PEMANFAATAN LIMBAH NIRA SIWALAN (Borassus Flabellifer L.) SEBAGAI BAHAN UTAMA PEMBUATAN BIOETANOL DENGAN VARIASI LAMA DESTILASI

SKRIPSI



JURUSAN FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2019

PEMANFAATAN LIMBAH NIRA SIWALAN (Borassus Flabellifer L.) SEBAGAI BAHAN UTAMA PEMBUATAN BIOETANOL DENGAN VARIASI LAMA DESTILASI

SKRIPSI

Diajukan Kepada:

Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang Untuk Memenuhi Salah satu Persyaratan Dalam Memperoleh Gelar sarjana Sains (S,Si)

> Oleh: Moh. Faizal Arifin NIM. 14640012

JURUSAN FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2019

HALAMAN PERSETUJUAN

PEMANFAATAN LIMBAH NIRA SIWALAN (Borassus Flabellifer L.) SEBAGAI BAHAN UTAMA PEMBUATAN BIOETANOL DENGAN VARIASI LAMA DESTILASI

SKRIPSI

Oleh: Moh. Faizal Arifin NIM. 14640012

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji Pada tanggal 27 Agustus 2019

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Ahmad Abtokhi, M. Pd NIP. 19761003 200312 1 004 NIP. 19650504 199003 1 003



HALAMAN PENGESAHAN

PEMANFAATAN LIMBAH NIRA SIWALAN (Borassus Flabellifer L.) SEBAGAI BAHAN UTAMA PEMBUATAN BIOETANOL DENGAN VARIASI LAMA DESTILASI

SKRIPSI

Oleh:

Moh. Faizal Arifin NIM, 14640012

Telah dipertahankan di depan dewan penguji skripsi dan disahkan tanggal: 9 Oktober 2019

Ketua Penguji	Farid Samsu Hananto, M.T NIP. 19740513 200312 1 001
Penguji Utama	Dr. H. M. Tirono, M.Si NIP. 19641211 199101 1 001
Sekretaris Penguji	Ahmad Abtokhi, M. Pd NIP. 19761003 200312 1 004
Anggota Penguji	Drs. Abdul Basid, M.Si NIP. 19650504 199003 1 003

Mengesahkan,

a Jurusan Fisika

NIP. 19650504 199003 1 003

HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama

: Moh. Faizal Arifin

NIM

:14640012

Jurusan

: Fisika

Fakultas

: Sains dan Teknologi

Judul Penelitian

: Pemanfaatan Limbah Nira Siwalan (Borassus Flabellifer

L.) Sebagai Bahan Utama Pembuatan Bioetanol Dengan

Variasi Lama Destilasi

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambilan alihan data, tulisan atau pikiran orang lain, yang saya akui sebagai hasil tulisan atau pikiran saya sendiri, kecuali dengan mencantumkan sumber cuplikan pada daftar pustaka. Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil jiplakan maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

B35AHF20006720

Malang, 13 November 2019 Yang membuat pernyataan,

Moh. Faizal Arifin NIM. 14640012

MOTTO

Setiap orang disekelilingmu bisa menunjukkan jalan kesuksesan dalam hidupmu. Namun selama kau tidak mau menjalani atau melaluinya,

Kesuksesan itu tak akan pernah kamu raih.

Segala sesuatu memiliki jalannya.
Saat kau berada di sebuah jalan itu, kau pasti melaluinya dan harus menyelesaikannya entah CEPAT atau LAMBAT.

Allah suka kepada hamba yang Profesional (al-Hadits)

HALAMAN PERSEMBAHAN

Karya ini saya persembahkan kepada orang yang sangat berjasa dalam hidup saya, Keluarga Besar Bani Rasmiadi dan Bani Daud yang senantiasa memberikan do'a yang tak pernah putus serta sebagai penyemangat dan alasan kuat dalam proses pembuatan skripsi. Terutama kepada kedua orangtua Bapak Winoto dan Ibu Hani'atul Marhamah yang rela memberikan segalanya demi melihat anaknya bisa belajar di Perguruan Tinggi. Dan juga Ust. Umar Faruq dan Ust. Zainal Arifin yang menjadi orangtuaku selama berada di tanah perantauan.

Tak lepas dari itu saya juga bukan apa-apa tanpa jasa guru saya mulai dari guru TK yang mengajarkan saya baca tulis juga seluruh Dosen Jurusan Fisika UIN Mulana Malik Ibrahim MALANG, yang sudi kiranya meluangkan waktunya untuk memberikan ilmunya dan membimbing saya mulai dari awal masuk perkuliahan hingga saat ini. Semoga menjadi amal jariyah yang kelat tak putus amalnya.

Seluruh Warga Fisika Angkatan 2014, seluruh warga Biofisika terutama geofisika angkatan 2016, dan seluruh teman PKPT IPNU-IPPNU, Waqi'ah Indonesia, Permata Ronggolawe, Crew An-Naba, Klan Gak Nduwe Konco, Penerbit Literasi Nusantara dan City Store dan beberapa nama yang tak bisa kusebut satu persatu. Kalian menjadi tempat belajarku sebelum menghadapi kehidupan yang sebenarnya. Kalian adalah orang hebat yang membuat aku senantiasa bertahan meski pada titik yang terlambat.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur Alhamdulillah penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah serta bimbingan-Nya kepada kami, sehingga penulis dapat menyelesaikan hasil penelitian ini dengan judul "Pemanfaatan Limbah Nira Siwalan (Borassus Flabellifer L.) sebagai Bahan Utama Pembuatan Bioetanol dengan Variasi Lama Destilasi". Shalawat serta salam tercurahkan kepada baginda Nabi Muhammad SAW yang telah menuntun umat manusia menuju cahaya iman dan ilmu pengetahuan.

Pada kesempatan ini, penulis menyampaikan terima kasih yang sebesarbesarnya kepada:

- a. Prof. Dr. H. Abdul Haris, M.Ag., selaku Rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
- b. Dr. Sri Harini, M.Si., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
- c. Drs. Abdul Basid, M.Si., selaku Ketua Jurusan Fisika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
- d. Ahmad Abtokhi, M.Pd selaku Dosen Pembimbing I Skripsi.
- e. Drs. Abdul Basid, M.Si selaku Dosen Pembimbing II Skripsi
- f. Reza. M.Pd selaku admin fisika
- g. Guru-guru ku serta dosen-dosen, terima kasih atas ilmu yang telah kalian berikan kepada ku.
- h. Orang tua serta keluarga yang selalu mendukung dan memberikan do'a serta semangat agar penulis senantiasa diberikan kemudahan dalam melaksanakan segala hal.

i. Teman-teman yang selalu memberikan semangat.

Penulis juga mohon maaf apabila dalam penyusunan proposal penelitian ini ada beberapa kekurangan dan kesalahan. Sebagai akhir kata, penulis berharap semoga dengan adanya proposal penelitian ini dapat memberi manfaat bagi pembaca.



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
MOTTO	
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR	
DAFTAR ISI	
DAFTAR GAMBAR	хi
DAFTAR TABEL	
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
ABSTRAK	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Tujuan Penelitian	6
1.4 Manfaat Penelitian	6
1.5 Batasan Masalah	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1 Nira Siwalan (Borassus Falbellifer L.)	
2.2 Proses Pembuatan Bioetanol.	
2.2.1 Fermentasi Alkohol	
2.2.2 Destilasi	14
2.3 Sifat Fisika dan Kimia Etanol	18
2.3.1 Sifat-sifat Fisika Etanol	
2.3.2 Sifat-sifat Kimia Etanol	
2.4 Syarat Mutu Etanol	
2.5 Analisis dan Pengukuran	
2.5.1 Analisis Kadar Etanol Berdasarkan Nilai Gravitasi Jenis	
2.5.2 Analisis Indeks Bias Bioetanol	21
2.5.3 Analisis Kalor Bioetanol	
BAB III METODE PENELITIAN	
	25
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian	_
3.3 Alat dan Bahan.	
3.3.1 Alat	
3.3.2 Bahan	
3.4 Rancangan Penelitian	
3.5 Langkah-langkah Penelitian	
3.5.1 Pembusukan (Membuat Basi Nira Siwalan)	
3.5.2 Pemberian Konsentrasi Ragi Roti dan Waktu Fermentasi	
3.5.3 Destilasi Hasil Fermentasi	
3.5.4 Pengukuran Nilai Kalor Bioetanol	
3.5.5 Pengukuran Indeks Bias Bioetanol	
3.6 Teknik Pengolahan Data	
3.6.1 Pengolahan Data Nilai Kalor Bioetanol	
5.0.1 1 011601anian Data 1 (nai 1 Maior Dioctano)	$\mathcal{I}_{\mathbf{I}}$

3.6.2 Pengolahan Data Nilai Densitas	32
3.6.3 Pengolahan Data Nilai Indeks Bias	33
3.7 Analisis Data	
3.7.1 Teknik Analisis Data Kualitas Etanol	34
3.7.2 Teknik Analisis Data Nilai Kalor	34
3.7.3 Teknik Analisis Data Nilai Indeks Bias	35
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	36
4.1 Hasil Penelitian	36
4.1.1 Pengaruh Destilasi terhadap Kuantitas Bioetanol	37
4.1.2 Pengaruh Destilasi terhadap Nilai Kalor	40
4.1.3 Pengaruh Destilasi terhadap Densitas	42
4.1.4 Pengaruh Destilasi terhadap Indeks Bias	
4.2 Pembahasan	
4.2.1 Pengaruh Destilasi pada Kuantitas Etanol	47
4.2.2 Pengaruh Destilasi pada Nilai Kalor	48
4.2.3 Pengaruh Destilasi pada Densitas	
4.2.4 Pengaruh Destilasi pada Indeks Bias	
4.3 Integrasi Sains dengan Al-Qur'an	54
BAB V PENUTUP	
5.1 Kesimpulan	56
5.2 Saran	56
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Gambar Jalur metabolisme Embden-Meyernhoff	14
Gambar 3.1 Alur Penelitian	26
Gambar 3.2 Rangkaian Alat Fermentasi	27
Gambar 4.1 Grafik Pengaruh Lama Destilasi Terhadap Kuantitas Bioetanol	39
Gambar 4.2 Grafik Pengaruh Lama Destilasi Terhadap Nilai Kalor	41
Gambar 4.3 Grafik Pengaruh Lama Destilasi Terhadap Nilai Densitas	43
Gambar 4.4 Grafik Pengaruh Lama Destilasi Terhadap Nilai Indeks Bias	46
Gambar 4.5 Grafik Kualitas Etanol Berdasarkan Farmakope Indonesia	52



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Komposisi Nira dari Berbagai Tanaman Palmae	10
Tabel 2.2 Komposisi Nutrisi dalam Nira Siwalan	11
Tabel 2.3 Kandungan Nira Siwalan	12
Tabel 2.4 Sifat Fisika Etanol	18
Tabel 3.1 Kombinasi Perlakuan Waktu Distilasi dan Uji Perlakuan	30
Tabel 3.2 Hasil Kuantitas Bioetanol, Nilai Kalor, Densitas dan Indeks Bias	31
Tabel 3.3 Pengolahan Data Nilai Kalor Etanol	31
Tabel 3.4 Pengolahan Data Nilai Densitas	32
Tabel 3.5 Pengolahan Data Nilai Indeks Bias	33
Tabel 4.1 Data Tabel Pengaruh Lama Destilasi Terhadap Kuantitas Bioetanol	37
Tabel 4.2 Data Tabel Pengaruh Lama Destilasi Terhadap Nilai Kalor	40
Tabel 4.3 Data Tabel Pengaruh Lama Destilasi Terhadap Nilai Densitas	42
Tabel 4.4 Data Tabel Pengaruh Lama Destilasi Terhadap Nilai Indeks Bias	44
Tabel 4.5 Data Tabel Sifat Fisika Etanol	50
Tabel 4.6 Data Tabel Farmakope Indonesia	50



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Gambar Penelitian Lampiran 2 Data Hasil Densitas Mentah



ABSTRAK

Arifin, Moh. Faizal. 2019. **Pemanfaatan Limbah Nira Siwalan** (*Borassus Flabellifer L.*) **Sebagai Bahan Utama Pembuatan Bioetanol dengan Variasi Lama Destilasi. Skripsi.** Jurusan Fisika. Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing: (1) Ahmad Abtokhi, M. Pd (II) Drs. Abdul Basid, M. Si

Kata kunci: Bioetanol, Destilasi, Densitas, Nilai Kalor, Indeks Bias

Bioetanol merupakan energi terbarukan yang ramah lingkungan dan dapat digunakan sebagai pengganti bahan bakar fosil. Salah satu bahan yang bisa dimanfaatkan untuk menghasilkan bioethanol yaitu nira siwalan yang telah rusak. Jenis penelitian ini adalah penelitian eksprimental dengan melakukan pendekatan secara kuantitatif yang bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi waktu destilasi dalam pemanfaatan limbah nira siwalan sebagai bioetanol. Penelitian ini menggunakan variasi waktu destilasi yaitu 10 menit, 15 menit, 20 menit, 25 menit dan 30 menit untuk mengetahui kuantitas etanol, selanjutnya dianalisis nilai kalor, densitas dan indeks bias. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kuantitas optimal yaitu pada destilasi 30 menit didapatkan nilai etanol sebanyak 27.225 ml. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai kalor yang optimal adalah lama waktu destilasi 10 menit didapatkan nilai kalor sebesar 3,006 kkal. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai densitas yang optimal adalah pada perlakuan pertama dengan lama waktu destilasi 10 menit yaitu didapatkan hasil 0.898 dengan persentase kualitas etanolnya 68%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai indeks bias yang optimal adalah pada lama waktu destilasi 10 menit didapatkan nilai densitas sebanyak 1.3518.

ABSTRACT

Arifin, Moh. Faizal. 2019. Utilization of Siwalan Roomie Waste (Borassus Flabellifer L.) As the Main Material for Making Bioethanol with Variation of Distillation Time. Thesis. Physics Department. Faculty of science and technology. Maulana malik ibrahim state islamic university. Advisor: (1) Ahmad Abtokhi, M. Pd (2) Abdul Basid, M. Si

Keywords: Bioethanol, distillation, density, heating value, bia index

Bioethanol is a renewable energy that is environmentally friendly and can be used as a substitute for fossil fuels. One ingredient that can be used to produce bioethanol is siwalan palm juice that has been damaged. This type of research is an experimental study using a quantitative approach that aimed to analyze the effect of variations in distillation time in the utilization of siwalan palm juice as bioethanol. This study uses a distillation time variation that are 10 minutes, 15 minutes, 20 minutes, 25 minutes and 30 minutes to determine the quantity of ethanol, then analyzed the heating value, density and refractive index. The results showed that the optimal quantity is at 30 minutes distillation, where obtained ethanol values of 27,225 ml. The results showed that the optimal heating value was the distillation time of 10 minutes, it obtained the heating value of 3.006 kcal. The results showed that the optimal density value was at the first treatment with a distillation time of 10 minutes, which was obtained 0.898 results with a percentage of ethanol quality of 68%. The results showed that the optimal refractive index value is the distillation time of 10 minutes obtained a density value of 1.3518.

المستخلص

العارفين، مُحَّد فائز. ٢٠١٩. استغلال النفاية من عصير نخيل لونتار (٢٠١٩. استغلال النفاية من عصير نخيل لونتار (٢٠١٩. البحث الجامعي. كالمادة الرئيسية في صناعة الإيثانول الحيوي بنوع مدة التقطير. البحث الجامعي. قسم الفيزياء، كلية العلوم والتكنولوجيا، جامعةمولانا مالك إبراهيم الإسلامية الحكومية مالانج. المشرف: (١) أحمد أبطحي، الماجستير؛ (٢) عبد الباسط، الماجستير

الكلمات الرئيسية: الإيثانول الحيوي، التقطير، الكثافة، الحرارية، قرينة الانكسار

الإيثانول الحيوي هي الطاقة المتجددة الملائمة للبيئة ويمكن استخدامها بديل الوقود الأحفوري. فمن إحدى المواد المستخدمة في إنتاج الإيثانول الحيوي هي عصير نخيل لونتار المدمرة. هذا البحث يعتبر بحثا تجريبيا ويستوعب المدخل الكمي حيث يهدف إلى تحليل أثر نوعية مدة التقطير التي تتكون من ١٠ دقائق، ١٥ دقيقة، ٢٠ دقيقة، ٢٥ دقيقة، و٣٠ دقيقة لمعرفة كمية إيثانول ويليها تحليل الحرارية، الكثافة، وقرينة الانكسار. فنتائج البحث تدل على أن الكمية الأعلى تكون في التقطر بمدة ٣٠ دقيقة حيث تكتسب من قيمة إيثانول بنسبة ٢٧,٢٢٥ مليلتر. وتدل أيضا على أن الحرارية الأعلى تكون في التقطير بمدة ١٠ حيث تنتج على قيمة ٨٩٨، بنسبة جودة إيثانول ٨٦٠%. وبالتالي، تكون قرينة الانكسار الأعلى في التقطير بمدة ١٠ دقيقة حيث تكتسبة الكثافة بنسبة ١٠٥٥٨.

BABI

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kebutuhan energi dari bahan bakar minyak bumi (BBM) berbasis fosil seperti solar, bensin dan minyak tanah di berbagai negara di dunia dalam tahun terakhir ini mengalami peningkatan tajam. Peningkatan laju konsumsi energi di Indonesia sekitar 8% per-tahun sedangkan di dunia hanya 2%. Data cadangan energi fosil pada tahun 2014 menunjukkan bahwa cadangan minyak bumi sebesar 3,6 miliar barel, gas bumi sebesar 100,3 *Trillion Cubic Feet* (TCF) dan cadangan batubara sebesar 32,27 miliar ton. Bila diasumsikan tidak ada penemuan cadangan baru, berdasarkan rasio R/P (*Reserve/Production*) tahun 2014, maka minyak bumi akan habis dalam 12 tahun, gas bumi akan habis 37 tahun, dan batubara akan habis 70 tahun (Sugiyono, 2016).

Menurut Dewan Energi Dunia konsumsi energi cenderung naik sampai 50% pada tahun 2020 (Ishom dkk, 2007). Oleh karena itu perlu dikembangkan sumber energi lain selain minyak sebagai sumber energi alternatif yang terbarukan (renewable). Sumber energi alternatif yang berkembang di Indonesia diantaranya adalah pemanfaatan geotermal/panas bumi, angin, air, matahari, gelombang laut, pasang surut dan bahan bakar nabati atau biofuel. Pemanfaatan geotermal terkendala pada teknologi eksploitasi yang hanya dapat menjangkau di sekitar lempengan tektonik. Pemanfaatan angin, air, matahari, gelombang laut terkendala pada alat yang digunakan. Pemanfaatan energi alternatif yang bisa dilakukan oleh

keseluruhan warga negara Indonesia dan kemudahan dalam memprosesnya adalah *biofuel* karena Indonesia merupakan negara agraris dan banyak ditumbuhi tanaman.

Menurut Lubad dan Widiastuti (2010), Bahan Bakar Nabati (BBN) atau biofuel adalah bahan bakar yang dapat diperbarui (renewable) dan dapat diproduksi dari berbagai jenis tumbuhan seperti singkong, tebu, sawit, jarak pagar, dan lainlain. BBN sendiri terbagi menjadi jenis bioetanol dan biodiesel. Bioetanol adalah jenis BBN yang mengandung etanol dalam tingkatan tertentu dan dapat dicampur dengan bahan bakar yang berasal dari minyak bumi sedangkan Biodiesel adalah bahan bakar motor diesel yang berupa ester alkil atau alkil asam-asam lemak (biasanya ester metil) yang dibuat dari minyak nabati melalui proses transesterifikasi atau esterifikasi. Bioetanol menjadi pilihan utama karena mudah terurai, aman bagi lingkungan, serta pembakaran bioetanol hanya menghasilkan karbondioksida dan air (Hambali, 2006).

Bioetanol merupakan energi terbarukan dan ramah lingkungan yang dapat digunakan sebagai pengganti bahan bakar fosil. Penggunaan etanol sebagai bahan bakar mempunyai beberapa keunggulan yaitu kandungan oksigen etanol tinggi (35%) sehingga dapat menghasilkan bahan bakar yang bersih. Hasil bahan bakar ramah bagi lingkungan karena emisi gas karbonmonoksida lebih rendah 19-25% dibanding BBM (Bahan Bakar Minyak). Energi terbarukan tidak memberikan kontribusi pada akumulasi karbon dioksida di atmosfir, hasil etanol lebih stabil. Angka oktan etanol tergolong tinggi sekitar 129 sehingga menghasilkan proses pembakaran yang stabil. Proses pembakaran dengan daya yang lebih baik dapat mengurangi emisi gas karbonmonoksida menjadi hanya 1,3% (Edward dan Riadi, 2015).

Berkaitan dengan bahan baku dalam pembuatan bioetanol, ada beberapa sumber yang dapat digunakan antara lain: nira bergula (nira tebu, nira nipah, nira sorgum manis, nira kelapa, nira aren, nira siwalan), bahan berpati (antara lain sagu, singkong/gaplek, ubi jalar, ganyong dan garut), *lignoselulosa* (kayu, jerami, batang pisang dan bagas) (Komaryati dkk., 2014).

Dalam firman Allah SWT surat asy-Syu'ara [26] ayat 7 telah dijelaskan secara tersirat bahwa di bumi banyak tumbuhan yang bisa dimanfaatkan untuk kepentingan masyarakat seperti nira siwalan yang difermentasikan dijadikan bioetanol:

Artinya: "Dan apakah mereka tidak memperhatikan bumi, berapakah banyaknya Kami tumbuhkan di bumi itu berbagai macam (tumbuh-tumbuhan) yang baik?" (Q.S.Asy-Syu'ara[26]:7).

Tumbuhan yang bagus adalah tumbuhan yang bermanfaat untuk keberlangsungan makhluk hidup. Tanah yang tadinya mati kemudian Allah SWT hidupkan dengan air hujan lalu ditumbuhkannya bermacam-macam tumbuhan yang bagus (Al-Jazairi, 2008). Tanaman siwalan dimanfaatkan oleh penduduk sebagai makanan (buahnya) dan sebagai minuman (niranya) (Arifah, 2007). Tanaman siwalan banyak tumbuh di daerah pesisir pantai utara (Pantura) Jawa Timur khususnya di daerah Tuban dan Lamongan. Potensi bahan baku nira siwalan di kabupaten Tuban mencapai 132.635 liter/hari, sedangkan berdasarkan hasil penelitian di empat desa di Timor (NTT) jumlah sadapan nira siwalan adalah 132.635 liter/tahun (Subrimobdi, 2016).

Nira siwalan (*Legen*) dianggap masyarakat setempat sebagai minuman yang menyegarkan dan diyakini berkhasiat untuk menyembuhkan berbagai macam penyakit. Akan tetapi, legen tidak mampu bertahan lama. Nira siwalan hanya bertahan beberapa jam (± 24-36jam) sejak disadap, nira akan mengalami perubahan yang ditandai dengan timbulnya gelembung dan rasanya asam. Nira siwalan mengalami fermentasi dengan adanya mikroorganisme yang merubah sukrosa menjadi alkohol dan berlanjut menjadi asam (Imron dkk., 2015).

Nira yang telah basi dibuang dan tidak dimanfaatkan sebagai barang berguna. Berangkat dari keresahan, dilakukan penelitian nira siwalan yang telah rusak untuk menjadi bioetanol. Sehingga, masyarakat bisa memanfaatkan potensi yang ada di daerahnya secara maksimal. Gula utama yang terkandung dalam nira adalah sukrosa. Namun, setelah terkontaminasi oleh mikroba yang dapat menghidrolisis, sukrosa menjadi glukosa dan fruktosa. Tahap fermentasi merupakan tahap yang merubah glukosa menjadi etanol dengan bantuan mikroorganisme *Saccharomyces cerevisiae* dan selanjutnya akan dilakukan proses destilasi untuk menghasilkan etanol.

Penelitian tentang bioetanol yang berasal dari nira siwalan diantaranya adalah Eka P dan Halim (2009) tentang pembuatan bioetanol dari nira siwalan secara fermentasi fese cair menggunakan fermipan didapatkan hasil bahwa *yield* yang diperoleh adalah 48,6% pada hari ke-4 dengan persen starter 15%. Selain itu juga penelitian Sukasah tentang waktu optimasi inkubasi pada fermentasi sehingga didapatkan hasil kondisi optimum dari fermentasi nira siwalan adalah pada waktu inkubasi 36 jam dengan perolehan kadar etanol sebesar 7,74%.

Hasil penelitian Fahmi dkk, (2014) tentang pengaruh destilasi terhadap kadar etanol menggunakan bahan hancuran nanas dalam air (perbandingan nanas: air = 1:5) yang dilakukan pada destilasi vakum suhu 40°C, 50°C dan 60°C menunjukkan bahwa kadar etanol pada suhu destilasi 40°C didapatkan hasil sebesar 20,0%, kemudian meningkat pada suhu destilasi 50°C menjadi 21,25%, tetapi terjadi penurunan kadar etanol pada suhu destilasi 60°C menjadi 12,0%.

Berdasarkan latar belakang di atas, maka penelitian ini dilakukan dengan memanfaatkan nira siwalan sebagai bahan baku pembuatan bioetanol dengan variasi lama waktu destilasi sehingga ditemukan waktu optimal dalam destilasi. Sifat fisika yang diteliti adalah densitas indeks bias dan nilai kalor. Selain itu, juga dilakukan analisa kualitas dari bioetanol. Judul penelitian ini adalah "Pemanfaatan limbah Nira Siwalan (*Borassus flabellifer L.*) sebagai Bahan Utama Pembuatan Bioetanol dengan Variasi Lama Destilasi".

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah penelitian ini adalah:

- 1. Bagaimana pengaruh lama waktu destilasi terhadap kuantitas etanol dalam pembuatan bioetanol menggunakan limbah nira siwalan?
- 2. Bagaimana pengaruh lama destilasi terhadap nilai kalor, densitas, indeks bias dan kualitas bioetanol limbah nira siwalan?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah

- Membuktikan bahwa limbah nira siwalan bisa dimanfaatkan untuk menjadi bioetanol.
- 2. Membuktikan bahwa waktu optimal dalam pembuatan bioetanol menggunakan limbah nira siwalan.
- 3. Membuktikan sifat fisis berupa indeks bias, densitas dan nilai kalor bioetanol dari limbah nira siwalan.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah.

- 1. Memberikan alternatif bahan baku pembuatan bioetanol
- 2. Peningkatan potensi sumberdaya alam di daerah Pantura Jawa Timur (Kabupaten Tuban khususnya).
- 3. Pengembangan dan inovasi sumber energi terbarukan (renewable)
- 4. Berpartisipasi dalam pengembangan dan kemajuan di bidang Ilmu Pengatahuan dan Teknologi khususnya di bidang Ilmu Fisika.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah penelitian ini adalah.

- 1. Sampel nira siwalan diambil dari petani nira siwalan.
- Sampel nira siwalan yang diambil di diamkan selama dua hari untuk melihat perubahan kemudian di homogenkan.

- 3. Sampel nira yang dipakai sebanyak 100 ml pada masing-masing satuan perlakuan.
- 4. Jenis ragi yang digunakan adalam ragi roti instan dengan merk "fermipan" yang didapatkan dari toko sembako dan bahan-bahan masakan di Kelurahan Merjosari Kecamatan Lowokwaru Kota Malang.
- 5. Proses fermentasi dilakukan dengan konsentrasi 6% dan waktu 1 hari.
- 6. Parameter yang diukur atau diamati adalah kadar bioetanol hasil destilasi limbah nira siwalan.
- 7. Sifat fisis yang diamati adalah nilai densitas, indeks bias dan nilai kalor.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Nira Siwalan (Borassus falbellifer L.)

وَهُوَ الَّذِي أَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَخْرَجْنَا بِهِ نَبَاتَ كُلِّ شَيْءٍ فَأَخْرَجْنَا مِنْهُ خَضِرًا نُخْرِجُ مِنْهُ حَبًّا مُتَرَاكِبًا وَمِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَخْرَجْنَا بِهِ نَبَاتَ كُلِّ شَيْءٍ فَأَخْرَجْنَا مِنْهُ خَضِرًا نُخْرِجُ مِنْهُ حَبًّا مُتَرَاكِبًا وَمِنَ النَّخْلِ مِنْ طَلْعِهَا قِنْوَانٌ دَانِيَةٌ وَجَنَّاتٍ مِنْ أَعْنَابٍ وَالزَّيْتُونَ وَالرُّمَّانَ مُشْتَبِهًا وَغَيْرَ مُتَشَابِهٍ أَ انْظُرُوا إِلَىٰ ثَمَرِهِ النَّيْتُونَ وَالرُّمَّانَ مُشْتَبِهًا وَغَيْرَ مُتَشَابِهٍ أَ انْظُرُوا إِلَىٰ ثَمَرِهِ النَّحْلِ مِنْ طَلْعِهَا قِنْوَانٌ دَانِيَةٌ وَجَنَّاتٍ مِنْ أَعْنَابٍ وَالزَّيْتُونَ وَالرُّمَّانَ مُشْتَبِهًا وَغَيْرَ مُتَشَابِهٍ أَا نُظُرُوا إِلَىٰ ثَمَرِهِ إِلَىٰ مَنْ طَلْعِهَا قِنْوَانُ دَانِيَةً وَجَنَّاتٍ مِنْ أَعْنَابٍ وَالرَّمَّانَ مُشْتَبِهًا وَغَيْرَ مُتَشَابِهٍ أَا نَظُرُوا إِلَىٰ ثَمَرِهِ اللَّالِيَّ الْعَلْمِ اللَّالَةُ مُنَابِ إِلَّالَةُ مُنْ مَلْ عَلْمُ مُنْ طَلْعِها قِنْوَانٌ دَانِيَةً وَجَنَّاتٍ مِنْ أَعْنَابٍ وَالرُّمَّانَ مُشْتَبِهًا وَغَيْرَ مُتَسَابِهٍ أَنْظُرُوا إِلَىٰ ثَمَوهِ إِلَيْ لِللْمُولِ إِلَىٰ ثَمَالِهِ إِلَّالِ اللْعُمِلُ وَلَا لَهُ مُنْ مُثَرِقًا إِلَىٰ ثَمَونَ وَالرُّمَّانَ مُشْتَبِهِ إِلَا لَهُ مِنْ طَلْعُهِا قِنْولِهِ إِلَىٰ فَالْمُ مُنْ أَلِكُمْ لَا يَاتِ لِقَوْمٍ يُؤْمِنُونَ

Artinya: "Dan Dialah yang menurunkan air hujan dari langit, lalu Kami tumbuhkan dengan air itu segala macam tumbuh-tumbuhan Maka Kami keluarkan dari tumbuh-tumbuhan itu tanaman yang menghijau. Kami keluarkan dari tanaman yang menghijau itu butir yang banyak; dan dari mayang korma mengurai tangkaitangkai yang menjulai, dan kebun-kebun anggur, dan (kami keluarkan pula) zaitun dan delima yang serupa dan yang tidak serupa. perhatikanlah buahnya di waktu pohonnya berbuah dan (perhatikan pulalah) kematangannya. Sesungguhnya pada yang demikian itu ada tanda-tanda (kekuasaan Allah) bagi orang-orang yang beriman" (Q.S Al-An'am[6]:99).

Ayat diatas menunjukkan bukti-bukti akan kekuasaan Allah SWT dengan mengarahkan manusia agar memandang sekelilingnya, yang terpapar untuk diamati, yang terbentang di bumi seperti pertumbuhan biji dan benih. Sebagaimana juga dijelaskan dalam firman Allah SWT dalam Al Qur'an surat Al-An'am[6] ayat 99 (Shihab, 2001).

Isi Kandungan dari kalimat Al-Qur'an *nabaata kulli syai'in* (tumbuh segala macam tetumbuhan dengan pesat) adalah sesutu yang dengannya segala sesuatu yang lain bisa tubuh dan berkembang. Karena itu, maksud dari ungkapan *kulli syai'* adalah untuk semua jenis tumbuhan. Unsur terpentingnya, yakni air, merupakan

penyebab munculnya tanaman-tanaman dan tumbuh berkembangnya makhluk hidup (Imani, 2004).

Ayat diatas menambahkan, *kemudian dari tumbuhan itu kami munculkan* (daun) hijau. Allah SWT menumbuhkan tanaman dengan air hujan, lalu tanaman itu mengalami vegetasi, dan dari vegetasi itu Allah SWT menumbuhkan biji-bijian dan kelopak-kelopak, seperti kelopak gandum, tanaman biji-bijian, dan sejenisnya (Imani, 2004).

Siwalan merupakan tumbuhan memiliki daun hijau yang umumnya tumbuh di daerah pesisir, sejatinya dapat tumbuh di daerah dataran rendah maupun dataran tinggi sehingga pembudidayaan siwalan dapat dilakukan sejalan dengan pemanfaatan lahan kosong di Indonesia. Hal tersebut menunjukkan kemampuan adaptasi tanaman siwalan yang sangat baik (Haisya dkk, 2011).

Nira siwalan adalah bagian cairan manis yang terkandung dalam bunga; dapat diperoleh dengan memotong kelopak dan menghisap bagian cair. Orang-orang lokal menggunakannya sebagai bahan pokok untuk membuat minuman bernama *legen* dan *tuak*. Nira siwalan banyak tersedia di Tuban (Jawa Timur) (Haisya, 2011), serta di daerah pesisir pantai utara Kabupaten Lamongan dan Gresik (Arifah, 2007).

Nira yang diambil dari sumber-sumber nira seperti aren (*Arenga pinnata*), siwalan (*Borassus flabellifer* L.), Kelapa (*Cocos nucifera*), dan Nipah (*Nypa fructicans*) mengandung gula sekitar 10-20%. (Haisya dkk., 2011). Adapun kadar gula yang terkandung dalam nira dari beberapa tanaman tertera dalam tabel 2.1 berikut.

Tabel 2.1 Komposisi Nira dari Berbagai Tanaman Palmae (Umam, 2018)

	Kadar Gula yang	
Jenis tanaman	terkandung dalam Nira	Sumber
	(%)	
Siwalan	10-15	Halim, 2008; Sholikhah, 2010
Kelapa	12-18	Komaryati dan Gusmailina, 2010
Sorgum	11-16	Komaryati dan Gusmailina, 2010
Tebu	9-17	Komaryati dan Gusmailina, 2010
Nipah	13-17	Dahlan, 2009
Aren	10-12	Halim, 2008

Nira siwalan mengandung gula dalam bentuk gula *invert* (Sholikhah, 2010). Gula *invert* merupakan hasil proses hidrolisis sukrosa berupa campuran glukosa dan fruktosa. Proses ini juga disebut *inversi*. Perubahan sukrosa menjadi glukosa dan fruktosa bisa dilakukan oleh enzim sukrase atau *invertase* (Poedjiadi, 2012). Enzim *invertase* dapat diproduksi oleh bakteri, fungi, tumbuhan tingkat tinggi, dan beberapa sel hewan. Salah satunya adalah *Saccharomyces cerevisiae* (Prabawa dkk., 2012).

Nira siwalan yang telah disadap memerlukan penanganan, karena nira mengandung nutrisi yang lengkap seperti gula, protein, lemak maupun mineral (lihat Tabel 2.2 dan Tabel 2.3), dan merupakan media yang baik untuk pertumbuhan mikroorganisme seperti bakteri, kapang dan khamir (Suseno dkk., 2000).

Tabel 2.2 Komposisi Nutrisi dalam Nira Siwalan (Suseno dkk., 2000).

Komposisi Nira	Kadar (%)
Air	86,1
Protein	0,3
Lemak	0,02
Karbohidrat	13,54
Mineral sebagai anu	0,04

Mikroorganisme yang terdapat dalam nira siwalan adalah *Saccharomyces cerevisiae* dan *Lactobacillus plantarum*. Mikroorganisme ini menyebabkan kerusakan pada nira siwalan (Fauziah, 2015). *Saccharomyces cerevisiae* merupakan jenis khamir yang memiliki kemampuan mengubah karbohidrat sederhana menjadi etanol (Hidayat, 2006) sedangkan *Lactobacillus plantarum* merupakan jenis bakteri asam laktat (BAL) yang memiliki kemampuan mengubah karbohidrat sederhana menjadi asam laktat dalam proses fermentasi (Purwoko, 2007).

Dalam rangka pengembangan hasil bioetanol, diperlukan gula yang terkandung seperti singkong, ubi jalar, sagu, sorgum, nira aren, nira nipah, dan nira siwalan. Nira siwalan dapat dianggap sebagai pilihan yang menonjol, karena pemanfaatan nira siwalan telah populer sebagai minuman beralkohol bernama *tuak* (Haisya dkk., 2011). Kandungan etanol nira siwalan yang difermentasi selama 130 jam atau 5 hari lebih 10 jam mencapai kadar tertinggi yakni sebesar 8,658% dengan suhu destilasi sebesar 100°C (Sholikhah, 2010).

Tabel 2.3 Kandungan Nira Siwalan (Suseno dkk., 2000).

Komponen	Jumlah
Total gula (g/100cc)	10.9
Gula reduksi (g/100cc)	0.96
Protein (g/100cc)	0.35
Nitrogen	0.056
pH (g/100cc)	6.7 – 6.9
Mineral sebagai abu (g/100cc)	0.54
Kalsium (g/100cc)	Sedikit
Fosfor (g/100cc)	0.14
Besi (g/100cc)	0.4
Vitamin (mg/100cc)	13.25

2.2 Proses Pembuatan Bioetanol

2.2.1 Fermentasi Alkohol

Fermentasi adalah suatu proses oksidasi karbohidrat anaerob jenuh atau anaerob sebagian. Dalam suatu proses fermentasi, bahan pangan seperti *natrium klorida* bermanfaat untuk membatasi pertumbuhan organisme pembusuk dan mencegah pertumbuhan sebagian besar organisme yang lain. Suatu fermentasi yang busuk biasanya adalah fermentasi yang mengalami kontaminasi, sedangkan fermentasi yang normal adalah perubahan karbohidrat menjadi alkohol (Retno dan Nuri, 2011). Fermentasi dapat didefinisikan sebagai perubahan gradual oleh enzim beberapa bakteri, khamir, dan jamur. Contoh perubahan kimia dari fermentasi meliputi pengasaman susu, dekomposisi pati dan gula menjadi alkohol

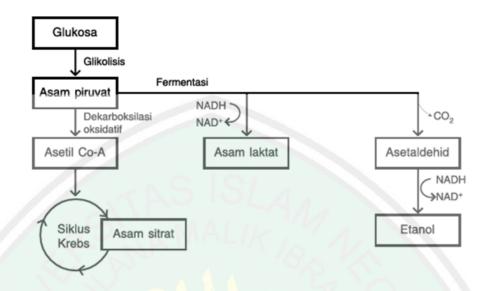
dan karbondioksida, serta oksidasi senyawa nitrogen organik (Hidayat dkk., 2006).

Mikroba mampu menghasilkan metabolit (hasil metabolisme) selama proses fermentasi. Metabolit primer diproduksi selama fase pertumbuhan keseluruhan, sedangkan metabolit sekunder diproduksi selama fase akhir log dan selama fase stasioner. Produk metabolit sekunder merupakan senyawa kimia dalam organisme yang tidak secara langsung berhubungan dengan pertumbuhan normal, pengembangan dan reproduksi mikroorganisme. Salah satu contoh produk mitabolit sekunder adalah etanol (Riadi, 2007).

Proses fermentasi alkohol digunakan khamir murni dari strain *Saccharomyces cerevisiae*. Khamir ini mempunyai kelompok enzim (*zymase*) yang berperan pada fermentasi senyawa gula, seperti glukosa dan fruktosa menjadi etanol dan karbondioksida (Hasanah dkk., 2012). Perubahan ini dicapai bukan oleh satu enzim tunggal tetapi oleh sekelompok enzim, yaitu suatu sistem enzim, lebih dari selusin enzim bekerja berurutan, masing-masing menyebabkan terjadinya suatu reaksi kimiawi yang menghasilkan suatu perubahan spesifik pada produk yang dibentuk oleh reaksi enzim yang tepat mendahuluinya. Reaksi terakhir sekian banyak enzim dalam sistem tersebut menghasilkan produk akhir dalam fermentasi alkohol berupa etanol dan CO₂ (Pelczar dan Chan, 2013).

Jalur metabolisme proses ini sama dengan glikolisis sampai dengan terbentuknya *piruvat*. Proses glikolisis juga disebut jalur metabolisme *Embden-Meyernhoff* (lihat Gambar 2.1). Setelah proses glikolisis, dua tahap reaksi enzim berikutnya adalah reaksi perubahan asam piruvat menjadi *asetaldehida* oleh

enzim *piruvat dekarboksilase*, dan reaksi reduksi *asetaldehida* oleh enzim alkohol *dehidrogenase* menjadi etanol (Wirahadikusumah, 1985).



Gambar 2.1 Gambar Jalur metabolisme *Embden-Meyernhoff*

2.2.2 Destilasi

Proses destilasi dilakukan untuk memisahkan etanol setelah proses fermentasi selesai, destilasi merupakan pemisahan komponen berdasarkan titik didihnya. Titik didih etanol murni adalah 78°C sedangkan air adalah 100°C (Kondisi standar). Pemanasan larutan pada suhu rentang 78 °C – 100°C akan mengakibatkan sebagian besar etanol menguap dan melalui unit kondensasi akan bisa dihasilkan etanol dengan konsentrasi 95% (Arsyad, 2001).

Metode destilasi termasuk sebagai unit operasi kimia jenis perpindahan panas. Penerapan proses ini didasarkan pada teori bahwa pada suatu larutan, masing-masing komponen akan menguap pada titik didihnya. Model ideal destilasi didasarkan pada Hukum Raoult dan Hukum Dalton (Syukri, 1999).

Hukum Raoult menyatakan bahwa pada suhu dan tekanan tertentu, tekanan parsial uap komponen A (PA) dalam campuran sama dengan hasil kali antara

tekanan uap komponen murni A (PA murni) dan fraksi molnya XA (Syukri, 1999):

$$PA = PA \text{ murni } . XA$$
 (1)

Sedang tekanan uap totalnya adalah,

$$Ptot = PA murni . XA + PB murni . XB$$
 (2)

Pada persamaan tersebut, diketahui bahwa tekanan uap total suatu campuran cairan biner tergantung pada tekanan uap komponen murni dan fraksi molnya dalam campuran (Chang, 2007)

Hukum Dalton dan Hukum Raoult merupakan pernyataan matematis yang dapat menggambarkan apa yang terjadi selama destilasi, yaitu menggambarkan perubahan komposisi dan tekanan pada cairan yang mendidih selama proses destilasi. Uap yang dihasilkan selama mendidih akan memiliki komposisi yang berbeda dari komposisi cairan itu sendiri (Chang, 2007).

Terdapat dua tipe proses destilasi yang banyak diaplikasikan, yaitu continuous-feed distillation column system dan pot-type distillation system. Selain tipe tersebut, dikenal juga tipe destilasi vakum yang menggunakan tekanan rendah dan suhu yang lebih tinggi. Tekanan yang digunakan untuk destilasi adalah 42 mmHg atau 0.88 psi. Dengan tekanan tersebut, suhu yang digunakan pada bagian bawah kolom adalah 35°C dan 20°C di bagian atas (Arsyad, 2001).

Beberapa hal penting yang harus diperhatikan dalam destilasi adalah kondisi saat pemanasan labu didih dalam keadaan suhu dan tekanan tinggi, labu dapat mengalami ledakan yang dikenal sebagai *super heated*. Secara teknis, sebelum proses pemanasan, di dalam labu didih disertakan agen anti bumping seperti

pecahan *porcelain*. Pori-pori *porcelain* dapat menyerap panas dan meratakan ke seluruh sistem. Metode destilasi digunakan pada larutan yang mempunyai titik didih moderat sekitar 100°C. Apabila terdapat sampel dengan titik didih sangat tinggi, tidak disarankan menggunakan teknik pemisahan destilasi karena dua hal yaitu suhu dan tekanan yang tinggi rawan ledakan dan pada suhu tinggi senyawa dapat mengalami dekomposisi atau rusak (Arsyad, 2001).

Destilasi berarti memisahkan komponen-komponen yang mudah menguap dari suatu campuran cair dengan cara menguapkannya, uap yang dikeluarkan dari campuran tersebut disebut uap bebas yang mengalir melalui kondensor, cairan yang keluar dari kondensor disebut destilat sedangkan cairan tidak menguap disebut residu (Jhonprimen dkk., 2012).

Destilasi yang dapat digunakan untuk pembuatan bioetanol adalah destilasi konvensional. Destilasi konvensional (sederhana), proses destilasi berlangsung jika campuran dipanaskan dan sebagian komponen volatil menguap naik dan didinginkan sampai mengembun di dinding kondensor. Pada destilasi sederhana tidak terjadi fraksionasi pada saat kondensasi karena komponen campuran tidak banyak. Destilasi sederhana sering digunakan untuk tujuan pemurnian sampel dan bukan pemisahan kimia dalam arti sebenarnya (Jhonprimen dkk., 2012).

Proses destilasi berlangsung jika campuran dipanaskan dan sebagian komponen volatil menguap naik dan didinginkan sampai mengembun di dinding kondensor. Distilat ini ditampung di sebuah tempat baru. Pada destilasi sedehana tidak digunakan *refluks* sebagai kolom fraksionasi. Distilat akan diembunkan dan dialirkan turun ke tempat penampungan. Dalam destilasi sederhana memang tidak terjadi fraksionasi pada saat kondensasi karena komponen campuran tidak banyak.

Jika campuran terdiri dari banyak komponen maka cara sederhana ini tidak dapat digunakan karena kondensat atau distilat yang didapat masih merupakan campuran juga (Wonorahardjo, 2013).

Proses destilasi dijalankan dengan bantuan beberapa peralatan yang khusus dirancang untuk itu. Pada prinsipnya campuran yang akan didestilasi atau dimurnikan berada di labu destilasi. Adapun labu destilasi dipanaskan dengan pemanas elektrik yang mempunyai pengatur suhu secara otomatis. Adapun uap yang dihasilkan pada pemanasan akan dialirkan langsung ke kondensor yang merupakan unit pendingin uap sehingga terjadi kondensasi. Kondensor terdiri dari dua buah pipa, di antaranya pipa dalam dan pipa luar terdapat air yang selalu berganti secara kontinu sehingga temperatur stabil. Kondensor didinginkan dengan air yang masuk dari kran air melalui pipa dan dikeluarkan lagi lewat lubang ke bak penampungan. Sebelum melalui kondensor kadang-kadang diperlukan kolom destilasi yang panjang dan bentuknya bisa diatur (Wonorahardjo, 2013).

Kolom destilasi ini pada skala laboratorium dilengkapi termometer untuk menjaga kestabilan temperatur supaya arus uap tidak terlalu deras dan dapat dikondensasikan semua di kondensor. Jika tekanan uap terlalu tinggi ada kemungkinan uap menerobos keluar dan hilang dari sistem. Uap yang mengembun pada kondensor (posisi miring, supaya tetesan embun dapat turun dengan bebas) akan ditampung di labu melalui adaptor, bisa juga dilengkapi kran (Wonorahardjo, 2013).

Lama destilasi dapat digunakan sebagai acuan untuk memperoleh kuantitas etanol dari nira siwalan. Semakin lama destilasi maka kalor yang dilepaskan akan

semakin banyak sehingga kuantitas etanol juga banyak. Hal ini didasarkan pada hukum kekekalan energi atau *azaz black* yang menyatakan bahwa kalor yang diterima sama dengan kalor yang dilepaskan (Giancoli, 2001).

$$Q_{lepas} = Q_{terima} atau \Delta Q_1 = \Delta Q_2$$
 (3)

2.3 Sifat Fisika dan Kimia Etanol

2.3.1 Sifat-sifat Fisika Etanol

Etanol memiliki banyak manfaat bagi masyarakat karena sifatnya yang tidak beracun. Selain itu, sifat fisika etanol adalah (Kirk, 1951):

Tabel 2.4 Sifat Fisika Etanol

Berat Molekul	16 07 an/m ol
Derat Molekul	46.07 gr/mol
Titik Lebur	-112°C
Titik Didih	78.4°C
(T)'(1 D 1	2100
Titik Bakar	21°C
Titik Nyala	372°C
	0.13
Densitas	0.7893 gr/mol
Kepadatan	0.791 gr/mol
Indeks Bias	1.36143 cP
macks blus	1.301 13 61
Viskositas 20°C	200.6 kal/gr
Panas Penguapan	19% v/v
Batas Ledak Atas	3.5% v/v
Datas Ledak Mas	3.3 70 17 1
Batas Ledak Bawah	
Tidak Berwarna	

Larut dalam Air dan Eter	
Memiliki bau Khas	

2.3.2 Sifat-sifat Kimia Etanol

Selain mempunyai sifat fisika, etanol juga memiliki sifat-sifat kimia.

Diantara sifat kimia tersebut adalah (Fessenden, 1997):

- a. Merupakan pelarut yang baik untuk senyawa organik
- b. Mudah menguap dan terbakar
- c. Bila direaksikan dengan asam halida akan membentuk alkil halida dan air $CH3CH2OH + HC = CH \ CH_3CH_2OCH = CH_2 + H_2O$
- d. Bila direaksikan dengan asam karbosilat akan membentuk ester dan air
 CH3CH2OH + CH3COOH CH3COOCH2CH3 + H2O
- e. Dehidrogenasi etanol menghasilkan asetaldehid
- f. Mudah terbakar di udara sehingga menghasilkan lidah api (flame) yang berwarna biru muda dan transparan dan membentuk H₂O dan CO₂.

2.4 Syarat Mutu Etanol

Didalam perdagangan dikenal etanol menurut kualitasnya yaitu (Hanum dkk., 2013):

- a. Alkohol teknis (95,6° GI) terutama digunakan untuk kepentingan industri dan sebagai pelarut bahan bakar.
- b. Alkohol murni (96-96,5° GI) alkohol yang lebih murni, digunakan terutama untuk kepentingan farmasi, minuman keras dan alkohol.
- c. Spirtus (88° GI) bahan ini merupakan alkohol *terdenaturasi* dan diberi warna umumnya digunakan untuk pemanasan dan penerangan.

d. Alkohol absolut atau alkohol *adhidra* (99,5 – 99,8° GI) tidak mengandung air sama sekali. Digunakan untuk kepentingan farmasi dan untuk bahan bakar kendaraan.

2.5 Analisis dan Pengukuran

2.5.1 Analisis Kadar Etanol Berdasarkan Nilai Gravitasi Jenis

Gravitasi jenis (*specific gravity/SG*) suatu zat cair didefinisikan sebagai perbandingan kerapatan zat cair tersebut dengan kerapatan air pada sebuah temperatur tertentu. Biasanya temperatur tersebut adalah 4°C, dan pada temperatur ini kerapatan air adalah 1000 kg/m³. Dalam bentuk persamaan, gravitasi jenis dinyatakan sebagai (Munson dkk., 2003).

$$\rho \text{ larutan} \tag{4}$$

 $SG = \rho$ air @ 4 derajat celcius

Dimana: ρ = Densitas larutan

SG = Gravitasi jenis

Kerapatan (density) dilambangkan sebagai ρ suatu zat cair adalah ukuran untuk konsentrasi zat cair tersebut dan dinyatakan dalam massa per satuan volume. Sifat ini ditentukan dengan cara menghitung nisbah (ratio) massa zat yang terkandung dalam suatu bagian tertentu terhadap volume bagian tersebut (Olson dan Wright, 1993).

Nilai kerapatan dapat bervariasi cukup besar di antara zat cair yang berbeda, namun untuk zat-zat cair, variasi tekanan dan temperatur umumnya hanya memberikan pengaruh kecil terhadap nilai ρ (Munson dkk., 2003). Kerapatan semua zat cair bergantung pada temperatur serta tekanan sehingga temperatur zat

cair serta temperatur air yang dijadikan acuan harus dinyatakan untuk mendapatkan harga-harga gravitasi jenis yang tepat (Olson dan Wright, 1993).

Kadar etanol yang ada dalam sampel larutan yang mengandung etanol dapat ditetapkan nilainya berdasarkan nilai gravitasi jenis. Namun sebelum ditetapkan, sampel tersebut telah mengandung partikel yang bebas dari semua zat-zat lain yang terlarut maupun tidak terlarut kecuali air. Untuk itu, dilakukan proses destilasi sederhana terlebih dahulu sebelum menetapkan kadar etanol (Bhavan dan Marg, 2005).

Gravitasi jenis suatu zat cair dapat ditentukan dengan menggunakan metode piknometer. Metode ini dapat mengetahui kadar etanol suatu cairan secara tepat. Dalam metode ini, dibutuhkan alat piknometer. Piknometer yang dipakai mempunyai kapasitas volume 5 ml. Gravitasi jenis suatu zat cair dihitung menggunakan rumus (Bhavan dan Marg, 2005):

SG Sampel =
$$\frac{\text{Massa sampel pada piknometer 5 ml dengan suhu ruangan } t^{0}c}{\text{Massa air pada piknometer 5 ml dengan suhu ruangan } t^{0}c}$$
(5)

2.5.2 Analisis Indeks Bias Bioetanol

Indeks bias adalah perbandingan kecepatan cahaya dalam udara dengan kecepatan cahaya dalam zat tersebut. Indeks bias berfungsi untuk identifikasi zat kemurnian, suhu pengukuran dilakukan pada suhu 20°C dan suhu tersebut harus benar-benar diatur dan dipertahankan karena sangat mempengaruhi indeks bias (Nayiroh, 2016).

Refraktometer Abbe adalah refraktometer untuk mengukur indeks bias cairan, padatan dalam cairan atau serbuk dengan indeks bias dari 1,300 sampai

1,700 dan persentase padatan 0 sampai 95%, alat untuk menentukan indeks bias minyak, lemak, gelas optis, larutan gula, dan sebagainnya, indeks bias antara 1,300 dan 1,700 dapat dibaca langsung dengan ketelitian sampai 0,001 dan dapat diperkirakan sampai 0,0002 dari gelas skala di dalam (Nayiroh, 2016).

Pengukurannya didasarkan atas prinsip bahwa cahaya yang masuk melalui prisma-cahaya hanya bisa melewati bidang batas antara cairan dan prisma kerja dengan suatu sudut yang terletak dalam batas-batas tertentu yang ditentukan oleh sudut batas antara cairan dan alas (Nayiroh, 2016):

Rumus: n = c/v (6)

Di mana:

n: indeks bias v: kecepatan cahaya dalam zat

c : kecepatan cahaya di udara

2.5.3 Analisis Kalor Bioetanol

Bom Kalorimeter merupakan kalorimeter yang khusus digunakan untuk menentukan kalor dari reaksi-reaksi pembakaran. Kalorimeter ini terdiri dari sebuah bom (tempat berlangsungnya reaksi pembakaran, terbuat dari bahan stainless steel dan diisi dengan gas oksigen pada tekanan tinggi) dan sejumlah air yang dibatasi dengan wadah yang kedap panas. Reaksi pembakaran yang terjadi di dalam bom, akan menghasilkan kalor dan diserap oleh air dan bom. Oleh karena tidak ada kalor yang terbuang ke lingkungan. Nilai kalor diukur dengan bomb kalorimeter. Sebelum dipakai bomb dikalibrasi (standarisasi) dengan asam benzoat. Kalorimeter ini membakar bahan bakar secara adiabatis dengan isolator

sempurna. Kenaikan temperatur ini untuk menghitung kalor yang dihasilkan (Samsinar, 2016).

Prinsip perhitungan nilai kalor dalam kalorimeter adalah proses adiabatik seperti didalam termos air, dimana panas tidak terserap atau dipengaruhi oleh kondisi luar, P dan T tetap, didalam bom kalorimeter tempat terjadinya proses pembakaran. Didalam kalorimeter terjadi perubahan suhu dimana air dingin akan menjadi hangat karena terjadi proses pembakaran dari bom kalorimeter hingga terjadi *asas black* didalam kalorimeter. Prinsip kerja dari bom kalorimeter adalah mengalirkan arus listrik pada kumparan kawat penghantar yang dimasukan ke dalam air suling. Pada waktu bergerak dalam kawat penghantar (akibat perbedaan potensial) pembawa muatan bertumbukan dengan atom logam dan kehilangan energi. Akibatnya pembawa muatan bertumbukan dengan kecepatan konstan yang sebanding dengan kuat medan listriknya. Tumbukan oleh pembawa muatan akan menyebabkan logam yang dialiri arus listrik memperoleh energi yaitu energi kalor/panas (Samsinar, 2016).

Pada penelitian ini kalor hasil pembakaran sempurna disebut sebagai kalor bakar. Perubahan kalor pada suatu reaksi dapat diukur melalui pengukuran perubahan suhu yang terjadi pada reaksi tersebut. Persamaannya sebagai berikut (Brady, 1999):

$$Q = m \times c \times \Delta T \tag{7}$$

Q kalorimeter =
$$C \times \Delta T$$
 (8)

Dimana:

Q = Jumlah kalor (J)

m = Massa zat (g)

 $\Delta T = Perubahan suhu (°C/K)$

 $c = Kalor jenis (J/g^{o}C)$

 $C = Kapasitas kalor (J/{}^{o}C)$

Reaksi pembakaran yang terjadi di dalam bom, akan menghasilkan kalor dan diserap oleh air dan bom. Oleh karena tidak ada kalor yang terbuang ke lingkungan maka (Brady, 1999):

$$q \text{ reaksi} = -(qair + qbom)$$
 (9)

Jumlah kalor yang diserap oleh air dapat dihitung dengan rumus (Brady, 1999):

$$gair = m \times c \times \Delta T \tag{10}$$

dengan:

m = massa air dalam kalorimeter (g)

c = kalor jenis air dalam kalorimeter (J/kg °C) atau (J/kg.K)

 ΔT = perubahan suhu (°C atau K).

Jumlah kalor yang diserap oleh bom dapat dihitung dengan rumus (Brady, 1999):

$$qbom = Cbom \times \Delta T \tag{11}$$

dengan:

Cbom = kapasitas kalor bomb $(J/g^{\circ}C)$ atau (J/K)

 ΔT = perubahan suhu (°C atau K).

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini adalah penelitian eksprimental dengan melakukan pendekatan secara kualitatif yang bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi waktu destilasi dalam pemanfaatan limbah nira siwalan sebagai Bioetanol.

3.2 Waktu dan Tempat Pelaksanaan Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan September 2018 sampai selesai. Analisis destilasi dan kualitas bioetanol bertempat di Kimia Anorganik Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang, nilai kalor bertempat di Laboratorium Energi dan Lingkungan ITS Surabaya dan indeks bias dan densitas bertempat di Laboratorium Termodinamika UIN Maulana Malik Ibrahim Malang.

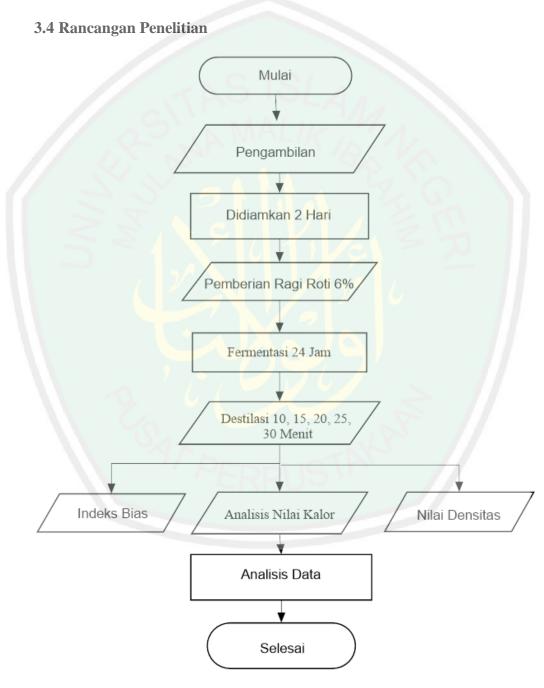
3.3 Alat dan Bahan

3.3.1 Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah autoklaf, kompor, panci, distilator, jurigen besar, botol plastik 1500 ml, selang, neraca analitik, spatula, gelas arloji, solder, erlenmeyer 250 ml, pipet tetes, hot plate, stirer, erlenmeyer 100 ml, gelas ukur 100 ml, gelas beker 500 ml, corong, pH meter digital, termometer ruangan, refraktometer abbee dan piknometer.

3.3.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain: nira siwalan, aquades, ragi roti merek "fermipan", plastisin, karet gelang, kantong plastik, dan es batu.



Gambar 3.1 Alur Penelitian

3.5 Langkah-langkah Penelitian

3.5.1 Pembusukan (Membuat Basi Nira Siwalan)

- Nira Siwalan di ambil dari desa Plumpang Kecamatan Plumpang Kabupaten
 Tuban dimasukkan ke dalam botol Aqua 1500 ml sebanyak 5 botol.
- Nira Siwalan tersebut di campur menjadi satu kemudian didiamkan selama dua hari agar sudah tidak segar lagi atau menjadi basi.

3.5.2 Pemberian Konsensentrasi Ragi Roti dan Waktu Fermentasi

- Dimasukkan Nira Siwalan yang telah basi ke dalam botol 1500 ml dengan konsentrasi 500 ml.
- 2. Diatur pHnya menjadi 5.
- 3. Ditambahkan ragi roti dengan variasi konsentrasi 6% (m/v)
- 4. Ditutup rapat botol selai tersebut dan dirangkai seperti Gambar 3.1
- 5. Diberi perlakuan konsentrasi ragi roti difermentasi dengan variasi waktu 24 jam.



Gambar 3.2 Rangkaian Alat Fermentasi

3.5.3 Destilasi Hasil Fermentasi

- 1. Dipipet hasil nira siwalan sebanyak 100 ml.
- Ditampung labu alas bulat kemudian labu destilat dipasang pada alat destilasi.

- 3. Didestilasi pada suhu 100°C dengan variasi waktu 5 menit, 10 menit, 15 menit dan 20, 25 dan 30 menit.
- 4. Distilat hasil destilasi ditampung dalam botol 100 ml.

3.5.4 Pengukuran Nilai Kalor Bioetanol

Pengukuran nilai kalor bioetanol ini menggunakan kalorimeter bomb. Adapun langkah dalam penggunaannya adalah sebagai berikut:

- 1. Dibersihkan tabung bom dari sisa pengujian sebelumnya.
- 2. Ditimbang sampel yang akan diuji dengan timbangan, sebesar 1 gram.
- 3. Disiapkan kawat untuk penyala dengan menggulungnya dan memasangnya pada tangkai penyala yang terpasang pada penutup bomb.
- 4. Ditempatkan cawan berisi bahan bakar pada ujung tangkai penyala.
- 5. Ditutup bomb dengan kuat setelah dipasang ring O dengan memutar penutup tersebut.
- 6. Diisikan oksigen kedalam bomb dengan tekanan 15-20 bar.
- 7. Ditempatkan bomb yang telah terpasang didalam kalorimeter.
- 8. Dimasukkan air pendingin sebanyak 1250 ml.
- 9. Ditutup kalorimeter dengan alat penutupnya.
- Dihidupkan pengaduk air pendingin selama 5 (lima) menit sebelum peyalaan dilakukan.
- 11. Dibaca dan dicatat temperatur air pendingin.
- 12. Dihidupkan penyalaan, gunakan tombol yang paling kanan.
- 13. Air pendingin terus diaduk selama 5 (lima) menit setelah penyalaan berlangsung.

- 14. Dibaca dan dicatat kembali temperatur air pendingin.
- 15. Dimatikan pengaduk.
- 16. Peralatan disiapkan kembali untuk pengujian berikutnya.
- 17. Dilakukan pengukuran untuk suatu bahan bakar yang diuji/diukur.

3.5.5 Pengukuran Indeks Bias Bioetanol.

Pengukuran indeks bias bioetanol menggunakan metode pengujian sampel dengan refraktometer abbe sebagai berikut:

- Sebelum dilakukan uji, dilakukan kalibrasi dahulu alat refraktometer dengan menggunakan cairan aquades.
- 2. Sampel bioetanol dengan konsentrasi tertentu masing-masing diteteskan sebanyak 2-3 tetes pada prisma/tempat sampel alat refraktometer.
- 3. Penutup kaca prisma ditutup dengan perlahan dan rapat. Dipastikan sampel tersebar merata di atas permukaan prisma.
- 4. Dibiarkan cahaya melewati larutan dan melalui prisma agar cahaya pada layar dalam alat tersebut terbagi menjadi dua.
- Digeser tanda batas tersebut dengan memutar knop pengatur, sehingga memotong titik perpotongan dua garis diagonal yang saling berpotongan terlihat pada layar.
- Diamati dan dibaca skala indeks bias yang ditunjukkan oleh jarum layar skala melalui mikroskop.
- Layar hasil dua warna yang telah diatur sedemikian sehingga memberikan dua warna yang mempunyai warna yang jelas dan tegas.
- 8. Diamati nilai indeks bias kemudian dicatat dalam sebuah tabel.

3.6 Teknik Pengolahan Data

Pengambilan data pada penelitian ini dilakukan dengan cara memvariasikan lama destilasi dengan pengulangan. Data yang diperoleh dari variasi lama waktu destilasi etanol dimasukan ke dalam tabel 3.1 dengan perlakuan sebagai berikut.

Tabel 3.1 Kombinasi Perlakuan Waktu Destilasi dan Uji Perlakuan

Lama	Uji Perlakuan (Jam)				
Destilasi (%)	Uji Pertama (W1)	Uji Kedua (W2)	Uji Ketiga (W3)		
10 (K1)	K1W1 (P1)	K1W2 (P2)	K1W3 (P3)		
15 (K2)	K2W1 (P4)	K2W2 (P5)	K2W3 (P6)		
20 (K3)	K3W1 (P7)	K3W2 (P8)	K3W3 (P9)		
25 (K4)	K4W1 (P10)	K4W2 (P11)	K4W3 (P12)		
30 (K5)	K5W1 (P13)	K5W2 (P14)	K5W3 (P15)		

Keterangan:

K : Lama Destilasi P : Perlakuan

W : Waktu/lama destilasi

Setelah dilakukan variasi waktu destilasi dan uji perlakuan maka dicatat kuantitas etanol yang dihasilkan, Nilai kalor, densitas dan indeks bias. Data tersebut dimasukkan dalam tabel 3.2 sebagai berikut.

Tabel 3. 2 Hasil Kuantitas Bioetanol, Nilai Kalor, Densitas dan Indeks Bias

No	Perlakuan	Kuantitas Bioetanol (ml)	Nilai Kalor (kkal)	Densitas (g/ml)	Indeks Bias (n)
1	10 (1)				
2	15 (1)				
3	20 (1)				
4	25 (1)				
5	30 (1)	CAS IS	14.		

3.6.1 Pengolahan Data Nilai Kalor Bioetanol

Data yang diambil dari penelitian ini adalah hasil dari kuantitas etanol setelah divariasikan lama waktu destilasi 10 menit, 15 menit, 20 menit, 25 menit dan 30 menit. Nilai kalor etanol dari variasi lama destilasi diolah menggunakan bomb kalorimeter. Variabel yang didapat adalah perbedaan temperatur awal (kondisi stabil) dengan temperatur akhir yang tertinggi setelah bahan yang di uji dibakar. Setelah diketahui perbedaannya maka dicatat hasil kalornya. Nilai kalor yang didapat dicatat pada tabel berikut.

Tabel 3.3 Pengolahan Data Nilai Kalor Etanol

No	Perlakuan	Kuantitas Bioetanol (ml)	Nilai Kalor (kkal)
1	10 (1)		
2	15 (1)		
3	20 (1)		
4	25 (1)		
5	30 (1)		

3.6.2 Pengolahan Data Nilai Densitas

Data yang diambil dari penelitian ini adalah hasil dari kuantitas etanol setelah divariasikan lama waktu destilasi 10 menit, 15 menit, 20 menit, 25 menit dan 30 menit. Kadar etanol sampel nira siwalan hasil destilasi dianalisis menggunakan piknometer. Piknometer dikeringkan ke dalam oven pada temperatur 100°C selama 10 menit kemudian didinginkan sampai suhu kamar. Setelah itu, piknometer ditimbang dengan neraca analitik. Selanjutnya distilat dimasukkan ke dalam piknometer yang telah ditimbang sebelumnya. Distilat dimasukkan hingga memenuhi piknometer. Kelebihan destilat pada puncak pipa kapiler dibersihkan. Piknometer yang berisi distilat ditimbang dan beratnya dicatat. Prosedur yang sama dilakukan pada aquades sebagai pembanding (Jhonprimen dkk., 2012). Dicatat Nilai Densitas dari masing-masing vaiasi destilasi pada tabel 3.4

Tabel 3.4 Pengolahan Data Nilai Densitas

No	Perlakuan	Kuantitas Bioetanol (ml)	Nilai Densitas (g/ml)
1	10 (1)		2 //
2	15 (1)	PEDDUCTAN	
3	20 (1)	CALOS	
4	25 (1)		
5	30 (1)		

3.6.3 Pengolahan Data Nilai Indeks Bias

Pengukuran indeks bias bioetanol menggunakan metode Pengujian Sampel dengan Data yang diambil dari penelitian ini adalah hasil dari kuantitas etanol setelah divariasikan lama waktu destilasi 10 menit, 15 menit, 20 menit, 25 menit dan 30 menit. Nilai indeks bias etanol dari variasi lama destilasi diolah menggunakan Refraktometer Abbe. Pengukuran diawali dengan membersihkan prisma dengan tissue yang sudah dibasahi alkohol. Setelah kedua permukaan prisma kering, cairan diteteskan sebanyak 1 tetes saja, lalu kedua prisma direkatkan (diklem). Melalui teleskop dapat dilihat ketepatan batas daerah gelap dan terang pada titik potong garis silang dengan fokus yang tajam (artinya tidak ada bayang-bayang di perbatasan daerah gelap dan terang).

Dan melalui teleskop juga dapat kita lihat di bagian bawah fokus daerah gelap dan terang terdapat skala pembacaan indeks bias cairan. Pada skala tersebut dapat dibaca dan diukur nilai indeks bias dari zat cair yang diujikan. Diperoleh data pengamatan dan dilakukan pengukuran maka nilai indeks bias pada tabel 3.5

Tabel 3.5 Pengolahan Data Nilai Indeks Bias

No	Perlakuan	Kuantitas Bioetanol (ml)	Nilai Indeks Bias (n)
1	10 (1)	ERPUSIT	
2	15 (1)		
3	20 (1)		
4	25 (1)		
5	30 (1)		

3.7 Analisis Data

Analisis data yang dilakukan untuk menentukan kualitas bioetanol adalah dengan menggunakan nilai densitas. Nilai densitas kemudian dihitung menggunakan rumus Gravitasi jenis seperti di bawah ini (specific gravity/SG) (Azizah dkk., 2012):

Hasil penghitungan gravitasi jenis sampel kemudian dikonversikan dengan menggunakan tabel gravitasi jenis dari Farmakope Indonesia.

3.7.1 Teknik Analisis Data Kualitas Etanol

Data yang diperoleh melalui perhitungan di atas selanjutnya ditampilkan data dengan menggunakan grafik. Dari grafik dilakukan deskripsi hasil penelitian. Hasil pemaparan untuk mengetahui kualitas limbah nira siwalan dari lama destilasi.

3.7.2 Teknik Analisis Data Nilai Kalor

Analisis data yang dilakukan untuk menentukan nilai kalor yaitu data yang diperoleh kemudian ditampilkan dengan menggunakan grafik. Grafik yang dihasilkan kemudian di deskripsikan. Dari grafik tersebut juga dapat diketahui nilai kalor dan waktu optimal destilasi nira siwalan.

3.7.3 Teknik Analisis Data Nilai Indeks Bias

Analisis data yang dilakukan untuk menentukan nilai indeks bias yaitu data yang diperoleh kemudian ditampilkan dengan menggunakan grafik. Grafik yang dihasilkan kemudian di deskripsikan. Dari grafik juga dapat diketahui nilai indeks bias dan waktu optimal destilasi nira siwalan.



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana pengaruh destilasi terhadap kualitas bioetanol limbah nira siwalan (*Borassus Flabellifer L*). Penelitian ini dilakukan dalam beberapa tahap, pertama nira siwalan yang akan digunakan sebagai objek utama destilasi dipersiapkan terlebih dahulu, kemudian dilakukan tahap penyulingan atau destilasi. Hasil dari destilasi kemudian ditampung dalam botol berukuran 100 ml. Untuk menentukan karakteristik bioetanol yang baik, perlu dilakukan pengukuran terhadap besaran-besaran fisika yang telah ditentukan dengan menggunakan metode sebagai berikut, yaitu: untuk melakukan analisis nilai kalor dengan menggunakan alat bomb kalorimeter, untuk melakukan analisis kadar bioetanol dapat dengan menggunakan alat piknometer, kemudian dikonversikan dengan menggunakan tabel jenis gravitasi dari Farmakope Indonesia, selanjutnya untuk dan yang terakhir melakukan analisis indeks bias dengan menggunakan alat refraktometer abbe.

4. 1 Hasil Penelitian

Pengukuran kualitas bioetanol limbah nira siwalan dibagi menjadi 3 bagian yaitu analisis nilai kalor, kadar bioetanol, dan indeks bias. Sebelum menganalisis kualitas bioetanol perlu dilakukan pengukuran kuantitas etanol yang dihasilkan dari pengaruh variasi lama destilasi. Kuantitas bioetanol destilasi dilakukan pada suhu 100°C dengan menggunakan variasi waktu 10 menit, 15 menit, 20 menit, 25 menit dan 30 menit. Penelitian ini dilakukan sebanyak empat kali pengulangan untuk mendapatkan hasil yang optimal.

4.1.1 Pengaruh Destilasi terhadap Kuantitas Bioetanol

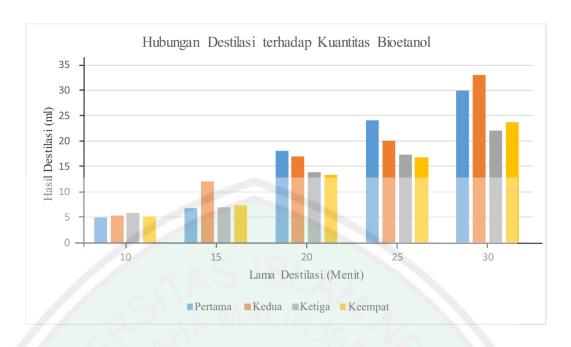
Destilasi berarti memisahkan komponen yang mudah menguap dari suatu campuran zat cair. Uap yang dikeluarkan dari campuran tersebut merupakan uap bebas yang mengalir melalui kondensor, cairan yang keluar dari kondensor disebut destilat sedangkan cairan yang tidak menguap disebut residu. Kuantitas bioetanol diukur dari banyaknya destilat yang dihasilkan berdasarkan variasi lama destilasi. Tabel 4.1 menunjukkan data hasil pengaruh variasi lama destilasi terhadap kuantitas bioethanol.

Tabel 4.1 Data Tabel Pengaruh Lama Destilasi Terhadap Kuantitas Bioetanol

	Lama]	Hasil Des	Rata-rata		
No	Destilasi (Menit)	Pertama	Kedua	Ketiga	Keempat	(ml)
1	10	5	5.4	5.8	5.2	5.35 ± 0.342
2	15	6.8	12	7	7.3	8.275 ± 2.492
3	20	18	17	13.9	13.4	15.575 ± 2.269
4	25	24	20	17.4	16.8	19.55 ± 3.276
5	30	30	33	22.1	23.8	24.225 ± 5.133

Dari Tabel 4.1 di atas, dapat diketahui bahwa kuantitas etanol pada masing-masing perlakuan berbeda. Berikut hasil dari perlakuan pertama pada waktu 10 menit menghasilkan kuantitas destilat sebanyak 5 ml, pada waktu 15 menit menghasilkan kuantitas destilat sebanyak 6,8 ml, pada waktu 20 menit menghasilkan kuantitas destilat sebanyak 18 ml, pada waktu 25 menit menghasilkan kuantitas destilat sebanyak 24 ml, pada waktu 30 menit

menghasilkan kuantitas destilat sebanyak 30 ml. Kemudian hasil dari perlakuan kedua dengan lama destilasi 10 menit menghasilkan kuantitas destilat sebanyak 5,4 ml, 15 menit menghasilkan kuantitas destilat sebanyak 12 ml, 20 menit menghasilkan kuantitas destilat sebanyak 17 ml, 25 menit menghasilkan kuantitas destilat sebanyak 20 ml, 30 menit menghasilkan kuantitas destilat sebanyak 33 ml. Pada perlakuan ketiga dengan lama destilasi 10 menit menghasilkan kuantitas destilat sebanyak 5,8 ml, 15 menit menghasilkan kuantitas destilat sebanyak 7 ml, 20 menit menghasilkan kuantitas destilat sebanyak 13,9 ml, 25 menit menghasilkan kuantitas destilat sebanyak 17,4 ml, 30 menit menghasilkan kuantitas destilat sebanyak 22,1 ml. Selanjutnya untuk perlakuan keempat dengan lama destilasi 10 menit menghasilkan kuantitas destilat sebanyak 5,2 ml, 15 menit menghasilkan kuantitas destilat sebanyak 7,3 ml, 20 menit menghasilkan kuantitas destilat sebanyak 13,4 ml, 25 menit menghasilkan kuantitas destilat sebanyak 16,8 ml, 30 menit menghasilkan kuantitas destilat sebanyak 23,8 ml. Rata-rata untuk waktu destilasi 10 menit adalah 5.35. Rata-rata untuk waktu destilasi 15 menit adalah 8.275. Rata-rata untuk waktu destilasi 20 menit adalah 15.575 ml. Rata-rata untuk waktu destilasi 25 menit adalah 19.55 ml. Rata-rata untuk waktu destilasi 30 menit adalah 24.225 ml. Dari rata-rata waktu destilasi dapat diketahui bahwasanya lama waktu destilasi berpengaruh terhadap kuantitas bioetanol. Yaitu semakin lama waktu destilasi maka semakin besar kuantitas bioetanol yang dihasilkan.



Gambar 4.1 Grafik Pengaruh Lama Destilasi Terhadap Kuantitas Bioetanol

Grafik pada gambar 4.1 menunjukkan bahwa lama destilasi berpengaruh terhadap kuantitas etanol yang dihasilkan. Hal ini dapat ditunjukkan pada keseluruhan perlakuan bahwa pada waktu destilasi 10 menit hasilnya lebih sedikit dari pada lama waktu destilasi 15 menit, 20 menit, 25 menit dan 30 menit. Kuantitas etanol terendah terjadi pada perlakuan pertama dengan lama waktu destilasi 10 menit dengan rata-rata kuantitas 5.35 ml. Kemudian pada lama waktu destilasi 15 menit nilai rata-rata kuantitas bioetanol meningkat menjadi 8.275 ml. Selanjutnya untuk lama waktu destilasi 20 menit meningkat dari eksperimen sebelumnya yaitu 15.575 ml. Rata-rata untuk lama waktu destilasi 25 menit hasilnya juga meningkat dari eksperimen sebelumnya yaitu 19.55 ml. Dan yang terakhir adalah rata-rata untuk lama waktu destilasi 30 menit hasilnya juga meningkat dari eksperimen sebelumnya yaitu adalah 24.225 ml.

Dari pernyataan tersebut, dapat diambil kesimpulan bahwa semakin lama waktu destilasi maka semakin banyak etanol yang dihasilkan. Sehingga dari hasil tersebut, lama waktu destilasi yang paling efektif dalam menentukan kuantitas etanol adalah dengan menggunakan waktu destilasi selama 30 menit.

4.1.2 Pengaruh Destilasi terhadap Nilai Kalor

Tabel 4.2 menunjukkan data hasil pengaruh lama destilasi terhadap nilai kalor pada bioetanol. Nilai kalor merupakan salah satu parameter untuk menentukan kualitas bioetanol.

Tabel 4.2 Data Tabel Pengaruh Lama Destilasi Terhadap Nilai Kalor

No	Perlakuan	Nilai Kalor
1	10	3.006
2	15	1.815
3	20	1.348
4	25	1.092
5	30	Tidak Terbakar

Tabel 4.2 menunjukkan bahwa nilai kalor pada masing-masing perlakuan berbeda. Pada perlakuan pertama dengan lama destilasi 10 menit didapatkan nilai kalor sebesar 3,006 kkal, 15 menit didapatkan nilai kalor sebesar 1,815 kkal, 20 menit didapatkan nilai kalor sebesar 1,348 kkal, 25 menit didapatkan nilai kalor sebesar 1,092 kkal dan untuk perlakuan 30 menit tidak muncul nilai kalor. Dari ratarata waktu destilasi dapat diketahui bahwasanya lama waktu destilasi berpengaruh

terhadap nilai kalor. Yaitu semakin lama waktu destilasi maka semakin kecil nilai kalor yang dihasilkan. Hal ini bisa dilihat pada gambar 4.2 di bawah ini.



Gambar 4.2 Grafik Pengaruh Lama Destilasi terhadap Nilai Kalor

Grafik pada gambar 4.2 menunjukkan pengaruh lama waktu destilasi terhadap nilai kalor. Lama waktu destilasi berbanding terbalik dengan nilai kalor yaitu semakin lama waktu destilasi maka semakin kecil nilai kalor yang dihasilkan. Hal tersebut dapat dilihat bahwa pada lama waktu destilasi 10 menit memiliki nilai kalor yang lebih besar dari lama waktu destilasi selama 15 menit, 20 menit, 25 menit dan 30 menit. Dari hasil percobaan ini, nilai kalor tidak muncul pada lama destilasi 30 menit. Hal tersebut dikarenakan hasil destilasi yang dimasukan pada bomb kalorimeter tercampur dengan air yang membuat bioetanol tidak terbakar secara optimal sehingga nilai kalornya tidak ada. Waktu optimal untuk menentukan nilai kalor dalam penelitian ini adalah 10 menit.

4.1.3 Pengaruh Destilasi terhadap Densitas

Tabel 4.3 menunjukkan data hasil dari pengaruh lama destilasi terhadap nilai densitas pada bioetanol. Nilai densitas merupakan salah satu parameter untuk menentukan kualitas bioetanol. Pengukuran nilai densitas etanol bisa dengan menggunakan piknometer. Adapun hasilnya adalah sebagai berikut.

Tabel 4.3 Data Tabel Pengaruh Lama Destilasi Terhadap Nilai Densitas

	Lama	Nilai Densitas (g/cm³)				
No	Destilasi (Menit)	Pertama	Kedua	Ketiga	Keempat	Rata-rata
1	10	0.898	0.944	0.955	0.953	0.938 ± 0.0268
2	15	0.906	0.957	0.966	0.966	0.949 ± 0.0288
3	20	0.962	0.966	0.976	0.979	0.971 ± 0.0081
4	25	0.964	0.976	0.985	0.983	0.977 ± 0.0095
5	30	0.985	0.976	0.987	0.985	0.983 ± 0.005

Berdasarkan tabel 4.3 dapat diketahui bahwa lama waktu destilasi berpengaruh terhadap nilai densitas. Hal ini ditunjukkan pada perlakuan pertama dengan lama destilasi 10 menit didapatkan nilai densitas sebesar 0.898, 15 menit didapatkan nilai densitas sebesar 0.906, 20 menit didapatkan nilai densitas sebesar 0.962, 25 menit didapatkan nilai densitas sebesar 0.964, 30 menit didapatkan nilai densitas sebesar 0.985. Kemudian untuk perlakuan kedua dengan lama destilasi 10 menit didapatkan nilai densitas sebesar 0.957, 15 menit didapatkan nilai densitas sebesar 0.944, 20 menit didapatkan nilai densitas sebesar 0.966, 25 menit didapatkan nilai densitas sebesar 0.976, 30 menit didapatkan nilai densitas sebesar

0.976. Untuk perlakuan ketiga dengan lama destilasi 10 menit didapatkan nilai densitas sebesar 0.955, 15 menit didapatkan nilai densitas sebesar 0.966, 20 menit didapatkan nilai densitas sebesar 0.976, 25 menit didapatkan nilai densitas sebesar 0.985, 30 menit didapatkan nilai densitas sebesar 0.987, dan untuk perlakuan ke empat dengan lama destilasi 10 menit didapatkan nilai densitas 0.953, 15 menit didapatkan nilai densitas sebesar 0.966, 20 menit didapatkan nilai densitas sebesar 0.979, 25 menit didapatkan nilai densitas sebesar 0.985.

Pengaruh Destilasi terhadap Densitas

1
0,98
0,96
0,96
0,94
eigi 0,99
0,99
0,88
0,86
0,84
0,84

Lama Destilasi (Menit)

Adapun grafik dari nilai densitas adalah sebagai berikut:

Gambar 4.3 Grafik Pengaruh Waktu Lama Destilasi Terhadap Nilai Densitas

■ Pertama ■ Kedua ■ Ketiga ■ Keempat

Gambar Grafik 4.3 menunjukkan bahwa lama destilasi dengan suhu 100° C berpengaruh terhadap densitas. Ditunjukkan dengan nilai densitas pada masingmasing perlakuan. Dari hasil di atas, maka dapat diketahui nilai rata-rata densitas pada masing-masing waktunya. Rata-rata nilai densitas pada lama waktu 10 menit adalah 0.938. Rata-rata nilai densitas pada lama 15 menit adalah 0.949. Rata-rata

nilai densitas pada lama waktu 20 menit adalah 0.971. Rata-rata nilai densitas pada lama waktu 25 menit adalah 0.977. Dan yang terakhir rata-rata nilai densitas pada lama waktu 30 menit adalah 0.983. Pada perlakuan pertama ditunjukkan dengan warna biru, perlakuan kedua ditunjukkan dengan warna merah, perlakuan ketiga ditunjukkan dengan warna hijau dan perlakuan ke empat ditunjukkan dengan warna ungu. Berdasarkan warna dalam gambar grafik dapat disimpulkan bahwa semakin lama waktu destilasinya maka semakin besar nilai densitasnya. Waktu optimal untuk menentukan nilai densitas dalam penelitian ini adalah 10 menit.

4.1.4 Pengaruh Destilasi terhadap Nilai Indeks Bias

Tabel 4.5 menunjukkan data hasil dari pengaruh lama destilasi terhadap nilai nilai indeks bias pada bioetanol. Nilai indeks bias merupakan salah satu parameter untuk menentukan kualitas bioetanol.

Tabel 4.4 Data Tabel Pengaruh Lama Destilasi Terhadap Nilai Indeks Bias

	Lama		Nilai Id			
No	Destilasi (Menit)	Pertama	Kedua	Ketiga	Keempat	Rata-rata
1	10	1.3585	1.3467	1.35	1.352	$1.3515 \pm 0.0049\overline{73}$
2	15	1.3582	1.3505	1.346	1.346	$1.3501 \pm 0.0057\overline{55}$
3	20	1.345	1.3416	1.342	1.3415	1.3425 ± 0.001664
4	25	1.3405	1.3395	1.339	1.3385	1.3394 ± 0.000854
5	30	1.3368	1.3385	1.338	1.337	1.3375 ± 0.00081

Pada tabel 4.4 dapat diketahui bahwa lama waktu destilasi berpengaruh terhadap nilai indeks bias bioetanol. Pada perlakuan pertama dengan lama destilasi 10 menit didapatkan nilai indeks bias sebesar 1,3585, 15 menit didapatkan nilai indeks bias sebesar 1.3582, 20 menit didapatkan nilai indeks bias sebesar 1.3450, 25 menit didapatkan nilai indeks bias sebesar 1.3405 dan untuk 30 menit didapatkan nilai indeks bias sebesar 1,3368. Sedangkan untuk perlakuan kedua dengan lama destilasi 10 menit didapatkan nilai indeks bias sebesar 1,3467, 15 menit didapatkan nilai indeks bias sebesar 1.3505, 20 menit didapatkan nilai indeks bias sebesar 1.3416, 25 menit didapatkan nilai indeks bias sebesar 1.3395 dan untuk perlakuan 30 menit didapatkan nilai indeks bias sebesar 1.3385. Pada perlakuan ketiga dengan lama destilasi 10 menit didapatkan nilai indeks bias sebesar 1,350, 15 menit didapatkan nilai indeks bias sebesar 1.346, 20 menit didapatkan nilai indeks bias sebesar 1.342, 25 menit didapatkan nilai indeks bias sebesar 1.339 dan untuk 30 menit didapatkan nilai indeks bias sebesar 1,338. Dan untuk perlakuan keempat dengan lama destilasi 10 menit didapatkan nilai indeks bias sebesar 1,352, 15 menit didapatkan nilai indeks bias sebesar 1.346, 20 menit didapatkan nilai indeks bias sebesar 1.3415, 25 menit didapatkan nilai indeks bias sebesar 1.3385 dan untuk 30 menit didapatkan nilai indeks bias sebesar 1,337. Rata-rata nilai indeks 10 menit adalah 1.3515, Rata-rata nilai indeks 15 menit adalah 1.3501, Rata-rata nilai indeks 20 menit adalah 1.3425, Rata-rata nilai indeks 25 menit adalah 1.3394, Rata-rata nilai indeks 30 menit adalah 1.3375.



Gambar 4.4 Grafik Pengaruh Lama Destilasi Terhadap Nilai Indeks Bias

Grafik pada gambar 4.4 menunjukkan bahwa besar lama destilasi dengan suhu 100° C berpengaruh terhadap nilai indeks bias. Ditunjukkan dengan nilai indeks bias pada masing-masing perlakuan. Pada sampel pertama ditunjukkan dengan warna biru, dimana semakin lama waktu destilasinya maka semakin kecil nilai indeks biasnya, sampel pertama ditunjukkan dengan warna biru, dimana semakin lama waktu destilasinya maka semakin kecil nilai indeks biasnya. Pada perlakuan pertama ditunjukkan dengan warna biru, perlakuan kedua ditunjukkan dengan warna merah, perlakuan ketiga ditunjukkan dengan warna hijau dan perlakuan ke empat ditunjukkan dengan warna ungu. Berdasarkan warna dalam gambar grafik dapat disimpulkan bahwa semakin lama waktu destilasinya maka semakin kecil nilai indeks biasnya. Semakin kecil nilai indeks bias berarti semakin kecil kualitas dari etanol tersebut. Waktu optimal untuk menentukan nilai densitas dalam penelitian ini adalah 10 menit.

4.2 Pembahasan

4.2.1 Pengaruh Destilasi pada Kuantitas Etanol

Destilasi berarti memisahkan komponen yang mudah menguap dari suatu campuran zat cair. Uap yang dikeluarkan dari campuran tersebut merupakan uap bebas yang mengalir melalui kondensor, cairan yang keluar dari kondensor disebut destilat sedangkan cairan yang tidak menguap disebut residu. Kuantitas bioetanol diukur dari banyaknya destilat yang dihasilkan berdasarkan variasi lama destilasi.

Pada teori penguapan dimana pemanasan pada zat cair dapat meningkatkan volume ruang gerak zat cair sehingga ikatan-ikatan antara molekul zat cair menjadi tidak kuat dan akan mengakibatkan semakin mudahnya molekul zat cair tersebut melepaskan diri dari kelompoknya yang terdeteksi sebagai penguapan. Sehingga semakin lama waktu operasi destilasi maka semakin banyak uap yang dikandung sehingga cairan yang didapatkan juga semakin besar.

Dari grafik pada gambar 4.1 ditunjukkan bahwa semakin lama waktu destilasi maka semakin banyak kuantitas dari etanol tersebut. Dalam gambar 4.1 diperlihatkan bahwa kuantitas bioetanol tertinggi adalah pada lama waktu destilasi 30 menit dan yang paling rendah adalah lama waktu destilasi 10 menit. Hal ini berlaku pada ke empat perlakuan yang telah dilakukan oleh peneliti. Hal ini dipengaruhi oleh suhu destilasi sebesar 100°C. Lama destilasi berpengaruh pada kuantitas etanol didasarkan pada hukum kekekalan energi (Azas Black) yang menyatakan bahwa kalor yang diterima sama dengan kalor yang dilepaskan. Pada

proses destilasi semakin lama destilasi kalor yang dilepaskan juga semakin besar maka dari itu kuantitas etanol juga semakin banyak.

Azas black menyatakan bahwa setiap benda mengandung sejenis zat alir (kalorik) yang tidak dapat dilihat oleh mata manusia. Dan semua bentuk energi adalah ekuivalen (setara) dan ketika sejumlah energi hilang, proses selalu disertai dengan munculnya sejumlah energi yang sama dalam bentuk lainnnya. Dimana benda yang suhunya lebih panas akan melepas kalor dan benda yang bersuhu rendah akan menyerap panas hingga akhirnya suhu kedua benda menjadi setimbang sehingga volume etanol akan berbanding dengan lama destilasi yang digunakan. Semakin lama destilasi maka semakin banyak kuantitas etanol.

Upaya untuk meningkatkan kuantitas distilat bisa dilakukan dengan menambah waktu destilasi. Selain lama destilasi faktor yang mempengaruhi destilasi adalah jenis larutan, volume larutan, suhu, waktu destilasi dan tekanan.

4.2.2 Pengaruh Destilasi pada Nilai Kalor

Dari grafik pada gambar 4.2 ditunjukkan bahwa semakin lama waktu destilasi semakin sedikit nilai kalor yang dihasilkan. Nilai Kalor tertinggi yaitu pada perlakuan pertama dengan lama destilasi 10 menit yaitu sebesar 3,006 kkal. Sedangkan nilai kalor terendah yaitu pada perlakuan 30 menit yaitu tidak menghasilkan nilai kalor.

Nilai kalor yang dihasilkan berbanding terbalik dengan kuantitas etanol. Untuk meningkatkan nilai kalor bisa dilakukan dengan cara mengulang destilasi sebanyak mungkin seperti yang dilakukan oleh (Saputro dkk, 2014) dengan menggunakan pengulangan destilasi sampai 14 kali sehingga menghasilkan nilai

kalor tertinggi yaitu 11.221,94 kkal/kg. Nilai kalor yang lebih besar menyebabkan lebih mudah terbakar sehingga kualitasnya juga lebih baik. Kandungan air pada suatu bahan bakar akan menurunkan nilai kalornya. Nilai kalor juga berkaitan erat dengan penggunaan bahan bakar. Semakin besar nilai kalor maka semakin rendah penggunaan bahan bakar motor tersebut.

Titik didih etanol adalah 78°C sedangkan dalam penelitian menggunakan suhu 100°C yang merupakan titik didih air. Sehingga banyak air yang diproduksi oleh alat destilasi.

4.2.3 Pengaruh Destilasi pada Densitas

Dari hasil destilasi yang didapat kemudian menentukan kadar ethanol yang diperoleh. Karena destilasi yang dihasilkan kurang dari 100 ml maka untuk menentukan kadar ethanol ditetapkan berdasarkan rumus gravitasi menggunakan bobot jenis dan kadar farmakope Indonesia.

Sampel SG = (Berat piknometer berisi distilat) – (Berat piknometer kosong)

(Berat piknometer berisi aquades) – (Berat piknometer kosong)

Disebutkan dalam tabel 4.5 sifat fisika etanol, nilai densitas etanol dunia adalah 0.7893 gr/mol. Dari tabel ini dapat diketahui bahwa semakin sedikit lama destilasi maka semakin dia mendekati kesempurnaan etanol.

Tabel 4.5 Data Tabel Sifat Fisika Etanol (Kirk, 1951):

Berat Molekul	46.07 gr/mol
Titik Lebur	-112°C
Titik Didih	78.4°C
Titik Bakar	21°C
Titik Nyala	372°C
Densitas	0.7893 gr/mol
Kepadatan	0.791 gr/mol
Indeks Bias	1.36143 cP
Viskositas 20°C	200.6 kal/gr
Panas Penguapan	19% v/v
Batas Ledak Atas	3.5% v/v

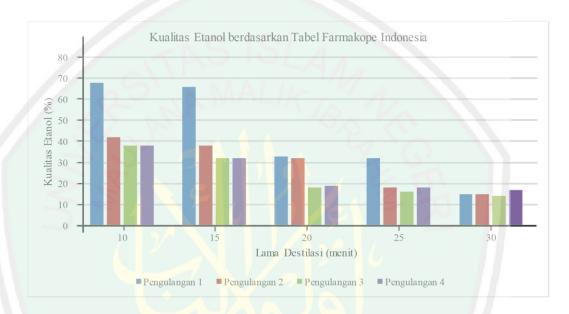
Untuk mengetahui seberapa jauh kualitas etanol bisa dijelaskan melalui tabel farmakope Indonesia.

Tabel 4.6 Data Tabel Farmakope Indonesia

Presentase	Bobot Jenis
95%	0.8115 - 0.8143
90%	0.8304 - 0.8314
80%	0.8596 - 0.8615
70%	0.8860 - 0.8881
60%	0.9096 – 0.9115
50%	0.9304 - 0.9325
20%	0.9750 – 0.9756

Berdasarkan tabel daftar bobot jenis dan kadar etanol pada farmakope Indonesia edisi pertama diperoleh hasil perhitungan yaitu untuk lama destilasi pada perlakuan pertama dengan lama destilasi 10 menit didapatkan nilai densitas sebesar 0.898 maka persentase kualitas etanolnya adalah 68%, 15 menit didapatkan nilai densitas sebesar 0.906 maka persentase kualitas etanolnya adalah 66%, 20 menit didapatkan nilai densitas sebesar 0.962 maka persentase kualitas etanolnya adalah 33%, 25 menit didapatkan nilai densitas sebesar 0.964 maka persentase kualitas etanolnya adalah 32%, 30 menit didapatkan nilai densitas sebesar 0.985 maka persentase kualitas etanolnya adalah <20%. Kemudian untuk perlakuan kedua dengan lama destilasi 10 menit didapatkan nilai densitas sebesar 0.944 maka persentase kualitas etanolnya adalah 42%, 15 menit didapatkan nilai densitas sebesar 0.957 maka persentase kualitas etanolnya adalah 38%, 20 menit didapatkan nilai densitas sebesar 0.966 maka persentase kualitas etanolnya adalah 32%, 25 menit didapatkan nilai densitas sebesar 0.976 maka persentase kualitas etanolnya adalah <20%, 30 menit didapatkan nilai densitas sebesar 0.976 maka persentase kualitas etanolnya adalah <20%. Untuk perlakuan ketiga dengan lama destilasi 10 menit didapatkan nilai densitas sebesar 0.955 maka persentase kualitas etanolnya adalah 38%, 15 menit didapatkan nilai densitas sebesar 0.966 maka persentase kualitas etanolnya adalah 32%, 20 menit didapatkan nilai densitas sebesar 0.976 maka persentase kualitas etanolnya adalah <20%, 25 menit didapatkan nilai densitas sebesar 0.985 maka persentase kualitas etanolnya adalah <20%, 30 menit didapatkan nilai densitas sebesar 0.987 maka persentase kualitas etanolnya adalah <20%. Dan untuk perlakuan ke empat dengan lama destilasi 10 menit didapatkan nilai densitas 0.953 maka persentase kualitas etanolnya adalah

38%, 15 menit didapatkan nilai densitas sebesar 0.966 maka persentase kualitas etanolnya adalah 32%, 20 menit didapatkan nilai densitas sebesar 0.979 maka persentase kualitas etanolnya adalah <20%, 25 menit didapatkan nilai densitas sebesar 0.983 maka persentase kualitas etanolnya adalah <20%, 30 menit didapatkan nilai densitas sebesar 0.985 maka persentase kualitas etanolnya adalah <20%.



Gambar 4.5 Grafik Kualitas Etanol Berdasarkan Farmakope Indonesia

Grafik pada gambar 4.5 menunjukkan bahwa besar lama destilasi dengan suhu 100° C berpengaruh terhadap kualitas etan dari kualias densitas pada etanol yang diuji. Kualitas Etanol berdasarkan tabel farmakope Indonesia diperoleh nilai densitas tertinggi adalah lama destilasi 30 menit dan 25 menit pada perlakuan ketiga yaitu 0.976 dengan persentase kualitas etanolnya 14%. Sedangkan nilai densitas terendah adalah pada perlakuan pertama dengan lama destilasi 10 menit yaitu didapatkan hasil 0.898 dengan persentase kualitas etanolnya 68%. Berdasarkan tabel farmakope Indonesia dapat diketahui bahwasanya semakin

besar nilai densitas maka semakin kecil presentase etanolnya. Hal ini disebabkan distilat yang dihasilkan pada proses destilasi masih merupakan campuran antara air dan etanol. Selain itu, etanol hasil destilasi pada suhu tertentu akan menguap karena terbawa oleh gas CO₂, densitas dari larutan tinggi maka akan menyebabkan larutan tersebut semakin sulit menguap. Bahan bakar yang bagus digunakan adalah bahan bakar yang mempunyai nilai densitas yang semakin rendah dengan bilangan oktan yang semakin tinggi.

Nilai densitas berhubungan dengan penguapan, jika suhu penguapan semakin besar maka penggunaan bahan bakar semakin hemat, sisa buang rendah, kadar emisi rendah dan asap minimum, menaikkan daya minimum tinggi sehingga pembakaran dalam mesin mudah terpecah karena molekul karbon lebih cepat terurai sehingga tidak ada jelaga yang dihasilkan. Proses untuk mendapatkan kadar etanol yang tinggi yaitu dengan melakukan destilasi beberapa kali agar etanol yang dihasilkan semakin murni atau kadar airnya rendah.

4.2.4 Pengaruh Destilasi pada Indeks Bias

Pengaruh Destilasi pada Indeks Bias bahwasanya semakin lama destilasi maka semakin besar nilai indeks biasnya. Indeks bias terendah adalah terdapat pada perlakuan pertama dengan lama destilasi 30 menit yaitu 1.3368. Sedangkan nilai indeks bias tertinggi adalah 1.3585 pada perlakuan pertama dengan lama destilasi 10 menit. Nilai indeks bias etanol dunia adalah 1.36143 cP. Semakin besar nilai indeks bias semakin bagus kualitas bioetanolnya. Semakin besar indeks bias maka semakin kecil kandungan air dalam larutan tersebut. Semakin kecil indeks bias berarti semakin banyak kandungan airnya.

4.3 Integrasi Sains dengan Al-Qur'an

Nira Siwalan merupakan tumbuhan yang banyak tumbuh di daerah pesisir diantaranya adalah Tuban, Lamongan dan Gresik. Nira siwalan merupakan tanaman yang bisa dimanfaatkan untuk kepentingan manusia. Nira siwalan merupakan minuman yang menyegarkan namun tidak mampu bertahan lama. Hal ini dibuktikan dengan pernyataan Sholikhah (2010) bahwa dalam waktu fermentasi 34 jam, nira siwalan telah mengandung 3,423% etanol. Nira siwalan bisa berpotensi menjadi bioetanol karena mengandung gula yang dapat langsung di fermentasi. Selain mengandung gula, nira siwalan juga mengandung beberapa nutrisi yang penting bagi mikroorganisme untuk melakukan metabolisme dalam proses fermentasi. Nira siwalan yang mampu fermentasi dengan sendirinya berpotensi menjadi minuman yang memabukkan. Nira siwalan yang telah basi bisa digunakan dan dimanfaatkan sebagai alternatif energi terbarukan sehingga mampu mendongkrak harga pasar dan semakin murah.

Pemanfaatan nira siwalan sebagai bahan baku pembuatan bioetanol merupakan salah satu usaha untuk memberikan kontribusi terhadap pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi tentang inovasi baru dan terbarukan (renewable energy). Usaha tersebut juga bermaksud untuk mengurangi penggunaan bahan bakar fosil yang tidak dapat diperbaharui serta semakin lama semakin berkurang dan langka akibat kegiatan eksploitasi sumberdaya alam oleh manusia. Eksploitasi sumberdaya alam mengakibatkan kerusakan alam yang berdampak buruk bagi manusia dan makhluk hidup yang lainnya. Allah SWT melarang berbuat kerusakan di muka bumi dalam Suarat Al-A'raf [7]: 56 yang berbunyi:

. وَلَا تُفْسِدُواْ فِي ٱلأَرْضِ بَعْدَ إِصْلَحِهَا وَٱدْعُوهُ خَوْفًا وَطَمَعًا ۚ إِنَّ رَحْمَتَ ٱللَّهِ قَرِيْبُ مِّنَ ٱلمُحْسِنِينَ ٥٦

Artinya: Dan janganlah kamu membuat kerusakan di muka bumi, sesudah (Allah) memperbaikinya dan berdoalah kepada-Nya dengan rasa takut (tidak akan diterima) dan harapan (akan dikabulkan). Sesungguhnya rahmat Allah amat dekat kepada orang-orang yang berbuat baik. (Q.S.Al-A'raf [7]:56).

Ayat di atas menjelaskan bahwa Allah SWT melarang perbuatan yang menimbulkan kerusakan di muka bumi dan hal-hal yang membahayakan kelestariannya sesudah diperbaiki karena sesungguhnya apabila segala sesuatunya berjalan sesuai dengan kelestariaanya, kemudian terjadilah pengrusakan padanya, hal tersebut akan membahayakan semua makhluk Allah SWT (Ad-Dimasyqi, 2004). Adanya usaha pengembangan energi terbarukan dalam bentuk bioetanol yang berasal dari nira siwalan merupakan salah satu cara manusia untuk berbuat baik dengan menjaga kelestarian alam.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

- Pengaruh lama waktu destilasi terhadap kuantitas etanol adalah semakin lama destilasi menyebabkan semakin banyak cairan yang dihasilkan dari proses destilasi
- 2. Lama destilasi terhadap nilai kalor. Semakin lama waktu destilasi maka semakin sedikit nilai kalornya. Bahkan pada lama destilasi 30 menit nilai kalor tidak muncul. Lama destilasi terhadap densitas yaitu semakin lama waktu destilasi maka nilai densitasnya semakin besar. Lama destilasi terhadap indeks bias yaitu semakin lama waktu destilasi maka Lama destilasi terhadap indeks bias yaitu semakin lama waktu destilasi maka nilai indeks biasnya semakin besar.
- 3. Kualitas etanol bisa ditunjukkan dengan ketiga parameter fisika di atas yaitu kualitas etanol berbanding terbalik dengan waktu destilasi. Semakin sedikit waktu destilasi maka kualitas etanol semakin besar.

5.2 Saran

Diperlukan penelitian lebih lanjut dengan menambah variasi suhu destilasi agar didapatkan suhu optimum untuk proses destilasi pembuatan etanol berbahan dasar nira siwalan. Selain itu bisa dengan melakukan destilasi secara berulang.

DAFTAR PUSTAKA

- Al Jazairi, Abu Bakar Jabir. 2008. Tafsir Al-Aisar. Jakarta: Darus Sunah Press.
- Ad-Dimasyqi. 2004. Tafsir Ibnu Katsir Juz 1. Yogyakarta: Teras
- Arifah, Yuyun. 2007. Studi Etnobotani Tumbuhan Arecaceae (Palem -paleman) oleh Masyarakat Pantura Kabupaten Gresik dan Lamongan. *Skripsi*. Jurusan Biologi UIN Maliki Malang.
- Arsyad, M. Natsir. 2001. Kamus Kimia Arti dan Penjelasan Istilah. Jakarta: Gramedia.
- Azizah, N., A. N. Al-Baari, dan S. Mulyani. 2012. Pengaruh Lama Fermentasi terhadap Kadar Alkohol, pH, dan Produksi Gas pada Proses Fermentasi Bioetanol dari Whey dengan Substitusi Kulit Nanas. *Jurnal aplikasi Teknologi Pangan*. 1(2): 72-77.
- Bhavan, Manak dan Marg, Bahadur S. Z. 2005. *Indian Standard: Table of Alcoholometry (Pycnometer Methode) First Revision*. New Delhi: Bureau of Indian Standards.
- Brady, E James. 1999. Kimia Universitas. Jakarta: Binarupa Aksara.
- Chang, R. 2007. Distilation. Edisi ke-9. New York: Mc Graww-Hill.
- Departemen Agama RI. 2017. Al-Qur'an dan Terjemahannya. Jakarta: Bumi Restu.
- Edward.J dan Riadi. 2015. Time Effect and pH Fermentation of Bioethanol Production from Eucheuma Cottonii Using Microba Association. *Majalah Biam.* 11 (2): 63-75.
- Eka P, Agustinus dan Halim, Amran. 2009. Pembuatan Bioethanol Dari Nira Siwalan Secara Fermentasi Fese Cair menggunakan Fermipan. *Skripsi*. Jurusan Teknik Kimia UNDIP.
- Fahmi, Dony., Susilo, B., Nugroho, W. A. 2014. Pemurnian Etanol Hasil Fermentasi Kulit Nanas (Ananas Comosus L. Meri) dengan Menggunakan Destilasi Vakum. *Jurnal JKPTB*. 2 (2)
- Fauziah, Wenny Nur. 2015. Uji aktivitas antimikroba ekstrak etanol daun, kulit dan biji kelengkeng (*Euphoria longan L*.) terhadap pertumbuhan Saccharomyces cerevisiae dan Lactobacillus plantarum penyebab kerusakan nira siwalan (*Borassus flabellifer L.*). *Skripsi*. Jurusan Biologi UIN Maliki Malang.

- Fessenden, R. J, and Fessenden, J. S. 1997. *Kimia Organik Jilid 1*; Alih Bahasa Oleh Aloysius Handayana Pudjaatmaka. Ph.D. Penerbit Erlangga. Jakarta.
- Giancoli. 2001. Fisika Edisi Kelima Jilid 1. Jakarta: Erlangga.
- Haisya, Nisa., Bila., Sabrina. 2011. The Potential of Developing Siwalan Palm Sugar (*Borassus flabellifer* Linn.) as One of the Bioethanol Sources to Overcome Energy Crisis Problem in Indonesia. 2nd International Conference on Environmental Engineering and Applications IPCBEE vol. 17. Singapore: IACSIT Press.
- Hambali, E. 2006. Partisipasi Perguruan Tinggi dalam Pengembangan Biodiesel dan Bioetanol di Indonesia. *Workshop Nasional Bisnis Biodiesel dan Bioetanol di Indonesia*, Jakarta, pp. 155-123.
- Hanum, Farida, N. Pohan, M. Rambe, R. Primadony, dan M. Ulyana. 2013. Pengaruh Massa Ragi dan Waktu Fermentasi terhadap Bioetanol dari Biji Durian. *Jurnal Teknik Kimia USU*. 2(4): 49-54.
- Hasanah, H., S. Zaenab, dan A. Rofieq. 2012. Pengaruh Lama Fermentasi terhadap Kadar Alkohol Tape singkong (*Manihot utilissima* Pohl). *Alchemy*. 2(1): 68-79.
- Hidayat, N., M. C. Padaga, dan S. Suhartini. 2006. *Mikrobiologi Industri*. Yogyakarta: Andi.
- Imani, Kamil Faqih. 2004. *Tafsir Nurul Our'an*. Surabaya: Al-Huda.
- Imron, S., W. A. Nugroho, dan Y. Herdrawan. 2015. Efektivitas Penundaan Proses Fermentasi Pada Nira Siwalan (Borassus flabellifer L.) dengan Metode Penyinaran Ultraviolet. *Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis dan Biosistem* 3(3): 259-269.
- Ishom, Faizul., Wahyudin, Didin., Bobo, Julius., Hendroko, Roy. 2007. *BBN* (*Bahan Bakar Nabati*). Jakarta: Penebar Swadaya.
- Johnprimen, H.S., A. Turnip, dan M. H. Dahlan. 2012. Pengaruh Massa Ragi, Jenis Ragi, dan Waktu Fermentasi pada Bioetanol dari Biji Durian. *Jurnal Teknik Kimia*. 18(2): 43-51.
- Kirk, R. E., and R. F. Othmer. 1951. *Encyclopedia of Chemical Technology, Vol. 9.* Canada: John Wiley and Sons Ltd
- Komaryati, Sri, Djarwanto, dan I. Winarni. 2014. *Teknologi Produksi Ragi untuk Pembuatan Bio-Etanol*. Bogor: Pusat Penelitian dan Pengembangan Keteknikan Kehutanan dan Pengolahan Hasil Hutan.

- Komaryati, Sri dan Gusmailina. 2010. *Prospek Bioetanol sebagai Pengganti Minyak Tanah*. Bogor: Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan.
- Lubad, Aziz Masykur dan Widiastuti, Paramita. 2010. Program Nasional Biofuel dan Realitasnya di Indonesia. *Lembaran Publikasi Lemigas*. 44(3): 307-318.
- Munson, Bruce R., Donald F. Young, dan Theodore H. Okiishi. 2003. *Mekanika Fluida Edisi Keempat Jilid 1*. Jakarta: Erlangga.
- Nayiroh, Nurun. 2016. Buku Petunjuk Praktikum Eksperimen Fisiska II. Malang: UIN Malang.
- Olson, Reuben M. dan Wright, Steve J. 1993. *Dasar-dasar Mekanika Fluida Teknik Edisi Kelima*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Pelczar, Michael J. dan Chan, E.C.S. 2013. *Dasar-dasar Mikrobiologi Jilid 1*. Jakarta: UI Press.
- Pelczar, Michael J. dan Chan, E.C.S. 2012. Dasar-dasar Mikrobiologi Jilid II. Jakarta: UI Press.
- Poedjiadi, Anna. 2012. Dasar-dasar Biokimia. Jakarta: UI Press.
- Pudjoarianto. 1998. Pemanfaatan Lontar (Borassus flabellifer L.) di Indonesia. *Prosiding Seminar Nasional Etnobotani III.* Bali. Hlm. 90-94
- Prabawa, A. A., E. H. Utomo, dan Abdullah. 2012. Produksi Enzim Invertase oleh Saccharomyces cerevisiae Menggunakan Substrat Gula dengan Sistem Fermentasi Cair. *Jurnal Teknologi Kimia dan Industri*. 1(1): 139-149.
- Purwoko, T. 2007. Fisiologi Mikroba. Jakarta: Bumi Aksara.
- Retno, D.T., dan Nuri, W. 2011. *Pembuatan Bioetanol dari Kulit Pisang*. Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia "Kejuangan" Pengembangan Teknologi Kimia untuk Pengolahan Sumber Daya Alam Indonesia.
- Riadi, Lieke. 2007. Teknologi Fermentasi. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Samsinar., Saleh, Asri., Rustiah, Waode. 2016. Penentuan Nilai Kalor Briket dengan Memvariasikan Berbagai Bahan Baku. *Jurnal UIN Alaudin*. 4 (2)
- Saputro, R.W.B.S., Widya., Hadromi. 2014. Analisa Pengaruh Variasi Campuran Bahan Bakar Bioethanol Nira Siwalan E-5, E-10, E-15 dan E-20 Terhadap Performa Mesin Motor Mega Pro. *Jurnal Profesional*. 12 (2): 68-74.
- Shihab, M. Q. 2001. *Tafsir Al-Misbah: Pesan, Kesan, dan Keserasian Al-Qur'an*. Jakarta: Lentera Hati.

- Sholikhah, Siti Mar'atus. 2010. Kajian Kadar Etanol Air Nira Siwalan dan Asam Asetat dalam Cairan Nira Siwalan (*Borassus flebellifer* L.) Menggunakan Metode Kromatografi Gas (GC). *Skripsi*. Jurusan Kimia UIN Maliki Malang.
- Subrimobdi, Wahono Bambang. 2016. Studi Eksperimental Pengaruh Penggunaan Saccharomyces Cerevisiae terhadap Tingkat Produksi Bioetanol dengan Bahan Baku Nira Siwalan. Jurnal Tugas Akhir UMY. 2 (2)
- Sugiyono, Agus. 2016. Outlook Energi Indonesia 2016: Pengembangan Energi untuk Mendukung Industri Hijau. Jakarta: Pusat Teknologi Sumberdaya Energi dan Industri Kimia Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi
- Suseno, Thomas. I. P., S. Surjoseputro, dan Anita K. 2000. Minuman Probiotik Nira Siwalan: Kajian Lama Penyimpanan terhadap Daya Anti Mikroba Lactobacillus casei pada Beberapa Bakteri Patogen. *Jurnal Teknologi Pangan dan Gizi.* 1(1): 1-13.
- Syukri, S. 1999. Kimia Dasar Jilid 1. Bandung: ITB.
- Umam, Muzid Syauqil. 2018. Pengaruh Konsentrasi Ragi Roti (*Saccharomyces Cerevisiae*) terhadap Kadar Bioetanol Nira Siwalan (*Borassus Flabellifer L.*). *Skripsi*. Jurusan Biologi UIN Maliki Malang.
- Wirahadikusumah, Muhamad. 1985. *Biokimia: Metabolisme Energi, Karbohidrat, dan Lipid.* Bandung: ITB.
- Wonorahardjo, Surjani. 2013. *Met<mark>ode-Metode Pemisahan Kimia.* Jak<mark>arta:</mark> Akademia Permata.</mark>



Lampiran 1. Data Hasil Penelitian

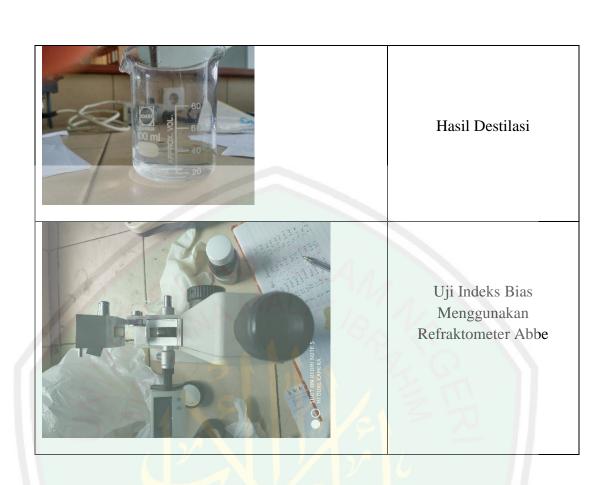
1. Nilai Densitas Dari Destilasi Pengukuran Menggunakan Piknometer

	Lama	N	lilai Dens			
No	Destilasi (Menit)	Pertama	Kedua	Ketiga	Keempat	Rata-rata
1	10	17.56	17.8	17.86	17.85	17.77 ± 0.141
2	15	17.6	17.87	17.92	17.92	17.83 ± 0.153
3	20	17.9	17.92	17.97	17.99	17.95 ± 0.042
4	25	17.91	17.97	18.02	18.01	17.98 ± 0.05
5	30	18.02	17.97	18.03	18.02	18.01 ± 0.027



Lampiran 2 Gambar Penelitian







KEMENTERIAN AGAMA RI UNIVERSITAS ISLAM NEGERI (UIN) MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

Jl. Gajayana No. 50 Dinoyo Malang (0341) 551345 Fax. (0341) 572533

BUKTI KONSULTASI SKRIPSI

Nama

: Moh. Faizal Arifin

NIM

: 14640012

Fakultas/ Jurusan

: Sains dan Teknologi/ Fisika

Judul Skripsi

: Pemanfaatan Limbah Nira Siwalan (Borassus Flabellifer L.) sebagai Bahan Utama Pembuatan

Bioetanol dengan Variasi Lama Destilasi

Pembimbing I Pembimbing II

: Ahmad Abtokhi, M. Pd : Drs. Abdul Basid, M.Si

No	Tanggal	HAL	Tanda Tangan
1	5 Februari 2018	Konsultasi Bab I, II, dan III	8
2	14 Maret 2018	Konsultasi Bab I, II, dan III	1
3	23 April 2018	Konsultasi Bab I, II, dan III	\$
4	28 Mei 2018	Konsultasi Bab I, II, III dan ACC .	1 9
5	16 Oktober 2018	Konsultasi Data Hasil Bab IV	4
6	23 Desember 2018	Konsultasi Data Hasil Bab IV	10
7	25 Januari 2019	Konsultasi Bab IV	4
8	12 Februari 2019	Konsultasi Bab IV	. 82
7	7 Maret 2019	Konsultasi Bab IV	\$
8	25 April 2019	Konsuitasi Kajian Agama	10
9	26 Juni 2019	Konsultasi Kajian Agama dan ACC	1
10	01 Juli 2019	Konsultasi Semua Bab, Abstrak dan ACC	4

