

## ANALISA PENGARUH LAMA FERMENTASI DAN TEMPERATUR DISTILASI TERHADAP SIFAT FISIK (SPECIFIC GRAVITY DAN NILAI KALOR) BIOETANOL BERBAHAN BAKU NANAS (ANANAS COMOSUS)

Rudy Sutanto, Harisman Jaya, Arif Mulyanto

Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Mataram  
Jln. Majapahit No.62 Mataram Nusa Tenggara Barat Kode Pos: 83125  
Telp. (0370) 636087; 636126; ext 128 Fax (0370) 636087

### Abstrak

Indonesia merupakan salah satu negara dengan luas areal perkebunan nanas terbesar di Asia selain Thailand, Filipina dan Malaysia yaitu mencapai lebih dari 165.690 hektar. Nanas juga merupakan salah satu jenis tanaman yang mengandung gula dan karbohidrat seperti halnya jagung, singkong, aren, dll yang biasa digunakan sebagai bahan baku pembuatan bioetanol. Oleh karena itu dalam kesempatan ini nanas akan digunakan sebagai bahan baku pembuatan bioetanol karena selain jumlahnya yang besar nanas juga memiliki potensi untuk dibuat menjadi bioetanol.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh dari waktu fermentasi dan temperatur distilasi sebagai variabel bebas terhadap specific gravity dan nilai kalor bioetanol sebagai variabel terikat. Dalam penelitian ini waktu fermentasi yang digunakan adalah 5, 7, dan 9 hari sedangkan temperatur distilasi adalah 60, 75, dan 80°C. Pembuatan bioetanol dengan buah nanas ini dilakukan dengan proses fermentasi. Dalam proses pembuatannya setiap sampel yang massanya 1750 gr ditambahkan ragi yang telah dibubukkan sebanyak 75 gr atau sebanyak 4.3 % massa sampel tersebut.

Dari penelitian ini didapatkan kadar alkohol meningkat dengan bertambahnya waktu fermentasi dan berbanding terbalik terhadap temperatur distilasi. Kadar alkohol tertinggi diperoleh sebesar 76,03 % sedangkan yang terendah adalah 65,01 % Specific gravity menurun dengan bertambah lamanya fermentasi dan menurunnya temperatur distilasi. Specific gravity tertinggi yaitu 0,87098, sedangkan yang terendah adalah 0,84448. Nilai kalor meningkat seiring dengan bertambah lamanya fermentasi dan menurunnya temperatur distilasi. Nilai kalor tertinggi diperoleh sebesar 29679,47 J/gr sedangkan yang terendah adalah 13458,48 J/gr.

**Kata kunci :** Nanas; waktu fermentasi; temperatur distilasi; specific gravity; nilai kalor.

### Abstract

Indonesia is one of the countries which has a largest pineapple plantation in Asia, that is more than 165.690 hektare besides Thailand, Filipina, and Malaysia. Pineapple is one of the plants which contains karbohidrat and sugar as well as corn, cassava, sugar palm, etc. Thus in this occasion the pineapple will be used as material for producing bioetanol cause besides its quantity is large, it's potential to make bioetanol.

This research head for identify the efect of fermentation periode and distilation temperature as independent variable to the specific gravity and heating value as dependent variable. In this research the fermentation periode used are 5, 7, and 9 days while distilation temperature are 60, 75, and 80°C. Producing of this pineapple bioetanol is doing by fermentation proses. In producing this pineapple bioetanol each sample which mass is 1750 gr added with 75 gr crushed yeast or equal with 4,3 % mass of sample.

From the research it's found that the alcohol content is increase with fermentation periode and decreasing of distilation temperature. Specific gravity decrease with increasing of fermentation periode and decreasing of distilation temperature. Heating value is increase with increasing of fermentation periode and deacresing of distilation temperature.

**Keywords :** Pineapple; fermentation periode; distilation temperature; specific gravity; heating value.

## PENDAHULUAN

Dalam kehidupan ini kita tidak dapat dipisahkan dari kebutuhan akan sesuatu yang dinamakan energi. Seperti yang kita ketahui bahwa sebagian besar sumber energi yang dimanfaatkan oleh umat manusia berasal dari bahan bakar fosil yang sifatnya tidak dapat diperbaharui (*Unrenewable*). Bisa kita bayangkan bahwa pada saat ini dimana kebutuhan energi dunia yang semakin meningkat apabila tidak didukung dengan usaha-usaha penemuan sumber energi baru sebagai pendukung kebutuhan energi dunia maka suatu saat nanti sumber energi yang berupa bahan bakar fosil tersebut akan habis dan apabila hal ini terjadi maka dampak yang ditimbulkan akan sangat fatal terhadap kehidupan kita.

Untuk menghadapi tantangan kebutuhan energi yang semakin meningkat ini diusulkan penggunaan bioenergi sebagai sumber energi alternatif pengganti bahan bakar fosil. Salah satu bentuk bioenergi yang digunakan dan sekaligus akan kita bahas saat ini adalah bioetanol. Bioetanol atau dapat juga disebut sebagai *ethyl alcohol* ( $C_2H_5OH$ ) tergolong sebagai bahan bakar bernilai oktan tinggi sehingga dapat menggantikan timbal sebagai peningkat nilai oktan bensin. Bioetanol sendiri dapat dibuat dari produk tumbuh-tumbuhan seperti misalnya nira, umbi-umbian, dan buah-buahan. Dalam kesempatan ini kita akan membahas bioetanol yang berasal dari buah-buahan, yaitu buah nanas.

Indonesia merupakan salah satu Negara dengan luas areal perkebunan nanas terbesar di Asia selain Thailand, Filipina dan Malaysia yaitu mencapai lebih dari 165.690 hektar. Nanas merupakan salah satu jenis tanaman yang banyak mengandung gula yaitu sekitar 15 hingga 20%. Oleh karena itu, nanas berpotensi sebagai bahan baku dalam memproduksi bioetanol. Pembuatan bioetanol dengan buah nanas ini kita lakukan dengan proses fermentasi menggunakan ragi tape. Kita memilih ragi tape untuk membantu proses fermentasi dengan alasan karena ragi tape selain mudah didapatkan juga ekonomis dalam segi harga.

## LANDASAN TEORI

### 2.1. Bahan Bakar

Bahan bakar adalah materi yang bisa diubah menjadi energi. Biasanya bahan bakar mengandung energi panas yang

dapat dilepaskan dan dimanipulasi. Kebanyakan bahan bakar digunakan manusia melalui proses pembakaran (reaksi redoks) dimana bahan bakar tersebut akan melepaskan panas setelah direaksikan dengan oksigen di udara. Proses lain untuk melepaskan energi dari bahan bakar adalah melalui reaksi eksotermal dan reaksi nuklir (seperti *Fisi* nuklir atau *Fusi* nuklir). *Hidrokarbon* (termasuk di dalamnya bensin dan solar) sejauh ini merupakan jenis bahan bakar yang paling sering digunakan manusia. Bahan bakar lainnya yang bias dipakai adalah logam *radioaktif* (Anonim 5, 2012).

Secara khusus bahan bakar didefinisikan sebagai senyawa kimia yang terutama tersusun dari karbon dan hidrogen yang bila direaksikan dengan oksigen pada suhu dan tekanan tertentu akan menghasilkan produk berupa gas dan sejumlah energi.

### 2.2. Sifat-sifat bahan bakar cair

#### 2.2.1. Nilai kalor

Nilai kalor (*heating value*) merupakan salah satu sifat dasar yang penting dari bahan bakar yang dianggap sebagai energi dalam bentuk kalor yang ditransfer ketika produk dari pembakaran sempurna suatu sampel bahan bakar didinginkan sampai temperatur mula-mula dari bahan bakar.

Nilai kalor berbanding terbalik dengan berat jenis. Pada volume yang sama, semakin besar berat jenis suatu minyak semakin kecil nilai kalornya, demikian juga sebaliknya semakin rendah berat jenis semakin tinggi nilai kalornya. Sebagai contoh adalah berat jenis bahan bakar diesel lebih tinggi daripada bahan bakar bensin sehingga nilai kalor dari bahan bakar diesel lebih rendah daripada bahan bakar bensin (Kusuma, 2010).

Nilai kalor bahan bakar dapat dibedakan menjadi dua, yaitu nilai kalor atas dan nilai kalor bawah.

- **Nilai kalor atas**

Kuantitas yang dikenal sebagai nilai kalor atas (*Higher Heating Value*) ditentukan dengan cara mendinginkan hasil atau produk pembakaran yang berupa gas panas ke temperatur asal sebelum pembakaran dilakukan, dimana dalam perhitungannya dilibatkan juga kalor laten penguapan air. Pengukuran ini sering

dilakukan dengan mendinginkan produk hingga temperatur lingkungan.

• **Nilai kalor bawah**

Kuantitas yang dikenal sebagai nilai kalor bawah (*Lower Heating Value*) ditentukan dengan cara mengurangkan kalor laten penguapan air dari nilai kalor atas. Perhitungan nilai kalor bawah mengasumsikan bahwa komponen air dari suatu proses pembakaran tetap berada dalam keadaan uap pada akhir proses pembakaran, yang mana hal ini berlawanan dengan yang disebutkan pada nilai kalor atas yang mengasumsikan bahwa komponen air dalam proses pembakaran kembali kedalam keadaan cair setelah terjadi penguapan selama proses pembakaran. Nilai kalor bawah juga mengasumsikan bahwa *kalor laten* penguapan dari air dalam bahan bakar dan produk reaksi tidak dipulihkan (Anonim 6,2012).

Untuk menghitung nilai kalor dapat digunakan rumus-rumus sebagai berikut (Anonim 4,2007)

$$NKA = \frac{[(m_a + m_k) \times C_{pa} \times \Delta T] - [y \times NKP]}{m_{bb}} \text{ (J/gr)}$$

Dan

$$NKB = NKA - X_{H_2O} \cdot L_{H_2O} \text{ (J/gr)}$$

Keterangan :

NKA : nilai kalor atas bahan bakar

NKB : nilai kalor bawah bahan bakar

$X_{H_2O}$  : massa air yang terkondensasi

$L_{H_2O}$  : konstanta panas laten  $H_2O$

pada  $25^\circ C = 2442 \text{ J/gr}$

$m_a$  : massa air dalam bejana (gr)

$m_k$  : nilai tara air calorimeter (gr)

$C_{pa}$  : panas jenis air (J/gr  $^\circ C$ )

$m_{bb}$  : massa bahan bakar yang dijadikan sampel (gr)

$\Delta T_a$  : kenaikan suhu yang terkoreksi ( $^\circ C$ )

NKP : nilai kalor pemantik, yaitu 9,62

J/cm

y : panjang kawat terbakar (cm)

**2.2.2. Specific gravity**

*Specific gravity* didefinisikan sebagai perbandingan berat dari sejumlah volume bahan bakar terhadap berat air untuk volume yang sama pada suhu

tertentu. Densitas bahan bakar relatif terhadap air disebut *specific gravity*.

Hubungan antara *specific gravity* (SG) dan *densitas* dapat dilihat pada persamaan dibawah ini :

$$SG = \frac{\rho_{substansi}}{\rho_{air(water)}}$$

Dimana :

$\rho_{substansi}$  = densitas substansi yang diukur ( $kg/m^3$ )

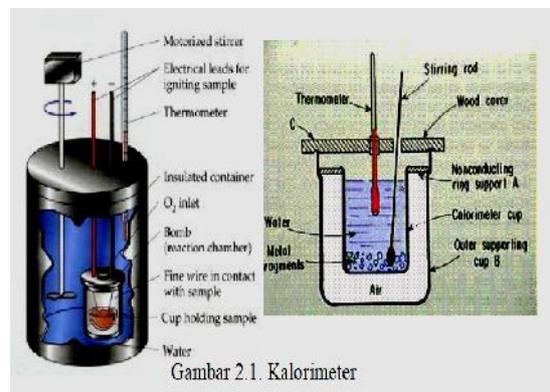
$\rho_{substansi}$  = densitas air ( $kg/m^3$ )

Karakteristik ini berkaitan dengan besarnya nilai kalor dan daya yang dihasilkan oleh bahan bakar per satuan volume bahan bakar.

*Specific gravity* (SG) air ditentukan sama dengan satu. Karena *specific gravity* adalah perbandingan, maka *specific gravity* tidak memiliki satuan. Pengukuran *specific gravity* biasanya dilakukan dengan *hydrometer*. *Specific gravity* digunakan dalam perhitungan yang melibatkan berat dan volume (Anonim 2,2004).

**2.3. Bomb kalorimeter**

Bombkalorimeter adalah alat yang digunakan untuk mengukur jumlah kalor (nilai kalori) yang dibebaskan pada pembakaran sempurna (dalam  $O_2$  berlebih) suatu senyawa, bahan makanan, bahan bakar. Sejumlah sampel ditempatkan pada tabung beroksigen yang tercelup dalam medium penyerap kalor (kalorimeter) dan sampel akan terbakar oleh api listrik yang dilewatkan dari kawat logam yang terpasang dalam tabung.



Gambar 2.1. Kalorimeter

**2.4 Etanol**

Etanol, disebut juga etil alkohol, alkohol murni, alkohol *absolut*, atau alkohol saja, adalah sejenis cairan yang mudah menguap, mudah terbakar, tak berwarna,

dan merupakan alkohol yang paling sering digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Senyawa ini merupakan obat *psikoaktif* dan dapat ditemukan pada minuman beralkohol dan termometer modern.

Etanol termasuk ke dalam alkohol rantai tunggal, dengan rumus kimia  $C_2H_5OH$  dan rumus empiris  $C_2H_6O$ . Ia merupakan isomer konstitusional dari dimetil eter. Etanol sering disingkat menjadi *EtOH*, dengan "Et" merupakan singkatan dari gugus etil ( $C_2H_5$ ).

## 2.5. Proses produksi bioetanol

### 2.5.1. Fermentasi

Fermentasi berasal dari bahasa latin yaitu *fervere* yang artinya mendidihkan, yaitu berdasarkan ilmu kimia terbentuknya gas-gas dari suatu cairan kimia yang pengertiannya berbeda dengan air mendidih. Gas yang terbentuk di antaranya karbondioksida ( $CO_2$ ) (Afrianti, 2004).

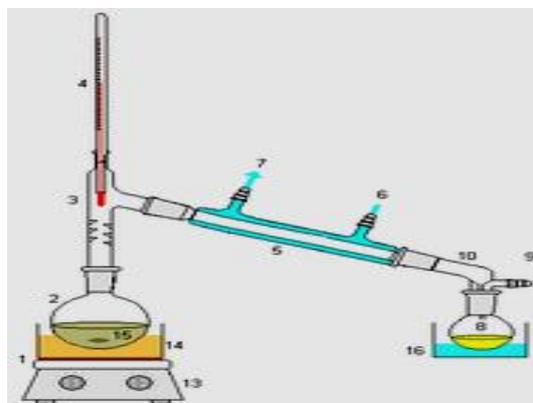
Fermentasi sebenarnya merupakan kegiatan mengaktifkan pertumbuhan dan *metabolisme* dari mikroba, membentuk alkohol dan asam, serta menekan pertumbuhan mikroba *proteolitik* dan *lipolitik*. Beberapa hasil fermentasi terutama asam dan alkohol dapat mencegah pertumbuhan mikroba yang bersifat racun didalam makanan, misalnya *Clostridium botulinum* (Winarno, 1984).

Apabila suatu mikroba ditumbuhkan dalam media pati, maka pati tersebut akan diubah oleh enzim *amilase* yang dikeluarkan oleh mikroba tersebut menjadi *maltosa*. *Maltosa* dapat dirombak menjadi glukosa oleh enzim *maltase*. Kemudian glukosa oleh enzim *zimase* dirombak menjadi alkohol, sedangkan alkohol oleh enzim *alkoholase* dapat diubah menjadi asam asetat. Asam asetat ini akan dirombak oleh enzim *oksidase* menjadi karbondioksida dan air (Tarigan, 1988).

### 2.5.2. Distilasi

Jika etanol ingin digunakan sebagai bahan bakar, maka sebagian besar kandungan airnya harus dihilangkan melalui proses distilasi. Tingkat kemurnian etanol setelah didistilasi masih sekitar 95-96% (masih ada kandungan airnya 3-4%). Campuran ini dinamakan etanol hidrat dan bisa digunakan sebagai bahan bakar, tapi tidak bisa dicampur sama sekali dengan bensin. Jadi, biasanya kandungan air

dalam etanol hidrat dibuang habis terlebih dahulu dengan pengolahan lainnya sehingga bisa dicampurkan dengan bensin.



Gambar 2.2. peralatan Destilasi

Berikut adalah susunan rangkaian alat ditilasi sederhana:

1. wadah air
2. labu distilasi
3. sambungan
4. termometer
5. kondensor
6. aliran masuk air dingin
7. aliran keluar air dingin
8. labu distilat
9. lubang udara
10. tempat keluarnya distilat
11. penangas
12. air penangas
13. larutan zat

Beberapa hal penting yang harus diperhatikan dalam destilasi adalah kondisi saat pemanasan labu didih. Dalam keadaan suhu dan tekanan tinggi, labu dapat mengalami ledakan yang dikenal sebagai *super heated*. Secara teknis, sebelum proses pemanasan, di dalam labu didih disertakan agen *anti bumping* seperti pecahan porcelain. Pori-pori porcelain dapat menyerap panas dan meratakan panas ke seluruh sistem. Metode destilasi digunakan pada larutan yang mempunyai titik didih moderat sekitar  $100^\circ C$ . Apabila terdapat sampel dengan titik didih sangat tinggi, tidak disarankan menggunakan teknik pemisahan destilasi karena dua hal yaitu suhu dan tekanan tinggi rawan ledakan dan pada suhu tinggi senyawa dapat mengalami dekomposisi atau rusak (Anonim 9, 2012).

## 2.6. Ragi

Ragi tape adalah bahan yang dapat digunakan dalam pembuatan tape, baik dari singkong maupun beras ketan. Menurut Tarigan (1988) ragi tape merupakan populasi campuran yang terdiri dari spesies-spesies genus *Aspergillus*, *Saccharomyces*, *Candida*, *Hansenulla*, dan bakteri *Acetobacter*. Genus tersebut hidup bersama-sama secara sinergis. *Aspergillus* menyederhanakan tepung menjadi glukosa serta memproduksi enzim *glukoamilase* yang akan memecah pati dengan mengeluarkan unit-unit glukosa, sedangkan *Saccharomyces*, *Candida* dan *Hansenulla* dapat menguraikan gula menjadi alkohol dan bermacam-macam zat organik lain sementara itu *Acetobacter* dapat merombak alkohol menjadi asam. Beberapa jenis jamur juga terdapat dalam ragi tape, antara lain *Chlamydomucor oryzae*, *Mucor sp*, dan *Rhizopus sp*.

Menurut Maimuna (2004) Khamir merupakan fungi bersel tunggal sederhana, kebanyakan bersifat *saprofitik* dan biasanya terdapat dalam tumbuh-tumbuhan yang mengandung karbohidrat. Khamir dapat diisolasi dari tanah yang berasal dari kebun buah-buahan dan biasanya khamir berada di dalam cairan yang mengandung gula, seperti cairan buah, madu, sirup, dan sebagainya. Bentuk sel khamir biasanya bulat, oval, dan biasanya tidak mempunyai *flagella*. Pada umumnya khamir berkembang biak dengan bertunas, membelah diri dan pembentukan spora.



Gambar 2.3 *Saccharomyces cerevisiae*

Pada umumnya kisaran suhu pertumbuhan untuk khamir adalah sama dengan suhu optimum pada kapang sekitar 25-30 °C dan suhu maksimum kira-kira 35-47°C. Sementara itu pertumbuhan khamir pada umumnya lebih baik pada suasana asam dengan pH 4-4,5, dan tidak dapat tumbuh dengan baik pada medium alkali, kecuali jika telah beradaptasi. Khamir tumbuh pada kondisi *aerobic*, tetapi

yang bersifat fermentatif dapat tumbuh secara *anaerobic* meskipun lambat (Fardiaz, 1992).

*Saccharomyces cerevisiae* merupakan spesies yang bersifat fermentatif kuat. Tetapi dengan adanya oksigen, *Saccharomyces cerevisiae* juga dapat melakukan respirasi yaitu mengoksidasi gula menjadi karbondioksida dan air. Kedua sistem tersebut menghasilkan energi, meskipun yang dihasilkan dari respirasi lebih tinggi dibandingkan dengan melalui fermentasi. *Saccharomyces cerevisiae* akan mengubah 70 % glukosa di dalam substrat menjadi karbondioksida dan alkohol, sedangkan sisanya tanpa ada nitrogen diubah menjadi produk penyimpanan cadangan. Produk penyimpanan tersebut akan digunakan lagi melalui proses fermentasi *endogenous* jika glukosa di dalam medium sudah habis (Fardiaz, 1992).

Pada dasarnya proses pembuatan ragi tape sangat sederhana dengan bahan-bahan yang mudah didapat dan pembuatannya tidak membutuhkan waktu yang cukup lama. Bahan-bahan yang digunakan adalah laos, tebu kuning atau gula pasir, ubi kayu dan jeruk nipis. Adapun proses pembuatannya yaitu bahan-bahan tersebut dikupas dan dicuci, kemudian dihaluskan lalu dicampur dengan tepung beras atau tepung *malt*, ditambah sedikit air sampai terbentuk adonan. Kemudian didiamkan dalam suhu kamar selama 3 hari dalam keadaan terbuka, sehingga adonan akan ditumbuhi kapang *Chlamydomucor oryzae* secara alami. Kemudian pisahkan kotorannya dan diperas untuk mengurangi airnya lalu dibuat bulatan-bulatan dan dikeringkan (Anonim, 1, 1980).

## 2.7. Nanas



Gambar 2.4 Nanas

Tanaman nanas mempunyai nama botani *Ananas comosus* (L.) Merr. Tanaman nanas jika diklasifikasikan termasuk

tanaman berbunga. Klasifikasi dari tanaman nanas adalah sebagai berikut :

Kingdom : Plantae  
Subkingdom : Tracheobionta  
Divisi : Magnoliophyta  
Kelas : Liliopsida  
Ordo : Farinosae  
Subordo : Comelinidae  
Famili : Bromeliaceae  
Genus : Ananas  
Spesies : Ananas comosus

Nanas tumbuh di berbagai *agroklimat* sehingga tanaman ini dapat tersebar luas. Idealnya, nanas tumbuh ditempat yang ketinggian 100-1000 m dpl dengan suhu rata-rata 21-30°C. Curah hujan yang dibutuhkan 635-2500 mm per tahun dengan bulan basah (curah hujan >200mm) 3-4 bulan. Disamping itu juga memerlukan pencahayaan matahari 33-71 % dari pencahayaan maksimum dengan angka tahunan rata-rata 2000 jam. Umumnya nanas toleran terhadap kekeringan. Di daerah beriklim kering dengan 4-6 bulan kering tanaman nanas masih mampu berbuah, asalkan daerah tersebut memiliki kedalaman air yang cukup, yakni 50-150 cm. Nanas memiliki akar yang dangkal tetapi mampu menyimpan air (Anonim 3,2004).

## METODE PENELITIAN

### 3.1 Tempat penelitian

Penelitian dilakukan di beberapa tempat yang memiliki peralatan penunjang, diantaranya :

1. Laboratorium Kimia Bahan Pangan jurusan Ilmu Nutrisi dan Makanan Ternak Fakultas Peternakan Universitas Mataram untuk pengujian nilai kalor.
2. Laboratorium Kimia Analitik Fakultas MIPA Universitas Mataram untuk pengujian *specific gravity* dan distilasi.

### 3.2. Alat dan Bahan

#### 3.2.1 Alat penelitian

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Peralatan pengujian Nilai kalor :
  - a) 1341 Adiabatik bomb kalorimeter
  - b) Tabung oksigen
  - c) Timbangan digital
  - d) Pipet
  - e) Termometer
  - f) Penggaris
  - g) Kawat pijar (pemantik)
  - h) Cawan

i) Gelas ukur

j) Pinset

#### 2. Peralatan pengujian Specific gravity :

- a) Gelas ukur kecil
- b) Timbangan digital Sartorius
- c) Botol plastik
- d) Termometer digital

### 3.2.2 Bahan penelitian

1. Bahan produksi alkohol
  - a) Ekstrak nanas
  - b) Ragi / yeast
2. Bahan pengujian sifat fisik  
Bahan yang digunakan dalam pengujian sifat fisik ini adalah bioetanol yang terbuat dari ekstraknanas.

## 3.3. Tahap pembuatan bioetanol

### 3.3.1. Persiapan fermentasi

#### 1. Pembuatan media fermentasi dari Nanas

Nanas yang sudah dikupas dibersihkan dan dipisahkan dari bonggolnya kemudian dihancurkan dengan blender. Dalam proses penghancuran dengan blender ini buah nanas yang sudah dipersiapkan dimasukkan kedalam blender sesuai kapasitas blender kemudian ditambahkan air selanjutnya blender dihidupkan selama kurang lebih satu menit. Setelah itu blender dimatikan dan nanas yang sudah hancur kemudian ditempatkan pada wadah yang sudah disediakan. Untuk proses pembレンダー selanjutnya dilakukan dengan cara yang sama hanya saja tidak ditambahkan air lagi melainkan air digantikan oleh cairan nanas yang sudah diblender lebih dulu, hal ini dilakukan untuk meminimumkan air yang ikut terbawa dalam bahan yang akan difermentasikan .

#### 2. Mengatur volume bahan

Untuk mengatur volume bahan digunakan gelas ukur sebagai takaran. Volume bahan baku fermentasi sebanyak 14 liter dibagi kedalam sembilan bagian untuk menjadi sampel, dimana setiap bagian memiliki volume 1,5 liter.

### 3.3.2. Proses fermentasi

Setelah volume bahan (dalam bentuk bubur) atau sampel ditentukan kemudian dilakukan fermentasi terhadap sampel, yaitu dengan menambahkan ragi

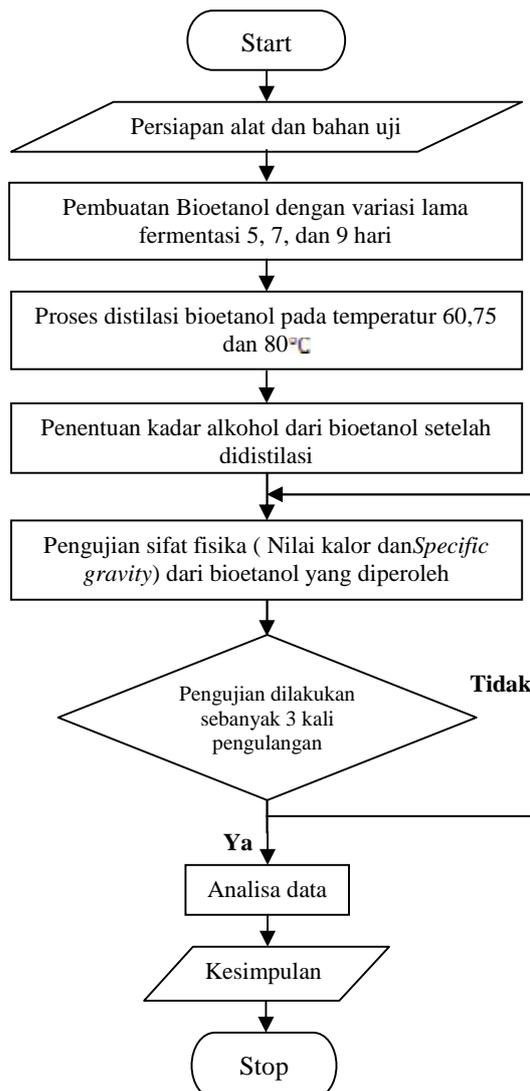
tape yang telah dihaluskan kedalam sampel tersebut sebanyak 75gram atau sebanyak 4,3% dari massa sampel yang besarnya 1750gr. Jumlah ragi untuk setiap sampel disamakan. Setelah proses peragian selesai wadah tempat fermentasi kemudian ditutup rapat dan dibiarkan pada lama fermentasi yang telah ditentukan.

Setelah proses fermentasi berakhir langkah selanjutnya adalah pengambilan cairan fermentasi dimana proses ini dilakukan dengan cara memeras bahan fermentasi yang tadinya berbentuk bubuk untuk dipisahkan antara cairan ekstraknya dengan serat/ampasnya yang berupa padatan.

### 3.3.3. Proses distilasi

Setelah diperoleh cairan hasil fermentasi kemudian dilakukan proses distilasi untuk memperoleh bioetanol.

### 3.3.4 Diagram Alir Penelitian



## HASIL DAN PEMBAHASAN.

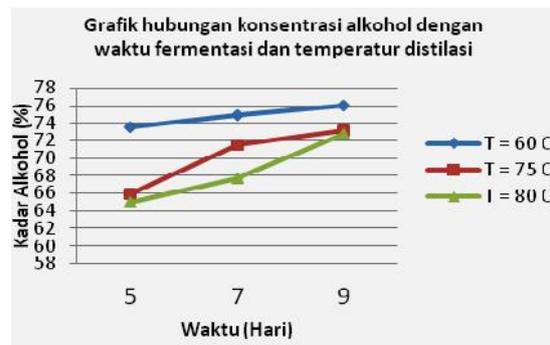
### 4.1 Penentuan kadar alkohol

Untuk lebih jelasnya hasil pengujian pengaruh waktu fermentasi dan temperatur distilasi dapat kita lihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 4.1 pengaruh waktu fermentasi dan temperatur distilasi terhadap kadar alkohol

Lama Fermentasi (hari)	Temperatur distilasi (°C)	Volume akhir distilat (alkohol) (ml)	Kadar alkohol (% wt)
5	60	64	73,61
7	60	52,3	74,90
9	60	51	76,03
5	75	86,3	65,92
7	75	75	71,48
9	75	58,3	73,19
5	80	95	65,01
7	80	95,7	67,74
9	80	87	72,79

Dalam tabel diatas kadar alkohol dan volume dituliskan dalam nilai rata-rata dari tiga kali pengulangan yang dilakukan selama pengujian.



Gambar 4.1

Alkohol diperoleh melalui fermentasi karbohidrat dengan bantuan katalis (ragi). Dimana selama proses tersebut sekumpulan bakteri yang terdapat didalam ragi akan menguraikan karbohidrat menjadi glukosa yang kemudian glukosa diuraikan menjadi alkohol yang merupakan salah satu dari produk fermentasi yang kita harapkan dalam panelitian ini.

Dari tabel 4.1 dan gambar 4.1 ditunjukkan bahwa semakin lama fermentasi

berlangsung alkohol yang dihasilkan juga akan semakin banyak. Dalam gambar 4.1 diperlihatkan bahwa kadar alkohol tertinggi diperoleh pada waktu fermentasi 9 hari selanjutnya diikuti oleh waktu fermentasi 7 hari dan yang paling rendah adalah pada waktu 5 hari. Seperti yang sudah dijelaskan, jumlah mikroba antara lain dipengaruhi oleh waktu fermentasi, yakni semakin lama fermentasi berlangsung jumlah mikroba juga akan semakin banyak sehingga alkohol yang dihasilkan juga semakin banyak. Proses ini akan berhenti jika kadar alkohol sudah meningkat sampai tidak dapat ditolerir lagi oleh mikroba.

Disamping itu jika kita perhatikan kembali pada grafik diatas kita akan melihat bahwa temperatur distilasi juga memiliki pengaruh terhadap kadar alkohol. Dari pengujian yang dilakukan terlihat bahwa antara temperatur distilasi dengan kadar alkohol terdapat hubungan keterbalikan dalam arti apabila distilasi berlangsung pada temperatur yang relatif tinggi misalnya pada temperatur 80°C maka kadar alkohol yang didapatkan akan lebih rendah jika dibandingkan dengan proses distilasi yang dilakukan pada temperatur yang lebih rendah, misalnya 60°C. Hal demikian terjadi karena pada proses distilasi yang berlangsung pada temperatur yang lebih tinggi akan terdapat jumlah air yang lebih banyak menyertai alkohol dibandingkan apabila proses tersebut dilakukan pada temperatur yang lebih rendah. Oleh karena itu perbandingan antara alkohol dengan air pada hasil distilasi yang dilakukan pada temperatur yang tinggi akan bernilai lebih kecil jika dibandingkan dengan perbandingan alkohol dengan air pada hasil distilasi yang diperoleh melalui proses distilasi pada temperatur yang rendah.

#### 4.2 Perhitungan Specific Gravity (SG)

Tabel 4.2 Hasil pengukuran massa dan densitas aquades

Nama substansi	Volume (ml)	Massa (gr)	Densitas (gr/ml)
Aquades	25	24,0552	0,9622
Aquades	25	24,0734	0,9629
Aquades	25	24,1107	0,9644
<b>Rata-rata</b>	<b>25</b>	<b>24,0798</b>	<b>0,9632</b>

Perhitungan untuk data pengujian bioetanol dengan lama fermentasi 5 hari dan

temperatur distilasi 60°C adalah sebagai berikut.

Diketahui : Densitas etanol = 0,81906 gr/ml  
Volume = 25 ml  
Densitas Air = 0,9632 gr/ml

$$SG = \frac{\text{Densitas etanol}}{\text{Densitas air}}$$

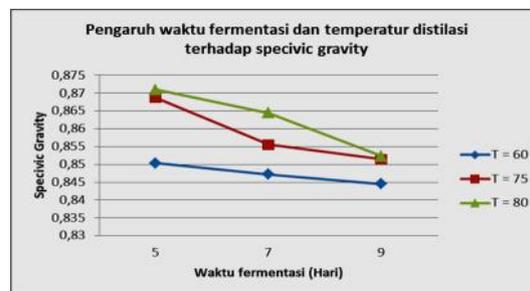
$$SG = \frac{0,81906}{0,9632} = 0,85035$$

Untuk perhitungan selanjutnya dilakukan dengan cara yang sama seperti diatas dan hasilnya ditabelkan sebagai berikut.

Tabel 4.3 Nilai rata-rata densitas dan specific gravity pada tiap variasi lama fermentasi dan temperatur distilasi

Lama fermentasi (Hari)	Temperatur Distilasi (°C)	Densitas rata-rata (gr/ml)	Specific Gravity
5	60	0,81906	0,85036
5	75	0,83681	0,86879
5	80	0,83893	0,87098
7	60	0,81604	0,84722
7	75	0,82404	0,85552
7	80	0,83267	0,86448
9	60	0,81340	0,84448
9	75	0,82006	0,85139
9	80	0,82096	0,85233

Nilai densitas dan specific gravity pada tabel diatas adalah nilai rata-rata dari tiga kali pengulangan. Data selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 1.



Gambar 4.2

Pada tabel 4.3 dan gambar 4.2 ditunjukkan pengaruh lama fermentasi dan temperatur distilasi terhadap specific gravity dari

alkohol yang dihasilkan. Dari pengujian yang dilakukan ditemukan bahwa lama fermentasi memiliki pengaruh terhadap *specivic grvity* alkohol yang diuji dimana pengaruh tersebut berupa suatu penurunan dalam nilai *specivic gravity* seiring bertambahnya waktu. Seperti yang kita ketahui sebelumnya bahwa semakin lama fermentasi berlangsung maka jumlah mikroba yang dibutuhkan dalam proses tersebut juga akan semakin bertambah, sehingga dengan semakin meningkatnya jumlah mikroba maka semakin banyak pula karbohidrat yang terurai menjadi alkohol. Dengan meningkatnya jumlah alkohol ini maka secara otomatis berat atau densitas daripada campuran alkohol-air akan semakin rendah yang mana hal ini juga yang menyebabkan *specivic gravity* dari campuran tersebut memiliki nilai yang rendah.

Selain itu temperatur juga memiliki pengaruh terhadap *specivic gravity*, hanya saja hubungan yang terjadi antara *specivic gravity* dengan temperatur berlangsung secara sebanding, artinya, semakin tinggi temperatur akan semakin tinggi pula nilai *specivic gravity*. Hal ini disebabkan karena ketika distilasi dilakukan pada temperatur yang tinggi misalnya 80°C maka jumlah air yang menyertai alkohol juga akan tinggi begitu juga sebaliknya dan oleh karenanya densitas dari pada hasil distilasi juga akan tinggi. Berhubung *specivic gravity* merupakan perbandingan antara densitas substansi terhadap densitas air, maka jelaslah bahwa apabila densitas substansi semakin tinggi maka *specivic gravity* juga akan tinggi.

#### 4.3 Perhitungan Nilai kalor (NK)

Untuk Etanol 65,014% (E 65,01) perhitungan Nilai kalor atas dan Nilai kalor bawah diberikan sebagai berikut :

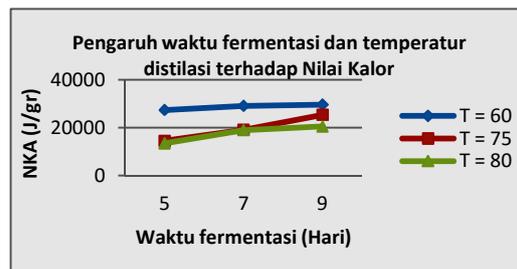
$$NKA = \frac{(2000 + 473) \times 4,179 \times 1,2 - (8,0 \times 6,92)}{1,0705}$$

$$NKA = 11533,15 \text{ J/gr}$$

$$NKB = 11533,15 - (0,2080 \times 2442)$$

$$NKB = 11025,21 \text{ J/gr}$$

Untuk data selanjutnya perhitungan dilakukan dengan cara yang sama seperti perhitungan diatas dan hasilnya secara lengkap dapat dilihat pada lampiran 2.



Gambar 4.3

Dari grafik diatas terlihat bahwa nilai kalor dari etanol yang dihasilkan menunjukkan peningkatan dengan semakin lamanya fermentasi dan menurunnya temperatur distilasi. Hal ini disebabkan karena semakin lama fermentasi berlangsung dan pada temperatur distilasi yang rendah maka kadar alkohol yang dihasilkan juga semakin tinggi. Dari hasil pengujian yang diperoleh terlihat bahwa semakin tinggi kadar alkohol, perbedaan temperatur yang dihasilkan akan semakin besar, dimana hal ini secara tidak langsung telah menunjukkan bahwa bioetanol yang memiliki kadar alkohol yang lebih tinggi cenderung akan melepaskan panas yang lebih besar jika dibandingkan dengan bioetanol dengan kadar yang lebih rendah.

Dari pengujian yang dilakukan didapatkan nilai kalor paling tinggi sebesar 29679,47 J/gr, nilai ini diperoleh pada variasi lama fermentasi 9 hari dengan temperatur distilasi sebesar 60°C. Selanjutnya, nilai yang paling rendah diperoleh sebesar 13458,48 J/gr, nilai ini diperoleh pada variasi lama fermentasi 5 hari dengan temperatur distilasi sebesar 80°C.

Dari hal tersebut diatas sekiranya dapat dipahami bahwa nilai kalor dipengaruhi oleh faktor-faktor yang juga mempengaruhi kadar alkohol, contohnya, pada penelitian ini adalah lama proses fermentasi dan temperatur distilasi. Namun yang perlu diperhatikan dalam hal ini adalah temperatur distilasinya, karena hal ini memiliki hubungan dengan jumlah etanol yang dihasilkan, dimana semakin tinggi temperatur semakin tinggi pula jumlah etanol yang diperoleh, tetapi kadarnya semakin rendah, oleh karena itu nilai kalornya juga akan rendah.

## KESIMPULAN

Dari penelitian yang dilakukan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Kadar etanol selain dipengaruhi oleh lama fermentasi juga dipengaruhi oleh temperatur distilasi,
2. Nilai *specivic gravity* yang diperoleh berbanding terbalik terhadap kadar alkohol yang didapat.
3. Nilai kalor dari etanol mengalami peningkatan seiring dengan peningkatan kadar etanol.

## SARAN

Ikuti semua aturan yang berlaku dikampus agar proses pengerjaan tugas akhir berjalan lancar.

## DAFTAR PUSTAKA

- Afrianti, H. L., 2004, *Fermentasi*, <http://www.forumsains.com/index.php/topic.783.msg2697>.
- Anonim 1, 1980, *Pembuatan Ragi Tape*, [http://iptek.apjii.or.id/data/pangan/katalog\\_ipb.htm](http://iptek.apjii.or.id/data/pangan/katalog_ipb.htm).
- Anonim 2, 2004, *Bahan bakar dan pembakaran*, [www.energyefficiencyasia.org](http://www.energyefficiencyasia.org).
- Anonim 3, 2004, *TTG Budidaya Pertanian*, <http://www.warintek.ristek.go.id/pertanian/nenas.pdf>.
- Anonim 4, 2007, *Bahan bakar*, <http://www.chemeng.ui.ac.id>.
- Anonim 5, 2012, *Bahan bakar berdasarkan fasenya*, [http://id.wikipedia.org/wiki/Bahan bakar](http://id.wikipedia.org/wiki/Bahan_bakar).
- Anonim 6, 2012, *Dasar pembakaran dan bahan bakar*, [http://en.wikipedia.org/wiki/Heat\\_of\\_combustion#Heating\\_value](http://en.wikipedia.org/wiki/Heat_of_combustion#Heating_value).
- Anonim 9, 2012, *Proses produksi bioetanol*, [http://id.wikipedia.org/wiki/Bahan\\_bakar\\_etanol#Sumber](http://id.wikipedia.org/wiki/Bahan_bakar_etanol#Sumber).
- Fardiaz, S., 1992, *Mikrobiologi Pangan 1*, Jakarta: PT. Gramedia Utama Pustaka, hal 62, 105, 110, 245, 246, dan 235.
- KusumaWijaya, Bagus I Gusti, 2010, *Pengolahan sampah organik menjadi etanol dan pengujian sifat fisika Biogasoline*.
- Maimuna, S., 2004, *Pengaruh interaksi variasi suhu dan lama fermentasi terhadap kadarglukosa dan kadar alkohol tape ketan hitam*, Malang: Skripsi tidak diterbitkan. Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Malang.
- Tarigan, J., 1988, *Pengantar Mikrobiologi Umum*, Jakarta: Departemen Pendidikan dan Kebudayaan Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Proyek Pengembangan Lembaga Pendidikan Tenaga Pendidikan.
- Winarno, F.G, 1984, *Pengantar Teknologi Pangan*, Jakarta: PT Gramedia.