

PROSES PEMBUATAN BIOETHANOL



Disusun oleh :
NIAMUL HUDA, ST.,M.Pd

KATA PENGANTAR

Buku ini dimaksudkan untuk memandu para guru dalam melaksanakan tugas kegiatan belajar di tempat masing-masing. Diharapkan setelah mempelajarinya selalu berusaha untuk melatih diri memecahkan berbagai persoalan sesuai dengan tuntutan kompetensi yang akan dipilih.

Di dalam buku ini diberikan kegiatan belajar, tugas-tugas dan tes formatif dimana seluruh kegiatan tersebut diharapkan dikerjakan/dilakukan secara mandiri/kelompok untuk melatih kemampuan diri dalam memecahkan berbagai persoalan

Materi pembelajaran atau bahan dan tugas-tugas ini diambil dari beberapa buku referensi yang dipilih dan juga buku referensi tersebut sebagai bahan bacaan yang dianjurkan untuk memperkaya penguasaan kompetensi peserta diklat.

Diharapkan para guru setelah mempelajari dan melaksanakan semua petunjuk dari buku ini secara tuntas, akan mempunyai kompetensi sesuai dengan tuntutan pekerjaan sebagai tenaga pelaksana pemeliharaan Teknik Energi Terbarukan.

Bandung, Januari 2017

Penyusun

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Deskripsi Modul.....	3
1.3 Tujuan Pembelajaran	4
1.4 Materi Pokok dan Sub Materi Pokok	5
BAB II KEGIATAN PEMBELAJARAN	
2.1 BAHAN BAKU	
1. Deskripsi Materi	6
2. Indikator Keberhasilan	6
3. Uraian Materi	6
4. Latihan Soal dan Penugasan.....	10
5. Rangkuman	10
6. Evaluasi Materi Pokok	11
7. Umpan Balik dan Tindak Lanjut	12
2.2 PROSES PEMBUATAN	
1. Deskripsi Materi.....	13
2. Indikator Keberhasilan	13.
3. Uraian Materi	14
4. Latihan Soal dan penugasan.....	26.
5. Rangkuman	26.
6. Evaluasi Materi Pokok	27
7. Umpan Balik dan Tindak Lanjut	28.
2.3 PENGENDALIAN MUTU	
1. Deskripsi Materi.....	30
2. Indikator Keberhasilan	30

3. Uraian Materi	30
4. Latihan Soal dan penugasan.....	43
5. Rangkuman	43
6. Evaluasi Materi Pokok	44
7. Umpan Balik dan Tindak Lanjut	45

2.4 PROSES DENGAN BAHAN BAKU ALTERNATIF

1. Deskripsi Materi	46
2. Indikator Keberhasilan	46
3. Uraian Materi	47
4. Latihan Soal dan penugasan.....	50
5. Rangkuman	51
6. Evaluasi Materi Pokok	51
7. Umpan Balik dan Tindak Lanjut	52

BAB III PENUTUP

KUNCI JAWABAN	54
DAFTAR PUSTAKA	59
SINGKATAN DAN ISTILAH	60

BAB I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kebutuhan energi Indonesia saat ini sebagian besar masih bertumpu pada bahan bakar fosil. Kebutuhan energi nasional ditopang minyak bumi sekitar 51,66 persen, gas alam 28,57 persen dan batubara 15,34 persen. Persediaan bahan bakar tersebut semakin berkurang sejalan dengan waktu.

Cadangan minyak bumi akan habis sekitar 12 tahun lagi, gas hanya tinggal 30 tahun dan batu bara masih bisa dimanfaatkan hingga 70 tahun ke depan. Ketergantungan terhadap bahan bakar fosil ini menjadi masalah besar dan perlu solusi yang mendesak. Salah satu langkahnya adalah memanfaatkan bioetanol sebagai alternatif penggantinya.

Untuk mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil, pemerintah mengeluarkan Peraturan Presiden (Perpres) No. 5 Tahun 2006 tentang kebijakan energi nasional. Kebijakan tersebut dikeluarkan untuk mendorong pengembangan sumber energi terbarukan sebagai alternatif pengganti bahan bakar minyak.

Penggunaan etanol sebagai bahan bakar mempunyai beberapa keunggulan dibandingkan bahan bakar minyak (BBM). Di antaranya:

- 1) Kandungan oksigen yang tinggi (35 persen) sehingga bila dibakar sangat bersih
- 2) Ramah lingkungan karena emisi gas karbon monoksida lebih rendah 19-25 persen dibanding BBM, sehingga tidak memberikan kontribusi pada akumulasi karbondioksida di atmosfer dan bersifat terbarukan
- 3) Angka oktan Etanol yang cukup tinggi (129) menghasilkan kestabilan proses pembakaran, karenanya daya yang diperoleh lebih stabil

- 4) Proses pembakaran dengan daya yang lebih sempurna akan mengurangi emisi gas karbon monoksida. Campuran bioetanol 3 persen saja mampu menurunkan emisi karbon monoksida menjadi hanya 1,3 persen.

Semakin hari jumlah kendaraan bermotor baik mobil maupun motor yang ada di Indonesia semakin banyak. Tentu saja hal itu akan mempengaruhi kebutuhan bahan bakarnya (terutama bahan bakar bensin) juga karena kendaraan bermotor pasti membutuhkan bahan bakar. Sedangkan seperti yang kita ketahui sekarang jumlah produksi minyak mentah kita semakin tahun jumlahnya semakin menurun. Untuk itu, diperlukanlah sumber bahan bakar alternatif untuk mengurangi kecenderungan pemakaian bahan bakar minyak.

Bahan bakar mobil dan motor ternyata tidak harus selalu dari minyak bumi. Ada banyak jenis tanaman yang jika diolah bisa menjadi bensin. Tentu saja bensinnya berbeda dari bensin biasa. Bensin yang dihasilkan tanaman ini disebut Bioetanol. Bioetanol bisa dihasilkan dari tanaman apa saja yang mengandung pati, gula dan serat selulosa. Serat selulosa adalah zat dalam tumbuhan yang tidak bisa dicerna oleh manusia. Contoh tanaman penghasil ketiga zat tersebut adalah singkong, ubi jalar, jagung, aren, tebu, sorgum, jerami padi dan banyak lagi yang lainnya.

Ada tiga langkah untuk membuat bioetanol yaitu menyiapkan bahan, melakukan fermentasi dan terakhir adalah pemurnian. Sebelum diolah, singkong, sorgum, tebu atau bahan lain yang digunakan dihancurkan terlebih dahulu menjadi bubur. Kemudian diberi zat yang disebut Enzim untuk mempermudah proses fermentasi. Proses fermentasi adalah proses pengolahan bahan baku hingga menghasilkan bioetanol. Bioetanol yang dihasilkan dari proses ini biasanya masih banyak tercampur zat lain, seperti air. Karena itu harus dimurnikan terlebih dahulu. Caranya adalah dengan mengulangi proses pemurnian sampai 3 kali. Pada hasil yang ketiga, etanol yang dihasilkan lebih

murni. Semakin murni etanol semakin bagus untuk mesin. harga jualnya pun semakin tinggi.

Motor atau mobil yang menggunakan bahan bakar campuran bioetanol kerja mesinnya lebih bagus. Bisa membuat kendaraan sanggup menempuh jarak lebih jauh. Syaratnya, bioetanol yang digunakan untuk campuran harus murni 99,5%. Artinya, nyaris tak tercampur zat lain. Pernah dilakukan sebuah uji coba pada dua buah motor. Satu motor diisi 1 liter bensin campur bioetanol sedang motor yang satunya diisi 1 liter bensin murni. motor dengan bensin yang dicampur bioetanol mampu menempuh jarak 47 km sedang motor yang berbensin murni hanya menempuh 40 km. Gas buang bioetanol lebih sedikit polusinya. Hal itu karena gas buang bioetanol melepas karbondioksida lebih banyak daripada karbonmonoksida. Karbondioksida adalah zat yang diperlukan oleh tumbuhan untuk memasak makanan sedangkan gas buang bensin banyak mengandung karbonmonoksida yang dapat menyebabkan polusi dan merugikan kesehatan mahluk hidup. Sampai saat ini bioetanol belum bisa menggantikan bensin secara penuh. Pertama, Perlu biaya besar untuk memproduksi bioetanol dalam jumlah besar. kedua, kita belum punya pabrik besar yang khusus memproduksi bio etanol .

Sungguh beruntung kita hidup di negeri sekaya Indonesia,yang kaya minyak bumi, sekaligus kaya tanaman penghasil minyak seperti untuk bahan membuat bioetanol.Jika bisa memanfaatkan sumber alamnya dengan baik, mungkin bisa menjadi negara paling kaya di dunia.

1.2. Deskripsi

Menipisnya cadangan bahan bakar fosil dan meningkatnya populasi manusia sangat kontradiktif dengan kebutuhan energi bagi kelangsungan hidup manusia beserta aktivitas ekonomi dan sosialnya.

Sejak lima tahun terakhir, Indonesia mengalami penurunan produksi minyak nasional akibat menurunnya cadangan minyak pada sumur-sumur produksi secara alamiah, padahal dengan pertambahan jumlah penduduk, meningkat pula kebutuhan akan sarana transportasi dan aktivitas industri.

Dengan peristiwa di atas penulis mempunyai rasa tanggung jawab, bagaimana supaya masyarakat tidak membebani pemerintah. Solusinya adalah memanfaatkan biomassa menjadi energi terbarukan. Salah satu energi terbarukan adalah bioetanol.

Bioetanol adalah sebuah terminologi untuk etanol yang dibuat dari proses alamiah. Dalam hal ini, bioetanol adalah etanol yang dibuat dari bahan baku nabati. Bioetanol berwujud cairan tak berwarna yang dapat digunakan sebagai bahan bakar.

Sebagai pengganti bahan bakar fosil yang sudah semakin menipis ketersediaannya, bioetanol dapat dijadikan sebagai pengganti minyak tanah yang dapat digunakan untuk memasak.

Dalam modul ini, akan dipaparkan mengenai proses pengolahan bahan baku biomassa menjadi bioetanol antara lain: penyiapan bahan baku, proses pengolahan, Pengendalian mutu dan proses bahan baku alternatif

Dengan peralatan yang sederhana kita dapat memproses bahan nabati yang tumbuh disekitar kita menjadi bioetanol dengan tingkat kadar 70% - 90% setara dengan spiritus bakar, dengan proses lebih lanjut dapat dihasilkan kemurnian sampai 99,5 % yang dapat kita gunakan untuk bahan bakar transportasi sebagai pengganti bensin.

1.3 Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari modul ini, diharapkan dapat

- Mengetahui macam-macam bahan baku yang dapat dijadikan bioetanol

- Melakukan pretreatment sebelum proses berlangsung
- Melakukan proses pembuatan bioetanol
- Melakukan pengujian kendali mutu bioetanol

1.4. Materi Pokok dan Sub Materi Pokok

Materi pokok yang akan diungkapkan pada modul ini diantaranya

1. Macam macam bahan baku bioetanol
2. Melakukan proses pengolahan bioetanol
3. Melakukan pengendalian mutu bioetanol
4. Melakukan proses pengolahan bahan baku alternatif

BAB II. KEGIATAN PEMBELAJARAN

2.1. MACAM-MACAM BAHAN BAKU BIOETANOL

2.1.1 DESKRIPSI

Modul Macam-macam bahan baku Bio Massa menjadi Bioetanol adalah bahan pembelajaran untuk menghantarkan guru/siswa memiliki kompetensi memilih dan menentukan bahan baku Bio Massa menjadi Bioetanol

Ruang lingkup materi dikembangkan berdasarkan sub kompetensi yang meliputi klasifikasi berdasarkan bahan baku serta prosesnya.

2.1.2 INDIKATOR KEBERHASILAN

Dalam memilih dan menentukan bahan baku sebagai indikator keberhasilan adalah dapat menentukan bahan baku untuk pengolahan bioetanol dengan hasil optimal.

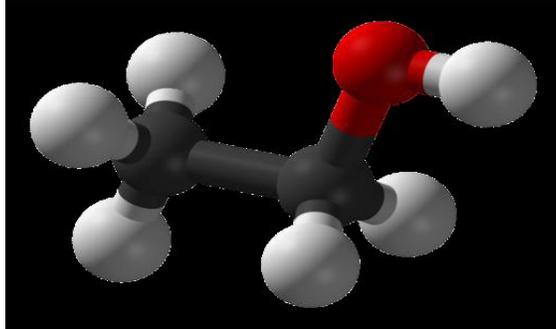
2.1.3 URAIAN MATERI

2.1.3.1 Pendahuluan

Bio Ethanol adalah bahan kimia berupa cairan berasal dari hasil fermentasi karbohidrat (pati) dengan bantuan mikroorganisme. Karena pembuatannya melibatkan proses biologis maka produk ethanol yang di hasilkan diberi nama Bioethanol.

Bioetanol adalah etanol yang diproduksi dengan cara fermentasi menggunakan bahan baku nabati.

Etanol atau ethyl alcohol (C_2H_5OH) adalah senyawa organik golongan alkohol yang mengandung gugus hidroksil (OH) dengan rumus kimia CH_3CH_2OH . Etanol dapat diklasifikasikan berdasarkan bahan baku yang digunakan, proses, dan pemanfaatannya.



Gambar 1.1 : Rumus bangun Etanol

2.1.3.2 Klasifikasi berdasarkan bahan baku serta prosesnya

A. Etanol nabati

Secara mikrobiologis menggunakan bahan baku berpati (jagung, ubi kayu dan umbi umbian lainnya) serta bahan baku yang mengandung gula (molasses, tebu, sweet sorghum, aren, dan jenis palem lainnya) dan bahan berserat (onggok, jerami, sekam, tongkol jagung, baggas tebu serta kulit kakao dan kopi)

B. Etanol sintesis

Secara sintesis menggunakan bahan baku antara lain minyak mentah, gas. Saat ini produksi etanol sintesis kurang dari 5% dari total produksi. Seperti telah disebutkan di atas, klasifikasi etanol secara mikrobiologis dipengaruhi oleh bahan bakunya, yaitu sumber gula, sumber pati, dan sumber serat

1. Bahan baku sumber gula

Substrat yang umum digunakan untuk bioetanol adalah yang berasal dari gula tebu (molasses) seperti halnya di Brasilia. Selain molasses, bahan sumber gula lainnya yang dapat digunakan, adalah nira aren, nira kelapa, bit, nipah dan nira batang sorgum manis. Kelebihan dari bahan baku sumber gula ini, yaitu dapat langsung dilakukan gula menjadi etanol, sehingga proses menjadi lebih pendek dan sederhana.

Bahan baku yang paling sering digunakan di Indonesia adalah molasses. Molasses merupakan hasil samping dari pabrik gula tebu, sehingga lebih bermanfaat dan efisien. Selain itu, molasses tersedia cukup banyak, mudah didapat, tidak banyak membutuhkan perlakuan awal, penanganannya mudah dan dapat disimpan dalam waktu yang lama tanpa perlakuan khusus. Biasanya bahan baku yang masuk pabrik terlebih dahulu diukur total sugar as invert (TSAI) – nya. Molasses yang dapat diterima sebagai bahan baku pada proses fermentasi bioetanol adalah molasses yang mempunyai kadar TSAI lebih besar dari 52%

Aren juga berpotensi menjadi bahan baku bioetanol. Aren mempunyai produktifitas tinggi, dapat ditanam diantara tanaman yang sudah ada atau sebagai komponen tanaman untuk reboisasi atau penghijauan sehingga tidak bersaing dengan komoditas pangan. Pengolahan nira aren menjadi alkohol sebetulnya sudah dikenal masyarakat sejak dulu dan mungkin merupakan bentuk pemanfaatan awal dari aren. Potensi aren menjadi bioetanol mungkin lebih besar dibanding sumber lain (table 2.1.1), dengan asumsi bahwa aren ditanam secara intensif. Sumber gula lain yang sejenis dengan aren adalah nipah, nira kelapa dan nira dari jenis palem lainnya.

Tabel 2.1.1. Potensi etanol dari bahan baku sumber gula

Bahan baku	Hasil panen (ton/ha/th)	Hasil alkohol	
		Liter/ton	Liter/ha/th
Tetes tebu (molasses)	3,6	270	973
Tebu	75	67	5.025
Nipah	27	93	2.500
Sorgum manis	80	75	6.000
Aren	2.880	70	20.160

Sumber : Tatang (2006)

Bahan baku lain sebagai sumber gula adalah sorgum manis. Bioetanol dari sorgum manis (sweet sorgum) telah banyak dilakukan di Amerika Latin, Brasilia, Afrika, dan Cina (Grassia 2001). Cina telah memperoleh varietas sweet sorgum yang mempunyai ketinggian batang 5 meter, dan mempunyai kandungan gula tinggi. Dengan demikiansweet sorgum sangat potensial untuk bioetanol, yang akan menghasilkan bioetanol 7000 liter perhektar. Diperkirakan hal tersebut akan mencukupi kebutuhan bahan bakar di tahun 2016 (Anonimous,2002)

2.Bahan baku sumber pati

Pada pembuatan bioetanol dengan bahan baku sumber pati, prosesnya lebih panjang dibanding dengan bahan baku sumber gula. Pati diubah dulu menjadi glukosa melalui hidrolisis asam ataupun enzimatik untuk menghasilkan glukosa kemudian gula difermentasi untuk menghasilkan etanol.

Pembuatan bioetanol di Amerika banyak menggunakan jagung. Harga substrat yang cukup mahal menyebabkan harga etanol masih cukup tinggi, mengingat 60% dari biaya yang digunakan dalam sistem produksi etanol adalah biaya substrat. Untuk mengatasi masalah tersebut, perlu dicari alternatif substrat yang murah dengan ketersediaan yang melimpah sepanjang tahun.

Produk pertanian yang memenuhi kriteria tersebut di Indonesia adalah ubi kayu. Ubikayu merupakan bahan berpati yang sangat melimpah di Indonesia. Selain produktifitasnya tinggi, ubi kayu juga termasuk tanaman yang tidak terlalu membutuhkan tingkat kesuburan tanah yang tinggi untuk dapat tumbuh. Pada lahan marjinal dengan tingkat hara yang rendah, ubi kayu masih dapat tumbuh dan menghasilkan pati dalam jumlah besar

Table 2.1.2. Perkiraan hasil etanol dari sumber pati tanaman pangan

Tanaman pangan	Etanol *) (L/t)	Produktivitas (t/ha)	Umur panen (bulan)	Etanol (L/ha/th)
Ubi kayu	180	40	9	7200
Jagung	385	6	3,5	4620
Ubi jalar	142	20	4	920,4
sweet sorghum	76,7	6	3,5	3112
Biji sorghum	<			

2.1.4 LATIHAN DAN PENUGASAN

2.1.4.1 Tugas

- Buatlah rangkuman bahan baku yang dapat diproses menjadi bioetanol

2.1.4.2 Tes Sumatif

1. Jelaskan perbedaan etanol dan bioetanol
2. Tuliskan perbedaan antara etanol nabati dengan etanol sintesis
3. Tuliskan bahan baku yang dapat digunakan untuk pembuatan bioetanol

2.1.5 RANGKUMAN

Bioetanol adalah bahan kimia berupa cairan berasal dari hasil fermentasi dengan bahan baku nabati, Karena pembuatannya melibatkan proses biologis maka produk yang di hasilkan diberi nama Bioetanol.

Etanol atau ethyl alcohol (C_2H_5OH) adalah senyawa organik golongan alkohol yang mengandung gugus hidroksil (OH) dengan rumus kimia CH_3CH_2OH .

Etanol dapat diklasifikasikan berdasarkan bahan baku yang digunakan, proses, dan pemanfaatannya.

1. Etanol nabati
2. Etanol Sintetis

2.1.6 EVALUASI

Pilihlah jawaban yang paling tepat dengan membubuhkan tanda silang!

1. Sumber bahan baku yang dapat digunakan untuk pembuatan bioetanol adalah....
 - a. Pati, protein dan glukosa
 - b. lemak, pati dan glukosa
 - c. serat, pati dan glukosa
 - d. serat, pati dan lemak
 - e. serat, protein dan glukosa
2. Etanol yang diproduksi dengan cara fermentasi menggunakan bahan baku nabati disebut...
 - a. biodiesel
 - b. biomassa
 - c. biosolar
 - d. bioetanol
 - e. biogas
3. Bahan baku dibawah ini termasuk kedalam bahan yang dapat dibuat etanol nabati, kecuali :
 - a. molasses, onggok dan jerami
 - b. tebu, sekam dan kulit kakao
 - c. kulit kopi. Sweet sorghum dan aren
 - d. molasses, sweet sorghum dan jerami
 - e. molasses, sweet sorghum dan nafta
4. Bahan baku pembuatan etanol nabati yang merupakan hasil samping dari produksi gula tebu adalah
 - a. molasses
 - b. molusca
 - c. muscatt

- d. molecul
- e. monocel

5. Total sugar as invert (TSAI) molasses yang dapat diterima oleh pabrik pembuatan bioetanol adalah %

- a. 12
- b. 22
- c. 32
- d. 42
- e. 52

2.1.7 UMPAN BALIK & TINDAK LANJUT

Berikut ini merupakan lembar pengecekan umpan balik dan tindak lanjut kemampuan peserta terhadap isi materi yang akan dicapai pada modul. Lembar isian ini sebagai alat evaluasi diri oleh sebab itu harus diisi jujur dan jika sebagian besar pertanyaan sudah dikuasai maka peserta dapat melanjutkan materi selanjutnya

Beri tanda ceklist pada tingkat penguasaan peserta yang sesuai

No	Aspek Yang Harus Dikuasai	Tingkat Penguasaan		
		Baik	Sedang	Kurang
1	Pemahaman guru/siswa tentang etanol nabati			
2	Pemahaman guru/siswa tentang etanol sintesis			
3	Pemahaman guru/siswa tentang bahan baku etanol bersumber pada pati			
4	Pemahaman guru/siswa tentang bahan baku etanol bersumber pada glukosa			
5	Pemahaman guru/siswa tentang bahan baku etanol bersumber pada serat			

Catatan :

1. Baik : menguasai > 80% materi Umpan Balik
 Sedang : menguasai 70 – 80 % materi
 Kurang : menguasau < 70 % materi
2. Tindak lanjut
 ✓ Apabila guru/siswa tingkat penguasaannya < 70% materi, maka harus mengulangi lagi bab ini

3. Apabilaguru/siswatingkat penguasaannya > 70% materi, maka diperbolehkan membahas modul selanjutnya

2.2 PROSES PEMBUATAN BIOETHANOL

2.2.1 DESKRIPSI

Modul Proses Pengolahan bahan baku Bio Massa menjadi Bioetanol adalah bahan pembelajaran untuk menghantarkan peserta memiliki kompetensi melakukan Pengolahan bahan baku Bio Massa menjadi Bioetanol

Ruang lingkup materi dikembangkan berdasarkan sub kompetensi yang meliputi: bagaimana menyiapkan bahan baku; melakukan proses pengolahan sesuai Prosedur pengolahan bahan baku etanol

2.2.2 INDIKATOR KEBERHASILAN

Dalam melakukan proses pembuatan bioetanol sebagai indikator keberhasilannya adalah

- Pada proses hidrolisis bubur singkong yang terbentuk encer
- Pada proses fermentasi menghasilkan gas yang keluar dari fermentor setelah (1-2) x24 jam
- Pada proses destilasi menghasilkan cairan yang menguap pada suhu $\pm 78^{\circ}\text{C}$ (titik didih Etanol)
- Kadar Destilat minimal mengandung 30% Etanol dengan metoda destilasi konvensional & 70-90% dengan destilasi bertingkat

2.2.3 URAIAN MATERI

2.2.3.1 Pendahuluan

Etanol biasa digunakan sebagai bahan baku industri turunan alkohol, campuran untuk miras, bahan dasar industri farmasi, kosmetika dan kini sebagai campuran bahan bakar untuk kendaraan bermotor.

Mengingat pemanfaatan ethanol beraneka ragam, sehingga proses pengolahannya berbeda tergantung grade ethanol yang diharapkan sesuai dengan penggunaannya. Untuk ethanol yang mempunyai grade 90-95% biasa digunakan pada industri, sedangkan ethanol/bioethanol yang mempunyai grade 95-99% atau disebut alkohol teknis dipergunakan sebagai campuran untuk miras dan bahan dasar industri farmasi. Sedangkan grade ethanol/bioethanol yang dimanfaatkan sebagai campuran bahan bakar untuk kendaraan bermotor harus betul-betul kering dan anhydrous supaya tidak menimbulkan korosif, sehingga ethanol/bio-ethanol harus mempunyai grade tinggi antara 99,6-99,8 % (Full Grade Ethanol = FGE). Perbedaan besarnya grade akan berpengaruh terhadap proses konversi karbohidrat menjadi gula (glukosa) larut air.

Produksi ethanol/bioethanol (atau alkohol) dengan bahan baku tanaman yang mengandung pati atau karbohidrat, dilakukan melalui proses konversi karbohidrat menjadi gula (glukosa) larut air. Konversi bahan baku tanaman yang mengandung pati atau karbohidrat dan tetes menjadi bioethanol ditunjukkan pada Tabel 2.2.1

Glukosa dapat dibuat dari pati-patian, proses pembuatannya dapat dibedakan berdasarkan zat pembantu yang dipergunakan, yaitu Hydrolisa asam dan atau Hydrolisa enzyme. Berdasarkan kedua jenis hydrolisa tersebut, saat ini hydrolisa enzyme lebih banyak dikembangkan, sedangkan hydrolisa asam (misalnya dengan asam sulfat) kurang dapat berkembang, sehingga proses pembuatan glukosa dari bahan berpati sekarang ini menggunakan hydrolisa enzyme.

Tabel 2.2.1. Konversi Bahan Baku Tanaman Yang Mengandung Pati Atau Karbohidrat Dan Tetes Menjadi Bio-Ethanol

Bahan Baku		Kandungan Gula Dalam Bahan Baku (Kg)	Jmlh Hasil Konversi Bioethanol (Liter)	Perbandingan Bahan Baku dan Bioethanol
Jenis	Konsumsi (Kg)			
Ubi Kayu	1000	250-300	166,6	6,5 : 1
Ubi Jalar	1000	150-200	125	8 : 1
Jagung	1000	600-700	200	5 : 1
Sagu	1000	120-160	90	12 : 1
Tetes	1000	500	250	4 : 1

2.2.3.2 PROSES PENGOLAHAN

Dalam bab ini, akan dipaparkan mengenai proses pengolahan bahan baku nabati menjadi bioetanol.

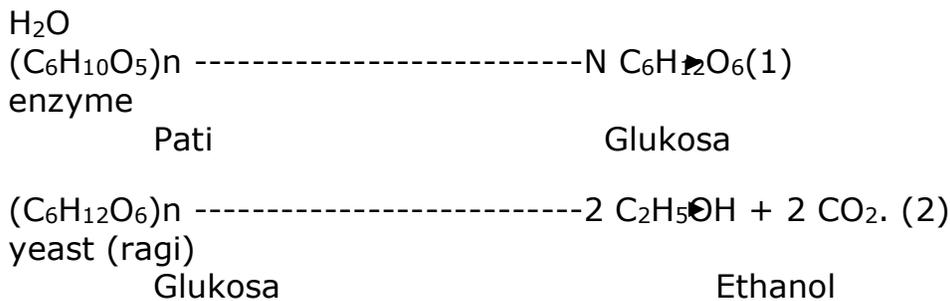
Bahan Baku Nabati pada pembuatan etanol (ethyl Alkohol)dapat digolongkan sebagai berikut:

- a. *Bahan berpati* seperti singkong, ubi jalar, biji jagung, tepung sagu (aci Kawung), biji sorgum, biji chantel, ubi garut dan lainnya yang berbasis pati.
- b. *Bahan bergula*, seperti molase (tetes tebu), nira tebu, nira kelapa, nira batang, nira aren (enau), nira nipah, gewang, nira lontar dan lainnya.

- c. *Bahan selulosase* seperti limbah logging, limbah pertanian: jerami padi, ampas tebu, janggalan jagung, onggok, (limbah tapioka), batang pisang, serbuk gergaji, dan lain lain.

Sumber bahan baku tersebut mudah didapat dan sangat banyak disekitar kita, khususnya untuk bahan baku yang berpati dan bahan baku berselulosa.

Dalam proses konversi karbohidrat menjadi gula (glukosa) larut air, dilakukan dengan penambahan air dan enzyme; kemudian dilakukan proses peragian atau fermentasi gula menjadi ethanol dengan menambahkan yeast atau ragi. Reaksi yang terjadi ditunjukkan pada Gambar. 2.2



Gambar 2.2 :Reaksi pada proses produksi bioetanol (1&2)

Untuk lebih jelasnya proses pembuatan bioetanol akan diuraikan lebih rinci pada uraian berikut, dimana prosesnya dilakukan melalui beberapa tahapan, yaitu terdiri dari :

1. Persiapan Bahan baku
2. Pemasakan/Liquifikasi
3. Sakarifikasi
4. Fermentasi
5. Destilasi

2.2.3.2.1 PERSIAPAN BAHAN BAKU.

Perlakuan singkong pascapanen untuk bahan baku produksi bioetanol dapat dilakukan dengan 2 cara :

1. Langsung digunakan untuk produksi
2. Disimpan dengan Pengawetan

Untuk cara langsung, setelah singkong dikupas dan dicuci hingga bersihkemudian dilakukan proses pamarutan.Dengan penambahan air (1:1) bahan baku menjadi bubur selanjutnya disaring . Bahan baku(filtrat bubur) siap masuk ke proses pemasakan.

Bahan baku (singkong) jika berlimpah dan tidak dapat diproduksi secara langsung, harus melalui penanganan khusus(dengan cara pengawetan)agar bahan yang dikandungnya tidak rusak oleh mikroba (busuk) yang ditandai dengan adanya noktah-noktah hitam.

Untuk pengawetan singkong, pada tahap awal dilakukakan proses pencucian yang bertujuan untuk membersihkan kotoran yang menempel seperti tanah, kerikil kecil yang terikut, dan lainnya.

Proses selanjutnya dilakukan penjemuran dengan menggunakan matahari atau diangin- anginkan.

Dengan penjemuran diharapkan dapat memperoleh singkong yang lapisan kulit luarnya kering. Setelah bahan baku(singkong) kering kemudian dimasukan ke dalam karung dan disimpan digudang penyimpanan.

Cara lain untuk pengawetan bahan baku singkongadalah setelah singkong dicuci dan kulitnya dikupaskemudian dilakukan proses pengecilan ukuran.

Proses pengecilan ukuran dapat dilakukan dengan dua cara yaitu :

- a. *Proses Grinding*

Singkong digrinding dengan alat gruter (pemarut) sehingga hasilnya berupa tepungbasah, tepung basah ini harus segera dikeringkan dengan model nampun menggunakan sinar matahari atau dilakukan pengeringan konveksi yaitu dengan mesin drier. Suhu pengeringan berkisar (50 – 70)°C.

b. Proses Slicing

Singkong dislicing menggunakan pisau atau alat slicer dengan ketebalan antara (4-8)mm, kemudian dilakukan pengeringan, baik menggunakan sinar matahari atau mesin pengering.

Dengan Cara kedua ini singkong dibuat chip dan lebih menghemat pemakaian energi.

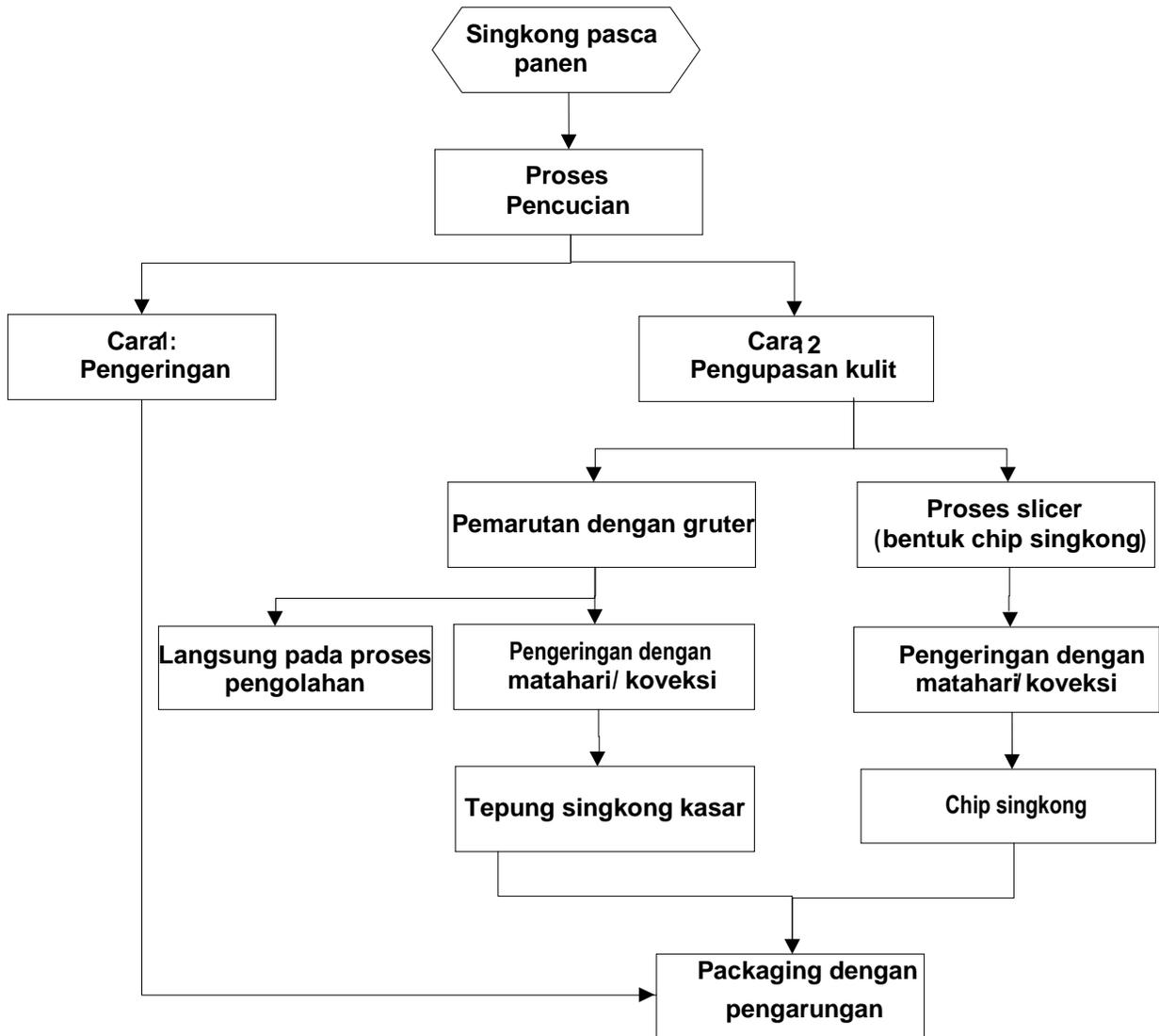
Dari kedua cara tersebut setelah kering singkong dimasukan ke dalam karung plastik untuk disimpan di gudang penyimpanan.

Setelah proses diatas, pada saat akan digunakan untuk proses pengolahan selanjutnya yaitu pemasakan, Singkong dengan kulit kering, tepung singkong kasar atau chip singkong dilakukan proses grinding dengan Ukuran partikel diantara 80-120mesh. Kemudian dibuat bubur(1:2), disaringdan filtrat bubur siap masuk pada proses pemasakan.

Tujuan memperkecil ukuran adalah agar proses konversi menjadi gula reduksi dan akohol berjalan dengan sempurna yaitu dengan memperluas permukaan bahan hingga proses reaksi konversi gula lebih tinggi.



Gambar 2.3. Alat grinding kering dan grinding basah



Gambar 2.4 . Diagram alirpenanganan singkong pasca panen siap proses Pengolahan

2.2.3.2.2 PEMASAKAN/ Liquifikasi

Kandungan karbohidrat berupa tepung atau pati pada bahan baku singkong (filtrat bubuk) dikonversi menjadi gula kompleks menggunakan Enzym Alfa Amylase 0.03 % (dari jumlah total bahan baku) melalui proses pemanasan /pemasakan pada suhu 90 derajat celcius selama 30 menit (Proses hidrolisis).

Pada proses ini tepung akan mengalami gelatinasi (mengental seperti Jelly). Dalam kondisi optimum Enzym Alfa Amylase bekerja memecahkan struktur tepung secara kimia menjadi gula kompleks (dextrin).

Proses Liquifikasi selesai ditandai dengan parameter bubuk yang diproses berubah menjadi lebih cair seperti sup.



Penghancuran Singkong



Pemasakan bahan baku

Gambar 2.5 Proses Pemasakan

2.2.3.2.3. SAKARIFIKASI

Pada proses Sakarifikasi pemecahan gula kompleks menjadi gula sederhana (glukosa) melibatkan tahapan sebagai berikut :

- Pendinginan bubur sampai mencapai suhu optimum untuk Enzym Gluko Amylase bekerja.
- Pengaturan pH optimum enzim.
- Penambahan Enzym Gluko Amilase 0.02% (dari jumlah total bahan baku) secara tepat dan mempertahankan pH serta temperatur pada suhu 60°C selama 3 jam, hingga proses Sakarifikasi selesai (dilakukan pengetesan kadar gula sederhana yang dihasilkan).



Gambar 2.6 Hasil proses Liquifikasi dan Sakarifikasi

2.2.3.2.4. FERMENTASI

Pada tahap ini, tepung telah berubah menjadi gula sederhana (glukosa dan sebagian fruktosa) dengan kadar gula berkisar antara 5 hingga 12 %. Tahapan selanjutnya proses pendinginan sampai suhu $\pm 37^{\circ}\text{C}$, kemudianditambahkan pupuk urea(ZA) sebanyak 0.14% dan pupuk NPK 0.02% (dari jumlah total bahan baku) sebagai bahan tambahan penyubur pertumbuhan sel ragi.

Proses pencampuran suspensi ragi (yeast) 0.065%(dari jumlah total bahan baku) pada cairanbahan baku(bubur)sebanyak 10% (untuk biang) dan mendiarkannya dalam wadah tertutup pada kisaran suhu optimum 27 -32 derajat

celcius selama 1x24 jam. Kemudian dimasukkan kedalam bubur sisa pembuatan biang (volume 90%) dan dimasukkan kedalam fermentor seperti pada gambar 2.6,selama 5 - 7 x 24 jam (fermentasi secara anaerob).

Keseluruhan proses membutuhkan ketelitian dan kondisi aseptis agar bahan baku tidak terkontaminasi oleh mikroba lainnya. Dengan kata lain,dari persiapan bahan baku,liquifikasi,sakarifikasi,hingga fermentasi harus pada kondisi bebas kontaminan. Selama proses fermentasi akan menghasilkan cairan etanol/alkohol dan CO₂.

Hasil dari fermentasi berupa cairan mengandung alkohol/ethanol(beer).Pada kadar ethanol sangat tinggi ragi menjadi tidak aktif lagi, karena kelebihan alkohol akan beakibat racun bagi ragi itu sendiri dan mematikan aktifitasnya.

Gambar 2.6. Fermentor



2.2.3.2.5.DESTILASI

Destilasi atau lebih umum dikenal dengan istilah penyulingan dilakukan untuk memisahkan alkohol dalam cairan beer hasil fermentasi. Dalam proses destilasi,

pada suhu 78 derajat celcius (setara dengan titik didih alkohol) ethanol akan menguap lebih dulu ketimbang air yang bertitik didih 95 derajat celcius. Uap ethanol didalam destillator akan dialirkan kebagian kondensor sehingga terkondensasi menjadi cairan ethanol.

Kegiatan penyulingan ethanol merupakan bagian terpenting dari keseluruhan proses produksi bioethanol. Dalam pelaksanaannya dibutuhkan tenaga operator yang sudah menguasai teknik penyulingan ethanol.

Selain operator, untuk mendapatkan hasil penyulingan ethanol yang optimal dibutuhkan pemahaman tentang teknik fermentasi dan peralatan destillator yang berkualitas.

Penyulingan ethanol dapat dilakukan dengan 2 (dua) cara :

1. Penyulingan menggunakan teknik destillator tradisional (konvensional) .Dengan cara ini kadar ethanol yang dihasilkan hanya berkisar antara antara 20 s/d30 %.
2. Penyulingan menggunakan teknik destillator model kolom reflux (bertingkat). Dengan cara ini kadar ethanol yang dihasilkan mampu mencapai 90-95 % melalui 2 (dua) tahap penyulingan.

Hasil penyulingan berupa ethanol berkadar 95 % belum dapat larut dalam bahan bakar bensin. Untuk substitusi BBM diperlukan ethanol berkadar 99,6-99,8 % atau disebut ethanol kering. Untuk pemurnian ethanol 95 % diperlukan proses dehidrasi (destilasi absorbent) menggunakan beberapa cara,antara lain :

1. Cara Kimia dengan menggunakan batu gamping
2. Cara Fisika melalui proses penyerapan menggunakan Zeolit Sintetis.

Hasil dehidrasi berupa ethanol berkadar 99,6-99,8 % dapat dikatagorikan sebagai Full Grade Ethanol (FGE),barulah layak digunakan sebagai bahan bakar

motor sesuai standar Pertamina. Alat yang digunakan pada proses pemurnian ini disebut Dehidrator.

Peralatan Destilasi secara lengkap dapat dilihat pada gambar 2.8 & gambar 2.9, sedangkan untuk proses dehidrasi cukup menggunakan wadah besar.



Gambar 2.8. Alat Destilasi Bioetanol skala UKM



Gambar 2.9. Alat Destilasi Bioetanol skala Laboratorium

2.2.4 LATIHAN DAN PENUGASAN

2.2.4.1 Tugas

- Buatlah ringkasan Prosedur pengolahan Bioetanol dari singkong

2.2.4.2 Test Formatif

1. Jelaskan apa yang dimaksud dengan hydrolysis enzim
2. Jelaskan penanganan bahan baku yang tidak dapat di proses
3. Jelaskan reaksi pada setiap tahapan proses
4. Jelaskan cara pemurnian etanol untuk mendapatkan katagori FGE

2.2.5 RANGKUMAN

Dari penjelasan proses pengolahan bahan baku menjadi bioetanol dapat dirangkum sbb :

Bahan Baku Nabati yang dapat dibuat menjadi bioetanol digolongkan sebagai bahan berpati, bahan bergula, dan bahan selulosa .

Proses pembuatan bioetanol dilakukan melalui beberapa tahapan, yaitu terdiri dari :

1. Persiapan Bahan baku
2. Pemasakan/Liquifikasi
3. Sakarifikasi
4. Fermentasi
5. Destilasi

Pada pelaksanaannya bahan baku pasca panen ditangani dengan 2 perlakuan sesuai kebutuhan yaitu dapat langsung proses produksi atau melalui proses pengawetan.

Jika semua tahapan dapat dilalui sesuai prosedur, maka akan menghasilkan kadar bioetanol dengan kadar etanol yang maksimal. Bioetanol untuk kendaraan bermotor harus mempunyai grade tinggi antara 99,6-99,8 % (Full Grade Ethanol = FGE). Untuk sampai pada grade tersebut harus melalui destilasi bertingkat dengan penambahan proses dehidrasi.

2.2.6 EVALUASI

Pilihlah jawaban yang paling tepat dengan membubuhkan tanda silang!

1. Apabila bahan baku bioetanol seperti singkong sebanyak 40 Kg maka bioetanol yang dihasilkan maksimal adalah :
 - a. 6,15L
 - b. 6,25L
 - c. 6,35L
 - d. 6,45L
 - e. 6,55L
2. Urutan proses pembuatan bioetanol yang benar adalah
 - a. persiapan bahan baku, liquifikasi, sakarifikasi, destilasi dan fermentasi
 - b. persiapan bahan baku, liquifikasi, sakarifikasi, fermentasi dan destilasi
 - c. persiapan bahan baku, liquifikasi, fermentasi, sakarifikasi dan destilasi
 - d. persiapan bahan baku, sakarifikasi, liquifikasi, destilasi dan fermentasi
 - e. persiapan bahan baku, destilasi liquifikasi, sakarifikasi dan fermentasi

3. Pada proses persiapan bahan baku dilakukan proses grinding dengan mesh 80, tujuannya adalah....
 - a. Agar proses konversi menjadi gula reduksi berjalan dengan sempurna
 - b. Agar proses konversi menjadi alkohol berjalan dengan sempurna
 - c. Agar proses konversi menjadi gula reduksi dan alkohol berjalan dengan sempurna
 - d. Agar dihasilkan ongkok yang banyak untuk memperoleh bioetanol lebih banyak
 - e. Agar dihasilkan bioetanol dan ongkok yang banyak untuk dimanfaatkan sebagai makanan ringan

4. Pada tahap fermentasi biasanya hasil akhir kadar gula yang dihasilkan adalah....
 - a. 2% - 20%
 - b. 3% - 17%
 - c. 4% - 15%
 - d. 5% - 12%
 - e. 6% - 8%

5. Fungsi dari proses destilasi adalah
 - a. memisahkan alcohol dalam cairan beer hasil fermentasi
 - b. memisahkan alcohol dalam larutan hasil fermentasi
 - c. memisahkan alcohol dalam campuran hasil fermentasi
 - d. memisahkan alcohol dari kotoran hasil fermentasi
 - e. memisahkan alcohol dari glukosa hasil fermentasi

2.2.7 UMPAN BALIK & TINDAK LANJUT

Berikut ini merupakan lembar pengecekan umpan balik dan tindak lanjut kemampuan peserta terhadap isi materi yang akan dicapai pada modul. Lembar isian ini sebagai alat evaluasi diri oleh sebab itu harus diisi jujur dan jika sebagian besar pertanyaan sudah dikuasai maka peserta dapat melanjutkan materi selanjutnya

Beri tanda ceklist pada tingkat penguasaan peserta yang sesuai

No	Aspek Yang Harus Dikuasai	Tingkat Penguasaan		
		Baik	Sedang	Kurang
1	Pemahaman peserta tentang pembuatan bioetanol dengan menggunakan bahan baku bersumber glukosa			
2	Pemahaman peserta tentang tahapan tahapan			

	pada pembuatan bioetanol menggunakan sari buah nenas			
3	Keterampilan peserta dalam proses treatment pendahuluan pada pembuatan bioetanol menggunakan sari buah nenas			
4	Keterampilan peserta dalam proses pemanasan 90° C selama 10 menit pada pembuatan bioetanol menggunakan sari buah nenas			
5	Keterampilan peserta dalam proses persiapan fermentasi pada pembuatan bioetanol menggunakan sari buah nenas			
6	Keterampilan peserta dalam proses fermentasi pada pembuatan bioetanol menggunakan sari buah nenas			
7	Keterampilan peserta dalam proses evaporasi pada pembuatan bioetanol menggunakan sari buah nenas			
8	Keterampilan peserta dalam proses unit destilasi pada pembuatan bioetanol menggunakan sari buah nenas			
9	Keterampilan peserta dalam proses unit condenser pada pembuatan bioetanol menggunakan sari buah nenas			
10	Keterampilan peserta dalam proses pengujian mutu hasil bioetanol dari bahan baku sari buah nenas			

Catatan :

1. Umpan Balik

Baik : menguasai > 80% materi

Sedang : menguasai 70 – 80 % materi

Kurang : menguasai < 70 % materi

2. Tindak lanjut

✓ Apabila peserta tingkat penguasaannya < 70% materi, maka harus mengulangi lagi bab ini

3. Apabila peserta tingkat penguasaannya > 70% materi, maka diperbolehkan membahas modul selanjutnya

2.3 PENGENDALIAN MUTU

2.3.1 DESKRIPSI

Modul Pengendalian Mutu Proses Pengolahan bahan baku Bio Massa menjadi Bioetanol adalah bahan pembelajaran untuk menghantarkan peserta memiliki kompetensi melakukan pengujian mutu pada setiap tahap proses pembuatan bioetanol

Ruang lingkup materi dikembangkan berdasarkan sub kompetensi yang meliputi:

1. Derajat keasaman
2. Kekentalan
3. Kadar pati
4. Total mikroba
5. Kadar alkohol

2.3.2 INDIKATOR KEBERHASILAN

Dalam Pengujian mutu bioetanol sebagai indikator keberhasilan adalah Pengujian pada tiap tahap sesuai dengan syarat yang ditentukan dalam prosedur proses pengolahan.

2.3.3 URAIAN MATERI

2.3.3.1 Pendahuluan

Bio Ethanol merupakan hasil fermentasi karbohidrat dengan bantuan mikroorganisme.

Mikroorganisme yang berperan dalam proses pembuatan Bioethanol berasal dari 2 jenis yaitu :

1. Bakteri seperti *Zymomonas mobilis*, Yang memiliki Ciri sbb :
 - a) Bakteri gram negative, terdapat pada tumbuhan kaya gula.
 - b) Tahan terhadap konsentrasi etanol 10% dan konsentrasi gula 20%.
 - c) Tahan pada suhu tinggi sampai 45°C.
 - d) pH optimum untuk pertumbuhan 4 - 7.

Alasan pemilihan mikroorganisme ini didasarkan pada :

- a) Kestabilan biokimia (karakteristiknya konstan dan uniform).
- b) Mempunyai bentuk stabil bila disimpan pada suhu normal.
- c) Mampu dan cepat terurai dalam air.
- d) Dapat melakukan fermentasi dalam sumber karbohidrat yang digunakan.
- e) Dapat berkembang biak dengan baik dan memberikan hasil yang baik dalam medium pembiakan
- f) Tahan terhadap kadar etanol tinggi dan suhu tinggi pada proses fermentasi dibandingkan dengan *Saccaromyces cerevisiae*

2. Yeast / Khamir seperti *Saccharomyces cerevisiae*, *Zhizo accharomyces*.
Kluyvaromyces.

Mikroorganisme yang akan di gunakan dalam proses pengolahan pada materi ini adalah *Saccharomyces cerevisiae*, karena mikroba ini sangat familier dan mudah di dapatkan seperti ragi roti.

Secara umum *saccharomyces cerevisiae* bersifat :

- Anaerob fakultatif
- Perkembangbiakan dengan membelah diri atau membentuk kuncup/ budding cell
- Tumbuh optimal pada pH sedikit asam dengan suhu sekitar 30 – 32 °c mikroorganisme ini cepat berkembang biak, tahan terhadap kadar alkohol & suhu yang tinggi, mempunyai sifat stabil dan cepat beradaptasi.

Pertumbuhan *Saccharomyces* dipengaruhi oleh adanya penambahan nutrisi yaitu unsur C sebagai sumber carbon, unsur N yang diperoleh dari penambahan ureaZA, [amonium](#) dan [pepton](#), mineral dan vitamin.

Pada setiap produksi Bioethanol perlu dilakukan pengujian mutu terhadap hasil tiap tahap proses nya. Hal ini dilakukan untuk melindungi konsumen dari kesalahan produksi. Didalam modul ini akan dijelaskan pengujian tiap tahap prosesnya.

2.3.3.2 Pengujian didalam proses pengolahan bioetanol

Banyak parameter pengujian baik untuk bahan baku, selama proses atau produk hasil fermentasi, yang biasa dilakukan untuk pengujian bahan baku adalah :

- Total Sugar
- pH
- Derajat kekentalan
- Kadar Abu
- Nitrogen
- Phosphat

Sedangkan untuk pengujian selama proses dan hasil produknya adalah :

- Kadar etanol
- Total Sugar
- pH
- Derajat kekentalan
- Jumlah mikroorganisme

Prosedur pengujiannya akan diuraikan sbb:

1. Pengujian kadar Etanol

Tujuan : Mengetahui kadar ethanol dalam sampel

Prosedur :

a. Alat dan bahan

- Spindle alcohol meter range 0-7 atau 5- 12%
- Kulkas/ Lemari pendingin
- Gelas ukur 250

b. Cara kerja

- Sample Hasil destilasi(destilat)diambil dengan gelas ukur 250 ml
- Masukkan kedalamlemari pendingin, biarkan sampai suhu < 20°C
- Masukkan spindle alcohol dengan range tertentu
- Baca alkohol pada suhu 20°C



Gambar 2.10 : Alkohol meter & cara pembacaan pengukuran

2. Pengujian Total Sugar (Mod.Somogy Method)

2.1. Total Sugar Bahan Baku (Molasses)

Tujuan : Mengetahui kandungan gula dalam sample

Prosedur :

Alat dan bahan :

- Neraca analitic
- Beker glass 250 cc
- Pipet tetes
 - Pipet volume 1ml, 4ml, 5ml, 10ml, 20ml
 - Hot plate
 - Water bath suhu 95°C dan 100°C
 - Magnetic stirer
 - Mikroburet
 - Tabung nessler beserta tutup
 - Labu takar 50 dan 100 ml
 - Molasses sebagai sample yang akan diuji

Reagent dan Cara pembuatannya :

a. *HCl 6,34 N*

Melarutkan 535 ml HCl pekat pa dengan aquades sampai 1 liter.

b. *H₂SO₄ 1N*

Melarutkan 27,7 ml H₂SO₄ pekat pa dengan aquades sampai 1 liter.

c. *NaOH 4N*

Menimbang 100 gram NaOH dilarutkan dengan aquades.

Biarkan dingin kemudian jadikan 1 liter.

d. *Indikator amyllum*

Menimbang 5 gram Soluble starch dan 25 gram NaCl.

Masing-masing dilarutkan dengan air panas.

Setelah keduanya larut campurkan dengan air panas.

Dinginkan jadikan 100 ml.

e. *Larutan Thio Sulfat 0,1 N* (sebagai larutan induk)

Menimbang 12,409 gram Na Thio sulfat.

Dan melarutkannya menjadi 500 ml.

f. *Larutan Thio Sulfat 0,05 N*

Dibuat dari Larutan Thio Sulfat induk yang diencerkan 20x.

Larutan ini harus selalu baru/fresh jika digunakan.

g. *Cooper Reagent*

- Larutan A

Menimbang 222,22 gram Na sulfat dan 7,77 gram KI.

Kemudian dilarutkan dengan aquades kurang lebih 1000 ml.

- Larutan B

Menimbang 27,78 gram KNa Tartrattetrahidrat

dan 27,78 gram Na karbonat,

masing-masing dilarutkan sendiri-sendiri dengan aquades kurang lebih 100 ml. Setelah larut dicampur menjadi satu.

- Larutan C

Menimbang 1,78 gram NaOH dilarutkan dengan akuades 50 ml.

- Larutan D

Menimbang 14,611 gram $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ dilarutkan dengan aquades

100 ml.

- Larutan E

Menimbang 0,833 gram KIO_3 kemudian dilarutkan dengan aquades kurang lebih 50 ml.

Setelah semua homogen masukkan larutan B, C, D, dan E kedalam larutan A secara berurutan. Jadikan volume 2000 ml dengan aquades. Panaskan dalam water bath pada suhu 95°C selama 30 menit. Kemudian diamkan semalam dalam ruang gelap. Setelah itu disaring dengan kertas whatman nomer 4 lalu siap di standarisasi.

h. *Larutan Standard Glukosa 1%*

Mengeringkan glukosa unhidrat dalam oven 105°C 1 jam, kemudian masukkan kedalam eksikator minimal 1 jam.

Timbang 1,000 Gram jadikan 100 ml dengan aquades, siap untuk larutan standar.

Cara untuk standar :

A. Larutan Glukosa 1%

- Pipet masing-masing 1 ml, 5ml, 10 ml, 15 ml dan 20 ml dengan pipet Volume
- masukkan kedalam labu takar 100 ml
- Jadikan 100 ml dengan aquades
- Kocok sampai homogen
- Ambil 1 ml pada masing-masing pengenceran
- Masukkan kedalam labu Nessler
- Tambah 10 ml ke masing-masing labu Nessler
- Homogenkan dengan cara menggoyang Nessler pelan-pelan dan tutup
- Hidrolisa dalam water bath. Pada suhu 95°C selama 30 menit.
- Angkat dan dinginkan
- Tambahkan 5 ml H₂SO₄ 1N, Letakkan diatas magnetik stirer
- Titrasi pelan-pelan dengan natrium thio sulfat 0,005 N sampai warna kuning muda.
- Tambah 2 – 3 tetes indikator amylum 5%
- Titrasi dilanjutkan sampai warna biru tepat hilang, Catat volume titrasi.

Hitung dengan persamaan linear.

$$y = ax + b$$

$$x = \frac{1}{a}y - \frac{b}{a}$$

Dimana : y = delta blank – sample (ml)

x = kadar glukosa (%)

catatan : 1. Buat duplo untuk masing-masing pengenceran.

2. Buat blangko tanpa sample pada saat standarisasi dengan perlakuan yang sama seperti sample.B.

Cara Kerja :

- Timbang 5 gram sample dalam beker glass 250 ml
- Jadikan 1 ml dalam labu takar dengan aquades
- Ambil 20 ml dengan pipet volume masukkan dalam beker glass 100 ml
- Tambah 4 ml HCl 6,34 N dengan pipet volume
- Panaskan diatas hot plate segera angkat jika sudah mendidih
- Setelah dingin netralkan dengan NaOH 4N
- Jadikan 100 ml dengan aquades dalam labu takar
- Ambil 10 ml dengan pipet volume. Masukkan dalam labu takar 50 ml
- Jadikan 50 ml dengan aquades
- Ambil 1 ml masukkan kedalam nessler tube yang sudah berisi 10 ML cooper reagen, tutup jangan terlalu rapat
- Hidrolisa dalam water bath pada suhu 100°C 30 menit,Angkat dan dinginkan
- Titrasi dengan natrium thio sulfat 0,005 N dengan cara yang sama seperti titrasi standarisasi .catat hasilnya, hitung dengan standarisasi yang sudah dibuat

Hitung dengan persamaan linear.

$$y = ax + b$$

$$x = \left(\frac{1}{a}y - \frac{a}{b}\right) \times 5$$

Dimana : $y = \text{delta blank} - \text{sample (ml)}$
 $x = \text{kadar glukosa (\%)}$

catatan : 1. Buat duplo
2. Buat blangko tanpa sample

2.2 Total sugar hasil fermentasi

Alat, reagen dan cara pembuatannya sama dengan pengujian total sugar bahan baku.

Cara kerja :

- Timbang sample hasil fermentasi 10,00 gram dalam beaker glass 250 ml
- Tambah 4 ml HCl 6,34 N dengan pipet volume
- Tambah 4 ml HCl 6,34 N dengan pipet volume
- Panaskan diatas hot plate, segera angkat jika sudah mendidih
- Setelah dingin netralkan dengan NaOH 4N
- Tambahkan aquades sampai dengan 100 ml dalam labu takar
- Ambil 1 ml dengan pipet volume
- Masukkan dalam nessler tube yang sudah berisi 10 ml cooper reagen.
- Tutup, jangan terlalu rapat
- Hidrolisa dalam water bath pada suhu 100°C selama 30 menit.
- Angkat dan dinginkan
- Titrasi dengan natrium thio sulfat 0,005 N (cara sama seperti titrasi standarisasi)
- Catat hasilnya, hitung dengan standaryang sudah dibuat

Hitung dengan persamaan linear.

$$y = ax + b$$

$$x = \left(\frac{1}{a}y - \frac{a}{b}\right) \times 0,1$$

Dimana : y = delta blank – sample (ml)

x = kadar glukosa (%)

Catatan : 1. Buat duplo

2. Buat blangko tanpa sample.

3. Derajat Brix

Tujuan : mengetahui kekentalan dalam sample

Prosedur :

Alat dan bahan :

- Hand refraktometer atau Spindle brix meter
- Saccharometer
- Gelas ukur 250 ml, 1000ml
- Molasses
- Media sebelum dan sesudah fermentasi

Cara kerja :

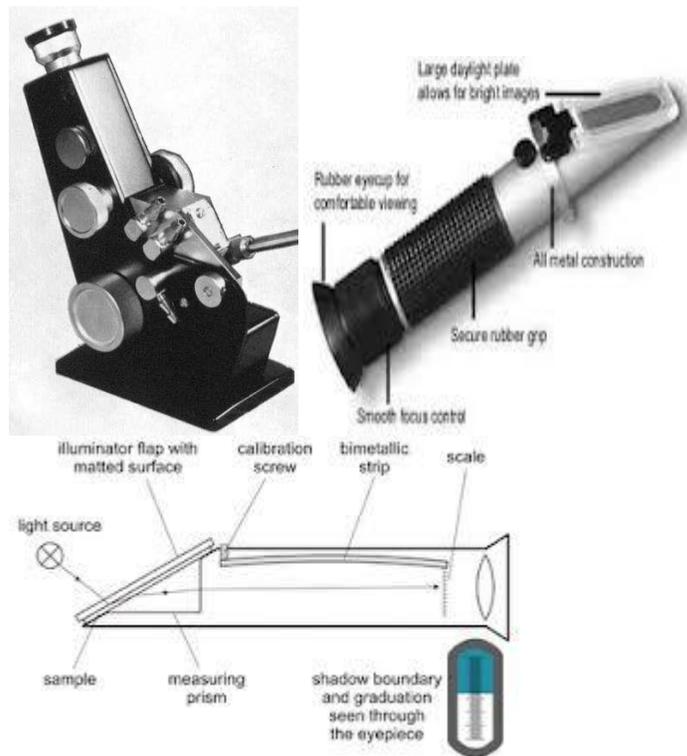
3.1 Untuk Molasses

- Ambil sedikit sample dengan spatulla, ratakan diatas plate kaca dari hand refraktometer.
- Lihat batas nyata terang dan gelap pada alat.
- Baca angka pembatas yang terlihat jelas.

3.2 Untuk sample sebelum dan sesudah fermentasi (sample cair)

- Tuang sample dalam gelas ukur 250 ml.
- Masukkan spindle saccharometer.

- Baca angka yang tertera pada alat sebagai $^{\circ}\text{bx}$



Gambar 2.11 : Refraktometer

4. Jumlah mikroorganisme

Tujuan :Mengetahui jumlah mikroorganisme (yeast) yang dinyatakan dalam
celper ml sample

Prosedur

Alat dan bahan :

- Mikroskop
- Counting Chamber
- Cover glass
- Tissuelensa (halus)
- Test tube standart
- Pipet volume 1ml
- Pipet ukur 10 ml

- Pipet tetes
- Sample sesudah fermentasi

Cara kerja :

- Bersihkan lensa objektif, lensa okuler dan Counting Chamber dengan tissue lensa (halus)
- Ambil sample 1ml dengan pipet volume masukkan kedalam test tube yang sudah berisi 9 ml aquabides
- Kocok sampai homogen
- Pipet 1 tetes sample dan masukkan kedalam counting chamber yang telah dipasang cover glass diatasnya
- letakkan di atas meja mikroskop
- Amati dan hitung jumlah cel di bawah mikroskop dengan perbesaran 40x

Catatan :

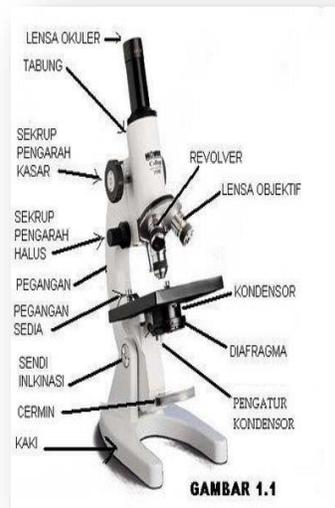
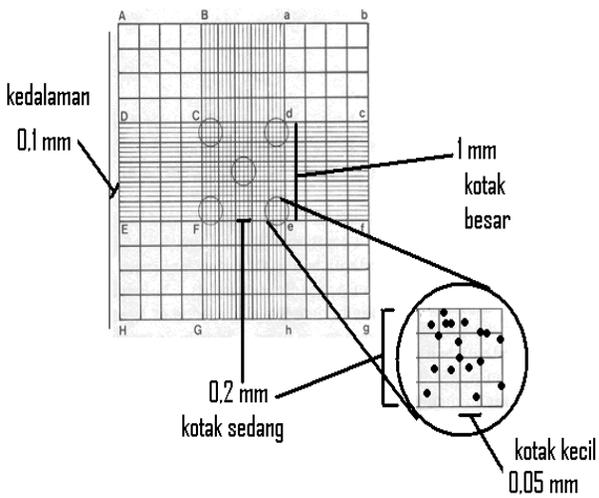
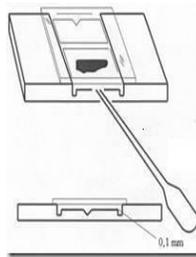
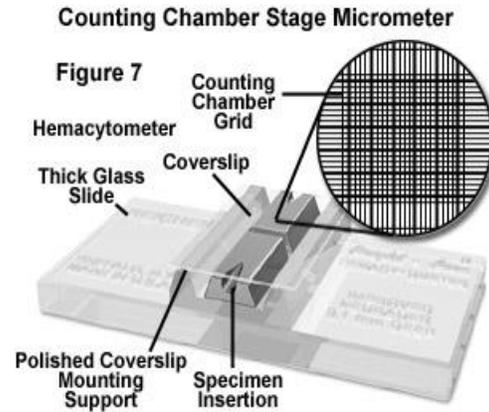
Jika menggunakan pengenceran ini jumlah sel masih terlalu pekat maka sampel harus diencerkan 10x lagi

Perhitungan :

Hitunglah jumlah sel dalam setiap ml-nya dengan faktor sbb:

$$\text{Jumlah sel/ml} = \left(\frac{1}{80 \times 25 \times 10^{-5} \times 10^{-3}} \right) \times \text{jumlah sel}$$

Gambar 2.12 Alat & Cara menghitung sel Ragi



2.3.4
LATIHAN
DAN 2.3.4.

2.3.4 PENUGASAN

2.3.4.1 Tugas :

- Buatlah rangkuman pengujian mutu pada setiap tahap proses

2.3.4.2 Test Formatif :

1. Jelaskan mengapa mikroba yang digunakan untuk pengolahan biomassa menjadi bioetanol adalah *Sacharomyces cerevisiae*
2. Jelaskan pengujian apa saja yang harus dilakukan untuk hasil fermentasi
3. Jelaskan bagaimana cara menguji kadar bioetanol

2.3.5 RANGKUMAN

Dalam proses pembuatan Bioetanol pengendalian mutu sangat penting untuk dapat menghasilkan kadar etanol yang maksimal.

Kunci keberhasilan proses salah satunya tergantung pada jenis mikroba yang digunakan pada fermentasi. Dalam hal ini mikroba yang dipakai adalah *sacharomyces cerevisiae*

Parameter pengujian baik untuk bahan baku, selama proses atau produk hasil fermentasi, yang biasa dilakukan adalah :

- Total Sugar
- Kadar etanol

- pH
- Derajat kekentalan
- Jumlah mikroorganismen
- Kadar Abu
- Nitrogen
- Phosphat

2.3.6 EVALUASI

Pilihlah jawaban yang paling tepat dengan membubuhkan tanda silang!

1. Mikroorganismen yang digunakan dalam pembuatan bioetanol adalah *Saccharomyces cerevisiae*, alasan menggunakan mikroorganismen tersebut adalah sbb kecuali

- a. anaerob fakultatif
- b. tumbuh optimal pada pH sedikit asam dengan suhu 50°C – 80°C
- c. mikroba sangat familier dan mudah didapat
- d. mempunyai sifat stabil dan cepat beradaptasi
- e. cepat berkembang biak, tahan terhadap kadar alkohol dan suhu tinggi

2. Parameter pengujian yang dilakukan pada proses pembuatan bioetanol adalah sbb, kecuali

- a. Total sugar, pH dan derajat kekentalan
- b. Total sugar, pH dan jumlah mikroba
- c. Total sugar, pH dan phosphate
- d. Total sugar, pH dan kadar abu
- e. Total sugar, pH dan kejernihan

3. Parameter untuk pengujian sebelum proses dan hasil produk adalah :

- a. kadar etanol, total sugar, pH, derajat kekentalan dan jumlah mikroba

- b. kadar etanol, total sugar, pH, derajat kekentalan dan temperature
 - c. kadar etanol, total sugar, pH, temperatur dan jumlah mikroba
 - d. kadar etanol, total sugar, Temperatur, derajat kekentalan dan jumlah mikroba
 - e. kadar etanol, total sugar, Temperatur, derajat keasaman dan jumlah mikroba
4. Cara membuat reagent larutan HCl 6,34 N adalah
- a. melarutkan 535 mL HCl pekatp.a dengan 1000 mL aquadest
 - b. melarutkan 53,5 mL HCl pekatp.a dengan 1000 mL aquadest
 - c. melarutkan 5,35 mL HCl pekatp.a dengan 1000 mL aquadest
 - d. melarutkan 535 mL HCl pekatp.a dengan aquadest sampai 1000 mL
 - e. melarutkan 5,35 mL HCl pekatp.a dengan aquadest sampai 1000 mL
5. Untuk analisis yang bertujuan mengetahui kekentalan sample, alat yang digunakannya adalah :
- a. Counting Chamber
 - b. Hand refraktometer
 - c. Alkohol meter
 - d. Total sugar meter
 - e. pH meter

2.3.7 UMPAN BALIK & TINDAK LANJUT

Berikut ini merupakan lembar pengecekan umpan balik dan tindak lanjut kemampuan guru/ siswa terhadap isi materi yang akan dicapai pada bab ini. Lembar isian ini sebagai alat evaluasi diri, oleh sebab itu harus diisi dengan jujur dan jika sebagian besar pertanyaan sudah dikuasai maka dapat melanjutkan ke materi berikutnya

Beri tanda ceklist pada tingkat penguasaan peserta yang sesuai

No	Aspek Yang Harus Dikuasai	Tingkat Penguasaan		
		Baik	Sedang	Kurang
1	Pemahaman guru/siswa tentang pengujian bahan baku			
2	Pemahaman guru/siswatentang prosedur analisa			

	berkaitan dengan proses produksi bioetanol			
3	Keterampilan guru/siswa dalam melakukan analisis tiap tahap proses pembuatan bioetanol			
4	Keterampilan guru/siswa dalam proses pengujian mutu hasil bioetanol			

Catatan :

1. Umpan Balik

Baik : menguasai > 80% materi

Sedang : menguasai 70 – 80 % materi

Kurang : menguasai < 70 % materi

2. Tindak lanjut

✓ Apabila guru/siswa tingkat penguasaannya < 70% materi, maka harus mengulangi lagi materi bab ini

Apabila peserta tingkat penguasaannya > 70% materi, maka diperbolehkan membahas bab selanjutnya

2.4 PROSES DENGAN BAHAN BAKU ALTERNATIF .

2.4.1 DESKRIPSI

Modul Proses Dengan bahan baku alternatif adalah bahan pembelajaran untuk menghantarkan guru/siswa memiliki kompetensi melakukan Pengolahan bahan baku Bio Massa menjadi Bioetanol dengan menggunakan buah nenas, mulai dari menyiapkan bahan baku, melakukan proses pembuatan , menguji selama proses dan menganalisis hasil bioetanol.

Ruang lingkup materi dikembangkan berdasarkan sub kompetensi yang meliputi: bagaimana menyiapkan bahan baku; melakukan proses pengolahan sesuai Prosedur pengolahan bahan baku etanol

2.4.2 INDIKATOR KEBERHASILAN

Dalam melakukan proses pembuatan bioetanol sebagai indikator keberhasilan adalah

- Pada proses fermentasi menghasilkan gas yang keluar dari fermentor setelah (1-2) x 24 jam
- Pada proses destilasi menghasilkan cairan yang menguap pada suhu kl 78°C (titik didih Etanol)
- Kadar Destilat minimal mengandung 30% Etanol dengan metoda destilasi konvensional & 70-90% dengan destilasi bertingkat

2.4.3 URAIAN MATERI

Setelah kita mempelajari bab sebelumnya bahwa pembuatan bioetanol dapat dilakukan dengan kriteria bahan baku yang mengandung pati, gula atau serat.

Pada bab ini akan dijelaskan pembuatan bioetanol dengan bahan baku bersumber pada gula yaitu sari buah nenas. Adapun tahapan proses pembuatannya sebagai berikut :

1. Proses pendahuluan
2. Pemanasan 90° Celsius
3. Persiapan fermentasi
4. Fermentasi
5. Destilasi
6. Uji mutu hasil bioetanol

2.4.3.1 Proses Pendahuluan

Pada proses tahap ini yang dilakukan adalah :

- Buah nenas dikupas tanpa proses pencucian
- Kemudian buah nenas tersebut diparut dan ditampung hasil parutannya pada wadah plastic
- Peras dan saring parutan nenas tersebut (bubur nenas) dan hitung volume filtratnya (sebagai dasar perhitungan untuk proses selanjutnya)

2.4.3.2 Proses Pemanasan 90° Celsius

- Filtrat bubur nenas dituangkan kedalam drum stainless panaskan sambil diaduk perlahan sampai mencapai suhu 90° Celsius selama 10 menit
- Fungsi pemanasan sebagai proses sterilisasi bubur filtrat agar terbebas dari mikroba yang tidak diinginkan dan mengganggu pada proses selanjutnya .
- Setelah selesai proses pemanasan , dituangkan pada fermentor untuk persiapan fermentasi, dinginkan sampai suhu mencapai $\pm 22 - 30^{\circ}\text{C}$

2.4.3.3 Persiapan Fermentasi

- Cairan/filtrat yang telah didinginkan pada suhu ruang, Kemudian lakukan pemeriksaan serta ditentukan tingkat pHnya. Syarat pH antara 3,9 - 4. (jika pH tidak sesuai gunakan cairan asam (HCl) atau cairan basa (NaOH) sampai pH sesuai dengan yang disyaratkan).
- Tambahkan kedalamnya Pupuk Urea (ZA) sebanyak 0,14 % , Pupuk NPK sebanyak 0,02 % , Kemudian aduklah agar tercampur dengan sempurna, sebagai bahan tambahan penyubur bagi sel ragi .
- Ambil 10% dari Volume yang ada untuk dibuat biang
- Tambahkan suspensi Yeast (ragi) 0,065 % dari volume total bubur filtrat, (sebelumnya dilarutkan dengan air hangat) kedalamnya (10 % bubur filtrat).
- Biarkan selama 1x24 jam dengan kondisi tertutup rapat (anaerob)
- Setelah 24 jam , biang tadi dimasukkan kedalam bubur filtrat sisa dengan volume 90%. dari total (sebelum diambil untuk biang). Bubur filtrate Siap untuk proses fermentasi.

2.4.3.4 Proses Fermentasi

- Bubur filtrat yang telah dicampur dengan biang dimasukkan kedalam Fermentor (seperti pada gambar 2.6) kemudian ditutup dengan rapat (kondisi anaerob).
- Pada setiap fermentor, salah satu tutupnya diberi slang plastik dengan ukuran \varnothing 4 mm dan disambungkan kedalam botol plastik kecil & bening yang berisi air sebagai botol monitor proses fermentasi. Jika tidak ada lagi gelembung gas CO₂ yang tampak keluar dari fermentor, maka proses fermentasi dianggap telah selesai.
- Hasil fermentasi siap ke proses selanjutnya

2.4.3.5 Proses Destilasi

- Cairan hasil Fermentasi dimasukkan kedalam drum pemanas (destilator) dengan volume 75% dari kapasitasnya, untuk menjaga keamanan selama proses. Tutuplah kran pressure gauge (alat penunjuk tekanan)
- Setting bila ada kelengkapan Otomatic Valve pada bagian atas Unit Distilator atau didekat kondensor drum .
- Jalankan pompa sirkulasi Air pendingin yang ada .
- Nyalakan Kompor pemanas, aturlah suhu sampai 90°Celsius dan , perhatikan temperature gauge diatas Distilator unit, perhatikan agar suhu tetap antara 78° - 79° Celsius ; Bila suhu diatas batas tersebut maka , turunkan suhu pemanas secara perlahan sampai suhu tercapai & stabil
- Setelah kompor mulai dinyalakan maka, bukalah sedikit demi sedikit kran goose neck (Leher angsa) pembuangan limbah yang ada pada bagian bawah dari Distilator dan bila tabung Distilator telah mulai panas maka , kran goose neck dibuka lebih lebar; gunanya agar pada permulaan , bagian dasar dari tabung , akan mulai menampung tetesan air uap panas yang turun kebawah lewat kisi - kisi . Bila bagian bawah telah terisi tetesan cairan yang jumlahnya semakin banyak, maka dengan

terbukanya kran goose neck , maka level jumlah cairan tidak akan lebih tinggi dari level saluran uap masuk , kedalam tabung Distilasi . Setelah kondisi tersebut normal , maka kran dapat dibuka penuh dan dengan sendirinya cairan akan menetes keluar bila ada tambahan tetesan didalam tabung .

Sebagai destilat.

2.4.3.6 Uji Mutu Hasil Bioetanol

- Destilat hasil cairan Bioetanol dari unit kondensor , diambil sekitar 100 (seratus ratus) mili liter kedalam Gelas ukur 100 mL“ .
- Ambil Alcohol meter dan masukan secara perlahan kedalam gelas ukur yang telah terisi dengan cairan Bioetanol .
(seperti pada gambar 2.10)

2.4.4 LATIHAN DAN PENUGASAN

2.4.4.1 Tugas

- Buatlah rangkuman tentang proses pengolahan dengan bahan baku alternatif(Nanas) dalam bentuk diagram proses.

2.4.4.2 Tes Sumatif

1. Tuliskan perbedaan antara pembuatan bioetanol menggunakan bahan baku sumber pati dengan bahan baku sumber glukosa
2. Tuliskan tahapan proses pembuatan etanol yang menggunakan bahan baku sari buah nenas
3. Bagaimana cara pengujian bioetanol yang berasal dari sari buah nenas

2.4.5 RANGKUMAN

Proses pembuatan bioetanol dapat dilakukan dengan bahan baku dari sari buah nenas. Adapun tahapan proses pembuatannya sebagai berikut :

1. Proses pendahuluan
2. Pemanasan 90° Celsius
3. Persiapan fermentasi
4. Fermentasi
5. Destilasi
6. Uji mutu hasil bioetanol

2.4.6 EVALUASI

Pilihlah jawaban yang paling tepat dengan membubuhkan tanda silang!

1. Tujuan proses pemanasan 90°C selama 10 menit pada pembuatan bioetanol bahan baku sari buah nenas adalah ...
 - a. untuk proses sterilisasi pada bubur filtrat agar terbebas dari mikroba yang tidak diinginkan dan mengganggu pada proses selanjutnya
 - b. untuk memecahkan komponen komponen agar terbentuk etanol yang baik
 - c. untuk menghilangkan zat pengotor sehingga terbentuk etanol yang baik
 - d. untuk mengembangbiakan mikroba sehingga etanol yang didapat lebih banyak
 - e. untuk menghasilkan glukosa yang lebih kental

2. Berapakah pupuk urea yang harus ditambahkan pada 20 liter sari buah nenas untuk proses pengolahan bioetanol?
 - a. 2,0 gram
 - b. 2,4gram
 - c. 2,8gram
 - d. 3,2gram
 - e. 3,6gram

3. Alat untuk mengukur kadar Etanol adalah

- a. pH meter
- b. viscometer
- c. alcohol meter
- d. evaporator
- e. fermentor

4. Titih didih etanol adalah

- a. 78,4°C
- b. 68,4°C
- c. 58,4°C
- d. 48,4°C
- b. 98,4°C

5. Syarat pH sampel pada proses persiapan fermentasi yang dapat digunakan untuk proses selanjutnya adalah

- a. 1,9 – 2
- b. 2,9 – 3
- c. 3,9 – 4
- d. 4,9 – 5
- e. 5,9 - 6

2.4.7 UMPAN BALIK & TINDAK LANJUT

Berikut ini merupakan lembar pengecekan umpan balik dan tindak lanjut kemampuan guru/siswa terhadap isi materi yang akan dicapai pada modul. Lembar isian ini sebagai alat evaluasi diri, oleh sebab itu harus diisi jujur dan jika sebagian besar pertanyaan sudah dikuasai maka peserta dapat melanjutkan materi selanjutnya

Beri tanda ceklist pada tingkat penguasaan peserta yang sesuai

No	Aspek Yang Harus dikuasai	Tingkat Penguasaan		
		Baik	Sedang	Kurang
1	Pemahaman guru/siswatentang pembuatan bioetanol dengan menggunakan bahan baku sumber glukosa			
2	Pemahaman guru/siswa tentang tahapan pada pembuatan bioetanol menggunakan sari buah nenas			
3	Keterampilan guru/siswa dalam proses pendahuluan pada pembuatan bioetanol menggunakan sari buah nenas			
4	Keterampilan guru/siswa dalam proses pemanasan 90° C selama 10 menit pada pembuatan bioetanol menggunakan sari buah nenas			
5	Keterampilan guru/siswa dalam proses persiapan fermentasi pada pembuatan bioetanol menggunakan sari buah nenas			
6	Keterampilan guru/siswa dalam proses fermentasi pada pembuatan bioetanol menggunakan sari buah nenas			
7	Keterampilan guru/siswa dalam proses evaporasi pada pembuatan bioetanol menggunakan sari buah nenas			
8	Keterampilan guru/siswa dalam proses unit destilasi pada pembuatan bioetanol menggunakan sari buah nenas			
9	Keterampilan guru/siswa dalam proses unit condenser pada pembuatan bioetanol menggunakan sari buah nenas			
10	Keterampilan guru/siswa dalam proses pengujian mutu hasil bioetanol dari bahan baku sari buah nenas			

Catatan :

1. Umpan Balik

Baik : menguasai > 80% materi

Sedang : menguasai 70 – 80 % materi

Kurang : menguasai < 70 % materi

2. Tindak lanjut

- Apabila guru/siswa tingkat penguasaannya < 70% materi, maka harus mengulangi lagi bab ini
- Apabila guru/siswa tingkat penguasaannya > 70% materi, maka diperbolehkan membahas modul selanjutnya

BAB III PENUTUP

KUNCI JAWABAN

2.1.4.2 Tes Sumatif

1. *Jelaskan perbedaan etanol dan bioetanol*

Jawaban :

Ethanol adalah bahan kimia berupa cairan jernih merupakan senyawa organik golongan alkohol yang mengandung gugus hidroksil (OH) dengan rumus kimia $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$, dapat diproduksi secara sintetis atau nabati.

Sedangkan bioetanol berasal dari hasil fermentasi karbohidrat (pati) dengan bantuan mikroorganisme

2. *Tuliskan perbedaan antara etanol nabati dengan etanol sintesis*

Jawaban :

etanol nabati adalah etanol yang dihasilkan dari bahan bakunya berasal dari makhluk hidup seperti berasal dari tanaman sedangkan etanol sintesis adalah etanol yang dihasilkan dari minyak mentah dan gas yang diolah atau diproses menjadi etanol

3. *Tuliskan bahan bahan baku yang dapat digunakan untuk pembuatan bioetanol*

Jawaban :

bahan baku untuk membuat bioetanol dikelompokkan kedalam 3 jenis yaitu bahan baku sumber glukosa, bahan bm

2.1.6 EVALUASI

Jawaban :

1. C
2. D
3. E
4. A
5. E

2.2.4.2 Test Formatif

1. *Jelaskan apa yang dimaksud dengan hydrolysis enzim*

Jawaban :

Proses pemecahan zat pati menjadi gula complex atau dari gula kompleks menjadi glukosa dengan katalis enzyme

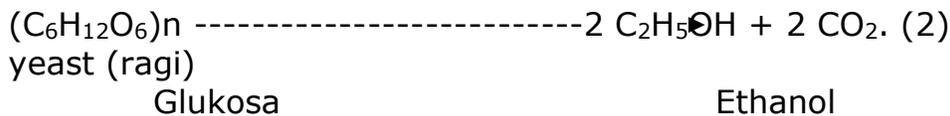
2. *Jelaskan penanganan bahan baku yang tidak dapat di proses*

Jawaban :

Bahan baku (singkong) yang tidak dapat diproses secara langsung, harus melalui penanganan khusus dengan cara pengawetan langsung dengan pengeringan atau melalui pengecilan ukuran terlebih dahulu baru dikeringkan.

3. *Jelaskan reaksi pada setiap tahapan proses*

Jawaban :



4. *Jelaskan cara pemurnian etanol untuk mendapatkan katagori FGE*

Jawaban :

Untuk mendapatkan etanol grade FGE diperlukan proses dehidrasi (destilasi absorbent) pada etanol yang sudah mencapai kadar 95% dengan Cara Kimia yaitu menggunakan batu gamping dan Cara Fisika melalui proses penyerapan menggunakan Zeolit Sintetis

2.2.6 EVALUASI

Jawaban :

1. A
2. B
3. C
4. D
5. A

2.3.4.2 Test Formatif :

4. *Jelaskan mengapa mikroba yang digunakan untuk pengolahan biomassa menjadi bioetanol adalah *Sacharomyces cerevisiae**

Jawaban :

Karena *Sacharomyces cerevisiae* memiliki sifat sbb :

- Anaerob fakultatif
- Perkembangbiakan dengan membelah diri atau membentuk kuncup/ budding cell
- Tumbuh optimal pada pH sedikit asam dengan suhu sekitar 30 – 32 °c
- mikroorganisme ini cepat berkembang biak,
- tahan terhadap kadar alkohol & suhu yang tinggi,
- mempunyai sifat stabil dan cepat beradaptasi.

5. *Jelaskan pengujian apa saja yang harus dilakukan untuk hasil fermentasi*

Jawaban :

Pengujian yang biasa dilakukan untuk hasil fermentasi adalah

- Kadar etanol
- Total Sugar
- pH
- Derajat kekentalan
- Jumlah mikroorganisme

6. *Jelaskan bagaimana cara menguji kadar bioetanol*

Jawaban :

Pengujian kadar Etanol

Cara kerja

- Sample Hasil destilasi(destilat)diambil dengan gelas ukur 250 ml
- Masukkan kedalamlemari pendingin, biarkan sampai suhu < 20°C
- Masukkan spindle alkohol dengan range tertentu
- Baca alkohol pada suhu 20°C

2.3.6 EVALUASI

Jawaban :

1. B
2. E
3. A
4. D
5. B

2.4.6 Tes Sumatif

3. *Tuliskan perbedaan antara pembuatan bioetanol menggunakan bahan baku sumber pati dengan bahan baku sumber glukosa*

Jawaban :

Pembuatan bioetanol menggunakan bahan baku pati pada proses harus dilakukan pemutusan ikatan/pemecahan dari zat pati diubah menjadi dextrin dengan menggunakan enzim alpha amylase, diteruskan dengan pemecahan glukosa menjadi etanol menggunakan enzim betha amylase sedangkan pada pembuatan bioetanol menggunakan bahan baku glukosa tidak ada proses pemecahan karena zatnya sudah mengandung glukosa

4. *Tuliskan tahap tahap proses pembuatan etanol yang menggunakan bahan baku sari buah nenas*

Jawaban :

Proses pembuatan bioetanol menggunakan bahan baku sari buah nenas sebagai berikut :

- a. Proses pendahuluan
- b. Proses pemanasan 90° Celsius
- c. Proses persiapan fermentasi
- d. Proses fermentasi
- e. Proses destilasi
- f. Uji mutu hasil bioetanol

5. *Bagaimana cara pengujian bioetanol yang berasal dari sari buah nenas*

Jawaban:

- a. Cairan Bioetanol dari Condenser unit, kemudian ambil \pm 100 ml kedalam Gelas ukur
- b. Ambil Alcohol meter dan masukan secara perlahan kedalam gelas ukur yang telah terisi dengan cairan Bioetanol .
- c. Periksa dengan teliti , batas paling atas dari Alcohol meter yang tenggelam angka yang berada pada level paling atas cairan Bioetanol (yang v/v) , terbaca pada angka berapa

2.4.6 EVALUASI

Jawaban :

- 1.A
2. C
3. C
4. A
5. C

DAFTAR PUSTAKA

1. Erliza-Hambali, 2007. *Teknologi Bioenergi*. PT Agromedia Pustaka, Jakarta.
2. Demibas, A., 2007. *Progress and recent trends in biofuels*. Progress in Energy and Combustion Science 33 (2007) 1-18
3. Die BS, et al. 2003. *Bacteria engineered for fuel ethanol production : current status*. Appl. Biochem. Biotechnol 83, 258-266.
4. Hahn-Hagerdal, et al. 2006. *Bio-ethanol – the fuel tomorrow from the residues of today*. TRENDS in Biotechnology Vol 24 No 12
5. Ingram LO and Joy B Doran. 1995. *Conversion of cellulosic materials to ethanol*. FEMS Microbiology Reviews 16 235-241
6. Atlas, R. M, 1984, “ *teknologi pengawetan pangan*” edisi 3, universitas indonesia, jakarta
7. Desroir, Norman.1988, “*Unit Processing Organic Synthesis*”, Ed 5, Mc Graw Hill Book Company, New York.
8. Perry, J H. 1949, “*Chemical Engineering Hand Book*” Edition, Mc. Graw Hill Company. Inc . New York, Toronto & London.
9. Poedjadi A, 1994, “*dasar dasar biokimia*” universitas indonesia, jakarta.
10. Presscot, S. G and C.G. said, 1959, “*industrial microbiology*”, ed 3, mc graw hill book company, new york.
11. Sudarmadji. S., Haryono. B., dan Suhardi., 1997, “*presedur analisis untuk bahan pangan*”, PAU pangan dan gizi universitas gajah mada, yogyakarta.

SINGKATAN DAN ISTILAH

Anhydrous	: Tanpa kandungan air
Aseptis	: Kondisi bebas mikro organisme
Dehidrasi	: Kehilangan kandungan air
Destilasi	: Penyulingan
Destilat	: Cairan hasil dari proses Penyulingan
Enzym	: Katalis alami yang berasal dari
Enzym Alfa Amylase	: Katalis pada proses penguraian amylum (pati) menjadi gula kompleks (Dextrin)
Enzym Gluko Amilase	: Katalis pada penguraian gula kompleks menjadi glucosa
Fermentasi	: Proses penguraian suatu bahan menggunakan mikroba
Fermentor	: Alat yang digunakan pada proses fermentasi
FGE	: Full Grade Ethanol (Etanol dengan kadar 99.6%)
Filtrate	: Cairan yang dihasilkan dari proses penyaringan
Gelatinasi	: Proses perubahan kedalam bentuk gelatin
Grade	: Tingkatan/ kelas
Grinding	: Proses pamarutan
Hydrolisa asam	: Proses pemecahan senyawa menggunakan asam
Hydrolisa enzyme.	: Proses pemecahan senyawa menggunakan enzym
Hydrolysis	: Proses pemecahan senyawa
Kontaminan	: Bahan yang keberadaannya tidak diharapkan
Liquifikasi	: Proses pemecahan senyawa dengan pemanasan pada suhu 90°C dengan bantuan Enzym
Miras	: Minuman keras yang mengandung alkohol
Molasses	: Hasil samping dari proses produksi pabrik gula tebu
pH	: Derajat keasaman
Sakarifikasi	: Proses pemecahan senyawa dengan pemanasan pada suhu 60°C dengan bantuan enzym
Slicing	: Proses pengirisan dengan ukuran yang tipis
TSAI	: Total Sugar as Invert (Jumlah gula inversi)



BIODATA PENULIS

Niamul Huda, ST.,M Pd., lahir di Klaten, 25 Januari 1972, lulus sarjana S1 tahun 1996 di Universitas Diponegoro Semarang jurusan Teknik Mesin, diteruskan sarjana S2 di Universitas Pendidikan Indonesia Bandung jurusan Pendidikan Teknologi dan Kejuruan lulus tahun 2009. Sekarang bertugas di PPPPTK BMTI Bandung sebagai WidyaiswaraMadya (keahlian Teknologi Energi Terbarukan). Pernah mengikuti workshop on Skills Evaluation Method Hidrolik system 2008 di Jepang, International training cours for plant engineers on small hydropower plant 2011 di India, Benchmarking exercise/ school immersion focusing on bioenergy and organic farming held at Philippines, 2013 dan European education visit to GIZ Academy for International Cooperation Human Capacity Development in Technical Vocational Educational Training UNEVOC Centre Magdeburg Jerman, Vak Technisch opleidings Centrum “FOKKER” Belanda, 2015. Sebelum PNS bekerja di industri 8 tahun dibagian maintenance mesin dan proses. Kegiatan yang lainnya sampai sekarang sebagai Asesor BNSP-LSP LMI bidang maintenance and diagnostic, Tim pengembang program Teknologi Energi Terbarukan, Tim Kelompok Kerja program CASINDO kerjasama Indonesia- Belanda, Tim pembangunan Lab. Hidro Competency Centre (Hycom) kerjasama PPPPTK BMTI – PT. Entec – Asean Center for Energy, Pengembang Program Teknik Energi Terbarukan SMK di PPPPTK BMTI.