

**PENGARUH MATERIAL DEHIDRASI TERHADAP  
KUALITAS PRODUKSI BIOETANOL**

**SKRIPSI**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Jenjang  
Stara Satu (S1) Pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas  
Muhammadiyah Ponorogo



**MOHAMMAD DHIMAS ERIS RAMADHAN**

**NIM 20511507**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PONOROGO  
2024**

## HALAMAN PENGESAHAN

Nama : Mohammad Dhimas Eris Ramadhan  
NIM : 20511507  
Program Studi : Teknik Mesin  
Fakultas : Teknik  
Judul Proposal : Pengaruh Material Dehidrasi Terhadap Kualitas Bioetanol

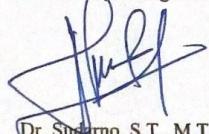
Isi dan formatnya telah disetujui dan dinyatakan memenuhi syarat  
Untuk melengkapi persyaratan guna memperoleh Gelar Sarjana  
Pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah

Ponorogo.

Ponorogo, 08 Agustus 2024

Menyetujui,

Dosen Pembimbing Utama

  
Dr. Sudarmo, S.T., M.T.

NIK. 19680705 199904 11

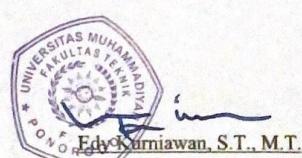
Dosen Pembimbing Pendamping

  
Dr. Kuntang, S.Pd., M.Pd.

NIK. 19900421 202109 12

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik



Eddy Kurniawan, S.T., M.T.  
NIK. 19771026 200810 12

Ketua Program Studi Teknik

Mesin

  
Yoyok Winardi, S.T., M.T.

NIK. 19860803 201909 13

## **PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI**

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Mohammad Dhimas Eris Ramadhan

NIM : 20511507

Program Studi : Teknik Mesin

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi saya dengan judul : "Pengaruh Material Dehidrasi Terhadap Kualitas Bioetanol" bahwa berdasarkan hasil penelusuran berbagai karya ilmiah, gagasan dan masalah ilmiah yang saya rancang/teliti di dalam. Naskah Skripsi ini adalah asli dari pemikiran saya. Tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah diterbitkan oleh orang lain, kecuali secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam Naskah Skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur plagiatisme, saya bersedia ijazah saya dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sesungguhnya dan dengan sebenarnya benarnya.

Ponorogo, 08 Agustus 2024

Mahasiswa,



Mohammad Dhimas Eris Ramadhan

## BERITA ACARA UJIAN

Nama : Mohammad Dhimas Eris Ramadhan  
NIM : 20511507  
Program Studi : Teknik Mesin  
Fakultas : Teknik  
Judul Skripsi : Pengaruh Material Dehidrasi Terhadap kualitas Bioetanol

Telah diuji dan dipertahankan dihadapan  
Dosen penguji tugas akhir jenjang Strata Satu (S1) pada :

Hari : Rabu  
Tanggal : 8 agustus 2024  
Nilai :

Dosen Penguji,

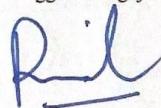
Ketua Penguji



Dr. Sudarmo S.T., M.T.

NIK. 19680705 199904 11

Anggota Penguji I



Rizal Arifin M.SI, Ph.D

NIK. 19870920201204 12

Anggota Penguji II



Wawan Trisnadi P.S.T., M.T., Ph.D.

NIK. 19800220 202109 12

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik



Eddy Nurmanawati S.T., M.T.

NIK. 19771026 200810 12

Ketua Program Studi

Teknik Mesin



Yoyok Winardi, S.T., M.T.

NIK. 19860803 201909 13

**BERITA ACARA  
BIMBINGAN SKRIPSI**

Nama  
NIM  
Judul Skripsi

Dosen Pembimbing I

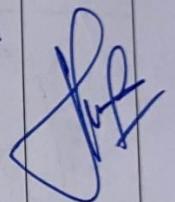
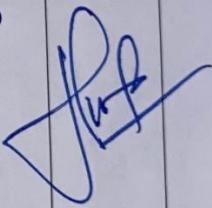
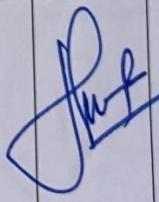
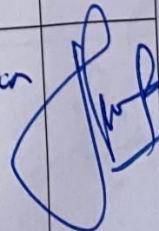
: MOHAMMAD DHIMAS ERIS RAMADHAN

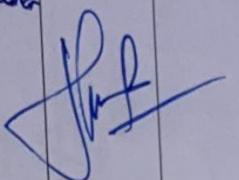
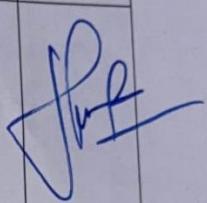
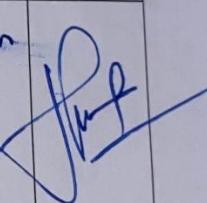
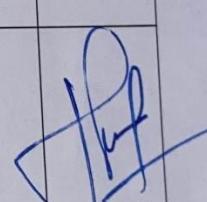
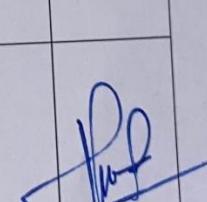
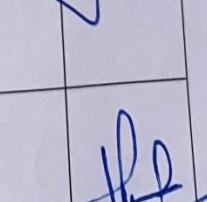
: 205.11.507

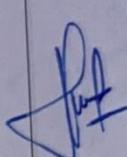
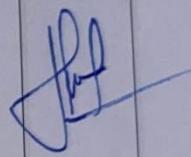
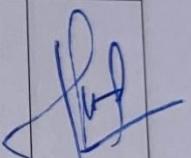
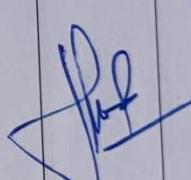
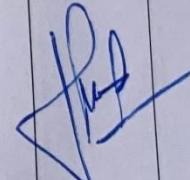
: Pengaruh Material Dehidrasi Terhadap  
Kualitas Produk Biskutansi

: Dr. Sudarmo, ST., MT.

**PROSES PEMBIMBINGAN**

No	Tanggal	Materi Yang Dikonsultasikan	Saran Pembimbing / Hasil	Tanda Tangan
1	29/11/2023	Konsultasi Judul	Men dapatkan beberapa saran judul	
2	20/12/2023	ACC Judul	Judul di ACC dan mendapatkan TTD.	
3	03/01/2024	Konsultasi bab I	mendapatkan banyak masukan Soal Penulisan Latar Belakang, Perbaikin rumusan masalah	
4	07/01/2024	Konsultasi bab II	Perbaiki rumusan masalah dan batasan masalah, Lanjut Bab II	

No	Tanggal	Materi Yang Dikonsultasikan	Saran Pembimbing / Hasil	Tanda Tangan
5	15/01/2024	Konsultasi bab II	Pembahasan cara penulisan dan Pembahasan review penulisan terdahulu.	
6	18/01/2024	Konsultasi bab III	Pembahasan Foto cat test yang digunakan.	
7	29/01/2024	Konsultasi bab III	Pembahasan batas dan Pembahasan Penulisan.	
8	30/01/2024	Acc SempPro.	- Acc Bab 3 SempPro	
9	08/02/2024	Revisi hasil SempPro.	- Revisi SempPro.	
10	08/02/2024		- Hasil Revisi SempPro - Konsultasi Bab III	

No	Tanggal	Materi Yang Dikonsultasikan	Saran Pembimbing / Hasil	Tanda Tangan
11	31/05/24	- konsultasi Bab III	- Konsultasi Bahan yang digunakan.	
12	01/06/24	- konsultasi Bab IV	- Konsultasi tentang Pembuatan Bioetanol	
13	05/06/24	- konsultasi model Pembuatan Bahan.	- Pembuatan bioetanol	
14	11/06/24	- Konsultasi tempat Pengujian.	- Konsultasi tempat Pengujian.	
15	03/07/24	Konsultasi Penulisan.	- konsultasi hasil - Konsultasi Pendek.BAB IV	
16	18/07/24	konsultasi Penulisan.	- konsultasi Penulisan Bab IV - konsultasi grafik	

No	Tanggal	Materi Yang Dikonsultasikan	Saran Pembimbing / Hasil	Tanda Tangan
17	29/07/20	Penulisan.	- RPUsi penulisan - ACC Sidang.	
18				
19				
20				
21				

**BERITA ACARA  
BIMBINGAN SKRIPSI**

MOHAMMAD DHIMAS ERIS RAMADHAN

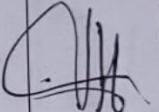
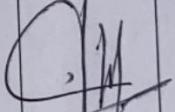
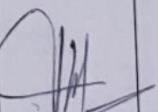
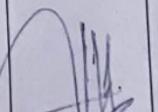
20511507

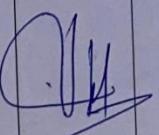
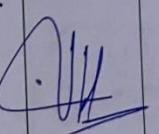
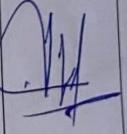
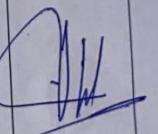
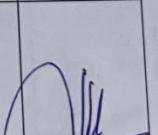
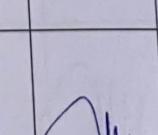
Pengaruh Material Dehidrasi Terhadap Kualitas

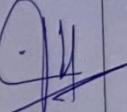
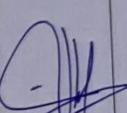
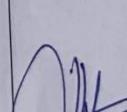
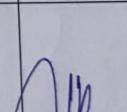
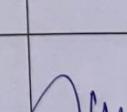
Produksi Bioetanol

Dr. Kuntang Winangun, S.Pd., M.Pd

**PROSES PEMBIMBINGAN**

No	Tanggal	Materi Yang Dikonsultasikan	Saran Pembimbing / Hasil	Tanda Tangan
1	22/11/2023	konsltasi judul	Men dapatkan saran beberapa judul.	
2	26/12/2023	Acc Judul	Men dapatkan persetujuan judul.	
3	15/01/2024	Konsltasi Bab I, II	Pembalikan Penulisan dan mendapatkan saran untuk tempat Pengolahan.	
4	18/01/2024	Konsltasi Bab I, II	Pembalikan alat uji tes yang digunakan.	

No	Tanggal	Materi Yang Dikonsultasikan	Saran Pembimbing / Hasil	Tanda Tangan
5	22/ 01/ 2024	Bab I, II, III	- Perbaikan, Revisi Penulisan - Penambahan Review Penelitian terdahulu.	
6	24/ 01/ 2024	Konsultasi Bab III	- Penambahan foto alat Pengukuran. - Revisi Penulisan.	
7	26/ 01/ 2024	Konsultasi Bab III	- Penambahan Cara Pembuatan - Revisi Penulisan.	
8	30/ 01/ 2024	ACC Sem Pro.	ACC bab III sempro	
9	08/ 05/ 24.	Bab III	REVISI SEMPRO	
10	20/ 05/ 24		- ACC BAB - konsultasi bab IV	

No	Tanggal	Materi Yang Dikonsultasikan	Saran Pembimbing / Hasil	Tanda Tangan
11	30/ 06/ 2011		- konsultasi Pengujian.	
12	0/ 07/ 2011		- konsultasi tempat Pengujian.	
13	22/ 07/ 2011		- REVISI Penulisan. -	
14	23/ 07/ 2011		- REVISI GRAFIK BAB II - REVISI TABEL.	
15	29/ 07/ 2011		- REVISI Penulisan BAB II SARAN DAN KESIMPULAN.	
16	31/ 07/ 2011		Acc Sidang.	

## **HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN**

### **MOTTO**

Carilah ilmu tanpa henti karena kepuasan diri terletak pada perjalanan ilmu.

Jangan pernah engkau menyerah atas ke ilmuanmu yang akan menjadi kunci hidup. Kunci keilmuan ada di setiap langkah perjalananmu, selagi kamu mau berusaha dan pantang menyerah demi sebuah suksesan di hari yang akan datang.

Belajarlah berfikir kritis, dapat merubah pola fikir kita masa yang tunggu kesuksesan itu. Kegagalan akan merubah cara berfikir yang lebih baik mereka yang berfikir tanpa bertindak dan yang menyerah sebelum memulai.

### **PERSEMBAHAN**

Puji syukur Alhamdulillah kepada-Mu Ya Allah, Engkau telah memberikan kelancaran di setiap langkahku, dan shalawat serta salam selalu kita panjatkan kepada nabi Muhammad SAW sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.

Dengan segenap cinta dan kasih, ku persembahkan untuk Ayah dan Ibuku.

Terimakasih yang tidak bisa diukur atas limpahan doa, kasih sayang, dan semangat motivasi baik itu moral dan material yang sudah engkau berikan hingga saat ini. Semoga Allah SWT selalu melimpahkan rahmat dan hidayah untuk beliau serta selalu mendapatkan Ridho-Nya, Aamiin dan tak lupa terimakasih banyak untuk kekasih saya yang telah memberi semangat motivasi serta dukungan sehingga skripsi ini dapat terselesaikan

## **PENGARUH MATERIAL DEHIDRASI TERHADAP KUALITAS PRODUKSI BIOETANOL**

Mohammad Dhimas Eris Ramadhan, Sudarno, Kuntang Winangun

Program Studi S1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik,

Universitas

Muhammadiyah Ponorogo

e-mail :

---

dimaseris48@gmail.com

---

### **ABSTRAK**

Di negara Indonesia konsumsi akan bahan bakar minyak bumi mengalami peningkatan dari tahun ke tahun, hal ini dapat membahayakan ketersediaanya. Salah satu alternatif pengganti bahan bakar fosil dengan bioenergi. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh material pemurnian bioetanol dasar, khususnya, terhadap kualitas produksi bioetanol. Tiga parameter utama yang dianalisis melibatkan pengaruh material dehidrasi dari arang, batu zeloit dan pasir slica bahan dasar umbi suweg dan porang terhadap Bomb calorimeter dan kadar alkohol, dalam proses produksi bioetanol. Metode penelitian melibatkan variasi material pemurnian sebagai bahan baku dalam eksperimen produksi bioetanol, yang kemudian dianalisis untuk menentukan dampaknya pada karakteristik bioetanol yang dihasilkan. Hasil penelitian ini pada zeolit menghasilkan kadar etanol sebesar 85% dengan nilai bomb calorimeter 16935.84 J/gram, arang memperoleh kadar etanol 83% dengan nilai bomb calorimeter 16243.93 J/gram, sementara pasir silika menghasilkan kadar etanol sebesar 87% dengan nilai bomb calorimeter 18103.40 J/gram. Sementara pada pembakaran bioetanol memperoleh waktu nyala api 6 menit 3 detik pada pasir silika, zeolit 5 menit 40 detik, dan pada arang 5 menit 29 detik.

**Kata Kunci : Bioetanol, pengaruh material, pasir silica, arang, zeolit.**

## **KATA PENGANTAR**

Assalamu'alaikum Wr.Wb

Puji syukur kepada Allah atas berkat dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul “Pengaruh Material Dehidrasi Terhadap Kualitas Bioetanol”. Adapun tujuan penulisan skripsi ini adalah untuk melengkapi persyaratan guna memperoleh Gelar Sarjana pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Ponorogo.

Dalam penyusunan skripsi ini, penulis mendapat banyak bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Dalam kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Bapak Edy Kurniawan, S.T., M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Ponorogo.
2. Bapak Yoyok Winardi, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Ponorogo.
3. Bapak Sudarno, S.T., M.T., dan Bapak Dr. Kuntang Winangun, S.Pd., M.Pd. selaku dosen pembimbing yang memberikan arahan penyusunan skripsi.
4. Bapak Sukamto,S.Si selaku Kepala Lab SMKN 3 Madiun, yang telah membantu penyelesaian proses penelitian.
5. Bapak Wahyu Alfiansyah, S.T. selaku kepala Lab Universitas Muhammadiyah Sidoarjo yang telah memberikan izin pengambilan data pengujian.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih terdapat kekurangan. Oleh karena itu, diperlukan kritik dan saran pembaca yang bersifat membangun. Akhir kata, penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang membutuhkan. Wassalamu'alaikum Wr.Wb.

Ponorogo, 25 Juli 2024

Mahasiswa,

Mohammad Dhimas Eris Ramadhan

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN PENGESAHAN .....</b>	Error! Bookmark not defined.
<b>PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI .....</b>	<b>ii</b>
<b>BERITA ACARA UJIAN.....</b>	<b>iii</b>
<b>HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN .....</b>	<b>xii</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>xiii</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>xv</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xvii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xviii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	5
1.4 Batasan Masalah.....	5
1.5 Manfaat Penelitian.....	5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>7</b>
2.1 Review Penelitian Sebelumnya .....	7
2.2 Bahan Bakar .....	11
2.3 Bioetanol .....	12
2.4 Umbi Suweg dan Porang.....	13
2.5 Fermentasi .....	14
2.6 Destilasi.....	14
2.7 Arang .....	14
2.8 Pasir Silica.....	15
2.9 Batu Zeolit.....	15
2.10 Dehidrasi Bioetanol.....	16
2.11 Pengujian Alkohol Meter .....	17
2.12 Bomb Calorimeter .....	17
2.13 Perhitungan Kalor .....	18
2.14 Nyala Bioetanol.....	18

<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>18</b>
3.1    Waktu dan Tempat.....	18
<b>3.1.1 Waktu Pelaksanaan .....</b>	<b>18</b>
<b>3.1.2 Tempat Penelitian .....</b>	<b>18</b>
3.2    Bahan: .....	18
3.3    Alat Pembuatan.....	20
3.4    Alat Pengujian .....	23
3.5    Proses Pengujian Pengaruh Bahan Dasar Bioetanol.....	26
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>28</b>
4.1 Hasil Pengujian Alkohol Meter.....	28
4.2 Hasil Pengujian Bomb Calori Meter .....	31
4.3 Lama Nyala Api Pada Bioetanol .....	33
<b>BAB V PENUTUP.....</b>	<b>37</b>
5.1 Kesimpulan.....	37
5.2 Saran .....	38
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>39</b>
<b>Lampiran .....</b>	<b>41</b>

## **DAFTAR GAMBAR**

Gambar 3.1 Umbi Suweg .....	19
Gambar 3.2 Umbi Porang .....	19
Gambar 3.3 Oven .....	20
Gambar 3.4 Blender .....	21
Gambar 3.5 Selang Destilasi .....	21
Gambar 3.6 Cawan .....	21
Gambar 3.7 Alat Destilator .....	22
Gambar 3.9 Kompor listrik .....	22
Gambar 3.10 Timbangan .....	22
Gambar 3.11 Saringan .....	23
Gambar 3.12 Peralatan gelas .....	23
Gambar 3.13 Mesin Bomb Calorimeter .....	24
Gambar 3.14 Alat pengukur kadar alkohol .....	25
Gambar 3.15 Diagram Alir Proses pengujian pengaruh bahan dasar bioetanol ...	26
Gambar 4. 1 Grafik kadar alkohol .....	28
Gambar 4. 2 Pengecekan kadar etanol 83% pada arang .....	29
Gambar 4. 3 Pengecekan kadar etanol 85% pada zeolit .....	29
Gambar 4. 4 Pengecekan kadar etanol 87% pada pasir silika .....	30
Gambar 4. 5 Grafik Hasil Uji Nilai Kalor .....	32
Gambar 4. 6 Bioetanol 65 ml .....	33
Gambar 4. 7 Waktu nyala api pada pasir slica .....	34
Gambar 4. 8 Waktu nyala api pada zeolit .....	34
Gambar 4. 9 Waktu nyala api pada arang .....	34
Gambar 4. 10 Grafik Lama nyala api pembakaran bioetanol .....	35

## **DAFTAR TABEL**

Tabel 2. 1 Sifat fisik bioetanol pada 20oC dan 1 atm [1] .....	13
Tabel 4. 1 Hasil analisis fermentasi umbi suweg dan porang .....	28
Tabel 4.2 Hasil Pengujian Nilai Kalor .....	31
Tabel 4. 3 Lama nyala api pembakaran bioetanol.....	35

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1. Latar Belakang**

Ketersediaan bahan bakar minyak di Indonesia terancam karena peningkatan penggunaan tahunan. Data dari ESDM menunjukkan bahwa Indonesia hanya memiliki sekitar 9 miliar barel cadangan minyak. Jika cadangan minyak negara ini tidak diperbarui, penggunaan minyak oleh masyarakat Indonesia akan mencapai 1,3 juta barel setiap tahunnya. Penggunaan bahan bakar alternatif yang dapat diperbarui dan konservasi energi merupakan dua cara untuk mengurangi penggunaan minyak bumi oleh masyarakat. Sumber energi ini diprediksi akan habis dalam satu abad ke depan jika penggunaan terus berlanjut seperti saat ini. Bioenergi merupakan salah satu pengganti bahan bakar fosil yang kini sedang banyak diteliti karena sangat menguntungkan secara ekonomi dan telah digunakan oleh beberapa negara Eropa di masa lalu[1]. Selama matahari bersinar, udara tersedia, oksigen berlimpah, dan kita membudidayakan tanaman untuk bioetanol, seperti singkong, ubi jalar, tebu, jagung, porang, sagu, aren, nipah, suweg, kelapa, dan padi, maka bioetanol merupakan bahan bakar yang dapat diperbarui

Salah satu keuntungan dari penggunaan bioetanol adalah bahwa bioetanol dapat dibuat dari berbagai sumber biomassa, seperti tanaman pangan dan biomassa lignoselulosa termasuk limbah perkebunan, limbah pertanian, dan residu dari pengolahan hasil hutan. Karena pembakaran bioetanol menghasilkan gas rumah kaca yang jauh lebih sedikit dibandingkan dengan pembakaran bensin, maka penggunaannya juga berkontribusi dalam mengurangi efek pemanasan global. Ada tiga jenis bahan baku yang digunakan dalam pembuatan bioetanol: selulosa, pati, dan gula. Pati umbi porang merupakan salah satu jenis pati yang dapat digunakan sebagai bahan baku bioetanol[2].

Dari hasil uji pada penelitian lainnya, alat *dehydrator* telah dapat

meningkatkan konsentrasi bioetanol berkisar antara 84-90 %, namun terdapat kesulitan dalam memasukkan umpan bioetanol ke dalam tangki dan adsorben ke dalam kolom dihidrator. Dilihat dari tingkat kemurniannya berarti tingkat kemurnian bioetanol masih rendah. Selain itu diperlukan modifikasi alat untuk mempermudah operasional pemurnian, sehingga lebih mudah untuk diterapkan pada skala produksi. Kapur tohor (CaO), arang dan pasir silica. Dengan menggunakan adsorben ini diharapkan dapat diterapkan untuk pemurnian bioetanol pada skala kerakyatan sehingga mampu mewujudkan masyarakat mandiri energi. Penggunaan adsorben seperti kapur tohor (CaO), batu kapur ( $\text{CaCO}_3$ ), arang dan pasir silica tidak langsung dapat dipergunakan karena kemampuan adsorbsinya rendah. Kemampuan mengadsorpsi sangat tergantung kepada ukuran partikel dan kondisi aktivasi. Metode aktivasi dapat dilakukan secara fisika, kimia, ataupun merupakan gabungan antara fisika dengan kimia. Untuk meningkatkan kemampuan adsorbsinya, maka dalam penelitian ini akan dicoba menentukan ukuran dan kondisi aktivasi yang tepat untuk masing-masing adsorben [3].

Umbi suweg memiliki masa manfaat yang memungkinkan untuk digunakan sebagai bahan baku produksi bioetanol, sehingga memungkinkan masyarakat untuk membudidayakannya. Hal ini memberikan nilai tambah pada umbi suweg karena dapat digunakan sebagai bahan pangan selain sebagai bioetanol. Selain itu, umbi-umbian tersebut dapat digunakan sebagai model untuk produksi massal bahan bakar alternatif baru untuk membantu Indonesia mengatasi kekurangan bahan bakar dengan menciptakan bioetanol, yang dapat dicampur dengan bensin di masa depan untuk menciptakan biopremium.[4]

Meskipun porang adalah tanaman penghasil umbi yang tumbuh liar dan terkenal di Indonesia, namun tanaman ini tidak umum digunakan. Umbi porang terdiri dari umbi kodok (bulbil) di pangkal setiap cabang atau tangkai daun dan umbi batang yang tertimbun di dalam tanah. Umbi yang paling sering digunakan adalah umbi batang yang besar dan bulat, dengan warna kuning kusam atau kuning kecoklatan. [5]. Asam dan basa mempunyai ion hydrogen bebas dan ion alkali bebas. Besarnya konsentrasi ion H<sup>+</sup> dalam

larutan disebut derajat keasaman. Untuk menyatakan derajat keasaman suatu larutan dipakai pengertian pH [6]

Alkohol ( $C_2H_5OH$ ) adalah cairan transparan, tidak berwarna, cairan yang mudah bergerak, mudah menguap, dapat bercampur dengan air, eter, dan kloroform, diperoleh melalui fermentasi karbohidrat dari ragi. Setelah air, alkohol merupakan zat pelarut dan bahan dasar paling umum yang digunakan di laboratorium dan di dalam industri kimia. Etil alkohol dapat dibuat dari apa saja yang dapat difermentasi oleh khamir. Salah satu pemanfaatan khamir yang paling penting dan paling terkenal adalah produk etil alkohol dari karbohidrat. Proses fermentasi ini dimanfaatkan oleh para pembuat bir, roti, anggur, bahan kimia, para ibu rumah tangga, dan lain-lain. [7]

Ragi anaerobik adalah jenis ragi yang digunakan dalam proses fermentasi bioetanol. Ragi akan dengan cepat memfermentasi substrat menjadi gula dalam kondisi anaerobik, dan akan segera berubah menjadi etanol. Ragi tape digunakan dalam penelitian ini sebagai mikroba pembentuk etanol. Karena ragi tape sudah tersedia dan sangat komersial, maka ragi ini digunakan. Ragi roti (*Saccharomyces cerevisiae*) dan ragi tape digunakan dalam metode fermentasi penelitian ini. Karena dapat menghasilkan alkohol dengan konsentrasi tinggi dan mengalami fermentasi spontan, *Saccharomyces cerevisiae* merupakan ragi yang signifikan dalam fermentasi utama dan akhir [8]

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengurangi ketergantungan Indonesia terhadap minyak bumi, yang telah menipis sejak Perang Dunia Kedua. Bioetanol memiliki sejumlah keunggulan dibandingkan bensin, termasuk lebih aman, memiliki titik nyala yang lebih tinggi, dan menghasilkan lebih sedikit gas rumah kaca. Bioetanol dapat dicampur dengan bahan bakar pertalite untuk meningkatkan kualitasnya dan menghasilkan biopertalite. Menambahkan bioetanol ke dalam bahan bakar memiliki beberapa tujuan: bioetanol dapat bertindak sebagai penguat oktan, meningkatkan efisiensi mesin dan bahan bakar; bioetanol juga dapat bertindak sebagai agen oksigenasi, mengurangi polusi udara dan mendorong

pembakaran yang sempurna; dan terakhir, bioetanol dapat bertindak sebagai pemanjangan bahan bakar, sehingga menghemat bahan bakar fosil[5]

Salah satu faktor yang mempengaruhi kadar alkohol yang dihasilkan dari fermentasi kulit nanas adalah dari metode distilasi yang digunakan. Berdasarkan penelitian lainnya, bahwa perolehan nilai kadar etanol distillat tertinggi pada penelitian pemurnian etanol hasil fermentasi kulit nanas menggunakan distilasi vakum yaitu sebesar 21,250% dengan suhu distilasi 50°C. Titik didih etanol berada pada suhu antara 70°C–78°C. Namun pada alat ini, distilasi dengan suhu tersebut tidak menunjukkan efektifitas kinerja alat yang baik. Hal ini disebabkan karena tidak terdapat keseimbangan antara jumlah etanol dan uap air yang terdistilasi. Suhu 90°C adalah suhu optimal alat ini, dengan waktu distilasi selama 40 menit dapat memberikan pengaruh nyata terhadap kadar etanol destilat. Kadar etanol optimum yang dihasilkan oleh alat ini sebesar 44 %, artinya belum mencapai sebagai bioetanol skala industri. Namun apabila hasil tadi dilakukan distilasi kembali, maka hasil terprediksi bisa mencapai 96,5 – 99 % dengan teknik distilasi refluks. Dengan waktu 40 menit rata-rata dapat menghasilkan volume distillat sebesar 78 ml. Bahan baku kulit nanas sebanyak 7 kg dapat menghasilkan 1 liter sari kulit nanas lalu kemudian diperlakukan dengan komposisi ragi dan waktu tertentu. Setelah itu dilakukan proses distilasi dan didapatkan hasil yield etanol sebanyak rata-rata 72 ml sehingga effesiensi alat yang didapatkan sebesar 7,2 % [9].

## 1.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, perumusan masalah yang dibahas dalam hal ini adalah:

1. Bagaimana pengaruh material dehidrasi terhadap Bomb Calorimeter produksi bioetanol.
2. Bagaimana pengaruh material dehidrasi terhadap Kadar etanol produksi bioetanol.

### **1.3. Tujuan Penelitian**

1. Menemukan pengaruh material dehidrasi terhadap Bomb Calori meter pada produksi bioetanol.
2. Menemukan pengaruh material dehidrasi terhadap kadar etanol pada produksi bioetanol.

### **1.4. Batasan Masalah**

Penulis membatasi masalah agar tidak meluasnya cakupan dalam permasalahan yang ada dan dikarenakan waktu yang terbatas, berikut adalah Batasan masalah:

1. Tidak mengamati tentang pertumbuhan mikroba selama fermentasi.
2. Tidak menganalisis tentang asam- asam organik yang dihasilkan selama fermentasi.
3. Pembuatan bietanol dilakukan hingga proses dehidrasi menggunakan alat distilasi sederhana.
4. Material dehidrasi divariasikan yaitu menggunakan arang, zeloit, dan pasir silika.

### **1.5. Manfaat Penelitian**

1. Bagi pemerintah, bisa mengurangi penggunaan bahan bakar minyak bumi yang sudah mulai habis dan menggantinya dengan bahan bakar nabati.
2. Bagi mahasiswa, bisa melakukan proses pembuatan dan proses dehidrasi bioetanol dari umbi porang dan umbi suweg. Bagi masyarakat, bisa memanfaatkan umbi porang dan suweg dapat digunakan untuk membuat bioetanol
3. Bagi Universitas Muhammadiyah Ponorogo menambah, menambah data dan ilmu tentang proses dehidrasi bioetanol dari Umbi porang dan umbi suweg.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1. Review Penelitian Sebelumnya**

Di Indonesia, bioetanol merupakan salah satu alternatif pengganti sumber energi ramah lingkungan. Studi yang dibahas dalam jurnal ini berfokus pada potensi penggunaan berbagai produk makanan dan limbah pertanian sebagai bahan baku untuk sintesis bioetanol, termasuk stroberi, kulit pisang, kulit nanas, cucian beras, batang jagung, santan, dan nira kelapa. Berbagai penelitian telah dilakukan untuk memaksimalkan prosedur hidrolisis dan fermentasi untuk mendapatkan konsentrasi etanol yang ideal dari komponen-komponen sisa ini. Temuan-temuan tersebut menunjukkan potensi yang signifikan dari produk-produk limbah ini sebagai bahan baku untuk sintesis bioetanol. Indonesia memiliki potensi yang sangat besar untuk produksi bioetanol dari berbagai tanaman pertanian dan perkebunan serta limbahnya. Karena harganya yang terjangkau dan mudah digunakan, teknik hidrolisis dan fermentasi masih menjadi pilihan utama untuk produksi bioetanol. Strategi pengelolaan limbah lainnya adalah dengan menggunakan buah, sayuran, makanan, minuman, dan limbah lainnya sebagai bahan baku untuk memproduksi bioetanol. Berbagai penelitian dan pengembangan yang berkaitan dengan bioetanol telah dilakukan dan dipublikasikan di berbagai jurnal ilmiah. Secara keseluruhan, penelitian ini menekankan pada kemungkinan memproduksi bioetanol dari bahan limbah pertanian dan makanan serta menekankan pentingnya mengoptimalkan proses fermentasi dan hidrolisis untuk memaksimalkan hasil etanol.

Jurnal ini juga menekankan pentingnya bioetanol sebagai pengganti energi yang berkelanjutan di Indonesia dan beberapa langkah dalam proses produksinya, seperti hidrolisis, fermentasi, pemurnian, dan pra-perlakuan. Studi yang dibahas dalam jurnal ini berfokus pada kemungkinan penggunaan berbagai produk makanan dan limbah pertanian sebagai bahan baku untuk sintesis bioetanol, termasuk stroberi, kulit pisang dan nanas, cucian beras,

batang jagung, santan, dan nira kelapa. Berbagai penelitian telah dilakukan untuk memaksimalkan prosedur hidrolisis dan fermentasi untuk mendapatkan konsentrasi etanol yang ideal dari komponen-komponen sisa ini.

Menurut hasil penelitian, bahan limbah memiliki potensi yang signifikan sebagai bahan baku pembuatan bioetanol. Indonesia memiliki potensi yang sangat besar untuk produksi bioetanol dari berbagai tanaman pertanian dan perkebunan serta limbahnya. Karena keterjangkauan dan kesederhanaan penggunaannya, teknik hidrolisis dan fermentasi terus menjadi pilihan utama untuk produksi bioetanol. Strategi pengelolaan limbah lainnya adalah dengan menggunakan buah, sayuran, makanan, minuman, dan limbah lainnya sebagai bahan baku untuk memproduksi bioetanol. Sejumlah penelitian dan pengembangan bioetanol telah dilakukan dan dipublikasikan di berbagai jurnal ilmiah. Secara keseluruhan, penelitian ini menyoroti potensi pemanfaatan bahan limbah pertanian dan makanan untuk produksi bioetanol, menekankan pentingnya mengoptimalkan proses hidrolisis dan fermentasi untuk memaksimalkan produksi etanol. Selain itu, hal ini juga menggarisbawahi pentingnya bioetanol sebagai alternatif energi ramah lingkungan di Indonesia dan berbagai tahapan yang terlibat dalam produksinya, termasuk pretreatment, hidrolisis, fermentasi, dan pemurnian.

Studi yang tercakup dalam jurnal ini berfokus pada kemungkinan penggunaan berbagai produk limbah makanan dan pertanian sebagai bahan baku untuk sintesis bioetanol, termasuk stroberi, kulit pisang dan nanas, cucian beras, batang jagung, santan, dan sari kelapa. Berbagai penelitian telah dilakukan untuk memaksimalkan prosedur hidrolisis dan fermentasi untuk mendapatkan konsentrasi etanol yang ideal dari komponen-komponen sisa ini. Bahan limbah ini menawarkan banyak potensi sebagai bahan baku untuk sintesis bioetanol, menurut hasil penelitian [3]. Indonesia memiliki potensi yang sangat besar untuk produksi bioetanol dari berbagai tanaman pertanian dan perkebunan dan limbahnya. Karena keterjangkauan dan kesederhanaan penggunaannya, teknik hidrolisis dan fermentasi terus menjadi pilihan utama untuk produksi bioetanol. Strategi pengelolaan limbah lainnya adalah dengan menggunakan buah, sayuran, makanan, minuman, dan limbah lainnya

sebagai bahan baku untuk memproduksi bioetanol.

Berbagai penelitian dan pengembangan bioetanol telah dilakukan dan dipublikasikan di berbagai jurnal ilmiah. Secara keseluruhan, penelitian ini menyoroti potensi pemanfaatan bahan limbah pertanian dan makanan untuk produksi bioetanol, menekankan pentingnya mengoptimalkan proses hidrolisis dan fermentasi untuk memaksimalkan produksi etanol. Selain itu, hal ini menggarisbawahi pentingnya bioetanol sebagai alternatif energi ramah lingkungan di Indonesia dan berbagai tahapan yang terlibat dalam produksinya, termasuk pretreatment, hidrolisis, fermentasi, dan pemurnian pertanian dan pangan, seperti kulit pisang, kulit nanas, cucian beras, batang jagung, santan, nira kelapa, dan stroberi, sebagai bahan baku bioetanol. Produksi.

Berbagai penelitian telah dilakukan untuk memaksimalkan prosedur hidrolisis dan fermentasi untuk mencapai konsentrasi etanol yang ideal dari komponen sisa ini. Menurut hasil penelitian, bahan limbah ini memiliki potensi yang signifikan sebagai bahan baku pembuatan bioetanol. Indonesia memiliki potensi yang sangat besar untuk produksi bioetanol dari berbagai tanaman pertanian dan perkebunan serta limbahnya. Karena harganya yang terjangkau dan mudah digunakan, teknik hidrolisis dan fermentasi masih menjadi pilihan utama untuk produksi bioetanol. Cara lain untuk mengelola limbah adalah dengan menggunakan buah, sayuran, makanan, minuman, dan limbah lainnya sebagai bahan baku untuk memproduksi bioetanol. Sejumlah penelitian dan pengembangan bioetanol telah dilakukan dan dipublikasikan di berbagai jurnal ilmiah. Secara keseluruhan, penelitian ini menyoroti potensi pemanfaatan bahan limbah pertanian dan makanan untuk produksi bioetanol, menekankan pentingnya mengoptimalkan proses hidrolisis dan fermentasi untuk memaksimalkan produksi etanol. Selain itu, hal ini juga menggarisbawahi pentingnya bioetanol sebagai alternatif energi ramah lingkungan di Indonesia dan berbagai tahapan yang terlibat dalam produksinya, termasuk pretreatment, hidrolisis, fermentasi, dan pemurnian[10]

Proses pretreatment melibatkan penggunaan air panas cair dan uap untuk

mengubah ampas tebu menjadi etanol. Proses hidrolisis dilakukan dengan menggunakan larutan HCl dan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, dilanjutkan dengan filtrasi dan pengukuran glukosa menggunakan spektrometer UV-vis. Selanjutnya proses fermentasi diawali dengan penambahan NaOH dan amonium sulfat, dilanjutkan dengan pasteurisasi dan penambahan ragi

Proses distilasi kemudian digunakan untuk memisahkan etanol dari larutan fermentasi, dan kadar etanol diukur menggunakan alkohol meter. Hidrolisis juga dianalisis kandungan glukosanya menggunakan metode anthrone yang melibatkan penggunaan larutan standar dan larutan blanko. Terakhir, proses pemisahan dilakukan melalui penguapan dan penentuan kadar etanol menggunakan alkohol meter. Proses-proses ini selaras dengan langkah-langkah umum yang terlibat dalam produksi bioetanol, termasuk perlakuan, hidrolisis, fermentasi, distilasi, dan pemisahan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa glukosa yang dapat difерментasi menjadi etanol dibuat dengan menghidrolisis kulit singkong. pH filtrat hidrolisis dinaikkan selama proses fermentasi, dan nutrisi untuk mikroorganisme *Saccharomyces cerevisiae* ditambahkan. Lamanya fermentasi berkorelasi dengan peningkatan kadar etanol, menurut data fermentasi. Setelah 8 hari fermentasi, konsentrasi etanol tertinggi (6,00%) diperoleh dari fermentasi kulit singkong, menghasilkan kadar glukosa 9,9%. Artikel ini membahas tentang fermentasi sampah kulit singkong untuk menghasilkan bahan bakar bioetanol. Karena bioetanol berasal dari sumber pati, bioetanol dianggap sebagai bahan bakar alternatif yang ramah lingkungan. Kulit singkong kaya akan karbohidrat dan dapat difерментasi dengan bantuan mikroba untuk menghasilkan etanol yang dapat digunakan sebagai sumber energi. Perlakuan awal, hidrolisis, fermentasi, pemisahan, dan tahap persiapan semuanya termasuk dalam proses penelitian. Menurut penelitian awal, kulit singkong memiliki kandungan pati dan selulosa yang tinggi, sehingga cocok sebagai bahan baku bioetanol. Lignin yang dapat menghalangi proses fermentasi dan hidrolisis dihilangkan dengan perlakuan awal. Asam terbaik untuk hidrolisis pati ditemukan dengan menghidrolisis pati pada beberapa konsentrasi dan jenis asam. Fermentasi dilakukan dengan

bantuan ragi, sehingga menghasilkan kadar glukosa sebesar 9,9% dan konsentrasi etanol tertinggi sebesar 6,00% setelah fermentasi selama 8 hari. Proses pemisahannya melibatkan penggunaan evaporator dan pengukur alkohol untuk menentukan kandungan etanol. Sumber pertama membahas produksi bahan bakar etanol dari limbah organik dan makanan, sedangkan sumber kedua mengeksplorasi aspek heterogen hidrolisis asam selulosa[1]

## 2.2 Bahan Bakar

Bahan bakar sebagai sumber energi Bahan bakar adalah zat yang ketika dibakar dapat diubah menjadi energi karena mengandung energi panas yang dapat dimanipulasi. Mayoritas bahan bakar yang digunakan oleh manusia mengalami proses pembakaran, yang juga dikenal sebagai reaksi redoks, di mana bahan bakar bereaksi dengan oksigen di atmosfer untuk menghasilkan panas. Reaksi kimia eksotermik adalah metode lain yang digunakan bahan bakar untuk melepaskan energi. Bahan bakar yang diklasifikasikan sebagai hidrokarbon, seperti bensin dan solar, adalah bahan bakar yang paling banyak digunakan di antara manusia. Logam radioaktif juga dapat digunakan sebagai bahan bakar. Bahan-bahan yang digunakan dalam reaksi nuklir, seperti peluruhan radioaktif, fisi nuklir, atau fusi nuklir, kadang-kadang dapat dianggap sebagai bahan bakar juga.[11]

Ada dua kategori bahan bakar: pembakaran internal dan pembakaran eksternal. Bahan bakar pembakaran internal saat ini banyak digunakan untuk berbagai aplikasi, terutama di sektor transportasi. Karena bahan bakar digunakan sebagai tenaga penggerak di hampir semua kendaraan, terutama yang beroperasi di darat, bahan bakar memainkan peran penting dalam industri transportasi. Banyaknya tugas yang dapat dilakukan oleh motor bakar dengan cepat dan mudah menyebabkan konsumsi bahan bakar yang tinggi. Dengan kemajuan teknologi di industri otomotif, kendaraan bermotor sekarang dapat menggunakan bahan bakar alternatif, asalkan bahan bakar tersebut terjangkau, menghasilkan emisi yang aman bagi lingkungan, dan memiliki nilai oktan yang tinggi. Mengingat bahaya yang ditimbulkan oleh bensin yang mengandung timbal (TEL) terhadap lingkungan, maka perlu diidentifikasi alternatif yang

lebih aman dari bensin ketika menggunakan TEL sebagai bahan bakar motor. Bahan bakar premix, pertamax, dan pertamax plus dapat digunakan untuk hal ini. Penggunaan bahan bakar alternatif sangat penting untuk sementara waktu untuk mencegah krisis energi yang parah akibat menipisnya persediaan bahan bakar minyak (BBM), yang merupakan bahan bakar fosil yang menurut definisinya merupakan bahan bakar yang tidak dapat diperbarui. Bioetanol merupakan salah satu alternatif bahan bakar yang dapat digunakan.

Penggunaan bioetanol sebagai bahan bakar alternatif diharapkan dapat menggantikan bensin dan mengurangi efek emisi gas buang kendaraan. Namun. Karena bioetanol masih dalam tahap penelitian dan pengujian, bioetanol belum digunakan sebagai bahan bakar alternatif. Sebaliknya, Indonesia memiliki kekayaan sumber daya hayati yang dapat digunakan sebagai bahan baku produksi bioetanol. Etanol murni memiliki nilai kalor bersih yang tinggi yaitu 21 MJ/liter (sekitar dua pertiga dari nilai kalor bersih bensin), membuatnya sangat mudah terbakar. Hal ini menjadikannya sumber bahan bakar yang cocok[12]

### 2.3 Bioetanol

Selain biodiesel, jenis bahan bakar nabati lain yang berasal dari pengolahan tanaman adalah bioetanol. Bioetanol adalah etanol yang dibuat dengan cara memfermentasi glukosa, atau gula, dan kemudian menyuling hasilnya. Meskipun etanol yang dihasilkan dari penyulingan dapat mencapai tingkat 95% volume, etanol harus dimurnikan lebih lanjut hingga mencapai 99%, atau *fuel grade ethanol* (FGE), untuk dapat digunakan sebagai bahan bakar (biofuel). Untuk memisahkan air dari senyawa etanol selama proses pemurnian berdasarkan prinsip dehidrasi, metode *Molecular Sieve* biasanya digunakan. Bahan baku untuk produksi bioetanol seperti singkong, tebu, sagu, dan lain-lain, tersedia [13].

Salah satu bahan bakar alternatif yang memiliki keunggulan dibandingkan bensin adalah bioetanol. Berdasarkan siklus karbon, bioetanol dianggap lebih ramah lingkungan karena CO<sub>2</sub> yang dihasilkan akan diserap oleh tanaman, yang kemudian akan menggunakan tanaman tersebut sebagai bahan baku bahan bakar, dan seterusnya, sehingga mencegah penumpukan karbon di

atmosfer[14].

Dapat disimpulkan bahwa bioetanol adalah suatu cairan yang berasal dari proses fermentasi gula dari sumber karbohidrat menggunakan bantuan mikroorganisme. Bioetanol ini diperoleh dari tanaman yang mengandung komponen gula, pati, serta selulosa, dan hasilnya disebut sebagai bioetanol. Karakteristik bioetanol melibatkan kejernihan, tidak berwarna, dapat terurai secara biologis, memiliki kandungan toksitas rendah, serta tidak menimbulkan polusi udara. Bioetanol diakui sebagai bahan bakar alternatif yang menjanjikan, terutama karena bahan bakunya dapat diperoleh dari tumbuhan yang menghasilkan umbi-umbian yang mudah ditemui di Indonesia. Penggunaan bioetanol dianggap sebagai langkah penting dalam mengurangi dampak negatif dari penggunaan bahan bakar fosil, dengan potensi untuk membantu mengurangi emisi gas rumah kaca dan dampak negatif lainnya terhadap lingkungan.

**Tabel 2. 1 Sifat fisik bioetanol pada 20°C dan 1 atm [1]**

Sifat	Satuan	Nilai
Rumus Molekul	-	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH
Berat molekul	g. mol <sup>-1</sup>	46,07
Densitas	g. cm <sup>-3</sup>	0,789
Tekanan uap	kPa	5,95
Viskositas	Pa.s	0,012
<i>Flash point</i>	°C	13
Titik nyala	°C	362
<i>Heating value</i>	Cal/g	6900

## 2.4 Umbi Suweg dan Porang

Di dalam genus *Amorphophallus*, suweg (*Amorphophallus campanulatus*) berkerabat dekat dengan iles-iles dan bunga bangkai (*Amorphophallus titanum*). Karena umbinya yang sedikit mengiritasi dan bunganya yang berbau tidak sedap, tanaman ini tidak banyak digunakan di masyarakat. Tanaman suweg mudah ditemukan di pekarangan, tegalan, pinggiran hutan, di bawah tanaman tahunan pemberi naungan, dan di area yang tidak dikelola secara

intensif. Umbi suweg memiliki kandungan per 100 gram sebagai berikut: 0,1 g lemak, 15,7 g karbohidrat, 82 g air, 62 mg kalsium, 1 g protein, 69 g kalori, dan 41 m fosfor[4]

Umbi porang, yang secara ilmiah dikenal sebagai *Amorphophallus oncophyllus* dan merupakan anggota keluarga Araceae, adalah varietas umbi-umbian yang memiliki masa depan yang menjanjikan di Indonesia. Umbi ini tersedia secara luas namun belum dimanfaatkan secara maksimal karena hanya dibuat menjadi tepung atau keripik. Umbi porang memiliki nilai gizi sebagai berikut: 43,57% karbohidrat, 12,42% protein, 11,07% air, 8,84% abu, dan 1,48% lemak. Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan di atas, penulis bekerja sama untuk melakukan penelitian tentang produksi bioetanol, dengan fokus pada peran jumlah ragi dalam pemilihan teknik fermentasi yang optimal untuk menghasilkan jumlah bioetanol yang maksimal dan kelayakan produksi bioetanol dari umbi porang secara ekonomi. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan jumlah ragi yang optimal untuk mencapai kandungan bioetanol terbesar selama fermentasi dan untuk menilai kelayakan produksi bahan bakar bioetanol dari umbi porang dari segi ekonomi [2]

## 2.5 Fermentasi

Tujuan dari proses degradasi yang dikenal sebagai fermentasi adalah untuk mengubah substrat menjadi produk yang diinginkan dengan menggunakan mikroorganisme. Apa pun yang ditangani dengan penambahan mikroorganisme atau enzim untuk menyebabkan perubahan biokimia yang akan menyebabkan perubahan besar disebut sebagai fermentasi[15].

## 2.6 Destilasi

Etanol murni memiliki titik didih 78°C. Distilasi, juga dikenal sebagai pemisahan dengan cara didih, adalah proses pemisahan komponen larutan. Metode distilasi ini dapat digunakan untuk mendapatkan kadar etanol.[16]. Distilasi di lakukan sebanyak 2 kali dan di lakukan di smkn 3 Madiun dan distilasi pertama menghasilkan 12% dan destilasi ke dua menghasilkan 30%.

## 2.7 Arang

Proses karbonisasi, yang merupakan proses pembakaran tidak sempurna

yang menyisakan bahan yang hanya berkarbonasi dan tidak teroksidasi, menghasilkan arang, bahan padat berpori yang terbakar pada suhu tinggi. Mayoritas pori-pori arang masih terisi oleh ter, hidrokarbon, dan zat organik lainnya[17].

Proses karbonisasi dan proses aktivasi adalah dua langkah dalam produksi arang aktif. Proses pembakaran biomassa dengan sedikit oksigen menggunakan peralatan pirolisis disebut karbonisasi. Aktivasi adalah proses membuat arang menjadi lebih berpori pada permukaannya untuk meningkatkan kemampuannya dalam menyerap cairan dan gas (dengan menghilangkan hidrokarbon). Ada dua pendekatan dasar untuk proses aktivasi: metode kimia dan fisika. Bahan baku yang digunakan, zat pengaktif, suhu, dan proses aktivasi semuanya mempengaruhi kualitas arang aktif.[18].

## 2.8 Pasir Silica

Pasir silika tinggi juga dikenal sebagai pasir kuarsa atau pasir silika. Pasir putih, atau pasir silika, adalah hasil sampingan dari pelapukan batuan yang mengandung mineral penting seperti feldspar dan silikon dioksida. Oksida besi, kalsium oksida, magnesium oksida, alkali oksida, tanah liat, dan bahan organik dari pelapukan sisa-sisa tanaman dan hewan adalah beberapa kontaminan yang biasanya ditemukan dalam pasir silika. Dalam senyawa kimia, silika disebut sebagai silikon dioksida dan memiliki rumus kimia  $\text{SiO}_2$  adalah kombinasi heterogen dengan karakteristik yang menarik dalam berbagai kondisi dan ukuran.[19]

## 2.9 Batu Zeolit

Zeolit adalah zat yang konstituen utamanya adalah konfigurasi tetrahedra dari kation Si dan oksida Al yang dihubungkan dengan ion oksigen untuk menciptakan unit sekunder dalam dua dan tiga dimensi. Dengan pengendapan dan adsorpsi permukaan, zeolit dapat menghilangkan berbagai gas, logam, dan radionuklida dari cairan bersama dengan zat organik dan anorganik. Zeolit memiliki luas permukaan yang sangat besar karena bentuk kristalnya yang sangat seragam dan rongga-rongga yang terhubung ke segala

arah. Sifat ini membuatnya ideal untuk digunakan sebagai katalis, adsorpsi, dan agen penukar kation.[20].

Zeolit adalah zat yang memiliki struktur dasar aluminosilikat terhidrasi, dengan empat anion oksigen di sekitar susunan tetrahedral kation silikon ( $\text{Si}^{4+}$ ) dan aluminium ( $\text{Al}^{3+}$ ). Bersama-sama, elemen-elemen ini menciptakan makromolekul yang terdiri dari  $\text{SiO}_2$  dan  $\text{AlO}_2$  dalam kerangka tiga dimensi tetrahedral. Zeolit adalah zat berpori yang memiliki diameter antara 2 dan 13 Å. Tanpa mengubah struktur kristal dasar, difusi dan pengangkutan ion atau molekul ke dalam dan ke luar struktur pori zeolit menjadi lebih mudah karena keragaman bentuk dan koneksi struktur pori. Dibandingkan dengan zeolit sintetis, bahan ini memiliki ukuran partikel yang lebih besar dan luas permukaan spesifik yang sangat besar hingga  $400 \text{ m}^2\text{g}^{-1}$ , di mana sebagian besar adalah area internal. [21]

## 2.10 Dehidrasi Bioetanol

Sebelum proses Dehidrasi di lakukan kadar alkohol yang awalnya hanya mampu menghasilkan 40% alkohol dengan perlakuan yang sama dengan bahan dehidrasi pasir silika, zeolit dan arang. Hanya etanol dengan persentase 95%, atau berpotensi kurang dari 97,20%, yang dapat diproduksi dengan proses distilasi. Dengan menggunakan katalis  $\text{SiO}_2$  padat yang dilapisi asam fosfat, molekul alkena dihidrasi dengan uap air untuk menghasilkan etanol dalam skala industri. Reagen terus dituangkan di atas katalis untuk menyelesaikan proses produksi. Ketersediaan bahan baku membatasi teknik ini, yang menghasilkan etanol dengan kemurnian tinggi dengan cepat. Etanol murni memiliki titik didih  $78^\circ\text{C}$ , sedangkan air memiliki titik didih  $100^\circ\text{C}$ . Etanol menguap lebih dulu daripada air pada suhu  $78^\circ\text{C}$ . Sebuah pipa yang terendam air digunakan untuk mengalirkan uap etanol, yang kemudian mengembun dan diubah kembali menjadi etanol cair. Penguapan cairan menjadi uap dan kondensasi, atau proses mengubah uap menjadi cairan, keduanya membutuhkan pergeseran fase cairan dengan koefisien perpindahan panas yang tinggi. Ketika padatan yang lebih dingin dari suhu jenuhnya bersentuhan dengan uap jenuh, seperti uap, kondensasi terjadi, membentuk cairan, seperti air. Tekanan yang lebih rendah selama proses distilasi dapat menurunkan titik

didih senyawa dan memungkinkan distilasi pada suhu yang lebih rendah ketika ada perbedaan yang signifikan dalam titik didih [22].

Distilasi atau penyulingan adalah suatu metode pemisahan larutan berdasarkan perbedaan titik didih. Titik didih etanol murni adalah 78°C. Proses distilasi akan meningkatkan kandungan etanol hingga 95%. Sisa air yang masih ada dihilangkan dengan proses dehidrasi hingga kandungan etanol mencapai 99,5% [23].

## 2.11 Pengujian Alkohol Meter

Pengujian kadar alkohol dalam bioetanol sangat penting karena berbagai alasan utama. Pertama, kadar alkohol menentukan kualitas akhir produk bioetanol, yang krusial baik untuk aplikasi bahan bakar maupun industri farmasi, mengingat standar kekuatan, kestabilan, dan kemurniannya. Kedua, dalam konteks bahan bakar, kadar alkohol mempengaruhi efisiensi pembakaran dan performa mesin; tingkat yang tidak tepat dapat mengurangi efisiensi atau menyebabkan kerusakan pada mesin. Ketiga, dari segi keselamatan, penggunaan bioetanol dengan kadar alkohol yang tidak sesuai dapat membawa risiko dalam aplikasi non-bahan bakar seperti produk farmasi atau kosmetik. Keempat, pengujian diperlukan untuk memastikan kepatuhan terhadap regulasi yang berlaku di banyak negara terkait dengan kadar alkohol dalam bioetanol. Terakhir, dengan melakukan pengujian secara teratur, produsen dapat memastikan konsistensi produksi bioetanol yang memenuhi standar yang ditetapkan, menggunakan metode analisis kimia seperti kromatografi gas atau spektroskopi inframerah. Dengan rumus molekul C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH, etanol, yang sering dikenal sebagai hidroksil alkohol, adalah turunan dari senyawa hidroksil atau gugus OH. Alkohol adalah istilah luas yang sering digunakan untuk zat ini. Kualitas etanol tidak berwarna, mudah menguap, dan larut dalam air [24].

## 2.12 Bomb Calorimeter

Kalorimeter bom digunakan untuk menentukan nilai kalor bahan bakar. Nilai kalor tertinggi (HHV) dan nilai kalor terendah (LHV) adalah nilai kalor

yang ditentukan dengan menggunakan kalorimeter bom. Perhitungan nilai kalor bruto didasarkan pada ASTM D240. Dari pengujian ini dapat dihitung energi ekuivalen bom dan panas yang diserap oleh air dalam kalorimeter bom[25].

## 2.13 Perhitungan Kalor

Benzoic Acid berfungsi sebagai standar penghitungan nilai kalor yang digunakan pada Alat Bomb Calorimeter Type XRY-1A.

**Rumus menghitung bomb calorimeter sebagai berikut :**

$$E = \frac{Q_1 M_1 + 40}{\Delta T} \dots \quad (1)$$

## Keterangan:

$E$  = Kapasitas panas pada alat ( $J/^\circ C$ )

$Q_1$  = Nilai standart kalor benzoic acid (J/g)

$M_1$  = Berat sampel benzoic acid (gram)

40 = Panas tambahan (Sisa pembakaran dan sisa kawat)

$\Delta T \equiv$  Perbedaan suhu awal dan akhir ( $^{\circ}\text{C}$ )

$$Q = \frac{E \cdot \Delta T - 40}{M} \dots \dots \dots \quad (2)$$

## Keterangan:

$Q \equiv \text{Nilai kalor pada sampel}(J/g)$

$E$  = Kapasitas panas pada alat ( $J/^\circ\text{C}$ )

$\Delta T$  = Perbedaan suhu awal dan akhir ( $^{\circ}\text{C}$ )

40 = Panas tambahan (Sisa pembakaran dan sisa kawat)

*M* = Berat pada sampel benda uji (gram)

## 2.14 Nyalala Bioetanol

Nyala api pada pembakaran bioetanol terjadi karena reaksi kimia antara bioetanol ( $C_2H_5OH$ ) dan oksigen ( $O_2$ ) di udara. Dalam reaksi ini, bioetanol bereaksi dengan oksigen untuk menghasilkan karbon dioksida ( $CO_2$ ) dan air ( $H_2O$ ), sambil melepaskan energi dalam bentuk panas dan cahaya. Energi ini tampak sebagai nyala api. Nyala api bioetanol biasanya berwarna biru pucat, yang menandakan pembakaran yang bersih dan efisien. Warna biru ini

disebabkan oleh tingginya suhu pembakaran serta rendahnya kandungan karbon dalam bioetanol, sehingga mengurangi pembentukan partikel karbon atau jelaga yang biasanya menyebabkan api berwarna oranye atau kuning. Selain itu, bioetanol memiliki tekanan uap yang tinggi dan mudah terbakar, sehingga pembakarannya berlangsung cepat saat terkena sumber api. Kecepatan pembakaran yang tinggi ini membuat nyala api bioetanol tampak konsisten dan stabil.

## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1 Waktu dan Tempat**

##### **3.1.1 Waktu Pelaksanaan**

Pembuatan bioethanol dan pengujian dilaksanakan pada bulan Mei sampai Juli 2024.

##### **3.1.2 Tempat Penelitian**

- a. Laboratorium Fakultas Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Ponorogo.
- b. Laboratorium Fakultas Teknik mesin Universitas Muhammadiyah Sidoarjo
- c. Laboratorium Pengawasan mutu pangan Smkn 3 Madiun

#### **3.2 Bahan:**

##### **1. Umbi Suweg dan Umbi Porang**

Suweg (*Amorphophallus Campanulatus*) dan porang (*Amorphophallus Oncophyllus*) digunakan sebagai bahan dasar bioetanol karena memiliki beberapa keunggulan sebagai tanaman penghasil etanol. Keduanya mengandung pati dalam jumlah yang signifikan di dalam umbinya, yang dapat diubah menjadi gula melalui proses fermentasi dan kemudian diubah menjadi etanol. Selain itu, suweg dan porang dapat tumbuh di lahan yang kurang subur atau berbagai jenis tanah, sehingga lebih mudah ditanam di berbagai wilayah. Tanaman ini juga memiliki produktivitas yang tinggi, mampu menghasilkan umbi dalam jumlah besar per hektar, menjadikannya potensial sebagai sumber bahan baku etanol dalam skala besar. Adaptasi mereka terhadap iklim tropis, seperti di Indonesia, membuatnya cocok untuk pengembangan sebagai sumber energi terbarukan di wilayah ini. Terakhir, tanaman-tanaman ini umumnya tersedia secara lokal dan memiliki variasi genetik yang memungkinkan penyesuaian terhadap kondisi lingkungan yang berbeda ditunjukkan pada gambar 3.1 dan 3.2.



Gambar 3. 1 Umbi Suweg

Umbi suweg yang ditunjukkan pada gambar 3.1 sebagai bahan pembuatan bioetanol digunakan seberat 1 kg. Pada umbi suweg dilakukan proses fermentasi yang menghasilkan larutan pati suweg berjumlah 2 liter. Kemudian pada proses pembuatan bioetanol diambil 300ml per sampel.



Gambar 3. 2 Umbi Porang

Sementara pada umbi porang yang ditunjukkan gambar 3.2, juga dilakukan hal yang serupa. Pada pembuatan bioetanol, umbi porang digunakan sebanyak 2 kg. Kemudian dilakukan proses fermentasi yang menghasilkan larutan pati suweg berjumlah 4 liter. Kemudian pada proses pembuatan bioetanol diambil 700ml per sampel.

## **2. Ragi**

Ragi yang sudah dihaluskan sejumlah 15 gram digunakan dalam proses fermentasi pada proses pembuatan bioetanol.

## **3. Arang.**

Arang digunakan dalam proses dehidrasi pada pembuatan bioetanol.

Arang yang sudah sudah dihaluskan diperlukan pada proses tersebut sebanyak 200 gram.

## **4. Pasir Silica**

Pasir silica yang sudah dihaluskan, digunakan dalam proses dehidrasi pada pembuatan bioetanol. Pasir silica yang diperlukan pada proses tersebut sebanyak 200 gram.

## **5. Batu Zeolit**

Batu zeolit sejumlah 200 gram digunakan dalam proses dehidrasi pada proses pembuatan bioetanol. Batu zeolit yang digunakan harus digunakan harus dihaluskan terlebih dahulu.

### **3.3 Alat Pembuatan**

Alat-alat yang digunakan:

#### **1. Oven.**

Oven digunakan untuk mengeringkan arang, pasir slica, dan zeloit pada pembuatan bioetanol. Oven yang digunakan yaitu oven Sekai OV 211 berkapasitas 21 Liter dengan total daya 800 watt ditunjukkan pada gambar 3.3.



Gambar 3. 3 Oven

## **2. Blender.**

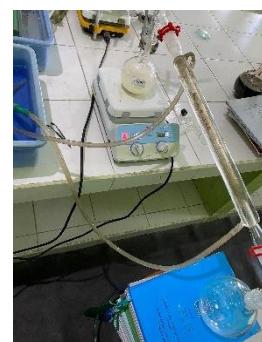
Blender digunakan untuk menghaluskan umbi porang dan suweg pada pembuatan bioetanol.



Gambar 3. 4 Blender

## **3. Selang Destilasi**

Selang destilasi digunakan untuk mengaliri air pada alat destilasi untuk pembuatan bioetanol.



Gambar 3. 5 Selang Destilasi

## **4. Cawan.**

Cawan digunakan sebagai wadah untuk bahan-bahan dalam proses pembuatan bioetanol yang ditunjukkan pada gambar 3.6.



Gambar 3. 6 Cawan

## **5. Alat Destilator**

Alat destilator digunakan untuk proses penyulingan dan dehidrasi hasil fermentasi sehingga menjadi bioetanol yang ditunjukkan pada gambar 3.7.



Gambar 3. 7 Alat Destilator

## **6. Kompor Listrik.**

Kompor Listrik digunakan untuk memanaskan labu destilator pada proses pembuatan bioetanol. Kompor yang digunakan yaitu kompor listrik 300 watt seperti yang ditunjukkan pada gambar 3.8.



Gambar 3.8 Kompor listrik

## **7. Timbangan**

Timbangan digunakan untuk menimbang dan mengukur berat bahan yang diperlukan untuk pembuatan bioetanol ditunjukkan pada gambar 3.9.



Gambar 3. 9 Timbangan

## 8. Saringan

Saringan berukuran *mesh* 50 digunakan untuk menyaring hasil fermentasi dan material dehidrasi yang ditunjukkan pada gambar 3.11.



Gambar 3. 10 Saringan

## 9. Peralatan gelas (*beaker glass, erlenmeyer, gelas ukur, cawan*)

Digunakan untuk mengukur atau menakar seberapa banyak bioetanol yang digunakan yang ditunjukkan pada gambar 3.12.



Gambar 3.11 Peralatan gelas

## 3.4 Alat Pengujian

### 3.4.1 MESIN BOMB CALORIMETER XRY-1A

Mesin bomb calorimeter digunakan untuk mengetahui hasil bioetanol yang ditunjukkan pada gambar 3.12.



Gambar 3. 12 Mesin Bomb Calorimeter

Cara kerja mesin bomb calorimeter XRY-1A adalah sebagai berikut: Pertama, membersihkan tabung Oxygen Bomb Calorimeter dari kotoran atau kerak dengan tisu atau kertas gosok. Kemudian menata tempat uji spesimen, meletakkan spesimen pada wadah, memasang kawat nikrom pada wadah dan memastikan bagian kawat menyentuh spesimen, mengisi chamber dengan 3 liter aquades, mengisi tabung dengan 10 ml aquades, memasang chamber ke dalam mesin, memasukkan thermometer untuk pengecekan suhu aquades pada mesin XRY-1A, memasang tutup tabung oxygen bomb dengan memutar bagian bawah tabung untuk meminimalisir gesekan pada spesimen yang diuji, memberikan tekanan gas oksigen ke dalam tabung sebesar 2,8-3 MPa selama 30 detik.

Kemudian memasukkan tabung dalam chamber yang sudah terisi aquades, memasang kabel elektroda pada tabung oxygen (merah untuk massa positif, hitam untuk massa negatif), menutup motor stir, memasang handel temperature pada chamber, menyalaikan power, menekan tombol power, menekan tombol stir untuk menyamakan suhu chamber dan suhu luar ruangan selama 6-10 kali time, menekan tombol reset dan dilanjutkan ke tombol ignite untuk masuk ke tahap pembakaran selama 1-30 kali time, menekan tombol end untuk menyelesaikan pembakaran, dan menekan tombol data untuk melihat rekaman kenaikan suhu pada proses pembakaran, menekan tombol

stir untuk mematikan pengaduk, menekan tombol power untuk mematikan mesin, melepas handel temperature pada chamber untuk membuka tutup stir, melepas kabel elektroda yang terpasang pada tabung oxygen, mengeluarkan tabung oxygen dari chamber, memasang pin pembuang udara lalu ditekan agar tekanan dalam udara tabung terbuang, membuka penutup tabung serta memutar bagian bawah tabung. Terakhir, meletakkan wadah spesimen ke dudukan, dan menyimpan sisa pembakaran.

### 3.4.2 Alkohol Meter

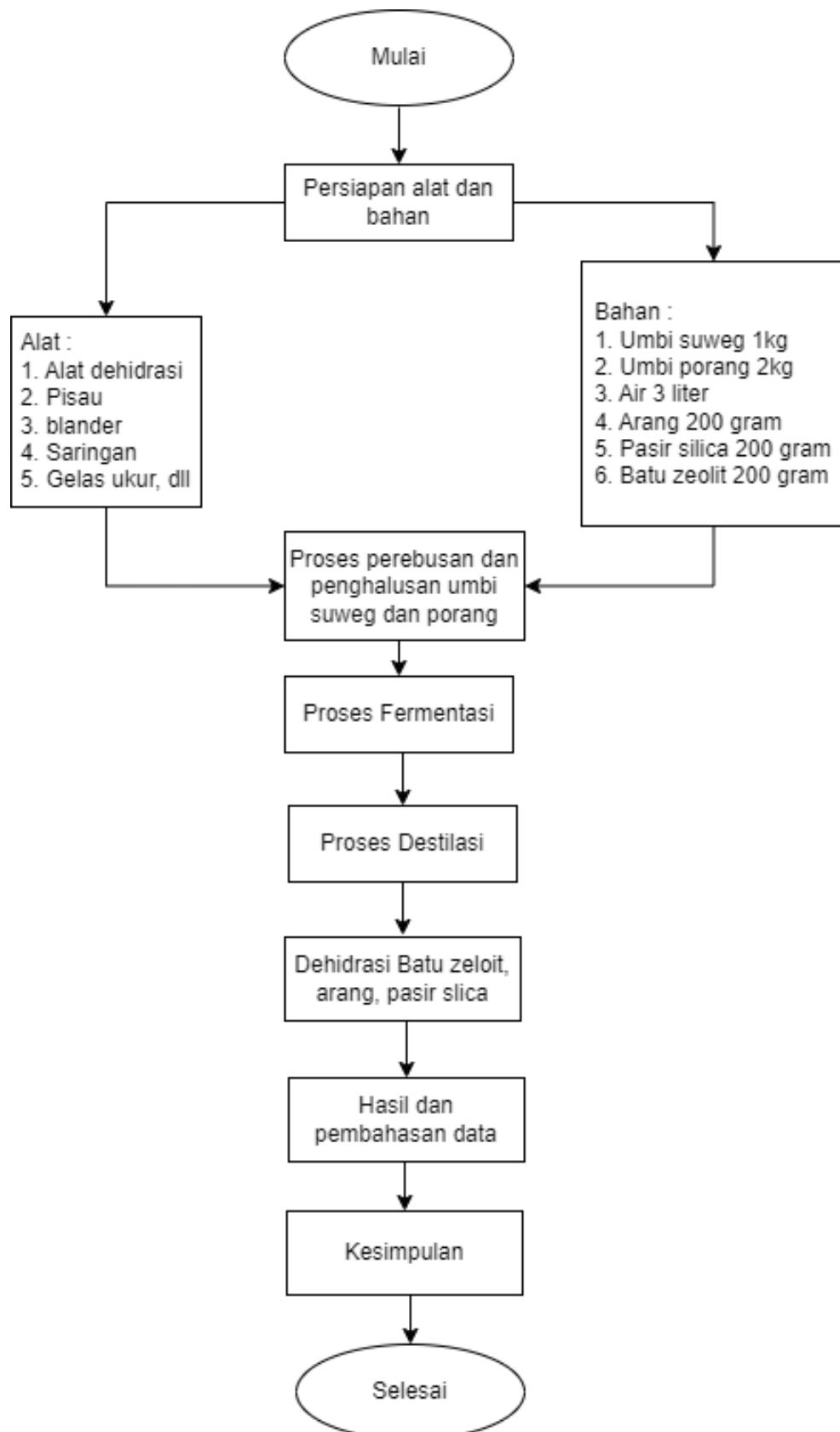
Alkohol meter merupakan alat yang digunakan untuk mengukur kadar alkohol pada bioetanol.



Gambar 3. 13 Alat pengukur kadar alkohol

Pada gambar 3.13, ditunjukkan alat pengukur kadar alkohol atau alkohol meter yang digunakan untuk mengukur kadar alkohol. Cara menggunakan alkohol meter adalah sebagai berikut: Pertama, masukkan alkohol ke dalam wadah ukur. Selanjutnya bersihkan alkohol meter menggunakan kain atau tisu. Masukkan alkohol meter ke dalam wadah yang sudah disiapkan, kemudian amati alat dan hasil pengukuran akan keluar.

### 3.5 Proses Pengujian Pengaruh Bahan Dasar Bioetanol



Gambar 3. 14 Diagram Alir Proses pengujian pengaruh bahan dasar bioetanol

Proses penelitian yang digambarkan dalam gambar 3.14 dimulai dengan melakukan studi literatur untuk memahami teori dan penelitian sebelumnya yang relevan. Setelah itu, persiapan alat dan bahan dilakukan. Alat-alat yang digunakan termasuk alat dehidrasi, pisau, blender, gelas ukur, dan lain-lain. Bahan yang diperlukan mencakup 1 kg umbi suweg, 2 kg umbi porang, 3 liter air, 200 gram arang, 200 gram pasir silika, dan 200 gram batu zeolit.

Tahap selanjutnya adalah proses perebusan dan penghalusan umbi suweg dan porang. Umbi-umbi tersebut direbus untuk melunakkannya, kemudian digiling hingga halus. Bahan yang telah dihaluskan ini kemudian dituangkan ke dalam wadah yang sesuai untuk proses fermentasi. Fermentasi dilakukan untuk memecah senyawa kompleks dan mengembangkan sifat yang diinginkan pada campuran tersebut.

Setelah proses fermentasi, bahan yang telah difermentasi melalui proses destilasi untuk memisahkan komponen yang diinginkan dari material lainnya. Selanjutnya, dilakukan dehidrasi pada batu zeolit, arang, dan pasir silika untuk menghilangkan kandungan air. Langkah ini penting untuk memastikan bahan-bahan tersebut kering dan dapat digunakan secara efektif dalam tahap selanjutnya.

Data hasil penelitian kemudian dikumpulkan dan diolah. Analisis data dilakukan untuk memahami hasil yang diperoleh, mengidentifikasi pola, dan menarik wawasan. Berdasarkan analisis data, kesimpulan dibuat mengenai temuan penelitian. Kesimpulan ini merangkum hasil penelitian dan menyoroti pentingnya studi yang telah dilakukan. Proses penelitian ini berakhir setelah kesimpulan dibuat, menunjukkan tahapan yang sistematis dan terstruktur dari awal hingga akhir.

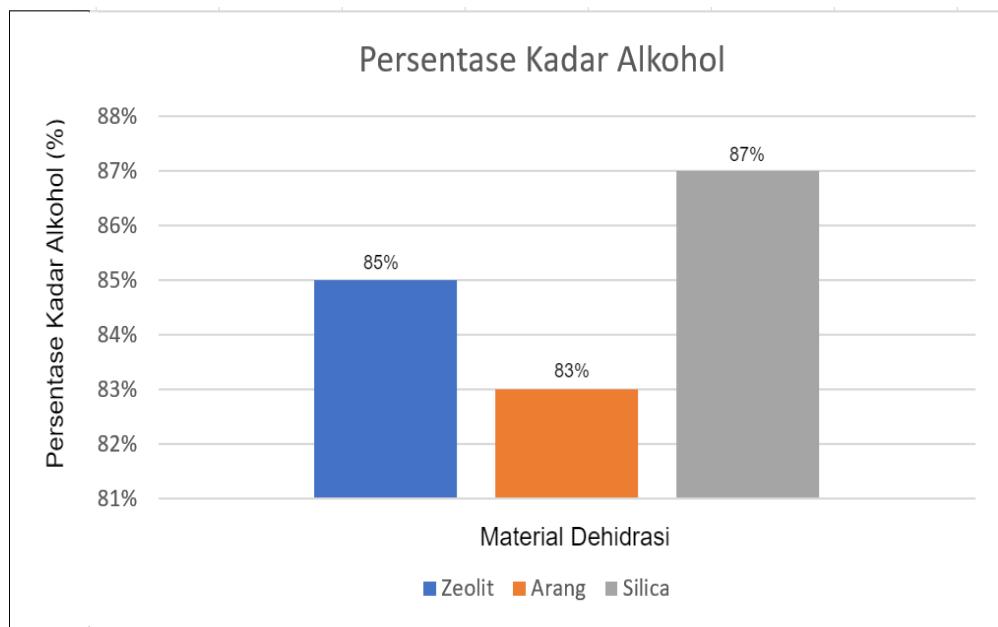
## **BAB 4**

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

#### **4.1 Hasil Pengujian Alkohol Meter**

**Tabel 4. 1 Hasil analisis fermentasi umbi suweg dan porang**

No	PERLAKUAN	Sebelum Dehidrasi	Sesudah Dehidrasi
1.	Zeolit	40%	85%
2.	Arang	40%	83%
3.	Silika	40%	87%



Gambar 4. 1 Grafik kadar alkohol

Pada tabel 4.1 telah terlihat jelas perbedaan hasil sebelum dilakukan dehidrasi dan sesudah dehidrasi dengan perlakuan yang sama menghasilkan hasil

yang berbeda pada pasir silika yang awalnya sebelum dehidrasi 40% kini sesudah dehidrasi mengalami kenaikan 47% sedangkan di zelot mengalami kenaikan 45%

Dan gambar 4.1 merupakan hasil dari analisis fermentasi umbi porang dan suweg. Dari bahan tersebut, digunakan perbandingan jumlah porang 70% dan suweg 30%. Setelah melewati proses fermentasi, distilasi, dan dehidrasi menghasilkan persentase kadar etanol. Pada hasil analisis, zeolit menghasilkan kadar etanol sebesar 85%. Sedangkan pada arang memperoleh kadar etanol 83%. Sementara pasir silika menghasilkan kadar etanol sebesar 87%. Persentase tersebut diperoleh dari proses pengecekan kadar etanol pada alkoholmeter.



Gambar 4. 2 Pengecekan kadar etanol 83% pada arang

Pengecekan kadar etanol umbi porang dan suweg pada arang memperoleh hasil 83% ditunjukkan pada gambar 4.3.



Gambar 4. 3 Pengecekan kadar etanol 85% pada zeolit

Pada zeolit pengecekan kadar etanol memperoleh hasil 85% yang ditunjukkan pada gambar 4.4.



Gambar 4. 4 Pengecekan kadar etanol 87% pada pasir silica

Sementara pengecekan kadar etanol pada pasir silica memperoleh hasil 87% ditunjukkan pada gambar 4.5. Pasir silica memperoleh persentase paling tinggi diantara dua bahan lainnya, yaitu arang dan zeolit. Perbedaan hasil persentase kadar etanol dalam fermentasi umbi suweg dan porang tersebut disebabkan oleh beberapa faktor yang saling terkait. Pertama, perbedaan perlakuan adsorben seperti zeolit, arang, dan silika mempengaruhi efisiensi dehidrasi dan interaksi dengan mikroorganisme selama proses fermentasi. Silika, dengan permukaan yang luas dan struktur pori yang efisien, cenderung memberikan kondisi yang optimal untuk aktivitas enzim dan mikroorganisme, menghasilkan kadar etanol yang lebih tinggi dibandingkan zeolit dan arang. Kedua, efisiensi mikroorganisme yang berbeda-beda terhadap perlakuan juga memainkan peran penting. Perlakuan dengan silika mungkin memfasilitasi kondisi yang lebih baik untuk konversi gula menjadi etanol. Ketiga, sifat fisik dan kimia adsorben mempengaruhi reaksi kimia selama fermentasi, dimana silika memiliki keunggulan dalam menyediakan lingkungan yang mendukung reaksi enzimatik yang diperlukan. Selain itu, kondisi fermentasi yang berbeda dan komposisi kimia umbi suweg dan porang yang berbeda-beda juga mempengaruhi hasil

akhir fermentasi. Secara keseluruhan, perlakuan dengan silika cenderung menghasilkan kadar etanol tertinggi karena menyediakan kondisi optimal untuk proses fermentasi, meningkatkan efisiensi konversi gula menjadi etanol melalui interaksi yang lebih baik dengan mikroorganisme dan reaksi kimia yang diperlukan.

## 4.2 Hasil Pengujian Bomb Calori Meter

Hasil pengujian dari bomb calorimeter diperoleh melalui proses perhitungan berikut:

### 1. Perhitungan Pada Arang

Perhitungan uji bomb calorimeter diperoleh dengan menggunakan rumus pada persamaan (1).

$$\begin{aligned} E &= \frac{Q_1 \cdot M_1 + 40}{\Delta T} \\ &= \frac{26464 \cdot (0,466) + 40}{0,826} \\ &= 14998 \text{ J/}^{\circ}\text{C} \end{aligned}$$

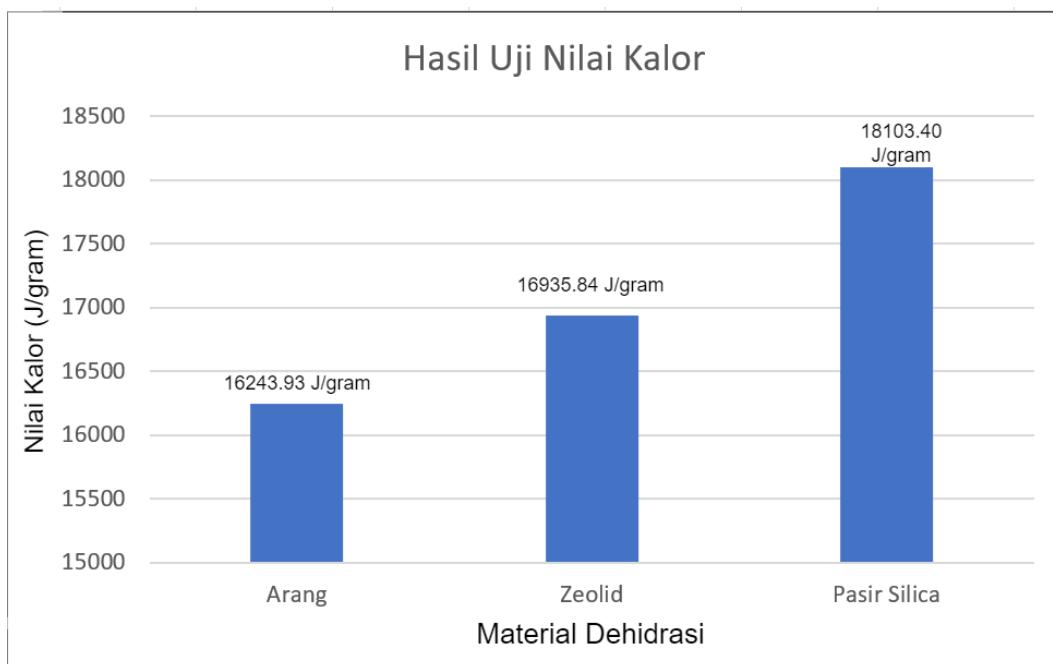
Setelah diketahui nilai kapasitas panas pada alat (E), kemudian mencari nilai kalor (Q) menggunakan rumus pada persamaan (2).

$$\begin{aligned} Q &= \frac{E \cdot \Delta T - 40}{M} \\ &= \frac{14998 \cdot 1,086 - 40}{0,918} \\ &= 16243.93 \end{aligned}$$

Perhitungan yang sama dilakukan pada pasir silica dan zeolid di tunjukkan pada tabel 4.2 dengan keterangan simbol pada 2.13.

**Tabel 4.2 Hasil Pengujian Nilai Kalor**

No	Material Dehidrasi	Massa Benzoic Acid	$\Delta T$ Benzoic Acid	Q1 (J/gram)	E(J/gram)	T1 °C	T2°C	$\Delta T$	M (gram)	Q (J/gram)
1	Arang	0.4666	0.826	26464	14998	28.898	29.984	1.086	0.918	16243.93
2	Zeolid	0.4666	0.826	26464	14998	29.958	31.09	1.132	0.9625	16935.84
3	Pasir Silica	0.4666	0.826	26464	14998	28.933	30.143	1.21	0.9128	18103.40



Gambar 4. 5 Grafik Hasil Uji Nilai Kalor

Hasil keseluruhan dari pengujian Bomb calorimeter yang sudah dilaksanakan ditunjukkan pada tabel 4.2 dan gambar 4.5 yang digunakan untuk menganalisis dan membandingkan kapasitas kalor dari berbagai komposisi material dalam kondisi pengujian tertentu. Dari bahan tersebut, digunakan perbandingan jumlah porang 70% dan suweg 30%. Hasil dari pengujian bomb calorimeter yang telah dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sidoarjo menunjukkan bahwa berbagai pengujian bioetanol Bomb calorimeter, menggunakan jenis bahan yang berbeda yaitu umbi porang dan umbi suweg, telah diuji dengan total tiga spesimen. Sebelumnya, setiap spesimen telah melewati pengujian struktur mikro untuk mengetahui sifat-sifat materialnya dan untuk mengoptimalkan pengujian nilai kalor. Setiap spesimen diuji menggunakan mesin Bomb calorimeter XRY. Hasil pengujian ini kemudian diolah untuk menghitung nilai kalor masing-masing spesimen dan rata-rata yang diperoleh dengan hasil kualitas bioetanolnya.

Setiap sampel yang diuji memiliki komposisi yang unik, dan menghasilkan nilai kalor yang berbeda-beda saat diuji. Nilai  $\Delta T$  mencerminkan kenaikan suhu yang terjadi pada masing-masing sampel selama proses pengujian. Selain

itu, nilai Q mencerminkan kapasitas kalor dari setiap sampel, dengan Pasir Silica menunjukkan kapasitas kalor tertinggi di antara ketiga sampel yang diuji.

Hasil uji kalor menunjukkan bahwa pasir silika memiliki nilai kalor yang lebih tinggi dibandingkan dengan arang, sebab pasir silika memiliki struktur kristal yang lebih teratur yang mampu menyimpan lebih banyak energi, serta kepadatan yang lebih tinggi dan porositas yang lebih rendah dibandingkan dengan arang. Komposisi kimianya juga mungkin mengandung elemen atau senyawa yang dapat menyimpan dan melepaskan energi dengan lebih efisien. Selain itu, reaktivitas pasir silika yang lebih tinggi dibandingkan arang bisa berkontribusi pada pelepasan energi yang lebih besar. Pasir silika 70:30 87% memiliki nilai kalor 18,103.40 J/gram, sedangkan arang 70:30 83% hanya memiliki nilai kalor 16,243.93 J/gram, menunjukkan efisiensi energi yang lebih tinggi pada pasir silika.

#### **4.3 Lama Nyala Api Pada Bioetanol**

Pada pengujian bioetanol, juga dilakukan pengujian seberapa lama nyala api saat pembakaran bioetanol. Hasil pengujian nyala api dilakukan dengan cara yang sederhana, yaitu dengan membakar sejumlah 65 ml bioetanol ditunjukkan pada gambar 4.6.



Gambar 4. 6 Bioetanol 65 ml

Proses pengujian dilakukan sampai api padam. Pengujian nyala api pada bioetanol memperoleh hasil waktu nyala paling lama terdapat pada pasir silika dengan waktu nyala api 6 menit 3 detik yang ditunjukkan pada gambar 4.7.



Gambar 4. 7 Waktu nyala api pada pasir slica



Gambar 4. 8 Waktu nyala api pada zeolit

Gambar 4.8 merupakan pengujian nyala api pada zeolit yang membutuhkan waktu 5 menit 40 detik untuk padam. Sementara untuk arang membutuhkan waktu 5 menit 29 detik yang ditunjukkan pada gambar 4.9.



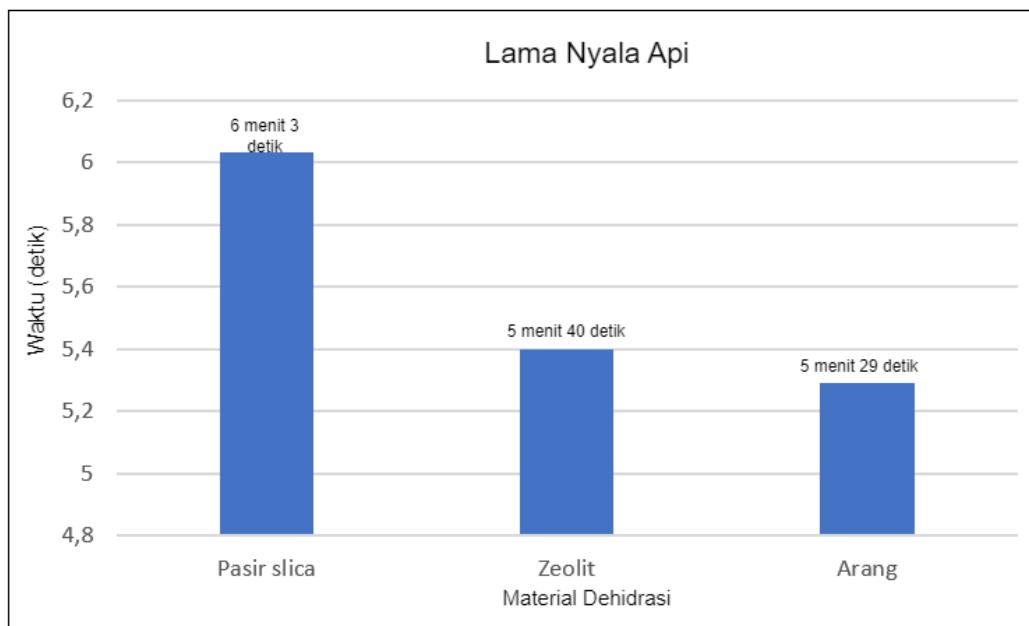
Gambar 4. 9 Waktu nyala api pada arang

Berdasarkan hasil pengujian nyala api pada bioetanol dengan berbagai media (pasir silika, zeolit, dan arang), dapat disimpulkan bahwa pasir silika memiliki waktu nyala api paling lama, yaitu 6 menit 3 detik. Ini menunjukkan bahwa pasir silika memiliki kemampuan untuk menahan panas atau memperlambat laju pembakaran bioetanol. Zeolit memperoleh waktu nyala api 5 menit 40 detik, menunjukkan kemampuan yang baik dalam mempertahankan nyala api, meskipun tidak seefektif pasir silika. Arang memiliki waktu nyala api paling singkat, yaitu 5 menit 29 detik, yang mengindikasikan bahwa arang

memiliki konduktivitas termal yang lebih tinggi, sehingga mempercepat proses pembakaran. Secara keseluruhan, media pasir silika adalah yang paling efektif dalam memperpanjang durasi nyala api pada pembakaran bioetanol, diikuti oleh zeolit, dan terakhir arang ditunjukkan pada tabel 4.3.

**Tabel 4. 3 Lama nyala api pembakaran bioetanol**

Material dehidrasi	Waktu
Pasir Slica	6 menit 3 detik
Zeolit	5 menit 40 detik
Arang	5 menit 2 detik



Gambar 4. 10 Grafik Lama nyala api pembakaran bioetanol

Hasil pembakaran bioetanol pada gambar 4.10 memiliki waktu nyala api pada berbagai media berbeda karena masing-masing media memiliki

karakteristik fisik dan termal yang berbeda, yang mempengaruhi proses pembakaran bioetanol. Media dengan konduktivitas termal lebih tinggi, seperti arang, cenderung menyerap dan menyebarkan panas lebih cepat, yang bisa mempercepat pembakaran dan menyebabkan api padam lebih cepat. Sebaliknya, media dengan konduktivitas termal lebih rendah, seperti pasir silika, cenderung menahan panas lebih lama, sehingga memperlambat laju pembakaran dan memperpanjang durasi nyala api. Selain itu, pasir silika mungkin memiliki kapasitas penyimpanan panas yang lebih tinggi, memungkinkan api tetap menyala lebih lama karena energi panas disimpan dan dilepaskan secara perlahan selama proses pembakaran. Media yang lebih poros atau memiliki permukaan yang lebih besar, seperti zeolit, dapat memperlambat laju penguapan bioetanol, yang juga dapat memperpanjang nyala api. Media yang lebih padat atau kurang poros mungkin tidak seefektif dalam memperlambat pembakaran. Setiap media mungkin juga memiliki interaksi kimia dengan bioetanol yang mempengaruhi laju pembakaran, seperti pasir silika yang mungkin kurang reaktif dibandingkan dengan arang, sehingga laju pembakaran lebih lambat. Dengan demikian, perbedaan karakteristik fisik dan termal dari masing-masing media menyebabkan perbedaan durasi nyala api saat bioetanol dibakar.

## **BAB 5**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian pengujian bomb calorimeter dan alkohol meter yang telah dilakukan, penulis bisa mengambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Hasil dari penelitian uji alkohol meter, diperoleh nilai kadar alkohol terdapat pada pasir silica dengan nilai kadar alkohol 87%. Sementara, nilai kadar alkohol terendah terdapat pada arang dengan nilai kadar alkohol 83%. Hasil tersebut disebabkan oleh kemampuan silica untuk mendukung kondisi optimal bagi mikroorganisme yang melakukan fermentasi. Pasir silica dengan struktur pori yang baik dapat menyediakan tempat yang lebih baik untuk kolonisasi mikroorganisme untuk menghasilkan alkohol. Sehingga dapat meningkatkan efisiensi konversi gula menjadi alkohol selama proses fermentasi, yang akhirnya menghasilkan kadar alkohol yang lebih tinggi.
2. Berdasarkan hasil penelitian uji bomb calorimeter, nilai kalor tertinggi terdapat pada pasir silica dengan nilai kalor 18103.40 J/gram. Sementara nilai kalor terendah terdapat pada arang dengan nilai kalor 16243.93 J/gram. Hasil tersebut disebabkan oleh struktur silika yang memiliki permukaan yang luas dan pori-pori kecil. Struktur ini dapat memungkinkan kontak yang lebih baik antara bahan bakar dengan oksigen selama pembakaran di dalam calorimeter. Sebagai hasilnya, energi yang dilepaskan oleh pembakaran dalam bentuk panas dapat lebih besar, yang tercermin dalam nilai kalor yang tinggi.
3. Hasil pengujian alkohol meter dengan alat sederhana dapat disimpulkan bahwa pasir silica dengan jumlah 65 ml memiliki waktu nyala api paling lama yaitu 6 menit 3 detik. Sementara waktu nyala api pada zeolit yaitu 5 menit 40 detik dan pada arang 5 menit 29 detik.

## **5.2 Saran**

Berdasarkan hasil penelitian pengujian bomb calorimeter dan alkohol meter yang telah dilakukan, penulis bisa memberikan saran sebagai berikut :

1. Untuk mendapatkan hasil yang maksimal dapat ditambahkan bahan yang lebih banyak lagi dan di sediakan tempat pembuatan bioetanol yang lebih memadai.
2. Dalam proses pembuatan di pastikan suhu dalam proses destilasi dan dehidrasi tetap di jaga.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] P. Widystuti, “PENGOLAHAN LIMBAH KULIT SINGKONG SEBAGAI BAHAN BAKAR BIOETANOL MELALUI PROSES FERMENTASI,” 2019.
- [2] S. E. Pengaruh *et al.*, “STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH BERAT RAGI TERHADAP KADAR BIOETANOL DARI UMBI PORANG (AMORPHOPHALLUS ONCOPHYLLUS).”
- [3] “PERANCANGAN DAN UJI ALAT DEHIDRATOR PENYARING MOLEKUL TIPE TUNGGAL UNTUK PEMURNIAN BIOETANOL TAHUN KE-2 DARI RENCANA 2 TAHUN.”
- [4] “jurnal Dhimas”.
- [5] R. Abdilah, “Analisis Karakteristik Nyala Api Difusi Bioetanol Umbi Porang dengan Campuran Pertalite ANALISIS KARAKTERISTIK NYALA API DIFUSI BIOETANOL UMBI PORANG (AMORPHOPHALLUS ONCOPHYLLUS) DENGAN CAMPURAN PERTALITE Muhamadi.”
- [6] S. A. Anggraini, S. Yuniningsih, and M. Sota, “PENGARUH PH TERHADAP KUALITAS PRODUK ETANOL DARI MOLASSES MELALUI PROSES FERMENTASI,” 2017.
- [7] Z. Berlian *et al.*, “UJI KADAR ALKOHOL PADA TAPAI KETAN PUTIH DAN SINGKONG MELALUI FERMENTASI DENGAN DOSIS RAGI YANG BERBEDA,” 2016.
- [8] N. L. Mukti and W. Aryani, “PENGARUH WAKTU FERMENTASI DAN JUMLAH RAGI TERHADAP PERSENTASE HASIL DALAM PEMBUATAN BIOETANOL DARI BUAH TALOK (KERSEN) MENGGUNAKAN RAGI TAPE DAN RAGI ROTI (*Saccharomyces cerevisiae*),” 2016. [Online]. Available: <http://www.tabloidcempaka.com/index.php/re>
- [9] G. Panji Arimba, S. Pendidikan Teknik Mesin, U. Negeri Padang Jl Hamka, K. Air Tawar, and S. Barat Kode, “PEMURNIAN BIOETANOL LIMBAH KULIT NANAS MENGGUNAKAN ALAT DISTILASI SEDERHANA MODEL KOLOM REFLUKS BIOETHANOL PURIFICATION OF PINEAPPLE SKIN WASTE USING A SIMPLE DISTILLATION COLUMN REFLUX MODEL,” *Jurnal Zarrah*, vol. 7, no. 1, pp. 22–28, 2019, [Online]. Available: [www.voaindonesia.com](http://www.voaindonesia.com)
- [10] I. Tazi, “UJI KALOR BAKAR BAHAN BAKAR CAMPURAN BIOETANOL DAN MINYAK GORENG BEKAS,” 2011.
- [11] B. Bakar *et al.*, “Muslih Nasution,” 2022.
- [12] S. Eksperimental and J. Winarno, “STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH PENAMBAHAN BIOETANOL PADA BAHAN BAKAR PERTAMAX TERHADAP UNJUK KERJA MOTOR BENZIN.”
- [13] “BIO-ETANOL Oleh : Jamil Musanif.”
- [14] “01. Prosiding Anis-OK-PRINT”.
- [15] Y. Yanuartono, S. Indarjulianto, H. Purnamaningsih, A. Nururrozi, and S. Raharjo, “Fermentasi: Metode untuk Meningkatkan Nilai Nutrisi Jerami Padi,” *Jurnal Sain Peternakan Indonesia*, vol. 14, no. 1, pp. 49–60, Apr. 2019, doi: 10.31186/jpsi.id.14.1.49-60.
- [16] E. H. Wandono, E. Kusdiyantini, and H. Hadiyanto, “Efektivitas Limbah Kulit Kering Nanas Madu (Ananas Comosus L.Merr) untuk Pembuatan Bioetanol dengan Proses Fermentasi dan Distilasi,” *Jurnal Energi Baru dan Terbarukan*, vol. 1, no. 2, pp. 45–53, Jul. 2020, doi: 10.14710/jebt.2020.9019.
- [17] S. Siahaan, M. Hutapea, and R. Hasibuan, “PENENTUAN KONDISI OPTIMUM SUHU DAN WAKTU KARBONISASI PADA PEMBUATAN ARANG DARI SEKAM PADI,” 2013.

- [18] M. Nitsae, L. A. Lano, and M. E. Ledo, “Pembuatan Arang Aktif dari Tempurung Siwalan (*Borassus flabellifer* L.) yang Diaktivasi dengan Kalium Hidroksida (KOH),” *Biota : Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Hayati*, pp. 8–15, Jun. 2020, doi: 10.24002/biota.v5i1.2948.
- [19] A. Kandungan Silikon Dioksida SiO<sub>2</sub>, P. Pantai Koka Kabupaten Sikka dengan Metode Ekstraksi, E. Dewa, and R. Pasaribu, “Prosiding Seminar Nasional Fisika PPs UNM,” vol. 2, p. 2020.
- [20] M. Selvina, A. Fahrialam, L. Anthony Wijaya, A. Rahmah Karunianti, and I. Wayan Warmada, “Studi Karakteristik Zeolit di Yogyakarta Serta Pemanfaatannya Sebagai Builder Agent Untuk Memproduksi Deterjen Ramah Lingkungan Study Characteristics of Zeolite in Yogyakarta and its Utilization as a Builder Agent to Produce Environmentally Friendly Detergent 1 1 2 3,” *Jurnal Geologi dan Sumberdaya Mineral*, vol. 21, no. 4, pp. 189–196, 2021, doi: 10.33332/jgsm.geologi.22.4.189-196p.
- [21] A. A. Pau Riwu, Y. A. B Neolaka, and K. Kunci, “Review: Zeolite Alam Sebagai Material Penghantar Obat.” [Online]. Available: <http://ejurnal.undana.ac.id/index.php/jbk>
- [22] B. Susilo *et al.*, “Pemurnian Bioetanol Menggunakan Proses Distilasi Dan Adsorpsi Dengan Penambahan Asam Sulfat (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) Pada Aktivasi Zeolit Alam Sebagai Adsorben,” 2017.
- [23] L. Arlianti, “Bioetanol Sebagai Sumber Green Energy Alternatif yang Potensial Di Indonesia A Review Article,” 2018.
- [24] P. N. Herfianto, M. Nurhuda, and F. Yuana, “PENGARUH DURASI EVAPORASI ETANOL LOW GRADE TERHADAP KADAR ETANOL PADA RESIDU HASIL EVAPORASI.”
- [25] A. Proksimat *et al.*, “ANALISA PROKSIMAT DAN NILAI KALOR PADA BRIKET BIOARANG LIMBAH AMPAS TEBU DAN ARANG KAYU.”

## **Lampiran**