.262.720	33.809.062.720

Dengan Asumsi Batwa pada tahun 2009 sampai dengan 2016 akan terjadi kenaikan jumlah listrik yang dihasilkan sebanyak 13% setiap tahunnya dan produksi maksimal baru akan terjadi pada tahun ke 10.

BC Ratio Kotor = 54.152.633.158

46.646.296.777

1,1609

Sehingga Proyek tersebut Layak karena BCR > 1

Cost Benefit Ratio PT. BAJ Labuhan Ratu

Tahun	Tahun ke	Modal (Rp)	Biaya Operasional (Rp)	Asumsi (Rp)	Gaji (Rp)	Bunga 8,8% (Rp)	Pajak 25% CERs	Jumlah Biaya (Rp)	Penghasilan (Rp)	B (Rp)	Tingkat Diskonto Dengan Suku Bunga 7%	K+C	NPV (K+C)	NPV (B)
2008	0	35.000.000.000												
2009	1		3.500.000.000	210.000.000	250.000.000	3.080.000.000	637.036.843	7.677.036.843	11.527.334.744	3.850.297.901	1,000	35.000.000.000	17.500.000.000	
2010	2		3.500.000.000	210.000.000	250.000.000	3.080.000.000	665.703.501	7.705.703.501	12.882.100.007	5.176.396.507	1,070	7.677.036.843	3.708.713.451	1.860.047.295
2011	3		3.500.000.000	210.000.000	250.000.000	3.080.000.000	695.660.158	7.735.660.158	14.444.135.868	6.708.475.709	1,145	7.705.703.501	3.592.570.050	2.413.350.975
2012	4		3.500.000.000	210.000.000	250.000.000	3.080.000.000	726.964.866	7.766.964.866	16.248.373.080	8.481.408.214	1,225	7.735.660.158	3.476.634.006	3.014.986.995
2013	5		3.500.000.000	210.000.000	250.000.000	3.080.000.000	759.678.285	7.799.678.285	18.335.794.909	10.536.116.624	1,311	7.766.964.866	3.361.164.219	3.670.340.514
2014	6		3.500.000.000	210.000.000	250.000.000	3.080.000.000	793.863.807	4.753.863.807	20.734.493.602	16.000.629.794	1,403	7.799.678.285	3.246.414.296	4.385.385.958
2015	7		3.500.000.000	210.000.000	250.000.000	3.080.000.000	829.587.679	4.789.587.679	23.560.911.622	18.771.323.944	1,501	4.753.863.807	1.900.990.166	6.398.382.689
2016	8		3.500.000.000	210.000.000	250.000.000	3.080.000.000	866.919.124	4.826.919.124	26.821.299.970	21.994.380.846	1,606	4.789.587.679	1.838.061.910	7.203.721.461
2017	9		3.500.000.000	210.000.000	250.000.000	3.080.000.000	907.933.827	4.867.933.827	30.863.090.612	25.995.156.786	1,718	4.826.919.124	1.775.786.795	8.091.565.254
													42.115.326.535	46.195.973.964

Dipnana: K= Modal (Kapital), C= Cost, B= Benefit

Rincian Penghasilan BAJ Labuhan Ratu

Tahun	Tahun ke	Listrik	Listrik Sesuai Solar (L)	Harga (asumsi Rp. 6.600/L)	Reduksi CO2 (TCO2)	CER Min (\$ Euro)	CER Max (15 Euro)	Average CERs	Penghasilan Listrik + CER (Rp)
2008	0	MWh				@ Rp. 12.321,20			
2009	1	3.248	974.400	6.431.040.000	41.362	2.548.147.372	7.644.442.116	5.096.294.744	11.527.334.744
2010	2	3.816	1.144.920	7.556.472.000	43.223	2.662.814.004	7.988.442.011	5.325.628.007	12.882.100.007
2011	3	4.484	1.345.281	8.878.854.600	45.168	2.782.640.654	8.347.921.902	5.565.281.268	14.444.135.868
2012	4	5.269	1.580.705	10.432.654.155	47.201	2.907.859.462	8.723.578.387	5.815.718.925	16.248.373.080
2013	5	6.191	1.857.329	12.238.368.632	49.325	3.038.713.138	9.116.139.415	6.077.426.276	18.335.794.909
2014	6	7.275	2.182.361	14.403.583.143	51.545	3.175.455.229	9.526.365.688	6.350.910.459	20.734.493.602
2015	7	8.548	2.564.274	16.924.210.193	53.864	3.318.390.715	9.955.052.144	6.636.701.430	23.560.911.622
2016	8	10.043	3.013.022	19.885.946.976	56.288	3.467.676.497	10.403.029.491	6.935.352.994	26.821.299.970
2017	9	11.919	3.575.700	23.599.620.000	58.951	3.621.735.306	10.895.205.918	7.263.470.612	30.863.090.612

Dengan Asumsi Bahwa pada tahun 2009 sampai dengan 2016 akan terjadi kenaikan jumlah listrik yang dihasilkan sebanyak 17,5% setiap tahunnya dan produksi maksimal baru akan terjadi pada tahun ke

BC Ratio Kotor =

46.195.973.964

42.115.326.535

1,0969

Sehingga Proyek tersebut Layak karena BCR >1

**PERHITUNGAN REDUKSI CO2  
PT. BAJ KETAPANG**

BE= BE ww tread + BE y power

Tahun	Baseline Emission in ww tread (ton CO2 e)	Baseline Emission in y power (ton CO2 e)	Baseline Emission (ton CO2 e)
2008	74.000	10.299	84.299
2009	53.630	10.299	63.929

**I Baseline Emission from avoided methane emission**

BEy ww.tread= Qy.ww \*  $\sum$ (CODy.ww.removed.i\*B0.ww\*MCFww.treatment.i\*GWP\_CH4)

Tahun	Quantity y.ww (m3)	jumlah	COD removed (ton/m3)	B0.ww (CH4/kg COD)	MFCww	GWP_CH4	Baseline Emission y.ww.tread (ton CO2 e)
2008	1.310.948	0,056448	0,016	0,21	0,8	21	74.000
2009	950.075	0,056448	0,016	0,21	0,8	21	53.630

Dimana:

- Quantity y.ww adalah jumlah limbah cair yang diolah melalui UASB tank digester
- COD removed = dihitung menggunakan asumsi efektivitas alat yang digunakan sesuai perhitungan yang dilakukan pada saat perancangan yaitu 0,016 ton m3
- B0 = bangkitan metane dari air limbah yang diolah berdasarkan perhitungan IPCC 2006 adalah 0,21 CH4/kg COD
- MFC = perhitungan faktor koreksi metan untuk industri kecil yang digunakan oleh IPCC 2006 yaitu 0,8 (Tabel III.H.1)
- GWP = potensi pemanasan global yang diakibatkan oleh metan berdasarkan ketentuan dari UNFCCC yaitu 21

**II BEy.power= Egy\*Efefectricity**

Tahun	Electricity Generator in year (MWh)	EF electricity	Baseline Emission y power (ton CO2 e)
2008	12.560	0,82	10.299
2009	12.560	0,82	10.299

Dimana:

- Electricity Generator in year = jumlah listrik yang dibutuhkan oleh industri yaitu 12.560 MWh per tahun
- EF electricity = faktor emisi dari penggunaan generator dengan bahan bakar fosil sesuai ketentuan UNFCCC yaitu 0,82

### III. Project Emission

PE y = PE ywwtread + PE yfugitive + PE electricity

Tahun	Project Emission in y tread (ton COD e)	Project Emission in y fugitive (ton COD e)	Electricity consumption (ton CO2 e)	Project Emission in year (ton CO2 e)
2008	58.630	tanpa Degerster (Jan-Jun'08)	10.299	71.279
2009	1.492	6.703	5.910	14.105

Dimana:

- Project Emission in y tread = perhitungan emisi yang dihasilkan dari kegiatan penangkapan metan.
- Project Emission in y fugitive = emisi liar dari kegiatan penangkapan metan yang dilakukan
- Electricity consumption = emisi yang dihasilkan dari penggunaan listrik

PE y ww.tread = Q y ww \* GWP\_CH4 \* B0 ww \* COD y ww.tread \* MCF.Final

Tahun	Q y ww (m3)	Jumlah	GWP_CH4	B0 ww	COD y ww.tread (ton/m3)	COD removed (ton/m3)	MCF	MCF.Final	PE year ww.tread (ton CO2e)
2008	1.038.647	0,056448	21	0,21	-	0,016	0,8		58.630
2009	272.301	-	21	0,21	0,00178			0,2	428
	950.075	-	21	0,21	0,00178			0,2	1.492

tanpa proyek  
dengan proyek

Dimana:

- Kegiatan penangkapan metan dimulai sejak Juli 2008 sehingga perhitungan dilakukan terhadap kegiatan dimulai, dan sebelum adanya kegiatan (Jan-Jun) digunakan perhitungan sesuai emisi dasar
- COD y ww treated = COD yang diperlukan untuk dapat dibuang ke lingkungan (perairan)
- MCF.Final = faktor koreksi untuk metan yang telah dilakukan pengolahan sesuai IPCC tabel III H.1 yaitu 0,2

$$PE_{y \text{ fugitive}} = (1 - CFE_{ww}) * MEP_{y \text{ ww treatment}} * GWP_{CH4}$$

Tahun		CFE ww	MEP y ww treatment (ton)	GWP_CH4	PE y fugitive (ton CO2 e)
2008	1	0,9	915	21	1922
2009	1	0,9	3192	21	6703

Dimana:

- CFE ww = penangkapan dan pemanfaatan/pembakaran/efisiensi pemulihan metan dan pembakaran/peralatan pemanfaatan di pengolahan air limbah (nilai yang digunakan 0,9, given sesuai AMS III.H.9)

- MEP ww treatment = Perhitungan emisi metan potensial dari pengolahan limbah

$$MEP_{y \text{ ww treat}} = Q_{y \text{ ww}} * B0_{ww} * \sum (COD_{y \text{ ww removed}, i} * MCF_{ww \text{ treatment}, i})$$

Tahun	Q <sub>y ww</sub> (m <sup>3</sup> )	B0 ww	jumlah	COD <sub>y ww removed, i</sub>	MCF <sub>ww treatment, i</sub>	MEP y ww treat (ton)
2008	272.501	0,21	0,016	0,016	1	915
2009	950.075	0,21	0,016	0,016	1	3.192

Dimana:

- MCF<sub>ww treatment</sub> = faktor koreksi untuk metan yang telah dilakukan pengolahan sesuai tabel III.H.1 yaitu 1)

$$IV \text{ PE}_{y \text{ power}} = \text{Egy} * \text{Efelectricity}$$

Tahun	EGy	EF electricity	PE <sub>y power</sub>
2008	12.560	0,82	10.299
2009	7.207	0,82	5.910

Dimana:

- Pada tahun 2008 Emisi dari generator digunakan perhitungan emisi dasar karena belum dihasilkan listrik dari kegiatan penangkapan metan  
- Pada tahun 2009 emisi dihitung berdasarkan jumlah kebutuhan listrik yang belum terpenuhi dari pemanfaatan energi terbaru.

#### V Emission Reduction

$$ER = BE - PE$$

Tahun	BE	PE	ER (t CO2e)
2008	84.299	70.272	14.027
2009	83.929	14.105	69.824

## PERHITUNGAN REDUKSI CO2 PT. BAJ LABUHAN RATU

$$BE = BE_{ww \text{ tread}} + BE_{y \text{ power}}$$

Tahun	Baseline Emission in ww tread (ton CO2 e)	Baseline Emission in y power (ton CO2 e)	Baseline Emission (ton CO2 e)
2008	34.015	9774	43.789
2009	45.678	9774	55.452

### I Baseline Emission from avoided methane emission

$$BE_{y \text{ ww.tread}} = Q_{y \text{ ww}} * \sum (COD_{y \text{ ww.removed}} * B0_{\text{ww}} * MCF_{\text{ww.treatment}} * GWP_{\text{CH4}})$$

Tahun	Quantity y_ww (m3)	jumlah	COD removed (ton/m3)	B0_ww (CH4/kg COD)	MFC_ww	GWP_CH4	Baseline Emission y_ww.tread (ton CO2 e)
2008	602.588	0,056448	0,016	0,21	0,8	21	34.015
2009	809.210	0,056448	0,016	0,21	0,8	21	45.678

Dimana:

- Quantity y\_ww adalah jumlah limbah cair yang diolah melalui UASB tank digester
- COD removed = dihitung menggunakan asumsi efektivitas alat yang digunakan sesuai perhitungan yang dilakukan pada saat perancangan yaitu 0,016 ton m3
- B0 = bangkitan metane dari air limbah yang diolah berdasarkan perhitungan IPCC 2006 adalah 0,21 CH4/kg COD
- MFC = perhitungan faktor koreksi metanutuk industri kecil yang digunakan oleh IPCC 2006 yaitu 0,8 (Tabel III.H.1)
- GWP = potensi pemanasan global yang diakibatkan oleh metan berdasarkan ketentuan dari UNFCCC yaitu 21

### II BE\_y.power = E\_gy \* E\_electricity

Tahun	Electricity Generator in year (MWh)	EF electricity	Baseline Emission y power (ton CO2 e)
2008	11.919	0,82	9.774
2009	11.919	0,82	9.774

Dimana:

- Electricity Generator in year = jumlah listrik yang dibutuhkan oleh industri yaitu 11.919 MWh per tahun
- EF electricity = faktor emisi dari penggunaan generator dengan bahan bakar fosil sesuai ketentuan UNFCCC yaitu 0,82

### III. Project Emission

PE y = PE ywwtread + PE yfugitive + PE electricity

Tahun	Project Emission in y tread (ton COD e)	Project Emission in y fugitive (ton COD e)	Electricity consumption (ton CO2 e)	Project Emission in year (ton CO2 e)
2008	34.015	0	9774	43.789
2009	1.270	5710	7110	14.090

Dimana:

- Tahun 2008 belum dilakukan kegiatan penangkapan metan sehingga digunakan perhitungan emisi dasar
- Project Emission in y tread = perhitungan emisi yang dihasilkan dari kegiatan penangkapan metan.
- Project Emission in y fugitive = emisi liar dari kegiatan penangkapan metan yang dilakukan
- Electricity consumption = emisi yang dihasilkan dari penggunaan listrik

PE y ww.tread =  $Q_y \cdot ww * GWP\_CH4 * B0 \cdot ww * COD_y \cdot ww \cdot tread * MCF \cdot Final$

Tahun	Q.y.ww	GWP_CH4	B0.ww	COD y.ww.tread (m3/day)	MCF	PE y ww.tread (ton CO2 e)
2008						-
2009	809.210	21	0,21	0,00178	0,2	1.270

Dimana:

- COD y. ww treated = COD yang diperlukan untuk dapat dibuang ke lingkungan (perairan)
- MCF Final = faktor koreksi untuk metan yang telah dilakukan pengolahan sesuai IPCC tabel III.H.1 yaitu 0,2

PE y fugitive =  $(1 - CFE \cdot ww) * MEP_y \cdot ww \cdot treatment * GWP\_CH4$

Tahun	CFE ww	MEP y ww treatment (ton)	GWP_CH4	PE y fugitive (ton CO2 e)
2008				-
2009	0,9	2719	21	5710

Dimana:

- CFE ww = penangkapan dan pemanfaatan/pembakaran/efisiensi pemulihan metan dan pembakaran/peralatan pemanfaatan di pengolahan air limbah (nilai yang digunakan 0,9, given sesuai AMS III.H.9)
- MEP ww treatment = Perhitungan emisi metan potensial dari pengolahan limbah



$$MEP_y \text{ ww treat} = Q_y \text{ ww} * B0 \text{ ww} * \sum (COD_y \text{ ww removed.i} * MCF_{\text{ww.treatment.i}})$$

Tahun	Qy.ww (m3)	B0 ww	jumlah	CODy.ww.removed.i	MCF <sub>ww.treatment.i</sub>	MEP y ww treat (ton)
2008						-
2009	809.210	0,21	0,016	0,016	1	2.719

Dimana:

- MCF<sub>ww.treatment</sub> = faktor koreksi unruk metan yang telah dilakukan pengolahan sesuai tabel III.H.1 yaitu 1)

#### IV PEy.power= Egy\*Efelectricity

Tahun	EG y	EF electricity	PEypower
2008	11.919	0,82	9774
2009	8.671	0,82	7110

Dimana:

- Pada tahun 2008 Emisi dari generator digunakan perhitungan emisi dasar karena belum dihasilkan listrik dari kegiatan penangkapan metan  
 - Pada tahun 2009 emisi dihitung berdasarkan jumlah kebutuhan listrik yang belum terpenuhi dari pemanfaatan energi terbaru.

#### V Emission Reduction

$$ER = BE - PE$$

Tahun	BE	PE	ER (t CO2e)
2008	43.789	43.789	-
2009	55.452	14.090	41.362

### MANFAAT YANG DIPEROLEH PETANI DENGAN PENGGUNAAN PUPUK ORGANIK

#### I.

##### a. Tahun Pertama: Kebutuhan Pupuk Per Hektar Tanpa Tambahan Pupuk Organik

Urea	150 Kg x	Rp 1.200 =	Rp 180.000
TSP	75 Kg x	Rp 6.500 =	Rp 487.500
KCL	150 Kg x	Rp 7.500 =	<u>Rp 1.125.000</u>

Harga pupuk per hektar pada tahun pertama -----> Rp 1.792.500

##### b. Tahun Kedua:

Urea	150 Kg x	Rp 1.200 =	Rp 180.000
TSP	75 Kg x	Rp 6.500 =	Rp 487.500
KCL	150 Kg x	Rp 7.500 =	<u>Rp 1.125.000</u>

Harga pupuk per hektar pada tahun kedua -----> Rp 1.792.500

Harga pupuk per hektar untuk 2 tahun -->

Rp 3.585.000

#### II.

##### a. Tahun Pertama: Kebutuhan Pupuk Per Hektar Dengan Penambahan Pupuk Organik

Urea	75 Kg x	Rp 1.200	Rp 90.000
TSP	37,5 Kg x	Rp 6.500	Rp 243.750
KCL	75 Kg x	Rp 7.500	Rp 562.500
Pupuk Org:	4000 Kg x	Rp 400	<u>Rp 1.600.000</u>

Harga pupuk per hektar pada tahun pertama -----> Rp 2.496.250

##### b. Tahun Kedua:

Urea	75 Kg x	Rp 1.200	Rp 90.000
TSP	37,5 Kg x	Rp 6.500	Rp 243.750
KCL	75 Kg x	Rp 7.500	<u>Rp 562.500</u>

Harga pupuk per hektar pada tahun kedua -----> Rp 896.250

Harga pupuk per hektar untuk 2 tahun -->

Rp 3.392.500

Selisih Harga Penggunaan Pupuk adalah ----->

Rp 192.500

Penghematan biaya penggunaan pupuk per hektar per tahun adalah----->

Rp 96.250