

ISSN 1410 - 8569

# MAJALAH ILMIAH TEKNIK

Vol. 19 Nomor, 1 Nopember 2016

FAKULTAS TEKNIK



FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS AL WASHLIYAH ( UNIVA )  
MEDAN

---

# ILMIAH TEKNIK

---

## SUSUNAN TIM REDAKTUR :

Penasehat : Rektor Universitas Al Washliyah (UNIVA) Medan

Penanggung Jawab : Dekan Fakultas Teknik UNIVA Medan

### Dewan Redaksi :

Ketua : Ir. H. Hasbullah Penggabean, MT  
Sekretaris : Gimelliya Saragih, ST, M. Si

Anggota Redaksi : 1. Dr. Ir. H. A. Jabbar Mirja Rambe, M.Eng  
2. Ir. H. Aliman Saragih, M.Si  
3. Ir. H. M. Noor El Husein, MT  
4. Ir. Zulkifli, MT  
5. Dr. Ir. Misdawati, M.Si  
6. Ir. Muksin Rasyid, MT  
7. Ir. Abdul Hakim Butar-Butar, MT  
8. Ir. H. Syafriman Rivai  
9. Ir. Rena Arifah  
11. Ir. Arlen Sembiring  
12. Awaluddin Sitorus, S.S, ST, M.Pd

Administrasi & Distribusi : 1. Dra. Nur Asyiah Siregar  
2. Abdillah, ST, MM  
3. Joharsyah, ST, SH

Diterbitkan Oleh : Fakultas Teknik Universitas Al Washliyah (UNIVA) Medan

Alamat Redaksi :  
FAKUTAS TEKNIK UNIVERSITAS AL WASHLIYAH (UNIVA)  
Jl. Sisingamangaraja Km. 5,5 No. 10 C Telp. 061-7870166 Medan 20147

## DAFTAR ISI

Abu Vulkanik Gunung Sinabung Sebagai Filler Pengganti Semen Untuk Meningkatkan Nilai Kuat Tekan Dan Daya Dukung Pada Tanah Lempung ..... ( <b>Debby Endriani</b> )	1-7
Sistem Pengereman Otomatis Pada Mobil dengan Memanfaatkan Mikrokontroler Menggunakan Fuzzy Sugeno ..... ( <b>Ade Zulkarnain Hasibuan<sup>1</sup>, Ilham Faisal<sup>2</sup>, Ratna Simatupang<sup>3</sup></b> )	8-19
Variasi Penggunaan Campuran Cangkang Kerang Agregat Kasar Terhadap Karakteristik Marshall Campuran Aspal Beton Pada Proyek Kota Tanjung Balai ..... ( <b>Ahmad Bima Nusa, ST. MT.<sup>1</sup>, Kartika Indah Sari, ST. MT.<sup>2</sup></b> )	20-24
Pemanfaatan Data Warehouse Dalam Penyusunan Borang Akreditasi Standar 4 Dan Standart 7 (Studi Kasus Sekolah Tinggi Teknik Harapan (Stth) Medan) ..... ( <b>Boni Oktaviana<sup>1</sup>, Nenna Irsa Syahputri<sup>2</sup></b> )	25-32
Analisis Implementasi Dynamic Port Knocking Pada Serangan Dos .... ( <b>Tengku Mohd. Diansyah<sup>1</sup> Tommy<sup>2</sup></b> )	33-38
Analisa Kekuatan Tarik Material Komposit Diperkuat Serbuk Arang Tempurung Kelapa ..... ( <b>Din Aswan Amran Ritonga<sup>1</sup>, Fadly Ahmad Kurniawan<sup>2</sup></b> )	39-44
Optimasi Pemanfaatan Limbah Buah Salak Sebagai bahan bakar alternatif bioetanol ..... ( <b>Uun Novalia Harahap<sup>1</sup>, Muhammad Idris<sup>2</sup>, Junaidi<sup>3</sup></b> )	45-54
Parkir Otomatis Dengan Deteksi Plat Kendaraan Dan Garis Tangan Menggunakan Metode <i>Backpropagation</i> Dan Algoritma <i>Fraktal</i> ..... ( <b>Sayuti Rahman<sup>1</sup> Rosyidah Siregar<sup>2</sup></b> )	55-61
Analisa Usaha Keripik Singkong Pada UD. Rezeki Baru Medan (Kajian Aspek Finansial Dan Non Finansial) ..... ( <b>Uun Novalia Harahap<sup>1</sup>, Siti Fitriani<sup>2</sup></b> )	62-75
Pengaruh Laku Cair Terhadap Sifat Mekanik Besi Scrap ..... ( <b>Muksin R. Harahap</b> )	76-83
Peranan Transportasi Perkotaan Dalam Pengembangan Wilayah Dan Lingkungan ..... ( <b>Syafriman Rivai</b> )	84-91

# OPTIMASI PEMANFAATAN LIMBAH BUAH SALAK SEBAGAI BAHAN BAKAR ALTERNATIF BIOETANOL

Uun Novalia Harahap<sup>1</sup>, Muhammad Idris<sup>2</sup>, Junaidi<sup>3</sup>  
Staf Pengajar Sekolah Tinggi Teknik Harapan  
Jalan HM. Joni 70 Medan 20218, Medan  
<sup>1</sup>email : uun379@gmail.com

## RINGKASAN

Penggunaan bahan bakar fosil dalam jumlah yang besar, selain menyebabkan pemanasan global juga menyebabkan krisis energi. Indonesia merupakan salah satu negara berkembang yang mengkomsumsi energi fosil dalam jumlah banyak. Sumber energi terbarukan berasal dari biomassa sangat melimpah, bahkan memiliki potensi pengembangan mencapai 99% dari total sumber yang ada. Salak merupakan biomassa yang banyak dibudidayakan oleh petani khususnya daerah Deli Serdang, namun pengolahan pra panen dan pasca panen masih menemukan kendala. Secara teoritis semua biomassa termasuk buah salak mengandung glukosa dalam jumlah persentasi yang berbeda-beda. Bahan glukosa yang terdapat pada buah salak jika defermentasi dapat menghasilkan bioethanol. Hasil pengujian dengan menggunakan etanol meter menunjukkan bahwa kandungan bioethanol dari buah salak sebesar 10 %. Pembakaran langsung dilakukan pada larutan bioethanol dengan laju panas 0.83 °C/detik.

Kata Kunci: Salak, Fermentasi, Destilasi, Bioethanol.

## Abstrac

The use of fossil fuels in large numbers, in addition to causing global warming is also causing an energy crisis. Indonesia is one of the developing countries that consume fossil fuels in large quantities. Renewable energy source derived from biomass are very abundant, and even has the potential of development reached 99% of the total available resources. Salak is biomass cultivated by farmers in particular areas of Deli Serdang, but the processing of pre-harvest and post-harvest still find obstacles. Theoretically all biomass including fruits has contents amount of glucose in varying percentages. Materials glucose contained in salaca if fermented can produce bioethanol. Results of testing by using ethanol meter shows that bioethanol content of salak fruit by 10%.

Direct combustion of bioethanol is done in a solution at a rate of 0.83°C heat/sec.

## 1. PENDAHULUAN

Hasil kajian ilmiah telah membuktikan bahwa aktivitas manusia menyebabkan perubahan iklim di muka bumi ini. Ironisnya, isu ini masih dianggap masalah teknis lingkungan belaka, yang tidak ada kaitannya dengan pembangunan infrastruktur. Sumber energi fosil, seperti batu bara minyak dan gas bumi masih menjadi andalan sebagai sarana untuk mempercepat pembangunan suatu negara khusus bagi negara yang sedang berkembang. Penggunaan bahan bakar fosil dalam jumlah yang besar, selain menyebabkan pemanasan global juga menyebabkan kepada krisis energi.

Indonesia merupakan salah satu negara yang mengkomsumsi energi fosil dalam jumlah banyak. Menurut catatan Outlook Energi indonesia 2012 konsumsi energi indonesia meningkat secara historikal dengan pertumbuhan rata-rata 3.09% dari tahun 2000 hingga 2010, dimana jumlahnya meningkat dari 737 juta Setara Barel Minyak (SBM) pada 2010 menjadi 1012 SBM pada 2010 [1]. Kondisi ini bila dibiarkan secara berlarut-larut tanpa ada perubahan pola hidup rakyat Indonesia dalam hal konsumsi energi, maka akan berdampak pada krisis energi bagi rakyat indonesia. Disisi lain jumlah sumber energi terbarukan sebagai energi alternatif berasal

dari biomassa sangat melimpah untuk menggantikan energi fosil tersebut. Salah satu produk biomassa yang berasal dari tumbuhan adalah buah-buahan. Buah salak merupakan salah satu buah yang dapat dikonversi menjadi energi alternatif, yaitu sebagai bahan bakar bioetanol. Penangan buah salak pada pra panen dan pasca panen masih relatif sulit dan selalu menemukan permasalahan. Buah yang gugur pra panen jika dibiarkan di bawah pohonnya akan mengundang berbagai macam bakteri dan kutu buah. Bakteri dan kutu buah tidak berhenti menyerang buah yang gugur saja namun juga menyerang buah yang masih baik, secara otomatis akan merusak buah yang baik pula. Jika hal ini dibiarkan secara berlaru-larut maka akan merusak semua buah. Oleh karena itu buah yang gugur pra panen harus segera dibersihkan dan dimusnahkan agar terhindar dari permasalahan tersebut. Selama ini perlakuan pada buah gugur pra panen hanya sebatas mengubur ke dalam tanah. Buah salak yang telah dipanen juga tidak semua mampu terjual ke pasar, syarat buah agar laku dipasaran harus mempunyai kualitas yang baik. Untuk mempertahankan kualitas buah ada beberapa hal yang perlu diperhatikan, yaitu melakukan sortasi (pemilihan) bentuk, ukuran, rasa, dan kondisi. Setelah dilakukan sortasi, buah yang dianggap memiliki kualitas baik kemudian dipasarkan. Buah yang tidak masuk ke dalam kriteria berkualitas baik akhirnya dimanfaatkan lagi dalam produk turunan, seperti untuk manisan, asinan, kripik, es krim buah dan lain-lain, sebagai mana kasus sebelumnya, penjualan dalam bentuk turunan kedua juga masih menyisakan permasalahan, diantaranya pangsa pasar yang masih relatif kecil. Sehingga jumlah produksi bertambah namun jumlah penjualan masih sedikit, akibatnya tidak sebanding antara antara produksi dengan penjualan. Hal ini semakin menambah panjang deret permasalahan, dimana pengolahan produk turunan dalam bentuk bahan baku menjadi barang siap konsumsi membutuhkan biaya operasional yang relatif mahal. Selain permasalahan tersebut masih ada sisa limbah berupa kulit dan biji yang juga terbuang begitu saja. Untuk menyelesaikan permasalahan sesuai dengan penjelasan diatas (krisis energi) dapat dilakukan dengan merencanakan

ketahanan energi bagi skala rumah tangga berbasis energi terbarukan. Adapun Tujuan dari penelitian ini adalah Menguji rasio jumlah produk masukan dengan produk luaran, Mendapatkan kadar bioethanol, dan Membandingkan laju panas antara bioethanol dengan alcohol 90%. Adapun rencana pemecahan masalah diatas dilakukan dengan

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Biomassa

Biomassa merujuk pada bahan organik yang berasal dari tumbuhan atau hewan secara umum [2]. Namun menurut Konvensi Kerangka Kerja PBB tentang perubahan iklim (United Nation Framework Convention on Climate Change ; UNFCCC, 2005) adalah " *Bahan organik non fosil dan biodegradable yang berasal dari tanaman, hewan dan mikro-organisme. Hal ini juga mencakup produk, turunan produk, residu dan limbah dari pertanian, kehutanan dan industri terkait serta non-fosil dan biodegradable fraksi organik dari limbah industri kota*".

### 2.2. Buah Salak

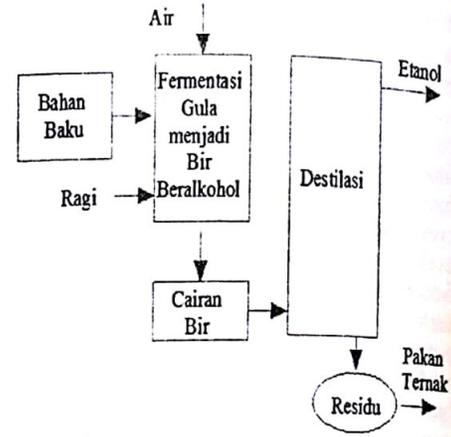
Salak merupakan tanaman asli Indonesia yang buahnya banyak digemari masyarakat karena rasanya manis, renyah dan kandungan gizi yang tinggi. Di Indonesia, buahnya yang sudah matang dapat dijadikan manisan dan asinan. Salak dalam bahasa ilmiahnya adalah *salacca zalacca* [4] merupakan tanaman asli indonesia yang buahnya banyak digemari masyarakat kerana rasanya manis, renyah, dan kandungan gizi yang tinggi. Buah salak selain memiliki gizi yang baik, juga memiliki kandungan etanol yang dapat dijadikan bahan bakar alternatif. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan [5], bahwa sifat kimia dari buak salak bervariasi berdasarkan kondisi perlakuan. Namun secara umum bahwa salak memiliki sukrosa 13.16 – 16.83%, asam 8.8 – 12.1% dan air 42.06 – 44.65%.

### 2.3. Konversi Biomassa

Biomassa dapat dikonversi menjadi energi yang selanjutnya disebut bioenergi/ energi alternatif dilakukan

melalui dua cara, yaitu dengan jalur termokimia dan jalur biokimia. Sebagai mana yang dijelaskan pada bagan 2.1. [2] sebagai berikut. Pada penelitian ini penulis mengambil jalur fermentasi dan pirolisis sebagai proses konversi biomassa menjadi energi, dalam hal ini buah salak dikonversi menjadi bioetanol dengan proses pembasian (fermentasi). Kedua cara ini dilakukan untuk mendapatkan hasil yang optimal. Dimana hasil utama yang diharapkan berupa cairan (Bioetanol) dan hasil yang kedua berupa gas.

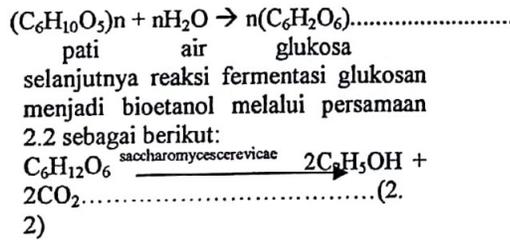
anaerobik, produk dari proses fermentasi adalah dalam bentuk cair [2]. Bagan 1 merupakan skema pembentukan bahan baku biomassa menjadi etanol/ bioetanol dengan proses fermentasi dan destilasi.



Bagan 1. Proses Fermentasi

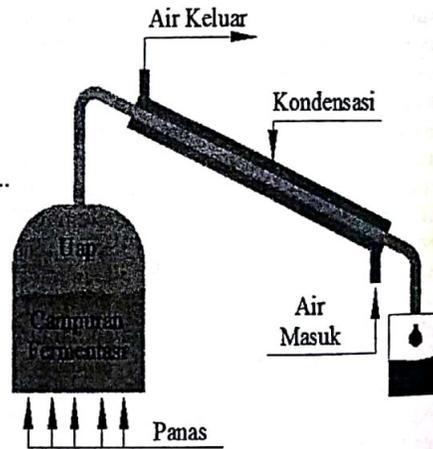
2.4. Kinematika Fermentasi

Fermentasi berasal dari kata latin "fervere" yang berarti mendidih yang menunjukkan adanya aktivitas dari yeast pada ekstrak buah-buahan atau biji-bijian. Sedangkan dalam mikrobiologi industri fermentasi diartikan sebagai suatu proses untuk mengubah bahan baku menjadi suatu produk oleh mikroba. Hamir mampu memfermentasi glukosa, fluktoksa dan maltosa menjadi bioetanol namun masing-masing spesies mempunyai kecepatan yang berbeda di dalam menggunakan jenis gula yang ada [2]. Pada fermentasi buah salak terjadi perubahan pati menjadi glukosa dan glukosa menjadi bioetanol. Reaksi hidrosis pati berlangsung mengikuti persamaan reaksi 2.1 berikut:



Fermentasi merupakan metode untuk merubah biomassa menjadi gula dengan menggunakan asam atau enzim. Gula tersebut kemudian dirubah menjadi etanol atau bahan kimia lainnya dengan bantuan ragi. Dalam kasus ini lignin tidak dirubah dan dibiarkan baik untuk pembakaran atau untuk keonversi termokimia menjadi bahan kimia. Tidak seperti pada proses pencernaan

Destilasi/penyulingan adalah proses pemisahan bahan kimia berdasarkan perbedaan titik didih.

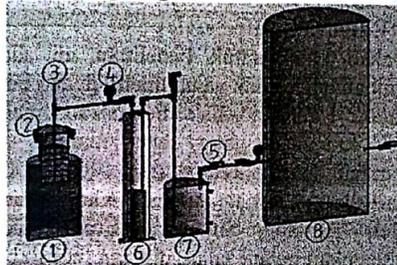


Gambar 1. Proses Destilasi

2.5. Pirolisis

Pirolisis hampir sama dengan destilasi perbedaanya ialah, pirolisis merupakan

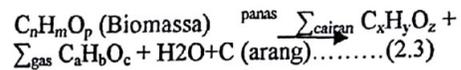
proses penguraian biomassa secara termokimia menjadi tiga produk luaran yaitu cair, padat dan gas, tanpa adanya pasokan udara atau dengan sedikit udara. Pada saat yang sama jika temperature kerja destilasi diteruskan maka secara otomatis bahan fermentasi akan mengalami penguraian molekul, sebagaimana pada proses pirolisis. Selama pirolisis berlangsung molekul hidrokarbon dari biomassa akan terurai menjadi lebih kecil dan membentuk molekul gas, cair dan padat yang sederhana [4]. Seperti yang ditunjukkan pada gambar 2, merupakan skematik proses pirolisis. 1. Tungku pemanas; 2. Bejana reaktor; 3. Termokopel; 4. Pressure gauge; 5. Katup; 6. Perangkap tar; 7. Perangkap CO; 8. Tabung Penampung biogas.



Gambar 2. Proses Pirolisis

Produk awal dari pirolisis adalah gas terkondensasi dan arang padat. Gas terkondensasi dapat memecah lebih lanjut

kepada gas nonkondensasi (CO, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub> dan CH<sub>4</sub>, cair dan arang. Dekomposisi ini terjadi sebagian melalui fase gas reaksi homogen dan melalui gas-solid fase reaksi termal heterogen. Dalam reaksi fase gas uap yang terkondensasi menjadi pecahan molekul yang kecil dari gas permanen nonkondensasi seperti CO dan CO<sub>2</sub>. Reaksi pirolisis dapat digambarkan melalui persamaan 2.2 sebagai berikut:



### 2.6. Komposisi Biomassa

Biomassa memiliki komposisi yang beragam, beberapa komponen utama dari biomassa adalah selulosa, hemiselulosa, lignin, kanji dan protein. Pohon biasanya mengandung selulosa, hemiselulosa dan lignin yang memiliki jumlah persentasi yang berbeda satu sama lain. Jenis biomassa yang berbeda memiliki komponen yang berbeda, misalnya gandum memiliki kadar pati yang tinggi, sedangkan limbah peternakan memiliki kadar protein yang tinggi. Karena komponen ini memiliki struktur kimia yang berbeda, maka reaktivitasnya juga berbeda [3].

Tabel 1. Komponen Biomassa

Kategori Biomassa	Laut	Air Tawar	Herba	Kayu	Limbah
	Rumput Coklat	Eceng gondok	Rumput Bermuda	Hybrid Poplar	Bahan Bakar yang Diperoleh dari Sampah
Selulosa	4.8	16.2	31.7	41.3	65.6
Hemiselulosa	0	55.5	40.2	32.9	11.2
Lignin	0	6.1	4.1	25.6	3.1
Manitol	18.7	-	-	-	-
Alginin	14.2	-	-	-	-

Berdasarkan penelitian [5], bahwa buah-buahan mengandung beberapa komponen kimia. Hal ini ditunjukkan pada tabel 2.

Bahan	Komponen Kimia			
	Cellulosa	Hemicellulosa	Lignin	Abu
	%	%	%	%
Biomassa Algal	7.10 ± 0.2	16.3 ± 0.5	1.52 ± 0.2	1.80 ± 0.1
Kulit Jeruk	13.61 ± 0.6	6.10 ± 0.2	1.52 ± 0.3	1.50 ± 0.1
Kulit Lemon	12.72 ± 0.5	5.30 ± 0.2	1.73 ± 0.2	1.92 ± 0.2

### 2.7. Penelitian Fermentasi Salak

Analisis kualitatif terhadap bioetanol dari buah salak diperoleh dengan menggunakan alat Kromatografi Gas-Spektroskopi Massa (GS-MS). GS-MS ini hanya dapat digunakan untuk mendeteksi senyawa-senyawa yang mudah menguap. Glukosa, sakarosa bersifat tidak menguap, sehingga tidak terdeteksi dengan alat GS-MS. Analisis GC-MS bertujuan untuk mengetahui jumlah etanol dari hasil fermentasi. Sampel yang dianalisis dengan menggunakan GC-MS adalah hasil fermentasi dengan media salak busuk dengan salak bagus menggunakan variasi ragi roti [6]. Pada hasil akhir membuktikan bahwa kondisi salak yang baik menggunakan ragi roti merupakan media yang paling baik. Pada penelitian ini bahan baku salak bagus dan salak busuk masing-masing 1 kg. Fermentasi salak dilakukan selama 7 hari dengan penambahan ragi 7.5 % dan urea 1 %, pada temperatur 78-81 °C, maka diperoleh jumlah etanol dengan masing-masing campuran tersebut, seperti yang ini ditunjukkan pada table 3.

Tabel 3. Perolehan Etanol

Jenis sampel	Ragi roti	Ragi tape
Salak bagus	111 ml	103 ml
Salak busuk	104 ml	103 ml

Pengujian bioetanol ini dilakukan secara kualitatif dan kuantitatif. Pengujian kualitatif dilakukan untuk mengetahui kualitas bioetanol yang terkandung di dalam buah salak setelah perlakuan fermentasi dan destilasi. Sedangkan pengujian kualitatif dilakukan untuk mengetahui jumlah kuantitas alkohol di dalam buah salak. Berdasarkan penelitian diatas menyimpulkan bahwa analisis kualitatif dengan menggunakan kromatografi GC-MS, dari sampel menyatakan bahwa bobot molekul yang terkandung di dalam buah salak adalah 46 g/mol, hal ini menunjukkan bahwa sampel tersebut adalah senyawa etanol. Dari analisis kuantitatif bahwa bioetanol buah salak busuk dengan menggunakan ragi tape sebesar 103 ml, dengan kadar alkohol 82,50 %. Sedangkan salak busuk menggunakan ragi roti menghasilkan 104 ml etanol dengan kadar 83.33 %.

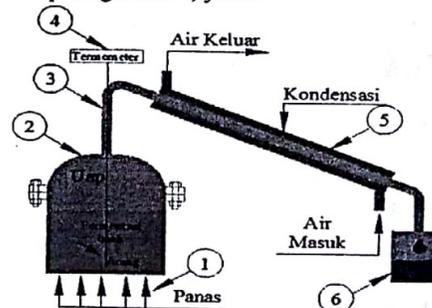
## 3. METODE PENELITIAN

### 3.1. Bahan Baku

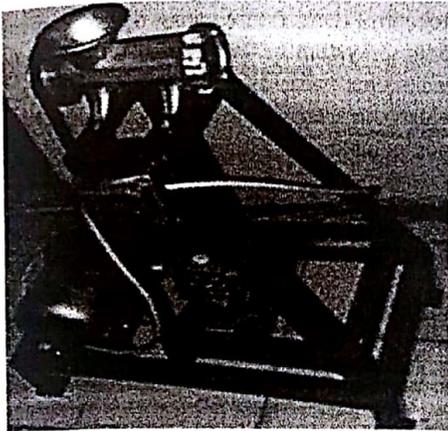
Bahan baku untuk penelitian ini adalah limbah buah salak yang diperoleh dari petani salak. Tanaman salak merupakan tanaman asli Indonesia yang dapat tumbuh pada daratan dengan ketinggian 100 – 500 m dari permukaan air laut [6]. Khusus daerah Deli Serdang Sumatera Utara banyak ditemukan petani salak, dimana limbah buah salak dapat diperoleh dengan biaya rendah atau gratis. Buah salak yang dipergunakan untuk bahan baku pembuatan bioetanol adalah buah kualitas rendah yang tidak layak jual, baik kondisi pra panen maupun pasca panen.

### 3.2. Peralatan Penelitian

Peralatan yang dipergunakan dalam penelitian ini seperti yang ditunjukkan pada gambar 4, yaitu :



1. Tungku/Sumber Panas
2. Tabung Reaktor
3. Pipa Aliran Uap
4. Termometer Tipe K
5. Kondensator
6. Tabung Penampungan Bioetanol
7. Mesin Penggiling/Blender



Gambar 3. Peralatan penelitian

### 3.3. Langkah-Langkah Penelitian

Penelitian ini dilakukan melalui beberapa langkah sebagai berikut:

1. Menyiapkan 10 kg buah salak dan memisahkan biji-biji
2. Menggiling daging buah salak
3. Memasukkan kedalam tabung fermentasi dan menambahkan air dengan jumlah persetasi 1:1
4. Melakukan fermentasi selama 3 – 14 hari Melakukan destilasi selama 1 jam dengan temperature kerja 50 – 90 °C

### 3.4. Variabel Penelitian

Proses fermentasi dan destilasi selanjutnya diteruskan pada proses pirolisis memiliki variabel. Dimana variabel tersebut menjadi parameter hasil penelitian ini. Adapun variabel tersebut adalah:

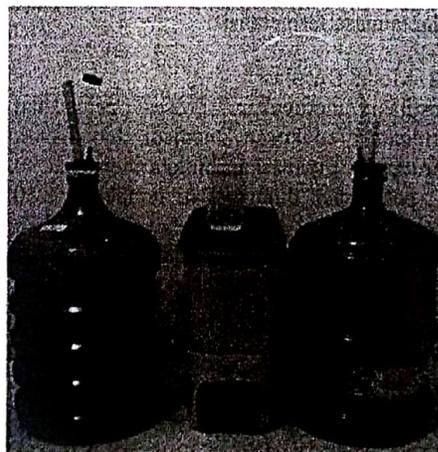
1. Laju pemanasan destilasi hingga proses pirolisis
  2. Jumlah bahan baku dan hasil luaran
  3. Persentasi bahan campuran fermentasi
- Hasil pengujian tersebut ditulis dalam bentuk tabulasi dan grafik. Selanjutnya hasil luaran dalam bentuk bioetanol akan diproyeksikan untuk kegunaan bahan bakar kompor rumah tangga.

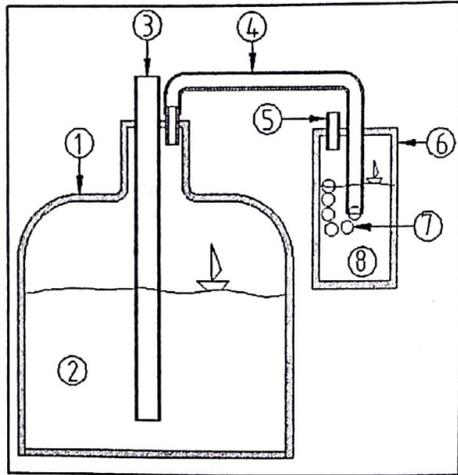
## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1. Model Fermentasi

Buah salak sebagai bahan baku utama yang dipergunakan untuk pembuatan bioethanol pada peneltian ini. Proses fermentasi dimulai dari pemilihan bahan baku (buah salak), dalam hal ini memanfaatkan limbah buah salak yang tidak layak jual. Daging buah salak sebanyak 10 kg yang telah dipisahkan dari kulit dan bijinya kemudian digilingan bersama campuran air 1 : 1 menggunakan mesin penggiling (blender) seperti yang telah dijelaskan pada bab 3. Selanjutnya proses pemisahan sari pati buah salak dari ampasnya sehingga diperoleh cairan sari pati untuk dilakukan fermentasi.

Total volume larutan sari pati salak sebanyak 10,000 ml dicampur dengan 500 gram larutan gula dimasukkan ke dalam wadah (tabung), selanjutnya memasukkan pupuk NPK dan urea masing-masing 5 gram, ragi 30 gram dan fermifan 30 gram. Tabung yang sudah diisi dengan larutan fermentasi tersebut selanjutnya ditutup dengan rapat, namun tetap menyediakan saluran masuk untuk penambahan larutan yang dibutuhkan dan saluran gas keluar. Hal ini bisa dilihat dari gambar 5.1 a dan b, dimana gambar 5.1. a merupakan proses fermentasi larutan glukosan dan gambar 5.1. b merupakan skema proses fermentasi larutan glukosan yaitu: 1. wadah (gallon air) untuk tempat larutan fermentasi glukosan; 2. larutan glukosan; 3. saluran masuk larutan gula; 4. saluran gas yang dihasilkan *saccharomyces cerevicae*; 5. saluran keluar gas; 6. gelas control gas; 7. gelembung gas; 8. air.





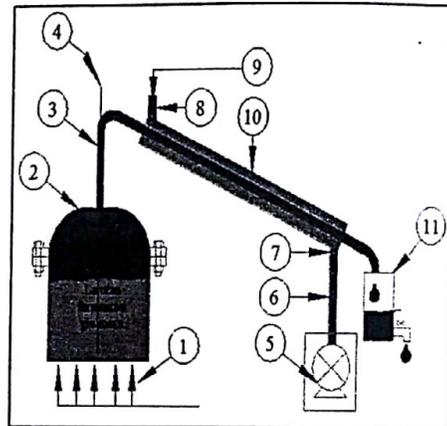
Gambar 4. Proses fermentasi larutan glukosan menjadi bioethanol.

Saluran keluar gas melalui selang dimasukkan kedalam botol berisi air yang berfungsi untuk memantau proses kerja dari *saccharomyces cerevicae* untuk menghasilkan bioethanol. Indikasi berlansungnya proses produksi bioethanol ditandai dengan gelembung-gelembung gas yang keluar dari dalam air botol pemantau. Penambahan larutan gula melalui saluran masuk yang tersedia dilakukan untuk mempertahankan kehidupan dari *saccharomyces cerevicae*, setiap kali gelembung-gelembung udara berhenti, Penambahan larutan gula ini dilakukan selama masa fermentasi.

#### 4.2. Model Destilasi

Destilasi merupakan proses pemisahan fermentasi glukosan menjadi bioethanol. Larutan ini dipanaskan hingga mencapai 90 °C, penguapan dimulai dari temperature 50 °C. Hal ini diperoleh berdasarkan pengamatan pada saat eksperimen dilakukan. Larutan glukosan yang menguap akan terkondensasi menjadi cairan (bioethanol), dimana kondensator menggunakan pendinginan air yang

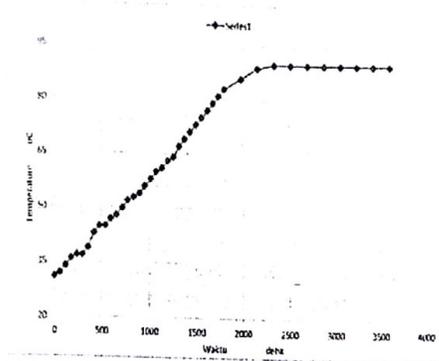
dipompakan selama proses destilasi berlangsung. Temperature air masuk dan keluar selalu dipantau pada temperature *ambient*. Pada eksperimen ini destilasi fermentasi glukosan dilakukan selama 60 menit dengan temperature kerja 50 - 90°C, sebagaimana temperature kerja destilasi yang ada pada penelitian-penelitian yang lain. Pada reactor (bejana destilasi) dipasang dua termokopel untuk memantau dan mengontrol temperature panas, demikian juga pada system kondensasi dipasang termokopel pada saluran masuk dan saluran keluar air, sebagaimana yang ditunjukkan pada gambar 5.2, dimana 1. Sumber panas; 2. uap larutan glukosan 3. pipa aliran uap; 4. Termokopel posisi atas dan bawah; 5. pompa air; 6. pipa air pendingin masuk; 7. termokopel untuk air masuk; 8. termokopel untuk air keluar 9. air pendingin keluar; 10. Kondensator; 11. bioethanol.



Gambar 5. Proses destilasi larutan glukosan menjadi bioethanol

Larutan fermentasi glukosa sebanyak 5 liter dipanaskan di dalam bejana, pada saat temperature mencapai 50 °C terlihat uap terkondensasi mulai mengalir dalam jumlah kecil, sebagaimana yang telah dielakan terdahulu. Proses ini berlangsung selama 60 menit dan temperature dipertahankan pada 90 °C. Proses destilasi ini dapat dilihat pada gambar 4.3, dimana temperature awal pada 31 °C dan meningkat secara perlahan hingga mencapai 90 dan dipertahankan pada temperature tersebut. Pada saat akhir proses, uap terkondensasi diperoleh 500 ml yang dianggap sebagai bioethanol. Berdasarkan

hasil tersebut maka hasil bioetanol yang diperoleh dari setiap liternya 10 %.



Gambar 6. Temperatur kerja destilasi

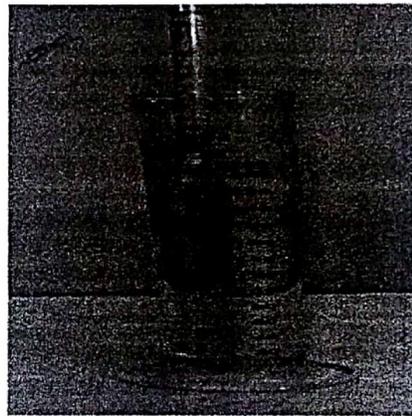
#### 4.3. Pengujian dan Hasil Destilasi

Proses destilasi yang dilakukan pada 5 liter larutan fermentasi glukosan menghasilkan 500 ml bioethanol. Proses selanjutnya adalah menguji kadar etanol yang terdapat pada larutan bioethanol yang diperoleh. Dalam pengujian ini kadar bioethanol hanya dengan menggunakan metode yang sangat sederhana, yaitu dengan melakukan pembakaran langsung pada cairan tersebut. Dengan mengambil 5 sampel pengujian, dimana tiap sampel adalah 5 ml, maka volume sisa dari larutan bioethanol dari tiap sampel tersebut sebanyak 4 ml, itu artinya bahwa bioethanol yang terbentuk sebanyak 1 ml. Hal ini dapat dilihat pada table 4.1. mengenai pengujian kadar bioethanol dengan asumsi bahwa larutan yang terbakar merupakan bioethanol dan sisanya merupakan air.

Tabel 4. Pengujian kadar bioethanol

No. Sampel	V1 (mL)	V2 (mL)	$\Delta V$ (mL)	$\Delta t$ (detik)
1	5	4	1	125
2	5	4	1	118
3	5	4	1	120
4	5	4	1	120
5	5	4	1	120

Pengujian dilakukan dengan metode yang sangat sederhana, yaitu dengan cara membakar langsung larutan bioethanol maka diperoleh kandungan bioethanol 25%. Selanjutnya pengujian dengan menggunakan alcohol meter. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat dengan cara membandingkan kedua hasil pengukuran. Gambar 4.4. merupakan proses pengukuran kadar bioethanol menggunakan alcohol meter. Pada pengukuran ini, kandungan bioethanol dalam larutan ini hanya mencapai 10 %. Hasil ini tentu berbeda dengan hasil pengukuran sebelumnya yaitu 25 %. Penulis berasumsi bahwa ada 15 % larutan rendah ethanol yang tak mampu terbakar, sehingga menambah volume dari sisa pembakaran pada pengukuran pertama.



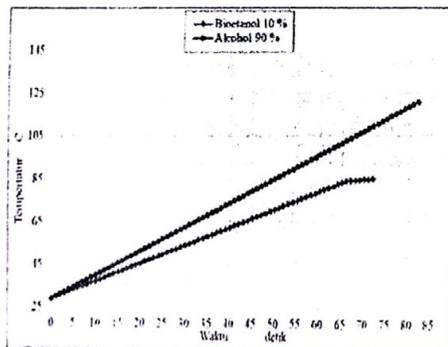
Gambar 7. Pengukuran kadar bioethanol

Proses selanjutnya merupakan proses komparasi antara bioethanol dengan alcohol yang umum dijual dipasaran. Peralatan yang diperlukan dalam pengujian ini adalah termokopel digital, stop watch dan pemantik api, seperti yang terlihat pada gambar 4.4 sebagai berikut.



Gambar 8. Peralatan pengujian laju panas dan interpal waktu mampu bakar

Tujuan pekerjaan ini adalah untuk mengetahui laju panas (*heating rate*) antara kedua larutan dan interval waktu dimana kedua bahan bakar tersebut mampu terbakar. Terlihat pada gambar 4.5, titik biru merupakan laju panas bioethanol, kadar 40 % dan titik orange merupakan laju panas alcohol. Bahwa laju panas pembakaran langsung pada bioethanol adalah 0.83 °C/detik selama kurun waktu 72 detik, sedangkan laju panas pada alcohol sebesar 1.12 °C/detik. Dengan demikian laju panas alcohol lebih tinggi dari pada laju pemanasan bioethanol. Kami berasumsi bahwa fenomena ini terjadi karena kadar alcohol dan kualitasnya yang berbeda antara kedua larutan ini. Jika dilihat dari interval waktu kemampuan bakar, bioethanol lebih rendah dari pada alcohol dimana 0.83 °C/detik dan 1.12 °C/detik.



Gambar 9. Grafik laju pemanasan

Ada beberapa factor yang biasa diambil sebagai alasan mengapa nilai laju panas dan durasi pembakaran bioethanol lebih rendah dari pada alcohol. Penulis berasumsi bahwa peralatan destilasi yang digunakan masih cukup sederhana dan proses fermentasi yang masih kurang efisien.

## 5. KESIMPULAN

Berdasarkan experiment dan pengujian yang dilakukan bahwa, dari proses destilasi 5000 ml selama 30 menit diperoleh hasil 500 ml. Pengukuran kandungan bioethanol dilakukan dua cara, yaitu dengan menggunakan etanol meter dan pembakaran langsung pada larutan tersebut. Pengukuran dengan menggunakan etanol meter menunjukkan kandungan bioethanol sebesar 10 %, berbeda dengan pembakaran langsung diperoleh 25%. Kami berasumsi bahwa selisih tersebut terjadi karena 15% bioethanol dalam kandungan rendah ikut terbakar. Bioethanol dalam kandungan rendah terjadi akibat temperature proses destilasi terlalu tinggi sehingga air ikut menguap dan tercampur. Laju panas bioethanol lebih rendah jika dibanding dengan alcohol biaya yang dijual bebas di pasaran yaitu 0.83 berbanding 1.12.

## 6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Adhi dkk, "Pengembangan Energi Masa Depan dalam Mendukung Pertumbuhan Ekonomi dan Ketahanan Energi Nasional," dalam *Outlook Energi Indonesia 2012*, Jakarta, Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi, 2012, p. 2.
- [2] P. Basu, *Biomass Gasification and Pyrolysis Practical Design and Theory*, Kidlington, Oxford, OX5 1GB, UK: Elsevier Inc. All rights reserved., 2010.
- [3] S. Yokoyama, *Buku Panduan Biomassa Asia*, Hiroshima: The University of Tokyo, Japan, 2008.
- [4] Wikipedia, "Baca," 17 Juli 2014.. [Online]. Available: <http://id.wikipedia.org/wiki/Salak>. [Diakses 06 Februari 2015].

- [4] C. R. Soccol dan dkk, "Lignocellulosic Bioethanol: Current Status and Future Perspectives," *Biofuels: Alternative Feedstocks and Conversion Processes Elsevier Inc.*, pp. 105-122, 2011.
- [6] H. Homma dan dkk, "Wood Pyrolysis in Pre-Vacuum Chamber," *Journal of Sustainable Bioenergy Systems*, vol. 3, pp. 243-249, 2013.