

TUGAS AKHIR
ANALISIS VARIASI TEMPERATUR PADA DESTILASI
BIOETHANOL SAMPAH ORGANIK TERHADAP KADAR
ALKOHOL YANG DIHASILKAN

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

Disusun Oleh:

MUHAMMAD KEVIN FEBRIAN

1807230082



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

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Muhammad Kevin Febrian
NPM : 1807230082
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Skripsi : Analisis Variasi Temperatur Pada Destilasi Bioethanol
Sampah Organik Terhadap Kadar Alkohol Yang Dihasilkan
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, 7 Mei 2023

Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Penguji I



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

Dosen Penguji II



Sudirman Lubis, S.T., M.T

Dosen Penguji III



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 : Muhammad Kevin Febrian
Tempat /Tanggal Lahir : Medan/28 Februari 2000
NPM : 1807230082
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Mesin

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

“Analisis Variasi Temperatur Pada Destilasi Bioethanol Sampah Organik Terhadap Kadar Alkohol Yang Dihasilkan”,

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, 7 mei 2023

Saya yang menyatakan



Muhammad Kevin Febrian

ABSTRAK

Pengolahan sampah merupakan salah satu masalah besar yang selalu dihadapi di daerah perkotaan, terutama pada daerah yang padat jumlah penduduknya. Setiap pemerintah kota tentunya telah melakukan berbagai upaya untuk mengatasi permasalahan ini. Definisi sampah menurut UU Nomor 18 Tahun 2008 adalah sisa kegiatan sehari-hari manusia dan/atau proses alam yang berbentuk padat. Sampah tersebut digolongkan menjadi tiga yaitu sampah rumah tangga, sampah sejenis sampah rumah tangga, dan sampah spesifik. Dari total sampah organik, sekitar 60 % merupakan sayur-sayuran dan 40 % merupakan daun-daunan, kulit buah-buahan dan sisa makanan. Salah satu cara untuk mengatasi sampah yaitu memanfaatkannya dengan menggunakan metode biokonversi atau proses pengubahan sampah menjadi bahan bakar termasuk didalamnya sebagai bioetanol dengan melibatkan mikroorganisme. Adapun pengolahan bioetanol melewati 3 tahap diantaranya tahap *pretreatment*, fermentasi, dan destilasi. Pengolahan bioetanol ini menggunakan sampah kulit jeruk, kulit pisang, dan juga kulit kentang dengan fermentor berupa ragi roti. Berat total bahan baku sampah organik 1,5 kg dengan masing-masing varian kulit 500 gr. Fementasi dilakukan dengan metode anaerob dengan lama fermentasi 3 hari. Dilakukan 3x penelitian dengan variasi temperatur destilasi 70°C, 80°C, 90°C. Pada proses pengolahan bioetanol sampah organik ini dapat kita ketahui hasil dari pengolahan sistem destilasi pada temperature 70°C menghasilkan 124 ml (Efisiensi destilasi = 61.40%, rendemen bioetanol pada = 2,79 %, serta kadar 22%). Temperature 80°C menghasilkan 85 ml (Efisiensi destilasi = 76.78%, rendemen bioetanol pada = 1,85%, serta kadar 19%). Temperature 90°C menghasilkan 52 ml (Efisiensi destilasi = 77.65%, rendemen bioetanol pada = 1,19%, serta kadar 8%).

Kata kunci: Bioetanol, sampah organik, variasi temperatur, destilasi

ABSTRACT

Waste management is one of the major problems faced in urban areas, especially in densely populated areas. Every city government has certainly made various efforts to overcome this problem. The definition of waste according to Law Number 18/2008 is the residue of daily human activities and/or natural processes in solid form. The waste is classified into three, namely household waste, waste similar to household waste, and specific waste. Of the total organic waste, about 60% is vegetables and 40% is leaves, fruit peels and food waste. One way to deal with waste is to utilize it by using the bioconversion method or the process of converting waste into fuel including bioethanol by involving microorganisms. The processing of bioethanol goes through 3 stages including pretreatment, fermentation, and distillation. This bioethanol processing uses orange peel, banana peel, and potato peel waste with fermenters in the form of baker's yeast. The total weight of organic waste raw materials is 1.5 kg with each skin variant of 500 g. Fermentation is carried out by anaerobic method with a fermentation time of 3 days. Three studies were conducted with distillation temperature variations of 70 °C, 80 °C, 90 °C. In this organic waste bioethanol processing process, we can know the results of the distillation system processing at a temperature of 70 °C produces 124 ml (Distillation efficiency = 61.40%, bioethanol yield at = 2.79%, and 22% content). Temperature 80 °C produces 85 ml (Distillation efficiency = 76.78%, bioethanol yield at = 1.85%, and 19% content). Temperature 90 °C produces 52 ml (Distillation efficiency = 77.65%, bioethanol yield at = 1.19%, and 8% content).

Keywords: Bioethanol, organic rubbish, temperature variation, distillation

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 Proposal Tugas Akhir ini yang berjudul “Analisis Variasi Temperatur Pada Destilasi Bioethanol Sampah Organik Terhadap Kadar Alkohol Yang Dihasilkan” 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 Proposal Tugas Akhir ini, untuk itu penulis menghaturkan rasa terimakasih yang tulus dan dalam kepada:

1. Bapak H. Muharnif M,S.T,M.Sc selaku Dosen Pembimbing yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T., M.T, selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
3. Bapak Ade Faisal,S.T.,M.Sc.,Ph.D selaku Wakil Dekan I Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Bapak Affandi,S.T.,M.T selaku Wakil Dekan III Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Bapak Chandra A Siregar, S.T., M.T selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Bapak Ahmad Marabdi Siregar, S.T., M.T selaku Sekertaris Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
7. Orang tua penulis: Sunadi dan Safrida, yang telah bersusah payah membesarkan dan menyayangi penulis.
8. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu keteknikmesinan kepada penulis.

9. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
10. Keluarga Besar Himpunan Mahasiswa Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
11. Seluruh Rekan Juang Teknik angkatan 2018
12. Sahabat-sahabat penulis: Refan, Bobby, Bima, Bayu, Kemal yang telah banyak mendukung penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Proposal 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 konstruksi teknik Mesin

Medan, 7 mei 2023



Muhammad Kevin Febrian

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	ii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	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	2
1.3 Ruang Lingkup	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Sampah	4
2.1.1 Klasifikasi sampah	4
2.1.2 Pengolahan sampah	6
2.2 Bioetanol	6
2.2.1 Karakteristik Bioetanol	7
2.2.2 Bahan dasar pembuatan bioetanol	7
2.3 Pembuatan Bioetanol	8
2.3.1 Tahap <i>Pretreatment</i>	8
2.3.2 Fermentasi	9
2.3.3 Destilasi	11
2.4 Destilator	14
2.5 Klasifikasi berdasarkan bahan baku serta prosesnya	15
2.5.1 Kulit Kentang	16
2.5.2 Kulit Jeruk manis	18
2.5.3 Kulit Pisang Kepok	19
BAB 3 METODOLOGI	21
3.1 Tempat Dan Waktu	21
3.1.1 Tempat Penelitian	21
3.1.2 Waktu Penelitian	21
3.2 Alat dan Bahan	22
3.2.1 Alat	22
3.2.2 Bahan	25
3.3 Bagan Alir Penelitian	27
3.4 Prosedur Penelitian	28
3.4.1 Pembuatan bioetanol	28

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	30
4.1 Pembuatan Bioetanol	30
4.1.1 Tahap Pretreatment	30
4.1.2 Tahap fermentasi	31
4.1.3 Tahap Destilasi	32
4.1.4 Pengukuran Kadar Bioetanol	32
4.2 Data Spesifikasi dan Data Aktual Pada Lapangan	33
4.3 Perhitungan Kesenjangan Massa	34
4.3.1 Penelitian 1 Temperatur 70°C	34
4.3.2 Penelitian 2 Temperatur 80°C	38
4.3.3 Penelitian 3 Temperatur 90°C	42
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	48
5.1 Kesimpulan	48
5.2 Saran	48
DAFTAR PUSTAKA	49

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Variasi Temperatur pada proses destilasi-dehidrasi bioethanol	14
Tabel 2. 2 Kandungan gizi setiap 100gr kulit kentang	17
Tabel 2. 3 Kandungan Gizi Setiap 100gr Kulit Jeruk	19
Tabel 2. 4 Komposisi Kimia pada Kulit Pisang kepok	20
Tabel 3. 1 Jadwal dan Kegiatan	21
Tabel 4. 1 Data Spesifikasi dan Data Aktual Pada Lapangan	33
Tabel 4. 2 Daftar massa jenis	33

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Sampah Anorganik	5
Gambar 2. 2 SAMPah Organik	5
Gambar 2. 3 Fermentor	11
Gambar 2. 4 Destilasi Sederhana	12
Gambar 2. 5 Destilasi Fraksional	13
Gambar 2. 6 Destilasi Uap	13
Gambar 2. 7 Destilasi Vakum	14
Gambar 2. 8 Destilator	15
Gambar 2. 9 Kulit Pisang	17
Gambar 2. 10 Kulit Jeruk	18
Gambar 2. 11 Kulit Pisang	20
Gambar 3. 1 Galon	22
Gambar 3. 2 Neraca Analitik	22
Gambar 3. 3 Destilator	23
Gambar 3. 4 pH Meter	23
Gambar 3. 5 Gelar Ukur	24
Gambar 3. 6 Alkoholmeter	24
Gambar 3. 7 Gelas Ukur 1 liter	25
Gambar 3. 8 Enzim Alfa Amylase	25
Gambar 3. 9 Ragi Roti	26
Gambar 3. 10 Urea (ZA)	26
Gambar 3. 11 NPK	26
Gambar 4. 1 Menimbang bahan baku	30
Gambar 4. 2 Menghaluskan Bahan baku	30
Gambar 4. 3 Merebus campuran bahan baku	31
Gambar 4. 4 Menambahkan zat tambahan	31
Gambar 4. 5 Fermentasi Bahan baku	31
Gambar 4. 6 Sketsa Destilator	32
Gambar 4. 7 Destilator	32
Gambar 4. 8 Alkoholmeter	32
Gambar 4. 9 Temperatur 70°C	34
Gambar 4. 10 Pembacaan Alkoholmeter penelitian 1	37
Gambar 4. 11 Temperatur 80°C	38
Gambar 4. 12 Pembacaan Alkoholmeter penelitian 2	41
Gambar 4. 13 Temperatur 90°C	42
Gambar 4. 14 Pembacaan alcoholmeter penelitian 3	45
Gambar 4. 15 Bioetanol	45

DAFTAR NOTASI

Simbol	Keterangan	Satuan
$^{\circ}\text{C}$	Temperatur	Celcius
ρ	Massa jenis	kg/m^3
V	volume	m^3
M	Massa	Kg
%	Persen	%
X	Massa hilang	g

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pengolahan sampah merupakan salah satu masalah besar yang selalu dihadapi di daerah perkotaan, terutama pada daerah yang padat jumlah penduduknya. Setiap pemerintah kota tentunya telah melakukan berbagai upaya untuk mengatasi permasalahan ini. Akan tetapi masalah sampah ini tidak pernah selesai karena aktivitas kehidupan masyarakat di perkotaan yang sangat besar. Hal inilah yang mengakibatkan penangangan masalah sampah, baik dari segi kuantitas maupun kualitasnya cenderung tidak seimbang.(Yunita dkk., 2020)

Defenisi sampah menurut UU Nomor 18 Tahun 2008 adalah sisa kegiatan sehari-hari manusia dan/atau proses alam yang berbentuk padat. Sampah tersebut digolongkan menjadi tiga yaitu sampah rumah tangga, sampah sejenis sampah rumah tangga, dan sampah spesifik. Sampah rumah tangga dihasilkan dari kegiatan sehari-hari di rumah tangga. Sampah sejenis sampah rumah tangga dihasilkan dari kegiatan industri, fasilitas sosial, atau fasilitas umum yang berbentuk seperti sampah rumah tangga, tetapi tidak tergolong tinja dan sampah spesifik. Sampah spesifik adalah sampah yang mengandung bahan berbahaya dan beracun, dan sampah yang berasal dari bencana atau kegiatan yang tidak periodik.(Cundari dkk., 2019).

Menurut Pramono (2004 dalam Budhiutami 2011) dari total sampah organik, sekitar 60 % merupakan sayur-sayuran dan 40 % merupakan daun-daunan, kulit buah-buahan dan sisa makanan. Sampah organik seringkali menumpuk begitu saja di pasar, selain mengganggu kenyamanan seringkali menyebabkan penyakit (Putra & Ariesmayana,2020). Salah satu cara untuk mengatasi sampah yaitu memanfaatkannya dengan menggunakan metode biokonversi (proses perubahan sampah menjadi bahan bakar termasuk didalamnya sebagai bioetanol dengan melibatkan mikroorganisme.(Zamrodah, 2016)

Bioetanol merupakan salah satu jenis biofuel (bahan bakar cair dari pengolahan tumbuhan) disamping biodiesel. Bioetanol adalah etanol yang dihasilkan dari fermentasi glukosa (gula) yang dilanjutkan dengan proses destilasi (Donuata dkk., 2019). Perkembangan penelitian bioetanol sampai saat ini sudah

memasuki generasi kedua dimana bahan baku yang digunakan adalah dengan 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.

Menurut (Rudy dkk., 2013) temperatur destilasi memiliki pengaruh terhadap kadar alkohol. Dari pengujian yang dilakukan terlihat bahwa antara temperatur destilasi dengan kadar alkohol terdapat hubungan keterbalikan dalam arti apabila destilasi berlangsung pada temperatur yang relatif tinggi. Hal demikian terjadi karena pada proses destilasi yang berlangsung pada temperatur yang lebih tinggi akan terdapat jumlah air yang lebih banyak menyertai alkohol dibandingkan apabila proses tersebut dilakukan pada temperatur yang lebih rendah.

Penulis tertarik untuk mengetahui pengaruh temperatur destilasi terhadap kadar alkohol bioethanol sampah organik yang dihasilkan. Maka dari itu perlunya untuk penulis melakukan penelitian dengan judul **“Analisis Variasi Temperatur Pada Destilasi Bioethanol Sampah Organik Terhadap Kadar Alkohol Yang Dihasilkan”**.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian kali ini adalah sebagai berikut :

Berapakah temperatur paling efektif dalam proses destilasi bioethanol sampah organik terhadap kadar alkohol yang dihasilkan?

1.3 Ruang Lingkup

Untuk memperjelas ruang lingkup permasalahan dan kalkulasinya. Maka dalam penulisan naskah tugas akhir ini perlu di adakan batasan–batasan masalah yang akan di uraikan, antara lain:

- 1) Bahan bioethanol terdiri dari limbah kulit pisang, kulit kentang, dan kulit jeruk
- 2) Fermentor yang digunakan berupa ragi tape dengan lama waktu fermentasi 5 hari
- 3) Tahap destilasi menggunakan variasi temperatur $60^{\circ}C$, $70^{\circ}C$, dan $80^{\circ}C$
- 4) Parameter yang digunakan dalam penelitian ini yaitu kadar bioethanol yang dihasilkan

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Memperkirakan temperatur paling efektif dalam proses destilasi bioethanol sampah organik
2. Membandingkan kadar alkohol bioetanol yang dihasilkan dari tiap variabel temperatur
3. Mengkategorikan data kualitas variasi temperatur paling efektif dalam proses destilasi bioethanol sampah organik

1.5 Manfaat

Manfaat dari dilakukannya penelitian ini adalah :

1. Memanfaatkan limbah sampah organik yang tidak terpakai menjadi bahan bakar bioethanol
2. Sebagai langkah untuk menciptakan bahan bakar alternatif yang ramah lingkungan

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sampah

Menurut UU Nomor 18 Tahun 2008 adalah sisa kegiatan sehari-hari manusia dan/atau proses alam yang berbentuk padat. Sampah tersebut digolongkan menjadi tiga yaitu sampah rumah tangga, sampah sejenis sampah rumah tangga, dan sampah spesifik. Sampah rumah tangga dihasilkan dari kegiatan sehari-hari di rumah tangga. Sampah sejenis sampah rumah tangga dihasilkan dari kegiatan industri, fasilitas sosial, atau fasilitas umum yang berbentuk seperti sampah rumah tangga, tetapi tidak tergolong tinja dan sampah spesifik. Sampah spesifik adalah sampah yang mengandung bahan berbahaya dan beracun, dan sampah yang berasal dari bencana atau kegiatan yang tidak periodik. Sampah rumah tangga dapat digolongkan lagi menjadi sampah organik dan non-organik.,(Cundari dkk., 2019)

Sampah merupakan barang yang dianggap sudah tidak terpakai dan dibuang oleh pemilik/pemakai sebelumnya, namun dalam kondisi dan pengolahan tertentu sampah masih dapat digunakan. Contohnya adalah sampah organik, sampah organik adalah sampah yang bisa mengalami pelapukan (dekomposisi) dan terurai menjadi bahan yang lebih kecil dan tidak berbau (kompos). Sampah organik biasanya berasal dari makhluk hidup, baik manusia, hewan maupun tumbuhan(Pranata dkk., 2021)

2.1.1 Klasifikasi sampah

a) Sampah Anorganik

Sampah anorganik memiliki sifat berlawanan dengan sampah organik. Jenis sampah ini merupakan limbah yang dihasilkan dari bahan-bahan yang bukan berasal dari alam (bahan hayati), melainkan bahan-bahan buatan manusia atau bahan sintetik (sampah non alami). Sampah sintetik ini banyak berasal dari benda-benda hasil produksi atau teknologi pengolahan barang tertentu.



Gambar 2. 1 Sampah Anorganik

Contoh dari sampah anorganik adalah plastik, botol/kaleng minuman, kresek, ban bekas, besi, kaca, kabel, barang elektronik, dan bahan lain yang bukan berasal dari alam. Sampah anorganik adalah jenis sampah yang sangat sulit terurai dan hanya bisa diolah kembali dengan membutuhkan beberapa teknologi tertentu.

b) Sampah Organik

Sampah organik merupakan sampah yang tersusun dari bahan-bahan yang dapat terurai (*degradable*) seperti sisa makanan, daun-daun kering, sayuran, dan sebagainya. Penanganan sampah organik masih belum optimal dalam pemanfaatannya ditambah lagi dengan produksi sampah yang begitu besar setiap harinya semakin memberikan dampak buruk juga bagi lingkungan. Menurut Pramono (2004 dalam Budhiutami 2011) dari total sampah organik, sekitar 60 % merupakan sayur-sayuran dan 40 % merupakan daun-daunan, kulit buah-buahan dan sisa makanan. (Zamrodah, 2016)



Gambar 2. 2 Sampah Organik

Sampah organik dapat dibedakan atas:

1. Sampah organik basah

Sampah organik basah adalah sampah organik yang banyak mengandung air. Sampah organik basah contohnya adalah sisa sayur, kulit pisang, buah yang busuk, kulit bawang, dan sejenisnya.

2. Sampah organik kering

Sampah organik kering adalah sampah organik yang sedikit mengandung air. Contoh sampah organik seperti kayu, ranting pohon, dan daun-daun kering.

2.1.2 Pengolahan sampah

a) Pengolahan sampah anorganik

Pengolahan sampah anorganik pada umumnya dapat dimanfaatkan menjadi bahan karya seni dan kerajinan tangan. Contoh dari pengolahan sampah anorganik seperti memanfaatkannya menjadi tas, taplak meja, dan sejenisnya. Sampah anorganik dapat juga diolah dengan menghancurkannya terlebih dahulu dan kemudian mendaur ulangnya menjadi produk sejenis yang dapat digunakan dan bernilai ekonomis

b) Pengolahan sampah organik

Ada beberapa hal yang dapat dilakukan untuk mengolah sampah organik. Pertama dengan mengubah sampah organik menjadi pupuk atau kompos. Hal ini sudah dilakukan di beberapa wilayah di Indonesia. Kedua dengan memanfaatkan sampah organik sebagai tambahan untuk campuran pakan ternak, baik secara langsung maupun diolah terlebih dahulu menjadi pelet. Ketiga dengan mengolah buah dan sayuran yang busuk menjadi bahan bakar alternatif seperti bioetanol.

2.2 Bioetanol

Bioetanol nama lain dari etanol yang dibuat dari bahan baku yang berasal dari makhluk hidup, tumbuhan atau biomassa. Rumus molekul etanol adalah C_2H_5OH . Bioetanol teknis dengan kadar 70-94% dapat dibuat melalui operasi destilasi. Etanol jenis ini biasanya digunakan untuk pelarut, disinfektan dan bahan bakar keperluan rumah tangga.(Setiawan, 2018)

Bioetanol merupakan cairan hasil proses fermentasi gula dari sumber karbohidrat (selulosa) menggunakan bantuan mikroba. Produksi bioetanol dari tanaman yang mengandung selulosa, dilakukan melalui proses konversi lignoselulosa menjadi selulosa dengan beberapa metode diantaranya dengan hidrolisis fisik, kimia, dan biologi.(Definisi & Bioetanol, 2014)

Bioetanol mempunyai rumus molekul C_2H_5OH dengan rumus bangunnya CH_3-CH_2-OH namun sering ditulis dengan EtOH. Bioetanol diproduksi dari biomassa yang mengandung gula, pati dan selulosa (Arlianti, 2018). Dengan wilayah negara yang luas pertanian dan perkebunannya, Indonesia kaya dengan bahan baku untuk pembuatan bioethanol.

2.2.1 Karakteristik Bioetanol

- a) Etanol/bioetanol yang mempunyai grade 90 - 96.5% vol biasanya digunakan untuk industri
- b) Etanol/bioetanol grade 96,5 – 99,5 % vol umumnya digunakan untuk campuran minuman keras dan farmasi.
- c) Etanol/bioetanol yang diperuntukan sebagai campuran bahan bakar kendaraan harus mempunyai grade 99.5 - 100 % di mana etanol/bioetanol tersebut harus betul kering dan anhirat untuk mencegah terjadinya korosif.
- d) Bioetanol memiliki karakteristik mudah menguap, mudah terbakar, tidak berwarna, berbau spesifik, larut dalam air, tidak karsinogenik, dan tidak berdampak negatif pada lingkungan.

2.2.2 Bahan dasar pembuatan bioetanol

- a) Bahan yang mengandung sellulosa

Sellulosa adalah karbohidrat utama yang disintesis oleh tanaman dan menempati hampir 60% komponen penyusun struktur kayu. Sellulosa merupakan serat-serat panjang yang bersama-sama hemiselulosa, pektin, dan protein membentuk struktur jaringan yang memperkuat dinding sel tanaman seperti jerami padi, kulit jagung, gandum, kulit tebu dan lain-lain tumbuhan

- b) Bahan yang mengandung pati

Pati adalah karbohidrat yang merupakan polimer glukosa, dan terdiri atas amilosa dan amilopektin. Pati dapat diperoleh dari biji-bijian, umbi-umbian, sayuran, maupun buah-buahan.

- c) Bahan yang mengandung sukrosa

Sukrosa merupakan suatu disakarida yang dibentuk dari glukosa dan fruktosa. Senyawa ini dikenal sebagai sumber nutrisi serta dibentuk oleh tumbuhan, tidak oleh organisme lain seperti hewan . Sukrosa atau gula dapur

diperoleh dari gula tebu . Proses fermentasi sukrosa melibatkan mikroorganismen yang dapat memperoleh energi dari substrat sukrosa dengan melepaskan karbondioksida dan produk samping berupa senyawaan alkohol

2.3 Pembuatan Bioetanol

Untuk memproduksi bioethanol, diperlukan tiga tahapan, yang meliputi, tahap *pretreatment*, fermentasi dan destilasi. Tahap *pretreatment* adalah yakni tahap perlakuan awal untuk menghilangkan kandungan lignin dalam lignoselulosa dan menghidrolisis selulosa dan hemiselulosa itu sendiri menjadi gula sederhana yang selanjutnya dikonversi menjadi etanol. Proses *pretreatment* yang dilakukan bisa dengan tiga cara antara lain secara fisik dengan panas dan tekanan tinggi, secara kimia dengan menggunakan asam encer, dan secara biologi dengan menggunakan agen biologis. Tahap fermentasi, pada tahapan ini untuk mengkonversi glukosa (gula) menjadi etanol dan CO₂.(Hendrasarie & Mahendra, 2020)

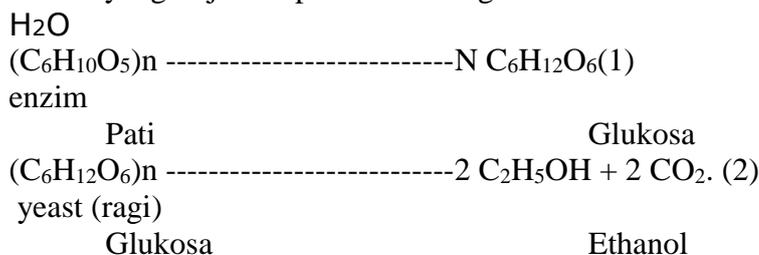
Bioethanol yang dihasilkan dari proses fermentasi masih terdapat kandungan air sehingga harus dimurnikan terlebih dahulu melalui proses destilasi.

2.3.1 Tahap *Pretreatment*

Tahap *pretreatment* dilakukan dengan menghaluskan bahan baku menjadi satu kemudian dimasak dan ditambahkan sebuah enzim yang berguna untuk mempermudah proses fermentasi.

Dalam proses konversi karbohidrat menjadi gula (glukosa) larut air, dilakukan dengan penambahan air dan enzim, kemudian dilakukan proses peragian atau fermentasi gula menjadi ethanol dengan menambahkan yeast atau ragi.

Reaksi yang terjadi dapat ditulis dengan :



Kandungan karbohidrat berupa tepung atau pati pada bahan baku (filtrat bubuk) dikonversi menjadi gula kompleks menggunakan Enzim Alfa Amylase 0.03 % (dari jumlah total bahan baku) melalui proses pemanasan /pemasakan pada suhu 90 derajat celcius selama 30 menit (Proses hidrolisis). Pada proses ini tepung akan mengalami gelatinasi (mengental seperti Jelly). Dalam kondisi optimum Enzim Alfa Amylase bekerja memecahkan struktur tepung secara kimia menjadi gula kompleks (dextrin).

Pada proses pemecahan gula kompleks menjadi gula sederhana(glukosa) melibatkan tahapan sebagai berikut :

1. Pendinginan bubur sampai mencapai suhu optimum untuk Enzim Gluko Amylase bekerja.
2. Pengaturan pH optimum enzim yaitu pada ph 4,5
3. Penambahan Enzim Gluko Amilase 0.02% (dari jumlah total bahan baku) secara tepat dan mempertahankan pH serta temperatur pada suhu 60°C selama 3 jam,

2.3.2 Fermentasi

Fermentasi adalah proses penguraian senyawa organik yang berfungsi untuk menghasilkan energi serta terjadinya proses pengubahan substrat atau bahan baku menjadi sebuah produk oleh mikroba dalam kondisi anaerob (Madigan dkk., 2008). Fermentasi merupakan penerapan metabolisme mikroba untuk mengubah bahan baku menjadi produk yang bernilai tinggi, seperti asam organik, protein sel tunggal, antibiotika, dan biopolimer (Tarigan, 1988).

Waktu fermentasi adalah waktu yang dibutuhkan oleh *Saccharomyces cerevisiae* untuk mengubah atau memfermentasi glukosa menjadi bioetanol. Pada proses fermentasi, waktu fermentasi mempengaruhi kadar bioetanol yang dihasilkan (Nasrun dkk, 2015). Semakin lama waktu fermentasi maka semakin tinggi kadar bioetanol yang dihasilkan. Namun apabila terlalu lama nutrisi di dalam substrat akan habis sehingga *Saccharomyces cereviceae* tidak dapat memproduksi alkohol. Selain itu, pengaruh lingkungan juga sangat mempengaruhi perolehan kadar bioetanol seperti, suhu, pH dan udara (oksigen).(FITRIA & LINDASARI, 2020)

Fermentasi anaerob merupakan fermentasi yang tidak membutuhkan oksigen tetapi bahan lain akan bertindak sebagai akseptor, misalnya *aldehyde* atau asam karboksilat. Mikroba yang melakukan fermentasi ini adalah *yeast* (ragi) terutama dari *Saccharomyces sp.*, beberapa jamur dan bakteri (Tarigan, 1988). Proses fermentasi alkohol hanya dapat terjadi apabila terdapat sel-sel khamir . Bahan baku untuk proses fermentasi berupa bahan mentah seperti monosakarida atau disakarida (gula tebu, tetes tebu), bahan berpati (padi, jagung, umbi, dll), dan bahan selulosa (kayu, limbah pertanian). (Definisi & Bioetanol, 2014)

Pada tahap ini, tepung telah berubah menjadi gula sederhana (glukosa dan sebagian fruktosa) dengan kadar gula berkisar antara 5 hingga 12 %. Tahapan selanjutnya proses pendinginan sampai suhu $\pm 37^{\circ}\text{C}$, kemudian ditambahkan pupuk urea(ZA) sebanyak 0.14% dan pupuk NPK 0.02% (dari jumlah total bahan baku) sebagai bahan tambahan penyubur pertumbuhan sel ragi.

Saccharomyces cerevisiae adalah mikroba yang biasa digunakan dalam produksi bioetanol karena berfermentasi dengan sangat baik, mampu bertumbuh dengan cepat dalam kondisi anaerobik dan sangat resisten terhadap etanol (Shahirah, et al., 2015).

Secara umum mikroorganisme *Saccharomyces cerevisiae* biasa digunakan dalam produksi tape (baik tape ketan maupun tape ubi) dan umumnya dikenal sebagai ragi yang juga digunakan dalam pembuatan roti (Prihandana, dkk, 2007). *Saccharomyces cerevisiae* memiliki kemampuan melakukan metabolisme dengan mengonversi gula (glukosa) membentuk etanol dan gas karbondioksida (Riadi,2013)

Proses pencampuran suspensi ragi (*yeast*) 0.065%(dari jumlah total bahan baku) pada cairan bahan baku (bubur) sebanyak 10% (untuk biang) dan mendinginkannya dalam wadah tertutup pada kisaran suhu optimum 27 -32 °C selama 5 - 7 x 24 jam (fermentasi secara anaerob). Hasil dari fermentasi berupa cairan mengandung alkohol/ethanol(*beer*). Pada kadar ethanol sangat tinggi ragi menjadi tidak aktif lagi, karena kelebihan alkohol akan beakibat racun bagi ragi itu sendiri dan mematikan aktifitasnya.



Gambar 2. 3 Fermentor

2.3.3 Destilasi

Destilasi dalam kata lain bisa disebut sebagai Distillation dan dalam bahasa Indonesia sering kita dengar sebagai Penyulingan atau dapat disebutkan dengan destilasi. Destilasi adalah metode yang sering digunakan untuk memisahkan campuran senyawa dalam cairan berdasarkan perbedaan kecepatan dan relativitas volatilitas (kemudahan menguap) sehingga mengubah fase campuran senyawa cairan tersebut. Dalam operasi kimia, proses penyulingan ini dapat dikategorikan sebagai jenis perpindahan massa. Dalam Destilasi untuk memisahkan campuran senyawa bahan kimia yang ada dalam sebuah cairan, cairan tersebut harus dipanaskan untuk memaksa komponen yang memiliki titik didih berbeda, berubah (menguap) ke dalam fase gas. Gas tersebut kemudian dikondensasikan kembali menjadi bentuk cair dan dikumpulkan.

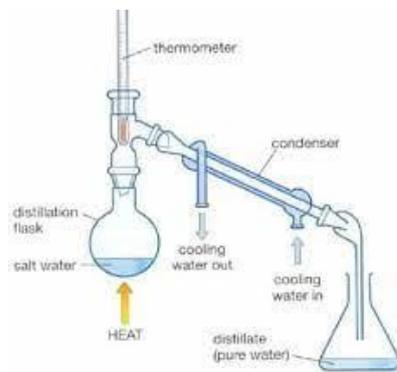
Dasar utama pemisahan dengan cara destilasi adalah perbedaan titik didih cairan pada tekanan tertentu. Proses destilasi biasanya melibatkan suatu penguapan campuran dan diikuti dengan proses pendinginan dan pengembunan. Aplikasi destilasi dapat dibedakan menjadi dua jenis yaitu skala laboratorium dan skala industri. Perbedaan utama destilasi skala laboratorium dan industri adalah sistem ketersinambungan. Pada skala laboratorium, destilasi dilakukan sekali jalan.(Faiz, 2017)

Tujuan destilasi adalah untuk memurnikan zat cair terhadap titik didihnya dan memisahkan cairan dari zat padat. Uap yang dikeluarkan dari campuran dalam destilasi disebut uap bebas. Sedangkan konsentrat yang jatuh dinamakan destilat dan bagian cair yang tidak menguap dinamakan residu. Jika bagian campuran diinginkan untuk tidak diuapkan, maka prosesnya disebut pengentalan atau evaporasi.

Jenis – jenis destilasi :

1. Destilasi Sederhana

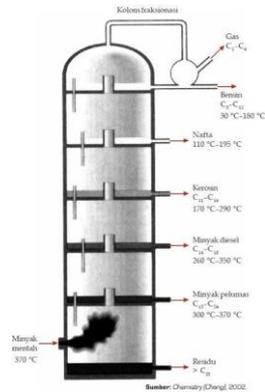
Destilasi sederhana dapat digunakan ketika titik didih dua cairan berbeda secara signifikan satu sama lain atau salah satu komponen memiliki volatilitas yang berbeda. Dalam proses pemisahan senyawa secara sederhana, campuran dipanaskan untuk mengubah terlebih dahulu komponen yang paling mudah menguap dari cair menjadi uap. Tahapan ini dilakukan pada tekanan atmosfer. Uap yang dihasilkan dari cairan akan naik dan masuk ke kondensor. Dan akan didinginkan (misalnya, dengan mengalirkan air dingin di sekitarnya) untuk mendorong kondensasi uap, yang dikumpulkan. Penerapan destilasi sederhana ini sering digunakan untuk memisahkan campuran senyawa dalam air dan alkohol.



Gambar 2. 4 Destilasi Sederhana

2. Destilasi Fraksional

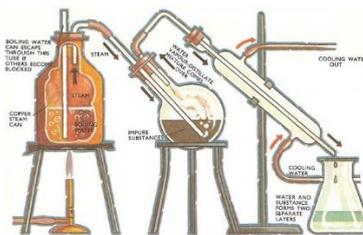
Destilasi fraksional digunakan ketika titik didih komponen campuran berdekatan satu sama lain. Kolom fraksinasi digunakan untuk memisahkan komponen yang digunakan serangkaian destilasi disebut sebagai rektifikasi. Dalam destilasi fraksional, campuran dipanaskan sehingga uap naik dan masuk ke kolom fraksinasi. Saat uap mendingin, ia mengembun pada bahan pengepakan kolom. Panas dari uap yang naik menyebabkan cairan ini menguap lagi, sekaligus memindahkannya ke sepanjang kolom dan akhirnya menghasilkan sampel dengan kemurnian yang lebih tinggi dari komponen campuran yang lebih mudah menguap. Penerapan destilasi fraksional sering digunakan dalam industri pengolahan minyak bumi untuk memisahkan komponen-komponen yang ada didalamnya.



Gambar 2. 5 Destilasi Fraksional

3. Destilasi Uap

Destilasi uap digunakan untuk memisahkan komponen yang peka terhadap panas. Senyawa-senyawa yang didestilasi uap rata-rata memiliki titik didih mencapai 200°C. Proses destilasi uap dimulai dengan menambahkan uap ke dalam campuran yang menyebabkan sebagian dari campuran tersebut menguap. Uap ini didinginkan dan dikondensasi menjadi dua fraksi cair. Kadang-kadang fraksi dikumpulkan secara terpisah, atau mungkin memiliki nilai kerapatan yang berbeda, sehingga mereka terpisah dengan sendirinya. Penerapan penggunaan destilasi uap dapat kita temui dalam kegiatan ekstraksi minyak eukaliptus, minyak sitrus, dan ekstraksi minyak parfum dari tumbuhan.



Gambar 2. 6 Destilasi Uap

4. Destilasi Vakum

Destilasi vakum digunakan untuk memisahkan komponen yang memiliki titik didih tinggi dan memiliki senyawa yang tidak stabil, dengan pengertian senyawa ini dapat terdekomposisi sebelum atau ketika mendekati titik didihnya. Secara umum destilasi vakum diterapkan pada komponen yang memiliki titik didih rata-rata di atas 150°C.



Gambar 2. 7 Destilasi Vakum

Proses destilasi bertujuan untuk memisahkan etanol dari campuran etanol-air. Titik didih etanol adalah 78°C dan titik didih air adalah 100°C sehingga dengan pemanasan pada suhu 78°C dengan metode destilasi maka etanol dapat dipisahkan dari campuran etanol- air. (Lay dkk., 2010).

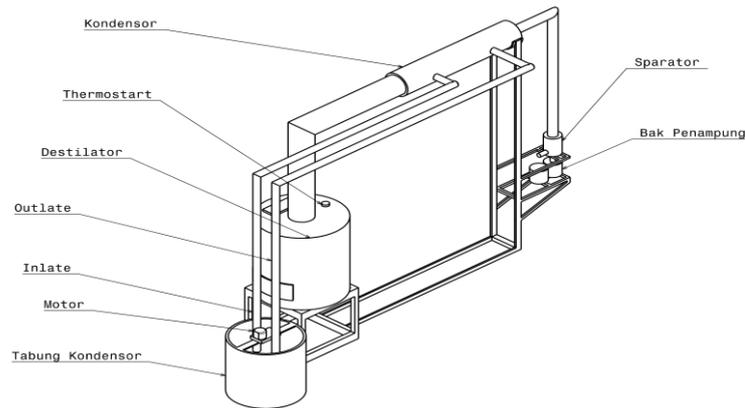
Tabel 2. 1 Variasi Temperatur pada proses destilasi-dehidrasi bioethanol

No	Jumlah contoh Samples	Suhu penguapan <i>Evaporating tank temperatur</i>	Suhu tangki destilator <i>Colum destilator temperatur</i>	Suhu kolom destilator <i>Dehydrated flowing bioethanol</i>	Suhu menetes awal bioethanol	Suhu bioetanol <i>Bioethanol temperatur</i>
1	2	84,5-90,0	80,0-87,0	80,0-81,0	80,0-81,0	29,0-31,5
2	10	81,0-90,0	80,0-88,0	80,0-81,0	80,0-81,0	28,5-31,5
3	10	79,0-85,0	79,0-80,0	79,0-80,0	79,0-79,5	29,0-32,0
4	3	79,0-84,0	79,0-80,0	79,0-80,0	78,5-79,0	29,5-32,0

Sumber : (Lay dkk., 2010)

2.4 Destilator

Destilator adalah alat yang digunakan pada proses destilasi yang berfungsi untuk memisahkan bietanol dan air. Dasar utama pemisahan dengan cara destilasi adalah perbedaan titik didih cairan pada tekanan tertentu. Proses destilasi biasanya melibatkan suatu penguapan campuran dan diikuti dengan proses pendinginan dan pengembunan.



Gambar 2. 8 Destilator

Pada gambar diatas terdapat gambar destilasi dengan kapasitas 3 kg dengan diletaknya alat pengukur suhu destilasi, supaya pada saat digunakan kita mengetahui suhu yang berada dalam tungku destilasi gunna untuk menstabilkan suhu pada proses pembakaran.

Proses kerja destilator, masukan pendingin (air) ke dalam tabung pendingin dan bahan baku ke dalam destilator sebanyak 3kg, hidupkan motor listrik untuk melihat sirkulasi ke arah kondensor dari pipa inlate ke pipa outlate Setelah ini, hidup ini kompor untuk membakar alat destilasi dengan tingkat pemanas 60°C - 80°C, setelah itu hasil pembakaran tadi dialirkan ke pipa kondensor kemudian uap basah tadi diubah menjadi air dan kemudian dialirkan ke separator lalu di endapkan kemudian dialirkan ke bak pemisah antara air dan bioethanol (bahan bakar murni).

2.5 Klasifikasi berdasarkan bahan baku serta prosesnya

Berdasarkan bahan baku serta prosesnya, etanol dapat dibagi menjadi :

1) Etanol nabati

Secara mikrobiologis penggunaan bahan baku berpati seperti (jagung, ubi kayu, dan umbi – umbian lainnya) serta bahan baku yang mengandung gula seperti (tebu, aren, dan sweet shogum) dan serta bahan baku yang juga mengandung serat seperti (jerami, sekam tongkol jagung dan kopi).

2) Etanol Sintesis

Etanol sintesis adalah etanol yang menggunakan bahan baku dari minyak, gas. Etanol sintesis ini dimana masa produksinya telah berkurang sebanyak 5% dari produksi etanol yang dari bahan baku nabati.

2.5.1 Kulit Kentang

Kentang (*Solanum tuberosum*) merupakan tanaman dikotil yang bersifat semusim, dan memiliki umbi batang yang dapat dimakan. Tanaman kentang berbentuk semak atau herbal.

Tanaman Kentang merupakan tanaman dikotil bersifat semusim, berbentuk semak atau herba dengan filotaksis spiral. (Anggoro, dkk, 1985). Menurut Z Human (1986) dalam Bambang Soelarso, (2009), tanaman Kentang di klasifikasikan sebagai berikut:

Kerajaan / kingdom	: Plantae
Divisi	: Magnoliophyta/Spermatophyta
Kelas	: Magnoliopsida /Dicotyledonae (Berkeping dua)
Subkelas	: Asteridae
Ordo	: Solanales/Tubiflorae (Berumbi)
Famili	: Solanaceae (Berbunga terompet)
Genus	: Solanum (Daun mahkota bertekanan satu sama lain)
Seksi	: Petota
Spesies	: <i>Solanum tuberosum</i>
Nama Binomial	: <i>Solanum tuberosum</i> Linn. <i>Solanum tuberosum</i> L

Kentang merupakan tanaman umbi-umbian dan tergolong tanaman setahun. Bentuk kentang sesungguhnya menyemak dan bersifat menjalar. Batangnya berbentuk segi empat, panjangnya mencapai 50-120 cm dan tidak berkayu. Batang dan daunnya berwarna hijau kemerah-merahan atau berwarna ungu. Selain itu, kentang juga memiliki organ umbi. Umbi tersebut berasal dari cabang samping yang masuk ke dalam tanah. Cabang ini merupakan tempat menyimpan karbohidrat sehingga membengkak dan bisa dimakan. Umbi bisa mengeluarkan tunas dan nantinya akan membentuk cabang-cabang baru. (Aini, 2012)



Gambar 2. 9 Kulit Pisang

Kulit kentang merupakan salah satu contoh limbah organik yang bias dipakai menjadi bahan baku produksi bioetanol (Purba Hasianna, et al., 2016). Selama ini banyak masyarakat yang memanfaatkan kulit kentang untuk dijadikan sebagai pakan ternak, pupuk organik, dan bahkan dibuang. Untuk meningkatkan nilai ekonomisnya, kulit kentang dapat diubah menjadi etanol dan digunakan sebagai antiseptik (Purba Hasianna, et al., 2016). Kulit kentang dipilih sebagai bahan utama bioetanol karena banyak kandungan pati, gula, selulosa, hemiselulosa, dan lignin (Rosita, 2007). Selain itu, kulit kentang memiliki kandungan karbohidrat yang relatif tinggi, maka dari itu dapat dimanfaatkan menjadi bahan dasar produksi bioetanol (Tima, 2020).

Tabel 2. 2 Kandungan gizi setiap 100gr kulit kentang

Komposisi Gizi	Jumlah Kandungan
Energi (kal)	83,00
Protein (gram)	2,00
Lemak (gram)	0,10
Karbohidrat (gram)	19,10
Kalsium / ca (mg)	11,60
Phospor / p (mg)	56,00
Besi / Fe (mg)	0,70
Vitamin B (mg)	0,09
Vitamin C (mg)	16

Sumber : (Widyastuti dan Kunsah,2017)

2.5.2 Kulit Jeruk manis

Jeruk (*Citrus sp.*) adalah tanaman tahunan berasal dari Asia, terutama Cina. Sejak ratusan tahun yang lampau, tanaman ini sudah terdapat di Indonesia, baik sebagai tanaman liar maupun sebagai tanaman di pekarangan (Pracaya, 2009). Buah jeruk merupakan buah yang memiliki prospek cerah untuk dikembangkan. Jeruk (*Citrus sp.*) dapat dijumpai dalam setiap musim sebab tanaman jeruk termasuk mudah dan cocok di berbagai kondisi iklim, dapat ditanam dimana saja, baik di dataran rendah maupun di dataran tinggi .(Ii & Pustaka, 2013)



Gambar 2. 10 Kulit Jeruk

Kedudukan taksonomi tanaman jeruk manis sebagai berikut (Steenis, 1992)

:

Kerajaan	: Plantae
Divisi	: Spermatophyta (tumbuhan berbiji)
Sub-divisi	: Angiospermae (berbiji tertutup)
Kelas	: Dicotyledonae (biji berkeping dua)
Bangsa	: Rutales
Famili	: Rutaceae
Marga	: Citrus
Jenis	: Citrus sinensis

Limbah kulit jeruk yang cenderung menjadi sampah organik yang tidak memiliki nilai ekonomis, mengandung kadar glukosa yang cukup tinggi. Oleh karena itu limbah kulit jeruk ini diprediksi dapat dijadikan bahan baku pembuatan bioetanol. Fermentasi dari limbah kulit jeruk ini dapat menghasilkan alkohol dengan kadar 94%.(Sutrisno dkk., 2021)

Tabel 2. 3 Kandungan Gizi Setiap 100gr Kulit Jeruk

Komposisi Gizi	Jumlah Kandungan
Air (gram)	72,5
Energi (kkal)	97
Folat (µg)	30
forfor(mg)	21
Karbohidrat (g)	25
Kalsium / ca (mg)	161
Lemak (g)	0,2
Magnesium (mg)	22
Protein (g)	1,5
Potasium (mg)	212
Sodium (mg)	3
Vitamin C (mg)	161

Sumber : (Oeren Lee,2021)

2.5.3 Kulit Pisang Kepok

Kulit pisang kepok dengan nama latinnya *musa paradisiaca* dimana buah atau kulit pisang kepok. Tumbuhan pisang kepok memiliki tinggi pohonnya 3 meter memiliki bentuk pangkal pada daunnya berbentuk bulat, memiliki panjang tangkai tanda 31 – 61 cm, memiliki jantung bulat serta jika berbuah, buahnya lurus ke bawah, jumlah sisir pertandan mencapai 4 – 7 dengan jumlah buah persisir sebanyak 13 – 16 buah. (Christy, Berliani)



Gambar 2. 11 Kulit Pisang

Menurut Okorie.ddk.(2015) kulit pisang memiliki 40% berat buah pisang, kulit pisang juga dapat di manfaatkan sebagai pakan ternak karena kulit pisang menggantung sarat dan diekstraknya untuk menghasilkan senyawa – senyawa tertentu yang bermanfaat, untuk pupuk , dan dikumpulkan menjadi limbah padat.

Tabel 2. 4 Komposisi Kimia pada Kulit Pisang kepok

Unsur	Komposisi (%)
Kadar Air	11,09
Kadar Abu	4,82
Kadar Lemak	16,47
Kadar Protein	5,99
Kadar Serat Kasar	20,96
Kadar Karbohidrat	40,74
Kadar Selulosa	17,04
Kadar Lignin	15,36

Sumber: Hernawati dan Aryani (2007)

BAB 3 METODOLOGI

3.1 Tempat Dan Waktu

3.1.1 Tempat Penelitian

Adapun tempat pelaksanaan penelitian tugas akhir ini dilaksanakan di Jalan Alfaka III No.49 Lingkungan IV ,Tanjung Mulia Hilir,Medan Deli,Kota Medan,Sumatera Utara

3.1.2 Waktu Penelitian

Waktu Pelaksanaan penelitian dan kegiatan pengujian ini dilakukan mulai dari tanggal disahkannya usulan judul oleh program studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara seperti yang tertera pada tabel 3.1 di bawah ini

Tabel 3. 1 Jadwal dan Kegiatan

No.	Kegiatan	Bulan					
		1	2	3	4	5	6
1	Pengajuan Judul						
2	Studi Literatatur						
3	Penulisan Proposal						
4	Seminar Proposal						
5	Persiapan Alat dan Bahan						
6	Pengujian						
7	Penyusunan Laporan						
8	Seminar Hasil						

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat

Adapun alat yang digunakan dalam penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Galon Aqua

Berfungsi sebagai wadah dalam proses fermentasi bahan baku. Adapun spesifikasi gallon yang digunakan memiliki diameter atas 5cm dan diameter bawah 22 cm dengan bahan plastic Polyethylene Terephthalate (PET).



Gambar 3. 1 Galon

2. Neraca digital 5kg

Berfungsi untuk mengukur massa kecil dalam rentang sub-miligram yang berkapasitas 5000 gram, salah satu nya untuk menimbang hasil bioethanol yang di peroleh. Adapun nerca analitik yang digunakan dengan spesifikasi seperti yang terlihat di gambar 3.2 di bawah ini .

Nama Produk : Neraca Analitik / Timbangan Digital 0,1 Gram

Kapasitas : 5000 Gram

Ketelitian : 0,1 Gram



Gambar 3. 2 Neraca Analitik

3. Destilator

Berfungsi untuk memisahkan bioethanol dan kandungan air yang masih terdapat dalam produk hasil setelah proses fermentasi. Destilator yang digunakan berkapasitas 3kg dengan bahan baku stainless steel.



Gambar 3. 3 Destilator

4. pH meter

Berfungsi untuk mengatur kadar pH untuk kerja optimum enzim pada saat proses fermentasi yaitu pada nilai pH 4,5.

Nama produk : pH indicator paper

Range pengukuran : 0.00 – 14.00

Ketelitian : 0.01 pH



Gambar 3. 4 pH Meter

5. Gelas ukur 100ml

Gelas ukur yang berbahan kaca *glass* yang berfungsi untuk mengukur dan menakar hasil volume cairan minyak nilam dari hasil proses pengolahan. . Adapun gelas ukur 100 ml yang digunakan dengan spesifikasi bahan kaca *borosilicate*, dengan masa berat tabung tabung 99 gram tahan panas dan zat kimia seperti yang terlihat di gambar 3.6 di bawah ini .



Gambar 3. 5 Gelar Ukur

6. Alkoholmeter

Berfungsi untuk mengukur kadar etanol dari produk hasil bioethanol setelah proses destilasi. Terbuat dengan pengukuran 0-80% alkohol



Gambar 3. 6 Alkoholmeter

7. Gelas Ukur 1.000 ml / 1 liter

Gelas ukur yang berfungsi untuk mengukur dan menakar air sebagai salah satu bahan penyulingan di bagian ketel dalam proses pengolahan dengan

spesifikasi bahan plastik, tahan panas dan zat kimia seperti yang terlihat pada gambar 3.9 di bawah ini



Gambar 3. 7 Gelas Ukur 1 liter

3.2.2 Bahan

Adapun bahan dalam penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Sampah organik

Sampah organik sebagai bahan baku utama pembuatan bioethanol yang terdiri dari kulit pisang, kulit kentang, dan kulit jeruk manis. Sampah organik diambil dari beberapa pedagang di daerah tanjung mulia hilir. Masing-masing berat yang sampah organik berjumlah 2 kg dengan total 6 kg.

2. Enzim Alfa Amylase

Sebagai zat tambahan untuk mempercepat proses pemasakan sebagai pemecahan karbohidrat menjadi gula kompleks dengan komposisi 0.03% dari total berat bahan baku.



Gambar 3. 8 Enzim Alfa Amylase

3. Ragi Roti

Sebagai sarana untuk memicu pertumbuhan bakteri *Saccharomyces cerevisiae* yang akan memfermentasi bahan baku menjadi bioethanol setengah jadi. Proses pencampuran suspensi ragi (yeast) 0.065% dari jumlah total bahan baku.



Gambar 3. 9 Ragi Roti

4. Urea (ZA)

Sebagai zat tambahan untuk penyubur sel ragi dengan komposisi 0.14% dari jumlah total bahan baku.



Gambar 3. 10 Urea (ZA)

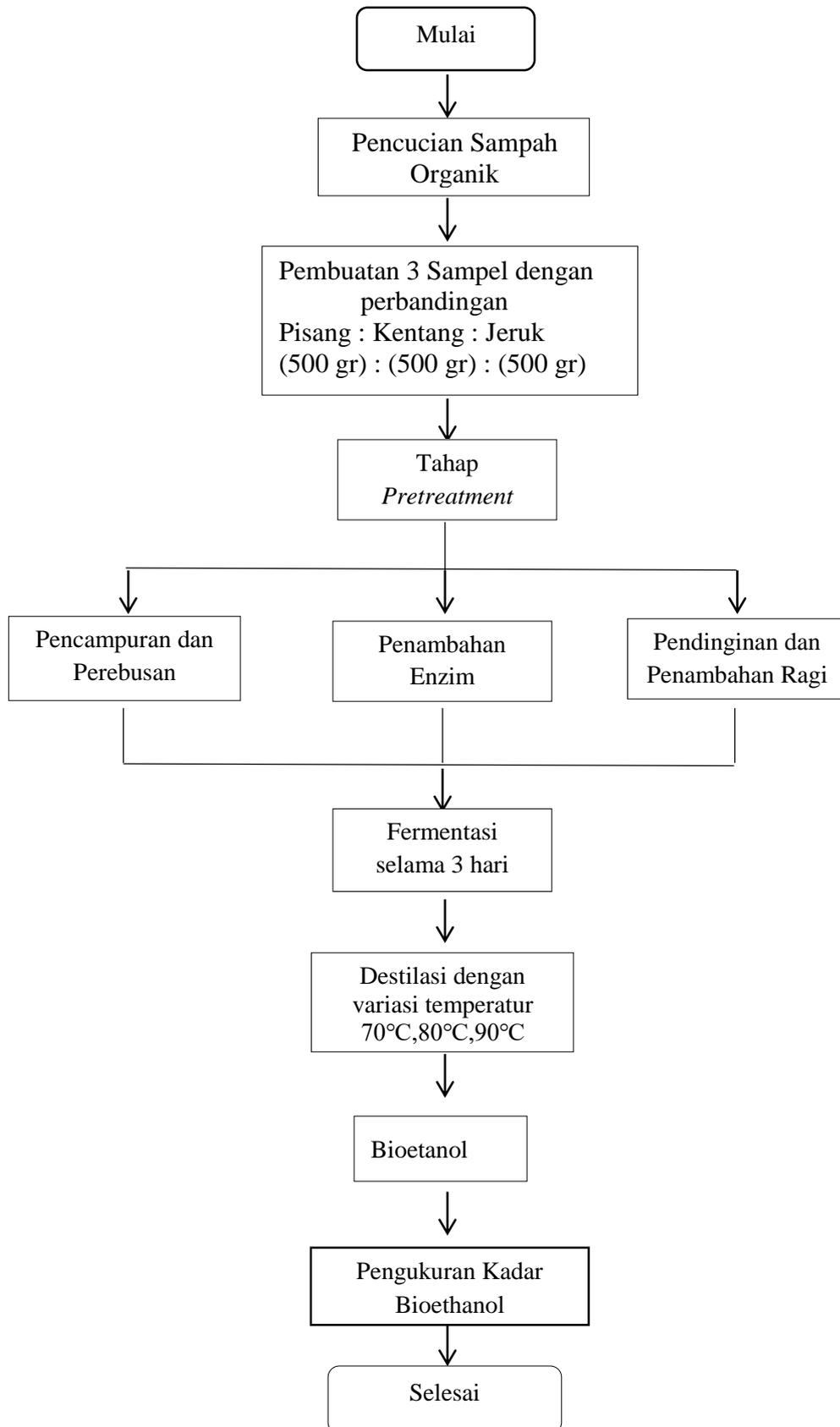
5. NPK

Sebagai zat tambahan untuk penyubur sel ragi dengan komposisi 0.02% dari jumlah total bahan baku.



Gambar 3. 11 NPK

3.3 Bagan Alir Penelitian



3.4 Prosedur Penelitian

3.4.1 Pembuatan bioetanol

Langkah-langkah kerja pembuatan bioethanol sampah organik :

A. Tahap Pretreatment

Adapun langkah kerja pada tahap pretreatment adalah sebagai berikut :

- 1) Mencuci bersih semua bahan baku sampah organik yang didapat
- 2) Mencampur bahan baku sampah organik dan dihaluskan dengan cara ditumbuk dan disatukan dalam satu wadah
- 3) Membuat sampel produk dengan perbandingan pisang:kentang:jeruk sebanyak (500g+500g+500g)
- 4) Menambahkan air agar campuran bahan baku tercampur merata
- 5) Merebus campuran bahan baku dan menambahkan enzim alfa amylase dengan komposisi 0.03% dari total bahan baku. Lama perebusan selama 30 menit dengan temperatur 90°C sampai cairan mengental (gelatinasi)
- 6) Mendinginkan campuran bahan baku dan menambahkan ragi roti 0.065%, urea(ZA) 0.14%, dan NPK 0.02% dari total bahan baku lalu diaduk hingga merata.
- 7) Memasukkan campuran bahan baku kedalam wadah yang telah disediakan untuk proses fermentasi

B. Tahap Fermentasi

Tahap fermentasi dilakukan selama 3 hari dengan kondisi kedap udara (Anaerob). Setelah 3 hari lalu campuran bahan baku disaring terlebih dahulu untuk memisahkan ampas dan saripati yang dihasilkan kemudian masuk ke tahap destilasi.

C. Tahap destilasi

Tahap destilasi dilakukan dengan menggunakan variasi temperatur 70°C, 80°C, dan 90°C. Destilasi dilakukan satu tahap dengan lama waktu destilasi 3 jam.

D. Pengukuran kadar bioetanol

Pengukuran kadar bioetanol dilakukan menggunakan alat alkoholmeter digital. Adapun langkah-langkah dalam pengukuran kadar alkohol adalah sebagai berikut :

1. Mengambil sampel bioetanol hasil destilasi menggunakan pipet tetes
2. Meletakkan sampel dari pipet tetes di bagian kaca berwarna biru pada alkoholmeter
3. Mengamati pembacaan kadar alkohol yang ditunjukkan oleh alat alkoholmeter

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pembuatan Bioetanol

4.1.1 Tahap Pretreatment

Adapun langkah kerja pada tahap pretreatment adalah sebagai berikut :

1. Mencuci bersih semua bahan baku sampah organik yang didapat
2. Menimbang bahan baku dengan perbandingan pisang:kentang:jeruk sebanyak (500g+500g+500g)



Gambar 4. 1 Menimbang bahan baku

3. Mencampur bahan baku sampah organik dan dihaluskan dengan cara diblender dan disatukan dalam satu wadah.



Gambar 4. 2 Menghaluskan Bahan baku

4. Menambahkan air agar campuran bahan baku tercampur merata
5. Merebus campuran bahan baku dan menambahkan enzim alfa amylase dengan komposisi 0.03% dari total bahan baku. Lama perebusan selama 30 menit dengan temperatur 90°C sampai cairan mengental (gelatinasi)



Gambar 4. 3 Merebus campuran bahan baku

6. Mendinginkan campuran bahan baku dan menambahkan ragi roti 0.065%, urea(ZA) 0.14%, dan NPK 0.02% dari total bahan baku lalu diaduk hingga merata.



Gambar 4. 4 Menambahkan zat tambahan

7. Memasukkan campuran bahan baku kedalam wadah yang telah disediakan untuk proses fermentasi

4.1.2 Tahap fermentasi

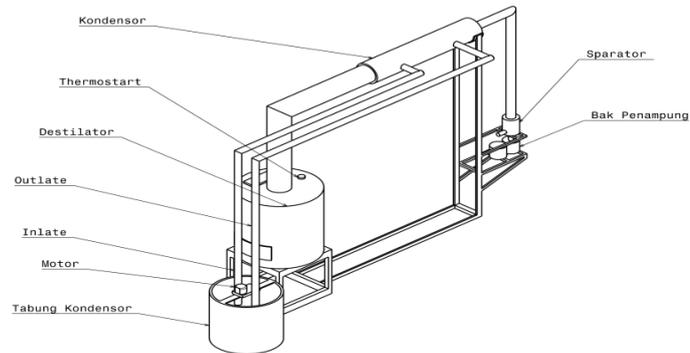
Tahap fermentasi dilakukan selama 3 hari dengan kondisi kedap udara (Anaerob).



Gambar 4. 5 Fermentasi Bahan baku

4.1.3 Tahap Destilasi

Tahap destilasi dilakukan dengan menggunakan variasi temperatur 70°C, 80°C, dan 90°C. Destilasi dilakukan satu tahap dengan lama waktu destilasi 3 jam. Tahap destilasi menggunakan mesin destilator seperti berikut.



Gambar 4. 6 Sketsa Destilator



Gambar 4. 7 Destilator

4.1.4 Pengukuran Kadar Bioetanol

Pengukuran Kadar Bioetanol menggunakan alat alkohol meter yang berfungsi untuk membaca kadar alkohol yang terkandung di sebuah cairan.



Gambar 4. 8 Alkoholmeter

4.2 Data Spesifikasi dan Data Aktual Pada Lapangan

Dari 3 kali percobaan destilasi maka dapat dirangkum data aktual yang didapatkan selama percobaan seperti yang dicantumkan dalam tabel berikut:

Tabel 4. 1 Data Spesifikasi dan Data Aktual Pada Lapangan

Data Spesifikasi	
Bahan	Keterangan
Kulit Pisang	500 g
Kulit Kentang	500 g
Kulit jeruk	500 g
Massa Ragi Tape	97,5
Massa Urea	210 g
Massa NPK	30 g
Massa Enzim Alfa Amylase	45 g
Waktu Fermentasi	3 Hari
Waktu Destilasi	3 Jam
Massa Ampas 1	1,379 kg
Massa Ampas 2	1,257 kg
Massa Ampas 3	1,443 kg
Temperatur 1	70 °C
Temperatur 2	80 °C
Temperatur 3	90 °C
Kondensat Temperatur 1	2,9 L
Kondensat Temperatur 2	2,72 L
Kondensat Temperatur 3	2,63 L
Massa Bioetanol 1	124 mL
Massa Bioetanol 2	85 mL
Massa Bioetanol 3	52 mL

Tabel 4. 2 Daftar massa jenis

No	Nama Zat	Massa Jenis (g/cm ³)	Massa Jenis (kg/m ³)	Keterangan
1.	Air	1,00	1.000	Zat cair
2.	Alkohol	0,80	800	Zat cair
3.	Bensin	0,70	700	Zat cair
4.	Hidrogen (gas)	0,00.009	0,0899	Zat gas

4.3 Perhitungan Kesetimbangan Massa

4.3.1 Penelitian 1 Temperatur 70°C



Gambar 4. 9 Temperatur 70°C

Massa Input :

Diketahui :

Temperatur = 70°C

Massa Sampah Organik = massa kulit kentang + massa kulit pisang + massa kulit jeruk

$$= 500 \text{ g} + 500 \text{ g} + 500 \text{ g}$$

$$= 1500 \text{ g} = 1,5 \text{ Kg}$$

Massa zat tambahan = massa ragi tape + massa urea + massa NPK +
Massa enzim alfa amylase

$$= 97,5 \text{ g} + 210 \text{ g} + 30 \text{ g} + 45 \text{ g}$$

$$= 382,5 \text{ g}$$

Air = Jumlah air pada ketel 3 liter.

Untuk mengetahui jumlah massa berat air pada ketel, maka kita akan menggunakan :

$$\text{Dik} : \rho_{\text{air}} = 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$V_{\text{air}} = 0,003 \text{ m}^3$$

$$\text{Dit} : M_{\text{air}} = ?$$

$$\text{Jawab} : \rho_{\text{air}} = M_{\text{air}} / V_{\text{air}}$$

$$M_{\text{air}} = \rho_{\text{air}} \times V_{\text{air}}$$

$$= 1.000 \times 0,003 \text{ m}^3$$

$$= 3 \text{ kg}$$

Jadi total input = massa sampah organik + massa zat tambahan + massa air

$$= 1500 \text{ g} + 382,5 \text{ g} + 3000 \text{ g}$$

$$= 4882,5 \text{ g} = 4,8825 \text{ Kg}$$

Massa Sebelum Destilasi :

Setelah melalui proses fermentasi selama 3 hari maka dilakukan penyaringan untuk memisahkan ampas dan saripati. Melalui tahap ini diperoleh data sebagai berikut :

$$\text{Massa ampas} = 1,379 \text{ Kg} = 1379 \text{ g}$$

Maka dapat diperoleh massa sebelum destilasi :

$$\text{Massa sebelum destilasi} = \text{total input} - \text{massa ampas}$$

$$= 4882,5 \text{ g} - 1379 \text{ g}$$

$$= 3503,5 \text{ g}$$

Massa Setelah Distilasi :

Setelah melakukan proses destilasi diperoleh data sebagai berikut :

$$\text{Bioethanol} = 124 \text{ ml}$$

$$\begin{aligned} \text{Massa Bioetanol} &= \rho \text{ Bioetanol} \times v \text{ Bioetanol} \\ &= 790 \times 0,000124\text{m}^3 \\ &= 0,09796 \text{ kg} \approx 97,96 \text{ g} \end{aligned}$$

$$\text{Kondensat} = 2,9 \text{ Liter}$$

$$\begin{aligned} \text{Massa air} &= \rho \text{ air} \times V \text{ air} \\ &= 1.000 \times 0,0029\text{m}^3 \\ &= 2,9 \text{ kg} = 2900 \text{ g} \end{aligned}$$

Setelah melakukan tahapan penghimpunan data, massa setelah destiasi ini masih ada yang belum di ketahui. Untuk mengetahui massa akumulasi yang tidak di ketahui. Disini kita akan melakukan perhitungan melibatkan rumus kesetimbangan massa dan kita akan menjumlahkan massa akumulasi yang di ketahui dengan massa akumulasi yang tidak di ketahui maka :

$$\text{Massa sebelum destilasi} = \text{massa habis reaksi} + \text{massa air} + \text{massa bioetanol}$$

$$3503,5 \text{ g} = X + 2900 \text{ g} + 97,96 \text{ g}$$

$$X = 3503,5 \text{ g} - 2900 \text{ g} - 97,96 \text{ g}$$

$$X = 505,54 \text{ g}$$

Untuk mengetahui persentase rendemen dari proses distilasi pengolahan bioetanol ini, maka :

Efisiensi pada sistem distilasi :

$$\text{Efisiensi distilasi} = \frac{\text{massa total bahan akhir}}{\text{massa total bahan awal}}$$

$$\text{Efisiensi distilasi} = \frac{2997,96}{4882,5} \times 100\%$$

$$\text{Efisiensi distilasi} = 61,40\%$$

Rendemen pada bioetanol :

$$\text{Rendemen} = \frac{\text{massa bioetanol yang dihasilkan}}{\text{massa total bahan awal}}$$

$$\text{Rendemen} = \frac{0,09796}{3,5035} \times 100\%$$

$$\text{Rendemen} = 2,79 \%$$

Konsentrasi Bioetanol

Rendemen bioetanol yang dihasilkan dari proses destilasi kemudian dilakukan pengujian dengan menggunakan alat refractometer alkohol untuk melihat konsentrasi bioetanol dari rendemen yang dihasilkan. Konsentrasi bioetanol pada penelitian 1 dapat dilihat dari gambar berikut :



Gambar 4. 10 Pembacaan Alkoholmeter penelitian 1

4.3.2 Penelitian 2 Temperatur 80°C



Gambar 4. 11 Temperatur 80°C

Massa Input :

Diketahui :

Massa Sampah Organik = massa kulit kentang + massa kulit pisang + massa kulit jeruk

$$= 500 \text{ g} + 500 \text{ g} + 500 \text{ g}$$

$$= 1500 \text{ g} = 1,5 \text{ Kg}$$

Massa zat tambahan = massa ragi tape + massa urea + massa NPK + Massa enzim alfa amylase

$$= 97,5 \text{ g} + 210 \text{ g} + 30 \text{ g} + 45\text{g}$$

$$= 382,5 \text{ g}$$

Air = Jumlah air pada ketel 3 liter.

Untuk mengetahui jumlah massa berat air pada ketel, maka kita akan menggunakan :

Dik : $\rho_{\text{air}} = 1000 \text{ kg/m}^3$

$$V_{\text{air}} = 0,003 \text{ m}^3$$

$$\text{Dit : } M_{\text{air}} = ?$$

$$\text{Jawab : } \rho_{\text{air}} = M_{\text{air}} / V_{\text{air}}$$

$$\begin{aligned} M_{\text{air}} &= \rho_{\text{air}} \times V_{\text{air}} \\ &= 1.000 \times 0,003 \text{ m}^3 \\ &= 3 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jadi total input} &= \text{massa sampah organik} + \text{massa zat tambahan} + \text{massa air} \\ &= 1500 \text{ g} + 382,5 \text{ g} + 3000 \text{ g} \\ &= 4882,5 \text{ g} = 4,8825 \text{ Kg} \end{aligned}$$

Massa Sebelum Destilasi :

Setelah melalui proses fermentasi selama 3 hari maka dilakukan penyaringan untuk memisahkan ampas dan saripati. Melalui tahap ini diperoleh data sebagai berikut :

$$\text{Massa ampas} = 1,257 \text{ kg} = 1257 \text{ g}$$

Maka dapat diperoleh massa sebelum destilasi :

$$\begin{aligned} \text{Massa sebelum destilasi} &= \text{total input} - \text{massa ampas} \\ &= 4882,5 \text{ g} - 1257 \text{ g} \\ &= 3625,5 \text{ g} \end{aligned}$$

Massa Setelah Distilasi :

Setelah melakukan proses destilasi diperoleh data sebagai berikut :

$$\text{Bioethanol} = 85 \text{ ml}$$

$$\begin{aligned} \text{Massa Bioetanol} &= \rho \text{ Bioetanol} \times v \text{ Bioetanol} \\ &= 790 \times 0,000085\text{m}^3 \\ &= 0,06715 \text{ kg} \approx 67,15 \text{ g} \end{aligned}$$

$$\text{Kondensat} = 2,72 \text{ Liter}$$

$$\begin{aligned} \text{Massa air} &= \rho \text{ air} \times V \text{ air} \\ &= 1.000 \times 0,00272\text{m}^3 \\ &= 2,72 \text{ kg} = 2720 \text{ g} \end{aligned}$$

Setelah melakukan tahapan penghimpunan data, massa setelah destiasi ini masih ada yang belum di ketahui. Untuk mengetahui massa akumulasi yang tidak di ketahui. Disini kita akan melakukan perhitungan melibatkan rumus kesetimbangan massa dan kita akan menjumlahkan massa akumulasi yang di ketahui dengan massa akumulasi yang tidak di ketahui maka :

$$\text{Massa sebelum destilasi} = \text{massa habis reaksi} + \text{massa air} + \text{massa bioetanol}$$

$$3625,5 \text{ g} = X + 2720 \text{ g} + 67,15 \text{ g}$$

$$X = 3503,5 \text{ g} - 2720 \text{ g} - 67,15 \text{ g}$$

$$X = 838,35 \text{ g}$$

Untuk mengetahui persentase rendemen dari proses distilasi pengolahan bioetanol ini, maka :

Efisiensi pada sistem distilasi :

$$\text{Efisiensi distilasi} = \frac{\text{massa total bahan akhir}}{\text{massa total bahan awal}}$$

$$\text{Efisiensi distilasi} = \frac{2793,47}{3625,5} \times 100\%$$

$$\text{Efisiensi distilasi} = 76,87\%$$

Rendemen pada bioetanol :

$$\text{Rendemen} = \frac{\text{massa bioetanol yang dihasilkan}}{\text{massa total bahan awal}}$$

$$\text{Rendemen} = \frac{0,06715}{3,6255} \times 100\%$$

$$\text{Rendemen} = 1,852 \%$$

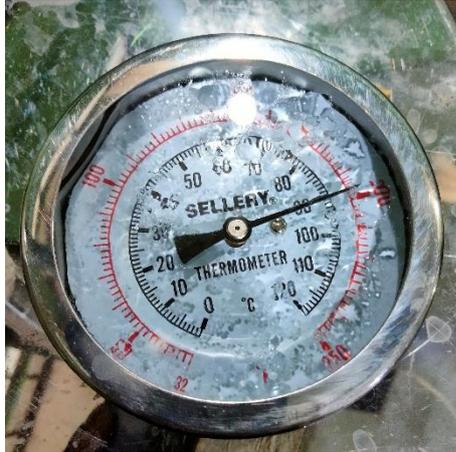
Konsentrasi Bioetanol

Rendemen bioetanol yang dihasilkan dari proses destilasi kemudian dilakukan pengujian dengan menggunakan alat refractometer alkohol untuk melihat konsentrasi bioetanol dari rendemen yang dihasilkan. Konsentrasi bioetanol pada penelitian 2 dapat dilihat dari gambar berikut :



Gambar 4. 12 Pembacaan Alkoholmeter penelitian 2

4.3.3 Penelitian 3 Temperatur 90°C



Gambar 4. 13 Temperatur 90°C

Massa Input :

Diketahui :

Massa Sampah Organik = massa kulit kentang + massa kulit pisang + massa kulit jeruk

$$= 500 \text{ g} + 500 \text{ g} + 500 \text{ g}$$

$$= 1500 \text{ g} = 1,5 \text{ Kg}$$

Massa zat tambahan = massa ragi tape + massa urea + massa NPK + Massa enzim alfa amylase

$$= 97,5 \text{ g} + 210 \text{ g} + 30 \text{ g} + 45 \text{ g}$$

$$= 382,5 \text{ g}$$

Air = Jumlah air pada ketel 3 liter.

Untuk mengetahui jumlah massa berat air pada ketel, maka kita akan menggunakan :

Dik : $\rho_{\text{air}} = 1000 \text{ kg/m}^3$

$$V_{\text{air}} = 0,003 \text{ m}^3$$

$$\text{Dit} : M_{\text{air}} = ?$$

$$\text{Jawab} : \rho_{\text{air}} = M_{\text{air}} / V_{\text{air}}$$

$$\begin{aligned} M_{\text{air}} &= \rho_{\text{air}} \times V_{\text{air}} \\ &= 1.000 \times 0,003 \text{ m}^3 \\ &= 3 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jadi total input} &= \text{massa sampah organik} + \text{massa zat tambahan} + \text{massa air} \\ &= 1500 \text{ g} + 382,5 \text{ g} + 3000 \text{ g} \\ &= 4882,5 \text{ g} = 4,8825 \text{ Kg} \end{aligned}$$

Massa Sebelum Destilasi :

Setelah melalui proses fermentasi selama 3 hari maka dilakukan penyaringan untuk memisahkan ampas dan saripati. Melalui tahap ini diperoleh data sebagai berikut :

$$\text{Massa ampas} = 1,443 \text{ Kg} = 1443 \text{ g}$$

Maka dapat diperoleh massa sebelum destilasi :

$$\begin{aligned} \text{Massa sebelum destilasi} &= \text{total input} - \text{massa ampas} \\ &= 4882,5 \text{ g} - 1443 \text{ g} \\ &= 34395 \text{ g} \end{aligned}$$

Massa Setelah Distilasi :

Setelah melakukan proses destilasi diperoleh data sebagai berikut :

$$\text{Bioethanol} = 52 \text{ ml}$$

$$\begin{aligned} \text{Massa Bioetanol} &= \rho_{\text{Bioetanol}} \times v_{\text{Bioetanol}} \\ &= 790 \times 0,000052 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$= 0,04108 \text{ kg} \approx 41,08 \text{ g}$$

Kondensat = 2,63 Liter

Massa air = $\rho \text{ air} \times V_{\text{air}}$

$$= 1.000 \times 0,00263 \text{ m}^3$$

$$= 2,63 \text{ kg} = 2630 \text{ g}$$

Setelah melakukan tahapan penghimpunan data, massa setelah destiasi ini masih ada yang belum di ketahui. Untuk mengetahui massa akumulasi yang tidak di ketahui. Disini kita akan melakukan perhitungan melibatkan rumus kesetimbangan massa dan kita akan menjumlahkan massa akumulasi yang di ketahui dengan massa akumulasi yang tidak di ketahui maka :

$$\text{Massa sebelum destilasi} = \text{massa habis reaksi} + \text{massa air} + \text{massa bioetanol}$$

$$3439,5 \text{ g} = X + 2630 \text{ g} + 41,08 \text{ g}$$

$$X = 3439,5 \text{ g} - 2630 \text{ g} - 41,08 \text{ g}$$

$$X = 768,42 \text{ g}$$

Untuk mengetahui persentase rendemen dari proses distilasi pengolahan bioetanol ini, maka :

Efisiensi pada sistem distilasi :

$$\text{Efisiensi distilasi} = \frac{\text{massa total bahan akhir}}{\text{massa total bahan awal}}$$

$$\text{Efisiensi distilasi} = \frac{2671,08}{3439,5} \times 100\%$$

$$\text{Efisiensi distilasi} = 77,65\%$$

Rendemen pada bioetanol :

$$\text{Rendemen} = \frac{\text{massa bioetanol yang dihasilkan}}{\text{massa total bahan awal}}$$

$$\text{Rendemen} = \frac{0,04108}{3,4395} \times 100\%$$

$$\text{Rendemen} = 1,19 \%$$

Konsentrasi Bioetanol

Rendemen bioetanol yang dihasilkan dari proses destilasi kemudian dilakukan pengujian dengan menggunakan alat refractometer alkohol untuk melihat konsentrasi bioetanol dari rendemen yang dihasilkan. Konsentrasi bioetanol pada penelitian 3 dapat dilihat dari gambar berikut :



Gambar 4. 14 Pembacaan alcoholmeter penelitian 3

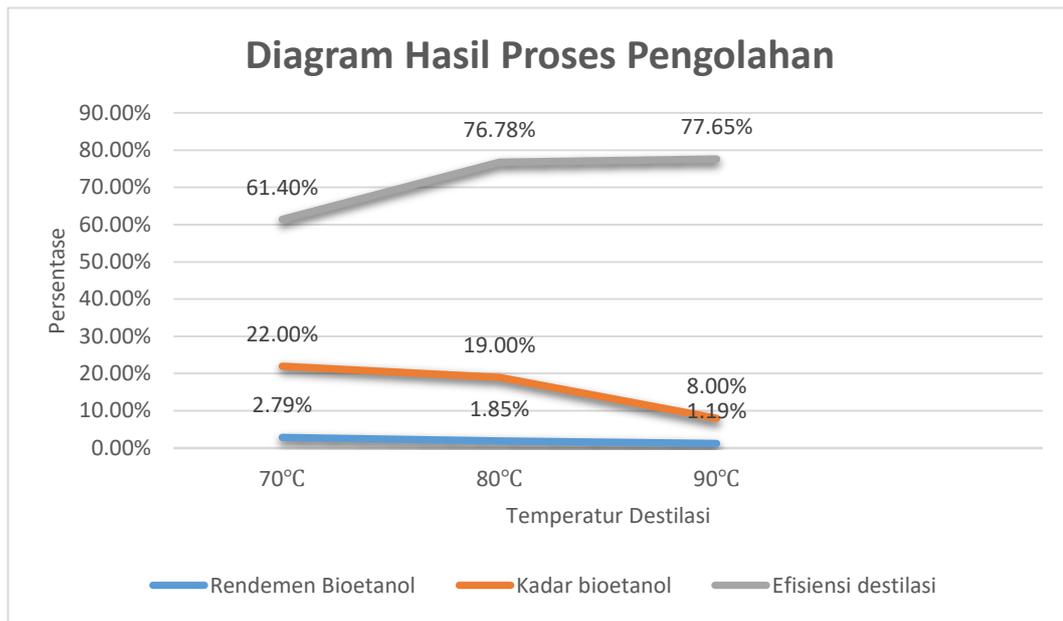


Gambar 4. 15 Bioetanol

Disini penulis akan menggunakan tabel diagram untuk mewakili sejumlah besar data kompleks dalam bentuk yang di sederhanakan agar dapat dan mudah di pahami dari hasil penelitian penulis.

Tabel 4. 3 Proses Pengolahan

Temperatur	Efisiensi Distilasi	Volume bioetanol	Rendemen bioetanol	Konsentrasi Bioetanol
70°C	61,40%	124 ml	2,79 %	22 %
80°C	76,78%	85 ml	1,85 %	19 %
90°C	77,65%	52 ml	1,19 %	8 %



Gambar 4. 16 Diagram Hasil Proses Pnegolahan

Dari gambar dan tabel di atas menunjukkan pengaruh temperatur terhadap rendemen dan konsentrasi bioetanol yang dihasilkan. Untuk rendemen dan konsentrasi alkohol yang dihasilkan mengalami penurunan seiring dengan kenaikan temperatur destilasi. Hal ini sejalan dengan (Doni, 2017) yang mengatakan jika suhu diatas dari 80°C maka jumlah bioetanol yang dihasilkan akan lebih sedikit, hal ini disebabkan karna penguapan yang terjadi lebih cepat sehingga bioetanol tidak sempat terkondensasi tetapi ikut menguap atau terbuang bersama air. Juga selaras dengan (Rudy dkk., 2013) yang mengatakan antara temperature destilasi dengan kadar alkohol terdapat hubungan keterbalikan dalam arti apabila destilasi berlangsung pada temperature yang lebih tinggi maka kadar alkohol yang didapatkan akan lebih rendah. Sedangkan untuk efisiensi destilasi

mengalami kenaikan seiring dengan naiknya temperature destilasi. Hal ini sejalan dengan (Adani dkk., 2017) yang mengatakan nilai efisiensi berbanding lurus dengan suhu dan waktu operasi. Konsentrasi dan kadar terbaik pada penelitian kali ini terdapat pada saat temperatur destilasi 70°C dengan konsentrasi alkohol 22% dan rendemen bioetanol 2,79%. Sedangkan untuk efisiensi destilasi tertinggi terjadi pada temperature 90°C dengan persentase 77,65%

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan perhitungan dan pembahasan dari hasil penelitian yang telah dilakukan pada proses destilasi sampah organik ini maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Untuk alat destilasi masih terdapat kekurangan misalnya di beberapa bagian yang tidak tertutup dengan rapat sehingga terdapat masa habis reaksi yang tidak diketahui antara air dan etanol. Masa habis reaksi terbesar terjadi pada saat pengujian dengan jumlah 768,42 g
2. Pada proses pengolahan bioetanol sampah organik ini dapat kita ketahui hasil dari pengolahan sistem destilasi pada temperature 70°C menghasilkan 124 ml (Efisiensi destilasi = 61.40%, rendemen bioetanol pada = 2,79%, serta kadar 22%). Temperature 80°C menghasilkan 85 ml (Efisiensi destilasi = 76.78%, rendemen bioetanol pada = 1,85%, serta kadar 19%). Temperature 90°C menghasilkan 52 ml (Efisiensi destilasi = 77.65%, rendemen bioetanol pada = 1,19%, serta kadar 8%).
3. Temperature paling efektif dalam proses pengolahan bioetanol sampah organik untuk menghasilkan kadar terbaik dalam penelitian ini terjadi pada saat temperatur 70°C
4. Berdasarkan perhitungan kesetimbangan massa dapat diketahui bahwa rendemen mengalami fluktuasi dan kehilangan massa didalam alat hilang disebabkan adanya proses penguapan pada saat/sesudah proses pengolahan.

5.2 Saran

1. Sebaiknya destilator disempurnakan dalam sambungan atau lubang penutup untuk meminimalisir terjadinya penguapan pada saat destilasi dan menyebabkan terdapat massa hilang yang lebih besar.
2. Perlunya penambahan alat sistem kontroler rangkaian elektrik sebagai penjaga kestabilan pemanasan pada saat proses destilasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Adani, S. I., Pujiastuti, Y. A., Suhu, P., Waktu, D., Pada, O., Destilasi, P., Aquades, P., Fakultas, D., Mulawarman, U., Adani, S. I., Pujiastuti, Y. A., Studi, P., Kimia, T., Teknik, F., & Mulawarman, U. (2017). *PENGARUH SUHU DAN WAKTU OPERASI PADA PROSES DESTILASI UNTUK THE EFFECT OF TEMPERATURE AND OPERATION TIME ON THE PROCESS OF DISTILATION FOR AQUADES PROCESSING IN FACULTY OF ENGINEERING UNIVERSITY MULAWARMAN*. 01(1), 31–35.
- Arlianti, L. (2018). Bioetanol Sebagai Sumber Green Energy Alternatif yang Potensial Di Indonesia. *Unistek*, 5(1), 16–22. <https://doi.org/10.33592/unistek.v5i1.280>
- Cundari, L., Arita, S., Komariah, L. N., Agustina, T. E., & Bahrin, D. (2019). Pelatihan dan pendampingan pengolahan sampah organik menjadi pupuk kompos di desa burai. *Jurnal Teknik Kimia*, 25(1), 5–12. <https://doi.org/10.36706/jtk.v25i1.14>
- Definisi, A., & Bioetanol, M. (2014). *BI014192*. 8–21.
- Doni, S. (2017). *Diajukan Sebagai Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik (S.T) Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*.
- Donuata, G. O., Serangmo, F. K. Y., & Gauru, I. (2019). Pembuatan Bioetanol Skala Laboratorium Sebagai Bahan Bakar Alternatif Untuk Pengembangan Energi Terbarukan Dari Bahan Baku Serbuk Kulit Pisang Kepok (Musa Paradisiaca Formatypica). *JTM-Jurnal Teknik Mesin*, 2(2), 47–52.
- Faiz, A. (2017). Pengaruh Lama Waktu dan Besarnya Suhu dalam Pengambilan Minyak Kayu Manis (Cinnamomum Verum Sin C Zeylanicum) Menggunakan Metode Destilasi Uap Air. *Universitas Diponegoro*, 1–7.
- FITRIA, N., & LINDASARI, E. (2020). Optimasi Perolehan Bioetanol dari Kulit Nanas (Ananas cosmosus) dengan Penambahan Urea, Variasi Konsentrasi Inokulasi Starter dan Waktu Fermentasi. *Jurnal Reka Lingkungan*, 9(1), 1–10. <https://doi.org/10.26760/rekalingkungan.v9i1.1-10>
- Hendrasarie, N., & Mahendra, D. E. (2020). *Pemanfaatan Sampah Sayur Dari Pasar Tradisional Untuk Produksi Bioetanol*. V(3), 1115–1122.
- Ii, B. A. B., & Pustaka, T. (2013). *Rujukan 1 Latar Belakang* . 5–22.
- Lay, A., Pasang, P. M., & Iqbal, T. A. (2010). Destilation-Dehidration of Bioethanol from Sugar Palm Sap and its Characteristics. *Buletin Palma*, 39(39), 197–205.
- Pranata, L., Kurniawan, I., Indaryati, S., Rini, M. T., Suryani, K., Katolik, U., Charitas, M., & Enzym, E. (2021). *PELATIHAN PENGOLAHAN SAMPAH ORGANIK*. 1(1), 171–179.
- Rudy, Harisman, & Arif. (2013). *Dinamika Teknik Mesin, Volume 3 No. 2 Juli 2013 ISSN: 2088-088X Rudy, Harisman, Arif: Analisa Pengaruh Lama Fermentasi*. 3(2), 91–100.

- Setiawan, T. (2018). Rancang Bangun Alat Destilasi Uap Bioetanol Dengan Bahan Baku Batang Pisang. *Jurnal Media Teknologi*, 4(2), 119–128.
- Sutrisno, T., Falito, M. R., Anggono, W., & Simanjuntak, M. E. (2021). Bioethanol Limbah Kulit Jeruk Manis (Citrus Sinensis L . Osbeck) Sebagai Peningkatan Nilai Oktan. *Jurnal Teknik Mesin*, 18(2), 60–63. <https://doi.org/10.9744/jtm.18.2.60>
- Yunita, L., Simorangkir, W., Saputra, S., Yunita, L., Simorangkir, W., & Saputra, S. (2020). *STMIK Pelita Nusantara*. 1, 32–39.
- Zamrodah, Y. (2016). *PEMBUATAN BIOETANOL BERBASIS SAMPAH ORGANIK BATANG JAGUNG*. 15(2), 1–23.



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

Bila mendapat surat ini agar diikutkan nomor dan tanggalnya

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

UMSU Akreditasi Unggul Berdasarkan Keputusan Badan Akreditasi Nasional Perguruan Tinggi No. 1913/SK/BAN-PT/Ak.KP/PT/XI/2022

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

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

PENENTUAN DOSEN PEMBIMBING

Nomor : 877/II.3AU/UMSU-07/F/2023

Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, berdasarkan rekomendasi Atas Nama Ketua Program Studi Teknik Mesin Pada Tanggal 16 Mei 2023 dengan ini Menetapkan :

Nama : MUHAMMAD KEVIN FEBRIAN
Npm : 1807230082
Program Studi : TEKNIK MESIN
Semester : X (SEPULUH)
Judul Tugas Akhir : ANALISIS VARIASI TEMPERATUR PADA BIOETHANOL SAMPAH ORGANIK TERHADAP KADAR ALKOHOL YANG DI HASILKAN .

Pembimbing 1 : H. MUHARNIF M.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, 24 Syawal 1444 H

16 Mei 2023 M

Dekan



Munawar Mansury Siregar, ST., MT

NIDN: 0101017202



**DAFTAR HADIR SEMINAR
TUGAS AKHIR TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK - UMSU
TAHUN AKADEMIK 2022 - 2023**

Peserta seminar

Nama : Muhammad Kevin Febrin

NPM : 1807230082

Judul Tugas Akhir : Analisis Variasi Temperatur Pada Destilasi Bioethanol Sampah Organik Terhadap Kadar Alkohol Yang Dihasilkan

DAFTAR HADIR		TANDA TANGAN	
Pembimbing - I : H. Muharnif M, ST, M.Sc		
Pembanding - I : Ahmad Marabdi Siregar, ST, MT		
Pembanding - II : Sudirman Lubis, ST, MT		
No	NPM	Nama Mahasiswa	Tanda Tangan
1	21072301712	M. Rizki Ridwan P
2	1807230194	Yusuf Utman S
3	1907230109	Felix Edwin Kariyanda
4	1807230167	Rizky Rabi Andi
5			
6			
7			
8			
9			
10			

Medan, 20 Dzulhijah 1444 H
08 Juli 2023 M

Ketua Prodi. T. Mesin



Chandra A Siregar, ST, MT

**DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

Nama : Muhammad Kevin Febrian
NPM : 1807230082
Judul Tugas Akhir : Analisis Variasi Temperatur Pada Destilasi Bioethanol Sampah Organik Terhadap Kadar Alkohol Yang Dihasilkan

Dosen Pembanding – I : Ahmad Marabdi Siregar, ST, MT
Dosen Pembanding – II : Sudirman Lubis, ST, MT
Dosen Pembimbing – I : H. Muhamif M, ST, M.Sc

KEPUTUSAN

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana (collogium)
- ② Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :
Perbaikan
lihat laporan Siregar
- Dokumentasi penelitian
yang ada dibuat di lampiran
3. Harus mengikuti seminar kembali

Perbaikan :

.....

.....

.....

.....

Medan, 20 Dzulhijah 1444 H
08 Juli 2023 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T. Mesin

Dosen Pembanding- I



Chandra A Siregar, ST, MT



Ahmad Marabdi Siregar, ST, MT

**DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

Nama : Muhammad Kevin Febrian
NPM : 1807230082
Judul Tugas Akhir : Analisis Variasi Temperatur Pada Destilasi Bioethanol Sampah Organik Terhadap Kadar Alkohol Yang Dihasilkan

Dosen Pembanding – I : Ahmad Marabdi Siregar, ST, MT
Dosen Pembanding – II : Sudirman Lubis, ST, MT
Dosen Pembimbing – I : H. Muharnif M, ST, M.Sc

KEPUTUSAN

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana (collogium)
2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :

- *penyusunan data yang*
- *ke. Marabdi g. Siregar*

3. Harus mengikuti seminar kembali
- Perbaikan :

.....
.....
.....
.....

Medan, 20 Dzulhijah 1444 H
08 Juli 2023 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T. Mesin

Dosen Pembanding- II



Chandra A Siregar, ST, MT



Sudirman Lubis, ST, MT

LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

Analisis Variasi Temperatur Pada Bioethanol Sampah Organik Terhadap Kadar Alkohol Yang Dihasilkan

Nama : Muhammad Kevin Febrian

NPM : 1807230082

Dosen Pendamping : H. Muharnif M. S.T., M.Sc

No	Hari/Tanggal	Kegiatan	Paraf
1	Senin/7-11-2022	perbaiki gambar BARS III	f
2	Senin/14-11-2022	Lampir BARS IV	f
3	Selasa/6-12-2022	perbaiki tabel data	f
4	Kamis/8-12-2022	perbaiki perhitungan	f
5	Senin/18-1-2023	lambatkan perhitungan keketimbangan	f
6	Kamis/28-1-2023	perbaiki perhitungan	f
7	Kamis/2-2-2023	perbaiki diagram data percobaan	f
8	Kamis/9-2-2023	Acc samas Hasil	f

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



A. DATA PRIBADI

Nama : Muhammad Kevin Febrian
Jenis Kelamin : Laki-laki
Tempat, Tanggal Lahir : Medan, 28 Februari 2000
Alamat : Jalan Alfaka III No.49 LK.IV, Tanjung
Mulia Hilir, Medan Deli, Medan, Sumatera
Utara, 20241
Agama : Islam
Email : kevinfeb7@gmail.com
No. HP : 087801755847

B. RIWAYAT PENDIDIKAN

1. SD Bakti 1 Bersubsidi Tahun 2006-2012
2. SMP Hangtuah 2 Medan Tahun 2012-2015
3. SMA Sutomo 2 Medan Tahun 2015-2018
4. Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Tahun 2018-2023

BIODATA PENULIS

PROVINSI SUMATERA UTARA
KOTA MEDAN

NIK : 1271062802000001

Nama : MUHAMMAD KEVIN FEBRIAN
Tempat/Tgl Lahir : MEDAN, 28-02-2000
Jenis kelamin : LAKI-LAKI Gol. Darah : O
Alamat : JL ALFAKA III NO 49 LK IV
RT/RW : 000/000
Kel/Desa : TANJUNG MULIA HILIR
Kecamatan : MEDAN DELI
Agama : ISLAM
Status Perkawinan : BELUM KAWIN
Pekerjaan : PELAJAR/MAHASISWA
Kewarganegaraan : WNI
Berlaku Hingga : SEUMUR HIDUP



KOTA MEDAN
05-06-2023

Muhammad Kevin Febrian