

Seiring dengan menipisnya cadangan energi BBM, jagung menjadi alternatif yang penting sebagai bahan baku pembuatan ethanol (bahan pencampur BBM). Karenanya, kebutuhan terhadap komoditas ini pada masa mendatang diperkirakan mengalami peningkatan yang signifikan. Bioetanol (C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH) adalah cairan biokimia dari proses fermentasi gula dari sumber karbohidrat menggunakan bantuan mikroorganisme

- Gasohol<sup>o</sup> campuran bioetanol kering/absolut terdenaturasi dan bensin pada kadar alkohol s/d sekitar 22 %-volume.
- Istilah bioetanol identik dengan bahan bakar murni. BEX<sup>o</sup> gasohol berkadar bioetanol X %-volume.

---

### Bahan Baku

- Nira bergula (sukrosa): nira tebu, nira nipah, nira sorgum manis, nira kelapa, nira aren, nira siwalan, sari-buah mete
- Bahan berpati: a.l. tepung-tepung sorgum biji (jagung cantel), sagu, singkong/gaplek, ubi jalar, ganyong, garut, umbi dahlia.
- Bahan berselulosa (P lignoselulosa): kayu, jerami, batang pisang, bagas, dll. Sekarang belum ekonomis, teknologi proses yang efektif diperkirakan akan komersial pada dekade ini !

---

### Pemanfaatan Bioetanol

- Sebagai bahan bakar substitusi BBM pada motor berbahan bakar bensin; digunakan dalam bentuk neat 100% (B100) atau di blending dengan premium (EXX)
- Gasohol s/d E10 bisa digunakan langsung pada mobil bensin biasa (tanpa mengharuskan mesin dimodifikasi).

Sumber Karbohidrat	Hasil Panen Ton/ha/th		Perolehan Alkohol	
	Liter/ton	Liter/ha/th		
Singkong		25 (236)	180 (155)	4500 (3658)
Tetes		3,6	270	973
Sorgum Bici		6	333,4	2000
Ubi Jalar		62,5*	125	7812
Sagu		6,8\$	608	4133
Tebu		75	67	5025
Nipah		27	93	2500

Sorgum Manis

80**	75	6000
------	----	------

\*) Panen 2 ½ kali/th; \$ sagu kering; \*\* panen 2 kali/th. Sumber: Villanueva (1981); kecuali sagu, da

**Teknologi Pengolahan Bioetanol**

Teknologi produksi bioethanol berikut ini diasumsikan menggunakan jagung sebagai bahan baku, tetapi tidak menutup kemungkinan digunakannya biomassa yang lain, terutama molase. Secara umum, produksi bioethanol ini mencakup 3 (tiga) rangkaian proses, yaitu: Persiapan Bahan baku, Fermentasi, dan Pemurnian.

1. Persiapan Bahan Baku

Bahan baku untuk produksi biethanol bisa didapatkan dari berbagai tanaman, baik yang secara langsung menghasilkan gula sederhana semisal Tebu (sugarcane), gandum manis (sweet sorghum) atau yang menghasilkan tepung seperti jagung (corn), singkong (cassava) dan gandum (grain sorghum) disamping bahan lainnya.

Persiapan bahan baku beragam bergantung pada bahan bakunya, tetapi secara umum terbagi menjadi beberapa proses, yaitu:

- Tebu dan Gandum manis harus digiling untuk mengekstrak gula
- Tepung dan material selulosa harus dihancurkan untuk memecahkan susunan tepungnya agar bisa berinteraksi dengan air secara baik
- Pemasakan, Tepung dikonversi menjadi gula melalui proses pemecahan menjadi gula kompleks (liquefaction) dan sakarifikasi (Saccharification) dengan penambahan air, enzyme serta panas (enzim hidrolisis). Pemilihan jenis enzim sangat bergantung terhadap supplier untuk menentukan pengontrolan proses pemasakan.

Tahap Liquefaction memerlukan penanganan sebagai berikut:

- Pencampuran dengan air secara merata hingga menjadi bubur
- Pengaturan pH agar sesuai dengan kondisi kerja enzim
- Penambahan enzim (alpha-amilase) dengan perbandingan yang tepat
- Pemanasan bubur hingga kisaran 80 sd 90 C, dimana tepung-tepung yang bebas akan mengalami gelatinasi (mengental seperti Jelly) seiring dengan kenaikan suhu, sampai suhu optimum enzim bekerja memecahkan struktur tepung secara kimiawi menjadi gula kompleks (dextrin). Proses Liquefaction selesai ditandai dengan parameter dimana bubur yang diproses menjadi lebih cair seperti sup.

Tahap sakarifikasi (pemecahan gula kompleks menjadi gula sederhana) melibatkan proses sebagai berikut:

- Pendinginan bubur sampai suhu optimum enzim sakarifikasi bekerja
- Pengaturan pH optimum enzim
- Penambahan enzim (glukoamilase) secara tepat
- Mempertahankan pH dan temperature pada rentang 50 sd 60 C sampai proses sakarifikasi selesai (dilakukan dengan pengetesan gula sederhana yang dihasilkan)

## 2. Fermentasi

Pada tahap ini, tepung telah sampai pada titik telah berubah menjadi gula sederhana (glukosa dan sebagian fruktosa) dimana proses selanjutnya melibatkan penambahan enzim yang diletakkan pada ragi (yeast) agar dapat bekerja pada suhu optimum. Proses fermentasi ini akan menghasilkan etanol dan CO<sub>2</sub>.

Bubur kemudian dialirkan kedalam tangki fermentasi dan didinginkan pada suhu optimum kisaran 27 sd 32 C, dan membutuhkan ketelitian agar tidak terkontaminasi oleh mikroba lainnya. Karena itu keseluruhan rangkaian proses dari liquefaction, sakarifikasi dan fermentasi haruslah dilakukan pada kondisi bebas kontaminan.

Selanjutnya ragi akan menghasilkan ethanol sampai kandungan etanol dalam tangki mencapai 8 sd 12 % (biasa disebut dengan cairan beer), dan selanjutnya ragi tersebut akan menjadi tidak aktif, karena kelebihan etanol akan berakibat racun bagi ragi.

Dan tahap selanjutnya yang dilakukan adalah destilasi, namun sebelum destilasi perlu dilakukan pemisahan padatan-cairan, untuk menghindari terjadinya clogging selama proses distilasi.

### 3. Pemurnian / Distilasi

Distilasi dilakukan untuk memisahkan etanol dari beer (sebagian besar adalah air dan etanol). Titik didih etanol murni adalah 78 C sedangkan air adalah 100 C (Kondisi standar). Dengan memanaskan larutan pada suhu rentang 78 - 100 C akan mengakibatkan sebagian besar etanol menguap, dan melalui unit kondensasi akan bisa dihasilkan etanol dengan konsentrasi 95 % volume.

### Prosentase Penggunaan Energy

Prosentase perkiraan penggunaan energi panas/steam dan listrik diuraikan dalam tabel berikut ini:

Prosentase Penggunaan Energi		
Identifikasi	Proses Steam	Listrik
Penerimaan bahan baku, penyiripan, dan pendinginan	0%	0%
Pemasakan (liquefaction) dan 30% sakarifikasi	2.6 %	

Produksi Enzim Amilase	0.7 %	20.4 %
Fermentasi	0.2 %	4 %

Distilasi

58.5 %	1.6 %		
Etanol Dehidrasi (jika ada)	6.4 %	27.1 %	
Penyimpanan Produk	0 %	0.7 %	
Utilitas	2.7 %	27 %>	
Bangunan	1 %>	0.5 %	

TOTAL

100 %	100 %
-------	-------

Sumber: A Guide to Commercial-Scale Ethanol Production and Financing, Solar Energy Research

**Peralatan Proses**

Adapun rangkaian peralatan proses adalah sebagai berikut:

- Peralatan penggilingan
- Pemasak, termasuk support, pengaduk dan motor, steam line dan insulasi
- External Heat Exchanger
- Pemisah padatan - cairan (Solid Liquid Separators)
- Tangki Penampung Bubur
- Unit Fermentasi (Fermentor) dengan pengaduk serta motor
- Unit Distilasi, termasuk pompa, heat exchanger dan alat kontrol
- Boiler, termasuk system feed water dan softener
- Tangki Penyimpan sisa, termasuk fitting