

TUGAS AKHIR

ANALISIS PERBANDINGAN KUALITAS BIOETANOL BERBAHAN BAKU LIMBAH BUAH DAN SAYUR DENGAN LIMBAH KULIT PISANG KEPOK MENGGUNAKAN DESTILATOR MODEL REFLUK

*Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik Mesin Pada Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

Disusun Oleh:

IMAM ARIF
1807230109



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2023**

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Imam Arif
NPM : 1807230109
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Tugas Akhir : Analisis Perbandingan Kualitas Bioetanol Berbahan Baku
Limbah Buah dan Sayur Dengan Limbah Kulit Pisang
Kepok Menggunakan Destilator Model Refluk
Bidang ilmu : Konversi Energi

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, Maret 2023

Mengetahui dan menyetujui :

Dosen Penguji I



Chandra A Siregar, S.T., M.T

Dosen Penguji II



Ahmad Marabdi Siregar, S.T., M.T

Dosen Penguji III



H. Muharnif M, S.T., M.Sc

Program Studi Teknik Mesin

Ketua,



Chandra A Siregar, S.T., M.T

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Imam Arif
Tempat /Tanggal Lahir: Medan, 27 Desember 1999
NPM : 1807230109
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Mesin

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan Tugas Akhir saya yang berjudul:

“Analisis Perbandingan Kualitas Bioetanol Berbahan Baku Limbah Buah Dan Sayur Dengan Limbah Kulit Pisang Kepok Menggunakan Destilator Model Refluk”

Bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material dan non-material, ataupun segala kemungkinan lain, yang pada hakekatnya bukan merupakan karya tulis Tugas Akhir saya secara orisinil dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/kesarjanaan saya.

Demikian Surat Pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik di Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, Mei 2023

Saya yang menyatakan


Imam Arif

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Imam Arif
NPM : 1807230109
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Tugas Akhir : Analisis Perbandingan Kualitas Bioetanol Berbahan Baku
Limbah Buah dan Sayur Dengan Limbah Kulit Pisang
Kepok Menggunakan Destilator Model Refluk
Bidang ilmu : Konversi Energi

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, Maret 2023

Mengetahui dan menyetujui :

Dosen Penguji I

Dosen Penguji II

Chandra A Siregar, S.T., M.T

Ahmad Marabdi Siregar, S.T.,M.T

Dosen Penguji III

Program Studi Teknik Mesin
Ketua,

H. Muharnif M, S.T., M.Sc

Chandra A Siregar, S.T., M.T

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Imam Arif
Tempat /Tanggal Lahir: Medan, 27 Desember 1999
NPM : 1807230109
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Mesin

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan Tugas Akhir saya yang berjudul:

“Analisis Perbandingan Kualitas Bioetanol Berbahan Baku Limbah Buah Dan Sayur Dengan Limbah Kulit Pisang Kepok Menggunakan Destilator Model Refluk”

Bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material dan non-material, ataupun segala kemungkinan lain, yang pada hakekatnya bukan merupakan karya tulis Tugas Akhir saya secara orisinil dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/kesarjanaan saya.

Demikian Surat Pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik di Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, Mei 2023

Saya yang menyatakan

Materai Rp.10.000,-

Imam Arif

ABSTRAK

Pada masa sekarang kecendrungan pemakaian bahan bakar sangat tinggi sedangkan sumber bahan bakar minyak bumi yang dipakai saat ini semakin menipis. Oleh karena itu, perlu adanya bahan alternatif yang dapat digunakan sebagai pengganti minyak bumi. Bioetanol dapat digunakan sebagai bahan bakar untuk pemecahan masalah energi pada saat ini. Perkembangan penelitian bioetanol sampai saat ini sudah memasuki generasi kedua dimana bahan baku yang digunakan yaitu memanfaatkan limbah agroindustri. Untuk bahan-bahan yang mengandung monosakarida ($C_6H_{12}O_6$) yaitu glukosa. Pada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pemilihan bahan baku yang baik dan penggunaan variasi NPK dan ragi sebagai bahan pencampur atau pendukung tumbuhnya bakteri dalam proses fermentasi pembuatan bioetanol agar mendapatkan kualitas bioetanol yang sesuai dengan SNI. Melakukan pembuatan bioetanol dengan bahan baku campuran nangka & wortel dan kulit pisang kepok, serta menyiapkan peralatan yang akan digunakan dalam pembuatan bioetanol. Hasil fermentasi disaring untuk memisahkan ampas dan cairan untuk dilakukan proses destilasi pada suhu $78-80^{\circ}C$ selama 90 menit. Pengujian kualitas bioetanol dengan melakukan uji kadar alkohol, massa jenis (*Densitas*), kekentalan (*Viskositas*), nilai kalor, dan titik nyala api (*Flash Point*) untuk menentukan perbandingan kualitas bioetanol yang dihasilkan dari bahan baku berbeda dengan penggunaan variasi NPK dan ragi.

Kata Kunci : Bioetanol, Fermentasi, Destilasi, Kadar Alkohol, Massa jenis (*Densitas*), Kekentalan (*Viskositas*), Nilai kalor, Titik Nyala Api (*Flash Point*)

ABSTRACT

At present, the tendency to use fuel is very high, while the sources of petroleum fuel used are currently running low. Therefore, there is a need for alternative materials that can be used as a substitute for petroleum. Bioethanol can be used as a fuel to solve energy problems at this time. The development of bioethanol research until now has entered the second generation where the raw materials used are utilizing agro-industrial waste. For materials containing monosaccharides ($C_6H_{12}O_6$), namely glucose. This study aims to determine the selection of good raw materials and the use of variations of NPK and yeast as a mixing agent or support for the growth of bacteria in the fermentation process for bioethanol production in order to obtain bioethanol quality in accordance with SNI. Carry out the production of bioethanol using a mixture of jackfruit & carrots and kepok banana peels as raw materials, as well as preparing the equipment to be used in the production of bioethanol. The fermented product is filtered to separate the dregs and liquid for the distillation process at 78-80°C for 90 minutes. Testing the quality of bioethanol by testing the alcohol content, density (density), viscosity (viscosity), calorific value, and flash point to determine the comparison of the quality of bioethanol produced from different raw materials using NPK and yeast variations.

Keywords: Bioethanol, Fermentation, Distillation, Alcohol Content, Density, Viscosity, Calorific Value, Flash Point

KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “Analisis perbandingan kadar bioetanol berbahan baku limbah buah dan sayur dengan limbah kulit pisang kepok menggunakan destilator model refluks” sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan.

Banyak pihak telah membantu dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini, untuk itu penulis menghaturkan rasa terimakasih yang tulus dan dalam kepada:

1. Bapak Muharnif M, S.T., M. Sc selaku Dosen Pembimbing I yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Chandra A Siregar, S.T., M.T dan Bapak Ahmad Marabdi Siregar , S.T, M.T sebagai Ketua dan Sekretaris Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
3. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T, MT selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu keteknikmesinan kepada penulis.
5. Orang tua penulis yang telah bersusah payah membesarkan dan membiayai studi penulis.
6. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
7. Sahabat-sahabat penulis: Raja Farhan Suriadi, Hairi Junaidi, Frans Fadillah Prasajo, Ihza Andikal Zikri dan lainnya yang tidak mungkin namanya disebut satu per satu.

Laporan Tugas Akhir ini tentunya masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis berharap kritik dan masukan yang konstruktif untuk menjadi bahan pembelajaran berkesinambungan penulis di masa depan. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi dunia teknik Mesin.

Medan, Mei 2023

Imam Arif

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR NOTASI	xii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	2
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Ruang Lingkup	3
1.4. Tujuan Penelitian	3
1.5. Manfaat Penelitian	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Bioetanol	4
2.2. Alkohol	6
2.3. Etanol	6
2.4. Destilasi	7
2.5. Fermentasi	8
2.5.1 <i>Saccharomyces cereviseae</i>	9
2.6. Bahan Baku	9
2.6.1 Buah Naga	9
2.6.2 Wortel	11
2.6.3 Kulit Pisang	12
2.7. Viskositas	12
2.8. Nilai Kalor	13
2.9. Kadar Alkohol	15
2.10. Massa Jenis	16
2.11. Flash Point	16
BAB 3 METODE PENELITIAN	18
3.1. Tempat dan Waktu	18
3.1.1. Tempat Penelitian	18
3.1.2. Waktu Penelitian	18
3.2. Bahan dan Alat	19
3.2.1. Bahan Penelitian	19
3.2.2. Alat Penelitian	20
3.3. Bagan Alir Penelitian	26
3.4. Rancangan Alat Penelitian	27
3.5. Prosedur Penelitian	27
3.5.1 Tahap Persiapan	27

3.5.2 Tahap Pembuatan	27
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	34
4.1 Hasil	34
4.1.1 Pembuatan Bioetanol	34
4.1.2 Proses Fermentasi	34
4.1.3 Proses Destilasi	34
4.2 Pembahasan	35
4.2.1 Sifat Karakteristik Bioetanol	35
4.2.2 Uji Karakteristik Bioetanol	35
4.3 Kadar Alkohol	36
4.4 Nilai Kalor	37
4.5 Densitas (Massa Jenis)	38
4.6 Viskositas (Kekentalan)	40
4.7 Flash Point (Titik Nyala Api)	41
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	43
5.1 Kesimpulan	43
5.2 Saran	43
DAFTAR PUSTAKA	44
LAMPIRAN	
LAMPIRAN 1	
LAMPIRAN 2	
LEMBAR ASISTENSI	
SK PEMBIMBING	
BERITA ACARA SEMINAR PROPOSAL	
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	

DAFTAR TABEL

2.1	Sifat – Sifat Fisika Etanol	7
2.2	Komposisi buah nangka / 100 gr	10
2.3	Komposisi wortel / 100 gr	11
2.4	Komposisi kulit pisang kepok/100 gr	12
2.5	Flash Point dan Temperature Ai Bahan Bakar	17
3.1	Jadwal dan Kegiatan Penelitian	18
4.1	Komposisi Bioetanol	34
4.2	Hasil Uji Karakteristik Nangka & Wortel	35
4.3	Hasil Uji Karakteristik Kulit Pisang Kepok	35
4.4	Standart Bioetanol	36
4.5	Hasil Pengujian Kadar Alkohol Dari Bahan Baku Berbeda	37
4.6	Hasil Pengujian Nilai Kalor Dari Bahan Baku Berbeda	38
4.7	Hasil Pengujian Densitas Dari Bahan Baku Berbeda	39
4.8	Hasil Pengujian Viskositas Dari Bahan Baku Berbeda	40
4.9	Hasil Pengujian Titik Nyala Api Dari Bahan Baku Berbeda	41

DAFTAR GAMBAR

3.1	Buah Nangka	19
3.2	Wortel	19
3.3	Kulit Pisang	20
3.4	SVM 3001	20
3.5	Calorimeter Digital XRY-1A	21
3.6	Hydrometer Alkohol	22
3.7	Hydrometer	23
3.8	Flash Point Tester	24
3.9	Destilator	27
3.10	Limbah Wortel	28
3.11	Limbah Nagka	28
3.12	Limbah Kulit Pisang Kepok	28
3.13	Ragi	29
3.14	NPK	29
3.15	Pisau	29
3.16	Tupperware	30
3.17	Blender	30
3.18	Destilator	30
3.19	Adonan Limbah Buah Dan Sayur	31
3.20	Adonan Kulit Pisang	31
3.21	Menghaluskan Ragi	31
3.22	Pengujian Viskositas Dan Densitas	32
3.23	Pengujian Flash Point	33

DAFTAR NOTASI

F	Gaya pada permukaan zat cair	N
η	Koefisien viskositas fluida	N s/m ²
A	Luas cairan	m ²
V	Kecepatan dinding yang bergerak	m/s
L	Jarak kedua permukaan	m
ρ	Massa jenis	Kg/m ³
m	Massa benda	kg
v	Volume benda	m ³

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Pendahuluan

Penggunaan energi untuk berbagai keperluan seperti untuk industri, transportasi dan rumah tangga di hampir semua negara sepenuhnya bergantung pada bahan bakar fosil khususnya minyak bumi (Krause, 2001), Saat ini, penggunaan bahan bakar mengalami peningkatan yang signifikan sementara pasokan bahan bakar minyak bumi semakin menurun. Oleh karena itu, dibutuhkan bahan alternatif yang dapat menggantikan minyak bumi. Salah satu solusinya adalah dengan menggunakan bioetanol sebagai bahan bakar untuk mengatasi permasalahan energi yang ada saat ini.

Perkembangan penelitian bioetanol sampai saat ini sudah memasuki generasi kedua dimana bahan baku yang digunakan yaitu memanfaatkan limbah agroindustri. Untuk bahan-bahan yang mengandung monosakarida ($C_6H_{12}O_6$) yaitu glukosa, langsung dapat difermentasi menjadi etanol dengan bantuan ragi atau bakteri tertentu. Akan tetapi untuk disakarida, pati ataupun karbohidrat kompleks, sebelum diproses menjadi bioetanol, harus dilakukan proses didestilasi terlebih dahulu menjadi komponen sederhana yaitu monosakarida. Oleh karena itu, agar tahap proses fermentasi dapat menghasilkan yield yang tinggi, bahan-bahan tersebut harus mengalami proses destilasi sebelum masuk ke dalam proses fermentasi. (Irawan, 2010).

Limbah sayur-sayuran dan buah-buahan tergolong limbah organik yaitu kumpulan dari berbagai buah dan sayur yang telah disortir yang tidak layak dijual yang diperoleh di gudang sayur-sayuran maupun dari lahan pertanian setelah panen. Limbah sayur-sayuran biasanya didominasi oleh sawi, kubis, wortel dan kentang. Limbah sayur-sayuran dan buah-buahan dapat dimanfaatkan menjadi bahan baku bioetanol karena heloselulosa dapat diubah menjadi gula dengan proses hidrolisis yang selanjutnya dengan proses fermentasi akan dihasilkan bioetanol (Irawan, 2010).

Limbah sayuran dan buah-buahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu limbah kulit pisang, wortel, dan buah naga. Konsumsi buah naga merah ini hanya memanfaatkan buahnya saja, sedangkan limbah kulit pisang yang beratnya sekitar

30- 35% dari berat buah kurang dimanfaatkan. Kulit pisang mengandung 22,84g karbohidrat, 12,23g gula dan 2,26g serat. Kandungan nutrisi dalam 100g wortel yaitu 8,2g karbohidrat, 1,8g serat dan 0,1g lemak. Karbohidrat banyak terdapat dalam bahan nabati, baik berupa gula sederhana seperti hektosa, pentosa dan karbohidrat dengan berat molekul yang tinggi seperti pati dan pektin. Pada umumnya buah-buahan mengandung monosakarida seperti fruktosa dan glukosa (Harini dan Marianty, 2012)

Pemisahan menggunakan proses destilasi dilakukan dengan memanfaatkan perbedaan suhu. Setelah proses destilasi selesai, hasilnya akan diuji di laboratorium untuk menentukan bahan baku yang paling baik digunakan. Bahan baku yang akan diuji adalah limbah buah dan sayur serta kulit pisang kepok. Selanjutnya, bahan baku yang terpilih akan diuji coba pada motor.

Untuk meningkatkan mutu bioetanol yang dihasilkan dari bahan limbah buah dan sayuran, dilakukan pengaturan lama fermentasi dan suhu pada tahap destilasi. Bahan limbah buah dan sayuran merupakan salah satu sumber bahan baku untuk memproduksi bioetanol, yang dapat digunakan sebagai alternatif bahan bakar di tingkat rumah tangga. Kualitas bioetanol sangat dipengaruhi oleh durasi fermentasi dan suhu pada proses destilasi, dengan pengolahan data menggunakan aplikasi Excel. Dalam penelitian ini menggunakan bahan baku limbah buah dan sayur di proses fermentasi dengan komposisi, 1 (satu) banding 1 (satu) untuk limbah buah dan sayur dengan campuran ragi, untuk setiap pengujian dari lamanya fermentasi hari ke 2,3,4,5,6 dan 7 perhari di lakukannya proses destilasi dengan temperatur 70-80 °C untuk mengetahui pengaruh fermentasi dan temperatur terhadap kualitas bioetanol. Hasil penelitian ini menunjukkan kualitas bioetanol yang paling bagus dari proses lamanya fermentasi dan pengaruh temperatur.

1.2 Rumusan Masalah

- Bagaimana menganalisis kualitas bioetanol berbahan baku limbah buah dan sayur dengan limbah kulit pisang
- Bagaimana membandingkan kualitas bioetanol yang dihasilkan dari baku limbah buah dan sayur dengan limbah kulit pisang
- Bagaimana mengembangkan kualitas bioetanol berdasarkan bahan baku limbah buah dan sayur dengan limbah kulit pisang

1.3 Ruang Lingkup

- Menggunakan bahan baku limbah buah dan sayur. Untuk limbah buah menggunakan buah naga dan kulit pisang kepok sedangkan untuk limbah sayur menggunakan wortel.
- Bioetanol yang dihasilkan digunakan pada motor bakar bensin.
- Uji viskositas dilakukan untuk menentukan besarnya daya tahan atau nilai kekentalan pada fluida yang bergerak.

1.4 Tujuan Penelitian

- Menganalisis kualitas bioetanol berbahan baku limbah buah dan sayur dengan limbah kulit pisang
- Membandingkan kualitas bioetanol yang dihasilkan dari baku limbah buah dan sayur dengan limbah kulit pisang
- Mengembangkan kualitas bioetanol berdasarkan bahan baku limbah buah dan sayur dengan limbah kulit pisang

1.5 Manfaat Penelitian

- Dapat memberikan manfaat baik dalam melakukan penelitian ini
- Untuk mengurangi limbah buah naga, kulit pisang dan sayur wortel.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Bioetanol

Bioetanol merupakan jenis biofuel yang diperkenalkan sebagai alternatif bahan bakar yang lebih ramah lingkungan dan dapat diperbarui. Bioetanol (C_2H_5OH) adalah suatu cairan biokimia yang dihasilkan melalui proses fermentasi gula dari sumber karbohidrat dengan bantuan mikroorganisme. Bioetanol juga dapat diartikan sebagai suatu bahan kimia yang diproduksi dari bahan pangan yang mengandung pati, seperti singkong, kentang, jagung, dan sagu. Bioetanol adalah jenis bahan bakar nabati yang memiliki sifat serupa dengan bahan bakar premium. Pemakaian bioethanol sebagai bahan bakar dapat dicampur dengan bensin dengan berbagai komposisi. Bioetanol merupakan sumber energi alternatif pengganti BBM yang terbuat dari proses fermentasi bahan-bahan alami oleh mikroorganisme (Jeon, 2007).

Pemakaiannya memiliki kelebihan dan kekurangan. Kelebihan pemakaian bioethanol adalah :

- 1) Bioetanol aman digunakan sebagai bahan bakar, titik nyala etanol tiga kali lebih tinggi dibandingkan bensin.
- 2) Emisi hidrokarbon lebih sedikit. Kekurangan-kekurangan bioetanol dibandingkan bensin:
- 3) Pada mesin dingin lebih sulit melakukan starter bila menggunakan bioetanol.
- 4) Bioetanol bereaksi dengan logam seperti magnesium dan aluminium (Setiawati, 2013).

Produksi bioetanol (alkohol) dengan bahan baku tanaman yang mengandung pati atau karbohidrat, dilakukan melalui proses konversi karbohidrat menjadi gula (glukosa) larut air. Sebagai alternatif digunakan campuran bioetanol dengan bensin. Sebelum dicampur, bioetanol harus dimurnikan hingga 100%. Campuran ini dikenal dengan sebutan gasohol (Skadrongautama, 2009).

Penggunaan bioethanol sebagai bahan bakar alternatif yang dicampurkan pada bahan bakar premium dengan prosentase campuran 7,5%, 10% dan 12,5% dapat menurunkan emisi gas buang kendaraan yang meliputi NOX, SO₂, CO dan CO₂ (Prasetya dkk, 200). Campuran bahan bakar bensin dan etanol pada motor

bakar empat langkah 196 cc dengan prosentase etanol 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30%, dan 35%. Dari hasil pengujian yang telah dilakukan diketahui bahwa penambahan bioethanol pada bensin yang diuji pada motor bensin standar tidak terlalu mempengaruhi nilai torsi, BHP, BMEP, dan SFC. Tetapi untuk efisiensi thermis cenderung mengalami peningkatan. Efisiensi terbesar tanpa penambahan bioethanol adalah 6,22% dan efisiensi terbesar dengan bioethanol adalah 7,996% (Ardawalika dkk, 2009).

Berdasarkan bahan bakunya, bioetanol dibagi menjadi 3 generasi, yaitu :

1. Bioetanol Generasi Pertama

Bioetanol generasi pertama merupakan bioetanol yang dibuat dari bahan baku yang mengandung pati, seperti jagung, tebu, nira, ubi kayu, ubi jalar, dan sebagainya.

2. Bioetanol Generasi Kedua

Bioetanol generasi kedua merupakan bioetanol yang dibuat dari limbah biomassa yang mengandung lignoselulosa. Bahan yang mengandung lignoselulosa merupakan bahan yang mengandung selulosa dan hemiselulosa tinggi yang terdapat pada limbah padat agroindustri seperti jerami, padi, batang sawit, tongkol dan batang jagung.

3. Bioetanol Generasi Ketiga

Bioetanol generasi ketiga merupakan bioetanol yang dibuat menggunakan bahan baku dari kelompok alga, yaitu mikroalga dan makroalga (rumput laut).

Pada perancangan pabrik bioethanol ini, bahan baku yang digunakan adalah molase. Molase merupakan sisa dari proses pengkristalan gula pasir yang masih mengandung gula dan asam-asam organik sehingga merupakan bahan baku yang baik untuk pembuatan bioetanol. Dibandingkan bahan baku lain, molase mempunyai keunggulan yaitu selain harganya murah juga mengandung 50% gula sederhana yang dapat difermentasi langsung oleh yeast menjadi etanol tanpa pretreatment (Murtagh, 1995)

Penggunaan bioethanol sebagai bahan alternatif memberikan dampak yang positif baik dari sisi penurunan emisi gas buang maupun dari sisi unjuk kerja mesin. Oleh karena itu dalam penelitian akan dikaji pengaruh penambahan bioethanol pada bahan bakar jenis pertamax. Hal ini karena pertamax merupakan bahan bakar yang

sesuai dengan tuntutan kebutuhan dan perkembangan otomotif. Pertamax memiliki nilai oktan tinggi dan sisi fisik atau properti bahan bakar pertamax memiliki stabilitas oksidasi yang lebih tinggi kemudian kandungan oksin, aromatik dan benzenanya tidak dibatasi. Hasilnya pembakaran bahan bakar pertamax lebih sempurna. Untuk memenuhi kebutuhan dan perkembangan teknologi otomotif, maka angka oktan bahan bakar harus disesuaikan, sementara itu pertamax memiliki RON (Research Octan Number) 92 (Gupta, 2009)

2.2 Alkohol

Hal ini kemudian diproses untuk membentuk aditif yang terbaru atau menjadikan bahan bakar yang baik dengan biaya efektif dan ramah lingkungan. Salah satu fungsi alkohol adalah sebagai octane booster, artinya alkohol mampu menaikkan nilai oktan dengan dampak positif terhadap efisiensi bahan bakar dan menyelamatkan mesin. Fungsi lain ialah oxygenating agent, yakni mengandung oksigen sehingga menyempurnakan pembakaran bahan bakar dengan efek positif meminimalkan pencemaran udara. Bahkan, alkohol berfungsi sebagai fuel extender, yaitu menghemat bahan bakar fosil (Prihandana dkk, 2008).

2.3 Etanol

Etanol atau etil alkohol C_2H_5OH , merupakan cairan yang tidak berwarna, larut dalam air, eter, aseton, benzene, dan semua pelarut organik, serta memiliki bau khas alkohol.

Etanol merupakan senyawa organik yang terdiri dari unsur karbon, hidrogen dan oksigen. Sifat-sifat alkohol pada umumnya adalah :

- Mudah menguap dan terbakar, serta tidak berjelaga.
- Berat jenis lebih kecil dari air.
- Mudah larut dalam air.
- Mempunyai bau yang spesifik dan merupakan senyawa polar.
- Merupakan zat cair yang tidak berwarna.

Etanol banyak digunakan sebagai pelarut, germisida, minuman, bahan anti beku, bahan bakar, dan senyawa antara untuk sintesis senyawa-senyawa organik lainnya. Etanol sebagai pelarut banyak digunakan dalam industri farmasi, kosmetika, dan resin maupun laboratorium. Pada suhu kamar etanol berupa zat cair bening, mudah menguap, dan berbau khas. (Fessenden dan Fessenden, 1994).

Tabel 2.1 Sifat Fisika Etanol

Nama	Nilai
Berat Molekul (g/mol)	46,1
Titik Beku (o C)	-114,1
Titik Didih Normal (o C)	78,32
Densitas (g/ml)	0,7983
Viskositas (Cp)	1,17
Panas penguapan normal (J/kg)	839,31
Panas pembakaran (J/kg)	29676,6
Panas jenis (J/kg)	2,42
Nilai oktan	106-111

2.4 Destilasi

Destilasi merupakan proses pemisahan antara zat cair terhadap campurannya melalui perbedaan titik didih atau berdasarkan kemampuan benda untuk menguap. Destilasi (penyulingan) air laut telah digunakan selama bertahun-tahun. Destilasi air laut adalah proses penguapan air laut dengan cara dipanaskan, kemudian uap air diembunkan sehingga didapatkan hasil air tawar dari air kotor.

Destilasi (penyulingan), kamus besar bahasa Indonesia edisi II (1995) menyatakan “penyulingan adalah proses mendidihkan zat cair hasil dari pengembunan zat cair berupa uap ditampung pada wadah lain”.

Oxford Dictionary (2003) menyatakan “penyulingan adalah perubahan zat cair menjadi gas melalui proses pemanasan zat cair tersebut, kemudian mendinginkan gas hasil dari pemanasan dihasilkan tetesan cairan embun. Tetesan embun kemudian dikumpulkan dalam suatu wadah (A.Suggeng, 2005).

Prinsip destilasi adalah penguapan cairan dan pengembunan kembali uap tersebut pada suhu titik didih. Titik didih suatu cairan adalah suhu dimana tekanan uapnya sama dengan tekanan atmosfer. Cairan yang diembunkan kembali disebut destilat. Tujuan destilasi adalah pemurnian zat cair pada titik didihnya, dan memisahkan cairan tersebut dari zat padat yang terlarut atau dari zat cair lainnya yang mempunyai perbedaan titik didih cairan murni. Pada destilasi biasa, tekanan uap di atas cairan adalah tekanan atmosfer (titik didih normal). Untuk senyawa murni, suhu yang tercatat pada termometer yang ditempatkan pada tempat terjadinya proses destilasi adalah sama dengan titik didih destilat (Sahidin, 2008)

2.5 Fermentasi

Fermentasi berasal dari bahasa latin *fervere* yang artinya mendidihkan. Fermentasi adalah proses produksi energi dalam sel pada keadaan anaerobik (tanpa oksigen). Secara umum, fermentasi adalah salah satu bentuk respirasi anaerobik. Fermentasi aerobik adalah fermentasi yang memerlukan oksigen. Keberhasilan fermentasi ditentukan oleh beberapa faktor yaitu lama waktu fermentasi, jenis bahan (substrat), suhu, udara (oksigen), kelembaban, garam dan asam (Amien,2006). Fermentasi suatu proses oksidasi karbohidrat anaerob jernih atau anaerob sebagian. Dalam suatu proses fermentasi bahan pangan seperti natrium klorida bermanfaat untuk membatasi pertumbuhan organisme pembusuk dan mencegah pertumbuhan sebagian besar organisme yang lain. Suatu fermentasi yang busuk biasanya adalah fermentasi yang mengalami kontaminasi, sedangkan fermentasi yang normal adalah perubahan karbohidrat menjadi alkohol.

Mikroba yang digunakan untuk fermentasi dapat berasal dari makanan tersebut dan dibuat pemupukan terhadapnya. Tetapi cara tersebut biasanya berlangsung agak lambat dan banyak menanggung resiko pertumbuhan mikroba yang tidak dikehendaki lebih cepat. Maka untuk mempercepat perkembangbiakan biasanya ditambahkan mikroba dari luar dalam bentuk kultur murni ataupun starter (bahan yang telah mengalami fermentasi serupa). Manusia memanfaatkan *Saccharomyces cerevisiae* untuk melangsungkan fermentasi, baik dalam makanan maupun dalam minuman yang mengandung alkohol. Jenis mikroba ini mampu mengubah cairan yang mengandung gula menjadi alkohol dan gas CO₂ secara cepat dan efisien (Sudarmadji K., 1989).

Waktu fermentasi yang biasa dilakukan 3-14 hari. Jika waktunya terlalu cepat *Saccharomyces cerevisiae* masih dalam masa pertumbuhan sehingga alkohol yang dihasilkan dalam jumlah sedikit dan jika terlalu lama *Saccharomyces cerevisiae* akan mati maka alkohol yang dihasilkan tidak maksimal (Prescott and Dunn, 1959). Penambahan volume starter yang sesuai pada proses fermentasi adalah 5% dari volume fermentasi (Prescott and Dunn, 1959).

Volume starter yang terlalu sedikit akan mengakibatkan produktivitas menurun karena menjadi lelah dan keadaan ini memperbesar terjadinya kontaminasi. Peningkatan volume starter akan mempercepat terjadinya fermentasi

terutama bila digunakan substrat berkadar tinggi. Tetapi jika volume starter berlebihan akan mengakibatkan hilangnya kemampuan bakteri untuk hidup sehingga tingkat kematian bakteri sangat tinggi (Desrosier, 1988).

2.5.1 *Saccharomyces cerevisiae*

Saccharomyces cerevisiae lebih banyak digunakan untuk memproduksi alkohol secara komersial dibandingkan dengan bakteri dan jamur. Hal ini disebabkan karena *Saccharomyces cerevisiae* dapat memproduksi alkohol dalam jumlah besar dan mempunyai toleransi pada kadar alkohol yang tinggi. Kadar alkohol yang dihasilkan sebesar 8-20% pada kondisi optimum. *Saccharomyces cerevisiae* yang bersifat stabil, tidak berbahaya atau menimbulkan racun, mudah di dapat dan malah mudah dalam pemeliharaan. Bakteri tidak banyak digunakan untuk memproduksi alkohol secara komersial, karena kebanyakan bakteri tidak dapat tahan pada kadar alkohol yang tinggi (Sudarmadji S., 1989).

Suhu optimum bagi pertumbuhan *Saccharomyces cerevisiae* dan aktivitasnya adalah 25-35°C. suhu memegang peranan penting, karena secara langsung dapat mempengaruhi aktivitas *Saccharomyces cerevisiae* dan secara tidak langsung akan mempengaruhi kadar bioethanol yang dihasilkan (Prescott and Dunn, 1959)

Selain sumber karbon, *Saccharomyces cerevisiae* juga memerlukan sumber nitrogen, vitamin dan mineral dalam pertumbuhannya. Pada umumnya sebagian besar *Saccharomyces cerevisiae* memerlukan vitamin seperti biotin dan thiamin yang diperlukan untuk pertumbuhannya. Beberapa mineral juga harus ada untuk pertumbuhan *Saccharomyces cerevisiae* seperti fosfat, kalium, sulfur, dan sejumlah kecil senyawa besi dan tembaga (Prescott and Dunn, 1959)

2.6 Bahan Baku

Buah dan sayur merupakan salah satu sumber makanan sehat, Pemanfaatan limbah buah dan sayur dengan menyisakan bagian dari buah dan sayur yang dapat ditanam kembali. Tren konsumsi dari buah dan sayur menunjukkan hubungan antara tingkat penghasilan dengan pola konsumsi buah dan sayur masyarakat.

2.6.1 Buah Nangka

Nangka adalah buah tropis yang dapat ditemui sepanjang tahun. Sebutir buah nangka mempunyai berat antara 20-50 kg. Hasil olahan dari nangka dapat berupa

dodol nangka, kripik nangka dan lain sebagainya, di mana dari hasil pengolahan tersebut, limbah nangka yang berupa kulit buah belum dimanfaatkan secara maksimal.

Dari hasil uji pendahuluan diketahui bahwa kadar gula kulit nangka adalah sebesar 14,74 % sehingga dapat dijadikan bahan baku pembuatan bioetanol. Pada hasil uji pendahuluan berikutnya untuk menghasilkan bioetanol, dengan menambahkan variasi berat *Saccharomyces cereviceae* 0 % dan 25 % ke limbah kulit nangka, dalam waktu 4,5 hari diperoleh kadar etanol secara berurutan sebesar 1,3946 % dan 3,5772 %. Berdasarkan hasil uji pendahuluan tersebut, maka penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh dari berat bakteri yang digunakan dan waktu fermentasi terhadap kadar bioetanol yang dihasilkan.

Proses pembuatan etanol dari kulit nangka dilakukan melalui fermentasi kulit nangka. Tahapannya meliputi pengupasan kulit nangka hingga bersih, memotong kulit menjadi beberapa bagian, lalu memasukkannya ke dalam toples dan menambahkan NPK dan ragi dalam variasi pemberian yang berbeda, yaitu 25gr, 50gr, dan 100gr. Kemudian, tambahkan air hingga kulit terendam dan rapatkan toples. Diamkan selama satu bulan. Air hasil fermentasi kulit nangka yang diberikan perlakuan variasi NPK dan ragi yang berbeda digunakan dalam pembuatan bioetanol. Setelah air hasil fermentasi didapat, dilakukan proses destilasi. Prinsip destilasi adalah penguapan dan pengembunan kembali uap dari tekanan dan suhu tertentu dengan tujuan memurnikan zat cair pada titik didihnya dan memisahkan cairan dari zat padat. Uap yang dikeluarkan dari campuran disebut uap bebas.

Adapun komposisi dari buah nangka/kulit buah nangka sebagai berikut :

Tabel 2.2 Komposisi buah nangka / 100 gr

Unsur	Komposisi
Air	70 gram
Energi	106 kcal
Protein	1,2 gram
Lemak	0,3 gram
Karbohidrat	27,6 gram
Serat	3,7 gram
Kalsium	20 mg
Fosfor	19 mg
Zat besi	0,9 mg

Natrium	2 mg
Kalium	407 mg
Tembaga	246,58 mg
Seng	1,4 mg
Beta-Karoten	149 mcg
Thiamin (vitamin B1)	0,07 mg
Riboflavin (vitamin B2)	0,10 mg
Niasin	1 mg
Vitamin C	7 mg
Karoten	330 mcg

2.6.2 Wortel

Wortel yang masih mentah mempunyai kandungan karoten lebih tinggi dibandingkan dengan wortel yang sudah dimasak, tetapi absorpsi karoten dari wortel yang sudah dimasak lebih mudah dibandingkan dengan wortel mentah. Dinding sel wortel mentah bersifat keras sehingga tubuh hanya mampu mengkonversi < 25% β -karoten menjadi vitamin A. Wortel yang sudah direbus memiliki kandungan serat yang tinggi yaitu 3,3 gram/100 gram. Umbi wortel memiliki kandungan gizi yang diperlukan oleh tubuh terutama vitamin dan mineral, sehingga sayuran ini baik sekali dan sangat dianjurkan untuk dikonsumsi dalam menu sehari-hari guna mencukupi kebutuhan vitamin dan mineral yang esensial bagi tubuh (Asgar dan Musaddad, 2006).

Adapun komposisi dari sayuran wortel yaitu sebagai berikut :

Tabel 2.3 Komposisi sayuran wortel /100 gr

Unsur	Komposisi
Kalori	41 Kcal
Lemak	0,2 gram
Natrium	69 mg
Kalium	320 mg
Karbohidrat	10 gram
Serat	2,8 gram
Gula	4,7 gram
Vitamin C	5,9 mg
Zat besi	0,3 mg
Vitamin B6	0,1 mg
Magnesium	12 mg
Kalsium	33 mg
Protein	0,9 mg

2.6.3 Kulit Pisang

Buah pisang yang dikenal dengan nama Latin *Musa paradisiaca* adalah salah satu jenis buah tropis yang banyak ditemukan di Indonesia. Produksi buah pisang ini di Pulau Jawa dan Madura mencapai sekitar 180.153 ton setiap tahunnya. Kulit pisang kepek seringkali hanya dibuang oleh masyarakat, dan hal ini menjadi masalah limbah di alam karena dapat meningkatkan keasaman tanah dan mencemari lingkungan.

Pisang merupakan jenis buah-buahan tropis yang sangat banyak dihasilkan di Indonesia. Dari banyak jenis buah pisang yang ada, pisang kepek paling sering digunakan untuk dibuat gorengan. Limbah kulit pisang kepek hanya dianggap sebagai limbah sehingga masih belum dimanfaatkan dengan baik. Padahal pada kulit pisang kepek mengandung karbohidrat sebanyak 18,50% dimana karbohidrat ini dapat dikonversi menjadi glukosa yang selanjutnya dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan bioetanol (Wusnah, 2016)

Adapun komposisi pada kulit pisang sebagai berikut

Tabel 2.4 Komposisi kulit pisang / 100 gr

Unsur	Komposisi
Air	69,80 %
Karbohidrat	18,50%
Lemak	2,11%
Kalsium	0,32%
Protein	715mg
Pospor	117mg
Besi	0,6mg
Vitamin B	0,12mg
Vitamin C	17,5mg

2.7 Viskositas

Viskositas (kekentalan) adalah suatu larutan yang kondisinya dapat digambarkan sebagai larutan yang sulit dialirkan. Maksud dari pengukuran ini adalah untuk menentukan nilai kekentalan suatu larutan yang dinyatakan dalam centipoises (cP). Makin tinggi nilai viskositas suatu larutan maka makin tinggi pula kekentalannya (Saputra, 2012).

Viskositas adalah tahanan yang dimiliki fluida yang dialirkan dalam pipa kapiler terhadap gaya grafitasi. Biasanya dinyatakan dalam waktu yang diperlukan untuk mengalirkan pada jarak tertentu. Jika viskositas semakin tinggi, tahanan untuk mengalirkan akan semakin tinggi (Prihandana, dkk., 2006).

Viskositas (cPs) adalah kekentalan dari suatu minyak yang menunjukkan sifat menghambat terhadap aliran dan menunjukkan sifat pelumasannya pada permukaan benda yang dilumasinya. Viskosimeter yang banyak digunakan adalah viskosimeter pipet yang bekerja berdasarkan hukum poisuille yang berlaku untuk cairan yang mengalir secara laminar dalam sebuah pipa yaitu:

$$V = \frac{\pi r^4 t \Delta p}{8 \eta l}$$

Dimana r adalah jari-jari tabung kapiler, ΔP adalah beda tekanan antara ujung-ujung pipa kapiler, η adalah koefisien *viskositas*, t adalah waktu alir, l adalah panjang pipa kapiler dan V adalah volume cairan yang mengalir. Metode uji viskositas ASTM D 445.

Viscosity dari suatu minyak menunjukkan sifat menghambat aliran dari menunjukkan pula sifat pelumasannya pada permukaan benda yang dilumasinya. Viscosity suatu cairan diukur dengan viscometer. Viscosity dapat didefinisikan sebagai gaya yang diperlukan untuk menggerakkan suatu bidang dengan luas tertentu pada jarak tertentu dan dalam waktu tertentu pula. Dalam sistem cgs, satuan viscosity adalah poise atau centipoise (= 0.001 poise) dimana 1 poise = 1 gr/s.cm atau 1 poise = dyne.s/cm². Harga viscosity kinematik dalam stokes dapat diperoleh dari persamaan pendekatan di bawah ini, dimana t adalah waktu yang diperlukan untuk mengosongkan tabung minyak (second).

2.8 Nilai Kalor

Nilai kalor adalah suatu sifat bahan bakar yang menyatakan kandungan energi pada bahan bakar tersebut. Korelasi untuk perhitungan nilai kalor berdasar komposisi dasar telah diberikan oleh beberapa peneliti, diantaranya disajikan dengan dasar hubungan dan asumsi. Kebanyakan hubungan tersebut ditujukan untuk batubara (Channiwala, 2002).

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 jugasebaliknya semakin rendah berat jenis semakin tinggi nilai kalornya. Sebagai contoh adalah berat jenis bahan bakar diesel lebih tinggi dari pada bahan bakar bensin sehingga nilai kalor dari bahan bakar diesel lebih rendah dari pada bahan bakar bensin (Kusuma,2010)

a. 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 temperature lingkungan.

b. Nilai kalor bawah

Kuantitas yang dikenal sebagai nilai kalor bawah (*Lower Heating Value*) ditentukan dengan cara mengurangi 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 4,2007).

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

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

Dan

$$NKB = NKA - X_{H_2O} \cdot L_{H_2O} \left(\frac{J}{gr} \right)$$

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)

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

2.9 Kadar Alkohol

Alat yang digunakan untuk mengukur kadar alkohol adalah alkoholmeter. Pengukuran kadar alkohol dilakukan setiap selesai destilasi dan pengukuran dihentikan bila kadar alkohol yang diukur $\approx 90\%$ (kadar alkohol sesuai ASTM untuk bahan bakar cair) dan kadar etanolnya $\approx 94\%$. Langkah-langkah pengukuran menggunakan alkoholmeter adalah dengan memasukkan destilat sebanyak 100 ml ke dalam gelas ukur, kemudian alkoholmeter dicelupkan ke dalam destilat. Batas yang tercelup pada permukaan destilat menunjukkan kadar alkohol pada sampel yang diuji. (Feryanto, 2007)

Prosedur pengujian kadar alkohol dilakukan dengan metode piknometer sesuai dengan petunjuk Putri dan Sukandar (2008), pertama tama sampel sebanyak 100 ml dimasukkan ke dalam labu destilasi Kjeldahl kemudian ditambahkan dengan aquades sebanyak 100 ml. Selanjutnya didestilasi pada suhu $80^\circ C$. Destilat ditampung di dalam Erlenmeyer hingga volume 50 ml. Destilat tersebut kemudian dimasukkan ke dalam piknometer yang telah ditimbang sebelumnya. Destilat dimasukkan hingga memenuhi piknometer. Kelebihan destilat pada puncak pipa kapiler dibersihkan. Piknometer yang berisi destilat ditimbang dan beratnya dicatat. Prosedur yang sama dilakukan pada aquades sebagai pembanding. Berat jenis alkohol dihitung dari (berat piknometer + destilat) dikurangi berat piknometer kosong kemudian dibagi (berat piknometer + aquades) dikurangi berat piknometer kosong. Hasil penghitungan berat jenis alkohol kemudian dikonversikan dengan menggunakan table konversi BJ alkohol.

2.10 Densitas (Massa Jenis)

Massa jenis adalah pengukuran massa setiap satuan volume benda. Massa jenis berfungsi untuk menentukan zat setiap massa jenis yang berbeda. Hasil terbaik yang didapatkan yaitu pada lama fermentasi hari ke-10. Hal ini menunjukkan bahwa semakin lama waktu fermentasi maka etanol yang dihasilkan akan semakin besar, dan semakin mendekati nilai massa jenis dari etanol yaitu 0,789 gr/ml.

Densitas ditentukan mengikuti cara menurut Tjokrowisastro (1986). Mula-mula botol piknometer 25 ml yang kosong ditimbang. Setelah itu ke dalam piknometer tersebut dimasukkan sampel sampai penuh dan ditimbang kembali.

2.11 *Flash Point* (Titik Nyala Api)

Flash point adalah temperatur pada keadaan di mana uap di atas permukaan bahan bakar (bioetanol) akan terbakar dengan cepat (meledak). Flash point menunjukkan kemudahan bahan bakar untuk terbakar. Makin tinggi flash point, maka bahan bakar semakin sulit terbakar. Makin mudah bahan bakar untuk terbakar maka flash point-nya menurun dan bahan bakar lebih efisien.

Titik nyala atau *flash point* suatu pelumas adalah suhu terendah pelumas yang dipanasi dengan peralatan standar telah menghasilkan sejumlah uap yang dapat dinyalakan, dalam pencampurannya dengan udara. Titik nyala secara prinsip ditentukan untuk mengetahui suhu bahaya terbakarnya semua produk minyak bumi, tidak hanya pada pelumas. Dengan diketahui titik nyala, katakanlah suatu produk pelumas, berarti kita dapat mengetahui suhu maksimum kondisi kerja yang dapat dihadapi oleh pelumas tersebut.

Dalam suatu bahan bakar cair yang perlu diperhatikan adalah besarnya flash point dan fire point. Flash point adalah suhu pada uap di atas permukaan bahan bakar minyak yang akan terbakar dengan cepat (meledak/penyalaan api sesaat) apabila nyala api didekatkan padanya, sedangkan fire point adalah temperatur pada keadaan dimana uap di atas permukaan bahan bakar minyak terbakar secara kontinyu apabila nyala api didekatkan padanya. Flash point dan temperatur auto-ignition dari bahan bakar gas dan cair yang terpilih diberikan pada tabel 2.1. dari table dapat dilihat bensin mempunyai flash point -430C, yang berarti sangat mudah menguap sehingga terlalu mudah untuk terbakar.

Tabel 2. Flashpoint dan temperature Ai Bahan bakar dalam udara pada 1 ATM

Substansi	Flash point (0C)	Temperatur Auto-Ignition (0C)
Methane	-188	537
Ethane	-135	472
Methanol	11	385
Ethanol	12	365
n-Buthane	-60	365

Titik nyala (flash point) adalah suhu terendah di mana uap minyak bumi dalam campurannya dengan udara akan menyala kalau dikenai uji nyala (test flame) pada kondisis tertentu. Metode yang digunakan adalah metode ASTM D 93 dan satuan flash point adalah oC. Alat uji flash point adalah Line High Term UKM-135.

BAB 3 METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

3.1.1 Tempat Penelitian

Penelitian yang berjudul Analisis Perbandingan Kadar Bioetanol Berbahan Baku Limbah Buah dan Sayur Dengan Limbah Kulit Pisang Kepok Menggunakan Destilator Model Refluk dilaksanakan di Laboraturium Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU) dan Politeknik Negeri Medan (POLMED)

3.1.2 Waktu Penelitian

Penelitian yang berjudul Analisis Perbandingan Kadar Bioetanol Berbahan Baku Limbah Buah dan Sayur Dengan Limbah Kulit Pisang Kepok Menggunakan Destilator Model Refluk dilaksanakan setelah mendapat persetujuan dari ketua prodi dan dosen pembimbing teknik mesin. Adapun jadwal dan kegiatan penelitian sebagai berikut.

Tabel 3.1 Jadwal dan Kegiatan Penelitian

No	Keterangan	Waktu (Bulan)					
		1	2	3	4	5	6
1	Study literatur	■					
2	Penulisan proposal	■	■				
3	Survei alat dan bahan pendukung		■				
4	Pembuatan bioetanol dan pengujian kadar alkohol, viskositas, densitas, nilai kalor dan flash point			■	■	■	
5	Penulisan laporan akhir					■	■
6	Seminal hasil dan sidang sarjana						■

3.2 Bahan dan Alat Penelitian

3.2.1 Bahan Penelitian

1. Buah Nangka/Kulit Buah Nangka



Gambar 3.1 Buah Nagka

Limbah buah nangka yang diambil dari pasar tradisional dikumpulkan untuk dijadikan bahan baku campuran pembuatan bioetanol. Limbah buah nangka hanya menyisahkan bagian daging dan kulit bagian luarnya saja yang mana bagian-bagian tersebut tidak dapat dikonsumsi sehingga limbah buah nangka mudah ditemui ditempat sampah sekitar pasar tradisional maupun pasar pusat kota.

2. Wortel



Gambar 3.2 Wortel

Limbah sayur wortel yang diambil dari tempat sampah dipasar yang mana sayur wortel telah membusuk atau sudah tidak layak untuk dikonsumsi. Masyarakat

sekitar hanya memanfaatkan limbah sayur wortel sebagai pupuk organik dan pakan ternak, padahal pemanfaatan dari limbah wortel dapat diubah sebagai bahan baku campuran pembuatan etanol yang mana wortel banyak memiliki kandungan vitamin dan kadar air yang cukup banyak serta mudah untuk ditemui dipasar pasar tradisional.

3. Kulit Pisang



Gambar 3.3 Kulit Pisang

Limbah kulit pisang kepok diambil dari pedagang makanan ringan yang mana kulit pisang hanya sebagai limbah yang digunakan masyarakat untuk pakan ternak ataupun pembuatan pupuk organik, padahal pemanfaatan limbah kulit pisang dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan etanol yang mana kulit pisang memiliki kadar gula dan vitamin yang berguna pada pembuatan etanol.

3.2.2 Alat Penelitian

1. Viskometer Svm 3001



Gambar 3.4 SVM 3001

Viskometer Svm 3001 adalah alat atau instrumen laboratorium yang digunakan untuk mengukur kekentalan dari suatu bahan atau fluida. Alat viscometer sangat berperan penting terhadap viskositas suatu zat yang mampu mengukur ketebalan atau jumlah gesekan internal pada suatu material. Selama pengujian, bahan fluida dan peralatan uji dikontakkan satu sama lain serta adanya gaya hambat yang digunakan dalam perhitungan viskositas.

2. Calorimeter Digital XRY-1A



Gambar 3.5 Calorimeter Digital XRY-1A

Kalorimeter bom adalah alat yang digunakan untuk mengukur jumlah kalor yang dibebaskan pada pembakaran sempurna dalam oksigen berlebih suatu materi atau sampel tertentu. Sejumlah sampel ditempatkan pada tabung beroksigen yang tercelup dalam medium penyerap kalor (kalorimeter), dan sampel akan terbakar oleh api listrik dari kawat logam yang terpasang dalam tabung. Kalorimeter jenis ini masih sulit dijumpai, bahkan di universitas disebabkan harganya yang relatif mahal. (Chang, 2004)

Prinsip kerja kalorimeter bom pada volume konstan, yaitu pada waktu molekul-molekul bereaksi secara kimia, kalor akan dilepas atau diambil dan perubahan suhu pada fluida kalorimeter diukur. Karena bejana ditutup rapat, volumenya tetap dan tak ada kerja tekanan-volume yang dilakukan. Percobaan pada volume tetap, sulit dilakukan karena memerlukan penggunaan bejana reaksi yang

dirancang dengan baik sehingga dapat tahan terhadap perubahan tekanan yang besar yang terjadi pada banyak reaksi kimia (Oxtoby, 2001).

Kalorimeter merupakan suatu alat yang digunakan untuk mengukur jumlah kalor yang terlibat dalam suatu perubahan atau reaksi kimia. Adapun kalor merupakan energi yang berpindah akibat adanya perbedaan suhu. Hukum pertama termodinamika menghubungkan perubahan energi dalam suatu proses termodinamika dengan jumlah kerja yang dilakukan pada sistem dan jumlah kalor yang dipindahkan kesistem. Pada kalorimeter terjadi perubahan energi dari energi listrik menjadi energi kalor sesuai dengan hukum kekekalan energi yang menyatakan energi tidak dapat diciptakan dan energi tidak dapat dimusnahkan.

3. Hydrometer Alkohol



Gambar 3.6 Hydrometer Alkohol

Hidrometer adalah alat yang digunakan untuk mengukur berat jenis (atau kepadatan relatif) dari cairan, yaitu rasio kepadatan cairan dengan densitas air. Hidrometer biasanya terbuat dari kaca dan terdiri dari sebuah batang silinder dan bola pembobotan dengan merkuri untuk membuatnya mengapung. Cairan yang akan diuji dituangkan ke dalam wadah yang tinggi, seringkali sebuah silinder lurus dan hidrometer dengan perlahan diturunkan ke dalam cairan sampai mengapung bebas. Titik di mana permukaan cairan menyentuh hidrometer yang dicatat. Di dinding hidrometer biasanya terdapat skala pengukuran sehingga berat jenis dapat dibaca secara langsung. Ada berbagai skala dan digunakan tergantung pada konteks. Hidrometer dapat dikalibrasi untuk kegunaan yang berbeda, seperti alat pengukur jumlah susu untuk mengukur kepadatan (*creaminess*) dari susu, saccharometer untuk mengukur kepadatan gula dalam cairan, atau pengukur

banyaknya alkohol untuk mengukur kadar alkohol yang lebih tinggi. Pengoperasian hidrometer didasarkan pada prinsip Archimedes bahwa suspensi pada fluida akan didorong oleh kekuatan yang sama dengan berat fluida yang dipindahkan. Dengan demikian, semakin rendah kerapatan zat tersebut, lebih jauh hidrometer akan tenggelam.

Dalam cairan dengan berat jenis rendah seperti minyak tanah, bensin, dan alkohol, hidrometer akan tenggelam lebih dalam dan dalam cairan dengan berat jenis tinggi seperti air garam, susu, dan asam hidrometer tidak akan tenggelam terlalu jauh. Biasanya hidrometer memiliki dua instrumen yang terpisah, satu untuk cairan berat, di mana tanda 1.000 untuk air sudah dekat bagian atas batang, dan satu untuk cairan ringan, di mana tanda 1.000 sudah dekat bagian bawah. Dalam banyak industri satu set hidrometer digunakan mencakup rentang berat jenis 1,0-0,95 dan 0,95-0,9 untuk memberikan pengukuran yang lebih tepat.

4. Hydrometer



Gambar 3.7 Hydrometer

Hidrometer adalah alat ukur yang digunakan untuk mengukur karakteristik cairan seperti kepadatan (density) dan berat jenisnya. Alat ini memiliki satuan ukur g^3/cm . Sering digunakan untuk mengukur cairan seperti bensin, minyak tanah, dan kerosin. Pada alat ini, terdapat semacam pipet panjang yang gunanya untuk dimasukkan ke cairan yang akan diukur. Saat pengukuran, kedalaman dari

pipet panjang tersebut yang akan mengindikasikan berat jenis, kepadatan, dan karakteristik cairan yang sedang diukur.

5. Flash Point Tester



Gambar 3.8 Flash Point Tester

Alat untuk menguji titik nyala adalah flash point tester. Instrumen ini berfungsi untuk menentukan titik nyala sebuah sampel. Tester ini memiliki cara kerja dengan mengandalkan tekanan uap. Suhu berbanding lurus dengan tekanan. Konsentrasi tekanan uap ketika mengalami peningkatan, maka yang terjadi adalah cairan akan mudah terbakar. Ada 2 dasar pengukuran titik nyala yaitu dengan cup terbuka dan tertutup.

a. Open Cup Flash Point Tester

Pengujian ini mensimulasikan potensi tumpahan cairan dalam kondisi terbuka. Sederhananya, pada metode ini, sampel diuji dan dipanaskan pada tempat terbuka. Sumber pengapian didekatkan pada permukaan untuk melihat reaksi berupa titik nyala.

Kelebihan dari metode ini adalah nilai titik nyala yang lebih tinggi dari pada cup tertutup. Hal ini terjadi karena pada metode cup terbuka terdapat gas yang menguap ke atmosfer. Contoh metode dengan cup terbuka adalah COC (Cleveland Open Cup).

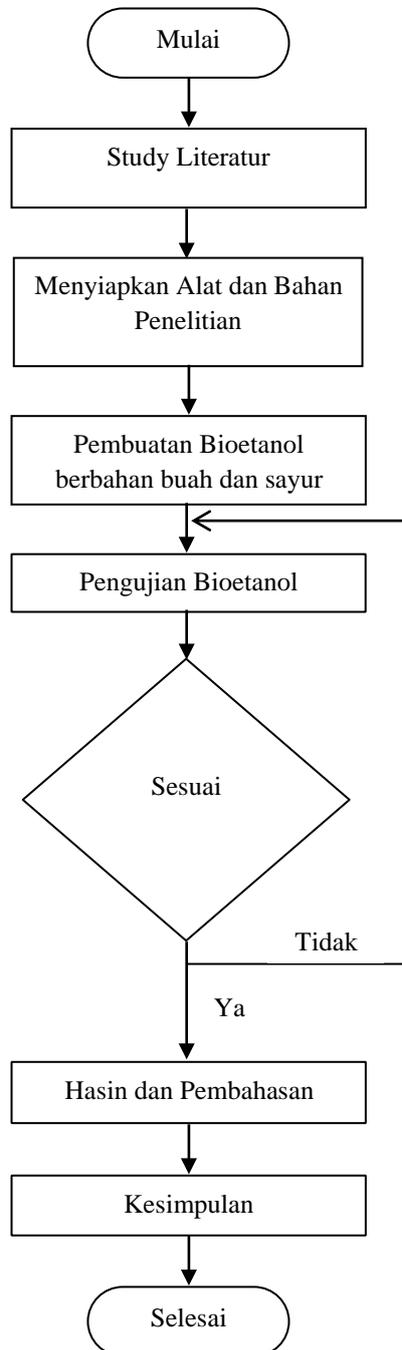
b. Closed Cup Flash Point Tester

Kebalikan dari metode cup terbuka, cup tertutup adalah metode mensimulasikan situasi tumpahan cairan dalam lingkungan tertutup. Cairan berada di atas flash point yang terjadi adalah kebakaran bilamana letak sumber api dekat. Kelebihan metode ini adalah lebih akurat dan teliti. Contoh metode dengan cup tertutup adalah abel, abel-pensky, dan pensky-martens.

Adapun langkah langkah pengujiannya adalah:

1. Sampel dimasukkan ke dalam cawan, kemudian letakkan cawan pada alat, tutupnya dipasang, stirrer dihubungkan dengan motor pengaduk, dan termometer dipasang dengan baik.
2. Setelah alat-alat dipasang dengan baik, maka stop kontak dipasang.
3. Nyala api pemandu (pilot flame) dinyalakan dari aliran bahan bakar elpiji dengan panjang nyala ± 4 mm dan disiapkan di mulut penutup celah (shutter).
4. Pemanas dinyalakan hingga suhu bahan bakar naik tidak lebih dari 5 0C per menit (prediksi dahulu karakteristik bahan bakar).
5. Alat penutup celah (shutter) dioperasikan sehingga api pemandu turun/masuk ke dalam cawan/cup dan biarkan ± 2 detik, setelah itu kembalikan shutter pada posisi semula.
6. Ulangi prosedur diatas untuk setiap kenaikan 4 0C/ menit hingga titik nyala / flash point dan titik bakar / fire point tercapai.
7. Apabila ketika api pemandu masuk kedalam cairan uap bahan bakar tersulut dengan cepat maka suhu yang terbaca pada thermometer adalah flash point bahan bakar uji.
8. Apabila saat api pemandu masuk kedalam cairan uap bahan bakar terbakar secara kontinyu maka suhu yang terbaca pada thermometer adalah fire point bahan bakar uji.
9. Pengulangan pengujian dilakukan 3 kali.

3.3 Bagan Alir Penelitian



3.4 Rancang Alat Penelitian



Gambar 3.9 Destilator

Keterangan :

1. Tabung destilator, sebagai wadah bahan olahan bioetanol.
2. Kondensor, sebagai tahap akhir destilasi dengan cara mengubah uap panas menjadi etanol melalui proses kondensat atau pengembunan.
3. Tabung air, sebagai wadah air untuk proses sirkulasi air ke kondensor.
4. Pipa saluran, sebagai jalur keluar uap menuju kondensor.
5. Selang, sebagai jalur sirkulasi air.
6. Thermostat, sebagai perangkat pengatur suhu yang akan mengubah temperatur mendekati dengan pengaturan yang ditetapkan.

3.5 Prosedur Penelitian

3.5.1 Tahap Persiapan

Persiapan merupakan tahap awal dalam melakukan penelitian, pada tahap ini melakukan studi literatur, survey limbah buah & sayur dan kulit pisang kepok serta melengkapi alat dan bahan yang akan digunakan.

3.5.2 Tahap Pembuatan

Adapun langkah – langkah prosedur pembuatan bioetanol dalam penelitian ini sebagai berikut :

1. Siapkan limbah buah dan sayur serta kulit pisang kepok sebagai bahan baku pembuatan bioetanol dan bahan pendukung lainnya

- Limbah sayur wortel



Gambar 3.10 Limbah Wortel

- Limbah buah nangka



Gambar 3.11 Limbah Nangka

- Limbah kulit pisang kepok



Gambar 12 Limbah Kulit Pisang Kepok

- Ragi



Gambar 3.13 Ragi

- NPK



Gambar 3.14 NPK

2. Persiapkan alat yang akan digunakan dalam proses pembuatan bioetanol.

- Pisau



Gambar 3.15 Pisau

- Tupperware



Gambar 3.16 Tupperware

- Blender



Gambar 3.17 Blender

- Destilator



Gambar 3.18 Destilator

3. Campuran bahan baku buah dan sayur yang telah dipotong-potong menjadi kecil dimasukkan ke dalam mixer untuk diubah menjadi bubur campuran buah dan sayur

- Adonan buah dan sayur



Gambar 3.19 Adonan limbah buah dan sayur

4. Kulit pisang kepek yang telah dipotong dimasukkan ke dalam mixer untuk diubah menjadi bubur kulit pisang.

- Adonan kulit pisang



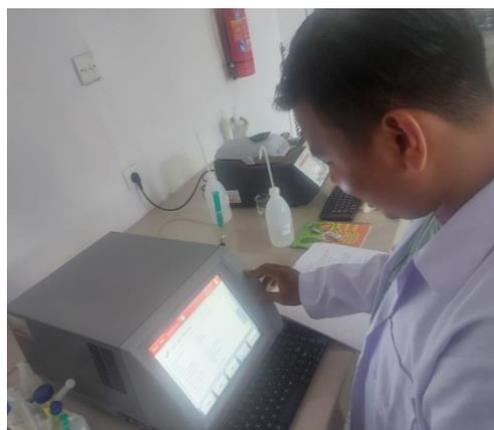
Gambar 3.20 Adonan kulit pisang

5. Menghaluskan ragi tape menggunakan mixer.



Gambar 3.21 Menghaluskan ragi

6. Masukkan ragi tape dan NPK ke dalam bubur campuran buah & sayur dan ke dalam bubur kulit pisang kepek dengan variasi bahan pencampur 25 gram, 50 gram, dan 100 gram.
7. Derajat keasaman (ph) fermentasi diatur kisaran 7, temperatur 30°C, dan waktu fermentasi selama 7 hari.
8. Tupperware atau wadah penyimpanan bubur buah & sayur dan bubur kulit pisang kepek dapat dibuka setelah 7 hari. Kondisi yang diperoleh adalah pada permukaan cairan pati campuran buah & sayur dan cairan pati kulit pisang kepek yang telah difermentasi terdapat 2 lapisan yaitu lapisan cairan fermentasi yang masih bercampur air dan lapisan bawah berupa cairan ampas pati.
9. Semua peralatan pada proses fermentasi dibersihkan dan simpan di tempat yang aman.
10. Cairan hasil fermentasi dimasukkan ke dalam labu distilasi dan mulai proses distilasi selama 4 jam dengan memanaskannya pada suhu 80°C. Diusahakan suhu tetap stabil agar air tidak ikut menguap bersama bioetanol yang nantinya akan mengakibatkan kandungan bioetanol rendah atau pada bioetanol hasil distilasi masih mengandung air yang banyak. Proses destilasi pada hasil fermentasi campuran buah & sayur dan kulit pisang kepek.
11. Melakukan pengujian nilai *viskositas* dan densitas menggunakan *viskometer Svm 3001* dan catat nilai dari hasil pengujian viskositas.
 - Uji kekentalan pada etanol



Gambar 3.22 Pengujian Viskositas dan Densitas

12. Melakukan pengujian nilai kalor menggunakan alat *Calorimeter Digital XRY-1A* dan catat nilai dari hasil pengujian nilai kalor.
 13. Melakukan pengujian nilai kadar alkohol menggunakan alat *Hydrometer Alkohol* dan catat nilai dari hasil pengujian kadar alkohol.
 14. Melakukan pengujian titik nyala api menggunakan alat *flash point tester* dan catat nilai dari hasil pengujian titik nyala api.
- Uji titik nyala api



Gambar 3.23 Pengujian flash point

15. Melakukan uji perbandingan kualitas bioetanol yang dihasilkan dari bahan baku berbeda antara campuran buah dan sayur dengan kulit pisang kepok. Melalui riset data hasil uji *viskositas*, nilai kalor, kadar alkohol, massa jenis, dan titik nyala api yang telah dilakukan.
16. Selesai.

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil

4.1.1 Pembuatan Bioetanol

Limbah nangka & wortel dan kulit pisang kepok dibagi menjadi 6 wadah sesuai dengan konsentrasi nutrisi NPK dan ragi, penggunaan 6 wadah dilakukan untuk memisahkan campuran nangka & wortel dengan kulit pisang kepok yang mana setiap bahan baku menggunakan variasi 25 gr, 50 gr, dan 100 gr nutrisi NPK dan ragi. Setelah semua bahan telah tercampur dengan rata selanjutnya masuk ke dalam tahap fermentasi. Adapun komposisi dalam pembuatan bioetanol dengan bahan baku limbah nangka & wortel dan kulit pisang kepok dapat dilihat pada tabel 4.1

Tabel 4.1 Komposisi Bioetanol

No	Nangka (g)	Wortel (g)	Kulit Pisang Kepok (g)	Air Mineral (ml)	Ragi (g)	NPK (g)
1	500	500	500	500	100	25
2	500	500	500	500	100	50
3	500	500	500	500	100	100

4.1.2 Proses Fermentasi

Pada tahap ini limbah kan difermentasi dengan cara wadah ditutup hingga minim udara dan didiamkan selama 7 hari dengan suhu ruangan 29-31°C. Setelah fermentasi selesai selanjutnya hasil fermentasi cairan limbah campuran nangka & wortel serta kulit pisang kepok disaring memisahkan ampas dengan cairannya, lalu masuk ke tahap selanjutnya yaitu proses destilasi.

4.1.3 Proses Destilasi

Pada tahap ini cairan hasil fermentasi yang telah dipisahkan dari ampasnya di destilasi dengan tujuan memisahkan etanol dengan cara di didihkan dengan suhu 78-80°C selama 90 menit. Berdasarkan perbedaan titik didih jika larutan dipanaskan maka komponen yang memiliki titik didihnya lebih rendah akan

menguap lebih dulu, kemudian uap tersebut diubah menjadi cairan etanol dengan cara uap tersebut melewati kondensor.

4.2 Pembahasan

4.2.1 Sifat Karakteristik Bioetanol

Sifat-sifat bioethanol yang mudah menguap, udah terbakar, berbau spesifik, cairannya tidak berwarna, dan mudah larut dalam : air, eter, khloroform, dan aseton (Rhonny. A dan Danang J.W., 2003).

4.2.2 Uji Karakteristik Bioetanol

Pada penelitian ini uji karakteristik bioetanol dari limbah buah nangka dan wortel dengan variasi campuran nutrisi NPK dan limbah kulit pisang kepok dengan menggunakan variasi campuran ragi dilakukan di laboratorium Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU) dan laboratorium Politeknik Negeri Medan (POLMED). Hasil pengujian dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 4.2 Hasil Uji Karakteristik Nangka & Wortel

karakteristik					
Konsentrasi					
NPK	Kadar Alkohol	Densitas	viskositas	Nilai Kalor	Flash Point
(Gr)	(%-v)	(gr/cm ³)	(cSt)	(Kkal/kg)	(°C)
25	62	0,8742	1,965	7122,38	19.35
50	68	0,8739	1,967	7079,39	17,9
100	67	0,8738	1,959	7105,67	16,93

Tabel 4.3 Hasil Uji Karakteristik Kulit Pisang Kepok

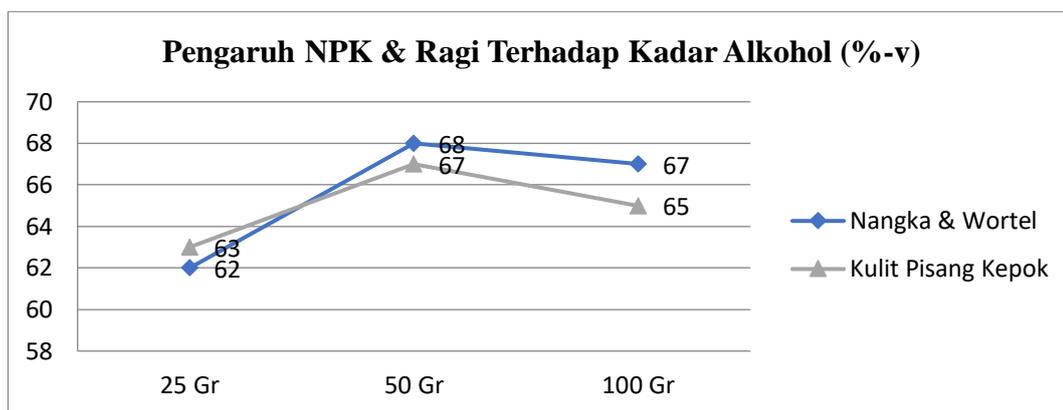
Karakteristik					
Konsentrasi					
Ragi	Kadar Alkohol	Densitas	Viskositas	Nilai Kalor	Flash Point
(Gr)	(%-v)	(gr/cm ³)	(cSt)	(Kkal/kg)	(°C)
100	63	0,8732	1,942	7000,57	19,2
100	68	0,8724	1,921	6506,16	18,2
100	66	0,8733	1,93	7093,72	18,8

Tabel 4.4 Standart Bioetanol (A.Setiyawan, 2013)

Karakteristik	Satuan	Bioetanol	Murni Metode Uji
Kadar Alkohol	% -v	99,5 (sebelum	ASTM D6501 / Departemen
		denaturasi) 94,0 (setelah Denaturasi)*	Energi dan Sumber Daya Mineral RI Direktorat Jendral Minyak dan Gas Bumi
Densitas	gr/cm ³	0,816	ASTM D445
Viskositas	cPs	1,17	ASTM D1298
Nilai Kalor	kkal/kg	6380	ASTM D240

4.3 Kadar Alkohol

Prosedur pengujian kadar alkohol dilakukan dengan metode pinokmeter sesuai dengan petunjuk putri dan sukandar (2008), pertama tama sampel sebanyak 100 ml dimasukkan kedalam labu destilasi kemudian ditambahkan dengan aquades sebanyak 100 ml. Selanjutnya didestilasi pada suhu 800 C. Destilat ditampung di dalam Erlenmeyer hingga volume 50 ml. Destilat tersebut kemudian dimasukkan ke dalam piknometer yang telah ditimbang sebelumnya. Destilat dimasukkan hingga memenuhi piknometer. Kelebihan destilat pada puncak pipa kapiler dibersihkan. Piknometer yang berisi destilat ditimbang dan beratnya dicatat.



Tabel 4.5 Hasil pengujian kadar alkohol dari bahan baku berbeda

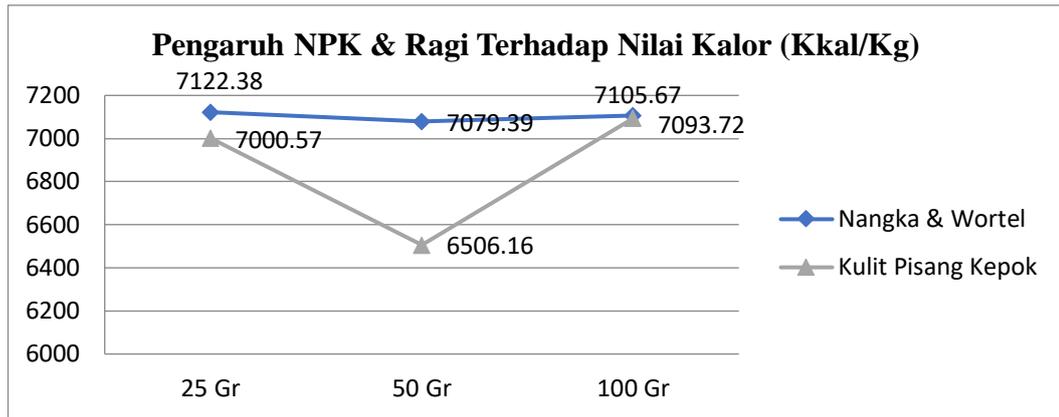
Bahan baku	Variasi campuran NPK & ragi		
	25 gram gram	50 gram	100
Campuran buah nangka & sayur wortel	62 (%-v)	68 (%-v)	67 (%-v)
Kulit pisang kepok	63 (%-v)	67 (%-v)	65 (%-v)

Dari tabel dapat dilihat perbedaan nilai kadar alkohol yang dihasilkan dari bahan baku berbeda yang mana campuran limbah nangka dan wortel memiliki kadar alkohol sebesar 67 (%-v) dan untuk kulit pisang kepok dihasilkan kadar alkohol sebesar 65 (%-v) pada variasi campuran yang sama yaitu 100 gram. Maka dapat disimpulkan bahwa semakin lama waktu fermentasi akan mempengaruhi nilai kadar alkohol yang dihasilkan.

Sifat-sifat bioetanol yang mudah menguap, mudah terbakar, berbau spesifik, cairannya tidak berwarna, dan mudah larut dalam : air, eter, khloroform, dan aseton (Rhonny. A dan Danang J.W., 2003).

4.4 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.



Tabel 4.6 Hasil pengujian nilai kalor dari bahan baku berbeda

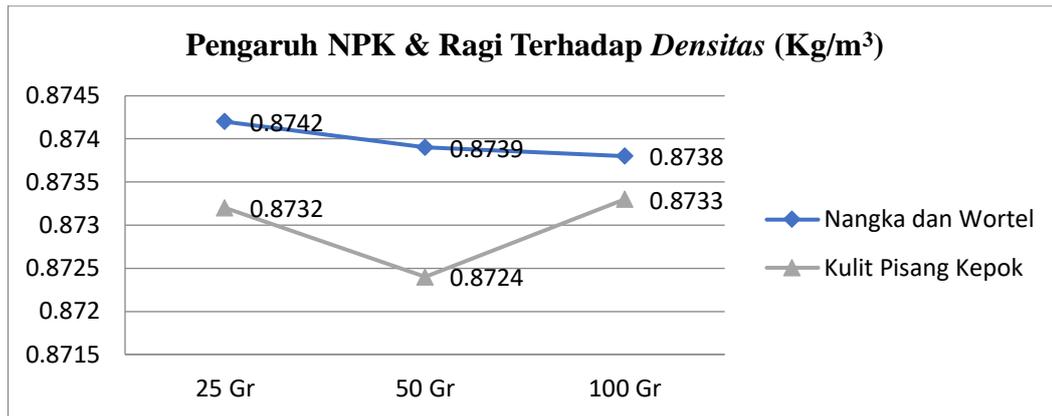
Bahan baku	Variasi bahan campuran NPK & ragi		
	25 gram	50 gram	100 gram
Campuran buah nangka & sayur wortel	7122,38 (Kkal/kg)	7079,39 (Kkal/kg)	7105,67 (Kkal/kg)
Kulit pisang kepok	7000,57 (Kkal/kg)	6506,16 (Kkal/kg)	7093,72 (Kkal/kg)

Dari tabel dapat dilihat perbedaan nilai kalor yang dihasilkan dari dua bahan baku yang berbeda antara campuran buah nangka & wortel dan kulit pisang kepok. Dimana nilai kalor yang dihasilkan dari buah nangka & wortel memiliki persentase 7105,67 Kkal/kg, dan kulit pisang kepok memiliki persentase 7093,72 Kkal/kg pada 100 gram variasi NPK dan ragi. Sedangkan untuk nilai kalor murni 6380 Kkal/kg, maka semakin tinggi nilai kalor bahan bakar tersebut akan semakin sedikit pemakaian bahan bakar. Besarnya nilai kalor akan berbanding terbalik dengan densitas yang dimilikinya, semakin kecil nilai densitas yang dimiliki, maka nilai kalor akan semakin besar (Hartono, Rusdi, Anondho Wijanarko, & Heri Hermansah, 2016).

4.5 Densitas (Massa Jenis)

Massa jenis adalah pengukuran massa setiap satuan volume benda. Massa jenis berfungsi untuk menentukan zat setiap massa jenis yang berbeda. Hasil terbaik

yang didapatkan yaitu pada lama fermentasi hari ke-10. Dari diagram dibawah ini dapat dilihat perbedaan massa jenis yang dihasilkan dari bahan baku berbeda yang mana garis grafik berwarna biru menunjukkan untuk hasil dari campuran buah nangka dan wortel sedangkan untuk garis grafik berwarna hijau untuk hasil dari kulit pisang kepok.



Tabel 4.7 Hasil pengujian nilai densitas dari bahan baku berbeda

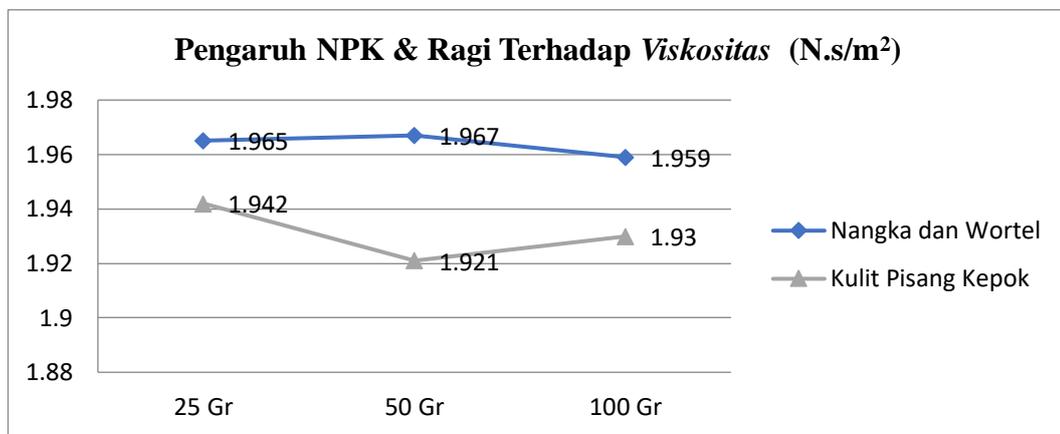
Bahan baku	Variasi bahan campuran NPK & ragi		
	25 gram	50 gram	100 gram
Campuran buah nangka & wortel.	0,8742 (Kg/m ³)	0,8739 (Kg/m ³)	0,8738 (Kg/m ³)
Kulit pisang kepok.	0,8732 (Kg/m ³)	0,8724 (Kg/m ³)	0,8733 (Kg/m ³)

Dari tabel penelitian dapat dilihat suatu perbedaan nilai massa jenis yang dihasilkan dari limbah buah nangka & wortel sebesar 0,8738 kg/m³ dan limbah kulit pisang kepok sebesar 0,8733 kg/m³ yang sama-sama menggunakan variasi bahan pencampur sebanyak 100 gram NPK dan ragi. Sedangkan nilai standar SNI massa jenis pada bioetanol sebesar 0,789** kg/m³ maka dapat disimpulkan bahwa nilai massa jenis yang dihasilkan dari dua bahan baku yang berbeda. Densitas yang terlalu besar akan berpengaruh pada besarnya viskositas sehingga semakin besar

densitas yang dihasilkan bioetanol maka berpengaruh pada tekanan injeksi bahan bakar (Fang, 2009).

4.6 Viskositas (Kekentalan)

Viskositas (kekentalan) adalah suatu larutan yang kondisinya dapat digambarkan sebagai larutan yang sulit dialirkan. Maksud dari pengukuran ini adalah untuk menentukan nilai kekentalan suatu larutan yang dinyatakan dalam centipoises (cP). Dapat dilihat dari diagram dibawah ini suatu perbedaan nilai *viskositas* yang dihasilkan dari dua bahan baku berbeda.



Tabel 4.8 Hasil pengujian nilai viskositas dari bahan baku berbeda

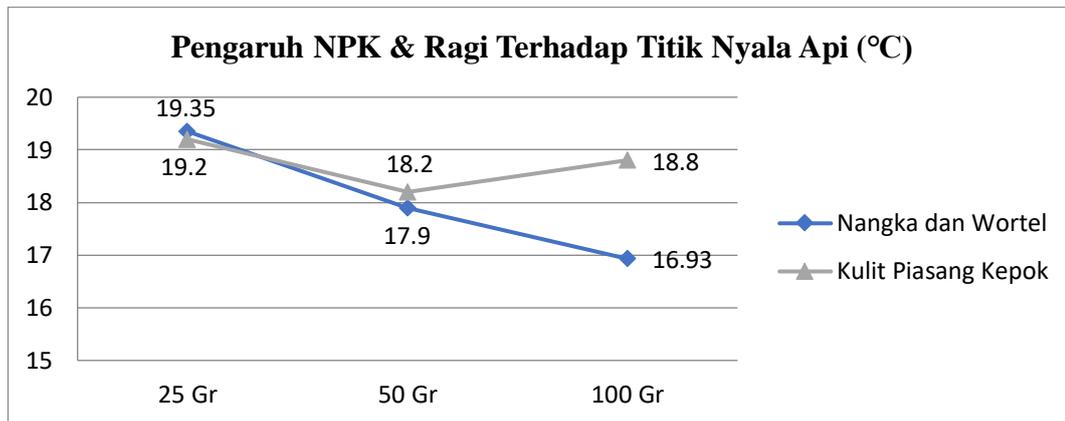
Bahan baku	Variasi bahan campuran NPK & ragi		
	25 gram	50 gram	100 gram
Campuran buah nangka & wortel.	1,965 (N.s/m ²)	1,967 (N.s/m ²)	1,959 (N.s/m ²)
Kulit pisang kepok.	1,942 (N.s/m ²)	1,921 (N.s/m ²)	1,93 (N.s/m ²)

Pada penelitian ini dapat dibandingkan nilai *viskositas* (kekentalan) dari dua bahan baku yang berbeda antara campuran buah nangka & wortel dan kulit pisang kepok yang mana dari tabel dihasilkan dua persentase yang berbeda dari buah nangka & wortel sebesar 1,959 N.s/m² dan kulit pisang kepok sebesar 1,93 N.s/m² dengan penggunaan variasi 100 gram NPK dan ragi. Sedangkan untuk nilai standar SNI viskositas pada bioetanol yaitu 1,523*** N.s/m². Maka dihasilkan nilai

kekentalan tertinggi dari bahan baku campuran limbah nangka & wortel sebesar 1,959 N.s/m². Makin tinggi nilai viskositas suatu larutan maka makin tinggi pula kekentalannya (Saputra, R. 2012).

4.7 Flash Point (Titik Nyala Api)

Titik nyala adalah salah satu sifat fisik dan bahan kimia utama yang digunakan untuk menentukan bahaya kebakaran dan ledakan cairan. Oleh karena itu, prediksi titik nyala merupakan pertimbangan keamanan yang penting dilakukan berdasarkan tekanan uap, struktur molekul, kisaran komposisi, dan titik didih cairan yang mudah terbakar. Diagram dibawah ini menunjukkan perbedaan nilai titik nyala yang dihasilkan dari bahan baku berbeda yang mana penelitian ini dilakukan dengan penggunaan variasi bahan pencampur yang berbeda.



Tabel 4.9 Hasil pengujian titik nyala api dari bahan baku berbeda

Bahan baku		Variasi bahan campuran NPK & ragi		
		25 gram	50 gram	100 gram
Campuran nangka & wortel.	buah	19,35 (°C)	18,2 (°C)	18,8 (°C)
	& sayur	19,2 (°C)	17,9 (°C)	16,93
Kulit pisang kepok.		(°C)		

Dari kedua perbandingan bahan baku limbah kulit pisang kepok dan buah nangka & wortel, persentase tertinggi *flash point* dari limbah kulit pisang kepok

yaitu 18,8 °C sedangkan limbah buah nangka & wortel yaitu 16,93°C pada campuran 100 gr NPK dan ragi sedangkan untuk bioetanol murni adalah 21,11°C. Diantara dua hasil *flash point* yang dihasilkan dari limbah nangka & wortel dan kulit pisang kepok didapatkan nilai terendah pada limbah nangka & wortel yaitu 16,93°C yang mana nilai tersebut tidak mendekati nilai SNI bioetanol murni. Hal tersebut dapat membuktikan bahwa bioetanol limbah nangka & wortel akan lebih mudah terbakar jika dibandingkan dengan bioetanol murni.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Bioetanol yang dihasilkan dari limbah nangka & wortel memiliki belum bisa digunakan karena kadar alkohol tertinggi hanya 68%. Sedangkan untuk limbah kulit pisang kepek dihasilkan kadar alkohol tertinggi hanya 67%. Rendahnya nilai alkohol dipengaruhi beberapa faktor terutama pada proses fermentasi dan destilasi. Untuk menghasilkan bioetanol yang memiliki standart kualitas SNI maka harus dilakukan variasi campuran dan lama waktu pada saat fermentasi yang dilakukan. Pada proses destilasi jangan sampai terjadi penurunan suhu pada destilator dikarenakan jika terjadi penurunan suhu dibawah 78°C maka uap bioetanol yang dihasilkan lebih sedikit. Agar lebih efektif pembuatan bioetanol sebaiknya menggunakan variasi campuran yang sesuai dengan cara melihat hasil uji karakteristik pada percobaan sebelumnya.

5.2 Saran

Disadari bahwa pada penelitian ini masih ada beberapa kekurangan maka untuk mengembangkan dan memperbaiki penelitian selanjutnya, dengan memperlihatkan beberapa aspek seperti, campuran NPK & ragi, lama fermentasi, dan pada saat destilasi lebih menjaga suhu. Kemudian melakukan destilasi secara berulang sebanyak 2 atau 3 destilasi untuk mendapatkan kadar bioetanol yang sesuai SNI.

DAFTAR PUSTAKA

- A.Suggeng. 2005, Pemanfaatan Destilator Tenaga Surya (Solar Energy) Untuk Memproduksi Air Tawar Dari Air Laut, Laporan Penelitian Sekolah Pascasarjana Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.
- Abimosourus, 2010. <http://teknologi.kompasiana.com/terapan/> menghitung-produksibioetanol. Diakses 20 Oktober 2012.
- Amien. 2006. Pentingnya Fermentasi Bir Koko. http://www.alumni_ipd.or.id. Diakses tanggal 16 Februari 2007.
- Anonim, 2007. Produksi Bioetanol Berbahan Baku Biomassa. Online di <http://isro.wordpress.com>. Diakses 13 Februari 2011.
- Ardawalika, 2009, Pengaruh Pemakaian Variasi Campuran Bahan Bakar Bensin-Etanol Terhadap Unjuk Kerja Mesin Bensin Empat Langkah Satu Silinder, Tugas Akhir, Program Studi Teknik Mesin, ITS, Surabaya
- Asgar, A. dan D. Musaddad. 2006. *Optimasi Cara, Suhu dan Lama Blansing Sebelum Pengeringan Pada Wortel*. Jurnal Hortikultura Vol. 16 No. 3 hal: 245-252.
- Chang, Raymond. 2004. Kimia Dasar : Konsep-konsep Inti. Jakarta: Erlangga.
- Channiwala, S.A., Parikh, P.P., 2002, 'A Unified correlation for estimating HHV of solid, liquid and gaseous fuels: "Journal of Fuel , vol 81, pp. 1051-1063
- Desroir, Norman., 1988, " Unit Processing Organic Synthesis", ed 5, McGraw-Hill Book Company, New York.
- Fessenden & Fessenden, 1994, Kimia Organik, Jakarta: Erlangga
- Gupta, H.N., 2009, Fundamentals of Internal Combustion Engines, New Delhi: Rajkarnal Electric Press.
- Harini, Noor dan Marianty, Renita. 2012. Analisa Pangan dan Hasil penelitian. Sidoarjo: Zifatama Publishing.
- Hartono R, Rusdi, Anondho Wijanarko, Heri Hermansah, 2016, Pembuatan Biodiesel Dari Minyak Dedak Padi Dengan Proses Katalis Homogen Secara Asam dan Katalis Heterogen Secara Basa, Prosiding Seminar Nasional Sains

- dan Teknologi Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta 2015, ISSN :2407-1846, e-ISSN : 2460-8416.
- Irawan, Dedy dan Arifin, Zainal. 2010. Proses Hidrolisis Sampah Organik Menjadi Gula dengan Katalis Asam Klorida. *Jurnal Teknik Kimia*. No.2 Vol.6 April 2012.
- Jeon, B.Y. (2007). Development of a serial bioreactor system for direct ethanol production from starch using *Aspergillus niger* and *Saccharomyces cerevisiae*. *Biotechnology and Bioprocess Engineering* 12: 566- 573.
- Krause R. 2001. Bio-and alternative fuels for mobility. Di Dalam *Enhancing Biodiesel Development And Use. Proceedings Of The International Biodiesel Workshop*. Medan: Tiara Convention Center, 2-4 Okt 2001.
- KusumaWijaya,Bagus I Gusti,2010,Pengolahan sampah organik menjadi etanol dan pengujian sifat fisika Biogasoline.
- Murtagh, J.E. (1995). Molasses as a feedstock for Alcohol Production. http://crybabyLtd.com/oodu/Classes/009_Ethnogens/009_Distilling_n_Brew/The%20Alcohol%20Text%20Book/chapt06.pdf. [11 November 2010].
- Oxtoby, D. W., dkk. 2001. *Prinsip-prinsip Kimia Modern Edisi 4 Jilid 1*. Jakarta: Erlangga.
- Prescott, S. G and C. G. Said, 1959, “*Industrial Microbiology*”, ed 3, McGraw-Hill Book Company, New York.
- Prihandana R., K. Noerwijan, P.G. Adinurani, D. Setyaningsih, S. Setiadi dan R. Hendroko, 2008, *Bioetanol Ubi Kayu Bahan Bakar Masa Depan*. PT Rajawali Nusantara Indah, Jakarta
- Prihandana, R., Hendroko, Roy, Nuramin, Makmuri. (2006) ‘*Bioetanol Ubi Kayu*’, Bahan Bakar Masa Depan. IPB Press, Bogor.
- Rhonny dan Danang, 2003, “*Laporan Penelitian Pembuatan Bioetanol dari Kulit Pisang*”, Universitas Pembangunan Nasional, Yogyakarta.
- Sahidin. 2008. *Penuntun Praktikum Kimia Organik I*. Unhalu. Kendari
- Saputra, R. 2012, Pengaruh Konsentrasi Alkali dan Rasio Rumput Laut-Alkali Terhadap Viskositas dan Kekuatan Gel Semi Refined Carragenan (SRC) dari Rumput Laut *Euचेuma Cottonii*. Skripsi. Jurusan Teknologi Pert.

- Setiawati, Diah Restu, Anastasia Rafika Sinaga, Tri Kurnia Dewi. 2013. Proses Pembuatan Bioetanol dari Kulit Pisang Kepok. *Jurnal Teknik Kimia*. 1(19) : 9-13
- Skadrongautama, 2009. *Bahan Bakar Nabati (Bioetanol)*. Yogyakarta: Khalifah Niaga antabura.
- Sudarmadji. S., Haryono. B., dan Suhardi. 1989. *Mikrobiologi Pangan*”, Yogyakarta : PAU Pangan dan Gizi Universitas Gaja Mada.
- Wusnah, Bahri Samsul, dan Hartono Dwi. 2016. Proses Pembuatan Bioetanol Dari Kulit Pisang Kepok (*Musa acuminata B.C*) Secara Fermentasi. Jurusan Teknik Kimia. Universitas Malikussaleh. Lhoksumawe.

Hal : Permohonan Pengujian
Sampel Bioetanol
Kepada Yth : Kepala Layanan Terpadu
Politeknik Negeri Medan

Medan, 30 Agustus 2022

di-
Tempat

Dengan hormat, yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Ihza Andikal Zikri
NPM : 1807230102
Email : andikalzikri@gmail.com
No Wa : +6281533279290
Program Studi : Teknik Mesin
Universitas : Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU)

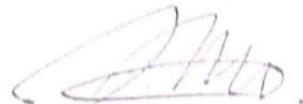
Sehubung dengan kegiatan riset tentang bioetanol, Dengan ini mengajukan permohonan untuk melakukan pengujian sampel bioetanol di Laboratorium Teknik Mesin Politeknik Negeri Medan

Adapun pengujian yang di perlukan pada bioetanol sebagai berikut :

- A. Viskositas
- B. Densitas

Demikian permohonan ini saya sampaikan atas perhatian bapak/ibu saya ucapkan terima kasih.

Hormat Saya,



Ihza Andikal Zikri
NPM 1807230102



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN,
RISET, DAN TEKNOLOGI
POLITEKNIK NEGERI MEDAN

Jl. Almamater No. 1 Kampus USU, Medan 20155, Indonesia
Telp. (061) 8210371, 8211235, 8213951, Fax : (061) 8215845

<http://www.polmed.ac.id> e-mail : polmed@polmed.ac.id, info@polmed.ac.id

Nomor : 008/LAB/EN/2022
Lampiran : 2 (dua) Berkas
Hal : Laporan Uji Viskositas, Densitas

Kepada Yth.
Ihza Andikal Zikri
Tempat

Dengan Hormat,
Sehubungan dengan permintaan dari Bapak/Ibu Kepala Laboratorium Teknik Konversi Energi untuk melaksanakan pengujian Densitas, viskositas, maka disini disampaikan bahwa pengujian tersebut telah selesai. Berikut laporannya telah kami selesaikan seperti tertera pada lembaran data, dan pengujian yang kami lakukan sesuai dengan material yang kami terima.

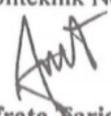
Demikian kami sampaikan, atas kerjasamanya kami ucapkan terima kasih.

Medan, 26 Oktober 2022



Abdul Rahman, S.E.Ak., M.Si.
NIP. 197112101998011001

Dibuat,
Kepala Lab. Teknik Konversi Energi
Politeknik Negeri Medan



Efrata Farigan, S.T., M.T.
NIP. 198806262019031011



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN,
RISET, DAN TEKNOLOGI
POLITEKNIK NEGERI MEDAN

Jl. Almamater No. 1 Kampus USU, Medan 20155, Indonesia

Telp. (061) 8210371, 8211235, 8213951, Fax : (061) 8215845

<http://www.polmed.ac.id> e-mail : polmed@polmed.ac.id, info@polmed.ac.id

LAPORAN HASIL UJI VISKOSITAS, DENSITAS NO
: 008/LAB/EN/2022

Nama Customer : Ihza Andikal Zikri
Perusahaan/ Instituti : Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
Jenis Sampel : Bioethanol

Tabel 1. Hasil Viskositas, Densitas

No	Nama Sampel	Viskositas Kinematik (mm ² /s)	Densitas
1	Bioethanol Pisang Kepok 1:1	1.942	873.2
2	Bioethanol Pisang Kepok 1:2	1.921	872.4
3	Bioethanol Pisang Kepok 1:3	1.930	873.3
4	Bioethanol Nangka Wortel NPK 1:1	1.965	874.2
5	Bioethanol Nangka Wortel NPK 1:2	1.967	873.9
6	Bioethanol Nangka Wortel NPK 1:3	1.959	873.8

Diuji oleh	Disaksikan Oleh :	Tanggal :	Mengetahui, Kepala Laboratorium Teknik Konversi Energi	Tanggal:
 Bela Nurulita	 Abdi D. Sebayang, S.T., M.T NIP.19680417 199801 2 001		 Efrata Tarigan S.T., M.T. NIP: 19880626 201903 1 011	



**PUSAT ENERGI BARU TERBARUKAN
POLITEKNIK NEGERI MEDAN**

Jl. Almamater No. 1 Kampus USU, Medan 20155, Indonesia
Telp. (061) 8210371, 8211235, 8213951, Fax : (061) 8215845
<http://www.polmed.ac.id> e-mail : polmed@polmed.ac.id,
ebt@polmed.ac.id



Medan, 17 Januari 2023

Nomor : 013/EBT/EN/2023
Lampiran : 2 (dua) Berkas
Hal : Laporan Uji Nilai Kalor

Kepada Yth.
Ihza Andikal Zikri
di
Tempat

Dengan Hormat,
Sehubungan dengan permintaan dari Bapak/Ibu Kepala Laboratorium Teknik Konversi Energi untuk melaksanakan pengujian nilai kalor maka disini disampaikan bahwa pengujian tersebut telah selesai. Berikut laporannya telah kami selesaikan seperti tertera pada lembaran data, dan pengujian yang kami lakukan sesuai dengan material yang kami terima.

Demikian kami sampaikan, atas kerjasamanya kami ucapkan terima kasih.

Koordinator Pusat Energi Baru Terbarukan
Politeknik Negeri Medan

Arridina Susan Silihonga, S.T., M.Eng., Ph.D.
NIP. 1981012320021220002

EBT POLMED



**PUSAT ENERGI BARU TERBARUKAN
POLITEKNIK NEGERI MEDAN**

Jl. Almamater No 1 Kampus USU, Medan 20155, Indonesia
Telp. (061) 8210371, 8211235, 8213951, Fax : (061) 8215845
<http://www.polmed.ac.id> e-mail : polmed@polmed.ac.id,
ebt@polmed.ac.id



**LAPORAN HASIL UJI NILAI KALOR
NO : 013/EBT/EN/2023**

Nama Customer : Ihza Andikal Zikri
Perusahaan/ Instituti : Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
Jenis Sampel : Bioethanol

Tabel 1. Hasil Uji Nilai Kalor

No	Nama Sampel	Nilai Kalor (MJ/Kg)
1	Bioethanol Pisang Kepok 1:1	29.31
2	Bioethanol Pisang Kepok 1:2	27.24
3	Bioethanol Pisang Kepok 1:3	29.7
4	Bioethanol Nangka Wortel NPK 1:1	29.82
5	Bioethanol Nangka Wortel NPK 1:2	29.64
6	Bioethanol Nangka Wortel NPK 1:3	29.75

Diuji Oleh	Disaksikan Oleh:	Tanggal:
 Edy Pranata Tarigan, S.T. EBT POL.M.D	 M. Anhar Pulungan, S.T., M.T. NIP. 19680417 199801 2 001	



**PUSAT ENERGI BARU TERBARUKAN
POLITEKNIK NEGERI MEDAN**

Jl. Almamater No. 1 Kampus USU, Medan 20155, Indonesia
Telp. (061) 8210371, 8211235, 8213951, Fax : (061) 8215845
<http://www.polmed.ac.id> e-mail : polmed@polmed.ac.id,
ebt@polmed.ac.id



Medan, 17 Januari 2023

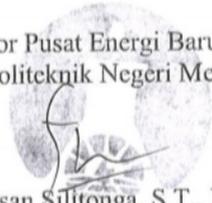
Nomor : 013/EBT/EN/2023
Lampiran : 2 (dua) Berkas
Hal : Laporan Uji Flash Point

Kepada Yth.
Imam Arif
di
Tempat

Dengan Hormat,
Schubungan dengan permintaan dari Bapak/Ibu Kepala Laboratorium Teknik Konversi Energi untuk melaksanakan pengujian Flash Point maka disini disampaikan bahwa pengujian tersebut telah selesai. Berikut laporannya telah kami selesaikan seperti tertera pada lembaran data, dan pengujian yang kami lakukan sesuai dengan material yang kami terima.

Demikian kami sampaikan, atas kerjasamanya kami ucapkan terima kasih.

Koordinator Pusat Energi Baru Terbarukan
Politeknik Negeri Medan

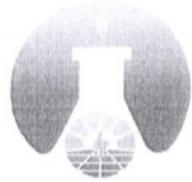


Arridina Susan Siltonga, S.T., M.Eng., Ph.D.
NIP.1981012320021220002



**PUSAT ENERGI BARU TERBARUKAN
POLITEKNIK NEGERI MEDAN**

Jl. Almamater No. 1 Kampus USU, Medan 20155, Indonesia
Telp. (061) 8210371, 8211235, 8213951, Fax : (061) 8215845
<http://www.polmed.ac.id> e-mail : polmed@polmed.ac.id,
ebt@polmed.ac.id



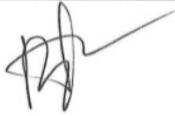
LAPORAN HASIL UJI FLAS

NO : 013/EBT/EN/2023

Nama Customer : Imam Arif
Perusahaan/ Instituti : Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
Jenis Sampel : Bioethanol

Tabel 1. Hasil Uji Flash Point

No	Nama Sampel	Flash Point (°C)
1	Bioethanol Pisang Kepok 1:1	19.2
2	Bioethanol Pisang Kepok 1:2	18.2
3	Bioethanol Pisang Kepok 1:3	18.8
4	Bioethanol Nangka Wortel NPK 1:1	19.35
5	Bioethanol Nangka Wortel NPK 1:2	17.9
6	Bioethanol Nangka Wortel NPK 1:3	16.93

Diuji Oleh	Disaksikan Oleh:	Tanggal:
 Bela Nurulita, A.Md.T	 Arridina Susan Silitonga, S.T., M.Eng., Ph.D. NIP. 1981012320021220002	06/2/23

LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

ANALISIS PERBANDINGAN KUALITAS BIOETANOL BERBAHAN BAKU LIMBAH BUAH DAN SAYUR DENGAN LIMBAH KULIT PISANG KEPOK MENGGUNAKAN DESTILATOR MODEL REFLUK

Nama : Imam Arif
NPM : 1807230109

Dosen Pembimbing 1 : H. Muharnif M, S.T.,M.Sc

No	Hari / Tanggal	Kegiatan	Paraf
	senin / 27-02 / 23	Perbaiki grafik	f
	kamis / 02-03 / 23	Rapikan susunan kata	f
	senin / 06-03 / 23	Tambahkan nilai SNI etanol	f
	kamis / 09-03 / 23	Tambahkan penjelasan dari jurnal	f
	kamis / 16-03 / 23	Cari nilai keasaman nilai kabo	f
	senin / 27-03 / 23	Perbaiki susunan grafik	f
	kamis / 30-03 / 23	Cari jurnal pendukung	f
	jumat / 31-03 / 23	All along this	f



UMSU

Aggul | Cerdas | Terpercaya

Menjawab surat ini agar diselesaikan
secepat dan tanggapnya

MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PENELITIAN & PENGEMBANGAN PIMPINAN PUSAT MUHAMMADIYAH
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK

UMSU Terakreditasi A Berdasarkan Keputusan Badan Akreditasi Nasional Perguruan Tinggi No. 89/SK/BAN-PT/Akred/PT/III/2019

Pusat Administrasi: Jalan Mukhtar Basri No. 3 Medan 20238 Telp. (061) 6622400 - 66224567 Fax. (061) 6625474 - 6631003

<http://fatek.umsu.ac.id> fatek@umsu.ac.id [fumsu.fatek](https://www.facebook.com/umsu.fatek) [@umsu.fatek](https://www.instagram.com/umsu.fatek) [umsu.fatek](https://www.youtube.com/umsu.fatek) [umsu.fatek](https://www.tiktok.com/umsu.fatek)

**PENENTUAN TUGAS AKHIR DAN PENGHUJUKAN
DOSEN PEMBIMBING**

Nomor : 48/II.3AU/UMSU-07/F/2022

Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, berdasarkan rekomendasi Atas Nama Ketua Program Studi Teknik Mesin Pada Tanggal 08 Januari 2022 dengan ini Menetapkan :

Nama : IMAM ARIF
Npm : 1807230109
Program Studi : TEKNIK MESIN
Semester : VII (TUJUH)
Judul Tugas Akhir : ANALISIS PERBANDINGAN KADAR BIOETANOL BERBAHAN BAKU
LIMBAH BUAH DAN SAYUR DENGAN LIMBAH KULIT PISANG KEPOK
MENGUNAKAN DESTILATOR MODEL REKLUK

Pembimbing : MUHARNIF, ST, M.Sc

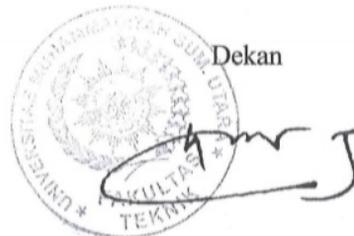
Dengan demikian diizinkan untuk menulis tugas akhir dengan ketentuan :

1. Bila judul Tugas Akhir kurang sesuai dapat diganti oleh Dosen Pembimbing setelah mendapat persetujuan dari Program Studi Teknik Mesin
2. Menulis Tugas Akhir dinyatakan batal setelah 1 (satu) Tahun dan tanggal yang telah ditetapkan.

Demikian surat penunjukan dosen Pembimbing dan menetapkan Judul Tugas Akhir ini dibuat untuk dapat dilaksanakan sebagaimana mestinya.

Ditetapkan di Medan pada Tanggal.
Medan, 05 Jumadil Akhir 1443 H
07 Januari 2022 M

Dekan



Munawar Alfansury Siregar, ST.,MT
NIDN: 0101017202



DAFTAR RIWAYAT HIDUP



A. DATA PRIBADI

Nama Lengkap : Imam Arif
Npm : 1807230109
Tempat, Tanggal Lahir : Klumpang, 27 Desember 1999
Agama : Islam
Alamat : Jl Dusun IX Gg. Pendidikan, Kel. Klambir V Kebun,
Kec. Hamparan Perak
Jenis Kelamin : Laki - Laki
Anak Ke : 1 Dari 3 Bersaudara
No HP : 082175720660
Telp : -
Status Perkawinan : -
Email : imam41463@gmail.com
Nama Orang Tua :
Ayah : Erwin Syahputra
Ibu : Sugiatik

B. PENDIDIKAN FORMAL

1. SD Negeri 101750 2005 – 2011
2. SMP Swasta PAB 9 2011 – 2014
3. SMK Swasta Ar-Rahman 2014 – 2017
4. Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara 2018 – 2023