

TUGAS AKHIR

ANALISIS VARIASI CAMPURAN NUTRISI NPK TERHADAP KUALITAS BIOETANOL DENGAN MEMANFAATKAN LIMBAH BUAH DAN SAYUR

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

Disusun Oleh:

IHZA ANDIKAL ZIKRI
1807230102



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

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

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

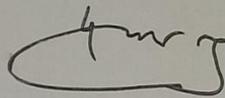
Nama : Ihza Andikal Zikri
NPM : 1807230102
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Tugas Akhir : Analisis Variasi Campuran Nutrisi NPK Terhadap Kualitas Bioetanol Dengan Memanfaatkan Limbah Buah Dan Sayur
Bidang ilmu : Konversi Energi

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

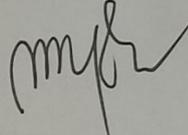
Mengetahui dan menyetujui :

Dosen Penguji I



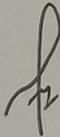
Munawar Alfansury Siregar, S.T., M.T

Dosen Penguji II



M. Yani, S.T., M.T

Dosen Penguji III



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

Program Studi Teknik Mesin



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

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Ihza Andikal Zikri
Tempat /Tanggal Lahir: Medan, 14 November 1999
NPM : 1807230102
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Mesin

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

“Analisis Variasi Campuran Nutrisi NPK Terhadap Kualitas Bioetanol Dengan Memanfaatkan Limbah Buah Dan Sayur”

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 orisinal 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, Maret 2023

Saya yang menyatakan

A 10,000 Rupiah Indonesian postage stamp is placed over the signature. The stamp features the Garuda Pancasila emblem and the text '10000', 'KEMENTERIAN PERKURANGAN', and 'POSTAL SERVICE'. The serial number '91A00342797461' is visible at the bottom of the stamp.

Ihza Andikal Zikri

ABSTRAK

Kebutuhan dunia akan energi sampai saat ini masih bergantung pada sumber daya fosil seperti minyak bumi dan batu bara dan kebutuhan bahan bakar minyak di Indonesia setiap tahun semakin tinggi. Salah satu cara untuk mengatasi permasalahan tersebut dengan menggunakan bahan bakar alternatif seperti bioetanol. Bioetanol merupakan sumber energi yang menarik karena bersih dan diproduksi dari sumber terbarukan. Dalam penelitian ini limbah buah dan sayur yang digunakan yaitu buah nangka dan sayur wortel, limbah tersebut bisa didapatkan dari beberapa tempat di kota medan seperti pasar tradisional, tempat olahan nangka, dan warung salad. Fermentasi dilakukan selama 7 hari dengan proses destilasi 1 kali. Untuk mendapatkan kualitas bioetanol melalui uji karakteristik, Uji karakteristik yang dilakukan yaitu kadar alkohol, viskositas, densitas dan nilai kalor menggunakan instrumen alkoholmeter, stabinger viscometer SVM 3001 AP dan bomb kalorimeter. Pada konsentrasi NPK persentase kadar alkohol terendah 62% dengan NPK 25 gr dan tertinggi 68% dengan NPK 50 gr. Viskositas terendah 1,959 dengan NPK 100 gr dan tertinggi 1967 dengan NPK 50 gr. Densitas terendah 0,8738 gr/cm³ dengan NPK 100 gr dan tertinggi 0,8742 gr/cm³ dengan NPK 25 gr. Nilai kalor terendah 7079,39 kkal/kg dan tertinggi 7122,38 kkal/kg. Pada 3 konsentrasi NPK yang paling menguntungkan ataupun mendekati pada standart bioetanol yaitu pada konsentrasi NPK 50 gr

Kata kunci : Bioetanol limbah buah nangka dan sayur wortel, Kualitas bioetanol, Uji karakteristik

ABSTRACT

The world's need for energy is still dependent on fossil resources such as oil and coal and the need for fuel oil in Indonesia is getting higher every year. One way to overcome this problem is by using alternative fuels such as bioethanol. Bioethanol is an attractive energy source because it is clean and produced from renewable sources. In this study, fruit and vegetable wastes used were jackfruit and carrot vegetables. These wastes can be obtained from several places in the city of Medan, such as traditional markets, places where jackfruit is processed, and salad stalls. Fermentation was carried out for 7 days with 1 distillation process. To obtain the quality of bioethanol through characteristic tests, characteristic tests were carried out, namely alcohol content, viscosity, density and calorific value using an alcoholmeter instrument, SVM 3001 AP stabinger viscometer and bomb calorimeter. At the NPK concentration, the lowest proportion of alcohol content was 62% with 25 gr NPK and the highest was 68% with 50 gr NPK. The lowest viscosity is 1959 with 100 gr NPK and the highest is 1967 with 50 gr NPK. The lowest density was 0.8738 gr/cm³ with 100 gr NPK and the highest 0.8742 gr/cm³ with 25 gr NPK. The lowest calorific value is 7079.39 kcal/kg and the highest is 7122.38 kcal/kg. In the 3 most beneficial NPK concentrations or close to standard bioethanol, namely at 50 gr NPK concentration

Keywords : Bioethanol from jackfruit and carrot vegetable waste, Quality of bioethanol, Characteristics test

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 Variasi Campuran Nutrisi NPK Terhadap Kualitas Bioetanol Dengan Memanfaatkan Limbah Buah Dan Sayur” 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, Imam Arif 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, Maret 2023



Ihza Andikal Zikri

DAFTAR ISI

HALAMAN 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	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Ruang Lingkup	3
1.4. Tujuan Penelitian	3
1.5. Manfaat Penelitian	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Bioetanol	4
2.1.1. Etanol	5
2.1.2. Karakteristik Etanol	7
2.2. Destilasi	8
2.3. Fermentasi	8
2.3.1. Suhu	9
2.3.2. Pupuk NPK	9
2.3.3. <i>Saccharomyces Cereviceae</i>	10
2.4. Bahan Baku	11
2.4.1. Buah Nangka	11
2.4.2. Sayur Wortel	13
2.5. Uji Karakteristik Bioetanol	13
2.5.1. Kadar Alkohol	13
2.5.1.1. Alkohol Meter (<i>Hydrometer Alkohol</i>)	13
2.5.1.2. Menentukan Kadar Etanol	14
2.5.2. Viskositas	15
2.5.2.1. Viskometer	16
2.5.2.2. Menentukan Nilai Viskositas	17
2.5.3. Densitas	17
2.5.3.1. Menentukan Nilai Densitas	17
2.5.4. Nilai Kalor	17
2.5.4.1. Nilai Kalor Atas	18
2.5.4.2. Nilai Kalor Bawah	18
2.5.4.3. Bomb Kalorimeter	18
2.5.4.4. Menentukan Nilai Kalor	19
2.6. Road Map Penelitian	20

BAB 3 METODE PENELITIAN	21
3.1. Tempat dan Waktu	21
3.1.1. Tempat Penelitian	21
3.1.2. Waktu Penelitian	21
3.2. Bahan dan Alat	21
3.2.1. Bahan Penelitian	21
3.2.2. Alat Penelitian	23
3.3. Bagan Alir Penelitian	27
3.4. Rancangan Alat Penelitian	28
3.5. Prosedur Penelitian	28
3.5.1. Tahap Perencanaan	28
3.5.2. Tahap Pembuatan	28
3.5.3. Tahap Pengujian dan Pengambilan Data	29
3.6. Variabel Penelitian	29
3.6.1. Kadar Etanol	29
3.6.2. Viskositas	29
3.6.3. Densitas	30
3.6.4. Nilai Kalor	30
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	32
4.1. Hasil	32
4.1.1 Pembuatan Bioetanol	32
4.1.2 Proses Fermentasi	32
4.1.3 Proses Destilasi	32
4.2. Pembahasan	33
4.2.1 Sifat Karakteristik Bioetanol	33
4.2.2 Uji Karakteristik Bioetanol	33
4.2.3. Kadar Alkohol	34
4.2.4. Viskositas	35
4.2.5. Densitas	36
4.2.6. Nilai Kalor	37
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	39
4.1. Kesimpulan	39
4.2. Saran	39
DAFTAR PUSTAKA	40
LAMPIRAN	
LAMPIRAN 1	
LAMPIRAN 2	
LEMBAR ASISTENSI	
SK PEMBIMBING	
BERITA ACARA SEMINAR PROPOSAL	
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	

DAFTAR TABEL

2.1	Sifat – Sifat Fisika Etanol	6
2.2	Komposisi Zat Gizi Nangka Per 100 Gr	12
2.3	Road Map Penelitian	20
3.1	Jadwal Kegiatan Penelitian	21
4.1	Komposisi Bioetanol Dari Limbah Buah Nangka dan Sayur Wortel	32
4.2	Hasil Uji Karakteristik	33
4.3	Standart Bioetanol	33

DAFTAR GAMBAR

2.1	Alkoholmeter (<i>Hydrometer Alkohol</i>)	14
2.2	Stabinger Viscometer SVM 3001 AP	16
3.1	Limbah Buah Nangka I	21
3.2	Limbah Buah Nangka II	22
3.3	Limbah Sayur Wortel I	22
3.4	Limbah Sayur Wortel II	22
3.5	Ragi	22
3.6	Pupuk NPK	23
3.7	Air Mineral	23
3.8	Destilator	23
3.9	Alkohol meter	24
3.10	Viskometer	24
3.11	Bomb Kalorimeter	24
3.12	Toples	24
3.13	Gelas ukur kaca	25
3.14	Timbangan digital	25
3.15	Blender	25
3.16	Saringan	25
3.17	Botol sampel	26
3.18	Masker dan Sarung Tangan Karet	26
3.19	Bagan Alir Penelitian	27
3.20	Destilator	28
4.1	Perbandingan Kadar Alkohol Bahan Nangka dan Wortel dengan Standart Bioetanol	35
4.2	Perbandingan Viskositas Bahan Nangka dan Wortel dengan Standart Bioetanol	36
4.3	Perbandingan Densitas Bahan Nangka dan Wortel dengan Standart Bioetanol	37
4.4	Perbandingan Nilai Kalor Bahan Nangka dan Wortel dengan Standart Bioetanol	38

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
M	Molaritas NaOH	N
Mr	Massa relatif C ₂ H ₅ OH	
NKA	Nilai kalor atas bahan bakar	
NKB	Nilai kalor bawah bahan bakar	
X _{H₂O}	Massa air yang terkondensasi	
L _{H₂O}	Konstanta panas laten	J/gr
ma	Massa air dalam bejana	gr
mk	Nilai tara air kalorimeter	gr
C _{pa}	Panas jenis air	J/gr°C
mbb	Massa bahan bakar yang di sampel	gr
ΔT	Kenaikan suhu yang terkoreksi	°C
NK _p	Nilai kalor pematik	J/cm
y	Panjang kawat terbakar	cm
NK	Nilai kalor	kkal/kg
G	Api grafiti	

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kebutuhan dunia akan energi sampai saat ini masih bergantung pada sumber daya fosil seperti minyak bumi dan batu bara dan kebutuhan bahan bakar minyak di Indonesia setiap tahun semakin tinggi. Hal ini dikarenakan adanya kemajuan infrastruktur dan sarana transportasi yang meningkat. Menurut direktur Pemasaran PT. Pertamina (Persero), Pertamina hanya memberi pasokan sekitar 1,03 juta kiloliter per tahun, sedangkan kebutuhan BBM nasional sekitar 1,4 juta kiloliter per tahun. Sistem energi saat ini sangat bergantung pada penggunaan bahan bakar fosil. Menghadapi tantangan menipisnya cadangan bahan bakar fosil dan kenaikan harga minyak dunia, banyak negara telah mengambil inisiatif untuk mempromosikan pengembangan dan penyebaran energi terbarukan (Susilawati, 2020).

Salah satu cara untuk mengatasi permasalahan tersebut dengan menggunakan bahan bakar alternatif, Bioetanol merupakan etanol yang dihasilkan melalui proses fermentasi biomassa yang berbahan baku umbi – umbian dan kacang – kacangan dengan campuran tambahan diantaranya *saccharomyces cereviceae*, urea, ragi dan npk (nitrogen, fosfor, kalium) dan di lanjutkan dengan proses destilasi.

Bioetanol merupakan sumber energi yang menarik karena bersih dan diproduksi dari sumber terbarukan. Ini diproduksi melalui fermentasi oleh mikroorganisme dengan salah satu dari dua metode, dibedakan dengan bahan baku (J.Baeyens, 2015). Bioetanol secara umum digunakan sebagai bahan baku pembuatan turunan etanol, bahan baku untuk industri farmasi, campuran bahan bakar untuk pembakaran, bahan minuman beralkohol, pelarut, dan obat-obatan. Sumber bahan baku untuk pembuatan bioetanol dapat berasal dari sumber hayati, misalnya nira, tebu, sorgum, ubi kayu, jagung, jerami, dan kayu. Bahan baku harus memiliki kandungan seperti pati, karbohidrat, glukosa, dan selulosa, tetapi disisi lain penggunaan bahan baku secara besar-besaran dapat mengganggu kebutuhan pangan. Hal tersebut karena bahan yang mengandung pati, karbohidrat,

glukosa, dan juga selulosa sebagian besar termasuk bahan pangan (Murniati dkk, 2018)

Bioetanol dikelompok menjadi 3 generasi berdasarkan bahan bakunya, pertama menggunakan bahan baku yang banyak mengandung sukrosa, kedua menggunakan bahan baku yang mengandung karbohidrat yang tinggi, ketiga menggunakan bahan baku alga termasuk mikro alga. Adapun karakteristik etanol secara umum yaitu zat air, tidak berwarna, berbau, mudah terbakar dan menguap.

Salah satu pemanfaatan limbah buah dan sayur agar menjadi produk olahan yang bernilai ekonomi dan mengurangi limbah dengan memproduksi bioetanol. Dalam penelitian ini limbah buah dan sayur yang digunakan yaitu buah nangka dan sayur wortel, limbah tersebut bisa didapatkan dari beberapa tempat di kota medan seperti pasar tradisional, tempat olahan nangka, dan warung salad.

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.(Utami, Ganefati, & Windarso, 2014)

Secara umum tahapan pembuatan bioetanol terdiri dari penyiapan bahan baku (*Pre-treatment*), fermentasi, dan destilasi. Proses fermentasi dipengaruhi oleh pH (tingkat keasaman), suhu, nutrisi (NPK/urea), sumber karbon, dan waktu fermentasi (S.Fardiaz, 1988). Proses fermentasi dilakukan sebagai penguraian gula menjadi bioetanol yang dihasilkan oleh massa sel mikroba dengan penambahan campuran *Saccharomyces cereviceae* dan NPK. *Saccharomyces cereviceae* merupakan bakteri yang termasuk dalam family *Saccharomycetales* dengan genus *saccharomyces* bentuknya sel khamir bundar, memanjang seperti benang dan menghasilkan psedomiselium sedangkan unsur N, P, dan K didapat dari penambahan pupuk NPK yang berguna untuk pertumbuhan *Saccharomyces cereviceae*. Hubungan penambahan massa hara NPK dengan konsentrasi etanol adalah semakin tinggi penambahan NPK (sampai 2%), sehingga semakin tinggi pula etanol yang dihasilkan, karena bakteri *Saccharomyces cerevisiae* membutuhkan nutrisi seperti nitrogen dan fosfor untuk pertumbuhannya.(S.O Apori, 2021).

Keuntungan menggunakan bioetanol sebagai bahan bakar karena memiliki nilai oktan yang cukup dan dapat digunakan dalam bentuk murni maupun di campur dengan bensin serta ramah lingkungan sehingga menjadi bahan bakar alternatif yang berpotensi untuk dikembangkan.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana mengolah limbah buah nangka dan sayur wortel menjadi bioetanol
2. Bagaimana pengaruh campuran nutrisi NPK terhadap kualitas bioetanol melalui uji karakteristik dari limbah buah nangka dan sayur wortel
3. Bagaimana proses uji karakteristik bioetanol dari limbah buah nangka dan sayur wortel

1.3 Ruang Lingkup

1. Bahan baku yang digunakan adalah limbah buah nangka dan sayur wortel
2. Proses fermentasi dilakukan selama 7 Hari
3. Melalui 1 kali proses destilasi dengan temperatur 80°C selama 90 menit
4. Karakteristik bioetanol yang diuji (Kadar alkohol, Viskositas, Densitas, Nilai kalor)

1.4 Tujuan Penelitian

1. Mendapatkan hasil bioetanol dari olahan limbah buah nangka dan sayur wortel
2. Mengkatagorikan hasil bioetanol variasi campuran nutrisi npk yang telah diolah
3. Mendapatkan kualitas bioetanol yang telah diolah melalui uji karakteristik

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini yaitu :

1. Dapat memberikan manfaat baik dalam meningkatkan nilai ekonomis dari limbah buah nangka & sayur wortel.
2. Untuk mengurangi limbah buah nangka dan sayur wortel
3. Memberikan informasi ilmiah mengenai kualitas bioetanol dari limbah buah nangka dan sayur wortel

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Bioetanol

Salah satu sumber energi yang bisa dimanfaatkan sebagai energi alternatif adalah bioetanol. Selain bisa menjadi pengganti BBM bioetanol juga mampu sebagai Octane Booster, artinya alkohol mampu menaikkan nilai oktan dengan dampak positif terhadap efisiensi bahan bakar dan menyelamatkan mesin. Fungsi lain adalah oxygenating agent, yakni mengandung oksigen sehingga menyempurnakan pembakaran dengan efek positif meminimalkan pencemaran udara. Bahkan berfungsi sebagai Fuel extender, yakni menghemat bahan bakar fosil. Campuran bioetanol 3% saja, mampu menurunkan emisi karbonmonoksida menjadi hanya 1,35% .(Meyrinta & Putri, 2018)

Bioetanol (C_2H_5OH) dihasilkan dari bahan baku yang mengandung gula dan difermentasi dengan bantuan mikroorganisme. Proses fermentasi bioetanol pada suhu $32^{\circ}C$. Produksi bioetanol dipengaruhi oleh bahan baku, mikroorganisme, suhu, pH, lama fermentasi (Hajar dkk., 2016). Penambahan nutrisi pada proses fermentasi dapat dilakukan untuk meningkatkan produksi bioetanol. Penambahan nutrisi berfungsi untuk pertumbuhan dan perkembangbiakannya. Nutrisi yang dibutuhkan oleh mikroorganisme berupa unsur K, C, N, mineral dan vitamin (Wahyu dkk., 2016). Bahan baku yang digunakan dalam produksi mengandung selulosa yang tinggi akan dilakukan proses hidrolisis untuk memecah selulosa menjadi glukosa agar dapat digunakan untuk proses fermentasi. Bahan baku yang mengandung gula sederhana dapat langsung dilakukan proses fermentasi bioetanol (Moeksin dkk., 2016).

Proses produksi bioetanol secara keseluruhan terdiri dari 3 tahap yaitu hidrolisis pati, fermentasi glukosa dan destilasi etanol. Dimana ketiga tahapan ini sangat mempengaruhi kadar dan kualitas bioetanol yang dihasilkan. Proses hidrolisis secara kimiawi memiliki beberapa keuntungan dibandingkan proses hidrolisis secara biologi yaitu lebih murah, waktu yang dibutuhkan cepat, dijual bebas dipasaran dan nilai konversi glukosanya relatif besar. Berdasarkan penelitian Hidayat, dimana salah satu variabel penelitiannya yaitu pengaruh jenis asam (HCl 5%, HNO₃ 5% dan H₂SO₄ 2%) terhadap nilai dextrose equivalent (DE)

dimana nilai ini menyatakan persentase perbandingan total gula pereduksi dengan total gula. Kesimpulan dari penelitian ini adalah jenis asam HCl 5% yang menghasilkan nilai DE tertinggi yaitu sebesar 54,00%, berarti HCl memiliki kemampuan paling baik dalam memecah pati tapioka menjadi gula yang lebih sederhana. Pada HNO₃ 5% dan H₂SO₄ 2% dihasilkan nilai DE berturut-turut 50,99% dan 38,51% (Hidayat, 2006)

Potensi produksi bioetanol dari limbah pertanian dan sampah organik sangat menjanjikan melakukan studi pustaka pengumpulan data limbah pertanian dan sampah organik. Produksi limbah organik pertanian dan sampah organik yang ada di Indonesia mencapai 156.892.752,7 ton dan 1.035.889,2 ton. Limbah dari pertanian pada umumnya memiliki kandungan pati, selulosa dan hemi selulosa yang tinggi di atas 30% sehingga dapat dikonversi menjadi bioetanol. Limbah pertanian berupa tandan kosong kelapa sawit, kulit singkong, ampas tebu dll. Limbah sampah organik berupa sampah sayur, buah-buahan dan sampah rumah tangga dapat dikonversi menjadi bioetanol. Jumlah limbah pertanian dan sampah organik jika dikonversi dalam bioetanol didapatkan 11.880.641,29 kiloliter dan 72.511,2 kiloliter (Susmiati, 2018).

2.1.1 Etanol (Alkohol)

Etanol merupakan cairan hasil proses fermentasi gula dari sumber karbohidrat (pati) menggunakan bantuan mikro organisme. Produksi etanol dari tanaman yang mengandung pati atau karbohidrat, dilakukan melalui proses konversi karbohidrat menjadi gula (glukosa). Pada hidrolisis enzimatis dikenal ada dua metode yaitu SHF (separate hydrolysis fermentation) dan SSF (Simultaneous Saccharification Fermentation). Metode SSF (Simultaneous Saccharification Fermentation) menjadi sangat penting untuk dikembangkan karena dapat mempersingkat proses pembuatan etanol (Marques, 2006)

Etanol merupakan biofuel, dan mempunyai prospek baik sebagai pengganti bahan bakar cair dan gas dengan bahan baku yang dapat diperbaharui, ramah lingkungan serta sangat menguntungkan secara ekonomi mikro terhadap komunitas pedesaan terutama petani. Salah satu substrat yang digunakan dalam pembuatan etanol antara lain bahan yang mengandung pati atau amilum yang diketahui merupakan polisakarida. Salah satu tanaman yang mengandung

karbohidrat yang biasa dikonsumsi masyarakat adalah nangka. Buah nangka (*Artocarpus heterophyllus* Lamk.) merupakan produk hortikultura yang dapat dikonsumsi sebagai buah segar maupun dalam bentuk produk olahan. (Meyrinta & Putri, 2018)

Seperti diketahui, etanol dikategorikan dalam dua kelompok utama :

1. Etanol 95-96 % v/v, disebut “etanol hidrat” yang dibagi dalam :
 - Technical/raw spirit grade, digunakan untuk bahan bakar spiritus, minuman , desinfektan dan pelarut
 - Industrial grade, digunakan untuk bahan baku industri pelarut
 - Potable grade, untuk minuman berkualitas tinggi.
2. Etanol > 99.5 % v/v, digunakan untuk bahan bakar. Jika dimurnikan lebih lanjut dapat digunakan untuk keperluan farmasi dan pelarut di laboratorium analisis. Etanol ini disebut fuel grade ethanol (FGE) atau anhydrous ethanol (etanol anhidrat) atau etanol kering, yakni etanol yang bebas air atau hanya mengandung air minimal.

Etanol memiliki banyak manfaat bagi masyarakat karena memiliki sifat yang tidak beracun. Selain itu, etanol juga memiliki banyak sifat-sifat, baik secara fisika maupun kimia seperti terlihat pada tabel 2.1

Tabel 2.1 Sifat - Sifat Fisika Etanol (Perry, 1999)

Sifat-Sifat Fisika Etanol	Keterangan
Berat Molekul	46,07 gr/grmol
Titik Lebur	-112 °C
Titik Didih	78,4°C
Densitas	0,7893 gr/ml
Indeks Bias	1,36143 cP
Viskositas 20°C	1,17 cP
Panas Penguapan	200,6 kal/gr
Warna Cairan	Tidak berwarna
Kelarutan	Larutan dalam air dan eter
Aroma	Memiliki aroma yang khas

Etanol dimanfaatkan untuk berbagai keperluan, antara lain:

1. Bahan baku industri atau senyawa kimia, contoh: industri minuman beralkohol, industri asam asetat dan asetaldehid.
2. Pelarut dalam industri, contoh: industri farmasi, kosmetika dan plastik.

3. Bahan desinfektan, contoh: peralatan kedokteran, rumah tangga dan peralatan di rumah sakit.
4. Bahan baku motor.

Etanol atau etil alkohol yang di pasaran lebih dikenal sebagai alkohol merupakan senyawa organik dengan rumus kimia C_2H_5OH . Dalam kondisi kamar, etanol berwujud cairan yang tidak berwarna, mudah menguap, mudah terbakar, mudah larut dalam air dan tembus cahaya. Etanol adalah senyawa organik golongan alkohol primer. Sifat fisik dan kimia etanol bergantung pada gugus hidroksil. Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi jumlah etanol yang dihasilkan dari fermentasi adalah mikroorganisme dan media yang digunakan, adanya komponen media yang dapat menghambat pertumbuhan serta kemampuan fermentasi mikroorganisme dan kondisi selama fermentasi. Selain itu, hal-hal yang perlu diperhatikan selama fermentasi adalah pemilihan khamir, konsentrasi gula, keasaman, ada tidaknya oksigen dan suhu dari perasan buah. Pemilihan sel khamir didasarkan pada jenis karbohidrat yang digunakan sebagai medium untuk memproduksi alkohol dari pati dan gula digunakan *Saccharomyces cerevisiae*. Proses fermentasi sama dengan pH optimum untuk proses pertumbuhan khamir yaitu pH 4,0-4,5. Etanol dihasilkan dari gula yang merupakan hasil aktivitas fermentasi sel khamir. Khamir yang baik digunakan untuk menghasilkan etanol adalah dari genus *Saccharomyces*. Kriteria pemilihan khamir untuk produksi etanol adalah mempunyai laju fermentasi dan laju pertumbuhan cepat, perolehan etanol banyak, tahan terhadap konsentrasi etanol dan glukosa tinggi, tahan terhadap konsentrasi garam tinggi, pH optimum serta fermentasi rendah, temperatur optimum fermentasi sekitar 25-30 tahan terhadap stress fisika dan kimia (Astuty, 1991)

2.1.2 Karakteristik Etanol

Karakteristik etanol meliputi: berupa zat cair, tidak berwarna, berbau spesifik, mudah terbakar dan menguap, dapat bercampur dengan air dengan segala perbandingan (Ferdaus et al, 2008). Secara garis besar penggunaan etanol adalah sebagai pelarut untuk zat organik maupun anorganik, bahan dasar industri asam cuka, ester, spiritus, dan asetaldehid. Selain itu etanol juga digunakan untuk

campuran minuman serta digunakan sebagai bahan bakar yang terbaharukan (Arif et al, 2016)

2.2 Destilasi

Destilasi adalah suatu metode pemisahan campuran yang didasarkan pada perbedaan tingkat volalitas (kemudahan suatu zat untuk menguap) pada suhu dan tekanan tertentu. Destilasi merupakan proses fisika dan tidak terjadi adanya reaksi kimia selama proses berlangsung.

Destilasi adalah proses memisahkan atau menyuling larutan yang memanfaatkan perbedaan titik didih antara dua atau lebih larutan kemudian hasil fermentasi bioetanol perlu melalui proses destilasi. Dikarenakan masih terdapat air di dalam olahan bioetanol hasil fermentasi. Dengan memanfaatkan titik didih etanol yaitu 78°C dan titik didih air 100°C . Pada saat suhu larutan mencapai titik didih etanol 78°C terpenuhi, etanol akan menguap kemudian melewati unit kondensor untuk kembali ke fase cair

Distilasi merupakan suatu perubahan cairan menjadi uap dan uap tersebut didinginkan kembali menjadi cairan. Unit operasi distilasi merupakan metode yang digunakan untuk memisahkan komponen-komponen yang terdapat dalam suatu larutan atau campuran dan tergantung pada distribusi komponen-komponen tersebut antara fasa uap dan fasa air. Semua komponen tersebut terdapat dalam fasa cairan dan uap. Fasa uap terbentuk dari fasa cair melalui penguapan (evaporasi) pada titik didihnya (Geankoplis, 1983).

Syarat utama dalam operasi pemisahan komponen-komponen dengan cara distilasi adalah komposisi uap harus berbeda dari komposisi cairan dengan terjadi keseimbangan larutan-larutan, dengan komponen-komponennya cukup dapat menguap. Suhu cairan yang mendidih merupakan titik didih cairan tersebut pada tekanan atmosfer yang digunakan (Geankoplis, 1983).

2.3 Fermentasi

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

Fermentasi merupakan suatu proses terjadinya perubahan kimia pada suatu substrat organik melalui aktivitas enzim yang dihasilkan oleh mikroorganisme (Suprihatin, 2010).

Mikroba yang umumnya terlibat dalam fermentasi pangan adalah bakteri, khamir dan kapang. Prinsip dasar fermentasi adalah mengaktifkan aktivitas mikroba tertentu agar dapat merubah sifat bahan sehingga dihasilkan produk fermentasi yang bermanfaat. Beberapa faktor yang mempengaruhi fermentasi antara lain mikroorganisme, substrat (medium), pH (keasaman), suhu, oksigen, dan aktivitas air (Afrianti, 2013).

Waktu fermentasi juga berpengaruh terhadap variabel yang berkaitan dengan fase pertumbuhan mikroba dan berpengaruh juga terhadap hasil fermentasi

2.3.1 Suhu

Perlakuan suhu diperlukan untuk melihat suhu optimum bagi mikroorganisme fermentor agar dapat memproduksi bioetanol secara optimal. Peningkatan suhu pada titik tertentu akan meningkatkan aktifitas mikroorganisme dan mempercepat laju reaksi. Pemilihan mikroorganisme berdasarkan kecepatan dan ketahanan terhadap etanol agar dapat memproduksi etanol lebih baik (Taslim dkk., 2017).

2.3.2 Pupuk NPK

Pupuk NPK merupakan pupuk yang berfungsi sebagai sumber nitrogen yang berguna bagi pembentukan asam nukleat dan asam-asam amino, selain nitrogen K dan P juga dimanfaatkan. kenapa harus menggunakan 2 macam pupuk Urea dan NPK karena sebagai bahan makanan *Saccharomyces cerevisiae* Dimana K berfungsi sebagai kofaktor enzim dan P berfungsi sebagai sintesis asam nukleat, ATP, fosfolipid dan senyawa yang mengandung fosfor lainnya (Turnip dkk, 2016).

Pertumbuhan dari *Saccharomyces cerevisiae* memerlukan nutrisi yang berfungsi menyediakan energi, nitrogen, mineral dan vitamin. Salah satu sumber nutrisi yang penting untuk pertumbuhan *Saccharomyces cerevisiae* adalah sumber nitrogen. Penambahan Urea dan NPK sebagai sumber nitrogen nitrogen dapat meningkatkan kinerja dari *Saccharomyces cerevisiae* dan dapat membantu biosintesis membrane sel (Putri dkk, 2016).

2.3.3 *Saccharomyces cerevisiae*

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

Bakteri *Saccharomyces cerevisiae* merupakan mikroorganisme bersel tunggal yang digunakan dalam proses fermentasi. Spesies yang dikenal dapat mengkonversi gula menjadi etanol yang sangat tinggi yaitu *Saccharomyces cerevisiae*. Jenis ini menghasilkan enzim zimase dan invertase. Fungsi enzim invertase adalah untuk memecah sukrosa ataupun polisakarida (pati) yang belum terhidrolisis untuk diubah menjadi monosakarida (glukosa). Sedangkan enzim zimase selanjutnya mengubah monosakarida menjadi etanol dengan proses fermentasi. *Saccharomyces cerevisiae* berkembang biak dengan membelah diri melalui "budding cell". Reproduksiya dapat dipengaruhi oleh keadaan lingkungan serta jumlah nutrisi yang tersedia bagi pertumbuhan sel (Zely, 2014).

Klarifikasi bakteri *saccharomyces cerevisiae* (Agustining, 2012) sebagai berikut :

Phylum : *Ascomycota*
Subphylum : *Saccharomycotina*
Class : *Saccharomycetes*
Ordo : *Saccharomycetes*
Family : *Saccharomycetaceae*
Genus : *Saccharomyces*
Species : *Saccharomyces cerevisiae*

Saccharomyces cerevisiae dapat berkembang biak dalam gula sederhana seperti glukosa, maupun gula kompleks disakarida yaitu sukrosa. Khamir ini merupakan mikroba yang umum digunakan dalam fermentasi yang banyak

terdapat dalam ragi pasar (Zely, 2014). Khamir mempunyai keadaan lingkungan tempat hidup yang spesifik. Kisaran suhu optimal untuk kebanyakan khamir sama dengan kapang, yaitu pada 25-30°C.

Fermentasi oleh *Sacharomyces cereviseae* dapat menghasilkan etano 18-12% dan biasa disebut cairan beer. Keadaan lingkungan optimal untuk fermentasi oleh *Sacharomyces cereviseae* adalah pada suhu 25- 30°C dengan pH 4-5. Bahan-bahan yang mengandung monosakarida langsung dapat difermentasikan, akan tetapi disakarida, polisakarida harus disakarifikasi terlebih dahulu menjadikomponen yang lebih sederhana. Oleh karena itu agar proses fermentasi berjalan optimal maka bahan-bahan harus mengalami perlakuan pendahuluan sebelum ke proses fermentasi (Zely, 2014).

2.4 Bahan Baku

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 buahbuahan dapat dimanfaatkan menjadi bahan baku bioetanol karena heloselulosa dapat diubah menjadi gula dengan proses hidrolisis yang selanjutnya dengan proses fermentasi akan dihasilkan bioetanol (Irawan, 2012).

2.4.1 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 termanfaatkan secara maksimal.(Utami et al., 2014)

Buah cempedak dan nangka memiliki sifat fisik dan kimiawi yang mirip. Sifat fisik maupun kimiawi kulit nangka diduga hampir sama dengan buahnya, kandungan serat kasar pada kulit nangka sekitar 1,94% sementara daging buahnya adalah 1,58% (Karim dan Sutjahjo, 2013).

Jerami nangka yang memiliki unsur karbohidrat yang tinggi dalam komposisinya juga sebagian besar didominasi oleh air. Komposisi jerami nangka

per 100 gram mengandung 65,05% air, karbohidrat 13,45%, abu 3,5%, protein 1,5%, lemak 1,93%, serat kasar 3,55% serta komposisi lainnya berupa kalsium, potasium dan lainlain (Sharma dkk, 2015). Menurut Jansen dan Coronel (1992) setiap 100 gram berat kering daging buah nangka mengandung protein 3,5-7,0%, lemak 0,5-2,0%, karbohidrat 84,0-87,0%, serat 5,0-6,0%, dan unsur abu 2,0-4,0%. Menurut Jansen dan Coronel (1992) setiap 100 gram berat kering daging buah nangka mengandung protein 3,5-7,0%, lemak 0,5-2,0%, karbohidrat 84,0-87,0%, serat 5,0-6,0%, dan unsur abu 2,0- 4,0%. Ekstraksi pati merupakan proses untuk mendapatkan pati dari suatu tanaman dengan cara memisahkan pati dari komponen lainnya yang terdapat pada tanaman tersebut (Sakinah, 2018).

Ekstraksi pati dilakukan dengan bantuan pelarut. Pelarut yang dapat digunakan diantaranya air dan etanol. Penggunaan air sebagai pelarut disebabkan ketersediaan air yang melimpah dan murah. Jika ditinjau berdasarkan kepolarannya, merupakan pelarut yang tergolong semipolar yang baik dalam mengekstraksi komponen dalam bahan pangan (Sari, 2013). Limbah jerami nangka berisi kandungan pati dan serat yang kasar yang mana dapat digunakan sebagai bahan utama sumber glukosa. Glukosa yang terbentuk dapat diolah kembali menjadi produk baru yang lebih bermanfaat, contohnya seperti alkohol dan lain sebagainya (Indra, 2010). Komposisi zat gizi nangka dapat dilihat pada tabel 2.2

Tabel 2.2 Komposisi zat gizi nangka per 100 gram (Direktorat Gizi Departemen Kesehatan Republik Indonesia, 1992)

Komposisi	Satuan	Nangka Masak	Nangka Muda
Energi	kcal	106	51
Protein	g	1,2	2,0
Lemak	g	0,3	0,4
Karbohidrat	g	27,6	11,3
Kalsium	mg	20	45
Fosfor	mg	19	29
Zat Besi	mg	0,9	0,5
Vit A	SI	330	25
Vit B1	mg	0,07	0,07
Vit C	mg	7	9
Air	g	70,0	85,4

Dari konsumsi buah nangka akan didapatkan jerami/dami nangka yang cukup banyak sebagai limbah. Jerami/dami nangka merupakan bagian buah nangka yang sering di buang atau merupakan limbah. Jerami/dami nangka menempati porsi cukup besar yaitu 40-50% dari total limbah yang dihasilkan. Jerami/dami nangka mengandung karbohidrat berupa gula, kandungan gizi seperti dalam buah nangka dan selulosa. Jerami/dami nangka dengan kandungan karbohidrat berupa bahan bergula dan selulosa dapat dijadikan sebagai bahan dasar pembuat etanol. Kulit nangka mengandung karbohidrat yang terdiri dari glukosa, fruktosa, sukrosa, pati, serat dan pectin dengan jumlah mencapai 15,87% dan protein 1,30%. (Jansen dan Coronel, 1992)

2.4.2 Sayur Wortel

Wortel (*Daucus carota L.*) merupakan akar tanaman yang mengandung β -carotene yang tinggi, vitamin (A, B1, B2, B6, B12) yang tinggi, fiber dan mineral. Wortel dapat digunakan sebagai bahan baku dan produk berbagai makanan. Bubuk wortel biasanya digunakan sebagai makanan instan seperti sup, saus, bumbu dan berbagai makanan siap saji. Kandungan β -carotene yang tinggi pada wortel dapat berkhasiat sebagai diet dan nutrisi untuk metabolisme tubuh. (Zielinska and Markowski 2007). Umbi akar wortel mempunyai manfaat dalam aktivitas farmakologi bagi kesehatan sebagai analgesik, anti-peradangan, antifertilitas, antitumor, hepatoprotektif dan sifat hipoglikemik (Patil et al, 2012). Wortel mempunyai komersial yang tinggi dan berpotensi sebagai sumber antioksidan yang alami.

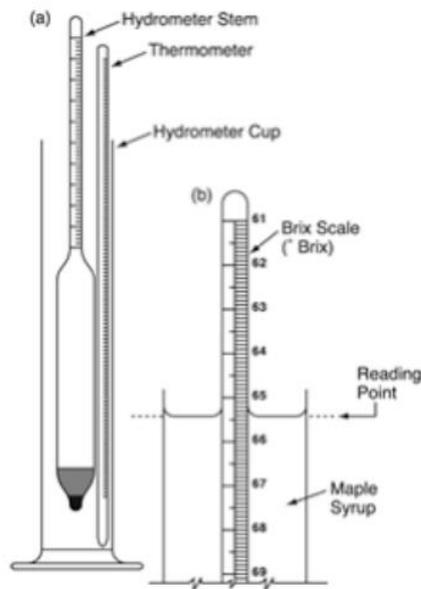
2.5 Uji Karakteristik terhadap kualitas bioetanol

2.5.1 Kadar Alkohol

2.5.1.1 Alkoholmeter (*Hydrometer Alkohol*)

Hidrometer atau alkoholmeter 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. Prinsip kerja dari alkoholmeter yaitu berdasarkan berat jenis campuran antara alkohol dengan air. Dibagian atas alkoholmeter tersebut dilengkapi dengan skala yang menunjukkan kadar alkohol.

Untuk melakukan pengukuran kadar alkohol menggunakan hidrometer atau alkoholmeter cara pengukurannya antara lain yaitu dengan memasukkan alkoholmeter dalam gelas ukur yang panjangnya melebihi alkoholmeter dan didalam gelas ukur tersebut telah berisi cairan etanol yang akan diukur. Alkohol meter akan tenggelam dan batas cairannya akan menunjukkan berapa kandungan etanol dalam larutan tersebut yang ditunjukkan pada berikut



Gambar 2.1 Alkoholmeter (*Hydrometer Alkohol*)

2.5.1.2 Menentukan Kadar Etanol

Proses penentuan kadar etanol diawali dengan proses destilasi yaitu pemisaahan cairan hasil fermentasi dengan etanol berdasarkan titik didihnya. Titik didih etanol $78,32^{\circ}\text{C}$ sehingga suhu destilator diset di titik didih etanol. Mesin destilator ada yang konvensional ada pula destilator model reflux (Khadir dkk., 2015). Metode titrasi untuk pengecekan kadar bioetanol pada tapai ketan putih dan tapai singkong dengan variasi ragi tapai 0,5 , 1 dan 1,5 %. Perhitungan kadar etanol dengan cara sample 10 gram ditambah 3 tetes pp dan aquadest 50 ml dalam elemeyer. Pengukuran kadar etanol dengan metode titrasi NaOH hingga larutan sample berubah warna merah muda. Total volume NaOH yang digunakan untuk titrasi dicatat dan kadar etanol dapat dihitung dengan rumus:

$$\text{Kadar Alkohol (\%)} = \frac{\alpha \times M \times MrC_2H_5OH \times pengenceran}{berat\text{contoh} \times 100} \times 100\% \quad (2.1)$$

Keterangan “a’ adalah hasil titrasi (ml) M = molaritas NaOH (0,1N) Mr = masaa relatif C₂H₅OH = 46. Hasil etnaol yang diperoleh kadar etanol tertinggi ketan putih 0,67% dengan kadar ragi 1,5% sedangkan tapai singkong kadar etanol tertingi 0,55% dengan konsentrasi ragi 1,5%. Kadar etanol yang rendah dikarenakan dalam analisis etanol tidak dilkukan proses destilasi sehingga masih banyak mengandung air (Berlian dkk., 2016).

Penggunaan destilator model reflux pada penelitian Ichsan dkk (2015) untuk melihat pengaruh lama fermentasi ubi pada kadar etanol yang dihasilkan. Sampel yang digunakan adalah ubi 15 kg dengan variasi lama fermentasi 3, 5 dan 7 hari. Pada mesin destilator biasa hanya dapat menghasilkan etanol dengan kadar rendah yaitu 20-30% sedangkan dengan model reflux atau dengan kolom dapat menghasilkan hasil destilat 60-90% etanol dengan proses yang berulang. Pada penelitian ini menggunakan suhu 83°C dilakukan proses pengulangan 3 kali lalu diambil rata-rata kadar etanol yang didapat pada setiap perlakuan. Hasil yang diperoleh kadar etanol pada hari 3 rata-ratanya 88,5%, hari 5 91,5% dan yang tertinggi pada hari ke 7 yaitu 92%. Hasil etanol yang tinggi karena pada proses destilasi menggunakan destilator model reflux dan pengukuran etanol dengan GC (Ichsan dkk., 2015).

Berdasarkan dari uraian di atas dapat diketahui bahwa metode untuk pemanenan etanol terbaik adalah menggunakan destilator model reflux yang dapat menghasilkan kadar etanol mencapai 98%. Metode pengukuran kadar etanol terbaik adalah instrumen kromatografi massa gas (GC-MS) karena memiliki keakuratan yang tinggi, namun memiliki kelemahan harganya yang mahal dan memerlukan larutan standar untuk uji kadar etanol yang didapat (Ichsan dkk., 2015).

2.5.2 Viskositas

Viskositas merupakan ukuran kekentalan fluida yang menyatakan besar kecilnyagesekan dalam fluida. Semakin besar viskositas fluida, maka semakin sulit suatu fluida untuk mengalir dan juga menunjukkan semakin sulit suatu

benda bergerak didalam fluida tersebut. Didalam zat cair, viskositas dihasilkan oleh gaya kohesi antara molekul zat cair. (Massey, BS. 1983).

2.5.2.1 Viskometer

Viskometer adalah sebuah alat yang digunakan sebagai pengukur kekentalan fluida. Viskometer yang sering digunakan berupa viskometer peluru jatuh, tabung (pipa kapiler) dan sistem rotasi. Viskometer rotasi silinder sesumbu dibuat berdasarkan 2 jenis yaitu system Searle dimana silinder bagian dalam berputar dengan silinder bagian luar diam dan system Couette dimana bagian luar silinder yang diputar sedangkan bagian dalam silinder diam (Rizqi, dkk, 2019)



Gambar 2.2 Stabinger Viscometer SVM 3001 AP

Spesifikasi Teknis Stabinger Viscometer

- Measure multiple parameters from a single syringe (ASTM D7042, ASTM D4052, ASTM D2270)
- Bias-corrected D445 results according to ASTM
- Kinematic viscosity compliant with ASTM D7042
- Density measurement according to ASTM D4052 and ISO 12185
- As little as 1.5 mL of sample and solvent volume needed for measurement
- Filling Check helps detect filling errors, gas bubbles, and particles in the sample
- Wide temperature range from -60 °C to +135 °C
- Wide viscosity range from 0.2 to 30 000 mm²/s

- Wide density range from 0.6 to 3 g/cm³ • User-friendly intuitive interface touch-screen
- Reliable data handling

2.5.2.2 Menentukan Nilai Viskositas

Secara matematis persamaan umum viskositas dapat ditulis :

$$F = \eta \cdot A \frac{V}{L} \quad (2.2)$$

Keterangan :

F : Gaya pada permukaan zat cair (N)

η : Koefisien viskositas fluida (N s/m²)

A : Luas cairan (m²)

V : Kecepatan dinding yang bergerak (m/s)

L : Jarak kedua permukaan (m)

2.5.3 Densitas

Densitas adalah nilai yang menunjukkan besarnya perbandingan antara massa benda dengan volume benda, massa jenis pada suatu benda memiliki sifat tetap artinya jika ukuran benda diubah maka massa jenisnya masih tetap, hal tersebut disebabkan karena kenaikan massa benda dan kenaikan volume benda diikuti secara linier dengan kenaikan volume atau massa benda. (Halliday, 1991)

2.5.3.1 Menentukan Nilai Densitas

Secara matematis persamaan umum densitas dapat ditulis :

$$\rho = \frac{m}{v} \quad (2.3)$$

Keterangan :

ρ : Massa Jenis

m : Massa Benda

v : Volume Benda

2.5.4 Nilai Kalor

Nilai kalor bahan bakar terdiri dari Nilai Kalor Atas (Highest Heating Value) dan Nilai Kalor Bawah (Lowest Heating Value). Nilai Kalor Atas (NKA) adalah kalor yang dihasilkan oleh pembakaran sempurna satu satuan berat bahan

bakar padat atau cair, atau satu satuan volume bahan bakar gas, pada tekanan tetap, apabila semula air yang mula-mula berwujud cair setelah pembakaran mengembun kemudian menjadi cair kembali. Nilai Kalor Bawah (NKB) adalah kalor yang besarnya sama dengan nilai kalor atas dikurangi kalor yang diperlukan air yang terkandung dalam bahan bakar dan air yang terbentuk dari pembakara bahan bakar. (Farel, 2006).

2.5.4.1 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 temperaturlingkungan. (Anonim 6, 2012).

2.5.4.2 Nilai Kalor Bawah

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

2.5.4.3 Bomb Kalorimeter

Bombkalorimeter adalah alat yang digunakan untuk mengukur jumlah kalor (nilai kalori) yang dibebaskan pada pembakaran sempurna (dalam O₂ berlebih) suatu senyawa, bahan makanan, bahan bakar. Sejumlah sampel ditempatkan pada tabung beroksigen yang tercelup dalam medium penyerap kalor (kalorimeter) dan sampel akan terbakar oleh api listrik yang dilewatkan dari kawat logam yang terpasang dalam tabung

2.5.4.4 Menentukan Nilai Kalor

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

$$NKA = \frac{[(m_a + m_k) \times C_{pa} \times \Delta T] - [y \times NKp]}{m_{bb}} \text{ (J / gr)} \quad (2.4)$$

$$NKB - NKA - X_{H_2O} \cdot L_{H_2O} \text{ (J / gr)} \quad (2.5)$$

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 kalorimeter (gr)

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

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

ΔT : Kenaikan suhu yang terkoreksi ($^\circ C$)

NKp : Nilai kalor pematik, yaitu $9,62 \text{ J/cm}$

y : Panjang kawat terbakar (cm)

Nilai kalor dihitung dengan menggunakan persamaan lain.

$$NK = \frac{2,2046226}{3,9673727} \times (18,650 + 40) \times (G - 10) \text{ kkal/ kg} \quad (2.6)$$

Keterangan :

NK : Nilai kalor

G : *Api grafity*

2.6 Road Map Penelitian

Tabel 2.3 Road Map Penelitian

No	Nama	Npm	Judul	Tujuan
1	M. Dimas Aditya Nugroho	1807230078	Rancang Bangun Destilator Bertingkat Untuk Mengolah Limbah buah dan Sayur Menjadi Bioetanol	Membuat Destilator Sederhana
2	Ihza Andikal Zikri	1807230102	Analisa Variasi Campuran Nutrisi NPK Terhadap Kualitas Bioetanol Dengan Memanfaatkan Limbah Buah dan Sayur	Uji Kualitas Bioetanol Seperti Kadar Etanol, Viskositas, Densitas dan Nilai Kalor
3	Hairi Junaidi	1807230107	Analisis Pengaruh Campuran Ragi Terhadap Kualitas Bioetanol Dengan Memanfaatkan Limbah Kulit Pisang	Uji Kualitas Bioetanol Seperti Kadar Etanol, Viskositas, Densitas dan Nilai Kalor
4	Imam Arif	1807230109	Analisis Perbandingan Kadar Bioetanol Berbahan Baku Limbah Buah dan Sayur Dengan Limbah Kulit Pisang Kepok Menggunakan Destilator Model Refluk	Membandingkan Bioetanol Yang Baik Digunakan Antara Limbah Buah Dan Sayur Dengan Limbah Kulit Pisang Pengaruh Campuran Bioetanol
5	Akbar Rizky Hidayat	1807230081	Pengaruh Campuran Bioetanol Berbahan Dasar Kulit Pisang Terhadap Kualitas Peralite Pada Unjuk Kerja Motor Bakar	Berbahan Dasar Kulit Pisang Dengan Peralite Pada Unjuk Kerja Motor Bakar Dan Unjuk Kerja Yang di lakukan Yaitu Menghitung Torsi, Daya, Dan SFC
6	Dicky Farhan	1807230072	Pengaruh Variasi Viskositas Bioetanol Terhadap Unjuk Kerja Motor Bakar Dengan Metode Peningkatan Periode Fermentasi	Mengetahui Pengaruh Variasi Viskositas Terhadap Unjuk Kerja Motor Bakar

BAB 3 METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

3.1.1 Tempat Penelitian

Dalam melakukan penelitian Analisis Variasi Campuran Nutrisi NPK Terhadap Kualitas Bioetanol Dengan Memanfaatkan Limbah Buah dan Sayur yaitu di Laboraturium Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara dan Laboratorium Politeknik Negeri Medan

3.1.2 Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan setelah mendapat persetujuan dari dosen pembimbing dan Ketua Prodi teknik mesin, Untuk jadwal kegiatan dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 3.1 Jadwal Kegiatan Penelitian

No	Kegiatan	Waktu (Bulan)					
		1	2	3	4	5	6
1	Pengajuan judul	■					
2	Studi literatur	■	■				
3	Survei limbah buah dan sayur		■	■			
4	Mempersiapkan alat dan bahan			■	■		
5	Pembuatan bioetanol				■	■	
6	Uji karakteristik bioetanol					■	■
7	Penulisan laporan akhir						■
8	Seminar dan Sidang sarjana						■

3.2 Bahan dan Alat

3.2.1 Bahan Penelitian

1 Buah Nangka

Nangka yang digunakan merupakan limbah hasil dari sisa sisa penjual di pasar central di jalan sutomo dan penjual olahan nangka



Gambar 3.1 Limbah Buah Nangka I



Gambar 3.2 Limbah Buah Nangka II

2 Sayur Wortel

Wortel yang digunakan merupakan wortel yang sudah tidak layak untuk dikonsumsi yang banyak di jumpai di pasar central di jalan sutomo



Gambar 3.3 Limbah Sayur Wortel I



Gambar 3.4 Limbah Sayur Wortel II

3 Ragi Tape (*Saccharomyces Cerevisiae*)

Ragi yang digunakan yaitu ragi merek nkl



Gambar 3.5 Ragi

4 Pupuk NPK

Npk yang digunakan pada penelitian ini NPK 16-16-16 yang artinya Nitrogen 16%, Fospor 16% dan Kalium 16 Persen



Gambar 3.6 Pupuk NPK

5 Air

Air mineral yang digunakan dari merek club karena memiliki pH air 5,79 (Politeknik Kesehatan Kemenkes Semarang, 2021). Kadar pH atau tingkat asam atau basa suatu cairan yang berpengaruh terhadap kualitas maupun penggunaannya.



Gambar 3.7 Air Mineral

3.2.2 Alat Penelitian

1 Destilator



Gambar 3.8 Destilator

2 Alkohol meter



Gambar 3.9 Alkohol meter

3 Viskometer



Gambar 3.10 Viskometer

4 Bomb Kalorimeter



Gambar 11 Bomb Kalorimeter

5 Toples



Gambar 3.12 Toples

6 Gelas ukur kaca



Gambar 3.13 Gelas ukur kaca

7 Timbangan digital



Gambar 3.14 Timbangan digital

8 Blender



Gambar 3.15 Blender

9 Saringan



Gambar 3.16 Saringan

10 Botol sampel



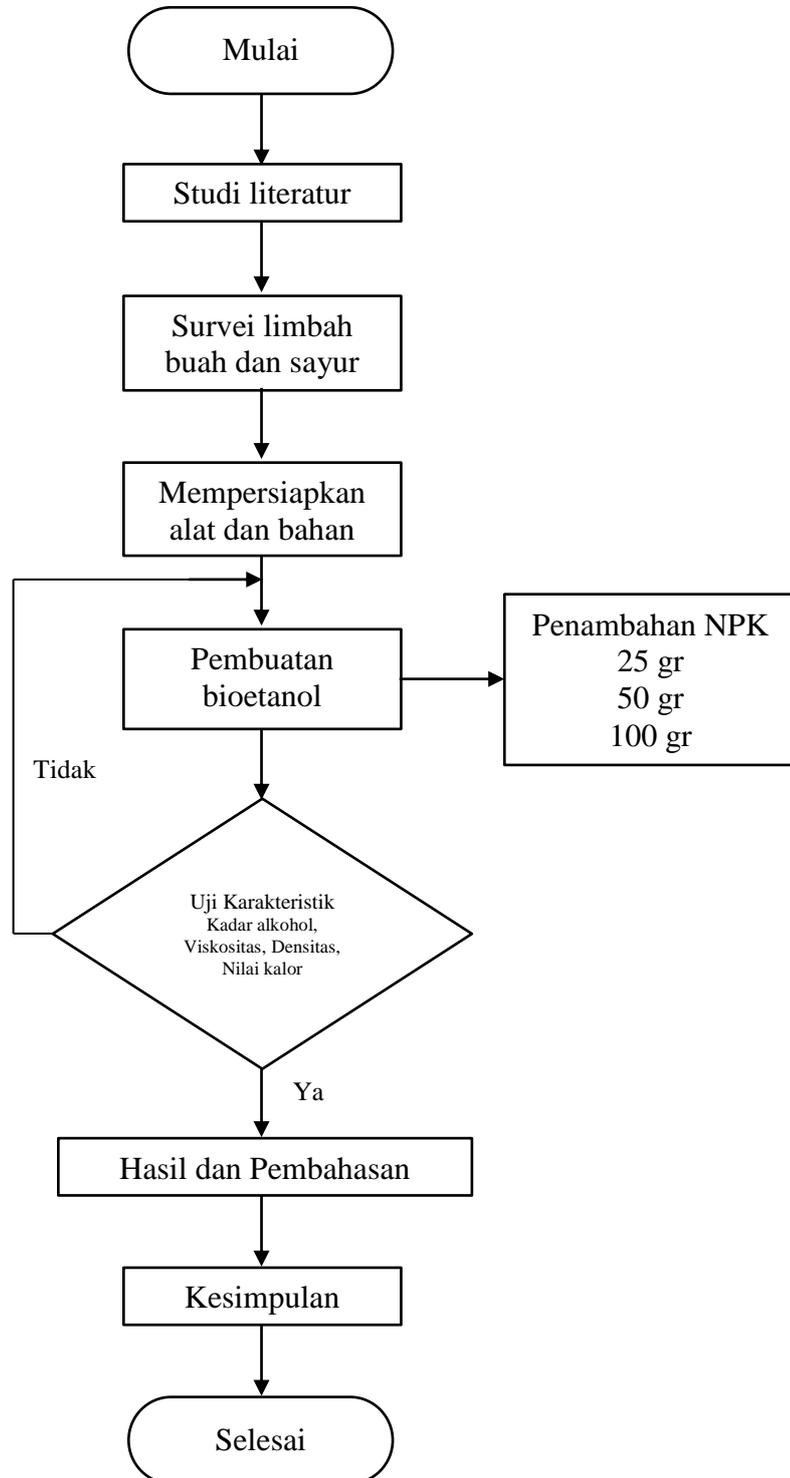
Gambar 3.17 Botol sampel

11 Masker dan Sarung Tangan Karet



Gambar 3.18 Masker dan Sarung Tangan Karet

3.3 Bagan Alir Penelitian



Gambar 3.19 Bagan Alir Penelitian

3.4 Rancangan Alat Penelitian



Gambar 3.20 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, survei limbah buah dan sayur serta melengkapi alat dan bahan yang akan digunakan

3.5.2 Tahap Pembuatan

Setelah persiapan selesai lanjut ke tahap pembuatan bioetanol dimana dalam tahap ini di lakukan pengolahan limbah buah dan sayur dengan variasi campuran NPK sehingga menjadi bioetanol. Adapun langkah – langkah pembuatan bioetanol sebagai berikut :

1. Bersihkan buah nangka dan wortel
2. Potong menjadi beberapa bagian, masukkan kedalam blender dan tambahkan air sebanyak 500 mL untuk dihaluskan
3. Haluskan juga *saccharomyces cerevisiae* dan Pupuk NPK
4. Masukkan Buah naga, wortel yang telah di haluskan ke dalam wadah
5. Tambahkan *saccharomyces cerevisiae* dan Pupuk NPK dengan variasi campuran yang telah ditentukan
6. Tutup wadah menggunakan aluminum foil agar menjadi kedap udara
7. Melakukan tahap fermentasi selama 7hari
8. Kemudian saring cairan dan melakukan tahap destilasi
9. Jika bioetanol telah siap, maka akan dilakukan pengujian karakteristik pada bioetanol tersebut

3.5.3 Tahap Pengujian dan Pengambilan Data

Dalam tahap pengujian, sampel akan dilakukan pengujian di laboratorium untuk mengetahui pengaruh variasi campuran NPK terhadap kualitas bioetanol. Kemudian sampel hasil pengujian akan di bandingkan untuk menentukan variasi campuran yang baik untuk dijadikan bahan bakar alternatif

3.6 Variabel Penelitian

3.6.1 Kadar Etanol

Dalam menentukan kadar etanol dapat di lakukan menggunakan alkoholmeter, adapun cara penggunaan alkoholmeter sebagai berikut :

- Siapkan gelas ukur dan alkoholmeter
- Masukkan sampel kedalam gelas ukur secukupnya
- Masukkan alkoholmeter kedalam gelas ukur
- Tunggu beberapa saat, Kemudian amati hasilnya

3.6.2 Viskositas

Dalam menentukan nilai viskositas dapat di lakukan menggunakan viskometer, Viskometer yang di gunakan pada penelitian ini yaitu kinematic viskometer SVM 300. Adapun langkah - langkah penggunaan sebagai berikut :

- Hidupkan alat
- Tekan tombol quick seting
- lakukan edit sampel name sesuai dengan parameter bioetanol

- Atur SVM temperatur menjadi 40°C sesuai dengan standart ASTM
- Klik tombol oke
- kemudian masukan sampel kedalam suntik setelah itu letakkan suntikan tersebut ke bagian lubang SVM
- klik tombol start
- Tunggu pembacaan perintah pada alat tersebut hingga muncul indikator 1mL
- Tekan suntikan secara bertahap, masing masing tahap per 1mL sampai 5 tahap
- Jika sudah selesai maka hasil pengujian akan otomatis muncul

3.6.3 Densitas

Dalam menentukan nilai densitas dapat di lakukan menggunakan viskometer, Karena alat ukur untuk pengujian densitas menggunakan kinematic viskometer SVM 3001 juga maka langkah penggunaan sama seperti menentukan nilai viskositas.

Adapun langkah - langkah penggunaan sebagai berikut :

- Hidupkan alat
- Tekan tombol quick seting
- lakukan edit sampel name sesuai dengan parameter bioetanol
- Atur SVM temperatur menjadi 40°C sesuai dengan standart ASTM
- Klik tombol oke
- kemudian masukan sampel kedalam suntik setelah itu letakkan suntikan tersebut ke bagian lubang SVM
- klik tombol start
- Tunggu pembacaan perintah pada alat tersebut hingga muncul indikator 1mL
- Tekan suntikan secara bertahap, masing masing tahap per 1mL sampai 5 tahap
- Jika sudah selesai maka hasil pengujian akan otomatis muncul

3.6.4 Nilai Kalor

Dalam menentukan nilai kalor dapat di lakukan menggunakan bomb kalorimeter. Adapun langkah - langkah penggunaan sebagai berikut :

- Tekan tombol ON
- Isi tangki air pada bomb kalori meter, untuk pengukuran yang akurat menggunakan temperatur 18 - 25°C
- Tentukan prosedur pengukuran pada menu operator
- Pilih dynamic, untuk pemilihan tekan tombol F1, F2 dan F3 sesuai dengan petunjuk display
- Tentukan nilai reference untuk pengkalibrasian
- Siapkan benang cotton sebagai alat bantu pembakaran dan percikan pada unit decomposition vessel
- Letakkan sampel bioetanol pada crucible
- Timbang sampel sesuai kebutuhan
- Masukkan sampel kedalam tabung decomposition vessel dan tutup tabung agar sampel tidak tumpah
- Tambahkan gas O₂ kedalam tabung decomposition vessel (27 bar – 30 bar) memakai alat filling oksigen
- Pasang ignition adaptor pada kepala decomposition vessel
- Masukkan Tabung decomposition vessel yang telah dipasang “ignation adaptor” kedalam unit Bomb Calorimeter
- Pilih pada display Prepare: Isikan Qext1 (default 50 j) Qext2 jika ada (jika tidak 0) lalu pilih oke
- Pastikan air telah terisi ketangki Bomb Calorimeter, lalu tutup cover Bomb Calorimeter, Lalu tekan continue pada display bomb calorimeter.
- Tunggu hasilnya dengan mencatat temperatur awal, total temperatur.

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil

4.1.1 Pembuatan Bioetanol

Limbah Nangka dan wortel dibagi menjadi 3 wadah sesuai dengan konsentrasi nutrisi NPK, Setelah semua bahan tercampur dengan rata selanjutnya masuk ketahap fermentasi. Adapun komposisi dalam membuat bioetanol dengan bahan limbah buang nangka dan sayuru wortel dapat dilihat pada tabel 4.1

Tabel 4.1 Komposisi Bioetanol Dari Limbah Buah Nangka dan Sayur Wortel

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

4.1.2 Proses Fermentasi

Pada tahap ini limbah akan difermentasikan 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 nangka dan wortel disaring untuk memisahkan ampas dengan cairannya, kemudian masuk ketahap selanjutnya yaitu proses distilasi.

4.1.2 Proses Destilasi

Pada tahap ini cairan hasil fermentasi yang telah di saring kemudian 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 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

Bioetanol memiliki karakteristik mudah menguap, mudah terbakar, larut dalam air, tidak karsinogenik, dan tidak berdampak negatif pada lingkungan. Bioetanol mempunyai manfaat untuk dikonsumsi manusia sebagai minuman beralkohol. Selain itu, bioetanol dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar dengan kandungan minimal 10 % etanol (Seftian dkk., 2012). Biaya produksi bioetanol tergolong murah karena sumber bahan baku berasal dari limbah pertanian yang memiliki nilai ekonomis yang rendah.

4.2.2 Uji Karakteristik Bioetanol

Pada penelitian uji karakteristik pada bioetanol dari limbah buah nangka dan wortel dengan variasi campuran nutrisi NPK dilakukan di Laboraturium Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU) dan Laboratorium Politeknik Negeri Medan (POLMED). Hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 4.2 dan standart bioetanol dapat dilihat pada tabel 4.3

Tabel 4.2 Hasil Uji Karakteristik

Konsentrasi NPK	Karakteristik			
	Kadar Alkohol (%-v)	Densitas (gr/cm ³)	Viskositas (cPs)	Nilai Kalor (kkal/kg)
25	62	0,8742	1,965	7122,38
50	68	0,8739	1,967	7079,39
100	67	0,8738	1,959	7105,67

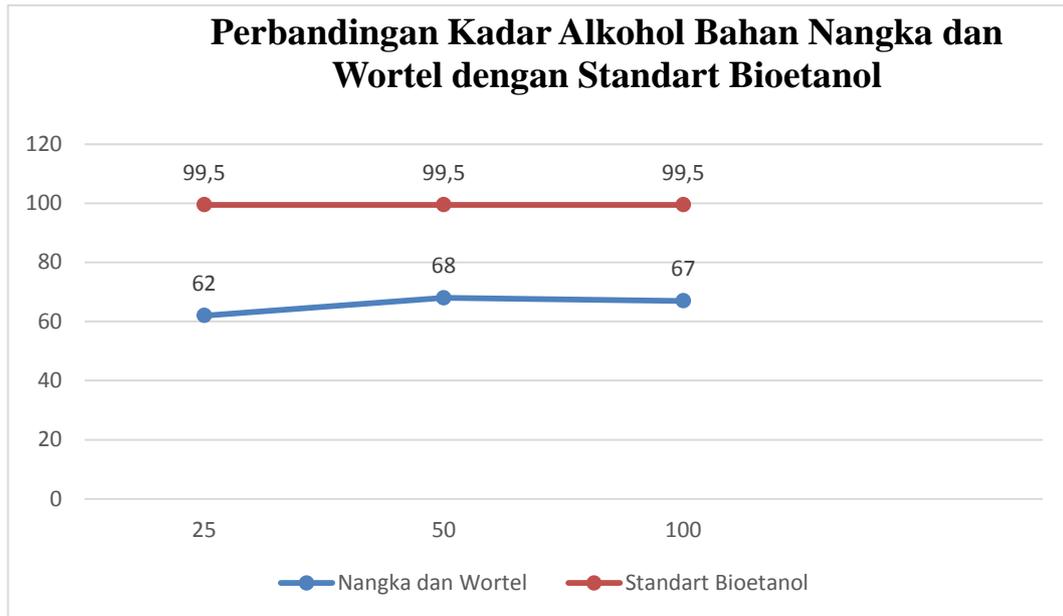
Tabel 4.3 Standart Bioetanol (A.Setiyawan, 2013)

Karakteristik	Satuan	Bioetanol Murni	Metode Uji
Kadar alkohol	%-v	99,5 (sebelum denaturasi) 94,0 (setelah denaturasi)*	ASTM D6501 / Departemen 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

4.2.3 Kadar Alkohol

Pengujian kadar bioetanol ini menggunakan alcoholmeter, kadar bioetanol tertinggi dari limbah nangka dan wortel dengan 3 konsentrasi nutrisi Npk yaitu 68% dengan waktu fermentasi selama 7 hari, Hal ini disebabkan karena pada bioetanol limbah nangka dan wortel masih terdapat kandungan air. Jika dibandingkan dengan penelitian lain, Dengan waktu fermentasi 4 hari mendapatkan Kadar bioetanol tertinggi dicapai pada waktu fermentasi 4 hari dengan kadar alkohol 13,19% Hal ini disebabkan pada kondisi tersebut mikroorganisme bekerja dengan sempurna dimana laju pertumbuhannya mencapai maksimum sehingga bioetanol yang dihasilkan lebih tinggi. Sedang pada waktu fermentasi selanjutnya produk dan kadar bioetanol yang dihasilkan menurun yang disebabkan oleh keaktifan mikroorganisme mulai menurun artinya bahwa sel-sel mikroorganisme untuk menghasilkan enzim sebagai biokatalis untuk mengkonversi substrat menjadi bioetanol sudah mulai berkurang (Tadjuddin,2012). Kadar bioetanol tertinggi adalah sebesar 64,933% pada sampel dengan konsentrasi HCl 0,6 M dengan pH sebelum fermentasi 3,5 dan waktu fermentasi 10 hari (Meyrinta & Putri, 2018)

Untuk menaikkan kadar bioetanol limbah nangka dan wortel menjadi bioetanol murni diperlukan proses destilasi berulang karena proses ini dapat menghilangkan air hingga kadar bioetanol menjadi 99,5% dan dihasilkan bioetanol absolute (murni). Proses destilasi adalah proses pengolahan bioetanol yang terkait dengan peningkatan kadar etanol dengan penggunaan suhu pada tangki penguapan dan pengendalian suhu kolom destilasi. Sedangkan dehidrasi terkait dengan peningkatan kadar etanol melalui penggunaan hidrat (zeolit sintetis 3 Å) yang mempunyai kemampuan untuk menyerap air yang dikandung bioetanol dalam sistem proses tertutup. (Lay A, 2009) Semakin tinggi kadar bioetanol yang dihasilkan maka semakin bagus karakteristik yang dihasilkan, dan semakin sedikit pula kadar air yang terdapat didalam cairan bioetanol tersebut. Untuk pengaruh nutrisi npk dan perbandingan dengan standart bioetanol dapat dilihat pada gambar 4.1

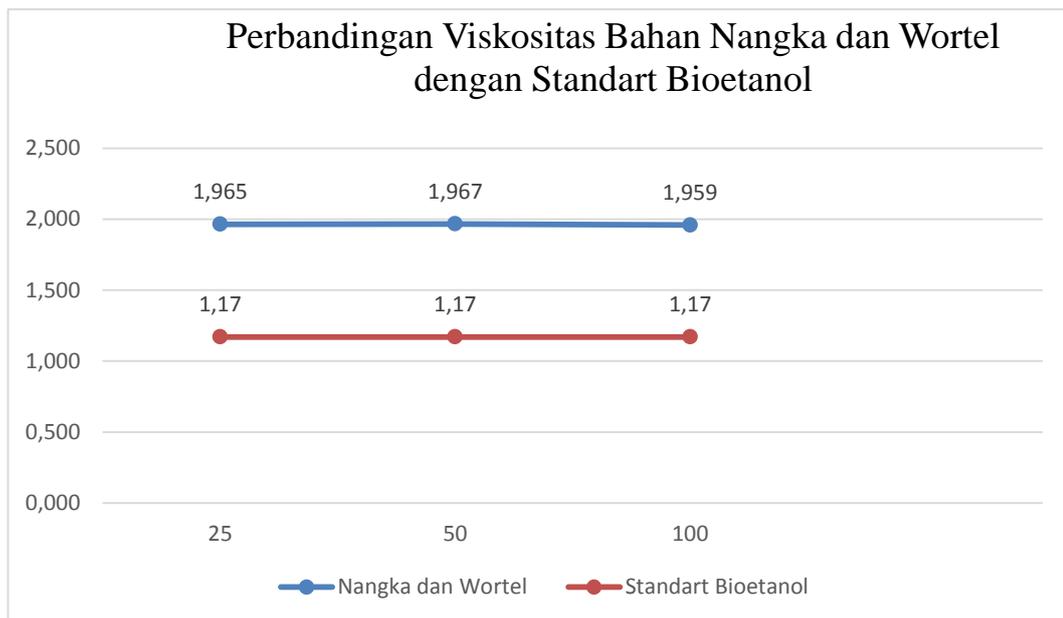


Gambar 4.1 Perbandingan Kadar Alkohol Bahan Nangka dan Wortel dengan Standart Bioetanol

4.2.4 Viskositas Kinematik

Viskositas kinematika adalah suatu angka yang menyatakan besarnya perlawanan atau hambatan dalam dari sebuah bahan cairan untuk mengalir atau ukuran tahanan geser dari bahan cair. Viskositas juga merupakan ukuran kekentalan fluida yang menyatakan besar kecilnya gesekan dalam fluida, semakin besar viskositas fluida maka semakin sulit fluida untuk mengalir dan juga menunjukkan semakin sulit suatu benda bergerak dalam fluida. Pada penelitian ini mengukur viskositas kinematik menggunakan viskometer SVM 3001 AP. Untuk pengujian nilai viskositas kinematik di lakukan di Laboraturioum Politeknik Negeri Medan (POLMED). Dari 3 konsentrasi nutrisi Npk didapat nilai viskositas paling rendah yaitu 1,959 yang artinya bioetanol dari limbah nangka dan wortel kekentalannya masih terbilang tinggi dibandingkan dengan bioetanol murni. Viskositas atau kekentalan fluida merupakan salah satu parameter pada analisis bioetanol. Menurut Badan Standarisasi nasional, viskositas bioetanol adalah sebesar 0,0122 poise padasuhu 20⁰ C. Jika dibandingkan dengan nilai viskositas pada penelitian lain viskositas bioetanol tertinggi diperoleh pada pH 3,5 dengan waktu fermentasi 10 hari yaitu

0,0114 poise dan viskositas terendah diperoleh pada pH 2,5 dengan waktu fermentasi 15 hari yaitu 0,009 poise. Densitas bioetanol yang paling mendekati SNI adalah pada pH 3,5 dan waktu fermentasi 10 hari yaitu 0,0114 poise (Meyrinta & Putri, 2018). Sedangkan viskositas murni 1,17 cPs dan Hal tersebut menunjukkan bahwa bioetanol limbah buah nangka & wortel lebih kental dibandingkan dengan bioetanol murni. Pengaruh nutrisi Npk terhadap nilai viskositas kinematic dan perbandingan dengan standrt bioetanol dapat dilihat pada gambar 4.2

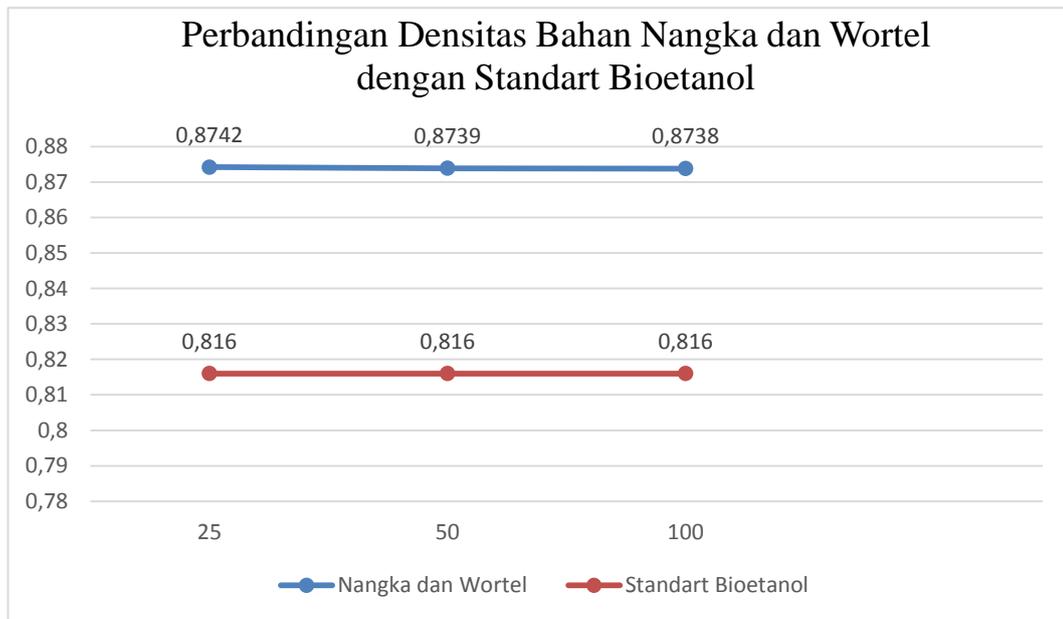


Gambar 4.2 Perbandingan Viskositas Bahan Nangka dan Wortel dengan Standart Bioetanol

4.2.5 Densitas

Densitas adalah massa dari suatu zat dalam setiap satuan volume. Bioetanol memiliki densitas sebesar 0,7851 (SNI). Dari 3 konsentrasi nutrisi Npk nilai terendah densitas yang didapat yaitu $0,8738 \text{ g/cm}^3$. Jika dibandingkan dengan penelitian lain densitas bioetanol tertinggi diperoleh pada pH 2,5 dengan waktu fermentasi 5 hari yaitu 0,97 g/ml dan densitas bioetanol terendah diperoleh pada pH 3,5 dengan waktu fermentasi 10 hari yaitu 0,87 g/ml. Densitas bioetanol yang paling mendekati SNI adalah pada pH 3,5 dan waktu fermentasi 10 hari yaitu 0,87 g/ml. Densitas berhubungan langsung dengan kadar bioetanol yang

terdapat dalam produk. Jika densitas produk semakin mendekati nilai standar SNI, maka semakin besar kadar bioetanol pada produk tersebut (Meyrinta & Putri, 2018). Semakin kecil densitas maka semakin baik kualitas bioetanol tersebut, Pengaruh nutrisi Npk terhadap densitas dan perbandingan dengan standart bioetanol dapat dilihat pada gambar 4.3



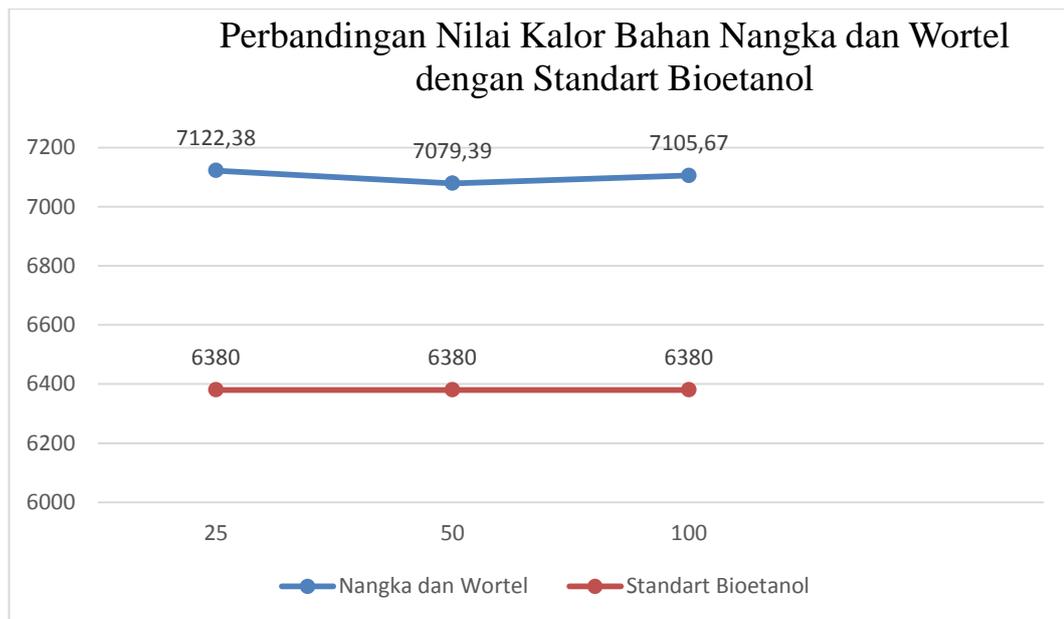
Gambar 4.3 Perbandingan Densitas Bahan Nangka dan Wortel dengan Standart Bioetanol

4.2.6 Nilai Kalor

Nilai kalor (heating value) adalah jumlah energi yang dilepaskan pada proses pembakaran persatuan volume atau persatuan massanya. Heating value bahan bakar menentukan jumlah konsumsi bahan bakar tiap satuan waktu. Semakin tinggi heating value bahan bakar menunjukkan bahan tersebut semakin sedikit pemakaian bahan bakar. Nilai kalor tertinggi dari 3 konsentrasi nutrisi Npk yaitu 7122,38 Kkal/Kg. Dari sini dapat disimpulkan bahwa nilai kalor yang dihasilkan dari limbah nangka dan wortel lebih tinggi dari bioetanol murni. Jika dibandingkan dengan penelitian lain seperti limbah bren dengan nilai kalor 5922 Kkal/Kg Dan limbah umbi ganyong dengan nilai kalor 7126,00 Kkal/Kg. Sedangkan 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 dimilikinya, maka nilai kalor akan semakin besar (Hartono, Rusdi, Wijanarko, & Hermansyah, 2016)

Untuk pengaruh Npk terhadap nilai kalor pada limbah buah nangka & wortel dan perbandingan dengan standart bioetanol dapat dilihat pada gambar 4.4



Gambar 4.4 Perbandingan Nilai Kalor Bahan Nangka dan Wortel dengan Standart Bioetanol

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Penambahan Nutrisi NPK dari 25 gr ke 50 gr hanya berpengaruh kepada kadar alkohol, viskositas dan nilai kalor
2. Semakin banyak penambahan Nutrisi NPK tidak sepenuhnya berpengaruh terhadap kualitas bioetanol hal ini dapat dilihat pada penambahan nutrisi NPK sebanyak 100gr
3. Dari 3 konsentrasi penambahan nutrisi NPK, Penambahan 50gr nutrisi NPK yang paling menguntungkan dalam meningkatkan kualitas bioetanol

5.2 Saran

Disadari bahwa pada penelitian ini masih ada beberapa kekurangan maka untuk mengembangkan dan memperbaiki penelitian selanjutnya, dengan memerperhatikan beberapa aspek seperti, Campuran Npk, lama fermentasi dan pada saat proses destilasi melakukan destilasi secara berulang sebanyak 2 atau 3 destilasi. Untuk menghasilkan bioetanol dari limbah nangka dan wortel dengan variasi campuran Npk yang berkualitas sebaiknya dalam proses fermentasi di coba lebih dari 7 hari seperti 14 atau 21 hari dan pada proses destilasi jangan sampai terjadi penurunan suhu pada destilator

DAFTAR PUSTAKA

- Afrianti, H. 2013. *Teknologi Pengawetan Pangan*. Alfabeta, Bandung
- Agustining, D. (2012). Daya Hambat *Saccharomyces Cerevisiae* Terhadap Pertumbuhan Jamur *Fusarium Oxysporum*. Skripsi. Jurusan Pendidikan MIPA, Universitas Jember
- Arif, A.B., Budiyanto, A., Diyono, W., Hayuningtyas, M., Marwati, T., & Richana, N. (2016). Pengaruh konsentrasi NaOH dan enzim selulase: xilanase terhadap produksi bioetanol dari tongkol jagung. *J. Penelit. Pascapanen Pertan.* 13(3): 107-114
- Astuty, E. D, *Fermentasi Etanol Kulit Buah Pisang*, Penerbit UGM, Yogyakarta, 1991
- Berlian, Z., Aini, F., dan Ulandari, R. (2016). Uji Kadar Alkohol Pada Tapai Ketan Putih Dan Singkong Melalui Fermentasi Dengan Dosis Ragi Yang Berbeda. *Jurnal Biota*, 2(1), 106–111
- Direktorat Gizi Departemen Kesehatan RI. 1992. *Daftar Komposisi Bahan Makanan*. Bhartara Karya Aksara, Jakarta
- Fardiaz, S., 1992, *Mikrobiologi Pangan 1*, Jakarta: PT. Gramedia Utama Pustaka, hal 62, 105, 110, 245, 246, dan 235
- Farel, H. N., 2006, Nilai Kalor Bahan Bakar Serabut dan Cangkang Sebagai Bahan Bakar Ketel Uap di Pabrik Kelapa Sawit. *Teknik Mesin*, FT USU Medan
- Ferdaus, F. (2008). Pengaruh pH, Konsentrasi Substrat, Penambahan Kalsium Karbonat Dan Waktu Fermentasi Terhadap Perolehan Asam Laktat Dari Kulit Pisang. *Widya Teknik.* 7; 1; 1-14
- Geankoplis, GJ, 1983, *Transport Process and Unit Operation*, Second Edition, Allyn and Bacon, Inc, Boston, London, Sydney, Toronto
- Hajar, E.W.I., Ungsiono, T.A., Utomo, S., dan Setiawan, B. (2016). Proses Hidrolisis Menggunakan Katalis Zeolit Alam Pada Kulit Pisang Kepok Sebagai Sumber Glukosa. *Jurnal Integrasi Proses*, 6(1), 28–32.
- Halliday. 1991. *Fisika Jilid I*. Penerbit Erlangga, Jakarta
- Hartono, Rudi; Rusdi, Anondho Wijanarko, Heri Hermansyah, 2016, *Pembuatan Biodiesel Dari Minyak Dedak Padi Dengan Proses Katalis Homogen Secara Asam Dan Katalis Heterogen Secara Basa*, Seminar Nasional Sains Dan Teknologi 2016
- Hidayat, Mohammad Agung. *Fermentasi Asam Laktat Oleh Rhizopus Oryzae Pada Substrat Singkong Hasil Hidrolisis Asam*. (Bogor: ITB, 2006)
- Ichsan, M., Nugraha, B. S., dan Winarso, R. (2015). Analisa Pengaruh Lama Fermentasi Terhadap Kadar Bioetanol Pada Mesin Destilator Model Reflux. *Simetris : Jurnal Teknik Mesin, Elektro Dan Ilmu Komputer*, 6(2), 315
- Indra, B.K dan Retno, D, 2010, Kinetika Reaksi Hidrolisa Pati dari Kulit Nangka dengan Katalisator Asam Klorida Menggunakan Tangki Berpengaduk, *Makalah Seminar Nasional Twknik Kimia Soebardjo 'Ketahanan Pangan dan Energi'*, D6, hh.1-9
- Irawan, Dedy dan Arifin, Zainal. 2012. Proses Hidrolisis Sampah Organik Menjadi Gula dengan Katalis Asam Klorida. *Jurnal Teknik Kimia*. No.2 Vol.6 April 2012

- J. Baeyens, Q. Kang, L. Appels, R. Dewil, Y. Lv, and T. Tan, "Challenges and opportunities in improving the production of bio-ethanol," *Prog. Energy Combust. Sci.*, vol. 47, pp. 60–88, 2015, doi: 10.1016/j.pecs.2014.10.003
- JANSEN, P. C. M. V., E.W.M. DAN CORONEL, R. E. *Artocarpus integer* (Thumb) Merr. *Edible Fruits and Nuts*. PROSEA Bogor Indonesia, 1992 Bogor
- KARIM, A. DAN SUTJAHJO, D. H. 2013. Uji Kinerja Mesin 4 Langkah Berbahan Bakar Bioethanol Dari Limbah Kulit Jerami Nangka Sebagai Campuran Premium. *Jurnal Teknik Mesin*, 1
- Khadir, Ismadi, dan Zulfikar. (2015). Proses Produksi Bioethanol dari Ubi Jalar Merah (*Ipomoea batatas*) Menggunakan Ragi Tape. *Anti-Aging Medicine*, 13(1), 1–26
- Lay A. 2009. Rekayasa teknologi alat pengolahan bioethanol dari nira aren. *Buletin Palma*; (37):100-114
- Marques S, 2006. Conversion of recycled paper sludge to ethanol by SHF and SSF using *Pichia stipitis*. *Departamento de Biotecnologia, INETI, Estrada do Paço do Lumiar 22, 1649-038 Lisboa, Portugal*
- Massaey, BS. 1983. *Mechanic Of Fluids fifth Edition*
- Meyrinta, K. A., & Putri, R. D. (2018). Pembuatan Bioethanol dari Jerami Nangka dengan Metode Fermentasi menggunakan *Saccharomyces cerevisiae*. *Jurnal Integrasi Proses*, 7(1), 32-38
- Moeksin, R., Melly, A., dan Septiyana, A. . (2016). Pembuatan Bioethanol Dari Kulit Pisang Raja (*Musa Sapientum*) Menggunakan Metode Hidrolisis Asam Dan Fermentasi. *Jurnal Teknik Kimia*, 21(2), 1–7
- Murniati, Sri S., dan Dwi R. (2018). BIOETANOL DARI LIMBAH BIJI DURIAN (*Durio zibethinus*). *Pijar MIPA*. 13(2), 155–160
- Patil Mvk, Kandhare Ad, Bhise Sd. (2012). Anti-Inflammatory Effect of *Daucus Carota* Root on Experimental Colitis in Rats. *Int J Pharm Sci*. 4(1):337e43.
- Perry, R. H., D. W. Green and J.O.Maloney, *Perry's Chemical Engineers Handbook*, McGraw Hill Book Company 7 th Edition, New York, 1999.
- Putri, S.A . 2016. Hubungan Antara Kadar Gula Reduksi, Jumlah Sel Mikrob dan Etanol dalam Produksi Bioethanol dan Fermentasi Air Kelapa dengan Penambahan Urea. *jurnal online Mahasiswa Fakultas Pertanian Universitas Riau* 3(2):1-8
- Rizqi Rindra Firmansyah, Imam Sucahyo. (2019). Rancang Bangun Viskometer Rotasi Sebagai Pengukur kekentalan Fluida Cair. *Jurnal Inovasi Fisika Indonesia*. Vol 08 No. 2. Universitas Negeri Surabaya
- S. Fardiaz, *Fisiologi fermentasi*. Bogor: IPB, 1988
- S. O. Apori, J. Byalebeka, M. Murongo, J. Ssekandi, and G. L. Noel, (2021) "Effect of coapplied corncob biochar with farmyard manure and NPK fertilizer on tropical soil," *Resour. Environ. Sustain.*, vol. 5, no. August, p. 100034
- Sakinah, A.R. dan Kurniawansyah, I.S. 2018. Isolasi, Karakterisasi Sifat Fisikokimia, Dan Aplikasi Pati Jagung Dalam Bidang Farmasetik. Bandung: Universitas Padjajaran. Sari, F.K. dkk. 2013. Ekstraksi Pati Resisten Dari Tiga Varietas Kentang Lokal Yang Berpotensi Sebagai Kandidat Prebiotik. Jember: Universitas Jember

- Sari, F.K. dkk. 2013. Ekstraksi Pati Resisten Dari Tiga Varietas Kentang Lokal Yang Berpotensi Sebagai Kandidat Prebiotik. Jember: Universitas Jember
- Seftian, D., Antonius, F., dan Faizal, M. 2012. Pembuatan Etanol dari Kulit Pisang Menggunakan Metode Hidrolisis Enzimatis dan Fermentasi. *Jurnal Teknik Kimia*
- Sharma, Anubhuti. dkk. 2015. Preliminary Nutritional And Biological Potential Of *Artocarpus Heterophyllus L.* Shell Powder. India: Department of Bioscience and Biotechnology, Banasthali University
- Suprihatin. 2010. *Teknologi Fermentasi*. UNESA Press. Surabaya
- Susilawati, R. Zamzami, and A. S. Buchori, "The utilization of waste cooking oil (wco) in simple stove as an alternative fuel for household scale," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1700, no. 1, pp. 3– 8, 2020, doi: 10.1088/1742-6596/1700/1/012052
- Susmiati, Y. (2018). The Prospect of Bioethanol Production from Agricultural Waste and Organic Waste. *Industria: Jurnal Teknologi Dan Manajemen Agroindustri*, 7(2), 67–80
- Taslim, M., Mailoa, M., & Rijal, M. (2017). PENGARUH pH, DAN LAMA FERMENTASI TERHADAP PRODUKSI ETHANOL DARI *Sargassum crassifolium*. *Biologi Science & Education*, 6(1), 13–25
- Turnip, T.T.. 2016. Potensi Air Kelapa dalam Proses Fermentasi Bioetanol dengan Penambahan NPK dan Tween 80TM..*jurnal onlineMahasiswa Fakultas Pertanian Universitas Riau* 3(2):1-8
- Utami, R. K., Ganefati, S. P., & Windarso, S. E. (2014). *PENGARUH VARIASI BERAT Saccharomyces cereviceae DAN WAKTU FERMENTASI KULIT NANGKA TERHADAP KADAR BIOETANOL YANG DIHASILKAN*. Poltekkes Kemenkes Yogyakarta
- Wahyu B U., Ruddi K., dan Erwin K. (2016). PEMBUATAN BIOETANOL MELALUI FERMENTASI NIRA TEBU (*Saccharum officinarum*) MENGGUNAKAN *Saccharomyces cerevisiae*. *Kimia FMIPA*. 13(2)
- Winarno, F.G,1984, Pengantar Teknologi Pangan, Jakarta: PT Gramedia
- Zely, F.d. 2014. Pengaruh Waktu dan Kadar *Saccharomyces cerevisiae* Terhadap Produksi Etanol dari Serabut pada Proses Sakarifikasi dan Fermentasi Simultan dengan Enzim Selulase. Skripsi. Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan. Universitas Bengkulu. Bengkulu
- Zielinska, M. And Markowski, M. (2007). Drying Behavior of Carrots Dried in a Spout-fluidized Bed Dryer. *Dry. Technol.* 25, 261–270

LAMPIRAN

Hal : Permohonan Pengujian
Sampel Bioetanol

Medan, 30 Agustus 2022

Kepada Yth : Kepala Layanan Terpadu
Politeknik Negeri Medan

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 lembar 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

Disahkan,
Direktur
Politeknik Negeri Medan

Abdul Rahman, S.E.Ak., M.Si.
NIP. 19711210 199801 1 001

Dibuat,
Kepala Lab. Teknik Konversi Energi
Politeknik Negeri Medan

Efrata Farigan, S.T., M.T.
NIP. 19880626 201903 1 011



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	 Abdip. 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

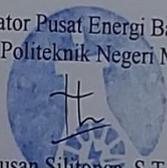
Nomor : 013/EBT/EN/2023
Lampiran : 2 (dua) Berkas
Hal : Laporan Uji Nilai Kalor

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 Silitonga, S.T., M.Eng., Ph.D.
NIP. 1981012320021220002

EBT POL



**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 Parigan, S.T. EBT POLMED	 M. Anhar Pulungan, S.T., M.T. NIP. 19680417 199801 2 001	

LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

ANALISIS VARIASI CAMPURAN NUTRISI NPK TERHADAP
KUALITAS BIOETANOL DENGAN MEMANFAATKAN LIMBAH BUAH
DAN SAYUR

Nama : Ihza Andikal Zikri

NPM : 1807230102

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

No	Hari / Tanggal	Kegiatan	Paraf
1.	Rabu / 15 des 21	- Perbaiki BAB 1	f
2.	Rabu / 22 des 21	- Diskusi bioetanol dan destilator	f
3.	Rabu / 19 Jan 22	- Tambahkan SNI Bioetanol	f
4.	Rabu / 26 Jan 22	- Perbaiki BAB 3	f
5.	Kamis / 27 Jan 22	- Perbaiki Diagram Alir	f
6.		- Acc Seminar proposal	f
7.	Senin / 6 Feb 23	- Tambahkan jurnal perbandingan	f
8.	Jumet / 10 Jan 23	- Perbaiki Tabel dan grafik	f
9.	Sabtu / 11 Feb 23	- Acc Seminar Hasil	f
10.	Senin / 27 Feb 23	- Lengkapi bab / lampiran	f
11.	Rabu / 1 Mar 23	- Acc Sidang	f



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

Bila menjawab surat ini agar disebutkan nomor dan tanggalnya

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 [umsumedan](#) [umsumedan](#) [umsumedan](#) [umsumedan](#)

**PENENTUAN TUGAS AKHIR DAN PENGHUJUKAN
DOSEN PEMBIMBING**

Nomor : 2230/IL3AU/UMSU-07/F/2021

Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, berdasarkan rekomendasi Atas Nama Ketua Program Studi Teknik Mesin Pada Tanggal 15 Desember 2021 dengan ini Menetapkan :

Nama : IHZA ANDIKAL ZIKRI
Npm : 1807230102
Program Studi : TEKNIK MESIN
Semester : VII (TUJUH)
Judul Tugas Akhir : ANALISIS VARIASI CAMPURAN NUTRISI NPK TERHADAP KUALITAS BIOETANOL DENGAN MEMANFAATKAN LIMBAH BUAH DAN SAYUR

Pembimbing : MUHARNIF, ST, MT

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, 11 Jumadil Awwal 1443 H
15 Desember 2021 M

Dekan



Munawar Alfansury Siregar, ST.,MT
NIDN: 0101017202



DAFTAR RIWAYAT HIDUP



A. DATA PRIBADI

Nama Lengkap : Ihza Andikal Zikri
Npm : 1807230102
Tempat, Tanggal Lahir : Medan, 14 November 1999
Agama : Islam
Alamat : Jl Garu VI Gg. Merpati No 35B Kel. Harjosari I,
Kec. Medan Amplas, Kota Medan, Sumatera Utara
20147
Jenis Kelamin : Laki - Laki
Anak Ke : 1 Dari 3 Bersaudara
No HP : 081533279290
Telp : -
Status Perkawinan : -
Email : andikalzikri@gmail.com
Nama Orang Tua
Ayah : Sumaryono
Ibu : Nur Holijah

B. PENDIDIKAN FORMAL

1. SD Negeri 060924 Medan 2005 – 2011
2. SMP Negeri 15 Medan 2011 – 2014
3. SMK Negeri 1 Percut Sei Tuan 2014 – 2017
4. Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara 2018 – 2023