

**PENGARUH TINGGI KOLOM PADA DISTILASI TERHADAP KADAR  
BIOETANOL DARI TEBU (*SACCHARUM OFFICINARUM*)**

**SKRIPSI**

*Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan Guna Memperoleh Gelar Sarjana Sains*



**MELY AFRIANI**

**05090**

**Fisika**

**PROGRAM STUDI FISIKA  
JURUSAN FISIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS NEGERI PADANG  
2015**

PERSETUJUAN SKRIPSI

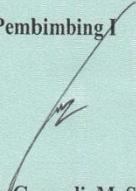
PENGARUH TINGGI KOLOM PADA DISTILASI TERHADAP KADAR BIOETANOL  
DARI TEBU (*SACCHARUM OFFICINARUM*)

Nama : Mely Afriani  
BP/ NIM : 2008/ 05090  
Program Studi : Fisika  
Jurusan : Fisika  
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

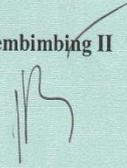
Padang, 28 Januari 2015

Disetujui Oleh:

Pembimbing I

  
Drs. Gusnedi, M. Si  
NIP.19620810 198703 1 024

Pembimbing II

  
Dr. Hj. Ratnawulan, M. Si  
NIP. 19690120 199303 2 002

**HALAMAN PENGESAHAN**

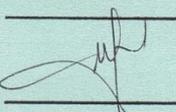
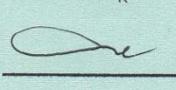
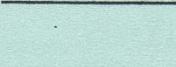
*Dinyatakan Lulus Setelah Dipertahankan di Depan Tim Penguji Skripsi  
Program Studi Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Negeri Padang*

**PENGARUH TINGGI KOLOM PADA DISTILASI TERHADAP KADAR  
BIOETANOL DARI TEBU (*SACCHARUM OFFICINARUM*)**

Nama : Mely Afriani  
BP/ NIM : 2008/ 05090  
Program Studi : Fisika  
Jurusan : Fisika  
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, 28 Januari 2015

**Tim Penguji**

No. Jabatan	Nama	Tanda Tangan
1. Ketua	: Drs. Gusnedi, M.Si	
2. Sekretaris	: Dr. Hj. Ratnawulan, M.Si	
3. Anggota	: Dra. Syakbaniyah, M.Si	
4. Anggota	: Drs. Mahrizal, M.Si	
5. Anggota	: Dra. Hj. Yenni Darvina, M.Si	

## SURAT PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa Skripsi ini benar-benar karya saya sendiri. Sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang ditulis atau diterbitkan orang lain kecuali sebagai acuan atau kutipan dengan mengikuti tata cara penulisan karya ilmiah yang lazim.

Padang, 28 Januari 2015

Yang menyatakan,



**Mely afriani**  
**Nim. 05090**

## ABSTRAK

### **Mely afriani : Pengaruh Tinggi Kolom Pada Distilasi Terhadap Kadar Bioetanol dari Tebu ( Saccharum Officinium)**

Bioetanol merupakan bahan bakar alternatif dari bahan baku tanaman yang mengandung karbohidrat yaitu tanaman tebu, untuk pembuatan bioetanol dari bahan tebu dilakukan dengan proses distilasi. Proses distilasi yaitu cara pemisahan zat cair dari campurannya berdasarkan perbedaan titik didih atau berdasarkan kemampuan zat untuk menguap. Distilat ditampung pada suhu tetap (konstan). Hal ini dilakukan karena diharapkan akan diperoleh destilat yang murni pada kondisi suhu tersebut. Proses unit dari distilasi ini sering disebut sebagai kolom distilasi. Kolom distilat dapat memisahkan antara etanol dan air. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh tinggi kolom terhadap kadar bioetanol yang dihasilkan pada air tebu.

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen yang dilakukan di Laboratorium Material dan Biofisika Jurusan Fisika UNP. Variabel-variabel dalam penelitian ini yaitu tanpa kolom destilasi, tinggi kolom destilasi 0,5 meter, tinggi kolom destilasi 1 meter dan tinggi kolom destilasi 2 meter dengan diameter yang sama sebagai variabel bebas. Variabel terkontrol yaitu fermentasi tebu selama 2 minggu dengan penambahan ragi yang sama dan suhu yang sama  $78^{\circ}\text{C}$ . Variabel terikat yaitu kadar bioetanol.

Hasil pengukuran kadar bioetanol untuk masing-masing variasi tinggi kolom didapatkan sebagai berikut: untuk tinggi kolom 0 (Tanpa Kolom) terdapat kadar 35%, untuk tinggi kolom 0.5 meter terdapat kadar 75%, untuk tinggi kolom 1 meter terdapat kadar 86% dan untuk tinggi kolom 2 meter terdapat kadar 87%. Dalam penelitian ini ditemukan pengaruh tinggi kolom destilasi terhadap kadar bioetanol dimana semakin tinggi kolom distilasi maka kadar bioetanol akan semakin tinggi karena didalam kolom terjadi penurunan beda tekanan dan laju alir uap etanol.

**Kata kunci : Tebu, Bioetanol, dan Kolom Destilasi**

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis haturkan kehadiran Allah Subhaanahuwata'ala atas segala nikmat, hidayah dan inayah-Nya yang selalu dilimpahkan kepada penulis dalam menyelesaikan penulisan skripsi yang berjudul “pengaruh tinggi kolom pada distilasi terhadap kadar bioetanol dari tebu (*saccharum officinarum*)”. Shalawat dan salam semoga senantiasa tercurahkan kepada tokoh intelektual legendaris dunia, Rasulullah SAW yang diutus kemuka bumi ini sebagai penyempurna akhlak yang sholeh.

Skripsi ini tersusun berkat bimbingan, bantuan dan dukungan yang diberikan oleh berbagai pihak. Maka pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada kedua orang tua, kakak dan adik yang selalu memberikan motivasi dan semangat untuk selalu berkarya. Selanjutnya penulis juga mengucapkan terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada :

1. Bapak Drs. Gusnedi, M.Si dan Ibu Dr. Hj. Rarnawulan, M.Si selaku Pembimbing I dan Pembimbing II yang telah meluangkan waktu, tenaga dan pikiran untuk membimbing dan mengarahkan penulis dalam penelitian dan penulisan skripsi ini.
2. Ibu Dra. Syakbaniyah, M.Si, Bapak Drs. Mahrizal, M.Si dan Ibu Dra. Hj. Yenni Darvina, M.Si selaku tim penguji.
3. Pembimbing Akademik, Bapak Drs. Hufri, M.Si yang selalu membantu dan memotivasi penulis selama kuliah.
4. Bapak Drs. Akmam, M.Si sebagai Ketua Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang.

5. Ibu Dra. Yurnetti, M.Pd sebagai Sekretaris Jurusan Fisika, FMIPA, Universitas Negeri Padang.
6. Ibu Dra. Hidayati, M.Si sebagai Ketua Prodi Fisika, FMIPA, Universitas Negeri Padang
7. Staf dan dosen pengajar Jurusan Fisika yang telah banyak memberikan ilmunya kepada penulis.
8. Bapak Efiardi dan Ibu Yuhelni (Orang tua), yang selalu memotivasi penulis selama kuliah.
9. Keluarga Besar Jurusan Fisika, terutama teman-teman angkatan 2008 dan 2009 yang telah banyak membantu.
10. Semua pihak yang telah membantu penulis yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Menyadari keterbatasan penulis dalam menyelesaikan skripsi ini, penulis banyak berharap kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan skripsi ini nantinya.

Padang, 28 Januari 2015

Penulis

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>ABSTRAK</b> .....	i
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	ii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	iv
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	vi
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	viii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Rumusan Masalah .....	4
C. Batasan Masalah.....	4
D. Pertanyaan Penelitian .....	4
E. Tujuan Penelitian.....	5
F. Manfaat Penelitian.....	5
<b>BAB II KAJIAN PUSTAKA</b>	
A. Tanaman Tebu (Saccharum Officinarium).. ..	6
1. Tanaman Tebu (Saccharum Officinarium).. ..	6
2. Ekologi Tanaman Tebu .. ..	7
B. Bioetanol.. ..	8
1. Definisi Bioetanol.....	8
a. Persiapan Bahan Baku .....	9
b. Fermentasi .....	10
c. Pemurnian/ Destilasi.....	12
2. Manfaat Bioetanol .....	16
3. Sifat Fisika Bioetanol .....	17
C. Standar Nasional Indonesia (SNI) Bioetanol.....	18
D. Hubungan Tinggi kolom Terhadap Kadar Bioetanol .....	19
E. Penyulingan Minyak Bumi .....	22

### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

A. Jenis Penelitian .....	28
B. Waktu dan Tempat Penelitian .....	28
C. Alat dan Bahan Penelitian .....	29
D. Variabel Penelitian .....	34
E. Prosedur Penelitian .....	35
1. Persiapan Bahan .....	35
2. Persiapan kolom distilasi .....	35
3. Proses tahap Pembuatan Fermentasi.....	35
4. Proses tahap Destilasi .....	36
5. Diagram Alir Penelitian.....	43
F. Teknik Pengumpulan Data .....	44
G. Teknik Analisa Data .....	44

### **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

A. Hasil penelitian.....	45
B. Analisis Data .....	48
C. Pembahasan.....	49

### **BAB V PENUTUP .....**

A. Kesimpulan .....	50
B. Saran .....	50

### **DAFTAR PUSTAKA .....**

### **LAMPIRAN.....**

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Tanaman Tebu.....	8
Gambar 2 Alat destilasi Skala Laboratorium.....	15
Gambar 3 Kolom Destilasi.....	21
Gambar 4. Pemisahan Minyak bumi dengan distilasi Bertingkat.....	26
Gambar 5. Kondensor .....	29
Gambar 6. Kolom destilasi.....	29
Gambar 7. Boiler .....	30
Gambar 8. Selang .....	30
Gambar 9. Giling Tebu .....	31
Gambar 10. Ember .....	31
Gambar 11. Thermometer .....	31
Gambar 12. Gelas Ukur.....	32
Gambar 13. Aerator .....	32
Gambar 14. Alkohometer.....	32
Gambar 15. Aerometer .....	33
Gambar 16. Timbangan Digital.....	33
Gambar 17. Air Tebu .....	33
Gambar 18. Ragi .....	34
Gambar 19. Fermentasi 2 Minggu .....	35
Gambar 20. Pengatur Suhu Pemanasan .....	36
Gambar 21. Rangkaian Alat Tanpa Kolom.....	37
Gambar 22. Skema Rangkaian Alat Tanpa Kolom.....	37

Gambar 23. Pengukuran Kadar Bioetanol .....	37
Gambar 24. Rangkaian Alat 0,5 meter .....	38
Gambar 25. Skema Rangkaian kolom 0,5 Meter .....	39
Gambar 26. Pengukuran Kadar Bioetanol .....	39
Gambar 27. Rangkaian Alat 1 Meter .....	40
Gambar 28. Skema Rangkaian Alat kolom 1Meter .....	40
Gambar 29. Pengukuran Kadar Bioetanol .....	41
Gambar 30 Rangkaian Alat 2 Meter .....	41
Gambar 31. Skema Rangkaian Alat 2 meter .....	42
Gambar 32. Pengukuran Kadar Bioetanol .....	42
Gambar 33. Diagram Alir Penelitian .....	43
Gambar 34. Pengaruh Tinggi Kolom Terhadap Kadar Bioetanol.....	49

## DAFTAR TABEL

Tabel 1. Sifat Fisika Bioetanol .....	17
Tabel 2. Spesifikasi Standar Bioetanol .....	19
Tabel 3. Hasil distilasi Bertingkat Minyak Bumi Berdasarkan Titik didih.....	24
Tabel 4. Hasil kadar bioetanol 7% setelah menggunakan Tinggi Kolom .....	47

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang.**

Persediaan minyak bumi yang semakin menipis membuat penurunan terhadap produksi minyak bumi. Hal ini bertolak belakang dengan penurunan produksi minyak bumi, kebutuhan masyarakat terhadap minyak bumi semakin meningkat. Penurunan produksi minyak bumi dan meningkatnya kebutuhan masyarakat terhadap minyak bumi menjadikan persediaan minyak bumi semakin menipis. Menipisnya persediaan minyak bumi menjadikan harga minyak bumi semakin meningkat sehingga masyarakat semakin kesulitan untuk mendapatkan minyak bumi tersebut. Akibat Kenaikan harga bahan minyak dan perkiraan tentang penurunan produksi minyak bumi pada masa yang akan mendorong penelitian dan pengembangan sumber energi.

Indonesia sudah terkenal kaya akan sumber energi, baik sumber energi yang terbarukan maupun yang tidak terbarukan. Energi yang terbarukan, misalnya, panas bumi (*geo thermal*), dan gelombang laut (*tides*). Sedangkan energi yang tidak terbarukan, seperti minyak (*oil*), gas, dan batubara (*coal*). Meskipun negara ini kaya akan sumber energi, namun pada akhir-akhir ini media masih rajin memberitakan bahwa sebagian masyarakat kesulitan mendapatkan sumber energi yang dibutuhkan untuk keperluan sehari-hari seperti premium, solar, minyak tanah dan LPG (Wahyu,2009). Berdasarkan hasil kajian energi yang dilakukan oleh Komite Nasional-World Council (2004) diprediksikan bahwa sumber minyak di Sumatra, Kalimantan dan Jawa akan menipis masing-masing

pada tahun 2014, 2017 dan 2018. Dengan demikian diperlukan bahan bakar alternatif untuk mengatasi menipisnya persediaan bahan bakar yang tidak terbarukan (Hermiati, 2005).

Berbagai pengembangan terus dilakukan terhadap sumber energi terbarukan sebagai energi alternatif campuran bahan bakar untuk menghemat penggunaan minyak. Sebenarnya di Indonesia terdapat berbagai sumber energi terbarukan yang melimpah, seperti biodiesel dari tanaman jarak pagar, kelapa sawit maupun kedelai untuk mesin diesel. Atau methanol dan ethanol dari biomassa, tebu dan jagung, yang bisa dipergunakan sebagai pengganti bensin (Gubitz,1999).

Biomassa merupakan sumber energi terbaru yang mempunyai potensi tinggi. Di Negara Brazil, biomassa telah berhasil dikonversi secara efisien menjadi bahan bakar yang dikenal dengan sebutan bioetanol. Indonesia berpotensi sebagian produsen bioetanol terbesar. Ada 3 kelompok tanaman sumber bioetanol: tanaman yang mengandung pati ( seperti singkong), bergula ( tetes tebu) dan serat selulosa ( batang sorgum dan bagas). Bahan yang mengandung pati, glukosa, dan serat selulosa ini bisa dimanfaatkan sebagai bahan bakar. Itulah sebabnya peluang usaha bioetanol di tanah air semakin terbuka. Dengan begitu bioetanol tidak hanya menyelamatkan tanah air dari krisis bahan bakar minyak tapi juga krisis ekonomi.

Bioetanol yang digunakan sebagai bahan bakar mempunyai beberapa kelebihan, diantaranya murah dan ramah lingkungan karena bahan bakar tersebut memiliki nilai oktan 92, lebih tinggi dari premium (88), sedangkan pertamax memiliki nilai oktan 94. Hal ini menyebabkan bioetanol dapat menggantikan fungsi zat aditif yang sering ditambahkan untuk memperbesar nilai oktan tanpa

bersifat toksik sehingga merupakan bahan bakar alternatif yang potensial untuk dikembangkan (Anonim, 2005).

Pembuatan bioetanol dilakukan dengan proses fermentasi bahan dan proses distilasi. Proses distilasi yaitu cara pemisahan zat cair dari campurannya berdasarkan perbedaan titik didih atau berdasarkan kemampuan zat untuk menguap. Pemisahan dengan cara distilasi tidak hanya berdasarkan pada titik didih dari komponen-komponennya, tetapi tergantung juga pada tinggi kolom distilasi. Sistem tinggi kolom distilasi (penyulingan) merupakan sebuah proses fisika yang banyak digunakan di industri kimia ataupun industri perminyakan. Tujuan dari proses ini adalah untuk memisahkan sebuah campuran berdasarkan kecepatan atau kemudahan menguap (volatilitas) suatu unsur.

Pembuatan kolom distilasi bioetanol dilakukan berdasarkan proses menyulingan minyak bumi, dimana massa penyulingan minyak bumi juga menggunakan kolom yaitu kolom bertingkat atau menara kolom yang berfungsi untuk memisahkan jenis minyak sesuai massa jenisnya. Massa jenis yang paling tinggi akan berada dibagian bawah sedangkan massa jenis yang rendah akan berada dibagian atas. Diharapkan dengan proses distilasi ini seperti minyak bumi juga dapat berpengaruh terhadap pemurnian bioetanol dengan menggunakan proses kolom distilasi.

Penelitian dengan menggunakan kolom distilasi pernah dilakukan oleh Sukarsono (2005) dan Susilo (2009). Kolom distilasi yang digunakan dalam skala industri yang terbuat dari baja, menggunakan proses kolom distilasi dan perlakuan tinggi kolom. Perbandingan pemurnian bioetanol dari daun cengkeh dengan tinggi kolom 1,61meter dan diameter 10 cm. Dan rancangan uji kinerja kolom distilasi

dengan ukuran diameter 24 cm dan tinggi 22 cm. Berdasarkan penelitian tersebut peneliti melakukan penelitian dengan menggunakan bahan tetesan tebu dengan variasi tinggi kolom yaitu tanpa kolom, 0,5 meter, 1 meter, 2 meter dan diameter sama (1,5 cm). Informasi ini penting untuk masyarakat agar bisa menghasilkan bioetanol untuk bahan bakar dengan skala rumah tangga, oleh karena itu penulis melakukan penelitian dengan judul “Pengaruh Tinggi Kolom pada Proses Distilasi Terhadap Kadar Bioetanol yang dihasilkan dari Tebu (*Saccharum Officinarum*)”

### **B. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang masalah yang diuraikan diatas, maka dapat dirumuskan suatu permasalahan yaitu Bagaimana Pengaruh Tinggi Kolom pada Proses Distilasi Terhadap Kadar Bioetanol dari Tebu (*Saccharum Officinarum*).

### **C. Batasan Masalah**

Untuk menghindari adanya pembahasan diluar materi dalam mengerjakan penelitian ini, maka variasi tinggi kolom yang digunakan adalah tanpa kolom, 0.5 meter, 1 meter dan 2 meter pada poses destilasi dengan diameter yang sama (1,5 cm).

### **D. Pertanyaan Penelitian**

Untuk menentukan arah penelitian, maka penulis perlu membuat pertanyaan mengenai apa yang akan diteliti. Adapun pertanyaan penelitian yaitu : Bagaimana Pengaruh Tinggi Kolom pada Proses Distilasi Terhadap Kadar Bioetanol dari Tebu(*Saccharum Officinarum*)?

### **E. Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui pengaruh tinggi kolom pada proses distilasi terhadap kadar bioetanol yang dihasilkan tebu (*Saccharum Officinarum*).

### **F. Manfaat Penelitian**

Penelitian ini diharapkan dapat berkontribusi sebagai berikut

1. Bagi penulis merupakan salah satu persyaratan dalam menyelesaikan Strata-1(satu) Material Program Studi Fisika di FMIPA Universitas Negeri Padang.
2. Kelompok bidang kajian Fisika Material dan Biofisika dapat memberikan ilmu pengetahuan, terutama di bidang bioetanol untuk memperkaya wawasan pengetahuan.
3. Bidang industri, memberikan informasi tentang pembuatan bioetanol dari tebu (*Saccharum Officinarum*) sebagai bahan bakar alternatif pengganti minyak tanah dengan kadar 87%.

## **BAB II**

### **KAJIAN PUSTAKA**

#### **A. Tebu (*Saccharum Officinarum*)**

##### **1. Tanaman Tebu**

Bagian utana dari tanaman tebu adalah akar, batang, daun dan bunga. Tanaman tebu berakar serabut. Pada tanah yang cukup cocok untuk pertumbuhan dan perkembangan tebu, panjang akar tebu dapat mencapai 2 meter. Batang tebu merupakan bagian terpenting dalam produksi gula karena mengandung nira, pada batang tebu mengandung jaringan parenkim berdinding tebal yang banyak mengandung cairan. Menurut Dinas Perkebunan Jawa Barat (2008), batang tebu berbentuk tinggi kurus, tidak bercabang dan tumbuh tegak, batang beruas - ruas dengan panjang ruas sekitar 10 - 30 cm/ruas. Pada batang tebu mengandung nira yang menghasilkan gula dengan kadar mencapai 20 %. Kadar gula pada bagian batang pangkal lebih tinggi dari pada bagian ujung (pucuk).

Panjang ruas batang tebu sangat dipengaruhi oleh faktor luar, antara lain : iklim, kesuburan tanah, keadaan air dan penyakit. Batang tanaman sehat mempunyai ruas yang pendek pada bagian pangkal, semakin ke atas ruas batang semakin panjang, kemudian semakin pendek semakin ke atas (ke pucuk). Apabila tanaman tebu akan berbunga maka pada ujung atas batang akan terbentuk ruas panjang dan kecil (Sudiatso, 1982).

Daun tebu terdiri atas dua bagian yaitu pelepah daun dan helai daun. Pelepah daun membalut atau membungkus ruas daun. Pelepah -pelepah daun ini selain melindungi bagian batang yang masih muda, juga melindungi mata. Helai

daun berbentuk pita dengan panjang 1 – 2 meter (bergantung dari varietas dan keadaan lingkungan) dan lebar daun 2 -7 cm.

Bunga tersusun dalam malai. Bunga berkembang pada pagi hari dengan jangka waktu pembungaan pada satu malai berlangsung beragam antara 5 sampai 7 hari. Umumnya tanaman tebu menyerbuk silang dengan bantuan angin pembungaan berlangsung setelah pertumbuhan vegetatif selesai ( $\pm$  12 bulan) (Sudiatso, 1982).

## **2. Ekologi Tanaman Tebu**

Tanaman tebu adalah salah satu tanaman tropis yang memerlukan air dalam jumlah yang banyak, berdasarkan kebutuhan air pada setiap fase pertumbuhannya, curah hujan bulanan yang ideal untuk pertanaman tebu adalah 200 mm/bulan pada 5 – 6 bulan berturut - turut, 125 mm/bulan 2 bulan transisi dan 75 mm/bulan pada 4-5 bulan berturut - turut. Menurut tipe iklim Oldeman, zona yang terbaik untuk tanaman tebu adalah tipe iklim C<sub>2</sub> dan C<sub>3</sub>. Suhu rata -rata tahunan sebaiknya pada kisaran di atas 20 °C dan tidak kurang dari 17°C dan kelembaban udara sekitar 85%. Pertumbuhan tanaman tebu akan baik jika terkena sinar matahari langsung. Sinar matahari tidak hanya penting dalam pembentukan gula dan tercapainya suatu kadar gula yang tinggi dalam batang, tetapi juga mempercepat proses pemasakan. Kadar sukrosa tebu tertinggi pada penyinaran selama 7 – 9 jam per hari. Jenis tanahnya alluvial, regosol, mediteran, latosol, gromosol, podzolik merah kuning, litosol. Tekstur tanahnya sedang - berat, strukturnya baik dan mantap, tanah cukup subur dengan kedalaman minimal 50 cm. Ketinggian tempat antara 0 - 500 m dpl. Kemiringan lahan maksimal 15% dan

kadar pH sekitar 5,7 –7 (Dinas Perkebunan Jawa Barat, 2008). Bentuk dari tanaman tebu dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Tanaman tebu

Salah satu jenis tanaman tebu adalah tebu kuning, seperti yang terlihat pada Gambar 1. Jenis tebu ini banyak dibudidayakan di daerah Sumatera Barat terutama daerah Pandai Sikek Tanah Datar, karena dapat tumbuh subur di daerah dataran tinggi. Tebu kuning memiliki struktur yang lebih keras dibandingkan tebu lain, akan tetapi memiliki kadar gula yang tinggi.

## **B. BIOETANOL**

### **1. Definisi Bioetanol**

Bioetanol adalah cairan biokimia dari proses fermentasi gula dari sumber karbohidrat yang menggunakan bantuan mikroorganisme. Menurut Prihandana (2007), bioetanol dapat dihasilkan dari bahan baku sebagai berikut:

- a. Bahan berpati, berupa ubi kayu atau singkong, ubi jalar, sagu, jagung, sorgum, gandum, kentang, ganyong, garut, umbi dahlia, dan lain-lain.

- b. Bahan bergula, berupa tetes tebu atau molase, nira tebu, nira kelapa, nira batang sorgum manis, nira aren, nira nipah, nira lontar, dan lain-lain.
- c. Bahan berselulosa, berupa limbah *logging*, limbah pertanian seperti jerami padi, ampas tebu, tongkol jagung, onggok (limbah tapioka), dan lain-lain.

Produksi bioetanol ini mencakup 3 (tiga) rangkaian proses, yaitu: Persiapan bahan baku, Fermentasi, dan Pemurnian (Departemen Energi, 2007).

#### **a. Persiapan Bahan Baku**

Bahan baku untuk produksi bioetanol 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:

- 1) Tebu dan Gandum manis harus digiling untuk mengekstrak gula
- 2) Tepung dan material selulosa harus dihancurkan untuk memecahkan susunan tepungnya agar bisa berinteraksi dengan air secara baik
- 3) Pemasakan, Tepung dikonversi menjadi gula melalui proses pemecahan menjadi gula kompleks (*liquefaction*) dan sakarifikasi (*Saccharification*) dengan penambahan air, enzim serta panas (enzim hidrolisis). Pemilihan jenis enzim sangat bergantung terhadap supplier untuk menentukan pengontrolan proses pemasakan ( Achmad,2011).

Tahap *Liquefaction* memerlukan penanganan sebagai berikut:

- 1) Pencampuran dengan air secara merata hingga menjadi bubur
- 2) Pengaturan pH agar sesuai dengan kondisi kerja enzim
- 3) 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:

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

#### **b. Fermentasi**

Fermentasi adalah reaksi dengan menggunakan biokatalis untuk mengubah bahan baku menjadi produk. Biokatalis yang digunakan adalah bakteri, yeast atau jamur (fungi). Prosesnya dilakukan di dalam sebuah bejana yang disebut dengan bioreaktor atau fermentor.

Penerapan teknologi fermentasi ethanol dalam skala industri, sejak Perang Dunia II belum ada perubahan yang mendasar. Proses fermentasinya menggunakan system *batch* dengan masa inkubasi berkisar 50 jam dan semata-mata mengandalkan *strain* khamir yang telah terpilih secara nyata berproduktivitas tinggi. Khamir mempunyai sifat selektivitas sangat tinggi untuk membentuk ethanol (metabolite lain sebagai hasil samping sangat kecil) dan sangat tahan terhadap perubahan kondisi pertumbuhan atau gangguan kontaminasi (Maiorella, 1981). Konsentrasi ethanol dalam *broth* di akhir proses, berkisar 8-12%v dan selanjutnya dipekatkan (dimurnikan) dengan proses distilasi atau cara lain. Berbagai penelitian maupun pengembangan modifikasi sistem proses fermentasi dan atau penggunaan mikroba lain, telah banyak dilakukan untuk memperbaiki hasil, meningkatkan konsentrasi ethanol dalam *broth* dan mempersingkat waktu proses (Alico, 1982)

Penemuan bakteri thermophilic *Clostridium thermosaccharolitycum* dan *Zymomonas mobilis* yang mampu mengubah glukosa menjadi ethanol secara efisien dan cepat, merupakan peluang yang penting untuk meningkatkan produktivitas pada proses pembuatan ethanol. Produktivitas *Zymomonas mobilis* dapat mencapai 600 g ethanol per-jam setiap liter fermentor. Namun demikian, konsentrasi ethanol dalam *broth* masih rendah, yaitu 6-8%v. Sebagai pembanding, produktivitas *Saccharomyces cerevisiae* pada proses fermentasi secara *batch* hanya 1,8 hingga 2,5 g per-jam dalam setiap liter fermentor (Kosaric, 1981)

### c. Pemurnian / Distilasi

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

Distilasi adalah proses pemisahan dua atau lebih cairan dalam larutan dengan berdasarkan *relative volatility*nya dan perbedaan titik didihnya. Distilasi fraksinasi merupakan pemisahan atau pengambilan uap dari setiap tingkat yang berbeda dalam kolom distilasi. Produk yang lebih berat diperoleh di bagian bawah, sedangkan yang lebih ringan akan keluar dari bagian atas kolom. Hasil distilasi alkohol berkisar 95-96%v, pada kondisi tersebut campuran membentuk *azeotrope*, dimana campuran alkohol dan air sukar untuk dipisahkan. Agar diperoleh konsentrasi yang lebih tinggi dari kadar tersebut haruslah ditempuh dengan cara lain (Alico, 1982).

Proses produksi *anhydrous alcohol*, kondisi azeotrop harus dipecahkan dengan bahan pelarut lain, biasanya benzene, atau n-hexane kemudian alkohol dipisahkan lebih lanjut dari campurannya. Cara lain yang umum dipakai adalah *desiccants process*, dan *molecular sieves*. Pada proses *desiccant*, untuk mendapatkan *anhydrous alcohol* digunakan bahan kimia yang sifatnya stabil yang bereaksi hanya dengan air, dan tidak bereaksi dengan alkohol. Contohnya adalah kalsium oksida. Reaksi antara CaO dengan air mengeluarkan panas, sehingga perlu rancangan khusus pada

kolomnya. Selain itu berbagai macam pati juga dapat dipakai sebagai *dessicant*.

*Molecular sieves* adalah kristal aluminosilikat, merupakan bahan penyaring yang tidak mengalami hidrasi maupun dehidrasi pada struktur kristalnya. Molekul penyaring ini secara selektif menyerap air, karena lubang kristalnya mempunyai ukuran lebih kecil dibanding ukuran molekul alkohol, dan lebih besar dibandingkan molekul air. Alkohol yang berbentuk cair maupun uap dilewatkan kolom yang berisi bahan penyaring, air akan tertahan dalam bahan tersebut dan akan diperoleh alcohol murni. Biasanya proses ini menggunakan dua kolom, kolom kedua untuk aliran uap alkohol sedangkan pada kolom pertama setelah proses dialirkan udara atau gas panas untuk menguapkan air

Distilasi secara umum dapat dibedakan menjadi:

1) Distilasi Atmosferik

Dilakukan pada tekanan sedikit diatas tekanan atmosfer. Minyak dipanaskan sampai temperatur tertentu sebelum terjadi perengkahan. Aplikasi : *Crude Distillation Unit*

2) Distilasi Vakum

Dilakukan pada tekanan dibawah satu atmosfer (vakum). Untuk minyak berat bertitik didih tinggi yang jika dipanaskan lebih lanjut pada tekanan atmosfer akan terjadi perengkahan.

Aplikasi : *Vacuum Unit*

### 3) Distilasi Bertekanan

Untuk minyak yang mudah menguap pada temperatur kamar.

Aplikasi : *Light End Unit (Debutanizer, Depropanizer, naphthasplitter)*.

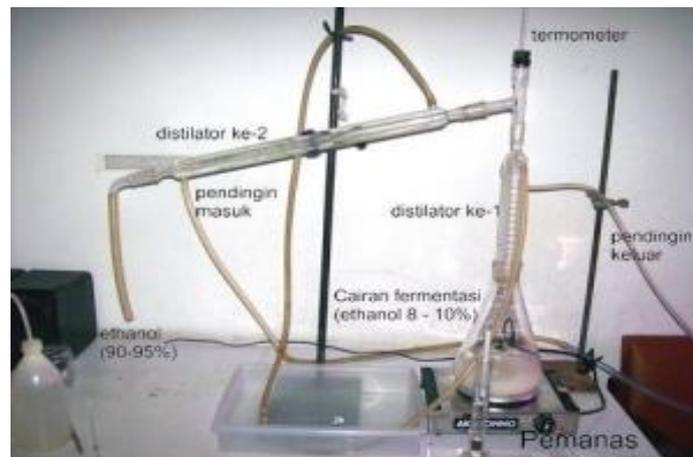
Analisa penentuan titik didih pada campuran petroleum menggunakan dua cara, yaitu distilasi ASTM (*American Society for Testing and Material*) dan distilasi TBP (*True Boiling Point*).

Distilasi TBP disebut distilasi 15/5, kolom equivalent dengan 15 tahap (plate) & perbandingan refluks 5/1. Derajat kemurnian relatif tinggi, setiap komponen terpisahkan dengan baik (dari komponen ringan sampai dengan komponen berat). Kondisi operasi, tekanan atmosferik & temperatur sampai dengan 316°C (600°F), kemudian dilanjutkan dengan tekanan vacum dengan tujuan mencegah perengkahan fraksi minyak yang berat.

Distilasi ASTM atau distilasi Engler Derajat kemurnian relatif rendah (tidak ada kolom & refluks). Hasil distilasi ASTM dapat digunakan untuk menganalisis minyak mentah dengan cepat dan banyak digunakan untuk mengontrol operasi. Distilasi ASTM digunakan pada minyak mentah dan produk – produk minyak mentah dengan volume 100 cc dan pada tekanan atmosferik. Pemanasan diatur sedemikian rupa pada 5–10 menit hingga diperoleh tetesan pertama, hasil dikumpulkan dengan kecepatan 4–5cc per menit. Temperatur uap tetesan pertama disebut IBP (*Initial Boiling Point*). Temperatur selanjutnya dicatat setelah hasil distilasi terkumpul 5 ml, 10 ml dan setiap mendapat 10 ml distilasi berikutnya. Temperatur uap maksimum pada tetesan terakhir disebut *End Point*.

Peralatan distilasi yang konvensional untuk fraksinasi bahan cair secara terus-menerus terdiri atas tiga bahan utama yaitu:

- 1) Pembangkit uap yang menyediakan panas yang dibutuhkan untuk proses penguapan.
- 2) Kolom fraksinasi yaitu tempat seluruh tahap persentuhan untuk proses pemisahan distilasi.
- 3) Pendingin untuk untuk memampatkan hasil penguapan.



Gambar 2. Alat destilasi skala laboratorium

Bioetanol dapat digunakan sebagai bahan bakar untuk mobil, baik sendiri (E100) dalam mesin khusus atau sebagai tambahan bensin untuk mesin bensin. Etanol dapat dicampur dengan bensin dalam kuantitas yang bervariasi untuk mengurangi konsumsi bahan bakar minyak bumi, dan juga untuk mengurangi polusi udara. Produksi etanol dari tanaman akan menurunkan emisi CO<sub>2</sub>, karena tanaman membutuhkan gas tersebut bagi pertumbuhannya.

Menurut Toharisman (2007), untuk setiap 4 milyar galon bioetanol yang dihasilkan dari tanaman, akan ditangkap CO<sub>2</sub> sebanyak 26 juta m<sup>3</sup>. Pemakaian bioetanol lebih ramah lingkungan karena bioetanol memiliki angka oktan 117 atau lebih tinggi dibanding premium yang hanya 87-88. Oleh karena itu, bioetanol bisa menggantikan peran *Tetra Ethyl Lead* (TEL) dan *Methyl Tertiary Butyl Ether* (MTBE) yang mengandung timbal. Penggunaan bioetanol murni akan menghasilkan CO<sub>2</sub> 13% lebih rendah dibanding premium. Selain itu, emisi CO dan UHC pada pemakaian etanol juga lebih sedikit dari premium.

## 2. Manfaat Bioetanol

Bioetanol biasa digunakan sebagai pengganti bahan bakar fosil yang semakin langka pada saat sekarang ini. Bioetanol merupakan salah satu energi alternatif yang mulai dikembangkan oleh pemerintah.

Menurut Wahyu (2009), penggunaan alkohol sebagai campuran biogasoline memiliki keunggulan sebagai berikut:

- a. Meningkatkan bilangan oktan dapat menggantikan TEL (Tetra Ethyl Lead) sebagai aditif, sehingga mengurangi emisi logam berat timbale yang sangat berbahaya bagi kesehatan kita.
- b. Menghasilkan pembakaran yang lebih sempurna (mengurangi emisi karbonmonoksida)
- c. Mengurangi emisi gas buang karbon dioksida (penelitian menunjukkan pengurangan hingga 40 – 80 %), dan senyawa sulfur (mengurangi hujan asam).

Sedangkan menurut Khaidir (2011) beberapa manfaat dari bioetanol yaitu:

- a. Mengurangi pengikisan lapisan ozon melalui penurunan emisi oksida karbon di udara.
- b. Bahannya dapat diperbaharui
- c. Peningkatan Laju CO<sub>2</sub> bisa ditekan melalui fotosintesis dari tumbuhan, sementara dengan menggunakan bahan bakar fosil akan menambah jumlah karbon di udara akibat pengeluaran sumber karbon yang selama ini ada di dalam perut bumi.

Bioetanol yang digunakan sebagai bahan bakar mempunyai beberapa kelebihan, diantaranya lebih ramah lingkungan, karena bahan bakar tersebut memiliki nilai oktan 92 lebih tinggi dari premium nilai oktan 88, dan pertamax nilai oktan 94.

Studi-studi lain yang mempelajari efek pencampuran etanol dengan bensin terhadap kendaraan bermotor dapat menurunkan gas buang kendaraan bermotor. Campuran bensin-etanol dengan persentasi campuran 7,5%, 10% dan 12,5% dapat menurunkan emisi gas buang  $\text{NO}_x$ ,  $\text{CO}_2$  dan  $\text{SO}_2$ , tergantung pada efek leaning campuran terhadap rasio ekivalensi (ER) bahan bakar udara (Devanta, 2009).

### 3. Sifat Fisika Bioetanol

Karakteristik etanol sebagai bahan bakar memiliki nilai kerapatan massa 780 ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )( $20^\circ\text{C}$ ) dan kalor pembakaran 9600 (Kcal/kg). etanol memiliki tingkat korosi yang tinggi pada logam, namun kesesuaian terhadap bahan plastik sangat baik kecuali dengan poliamida. Maka sifat etanol yang mempengaruhi mutunya sebagai bahan bakar yaitu kalor pembakaran, tekanan uap, angka oktan serta korositas. Selain itu bioetanol juga memiliki banyak sifat-sifat, baik secara fisika maupun kimia. Sifat Fisika pada Etanol dapat dilihat pada Tabel 1.

No.	Sifat Fisika Etanol	Keterangan
1.	Berat Molekul	46,06 gr/mol
2. .	Titik Didih	78,4 °C
3.	DENSITAS	0,7893 gr/ml
4.	Indeks Bias	1,36143 cP
5.	Visikositas 20°C	1,17 cP
6.	Panas Penguapan	200,6 kal/gr
7.	Warna Cairan	Tidak bewarna
8.	Kelarutan	Larut dalam air dan eter
9.	Aroma	Memiliki aroma yang khas

(Hanum, 2013)

Sifat fisik dari bioetanol seperti densitas, viskositas, dan tegangan permukaan merupakan parameter penting dalam proses pembakaran misalnya mempengaruhi dari desain alat yang akan digunakan. Kualitas atom dan efisiensi pembakaran juga akan ikut terpengaruhi. Hal ini karena sebagian parameter ini menentukan kadar dari bioetanol yang akan dihasilkan.

### **C. Standar Nasional Indonesia (SNI) Bioetanol**

Pemanfaatan bioetanol diarahkan untuk memberikan kontribusi yang signifikan terhadap bauran energi nasional (*national energy mix*) terutama sebagai bahan bakar pencampur ataupun substitusi bensin. Menurut Prihandana (2007), Pemerintah melalui Dewan Standarisasi Nasional (DSI) telah menetapkan Standar Nasional Indonesia (SNI) untuk bioetanol dengan tujuan melindungi konsumen (dari segi mutu), produsen, dan mendukung perkembangan industri bioetanol di Indonesia.

Standar Nasional Indonesia (SNI) bioetanol disusun oleh Panitia Teknis Energi Baru dan Terbarukan (PTEB) melalui tahapan - tahapan baku tatacara perumusan standar nasional. Penyusunan SNI bioetanol Terdenaturasi untuk gasohol ini dilakukan dengan memperhatikan standar sejenis yang sudah berlaku di negara-negara lain yang pemakaian bioetanolnya sudah luas dan mencapai tahap komersial. Faktor lain yang juga diperhatikan adalah keberagaman bahan baku bioetanol di tanah air (Badan Standar Indonesia, 2006).

Hasil kerja panitia PTEB adalah Standar Nasional Indonesia (SNI) bioetanol terdenaturasi yang disahkan dengan nomor SNI DT 27-0001-2006, tanggal 27 Desember 2006. Standar ini menetapkan persyaratan mutu yang akan digunakan sebagai bahan bakar motor bensin, yaitu sebagai komponen campuran

bahan bakar bensin pada kendaraan bermotor atau motor bensin lainnya (Prihandana., 2007). Syarat mutu dan spesifikasi standar bioetanol terdenaturasi untuk gasohol tertera pada Tabel 2.

Tabel 2. Spesifikasi standar bioetanol terdenaturasi untuk gasohol

No	Sifat	Unit (Min/Maks)	Spesifikasi*
1	Kadar Etanol	%-v, min	99,5 (sebelum denaturasi)**) 94,0 (setelah denaturasi)
2	Kadar Metanol	mg/l, maks	300
3	Kadar Air	%-v, maks	1
4	Kadar Denaturan	%-v, min %-v, maks	2 5
5	Kadar Tembaga (Cu)	mg/kg, maks	0,1
6	Keasaman sebagai CH <sub>3</sub> COOH	Mg, maks	30
7	Tampakan		Jernih dan terang, tidak ada endapan dan kotoran
8	Kadar Ion klorida (Cl)	Mg/l, maks	40
9	Kadar belerang (S)	Mg/l, maks	50
10	Kadar getah (gum), dicuci	Mg/100l, maks	5,0
11	Phe		6,5-9,0

Keterangan:

\*) Jika tidak diberikan catatan khusus, nilai batasan (spesifikasi) yang tertera adalah nilai untuk bioetanol yang sudah didenaturasi.

\*\*) FGE atau etanol kering biasanya memiliki berat jenis dalam rentang 0,7936 – 0,7961 (pada kondisi 15,56/15,56°C) atau berat jenis dalam rentang 0,7871-0,7961 (pada kondisi 25/25°C), diukur dengan cara piknometri atau hidrometri yang sudah sangat lazim diterapkan dalam industri alkohol (Prihandana., 2007).

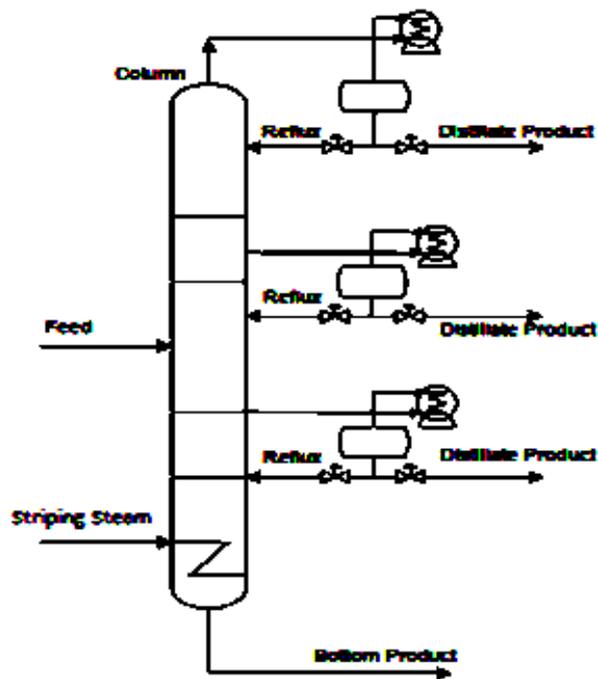
#### D. Hubungan Tinggi Kolom terhadap Kadar Bioetanol

Pada data eksperimen, hampir seluruh data dari variasi ketinggian menunjukkan ada peningkatan kadar distilat (etanol) saat tinggi saluran masuk (inlet) dinaikkan. Oleh karena itu, terdapat hubungan antara beda ketinggian dengan kadar distilat karena didalam kolom terjadi penurunan beda tekanan dan laju alir uap etanol (Darwis, 1992).

Kolom distilasi adalah kolom fraksionasi kontinu yang dilengkapi berbagai perlengkapan yang diperlukan dan mempunyai bagian rektifikasi (*enriching*) dan bagian stripping. Umpan dimasukkan di sekitar pertengahan kolom dengan laju tertentu. Tray tempat masuk umpan dinamakan *feed plate*. Semua tray yang terletak di atas tray umpan adalah bagian rektifikasi (*enriching section*) dan semua tray di bawahnya, termasuk *feed plate* sendiri, adalah bagian stripping. Umpan mengalir ke bawah pada stripping section ini, sampai di dasar kolom di mana permukaan ditetapkan pada ketinggian tertentu. (Gede, 2010).

Cairan itu lalu mengalir dengan gaya gravitasi ke dalam reboiler. Reboiler adalah suatu penguap (*vaporizer*) dengan pemansan uap (*steam*) yang dapat menghasilkan komponen uap (*vapor*) dan mengembalikannya ke dasar kolom. Komponen uap tersebut lalu mengalir ke atas sepanjang kolom. Pada ujung reboiler terdapat suatu tanggul. Produk bawah dikeluarkan dari kolom zat cair itu pada bagian ujung tanggul dan mengalir melalui pendingin. Pendinginan ini juga memberikan pemanasan awal pada umpan melalui pertukaran kalor dengan hasil bawah yang panas. (Gede, 2010)

Kolom distilasi adalah tempat terjadinya proses distilasi yaitu pemisahan campuran bahan menjadi fraksi-fraksi yang lebih murni berdasarkan perbedaan tingkat kemudahan menguap (*volatile*) fraksi-fraksi penyusunya. Campuran yang masuk ke dalam kolom distilasi akan dipanaskan oleh uap panas (*steam*) pada bagian *reboiler* sehingga fraksi yang mudah menguap akan menguap naik ke bagian atas kolom distilasi untuk selanjutnya dikondensasikan. Bagian yang tidak menguap kan dikeluarkan sebagai *bottom product*



Gambar 3.kolom destilasi (Perdana, 2010)

Pada Gambar 3 atau kolom distilasi tipe kontinu (*continuous column*) pemisahan berlangsung secara terus menerus. Bagian-bagian dari kolom distilasi diantaranya :

1. Kolom vertikal adalah tempat terjadinya pemisahan fraksi dari larutan.
2. Nampan (*tray*) berfungsi sebagai tempat terjadinya pertukaran panas antara cairan dari bagian atas kolom menuju ke bawah dengan uap fraksi dari bawah yang menuju ke atas. Pertukaran panas ini berguna untuk meningkatkan kemurnian fraksi yang ingin diambil sebagai distilat.
3. Ketel pemanas (*reboiler*) berfungsi untuk memanaskan kembali umpan (*feed*) yang berada di bagian dasar kolom distilasi. Tipe lain *reboiler* adalah *steam* yang langsung masuk ke dalam bagian dasar kolom untuk memanaskan umpan.

4. Kondensor berfungsi untuk mengkondensasikan *overhead product* (distilat) yang akan ditampung pada akumulator (*reflux drum*).
5. Distilat dan *bottom product* adalah hasil pemisahan kolom distilasi.
6. *Reflux* adalah distilat yang dikembalikan ke dalam kolom distilasi. *Reflux* berfungsi untuk meningkatkan kemurnian distilat tersebut.  
(Perdana, 2010)

Uap yang mengalir naik melalui bagian rektifikasi dikondensasi seluruhnya oleh kondensor dan kondensatnya dikumpulkan, di mana permukaan zat cair dijaga pada ketinggian tertentu. Cairan tersebut kemudian dipompa oleh pompa refluks dari akumulator ke tray teratas. Arus ini menjadi cairan yang mengalir ke bawah di bagian rektifikasi, yang diperlukan untuk berinteraksi dengan uap (Wirnano, 2007).

#### **E. PENYULINGAN MINYAK BUMI**

Minyak bumi terbentuk dari proses pelapukan jasad renik (mikroorganisme) yang terkubur dibawah tanah jutaan tahun yang lalu. Akibat dari adanya pergerakan atau pengeseran bumi, jasad renik yang menumpuk tertutup oleh sedimen/ endapan. Daerah pertambangan minyak bumi di Indonesia terbesar ada di Sumatra bagian tengah, yaitu lapangan minyak di Riau (Duri, Minas, dan Zamrud), Sumatra bagian selatan, Jawa Barat bagian utara, dan Kalimantan Timur. Minyak bumi yang diambil dari daerah pengeboran masih berupa minyak mentah (*crude oil*) agar dapat dimanfaatkan perlu dilakukan pengolahan lebih lanjut dengan cara memisahkan komponen - komponen penyusunnya berdasarkan titik didihnya. Pengolahan minyak bumi dilakukan

dengan cara distilasi bertingkat yaitu minyak bumi yang baru keluar dari sumur minyak dipisahkan dari gas yang terlarut didalamnya melalui pemanasan. Setelah itu, minyak bumi dipompakan ke tangki pengumpul, lalu dibawa ke pabrik kilang minyak. Di pabrik tersebut, terjadi proses penyulingan minyak bumi menjadi komponen minyak (Janharlen,2011).

Tahapan proses penyulingan minyak bumi yang siap dipakai untuk bahan bakar dan lain sebagainya:

- a. Penguapan minyak bumi dialirkan kedalam pipa menuju dapur pemanas hingga berubah menjadi uap
- b. Pemisahan komponen minyak bumi yang sudah berbentuk uap dialirkan menuju menara fraksional tersusun dari puluhan tingkat bak pengembun uap. Uap naik ke atas menuju tiap - tiap tingkat menara. Uap yang memiliki titik didih tinggi akan mengembun pada bak yang lebih rendah. Sedangkan uap yang memiliki titik didih rendah akan mengembun pada bak yang lebih tinggi..

Proses pengolahan minyak bumi terdiri dari dua jenis proses utama, yaitu Proses primer dan proses sekunder. Sebagian orang mendefinisikan proses primer sebagai proses fisika, sedangkan proses sekunder adalah proses kimia. Hal itu bisa dimengerti karena pada proses primer biasanya komponen atau fraksi minyak bumi dipisahkan berdasarkan salah satu sifat fisiknya, yaitu titik didih. Sementara pemisahan dengan cara proses sekunder bekerja berdasarkan sifat kimia kimia, seperti perengkahan atau pemecahan maupun konversi, dimana didalamnya terjadi proses perubahan struktur kimia minyak bumi tersebut. Rantai

hidrokarbon minyak bumi Seperti kita ketahui dalam kimia organik bahwa senyawa hidrokarbon, terutama yang parafinik dan aromatik, mempunyai trayek didih masing-masing, dimana panjang rantai hidrokarbon berbanding lurus dengan titik didih dan densitasnya. Semakin panjang rantai hidrokarbon maka trayek didih dan densitasnya semakin besar sifat fisika inilah yang kemudian menjadi dasar dalam Proses Primer. Jumlah atom karbon dalam rantai hidrokarbon bervariasi (Janharlen,2011).

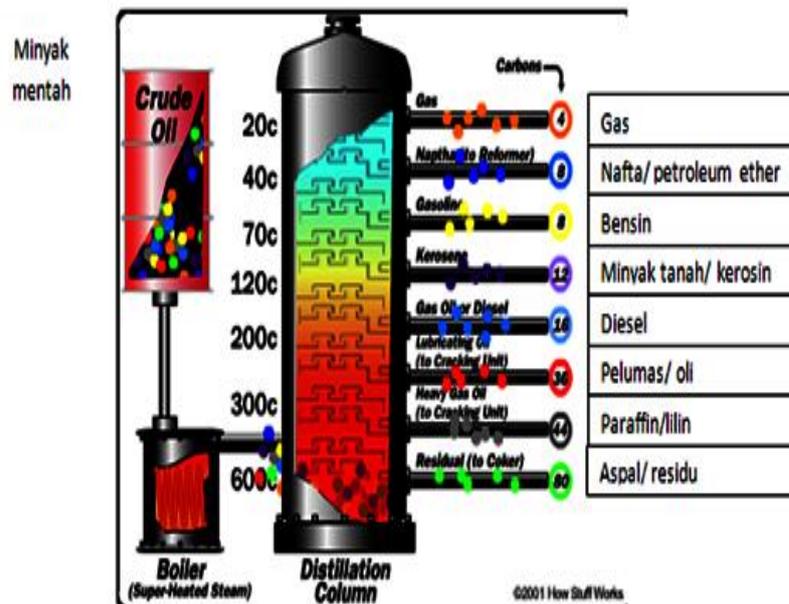
Tabel 3 Hasil distilasi bertingkat dapat dikelompokkan menjadi beberapa fraksi berdasarkan titik didih dan kegunaannya

No	Fraksi	Jumlah Atom C	Titik didih	Kegunaan
1	Gas	C1 - C6	<30 °c	Bahan bakar gas LPG- Bahan baku berbagai produk petrokimia
2	Petroleum ete	C5 -C6	30 - 60°C	Pelarut non polar - cairan pembersih
3	Ligronin/nafta	C6 - C7	60 -100°C	Pelarut non polar - Zat aditif pada bensin
4	Bensin (gasolin)	C5 - C10	40 -200°C	Bahan bakar motor/mobil
5	Kerosin (minyak tanah)	C12 - C18	175 -325° C	Bahan bakar kompor-Bahan bakar jet yang disebut avtur (aviation turbine)
6	Solar	>C12	250 -400°C	Bahan bakar mesin -mesin disel
7	Oli	>C20	350 -500° C	Pelumas
8	Residu	>C25	>500°C	lilin, parafin, aspal

(Janharlen, 2011).

Melihat daftar trayek hidrokarbon diatas nampak ideal. Perbedaan jumlah atom karbonnya sangat jelas. Tapi pada kenyataannya dengan teknologi sekarang kondisi diatas teramat sangat sulit dicapai. Kondisi ideal diatas sulit dicapai karena senyawa hidrokarbon dalam minyak bumi banyak mengandung isomernya juga. Isomer hidrokarbon, terutama isomer yang parafinik memiliki titik didih dan densitas yang lebih ringan dibandingkan dengan rantai lurusnya. Misal, normal-oktan ( $n\text{-C}_8\text{H}_{18}$ ) titik didih dan densitasnya akan lebih besar dari pada iso-oktan (2,2,4-trimetil pentan), begitu juga untuk isomer-isomer lainnya. Atas dasar kondisi seperti itulah kemudian pada kenyataannya dalam pengolahan minyak bumi lebih memegang patokan kepada trayek titik didih daripada komposisi atau rentang rantai karbonnya. Sehingga pada batas antara fraksi pasti akan terjadi *overlap* (tumpang tindih) fraksi. *Overlap* ini kemudian disebut sebagai minyak *slops* yang nantinya akan berfungsi sebagai bahan pencampur untuk mengatur produk akhir sehingga memenuhi spesifikasi atau baku mutu yang ditentukan. Proses primer minyak bumi atau minyak mentah sebelum masuk kedalam kolom fraksinasi (kolom pemisah) terlebih dahulu dipanaskan dalam aliran pipa dalam *furnace* (tanur) sampai dengan suhu  $\pm 350^\circ\text{C}$ . Minyak mentah yang sudah dipanaskan tersebut kemudian masuk kedalam kolom fraksinasi pada bagian *flash chamber* (biasanya berada pada sepertiga bagian bawah kolom fraksinasi). Untuk menjaga suhu dan tekanan dalam kolom maka dibantu pemanasan dengan *steam* (uap air panas dan bertekanan tinggi) (Janharlen,2011).

Perhatikan Gambar 4 dibawah tentang proses pemisahan minyak bumi dengan distilasi bertingkat



Gambar 4. Pemisahan Minyak Bumi dengan Distilasi Bertingkat

Karena perbedaan titik didih setiap komponen hidrokarbon maka komponen-komponen tersebut akan terpisah dengan sendirinya, dimana hidrokarbon ringan akan berada dibagian atas kolom diikuti dengan fraksi yang lebih berat dibawahnya. Pada *tray* (sekat dalam kolom) komponen itu akan terkumpul sesuai fraksinya masing-masing. Pada setiap tingkatan atau fraksi yang terkumpul kemudian dipompakan keluar kolom, didinginkan dalam bak pendingin, lalu ditampung dalam tanki produknya masing-masing. Produk ini belum bisa langsung dipakai, karena masih harus ditambahkan aditif (zat penambah) agar dapat memenuhi spesifikasi atau persyaratan atau baku mutu yang ditentukan oleh Dirjen Migas RI untuk masing-masing produk tersebut. Proses sekunder pada kenyataannya minyak bumi tidak pernah ada yang sama, bahkan untuk sumur minyak yang berdekatan sekalipun. Kenyataannya banyak

sumur minyak yang menghasilkan minyak bumi dengan densitas (*specific gravity*) yang lebih berat, terutama untuk sumur minyak yang sudah udzur atau memang jenis minyak dalam sumur tersebut adalah jenis minyak berat. Pada pemompaan minyak dari dalam sumur (*reservoir*) biasanya yang akan terpompa pada awal-awal produksi adalah bagian yang ringannya. Sehingga pada usia akhir sumur yang dipompa adalah minyak beratnya. Untuk pengolahan minyak berat jenis ini maka bisa dipastikan produk yang dihasilkan akan lebih banyak fraksi beratnya daripada fraksi ringannya. Jadi, jika yang dimasak oleh proses primer adalah minyak bumi jenis minyak berat maka hasilnya akan lebih banyak fraksi beratnya (solar, minyak berat dan residu) daripada fraksi ringannya. Sementara tuntutan pasar lebih banyak produk dari fraksi ringan dibandingkan fraksi beratnya. Maka untuk menyiasatinya adalah dengan melakukan perubahan struktur kimia dari produk fraksi berat (Janharlen, 2011).

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **A. Kesimpulan**

Dari pembahasan dan analisis grafik sebelumnya maka dapat diambil kesimpulan terdapat pengaruh tinggi kolom pada distilasi. Semakin tinggi kolom distilasi maka kadar bioetanol akan semakin tinggi. Ini terjadi adanya hubungan antara beda ketinggian dengan kadar distilat karena didalam kolom terjadi penurunan beda tekanan dan laju alir uap etanol.

#### **B. Saran**

Setelah dilakukan penelitian selanjutnya peneliti menyarankan pemurnian bioetanol dilakukan sampai 5 kali penyulingan dengan melakukan variasi waktu dan suhu yang lebih lama, agar memperoleh destilat yang lebih murni.