

## **BAB II**

### **TINJAUAN TENTANG HAKIKAT PROYEK**

#### **2.1. Tinjauan Pusat Studi Energi Alternatif Energi Alternatif Bio-Etanol**

##### **2.1.1 Pengenalan dan Pengertian Pusat Studi Energi Alternatif Bio-Etanol.**

###### **2.1.1.1 Arti Kata**

- Pusat

Pusat dapat diartikan sebagai inti yang utama, pokok, pangkal, atau yang menjadi tumpuan dan bersifat mengumpulkan (poerwadarminta). Dalam Bahasa Inggris, pusat berarti *Center* diartikan “*a place at which an activity or complex of activities is carried*”, yang diartikan sebagai titik poin yang menjadi tempat tujuan yang menarik bagi banyak orang untuk menuju tempat tersebut.

- Studi

Studi Energi Alternatif dalam pengertian proyek tersebut merujuk pada kegiatan studi (*research and development*) riset terapan.

- Penelitian

Dapat diartikan sebagai :

- Pemeriksaan yang teliti, penyelidikan.
- Kegiatan pengumpulan, pengolahan, analisis dan penyajian data yang disajikan secara sistematis dan obyektif untuk memecahkan suatu persoalan/menguji suatu hipotesis untuk mengembangkan prinsip-prinsip umum.

- Pengembangan

Dapat diartikan sebagai proses, cara, perbuatan mengembangkan. Menurut Tessmer dan Richey (Alim Sumarno, 2012) pengembangan merupakan kegiatan yang memusatkan perhatiannya tidak hanya pada analisis kebutuhan, tetapi juga isu-isu luas tentang analisis awal-akhir, seperti analisis

kontekstual. Pengembangan bertujuan untuk menghasilkan produk berdasarkan temuan-temuan dan uji lapangan.

Secara umum, studi pada proyek Pusat Studi Energi Alternatif adalah kegiatan yang merupakan kesatuan proses dari *research-development* Bio-Etanol. Kesatuan proses proses atau sistem yang berlangsung dari kajian riset bahan baku hingga pengembangan berupa produk Bio-Etanol.

- Energi Alternatif

Energi alternatif merupakan istilah yang digunakan untuk merujuk pada penggunaan energi yang bertujuan menggantikan energi bahan bakar konvensional (bahan bakar fosil). Energi alternatif merupakan korelasi antara lingkungan (energi) dan teknologi (alternatif). Dengan kata lain, energi alternatif merupakan bentuk penerapan teknologi dalam upaya menghasilkan energi yang ramah lingkungan.

- Bio-Etanol

Bioetanol ( $C_2H_5OH$ ) adalah cairan biokimia dari proses fermentasi gula dari sumber karbohidrat menggunakan bantuan mikroorganisme (<http://www.ecosmartfire.com/about/about-bioethano>, diakses tgl 15 mei 2013).

### **2.1.1.2 Pengertian Pusat Studi Energi Alternatif Bio-Etanol**

Melalui penjabaran di atas pengertian secara sederhana bahwa Pusat Studi Energi Alternatif Bio-Etanol ini adalah pusat yang mewadahi kegiatan berupa penelitian dan pengembangan, dan memiliki kepentingan komersial dalam kaitannya dengan industri Bio-Etanol. Aktivitas pusat pengembangan dan penelitian biasanya dilakukan oleh suatu unit, lembaga atau pusat khusus yang dimiliki oleh suatu perusahaan, perguruan tinggi, atau lembaga negara.

Proyek ini dikategorikan sebagai Pusat Studi Energi Alternatif atau litbang (*Research and Development, R&D*) yang bekerja dibawah naungan LIPI dan Kementrian Energi dan Sumber Daya Mineral. Pusat studi Energi

Alternatif Bio-Etanol (Puslitbang) merujuk pada aktivitas yang berorientasi untuk investasi jangka panjang dalam bidang iptek. Metode yang dipakai dalam kegiatan Puslitbang Bio-Etanol ini adalah menggunakan teknik riset terapan. Puslitbang ini mengharapkan hasil yang dapat membantu pengembangan industri energi alternatif yang berbasis Bio-Etanol.

Pada Pusat Studi Energi Alternatif Bio-Etanol terjadi proses interaksi yang memungkinkan terjadinya *transfer of knowledge, science, and technology*. Pusat Studi Energi Alternatif merupakan suatu kompleks terpadu dengan memperhatikan prinsip dari alur proses penelitian terapan dan memiliki kelengkapan fasilitas pendukung lainnya.

Pusat Studi energi alternatif memiliki peranan yang sangat besar untuk terlibat dalam upaya pengembangan sektor industri Bio-Etanol yang berbasis kerakyatan. Artinya, pusat studi tersebut melakukan kegiatan penelitian dan pengembangan produk industri yang dapat dikembangkan oleh kelompok usaha kecil. Sehingga, bahan baku utama yang dipilih juga merupakan jenis tanaman/ komoditas pertanian yang secara teknis mudah untuk dikembangkan oleh para petani.

### **2.1.2 Fungsi Pusat Studi Energi Alternatif Bio-Etanol**

Fungsi utama pusat studi Energi Alternatif Bio-Etanol yaitu menjadi wadah untuk aktivitas penelitian dan pengembangan Bio-Etanol secara lebih berkualitas. Fungsi penelitian meliputi kajian ilmiah yang berhubungan dengan berbagai jenis tanaman memiliki potensi untuk dikembangkan menjadi Bio-Etanol dan kajian terhadap hasil produksi Bio-Etanol. Sementara fungsi pengembangan meliputi seluruh aspek dalam proses produksi hingga menghasilkan produk Bio-Etanol yang berkualitas. Pusat studi Energi Alternatif Bio-Etanol hadir karena kebutuhan akan sarana dan fasilitas yang mendukung kegiatan penelitian dan pengembangan teknologi di bidang Bio-Etanol. Pada umumnya pusat studi Energi Alternatif Bio-Etanol berupaya menghasilkan produk inovatif Bio-Etanol yang berbasis sumberdaya lokal untuk mendukung terwujudnya industri Bio-Etanol yang berdaya saing dan berkelanjutan.

## 2.2. Tinjauan Bio-Etanol

### 2.2.1 Pengertian Bio-Etanol

Alkohol atau etanol adalah bahan kimia yang banyak digunakan dalam industri baik sebagai pelarut atau solven dan juga sebagai bahan baku industri kimia yang lain seperti pembuatan etil asetat. Hampir semua industri memerlukan etanol: farmasi, industri minuman/makanan, bidang kedokteran, industri kimia dan lain-lain. Pada dua dasa warsa belakang ini, juga banyak dipakai sebagai bahan bakar yang disebut gasohol yaitu campuran bensin dan ethanol dengan komposisi 10% etanol dan 90% bensin. Ethanol yang dipakai untuk bahan bakar atau campuran bahan bakar memerlukan konsentrasi yang tinggi (mendekati 100%). Untuk industri farmasi atau untuk keperluan sterilisasi dibidang kedokteran, alkohol atau ethanol yang dipakai tidak perlu konsentrasi yang tinggi (tidak perlu mendekati 100%), akan tetapi konsentrasi yang dibutuhkan kurang lebih sekitar 70-80% saja dengan impuritas air (<http://www.ecosmartfire.com/about/about-bioethanol>, diakses tgl 16 mei 2013).

Bioethanol adalah ethanol yang bahan utamanya dari tumbuhan dan umumnya menggunakan proses fermentasi. Ethanol atau ethyl alkohol  $C_2H_5OH$  berupa cairan bening tak berwarna, terurai secara biologis (*biodegradable*), toksisitas rendah dan tidak menimbulkan polusi udara yg besar bila bocor. Ethanol yg terbakar menghasilkan karbondioksida ( $CO_2$ ) dan air. Ethanol adalah bahan bakar beroktan tinggi dan dapat menggantikan timbal sebagai peningkat nilai oktan dalam bensin. Dengan mencampur ethanol dengan bensin, akan mengoksidasi campuran bahan bakar sehingga dapat terbakar lebih sempurna dan mengurangi emisi gas buang (seperti karbon-monoksida/CO). Bioethanol dapat diproduksi dari berbagai sumber yaitu:

1. Nira bergula (sukrosa): nira tebu, nira nipah, nira sorgum manis, nira kelapa, nira aren, nira siwalan, sari-buah mete
2. Bahan berpati: tepung-tepung sorgum biji (jagung cantel), sagu, singkong/gaplek, ubi jalar, ganyong, garut, umbi dahlia.

3. Bahan berselulosa (lignoselulosa):kayu, jerami, batang pisang, bagas, dll.

Selain ethanol/Bio-Etanol dapat diproduksi dari bahan baku tanaman yang mengandung pati atau karbohidrat, juga dapat diproduksi dari bahan tanamanyang mengandung selulosa, namun dengan adanya lignin mengakibatkan prosespenggulaannya menjadi lebih sulit, sehingga pembuatan ethanol/Bio-Etanol dariselulosa tidak perlu direkomendasikan.

Pusat Studi Energi Alternatif Bio-ethano tersebut melakukan kegiatan penelitian dan pengembangan produk Bio-Etanol yang bersumber dari bahan berpati khususnya jenis umbi-umbian.Hal tersebut merujuk pada latar belakang sebelumnya.

## 2.2.2 Karakteristik Bioethanol

### 1) Karakteristik Fisika

Secara umum bioethanol adalah cairan tak berwarna yang mudah menguap dengan aroma yang khas.Ia terbakar tanpa asap dengan lidah api berwarna biru yang kadang-kadang tidak dapat terlihat pada cahaya biasa. Sifat-sifat fisika etanol utamanya dipengaruhi oleh keberadaan gugus hidroksil dan pendeknya rantai karbon etanol. Gugus hidroksil dapat berpartisipasi ke dalam ikatan hidrogen, sehingga membuatnya cair dan lebih sulit menguap dari pada senyawa organik lainnya dengan massa molekul yang sama. Berikut adalah karakteristik fisika Bio-Etanol yang dapat dilihat pada tabel 2.1.

Tabel 2.1 Karakteristik Fisika Bio-Etanol

Berat Molekoul	46,07 gr/gmoul
Titik Lebur	-112°C
Titik Dididit	78,4°C
Densitas	0,7893 gr/ml
Indeks Biasa	1,36143 eP
Viskositas 20°C	1,17 eP
Panas Penguapan	200,6 kcal/gr
<b>Tidak Berwarna</b>	
<b>Larut dalam air dan eter</b>	
<b>Memiliki bau khas</b>	

Sumber :Perry,1999.

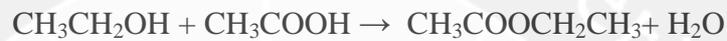
## 2) Karakteristik Kimia

Etanol selain memiliki sifat-sifat fisika juga memiliki sifat-sifat kimia. Sifat –sifat kimia tersebut adalah:

- Merupakan pelarut yang baik untuk senyawa organik
- Mudah menguap dan terbakar
- Bila bereaksi dengan asam halida akan membentuk asam halida dan air



- Bila bereaksi dengan asam karboksilat akan membentuk ester dan air.



- Dehidrogenasi ethanol menghasilkan asetaldehid
- Mudah terbakar di udara sehingga menghasilkan lidah api (*flame*) yang berwarna biru muda dan transparan dan membentuk  $\text{H}_2\text{O}$  dan  $\text{CO}_2$ .

Berikut adalah tabel yang menyajikan karakteristik secara kimia komposisi yang digunakan sebagai bahan baku.

**Tabel 2.2 Karakteristik Secara Kimia Bahan Baku Bio-Etanol**

Rumus kimia	$\text{H}_2\text{O}$	Glukosa ( $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ )	Sukrosa ( $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ )
Berat molekul	18,016 gr/gmol	180,16 gr/gmol	342,30 gr/gmol
Densitas	0,9995 gr/cm <sup>3</sup>	-	-
Titik lebur	0 °C	146 °C	190-192 °C
Titik dididih	100°C	-	-
Specific gravity	-	1,554	1,588

Sumber :Perry,1999.

### 2.2.3. Proses Pengolahan Bio-Etanol

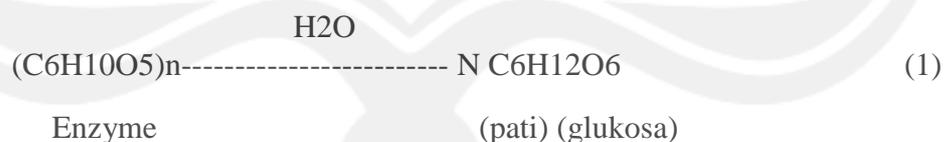
Secara umum, proses pengolahan bahan berpati seperti ubi kayu, jagung dan sagu untuk menghasilkan bio-etanol dilakukan dengan proses urutan.

Pertama adalah proses hidrolisis, yakni proses konversi pati menjadi glukosa. Pati merupakan homopolimer glukosa dengan ikatan α-glikosidik. Pati terdiri dari dua fraksi yang dapat dipisahkan dengan air panas, fraksi terlarut disebut amilosa dan fraksi tidak terlarut disebut amilopektin. Amilosa mempunyai struktur lurus dengan ikatan α-(1,4)-D-

glikosidik sedangkan amilopektin mempunyai struktur bercabang dengan ikatan  $\alpha$ -(1,6)-D-glikosidik sebanyak 4-5% dari berat total. Prinsip dari hidrolisis pati pada dasarnya adalah pemutusan rantai polimer pati menjadi unit-unit dekstrosa ( $C_6H_{12}O_6$ ). Pemutusan rantai polimer tersebut dapat dilakukan dengan berbagai metode, misalnya secara enzimatis, kimiawi ataupun kombinasi keduanya.

Hidrolisis secara enzimatis memiliki perbedaan mendasar dibandingkan hidrolisis secara kimiawi dan fisik dalam hal spesifitas pemutusan rantai polimer pati. Hidrolisis secara kimiawi dan fisik akan memutus rantai polimer secara acak, sedangkan hidrolisis enzimatis akan memutus rantai polimer secara spesifik pada percabangan tertentu. Enzim yang digunakan adalah alfa-amilase pada tahap likuifikasi, sedangkan tahap sakarifikasi digunakan enzim glukoamilase. Berdasarkan penelitian, penggunaan  $\alpha$ -amilase pada tahap likuifikasi menghasilkan DE tertinggi yaitu 50.83 pada konsentrasi  $\alpha$ -amilase 1.75 U/g pati dan waktu likuifikasi 210 menit, dan glukoamilase pada tahap sakarifikasi menghasilkan DE tertinggi yaitu 98.99 pada konsentrasi enzim 0.3 U/g pati dengan waktu sakarifikasi 48 jam. Reaksi yang terjadi pada proses hidrolisis secara enzimatis pada proses produksi ethanol/Bio-Etanol secara sederhana ditunjukkan pada reaksi.

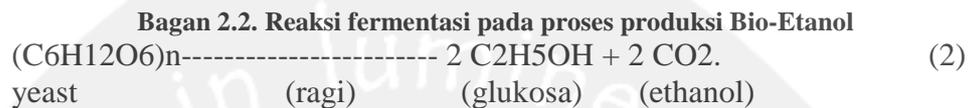
**Bagan 2.1. Reaksi Hidrolisis secara enzimatis pada proses produksi Bio-Etanol**



*Sumber: Nurdyastuti Indah, Jurnal Prospek Pengembangan Bio-fuel sebagai Substitusi Bahan Bakar Minyak, hal 76.*

Tahap kedua adalah proses fermentasi untuk mengkonversi glukosa (gula) menjadi etanol dan  $CO_2$ . Fermentasi etanol adalah perubahan 1 mol gula menjadi 2 mol etanol dan 2 mol  $CO_2$ . Pada proses fermentasi etanol, khamir terutama akan memetabolisme glukosa dan fruktosa membentuk asam piruvat melalui tahapan reaksi pada jalur Embden-Meyerhof-Parnas, sedangkan asam piruvat yang dihasilkan akan didekarboksilasi menjadi

asetaldehida yang kemudian mengalami dehidrogenasi menjadi etanol (Amerine et al., 1987). Khamir yang sering digunakan dalam fermentasi alkohol adalah *Saccharomyces cerevisiae*, karena jenis ini dapat memproduksi tinggi, toleran terhadap alkohol yang cukup tinggi (12-18% v/v), tahan terhadap kadar gula yang tinggi dan tetap aktif melakukan fermentasi pada suhu 4-32°C.

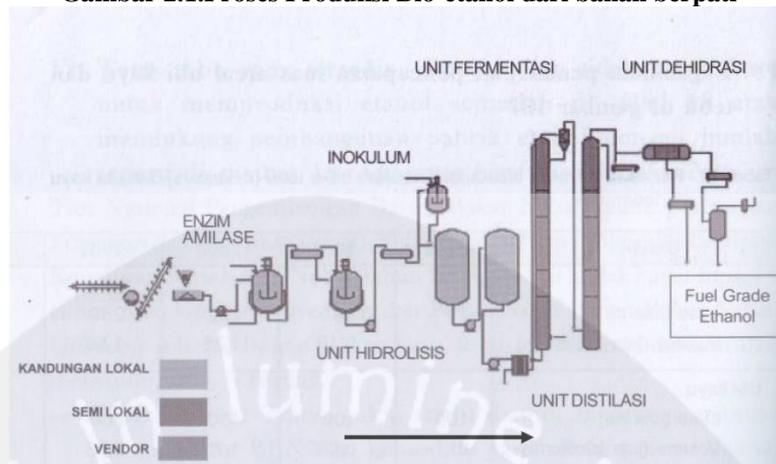


*Sumber: Nurdyastuti Indah, Jurnal Prospek Pengembangan Bio-fuel sebagai Substitusi Bahan Bakar Minyak, hal 76.*

Setelah proses fermentasi selesai, dilakukan destilasi untuk memisahkan etanol. Destilasi merupakan pemisahan komponen berdasarkan titik didihnya. Titik didih etanol murni adalah 78°C sedangkan air adalah 100°C (Kondisi standar). Dengan memanaskan larutan pada suhu rentang 78°C – 100°C akan mengakibatkan sebagian besar etanol menguap, dan melalui unit kondensasi akan bisa dihasilkan etanol dengan konsentrasi 95 % volume. Terdapat dua tipe proses destilasi yang banyak diaplikasikan, yaitu *continuous-feed distillation column system* dan *pot-type distillation system*.

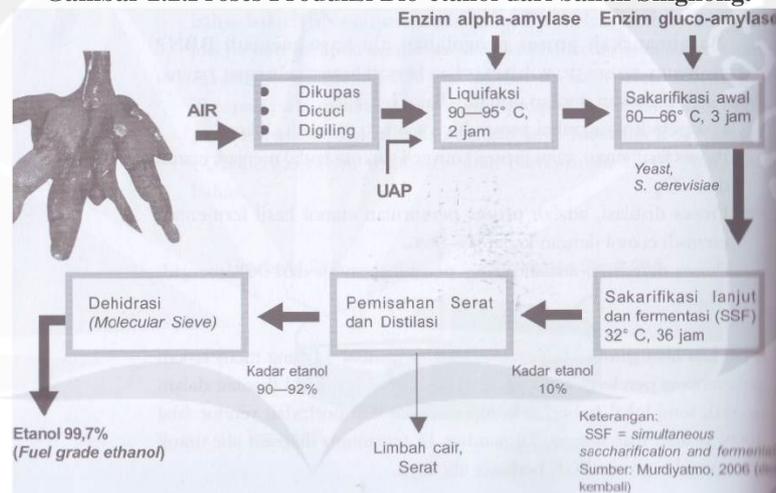
Selain tipe tersebut, dikenal juga tipe destilasi vakum yang menggunakan tekanan rendah dan suhu yang lebih rendah untuk menghasilkan konsentrasi alkohol yang lebih tinggi. Tekanan yang digunakan untuk destilasi adalah 42 mmHg atau 0.88 psi. Dengan tekanan tersebut, suhu yang digunakan pada bagian bawah kolom adalah 35°C dan 20°C di bagian atas. Gambar 2.1 Proses Produksi Bio-etanol dari bahan berpati. Gambar 2.2 Diagram alir proses pembuatan Bio-etanol dari ubi kayu.

**Gambar 2.1. Proses Produksi Bio-etanol dari bahan berpati**



Sumber : ( <http://tonimpa.wordpress.com/2013/04/20/makalah-pembuatan-bioethanol-dari-singkong/> diakses tgl 19 mei 2013)

**Gambar 2.2. Proses Produksi Bio-etanol dari bahan Singkong.**



Sumber : ( <http://tonimpa.wordpress.com/2013/04/20/makalah-pembuatan-bioethanol-dari-singkong/> diakses tgl 19 mei 2013)

#### 2.2.4 Unit Pengolahan Limbah Bio-Etanol

Unit pengolahan limbah diperlukan untuk memastikan tidak ada bahan-bahan yang digunakan selama kegiatan Pusat Studi Energi Alternatif Bio-Etanol mencemari lingkungan. Limbah dalam proses penelitian terapan terdiri dari limbah peralatan pabrik, limbah laboratorium dan limbah hasil proses produksi.

#### 2.2.4.1 Pengolahan Limbah Cair Pencucian Peralatan Pabrik dan Limbah Cair Laboratorium.

1. Limbah cair hasil pencucian peralatan pabrik

Limbah ini mengandung kerak dan kotoran yang melekat pada peralatan pabrik. Umumnya limbah hasil pencucian peralatan mengandung logam, partikel-partikel yang tidak mudah mengendap, dan zat organik beracun.

2. Limbah cair Laboratorium

Limbah yang berasal dari laboratorium mengandung bahan-bahan kimia yang dipergunakan untuk menganalisis mutu bahan baku dan produk yang dihasilkan maupun yang dipergunakan untuk penelitian dan pengembangan proses.

Pengolahan limbah cair pabrik dan laboratorium dilakukan dengan menggunakan pengolahan limbah secara fisika dan kimia. Pengolahan limbah secara fisika dilakukan dengan proses penyaringan (*screening*). Penyaringan (*screening*) merupakan cara yang efisien dan murah untuk menyisihkan bahan tersuspensi yang berukuran besar. Bahan tersuspensi yang mudah mengendap dapat disisihkan secara mudah dengan proses pengendapan.

Pengolahan air buangan secara kimia biasanya dilakukan untuk menghilangkan partikel-partikel yang tidak mudah mengendap (koloid), logam-logam berat, senyawa fosfor, dan zat organik beracun; dengan membubuhkan bahan kimia tertentu yang diperlukan. Penyisihan bahan-bahan tersebut pada prinsipnya berlangsung melalui perubahan sifat bahan-bahan tersebut, yaitu dari tak dapat diendapkan menjadi mudah diendapkan (flokulasi-koagulasi), baik dengan atau tanpa reaksi oksidasi-reduksi, dan juga berlangsung sebagai hasil reaksi oksidasi.

Pengelolaan limbah pada air pabrik dan laboratorium menggunakan *active sludge system* (sistem lumpur aktif). Keunggulan utama dari cara pengolahan limbah tersebut adalah waktu penguraian dan

pengolahan relative singkat dengan efisiensi pengolahan 90% (Hammer,1990).

Unit pengolahan limbah mencakup unit penampungan, unit penetralan, unit sedimentasi, unit pengolahan secara biologi dengan *active sludge*. Pada prinsipnya proses *active sludge system* merupakan proses aerobi pada flok lumpur aktif ( mengandung mikroorganism) yang tersuspensi di dalam lumpur yang mengandung Oksigen. Flok lumpur aktif sendiri merupakan makanan bagi mikroorganism tersebut.

Sebelum mencapai tahap *active sludge* terdapat tahap netralisasi yang berfungsi menetralkan kadar pH dari limbah yang cenderung asam. Hal ini untuk mengoptimalkan pertumbuhan mikroorganism pada pengolahan secara biologi, pH perlu dijaga pada kondisi antara pH 6,5 – 8,5, karena sebagian besar microb aktif atau hidup pada kondisi pH tersebut.

#### **2.2.4.2 Pengolahan Limbah Hasil Proses Produksi**

Pengolahan limbah hasil proses produksi lebih sederhana. Limbah yang dihasilkan merupakan limbah-limbah organik yang tidak berbahaya bagi lingkungan. Limbah organik yang dihasilkan dapat dimanfaatkan sebagai kompos.

- Limbah cair dari proses destilasi

Limbah ini sebagian besar kandungannya adalah air yang didalamnya terkandung glukosa dan ethanol yang tidak terpisahkan pada proses destilasi.

- Limbah padat

Limbah padat pada proses pembuatan Bio-Etanol berasal dari sisa-sisa pembersihan bahan baku baik di ruang persiapan. Limbah ini bersifat organik sehingga dapat dimanfaatkan sebagai pupuk kompos maupun pakan ternak.

#### **2.2.5 Spesifikasi Calon Pengguna Pusat Studi Energi Alternatif Bio-Etanol**

1. Pengelola

Pengelola adalah pihak yang bertanggung jawab terhadap pemilik dan pengelolaan Pusat Studi Energi Alternatif Bio-Etanoldi Sleman. Staff dan pegawai merupakan pelaku yang melakukan pemeliharaan tapak, fasilitas utama, fasilitas penunjang, servis dan keamanan.

## 2. Peneliti

Peneliti adalah pihak yang melakukan kegiatan yang bertanggung jawab terhadap obyek pengembangan tanaman umbi-umbian dan menghasilkan komoditas atau jenis tanaman umbi-umbian yang mempunyai kualitas baik di dalam Pusat Studi Energi Alternatif Bio-Etanol di Sleman.

## 3. Pengembang

Pengembang adalah kelompok yang bertugas melakukan kegiatan produksi Bio-Etanol yang dilakukan dengan menerapkan standar operasional kerja yang tinggi untuk memaksimalkan hasil produksi. Produk tersebut merupakan implementasi dari kajian *research* terhadap komoditas umbi-umbian yang berpotensi dikembangkan menjadi produk Bio-Etanol.

## 4. Pengunjung

Pengunjung adalah orang yang mengunjungi Pusat Studi Energi Alternatif Bio-Etanoldi Yogyakarta. Tujuannya untuk kepentingan-kepetingan yang sifatnya edukatif. Sehingga, Pusat Studi Energi Alternatif Bio-Etanol bukan diperuntukan sebagai area rekreasi.

### **2.2.6 Fasilitas Pusat Studi Energi Alternatif Bio-Etanol**

Fasilitas-fasilitas yang terdapat pada Pusat Penelitian dan Pengembangan Bio-Etanol adalah sebagai berikut:

## 1) Laboratorium

Jenis laboratorium dapat dibagi berdasarkan fungsi dan kegiatan yang terjadi didalamnya, yaitu:

- Laboratorium Budidaya
- Laboratorium Produksi
- Laboratorium Pengajaran
- Laboratorium dengan kebutuhan spesial

Adapun laboratorium yang terdapat pada berdasarkan ilmu yang berkaitan dengan antara lain:

### a) Laboratorium Budidaya

Laboratorium budidaya diperuntukan penggunaannya sebagai ruang pembenihan dan kegiatan riset budidaya. Lab budidaya juga difungsikan untuk melihat karakteristik dari jenis tanaman dan adaptasinya terhadap lingkungan. Sehingga, dihasilkan sebuah metode penanaman yang sesuai dengan kebutuhan tanaman.

### b) Laboratorium untuk Produksi

- Laboratorium Fermentasi
- Laboratorium Mikrobiologi
- Laboratorium Kultur Jaringan

### c) Laboratorium Pengajaran

- Laboratorium Bahasa Multimedia

Merupakan laboratorium bahasa audio visual yang dilengkapi dengan komputer serta memiliki multi sarana/fungsi dalam pengajaran bahasa.

### d) Laboratorium dengan kebutuhan spesial

- Laboratorium Uji Bio-Etanol
- Laboratorium Uji limbah Bio-Etanol.

## **2) Fasilitas Produksi**

Fasilitas produksi adalah unit produksi yang difungsikan untuk memproduksi Bio-Etanol. Fasilitas produksi tersebut merupakan keberlanjutan dari hasil penelitian terhadap tanaman-tanaman yang dapat diproduksi menjadi Bio-Etanol. Pada unit tersebut terdapat berbagai peralatan produksi yang skala dimensi lebih kecil dari kebutuhan peralatan pabrik/industri Bio-Etanol.

## **3) Rumah Kaca (Green House)**

Merupakan sistem pengembangan tanaman Bio-Etanol di dalam bangunan dengan mempertimbangkan karakteristik tanaman yang berasal dari luar daerah. Sehingga, di dalam area tersebut kondisi lingkungan dibuat untuk memenuhi kebutuhan tanaman-tanaman tertentu.

## **4) Herbarium**

Merupakan tempat untuk pengawetan tanaman yang diawetkan dengan cara pengeringan atau dengan menggunakan bahan-bahan kimia yang bersifat basah, dengan tujuan ada peninggalan spesies tanaman yang diperlukan untuk kemajuan penelitian

## **5) Fasilitas Pendukung**

### **a) Meeting Room**

Berfungsi untuk membicarakan suatu proyek penelitian dan berdiskusi, baik antara peneliti, staff, dosen, maupun mahasiswa/pelajar.

### **b) Kantor**

Merupakan area pribadi bagi staff pengajar maupun peneliti.

### **c) Ruang Arsip**

Ruangan yang berfungsi untuk menyimpan arsip, data dan dokumen tentang penelitian yang akan dan sedang dilakukan.

## 6) Fasilitas Publik

### a) Perpustakaan

Berfungsi untuk menyimpan hasil dan arsip dari penelitian yang telah dilakukan maupun buku-buku yang berhubungan dengan sektor pertanian dan peternakan.

### b) *Restaurant*

Menyajikan makanan dan minuman yang diolah dari bahan-bahan organik dari hasil pengelolaan tanaman Bio-Etanol.

### c) *Souvenir Shop*

Toko yang menjual barang-barangnya souvenir khas dari Pusat Studi Energi Alternatif Bio-Etanol yang dapat juga difungsikan sebagai media publikasi bagi masyarakat luas.

### d) Fasilitas Tapak (*Outdoor*)

Sebagai proyek yang berlingkup kawasan tentunya fasilitas tapak sangat penting dalam kebutuhan dan program ruang, untuk mendukung fasilitas tapak dan potensi *Bio-edutourism*, disediakan fasilitas sewa sepeda, alat pancing dan pengunjung juga dapat melakukan aktivitas outdoor seperti piknik pada lansekap yang difungsikan sebagai kebun, taman, plasa, playground dan ruang komunal lainnya.

Pusat Penelitian dan Pengembangan Bio-Etanol juga dapat menampung penyelenggaraan event seperti Bio-fair atau Biofuel festival yang dapat menjadi daya tarik bagi pengunjung untuk datang dan berekreasi. Event ini berfungsi untuk memberikan kesadaran kepada masyarakat tentang pentingnya menjaga lingkungan alam kita termasuk keanekaragaman yang terdapat didalamnya dan bahwa alam selai dapat dijadikan obyek untuk belajar namun juga dapat digunakan untuk bersenang-senang tanpa perlu merusaknya.

### 2.2.7 Persyaratan Keamanan Kerja

Persyaratan tersebut diperlukan terutama untuk pegawai/staff atau karyawan yang berada di area produksi Bio-Etanol dan pengolahan limbah Bio-Etanol. Bahaya yang ditimbulkan akan berakibat fatal jika tidak memiliki peralatan keamanan selama bekerja.

Persyaratan keselamatan kerja dilakukan dengan memperhatikan alat perlindungan diri. Adapun persyaratan alat perlindungan diri adalah sebagai berikut;

- Pakaian kerja harus seragam mungkin dan juga ketidaknyamanannya harus yang paling minim.
- Pakaian kerja harus tidak mengakibatkan bahaya lain, misalnya lengan yang terlalu lepas atau ada kain yang lepas yang sangat mungkin termakan mesin.
- Bahan pakaiannya harus mempunyai derajat resistensi yang cukup untuk panas dan suhu kain sintesis (nilon, dll) yang dapat meleleh oleh suhu tinggi seharusnya tidak dipakai.
- Pakaian kerja harus dirancang untuk menghindari partikel-partikel panas terkait di celana, masuk di kantong atau terselip di lipatan-lipatan pakaian.
- Harus memberikan perlindungan yang cukup terhadap bahaya yang dihadapi tenaga kerja/sesuai dengan sumber bahaya yang ada.
- Tidak mudah rusak.
- Tidak mengganggu aktifitas pemakai.
- Mudah diperoleh dipemasaran.
- Memenuhi syarat spesifik lain.
- Nyaman dipakai.

Persyaratan perlindungan badan tersebut meliputi berbagai peralatan yang dikenakan selama bekerja:



1. Menyiapkan perumusan kebijakan penelitian dan pengembangan Bio-Etanol,
2. Merumuskan program penelitian dan pengembangan Bio-Etanol,
3. Melaksanakan kerjasama dan pendayagunaan hasil penelitian dan pengembangan Bio-Etanol,
4. Melaksanakan penelitian dan pengembangan Bio-Etanol,
5. Mengevaluasi dan melaporkan pelaksanaan penelitian dan pengembangan Bio-Etanol, dan
6. Melaksanakan urusan tata usaha dan rumah tangga pusat.