

PENGARUH TINGGI KOLOM PADA DISTILASI TERHADAP KADARBIOETANOL DARI TEBU(SACCHARUM OFFICINARUM)

Mely Afriani¹⁾, Gusnedi²⁾, Ratnawulan²⁾

¹⁾Mahasiswa Fisika, FMIPA Universitas Negeri Padang

²⁾Staf Pengajar Jurusan Fisika, FMIPA Universitas Negeri Padang

Melyafriani@gmail.com

ABSTRAK

Bioetanol is the alternative fuel from raw material plant that contains carbohydrate which is the sugarcane plant. The making of bioetanol from sugarcane plant done by the process of distillation. The process of distillation is how separation of liquid from its alloy based on difference in boiling point or based on the ability of a substance to evaporate. The process of distillation unit is referred to as a distillation column. Distillation columns can separate between ethanol and water. The research aims to know the influence of high columns against the resulting bioetanol levels on sugarcane juice. Result on measurement levels bioetanol for each variation of the height of the column is obtained as follows: for the column height of 0 (No column) there are levels of 35%, for the column height of 0,5 metres there are levels of 75%, for the column height of 1 metre there are levels of 86%, and for the column height of 2 metre there are levels of 87%. In this research founded high distillation column influence against the increasingly high levels of bioetanol distillation column which then levels will be higher because bioetanol in column a different pressure loss occurs and the rate of ethanol vapor.

PENDAHULUAN

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 datang 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. 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^[1]

Berbagai pengembangan terus dilakukan terhadap sumber energi terbarukan sebagai energi alternatif campuran bahan bakar untuk menghemat penggunaan minyak. Indonesia terdapat berbagai sumber energi yang melimpah, contohnya biodiesel tanaman jarak pagar, maupun kedelai untuk mesin diesel atau methanol dan ethanol dari biomassa, tebu dan jagung, yang bisa dipergunakan sebagai pengganti bensin.

Bagian utama 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 ber-dinding tebal yang banyak mengandung cairan.

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 mem-

punyai ruas yang pendek pada bagian pangkal, semakin ke atas ruas batang semakin panjang, kemudian semakin pendek semakin ke atas (kepucuk). Apabila tanaman tebu akan berbunga maka pada ujung atas batang akan terbentuk ruas panjang dan kecil

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.

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 ditanah 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^[2].

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.

Bioetanol adalah cairan biokimia dari proses fermentasi gula dari sumber karbohidrat yang menggunakan bantuan mikroorganisme. 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.

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.

Penggunaan alkohol sebagai campuran biogasoline memiliki keunggulan sebagai berikut^[3]:

- a. Meningkatkan bilangan oktan dapat menggantikan TEL (*Tetra Ethyl Lead*) sebagai aditif, sehingga mengurangi emisi logam berat timbal yang sangat berbahaya bagi kesehatan kita.
- b. Menghasilkan pembakaran yang lebih sempurna (mengurangi emisi karbonmonoksida)
- c. Mengurangi emisi gas buang karbon dioksida

Sedangkan beberapa manfaat dari bioetanol yaitu^[4]:

- a. Mengurangi pengikisan lapisan ozon melalui penurunan emisi oksida karbon di udara.
- b. Bahannya dapat diperbaharui
- c. Peningkatan Laju CO₂ 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.

Produksi bioetanol ini mencakup 3 (tiga) rangkaian proses, yaitu: Persiapan bahan baku, Fermentasi, dan Pemurnian^[5].

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

bergantung terhadap supplier untuk menentukan pengontrolan proses pemasakan. 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 *bacth* dengan masa inkubasi berkisar 50 jam dan semata-mata mengandalkan *strain* khamir yang telah terpilih secara nyata ver-produktivitas 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. 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.

c. Pemurnian / Distilasi

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

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 memben-tuk *azeotrope*, dimana campuran alkohol dan air sukar untuk dipisahkan. Agar diperoleh konsentrasi yang lebih tinggi dari kadar tersebut haruslah di-tempuh dengan cara lain.

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 men-dapatkan *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 meng-eluarkan 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

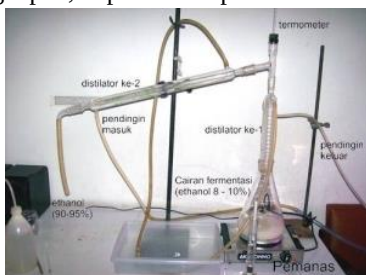
Untuk minyak yang mudah menguap pada temperatur kamar.

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

Distilasi ASTM atau distilasi Engler Derajat kemurnian relatif rendah (tidak ada kolom dan 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.

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, dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. 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 CO₂, karena tanaman

Distilasi adalah proses pemisahan dua atau lebih cairan dalam larutan dengan berdasarkan *relative volatility* dan perbedaan titik didih. Distilasi frak-

sinasi 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^[5].

Karakteristik etanol sebagai bahan bakar memiliki nilai kerapatan massa 780 (kg/m³)(20°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^[7]

Tabel 1. Sifat Fisika Etanol

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.	Viskositas 20°C	1,17 cP
6.	Panas Penguapan	200,6 kal/gr
7.	Warna Cairan	Tidak berwarna
8.	Kelarutan	Larut dalam air
9.	Aroma	Memiliki aroma yang khas

Sifat fisik dari bioetanol seperti densitas, viskositas, dan tegangan permukaan merupakan parameter penting dalam proses pembakaran misal-nya 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.

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.

Hasil kerja panitia PTEB adalah Standar Nasional Indonesia (SNI) bioetanol terdenaturasi yang di-

sahkan 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 ver-motor atau motor bensin lainnya 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
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_3COOH	Mg, maks	30
7	Tampakan		Jernih
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	Pi (π)		6,5-9,0

Keterangan:

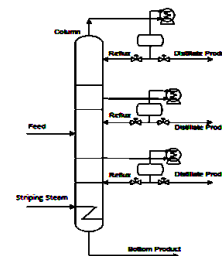
*) Jika tidak diberikan catatan khusus, nilai batasan (spesifikasi) yang tertera adalah nilai untuk bioetanol yang sudah didenaturasi.

Diharapkan hasil dari penelitian ini dapat bermanfaat bagi industri untuk mengetahui bahan bakar alternatif pengganti minyak tanah. Bermanfaat bagi peneliti sebagai bekal awal dalam mengembangkan diri dalam bidang penelitian serta untuk memenuhi salah satu syarat sarjana fisika pada program studi Fisika FMIPA Universitas Negeri Padang.

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.

Kolom destilasi adalah tempat terjadinya proses destilasi yaitu pemisahan campuran bahan menjadi fraksi-fraksi yang lebih murni berdasarkan per-

bedaan tingkat kemudahan menguap (*volatile*) fraksi-fraksi penyusunnya. Campuran yang masuk ke dalam kolom destilasi akan dipanaskan oleh uap panas (*steam*) pada bagian *reboiler* sehingga fraksi yang mudah menguap akan menguap naik ke bagian atas kolom destilasi untuk selanjutnya dikondensasikan. Bagian yang tidak menguap akan dikeluarkan sebagai *bottom product*, dapat dilihat pada Gambar 2



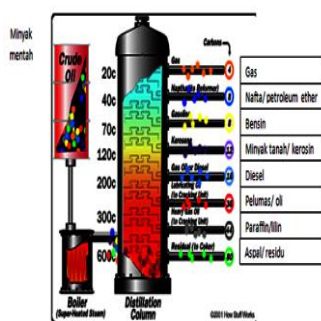
Gambar 2. Kolom Destilasi

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

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

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. Pemisahan minyak bumi dengan destilasi bertingkat dapat dilihat pada Gambar 3



Gambar3.Pemisahan Minyak Bumi dengan Distilasi Bertingkat

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 dirigen migas untuk masing-masing produk.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian yang bersifat eksperimen yang dilaksanakan di laboratorium bio-fisika dan material universitas negeri padang. Parameter yang diukur dalam penelitian ini adalah tinggi kolom distilasi terhadap kadar alkohol bioetanol

1. Proses Persiapan Bahan Baku

Pada saat percobaan bahan-bahan yang digunakan untuk pembuatan bioetanol yaitu air tebu, ragi dan air. Dalam proses uji coba dibutuhkan tabung atau ruang kedap udara agar terjadi proses fermentasi, alat untuk melakukan uji coba disebut juga dengan tabung fermentor.

Perhitungan dasar pembuatan bioetanol

Massa air tebu : 4 kg
Kadar air tebu dalam larutan : 15 %
Volume dalam larutan : 13.4 liter
Jumlah air : $13,42 = 11.4$ liter
Sampel pembuatan bioetanol Air tebu : 4 kg
Ragi : $(2/70) \times 700 \text{ gr} = 20 \text{ gram}$

2. Proses fermentasi

Proses fermentasi diawali dengan memasukan 20 gram ragi dan 1 liter air tebu ke dalam aqua galon dan fermentasi dilakukan selama 2 minggu. Fermentasi bertujuan untuk pemecahan karbohidrat dan asam amino secara anaerob. Peruraian dari kompleks

menjadi sederhana dengan bantuan mikroorganisme sehingga menghasilkan energi, dapat dilihat pada Gambar 4



Gambar 4. Fermentasi 2 Minggu

3. Uji glukosa

Pada saat percobaan uji glukosa yang digunakan untuk pembuatan bioetanol diawali dengan mengambil larutan sebanyak 1 liter. Kemudian ukur kadar glukosa tersebut sehingga mencapai persyaratan pembuatan bioetanol yaitu 14 %. Jika glukosanya tidak mencapai 14% maka tambahkan air sehingga mencapai kadar glukosa tersebut.

4. Persiapan Kolom distilasi

Sebelum melakukan penelitian dilakukan persiapan kolom destilasi yang akan digunakan sewaktu melakukan penelitian yakni menyiapkan tinggi kolom destilasi dengan ketinggian 0.5 meter, 1 meter dan 2 meter, dapat dilihat pada Gambar 5



Gambar 5. Kolom Distilasi

5. Hasil Destilasi

Dari hasil destilasi didapat bioethanol kemudian diukur kandungan alkohol dengan menggunakan alkoholmeter. seperti yang diperlihatkan pada Gambar 6



Gambar 6. Hasil Distilasi

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

1. Hasil Penelitian

Pada hasil penelitian tentang pengaruh tinggi kolom terhadap kadar bioetanol yang dihasilkan. Hasil penelitian yang akan disajikan meliputi tabel data dan grafik yang akan di plot menggunakan *microsoft excel*.

Penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan bioetanol dengan kadar 87 % yang berasal dari tanaman tebu. Bioetanol dengan kadar 87 % dapat dijadikan pengganti bahan bakar minyak, sehingga meminimalisir penggunaan bahan bakar minyak yang berasal dari fosil yang ketersediaannya mulai menipis. Mendapatkan bioetanol dengan kadar 87% sangat sulit jadi dalam penelitian ini digunakan tinggi kolom. Penelitian ini dilakukan dengan memvariasikan tinggi kolom, dimana tinggi kolom yang digunakan yaitu tanpa kolom, 0,5 meter, 1 meter dan 2 meter. Sebelum mendapatkan hasil kadar bioetanol dengan tinggi kolom, proses bioetanol ini mencakup 3 proses, yaitu: Persiapan bahan baku, fermentasi, dan destilasi

a) Persiapan bahan baku

Bahan baku untuk bioetanol didapatkan dari tanaman, baik yang secara langsung menghasilkan gula sederhana yaitu tebu (*sugarcane*). Tebu manis harus digiling untuk mengekstrak gula

b) Fermentasi dengan Ragi

Sampel yang telah melalui proses fermentasi sebanyak 5 liter diambil sesuai dengan waktu pengambilannya 12 hari. Kemudian dilakukan pengujian kadar bioetanol setelah fermentasi. Tujuan dari pengujian adalah untuk mengetahui perubahan kadar bioetanol yang terkandung didalam sampel setelah mengalami proses fermentasi oleh ragi.

Pengukuran kadar bioetanol dilakukan di laboratorium biofisika. Kadar bioetanol yang terukur sama. Penambahan ragi digunakan sebagai nutrisi untuk pertumbuhan mikroba dan pembentukan bioetanol sebagai produk fermentasi. Proses fermentasi karbohidrat terlebih dahulu dipecah menjadi glukosa, kemudian glukosa dipecah menjadi lagi menjadi alkohol, asam asetat dan senyawa organik lainnya. Pertumbuhan *Saccharomyces cerevisiae* akan mengubah gugus glu-kosa yang terdapat pada tiap sampel menjadi bioetanol (C_2H_5OH).

Semakin besar jumlah ragi dan semakin lama waktu fermentasi, maka semakin besar pula jumlah *Saccharomyces cerevisiae* yang terdapat dalam sampel sehingga semakin banyak pula gula yang diubah menjadi alkohol sehingga terjadi penurunan kadar bioetanol.

c) Distilasi

Tahap distilasi, sampel kemudian diuji melalui pengujian sifat-sifat fisiknya, yaitu bioetanol mempunyai sifat jernih, tidak berwarna, beraroma khas alkohol yang dapat diterima oleh indera penciuman dan berfasa cair pada suhu kamar. Sifat bioetanol juga mudah terbakar dengan nyala apiberwarna biru dan tidak berasap. Untuk mendapatkan bioetanol dengan kadar 87% dalam penelitian ini digunakan tinggi kolom. Berikut ini adalah variasi tinggi kolom

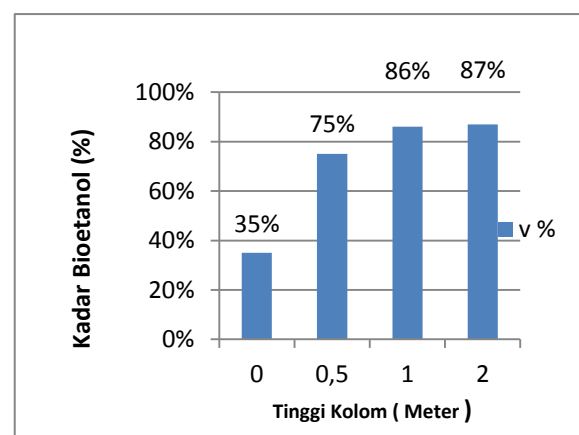
yang mengandung bioetanol dapat dilihat pada Tabel 3 berikut:

Tabel 3. Hasil Kadar Bioetanol 7% Setelah Menggunakan Tinggi Kolom Distilasi

Tinggi kolom	Kadar Bioetanol (%)		
	Sebelum destilasi	Sesudah Destilasi	ΔK (Kenaikan Kadar)
Tanpa Kolom	7	35	28
0,5 Meter	7	75	68
1 Meter	7	86	79
2 Meter	7	87	80

Pada Tabel 3 dapat dilihat bahwa kolom distilasi yang digunakan bervariasi dengan tinggi tersebut yang mempengaruhi kadar bioetanol. Pada Tabel 3 kadar bioetanol sebelum didistilasi dan setelah didistilasi maka kadar bioetanol semakin meningkat tergantung dari ketinggian kolom distilasi. ΔK merupakan total kenaikan kadar bioetanol yang didapatkan setelah dilakukan distilasi dengan menggunakan tinggi kolom. Pada tanpa kolom distilasi terjadi peningkatan kadar bioetanol menjadi 28%, sedangkan pada tinggi kolom 0,5 meter terjadi peningkatan kadarnya sebanyak 68%. Pada tinggi kolom 1 meter kadar bioetanol meningkat menjadi 79% sedangkan pada tinggi kolom 2 meter kadar bioetanol menjadi meningkat 80 %. Maka didapatkan hubungan tinggi kolom terhadap kadar bioetanol yaitu semakin tinggi kolom distilasi maka kadar bioetanol semakin meningkat.

Pada Tabel 3 terlihat bahwa semakin tinggi kolom distilasi maka kadar bioetanol yang dihasilkan semakin meningkat. Berdasarkan Tabel 3 dapat digambarkan dengan Grafik pengaruh Tinggi kolom distilasi terhadap kadar bioetanol 2%, seperti ditunjukkan oleh Gambar 7



Gambar 7. Pengaruh Tinggi Kolom Terhadap Kadar Bioetanol

Berdasarkan Gambar 7 untuk kenaikan kadar bioetanol 2% terlihat bahwa semakin tinggi kolom distilasi maka kadar bioetanol semakin tinggi. Pada tanpa kolom, kadar bioetanol yang didapatkan 35%, pada tinggi kolom 0,5 meter didapatkan kadar bioetanol 73% sedangkan pada tinggi kolom 1 meter kadar bioetanol yang dihasilkan 86% dan pada tinggi kolom 2 meter kadar bioetanol yang dicapai 87%.

2. Pembahasan

Berdasarkan hasil analisa dan pengolahan data penelitian bahwa dapat diketahui kadar bioetanol dari tanaman tebu tertinggi yaitu 87% dengan tinggi kolom 2 meter. Pada penelitian ini tahap awal dilakukan yakni fermentasi bahan tebu selama 2 minggu dengan kadar awalnya 2 %.

Tinggi kolom juga berpengaruh terhadap ke-naikan kadar. Semakin tinggi kolom maka kenaikan kadar bioetanol juga semakin naik. Hal ini sama bahwa didapatkan kadar bioetanol yang tertinggi pada tinggi kolom. Hal ini disebabkan adanya hubungan antara beda ketinggian dengan kadar distilat karena didalam kolom terjadi penurunan beda tekanan dan laju alir uap etanol.

Metode pemisahan Hukum Raoult berdasarkan perbedaan titik didih. Hukum Raoult digunakan untuk menjelaskan fenomena yang terjadi pada proses pemisahan yang menggunakan metode destilasi menjelaskan bahwa tekanan uap suatu komponen yang menguap dalam larutan samadengan tekanan uap komponen murni dikalikan fraksimol komponen yang menguap dalam larutan pada suhu yang sama.

Pada penelitian ini dipisahkan campuran yang terdiri dari air dan etanol. Titik didih air adalah 100°C, sedangkan etanol memiliki titik didih 78°C. Karena kedua zat tersebut memiliki perbedaan titik didih yang cukup besar. Penelitian dengan tinggi kolom dan kadar tertinggi yaitu tinggi kolom 2 meter didapatkan kadar bioetanol 87%, pada tinggi kolom 1 meter didapatkan kadar bioetanol 86%, pada tinggi kolom 0.5 meter didapatkan kadar bioetanol 75% sedangkan tanpa kolom didapatkan kadar bioetanol 35%. Penelitian dilakukan agar mengetahui pengaruh tinggi kolom terhadap kadar bioetanol sehingga nantinya akan menghasilkan

kadar bioetanol yang lebih tinggi sehingga bisa digunakan sebagai pengganti bahan bakar minyak bumi yang semakin menipis.

KESIMPULAN

Dari pembahasan dan analisa grafik sebelumnya maka dapat diambil kesimpulan terdapat pengaruh tinggi kolom pada distilasi. Semakin tinggi kolom dis-tilasi 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

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anonim. 2004. Asam Basa-Kimia Analisis II. Departemen Pendidikan Nasional: Jakarta.
- [2] Anonim. 2005. Asam Basa-Kimia Analisis II. Departemen Pendidikan Nasional: Jakarta.
- [3] Kuncoro. 1993. Pengaruh Lama Pendidihan terhadap Penurunan Kadar HCN pada Kulit Ketela Pohon. KTI D3 Analis Kesehatan Untag : Semarang
- [4] Daniel, J.S and Charlotte, M. 1998. Lemon Cells Revisited-The Lemon-Powered Calculator. Journal of Chemical Education. Department of Chemistry, Tennessee Technological University. Cookeville. Vol 75
- [5] Departemen Perindustrian RI. 1999. Toksikologi Bahan Pangan Untuk SMAK. Pusat Pendidikan Perindustrian : Jakarta
- [6] Giancoli, Douglas C. 2001. Fisika. Erlangga: Jakarta
- [7] Hanum, I. 2012. Tinjauan Instalasi Pengolahan Air Limbah Industri Tekstil PT. Sukun Tekstil Kudus. UNY: Yogyakarta
- [8] Purnomo, H. 2010. Pengaruh Keasaman Buah Jeruk Terhadap Konduktivitas Listrik. Teknik Elektro Politeknik Semarang: Semarang