



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PALEMBANG
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN

STATUS DISAMAKAN / TERAKREDITASI
Alamat : Jl. Jend. A. Yani 13 Ulu Palembang 30263 Telepon 510842

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

SURAT TUGAS

Nomor:430.a/C.12/FKIP UMP/III/2019

Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Muhammadiyah Palembang menugaskan kepada:

Nama : Dr. Yetty Hastiana, M.Si.
Tempat dan Tanggal Lahir : Kotabumi, 15 Juli 1967
NIDN : 0015076701
Pekerjaan : Dosen PNSDpk di FKIP UMP

untuk melakukan penelitian mandiri dengan judul, "**Analisis Potensi Biji Alpukat (Persia americana Mill) Menjadi Sumber Energi Terbarukan Berbahan Baku Limbah Organik Nabati**"

Surat tugas ini dikeluarkan untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Palembang, 2 Rajab 1440 H.
9 Maret 2019 M.



Dekan,

Dr. H. Rusdy AS., M.Pd.
NBM/NIDN: 882609/0007095908

PENELITIAN MANDIRI



**ANALISIS POTENSI BIJI ALPUKAT (*Persea americana* Mill)
MENJADI SUMBER ENERGI TERBARUKAN BERBAHAN BAKU
LIMBAH ORGANIK NABATI**

**OLEH
Dr. YETTI HASTIANA, M.Si.**

**HALAMAN PENGESAHAN
LAPORAN AKHIR KARYA ILMIAH**

1. Judul Karya Ilmiah : Analisis Potensi Biji Alpukat (*Persia americana* Mill)
Menjadi Sumber Energi Terbarukan Berbahan Baku
Limbah Organik Nabati
2. Bidang Ilmu : Pendidikan MIPA
3. Penulis
- a. Nama Lengkap : Dr. Yetty Hastiana, M.Si.
 - b. Jenis Kelamin : Perempuan
 - c. NIP/NIDN : 196707151994022001/0015076701
 - d. Pangkat/Golongan : Penata /IILc
 - e. Jabatan Fungsional : Lektor
 - f. Program Studi : Pendidikan Biologi
 - g. Fakultas : Keguruan dan Ilmu Pendidikan
4. Jumlah Penulis : 1 orang
5. Jumlah Anggaran : Rp. 3.500.000,-

Mengetahui
Kepala UPT. Jurnal dan PPM
FKIP UM Palembang,



Sulton Nawawi, S.Pd., M.Pd.
NBM/NIDN:1227289/0218089101

Palembang, 2 Juli 2019
Peneliti,



Dr. Yetty Hastiana, M.Si.
NIP/NIDN:196707151994022001/0015076701

Mengetahui
Dekan FKIP UM Palembang.



Dr. H. Rusdy AS. M.Pd.
NBM/NIDN. 882809/0007095908

ABSTRAK

Hastiana, Yetty. 2018. *Analisis Potensi Biji Alpukat (Persea americana Mill) Menjadi Sumber Energi Terbarukan Berbahan Baku Limbah Organik Nabati*.

Kata Kunci : Biji Alpukat, Bioetanol, *Research and Development (R&D)*, Modul Pembelajaran.

Biji alpukat banyak sekali manfaatnya salah satunya untuk dijadikan bioetanol. Bioetanol merupakan bahan bakar alternatif yang ramah lingkungan dan sifatnya terbarukan. Tujuan penelitian ini adalah (1) Mengetahui apakah waktu fermentasi dan konsentrasi ragi berpengaruh terhadap kadar etanol. Rancangan percobaan penelitian eksperimen adalah RAL Faktorial. Hasil penelitian (1) Kadar etanol yang paling bagus pada waktu 7 hari dengan konsentrasi ragi 6 gram adalah 1,0525.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
SURAT TUGAS	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
ABSTRAK	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	
DAFTAR GAMBAR	
BAB 1 PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	2
B. Rumusan Masalah	3
C. Tujuan Penelitian	3
D. Manfaat Penelitian	3
E. Defenisi Oprasional	3
BAB II KAJIAN PUSTAKA	
A. Kajian Tanaman Alpukat	4
1. Sejarah Tanaman Alpukat	4
2. Manfaat Alpukat	4
3. Klasifikasi Tanaman Alpukat	6
4. Komposisi Kimia Pada Biji Alpukat	6
B. Kajian Bioetanol	7
C. Kajian Hidrolisis	8
D. Kajian Fermentasi	9
E. Kajian Penelitian yang Relevan	10
BAB III METODE PENELITIAN	
A. Rancangan Penelitian	13
1. Rancangan Penelitian Eksperimen	13
B. Waktu dan Tempat Penelitian	13
1. Pembuatan Bioetanol Biji Alpukat	13
C. Prosedur Penelitian	13
a. Desain Produk	14
1) Desain Produk Penelitian Eksperimen.....	14

D. Pengumpulan Data	26
1. Pengumpulan Data Penelitian Eksperimen	26
E. Analisis Data	27
1. Analisis Data Eksperimen untuk Menja Rumusan Masalah 1	27
2. Analisis Hasil Lembar Validasi untuk Menjawab Rumusan Masalah 2	27
BAB IV HASIL PENELITIAN	
A. Deskripsi Data Hasil Penelitian	28
1. Data Hasil Kadar Etanol dari Biji Alpukat	28
2. Uji Prasyarat	31
a. Uji Normalitas	31
b. Uji Homogenitas	32
3. Uji <i>Two-Ways</i> ANAVA	33
4. Uji <i>Post-Hoc</i>	34
5. Uji Korelasi	35
BAB V PEMBAHASAN	
A. Pembahasan Hasil Penelitian Bioetanol	36
B. Pembahasan Hasil Perhitungan menggunakan SPSS terhadap Kadar Etanol	41
BAB VI PENUTUP	
A. Kesimpulan	44
DAFTAR PUSTAKA	45

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Banyak yang belum mengetahui bahwa sumber energi alternatif lainnya yang dapat digunakan sebagai pengganti bahan bakar yaitu bioetanol. Bioetanol sebagai sumber energi alternatif, relatif murah ditinjau aspek produksinya dan relatif ramah lingkungan. Bioetanol dapat diproduksi dari bahan bergula, berpati dan berserat. Tumbuhan yang potensial untuk menghasilkan bioetanol antara lain tanaman yang memiliki kadar karbohidrat tinggi, seperti tebu, nira, aren, sorgum, ubi kayu, jambu mete (limbah jambu mete), garut, batang pisang, ubi jalar, jagung, bonggol jagung, jerami, dan biji alpukat (Winarso Dkk, 2014). Biji alpukat banyak mengandung kadar pati sebesar 81,1%, kadar air sebesar 10,2%, kadar amilosa sebesar 43,3%, kadar amilopektin sebesar 37,7% dan serat kasar sebesar 1,21% (Muin, dkk 2014).

Biji alpukat ini merupakan limbah yang dibuang begitu saja. Untuk mengatasi banyaknya limbah biji alpukat maka penulis tertarik untuk mencoba mencari solusi agar limbah biji alpukat dapat bermanfaat dengan berupaya mengolah menjadi bioetanol. Berdasarkan permasalahan di atas maka peneliti tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul “*Analisis Potensi Biji Alpukat (Persea Americana Mill) Menjadi Sumber Energi Terbarukan Berbahanbaku Limbah Organik Nabati*”

B. Rumusan Masalah

1. Apakah waktu fermentasi dan konsentrasi ragi berpengaruh terhadap kadar etanol?

C. Tujuan Penelitian

1. Mengetahui apakah waktu fermentasi dan konsentrasi ragi berpengaruh terhadap kadar etanol.

D. Manfaat Penelitian

1. Bagi peneliti

Dapat menambah wawasan, pengetahuan dan keterampilan dalam mengelolah limbah biji alpukat menjadi bioetanol dan dapat mengembangkan bahan ajar modul.

E. Definisi Operasional

1. Biji alpukat yang merupakan salah satu hasil produk pertanian masih belum dimanfaatkan dengan maksimal. Padahal di dalam biji alpukat mengandung zat pati yang cukup tinggi.
2. Bioetanol (C_2H_5OH) merupakan salah satu *biofuel* yang hadir sebagai bahan bakar alternatif yang ramah lingkungan dan sifatnya yang terbarukan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

A. Kajian Tanaman Alpukat

Tanaman alpukat (*Persea americana* mill) sangat banyak di temukan di Indonesia. Walau bukan tanaman asli Indonesia, tetapi keberadaannya tidak asing lagi bagi masyarakat. Tanaman alpukat dapat kita jumpai pada daerah beriklim tropis. Tanaman ini berasal dari Amerika Tengah, yaitu Meksiko, Peru, hingga Venezuela. Kini alpukat telah menyebar ke seluruh dunia hingga Asia Tenggara, termasuk Indonesia dan Filifina (Erfiza Dkk , 2016).

1. Sejarah Tanaman Alpukat

Menurut Wibowo (2016) Tanaman alpukat berasal dari dataran rendah/tinggi Amerika Tengah dan diperkirakan masuk ke Indonesia pada abad ke-18. Secara resmi antara tahun 1920-1930 Indonesia telah mengintroduksi 20 varietas alpukat dari Amerika Tengah dan Amerika Serikat untuk memperoleh varietas-varietas unggul guna meningkatkan kesehatan dan gizi masyarakat, khususnya di daerah dataran tinggi. Dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Buah Alpukat
(Chandra, 2013).

2. Manfaat Alpukat

Menurut Andi (2013) Alpukat merupakan buah yang sangat bergizi, mengandung 3-30 persen minyak dengan komposisi yang sama dengan minyak zaitun dan banyak mengandung vitamin B. Dalam daging buah alpukat terkandung protein, mineral Ca, Fe, vitamin A, B, dan C. Dengan kandungan nutrisi yang banyak tersebut maka alpukat dapat dimanfaatkan untuk berbagai kebutuhan, diantaranya:

1. Lemak monosaturated (tak jenuh) yang terdapat di dalam alpukat mengandung *oleic acid* yang terbukti mampu meningkatkan kadar lemak sehat dalam tubuh, dan mengontrol diabetes. Dengan menggunakan alpukat sebagai sumber lemak, penderita diabetes dapat menurunkan kadar *triglycerides* sampai 20%.
2. Lemak tak jenuh ini juga sangat baik untuk mengurangi kadar kolesterol. Diet rendah lemak yang menyertakan alpukat telah terbukti mampu menurunkan kadar kolesterol jahat, dan meningkatkan kadar kolesterol baik dalam darah.
3. Alpukat juga banyak mengandung serat yang sangat bermanfaat untuk mencegah tekanan darah tinggi, penyakit jantung, dan beberapa jenis kanker.
4. Alpukat juga mengandung potassium 30% lebih banyak di banding nenas. Potassium sangat bermanfaat bagi tubuh untuk mengurangi resiko terkena penyakit tekanan darah tinggi, serangan jantung, dan kanker. Selain itu, alpukat juga sangat sempurna jika di jadikan sebagai makanan untuk wanita yang sedang hamil. Itu karena *follate* yang terdapat dalam alpukat, dapat mengurangi resiko terhadap ancaman penyakit *birth defect* (Andi, 2013).

3. Klasifikasi Tanaman Alpukat

Berdasarkan sistem taksonomi, tanaman alpukat dikenal dengan nama ilmiah *Persea americana* Mill. Menurut Chandra, (2013), klasifikasi alpukat adalah sebagai berikut:

Kingdom : Plantae
 Divisio : Magnoliophyta
 Classis : Magnolipilihanda
 Ordo : Laurales
 Family : Lauraceae
 Genus : *Persea*
 Species : *Persea americana* Mill

4. Komposisi Kimia Pada Biji Alpukat

Biji buah alpukat sampai saat ini hanya dibuang sebagai limbah yang dapat menyebabkan pencemaran lingkungan. Padahal biji alpukat memiliki banyak kandungan yang dapat dimanfaatkan. Kandungan kimia biji alpukat antara lain dapat dilihat pada tabel 2.1.

Tabel 2.1 Komposisi Kimia Biji Alpukat

Komponen	Jumlah (%)
Kadar air	10,2
Kadar pati	81,1
Amilosa	43,3
Amilopektin	37,7
Protein	tn
Lemak	tn
Serat kasar	1,21

(Muin, dkk. 2014).

Biji alpukat yang merupakan salah satu hasil produk pertanian masih belum dimanfaatkan dengan maksimal. Biji buah alpukat sampai saat ini hanya dibuang sebagai limbah. Padahal di dalam biji alpukat mengandung zat pati yang cukup tinggi. Hal ini memungkinkan biji alpukat sebagai alternatif sumber pati. Biji alpukat

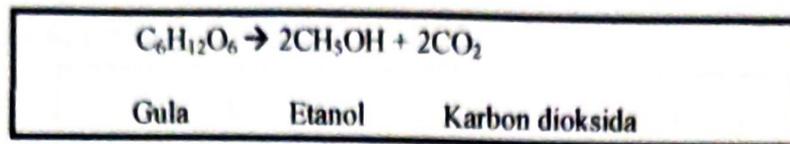
juga memiliki kandungan yang kaya akan manfaat. Salah satu manfaat biji alpukat adalah untuk dijadikan bioetanol (Zulhida dan Sugiarto, 2013).

B. Kajian Bioetanol

Bioetanol (C_2H_5OH) merupakan salah satu *biofuel* yang hadir sebagai bahan bakal alternatif yang ramah lingkungan dan sifatnya yang terbarukan. Bioetanol dapat diproduksi dari berbagai bahan baku yang banyak terdapat di Indonesia, sehingga sangat potensial untuk diolah dan dikembangkan karena bahan bakunya sangat dikenal masyarakat. Tumbuhan yang potensial untuk menghasilkan bioetanol antara lain tanaman yang memiliki kadar karbohidrat tinggi, seperti: tebu, nira, aren, sorgum, ubi kayu, jambu mete (limbah jambu mete), garut, batang pisang, ubi jalar, jagung, bonggol jagung, jerami dan bagas (Muin Dkk, 2014).

Proses produksi bioetanol memiliki dua tahap utama yaitu, hidrolisis pati dan fermentasi. Hidrolisis pati dapat dilakukan menggunakan katalis asam, kombinasi asam dan enzim, serta kombinasi enzim dan enzim. Asam akan memecah molekul pati secara acak dan gula yang di hasilkan sebagian besar adalah gula pereduksi (Anwar dkk, 2015).

Bioetanol diperoleh dari hasil fermentasi (proses pemecahan gula-gula sederhana menjadi etanol dengan menggunakan enzim dan ragi) bahan yang mengandung gula. Tahap inti produksi bioetanol adalah fermentasi gula, baik yang berupa glukosa, sukrosa, maupun fruktosa oleh ragi (yeast) terutama *Saccharomyces cerevisiae*. Pada proses ini, gula akan dikonversi menjadi etanol dan gas karbon dioksida (Prawati dkk, 2015).



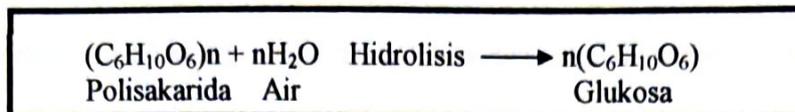
Menurut Mandari (2012) keuntungan atau kelebihan dari penggunaan bioetanol yaitu dapat diproduksi terus menerus, ramah lingkungan serta dapat digunakan sebagai bahan baku industri kimia, kosmetik, farmasi, dan sebagai bahan bakar. Kegunaan bioetanol antara lain sebagai campuran dalam minuman, dalam bidang farmasi sebagai pelarut untuk membuat esen, ekstrak, sebagai bahan sintesis eter dan kloroform, larutan etanol dengan kadar 70% dipakai sebagai anti septik (Susanti, 2011).

Kebutuhan akan etanol semakin bertambah seiring dengan menipisnya persediaan bahan bakar minyak bumi. Negara yang secara luas telah menggunakan etanol sebagai bahan bakar adalah Brasil. Beberapa komoditas pertanian yang mengandung karbohidrat seperti gula sederhana, pati dan selulosa (seperti rumput, kayu pohon, jerami) merupakan sumber energi penting untuk fermentasi etanol. Sumber karbohidrat tersebut dapat diperoleh dari kultivasi tanaman sumber energi, tanaman potensial yang tumbuh secara alami, maupun limbah hasil pertanian (Surayya, 2008).

C. Kajian Hidrolisis

Menurut Utami, (2014) Hidrolisis adalah suatu proses antara reaktan dengan air agar suatu senyawa pecah atau terurai. Reaksi ini dianggap reaksi orde satu, karena air yang digunakan berlebih sehingga perubahan reaktan dapat diabaikan.

Reaksi hidrolisis



Pemutusan rantai polimer untuk membentuk unit dekstrosa ini dapat terjadi melalui beberapa cara misalnya secara enzimatik, kimiawi ataupun kombinasi keduanya. Hidrolisis secara enzimatik melibatkan bantuan enzim yang dihasilkan oleh mikroorganisme tertentu sedangkan hidrolisis secara kimiawi umumnya menggunakan bantuan senyawa asam sebagai katalis. Hidrolisis pati secara enzimatik merupakan proses sakarifikasi, proses ini berupa pemutusan seluruh rantai molekul pati sehingga glukosa yang dihasilkan dari proses hidrolisis menjadi maksimal. Beberapa enzim yang umum digunakan dalam proses hidrolisis pati antara lain α -amilase, β -amilase dan glukamilase (Rahman Dkk, 2014).

D. Kajian Fermentasi

Fermentasi adalah peristiwa peruraian yang terjadi dalam buah-buahan organik yang disebabkan oleh aktivitas mikroorganisme. Salah satu hasil yang populer dari produk fermentasi adalah alkohol khususnya etanol. Secara umum bahan-bahan tersebut dapat dibagi dalam tiga golongan yaitu: bahan yang mengandung gula, antara lain moles, gula tebu, gula bit dan sari buah. Golongan kedua adalah bahan-bahan yang mengandung pati, antara lain, biji-bijian (golongan gandum), kentang, pisang dan nanas. Golongan ketiga adalah bahan yang mengandung selulosa seperti, kayu dan beberapa limbah pertanian (Melani, 2012)

Fermentasi alkohol adalah proses penguraian glukosa menjadi etanol dan CO_2 yang dihasilkan oleh aktivitas suatu jenis mikroorganisme yang disebut khamir dalam

keadaan anaerob. Faktor yang dapat mempengaruhi jumlah bioetanol yang dihasilkan dari fermentasi adalah mikroorganisme dan media yang digunakan. Selain itu hal yang perlu diperhatikan selama fermentasi adalah pemilihan khamir, konsentrasi gula, keasaman, ada tidaknya oksigen dan suhu (Muin Dkk, 2014).

Menurut Irvan Dkk (2015) Fermentasi merupakan proses biokimia dimana mikroorganisme yang berperan dalam fermentasi akan menghasilkan enzim yang mampu mengkonversi substrat menjadi etanol. Fermentasi bioetanol termasuk dalam proses fermentasi anaerob. Konversi gula sederhana menjadi etanol dalam proses fermentasi mencapai 8-12% kandungan etanol dan setelah itu mikroorganisme menjadi tidak aktif lagi. Selain etanol, dihasilkan gas CO₂ dalam proses fermentasi tersebut. Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi fermentasi bioetanol adalah suhu, pH, oksigen, unsur hara, media fermentasi dan pengadukan.

E. Kajian Penelitian yang Relevan

Berikut ini merupakan penelitian relevan yang telah dilakukan:

1. Penelitian yang dilakukan oleh Nasrun, dkk (2015) tentang pemanfaatan limbah biji alpukat dengan proses fermentasi. Hasil penelitian didapatkan bahwa volume bioetanol tertinggi 31,17 ml didapatkan pada perlakuan waktu fermentasi selama 4 hari dan penambahan ragi *Saccaromyces cereviceae* sebanyak 15 gram, densitas bioetanol tertinggi diperoleh pada jumlah ragi 15 gram dengan waktu fermentasi 4 hari yaitu 0,883 gr/ml, pH media tertinggi selama fermentasi yaitu 5 yang terdapat pada jumlah ragi 20 gram dengan waktu fermentasi 3, 4, dan 5 hari. Rendemen bioetanol yang paling tinggi diperoleh pada jumlah ragi 15 gram dengan waktu fermentasi 4 hari yaitu sebesar 6,23%.

2. Penelitian yang dilakukan oleh Muin, dkk (2014) tentang pengaruh konsentrasi asam sulfat dan waktu fermentasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi asam sulfat pada proses hidrolisis serta waktu fermentasi terhadap kadar etanol yang dihasilkan dari tepung biji Alpukat sebagai bahan baku. Metode yang digunakan yaitu hidrolisis asam dengan variasi konsentrasi Asam Sulfat sebesar 3%, 4%, 5%, 6%, 7% pada temperatur hidrolisis 120°C. Waktu fermentasi yang digunakan selama 72 jam, 120 jam dan 168 jam. Jenis ragi pada proses fermentasi berupa ragi roti (*Saccharomyces cereviseae*) dengan kadar 20% dari berat bahan baku. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, kadar etanol tertinggi yang dihasilkan terdapat pada metode hidrolisis menggunakan konsentrasi 6%, temperatur 120°C dan waktu fermentasi selama 120 jam yaitu sebesar 15,100 %.
3. Penelitian yang dilakukan oleh Purba dan Togu, (2015) tentang pengaruh lama fermentasi terhadap kadar etanol. Berdasarkan hasil penelitian, diperoleh berat ragi optimum yang digunakan untuk fermentasi pada pembuatan etanol biji alpukat adalah 10% (b/v). Lama fermentasi optimum pada pembuatan etanol biji alpukat adalah 96 jam dengan kadar etanol sebesar 1,519% (v/v).
4. Penelitian yang dilakukan oleh Sholahuddin, (2011) tentang pengembangan bahan ajar yang bertujuan untuk menghasilkan buku ajar kimia kelas X berbasis reduksi didaktik yang layak digunakan dalam pembelajaran. Hasil penelitian yang didapatkan adalah menunjukkan bahwa buku ajar layak digunakan karena validitas buku ajar dalam kategori sangat baik, respon siswa terhadap buku ajar

dalam kategori baik dan ketuntasan belajar siswa secara klasikal mencapai 80,2%.

5. Penelitian yang dilakukan oleh Khayati, dkk (2016) pengembangan bahan ajar modul. Nilai dari kedua ahli media menunjukkan bahwa modul termasuk dalam kategori sangat baik. Dari segi kegrafikan, diperoleh persentase 85,86% dalam skala empat dan termasuk kategori sangat baik. Dari segi bahasa, diperoleh persentase 88,46% dalam skala empat dan termasuk kategori sangat baik nilai yang diperoleh dari kedua ahli media untuk semua komponen modul adalah 250 dari skor maksimal yaitu 288 atau setara dengan 89,28% dan nilai tersebut termasuk dalam kategori sangat baik dalam skala empat.

BAB III METODE PENELITIAN

A. Rancangan Penelitian

1) Rancangan Penelitian Eksperimen

Pada penelitian eksperimen menggunakan rancangan acak lengkap faktorial (RAL Faktorial) yang terdiri dari 27 kombinasi perlakuan dengan 3 ulangan dan 3 perlakuan. Jenis kombinasi perlakuannya adalah waktu fermentasi (3 hari, 5 hari, dan 7 hari) dan konsentasi ragi (2 gram, 4 gram, dan 6 gram).

B. Waktu dan Tempat Penelitian

1) Pembuatan Bioetanol Biji Alpukat

Pembuatan Bioetanol dilakukan di Laboratorium Biokimia Fakultas Teknik Kimia Universitas Muhammadiyah Palembang

C. Prosedur Penelitian

a. Analisis

1) Analisis Penggunaan Biji Alpukat

Hasil observasi yang dilakukan dijual jus yang berada di Banten Plaju Palembang, penjual jus tersebut hanya menjual daging buah alpukat saja, sedangkan biji alpukat tidak dimanfaatkan hanya menjadi limbah. Oleh karena itulah peneliti akan memanfaatkan biji alpukat untuk dijadikan bioetanol.

b. Desain Produk

Hasil pengumpulan data yang didapat dilakukan desain produk. Desain produk terdiri dari dua macam, yaitu desain produk penelitian eksperimen, dan desain produk pengembangan bahan ajar.

1) Desain Produk Penelitian Eksperimen

Sebelum mendesain modul maka dilakukan penelitian eksperimen terlebih dahulu. Berdasarkan hasil analisis jurnal penelitian menurut Muin, dkk (2014) konsentrasi asam sulfat yang efektif menghasilkan bioetanol yaitu pada konsentrasi 6%. Waktu fermentasi yang efektif untuk menghasilkan kadar etanol tertinggi digunakan yaitu 120 jam. Dengan acuan tersebut maka peneliti akan melakukan pembuatan bioetanol dari biji alpukat dengan memvariasikan konsentrasi ragi yang digunakan peneliti yaitu konsentrasi ragi sebanyak 2 gram, 4 gram dan 6 gram dengan variasi waktu fermentasi yang berbeda yaitu 3 hari, 5 hari, dan 7 hari. Rancangan penelitian pembuatan bioetanol dari biji alpukat dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Perlakuan dan Ulangan Penelitian Pembuatan Bioetanol

Waktu Fermentasi	Ragi								
	2 gram (A)			4 gram (B)			6 gram (C)		
3 Hari (1)	A1 ₁	A1 ₂	A1 ₃	B1 ₁	B1 ₂	B1 ₃	C1 ₁	C1 ₂	C1 ₃
5 Hari (2)	A2 ₁	A2 ₂	A2 ₃	B2 ₁	B2 ₂	B2 ₃	C2 ₁	C2 ₂	C2 ₂
7 Hari (3)	A3 ₁	A3 ₂	A3 ₃	B3 ₁	B3 ₂	B3 ₃	C3 ₁	C3 ₂	C3 ₃

Keterangan:

A1 : konsentrasi ragi 2 gram, waktu fermentasi 3 hari.

B1 : konsentrasi ragi 2 gram, waktu fermentasi 5 hari.

C1 : konsentrasi ragi 2 gram, waktu fermentasi 7 hari.

A2 : konsentrasi ragi 4 gram, waktu fermentasi 3 hari.

- B2 : konsentrasi ragi 4 gram, waktu fermentasi 5 hari.
 C2 : konsentrasi ragi 4 gram, waktu fermentasi 7 hari.
 A3 : konsentrasi ragi 6 gram, waktu fermentasi 3 hari.
 B3 : konsentrasi ragi 6 gram, waktu fermentasi 5 hari.
 C3 : konsentrasi ragi 6 gram, waktu fermentasi 7 hari.

a) Alat dan bahan yang digunakan

Alat-alat yang digunakan untuk melakukan penelitian ini dapat dilihat pada Tabel

3.2.

Tabel 3.2 Alat-alat untuk Penelitian

No	Alat-alat	Fungsinya
1.	Ulekan	Penggilingan dan penepungan untuk memperkecil ukuran biji alpukat.
2.	Timbangan Analitik	Menimbang zat yang butuh ketelitian tinggi dan dalam skala kecil/mikro
3.	Gelas Kimia	Mengukur volume larutan yang tidak memerlukan tingkat ketelitian yang tinggi, Menampung hasil pemanasan untuk didinginkan.
4.	Termometer	Mengukur suhu
5.	pH meter	Mengukur pH larutan
6.	Batang pengaduk	Mencampur bahan
7.	Oven	Memamaskan atau mengeringkan bahan
8.	Piknometer	Mengukur nilai kadar etanol yang dihasilkan dari proses fermentasi
9.	Kain kasa atau kertas saring	Memisahkan partikel suspensi dengan cairan hasil fermentasi
10.	Heating Mantle	Menerapkan panas ke kontainer sebagai alternatif bentuk lain dari mandi air panas
11.	Gelas Ukur	Mengukur volume larutan
12.	Pipet Ukur	Untuk mengukur dan memindahkan larutan dengan volume tertentu secara tepat
13.	Pipet Volume Gondok	Untuk mengambil cairan hingga 25ml secara tepat dan ketelitian tinggi
14.	Labu Bundar	Untuk memanaskan larutan dan menyimpan larutan saat dipanaskan

Bahan-bahan yang digunakan untuk melakukan penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3 Bahan-bahan untuk Penelitian

No	Bahan-bahan	Fungsinya
1.	Tepung biji alpukat	Bahan utama dalam pembuatan bioetanol.
2.	Ragi (<i>Saccharomyces cerevicea</i>)	Untuk proses fermentasi.
3.	Larutan HCl	Untuk menghidrolisis karbohidrat dalam uji molisch.
4.	Aquadest	Untuk mengencerkan zat.

Dapat dilihat pada Gambar 3.1 merupakan alat dan bahan yang digunakan saat melakukan penelitian pembuatan bioetanol dari biji alpukat.





(10). Kertas pH
(Dokumentasi Pribadi)



(11). Botol Plastik
(Dokumentasi Pribadi)



(12). Selang penutup botol
(Dokumentasi Pribadi)



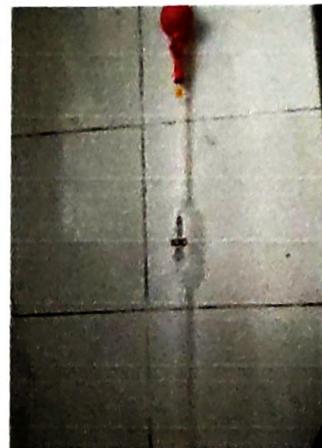
(13). Gabus penutup botol
(Dokumentasi Pribadi)



(14). Gunting
(Dokumentasi Pribadi)



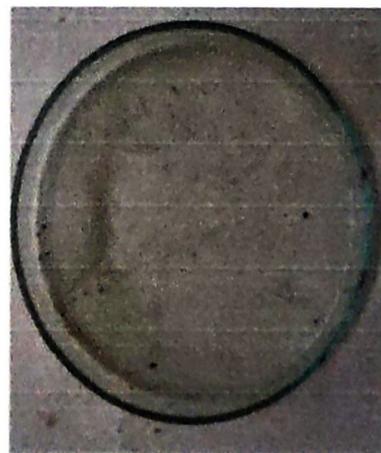
(15). Pipet Volum Ukur
(Dokumentasi Pribadi)



(16). Pipet Volum Gondok
(Dokumentasi Pribadi)



(17). Heating Mantle
(Dokumentasi Pribadi)



(18). Cawan Petri
(Dokumentasi Pribadi)



(19). Tisu
(Dokumentasi Pribadi)



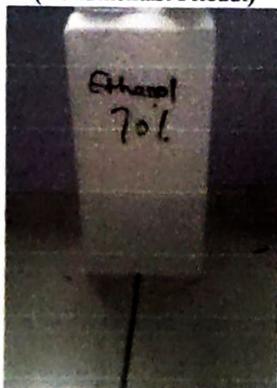
(20). Cutter
(Dokumentasi Pribadi)



(21). Kain penyang
(Dokumentasi Pribadi)



(22) Sarung Tangan
(Dokumentasi Pribad





(25). Fermipan
(Dokumentasi Pribadi)



(26). Plastik
(Dokumentasi Pribadi)



(27). Aquades
(Dokumentasi Pribadi)



(28). Tepung Biji Alpukat
(Dokumentasi Pribadi)

Gambar 3.1 Alat dan Bahan Penelitian Pembuatan Bioetanol

b) Cara Kerja

Menurut Muin (2014) cara pembuatan bioetanol dari biji alpukat.

1) Proses Pembuatan tepung Biji Aplukat

- (1) Biji alpukat terlebih dahulu dicuci hingga bersih lalu direndam dalam air hangat agar kulit ari biji alpukat mudah mengelupas.
- (2) Kemudian biji alpukat tersebut diiris tipis-tipis dan dijemur menggunakan sinar matahari.

(3) Selanjutnya irisan biji alpukat yang telah kering tersebut dihaluskan dengan cara ditumbuk.

(4) Tepung biji alpukat yang telah halus itu lalu diayak sampai berbentuk *powder*.

Dapat dilihat pada Gambar 3.2 proses pembuatan tepung biji alpukat untuk dijadikan sebagai bahan pembuatan bioetanol.



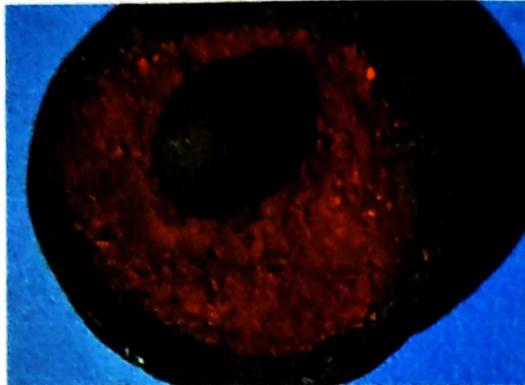
(2). Proses



(3). setelah selesai pengelupasan kulit ari
(Dokumentasi Pribadi)



(4). Proses penjemuran biji alpukat
(Dokumentasi Pribadi)



(5). Proses penumbukan biji alpukat
(Dokumentasi Pribadi)



(6). Proses blender biji alpukat
(Dokumentasi Pribadi)



(7). Pro alpukat



(8). H pukak



(9). Proses penimbangan ragi
(Dokumentasi Pribadi)



() gi

Gambar 3.2 Proses Pengolahan Biji Alpukat

2) Proses Hidrolisis Pembuatan Bioetanol

Menurut Muin (2014) cara pembuatan bioetanol dari biji alpukat.

- (1) Tepung biji alpukat yang telah halus tadi ditimbang sebanyak 20 gram untuk setiap sampel.
- (2) Menyiapkan Erlenmeyer ukuran 500 ml (yang sudah disterilisasi menggunakan autoflat) untuk sampel yang akan dihidrolisis.
- (3) Lalu buat larutan HCl 6% dengan volume masing-masing 200 ml, sesuai dengan persamaan.
- (4) Masukkan tepung biji alpukat tersebut ke dalam masing-masing erlenmeyer yang sudah disiapkan konsentrasinya 6% ke dalam masing-masing erlenmeyer
- (5) Selanjutnya sampel tadi dipanaskan menggunakan oplet pada temperatur 120°C selama 60 menit.

3) Proses Fermentasi

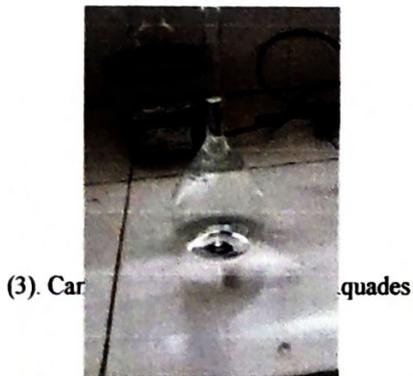
Menurut Muin (2014) cara pembuatan bioetanol dari biji alpukat

- (1) Kemudian ukur pH.
- (2) Masukkan ragi masing-masing sebanyak 2 gram, 4 gram dan 6 gram ke dalam bubur biji alpukat yang sudah di hidrolisis.
- (3) Lalu diaduk lebih kurang 5 menit sampai campuran homogen.
- (4) Setelah itu erlenmeyer 500 ml yang berisi bubur biji alpukat tersebut dihubungkan dengan selang karet dan ujung selang dimasukkan ke dalam air agar tidak terjadi kontak langsung dengan udara.
- (5) Selanjutnya larutan difermentasikan selama 3 hari, 5 hari dan 7 hari.

(6) Setelah fermentasi selesai, dilakukan penyaringan sehingga larutan terpisah dari kotoran yang lain.

(7) Selanjutnya tahap pengukuran kadar alkohol menggunakan piknometer.

Dapat dilihat pada Gambar 3.3 proses fermentasi dan hidrolisis dalam pembuatan bioetanol.





(5). Proses Heating (Magnetic Stirring)



(6). Proses Penyerangan Botol



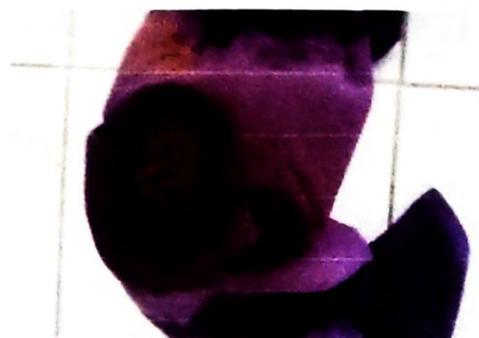
(7). Proses memasukkan larutan hasil hidrolisis dalam botol Fermento (Dokumentasi Pribadi)



(8). Proses penutupan botol sebelum di fermentasi (Dokumentasi Pribadi)



(9). Proses fermentasi (Dokumentasi Pribadi)



(10). Proses Penyaringan (Dokumentasi Pribadi)



(12). Proses Pengukuran Suhu
(Dokumentasi Pribadi)



(13). Hasil dari Fermentasi
(Dokumentasi Pribadi)



(14). Proses Penimbangan Hasil Fermentasi
(Dokumentasi Pribadi)

Gambar 3.3 Proses Hidrolisis dan Fermentasi

D. Pengumpulan Data

1. Pengumpulan Data Penelitian Eksperimen

Pengumpulan data penelitian eksperimen yaitu dimulai dari survei ke lokasi pengambilan sampel yaitu dipenjual jus yang berada di Banten Plaju Palembang.

Selanjutnya dilakukan dengan mengumpulkan data hasil eksperimen pembuatan bioetanol berupa kadar nilai etanol yang dihasilkan pada proses fermentasi.

E. Analisis Data

1. Analisis Data Penelitian Eksperimen untuk Menjawab Rumusan Masalah 1

Data hasil penelitian eksperimen pembuatan bioetanol dilakukan analisis uji ANAVA, *Shapiro-Wilk*, dan Uji lanjut *Post-Hoc* menggunakan SPSS versi 21 untuk mengetahui pengaruh perlakuan variasi konsentrasi ragi dan variasi waktu fermentasi terhadap kadar etanol yang dihasilkan.

2. Analisis Hasil Lembar Validasi untuk Menjawab Rumusan Masalah 2

Penilaian validasi kelayakan produk secara keseluruhan indikator didasarkan pada skor dalam tabel kategorisasi kelayakan seperti tabel 3.6.

Tabel 3.9 Kategorisasi Kelayakan

No	Rentang Skor	Kategori Kualitas
1	$X \geq \bar{X} + 1. SBx$	Sangat Layak (SL)
2	$\bar{X} + 1. SBx > X \geq \bar{X}$	Layak (L)
3	$\bar{X} > X \geq \bar{X} - 1. SBx$	Cukup Layak (CL)
4	$X < \bar{X} - 1. SBx$	Kurang Layak (KL)

(Sumber: Mardapi, 2008: 123)

Keterangan :

X : Skor yang dicapai

\bar{X} : Rerata ideal, dapat dicari dengan menggunakan rumus;

X : $(1/2)$ (skor tertinggi ideal + skor terendah ideal)

SBx : Simpangan baku ideal, dapat dicari dengan menggunakan

SBi : $(1/6)$ (skor tertinggi ideal – skor terendah ideal)

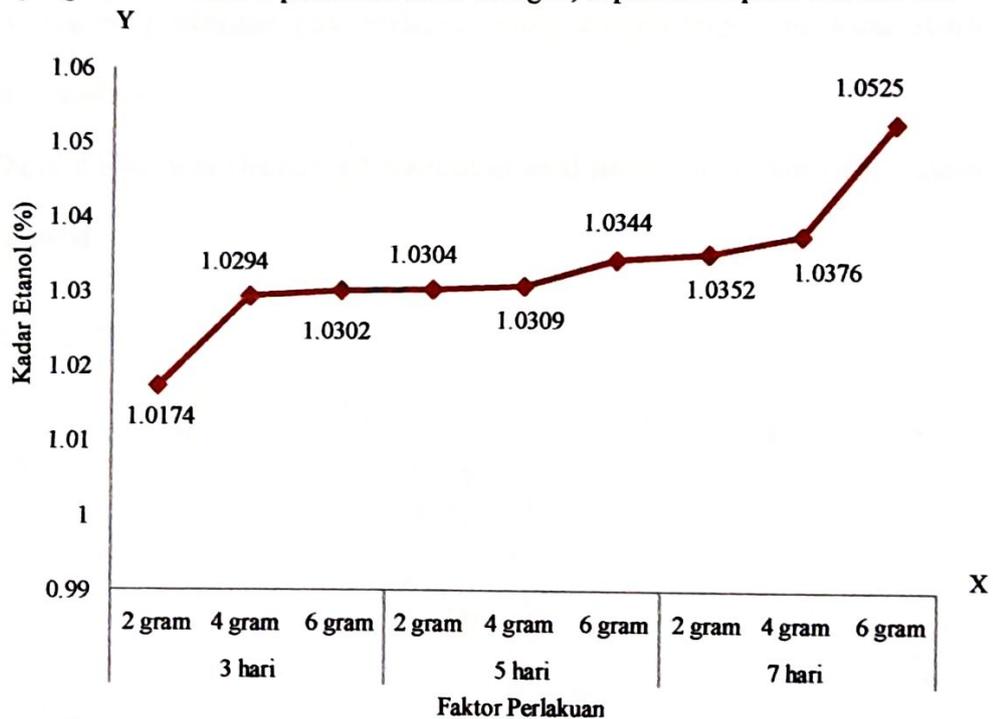
BAB IV HASIL PENELITIAN

A. Deskripsi Data Hasil Penelitian

Berdasarkan data hasil penelitian pembuatan bioetanol dari biji alpukat menggunakan fermentasi ragi (*Saccharomyces cereviceae*) yang difermentasikan selama 3 hari, 5 hari dan 7 hari diperoleh kadar etanol.

1. Data Hasil Kadar Etanol dari Biji Alpukat

Data hasil pengamatan pembuatan bioetanol dari biji alpukat menggunakan variasi ragi 2 gram, 4 gram dan 6 gram, dan variasi waktu selama 3 hari, 5 hari dan 7 hari yang diperoleh dari 3 perlakuan dan 3 ulangan, dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1. Rata-Rata Hasil Fermentasi Biji Alpukat Menjadi Bioetanol

Dari Gambar 4.1 menunjukkan bahwa rata-rata kadar etanol dengan menggunakan variasi ragi dan waktu fermentasi. Menunjukkan bahwa kadar etanol

yang paling rendah terdapat pada konsentrasi ragi 2 gram pada hari ke 3 didapatkan kadar etanolnya sebesar 1,0174, sedangkan kadar etanol yang paling tinggi terdapat pada konsentrasi ragi 6 gram pada hari ke 7 didapatkan kadar etanolnya sebesar 1,0525. Faktor keberhasilan fermentasi sangat dipengaruhi oleh interaksi antar substrat dengan mikroba. Perbedaan kadar bioetanol ini sangat berkaitan erat dengan cepat dan lambatnya pertumbuhan sel ragi yang diinginkan untuk memfermentasi bahan, sedangkan pertumbuhan dari sel ragi atau khamir itu sendiri juga dipengaruhi oleh media dan kondisi medium, pemilihan khamir, nutrisi, keasaman (pH), oksigen, dan suhu. Dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi konsentrasi ragi dan lama waktu fermentasi yang diberikan pada perlakuan maka semakin tinggi juga kadar etanol yang dihasilkan.

Dapat dilihat pada Gambar 4.2 merupakan hasil penelitian bioetanol dari limbah biji alpukat.



(1). Hasil Fermentasi 3 Hari
(Dokumentasi Pribadi)



(2). Hasil Fermentasi 5 Hari
(Dokumentasi Pribadi)



(3). Hasil Fermentasi 7 Hari
(Dokumentasi Pribadi)



(4). Proses perhitungan menggunakan piknometer
(Dokumentasi Pribadi)

Gambar 4.2 Hasil Penelitian Kadar Etanol

Selain waktu fermentasi dan konsentrasi ragi yang mempengaruhi kadar bioetanol, ada juga parameter pendukungnya yaitu, pH, suhu, dan densitas. Dapat dilihat pada Tabel 4.1 hasil uji parameter pendukung kadar bioetanol.

Tabel 4.1 Hasil Uji Parameter Pendukung Kadar Bioetanol

No	Parameter	Waktu Fermentasi	Konsentrasi Ragi		Hasil Uji
1	Ph	3 Hari	2 Gram	Awal	2
				Akhir	3
			4 Gram	Awal	2
				Akhir	3
			6 Gram	Awal	2
				Akhir	3
		5 Hari	2 Gram	Awal	2
				Akhir	4
			4 Gram	Awal	2
				Akhir	4
			6 Gram	Awal	2
				Akhir	4
		7 Hari	2 Gram	Awal	2
				Akhir	5
4 Gram	Awal		2		
	Akhir		5		
6 Gram	Awal		2		
	Akhir		5		
2	Suhu	3 Hari	2 Gram	Awal	33
				Akhir	30
			4 Gram	Awal	33
				Akhir	30
			6 Gram	Awal	33
				Akhir	30

Lanjutan Tabel 4.1 Hasil Uji Parameter Pendukung Kadar Bioetanol

No	Parameter	Waktu Fermentasi	Konsentrasi Ragi		Hasil Uji
3	Densitas	5 Hari	2 Gram	Awal	33
				Akhir	29
			4 Gram	Awal	33
				Akhir	29
			6 Gram	Awal	33
				Akhir	29
		7 Hari	2 Gram	Awal	33
				Akhir	28
			4 Gram	Awal	33
				Akhir	28
			6 Gram	Awal	33
				Akhir	28
		3 Hari	2 Gram	Awal	0,2941
				Akhir	0,2902
			4 Gram	Awal	0,2367
				Akhir	0,2352
			6 Gram	Awal	0,2280
				Akhir	0,2186
7 Hari	2 Gram	0,1852			
	4 Gram	0,1611			
	6 Gram	0,1498			

2. Uji Prasyarat

Uji prasyarat diperlukan untuk mengetahui apakah analisis data untuk pengujian hipotesis dapat dilanjutkan atau tidak. Uji prasyarat yang digunakan pada penelitian ini yaitu uji (*Shapiro-Wilk*) untuk mengetahui data berdistribusi normal dan uji *Levene t-test* untuk mengetahui data berdistribusi homogen. Dapat dilihat pada tabel 4.2 hasil uji *between subject factars* dan dapat dilihat pada Tabel 4.3- 4.4 hasil uji homogenitas, uji homogenitas dapat dilihat pada Tabel 4.5

a. Uji Normalitas

Uji normalitas digunakan untuk mengukur apakah penyebaran data yang diperoleh normal atau tidak, untuk menganalisis data uji normalitas menggunakan uji *Shapiro-Wilk* yang dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.2 Between Subjects Factors

		Value Label	N
Waktu Fermentasi	1	3 hari	9
	2	5 hari	9
	3	7 hari	9
Konsentrasi Ragi	1	2 gram	9
	2	4 gram	9
	3	6 gram	9

Tabel 4.3 Hasil Uji Normalitas Waktu Fermentasi terhadap Kadar Etanol

	Waktu Fermentasi	Shapiro-Wilk		
		Statistic	Df	Sig.
Kadar Etanol	3 hari	.878	9	0.150
	5 hari	.988	9	0.992
	7 hari	.867	9	0.113

Tabel 4.4 Hasil Uji Normalitas Konsentrasi Ragi terhadap Kadar Etanol

	Konsentrasi Ragi	Shapiro-Wilk		
		Statistic	Df	Sig.
Kadar Etanol	2 gram	.942	9	0.602
	4 gram	.956	9	0.759
	6 gram	.900	9	0.253

Dari Tabel 4.3 dan Tabel 4.4, dapat diketahui bahwa data berdistribusi normal. Hal tersebut dapat diketahui dari nilai signifikansi pada uji *Shapiro-Wilk* yang lebih besar dari taraf signifikan 0,05.

b. Uji Homogenitas

Uji homogenitas digunakan untuk mengukur penyebaran data apakah homogen atau tidak. Untuk menganalisis data uji homogenitas menggunakan rumus uji *Levene t-test*, yang dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Hasil Uji Homogenitas

F	df1	df2	Sig.
2,105	8	18	0,091

Dari Tabel 4.5 dapat diketahui bahwa nilai *Levene's Test* signifikansinya yaitu 0,091 yang berarti bahwa nilai signifikansi lebih besar dari taraf signifikan 0,05. Dengan begitu, diketahui bahwa asumsi kesamaan (kehomogenan) ragam terpenuhi. Selanjutnya yaitu uji Anava untuk melihat pengaruh waktu fermentasi dan konsentrasi ragi terhadap kadar etanol.

3. Uji *Two-Ways* ANAVA

Untuk mengetahui adanya pengaruh variasi waktu fermentasi dan variasi konsentrasi ragi terhadap bioetanol yang dihasilkan, maka menggunakan uji *Tests of Between-Subjects Effects*, yang dapat dilihat pada tabel 4.6.

Tabel 4.6 Hasil Uji *Two-Ways* ANAVA

Source	Type III Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Waktu Fermentasi	,001	2	,001	18,053	0,000
Konsentrasi Ragi	,001	2	,000	8,857	0,002
Waktu Fermentasi* Konsentrasi Ragi	,000	4	7,003E-005	2,130	0,119
Error/ Galat	,001	18	3,289E-005		
Total	28,823	27			

Dari Tabel 4.6 dapat diketahui bahwa waktu fermentasi memiliki nilai signifikansi $0,000 < 0,05$ yang berarti bahwa waktu fermentasi berpengaruh sangat nyata terhadap kadar etanol. Begitu pula dengan konsentrasi ragi yang memiliki nilai signifikansi $0,002 < 0,05$ yang juga berarti bahwa konsentrasi ragi berpengaruh sangat nyata terhadap kadar etanol.

4. Uji *Post-Hoc*

Uji *post-Hoc* untuk melihat perbandingan antara faktor-faktor perlakuan terhadap objek percobaan (kadar etanol biji alpukat). Uji *Post-Hoc* yang digunakan yaitu uji Duncan. Hasil uji lanjut Duncan untuk faktor waktu fermentasi dapat dilihat pada Tabel 4.7, dan untuk uji lanjut Duncan untuk faktor konsentrasi ragi dapat dilihat pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7 Hasil Uji Lanjut Duncan untuk Waktu Fermentasi

	Waktu Fermentasi	N	Subset		
			1	2	3
Duncan ^a	3 Hari	9	1.025708E0		
	5 Hari	9		1.031959E0	
	7 Hari	9			1.041818E0
	Sig.		1.000	1.000	1.000

Dari Tabel 4.7 uji duncan terlihat bahwa perlakuan-perlakuan dikelompokkan ke dalam 3 *subsets*, ini menunjukkan bahwa masing-masing perlakuan berbeda nyata satu dengan lainnya. Dari ketiga perlakuan tersebut, waktu fermentasi ke 7 hari merupakan perlakuan yang paling baik dalam menghasilkan kadar etanol.

Tabel 4.8 Hasil Uji Lanjut Duncan untuk Konsentrasi Ragi

	Konsentrasi Ragi	N	Subset	
			1	2
Duncan ^a	2 gram	9	1.027727E0	
	4 gram	9	1.032683E0	
	6 gram	9		1.039074E0
	Sig.		0.083	1.000

Dari Tabel 4.8 terlihat bahwa perlakuan-perlakuan dikelompokkan ke dalam 2 *subsets*, ini menunjukkan bahwa dari ketiga perlakuan tersebut, konsentrasi ragi 6 gram merupakan perlakuan yang paling baik dalam menghasilkan kadar etanol.

5. Uji kolerasi

Uji korelasi bertujuan untuk melihat hubungan antara dua variabel yang mempunyai distribusi data normal. Dapat dilihat pada Tabel 4.9 hasil uji kolerasi.

Tabel 4.9 Hasil Uji Correlations

		Konsentrasi Ragi	Waktu Fermentasi	Kadar Etanol
KonsentrasiRagi	Pearson Correlation	1	,000	,665**
	Sig. (2-tailed)		1,000	,000
	N	27	27	27
Waktu Fermentasi	Pearson Correlation	,000	1	,468*
	Sig. (2-tailed)	1,000		,014
	N	27	27	27
Kadar Etanol	Pearson Correlation	,665**	,468*	1
	Sig. (2-tailed)	,000	,014	
	N	27	27	27

Dasar Pengambilan Keputusan :

Nilai Pearson Correlation 0,00 s/d 0,20 = Tidak Ada Korelasi

Nilai Pearson Correlation 0,21 s/d 0,40 = Korelasi Rendah

Nilai Pearson Correlation 0,41 s/d 0,60 = Korelasi Sedang

Nilai Pearson Correlation 0,61 s/d 0,80 = Korelasi Erat

Nilai Pearson Correlation 0,81 s/d 1,00 = Korelasi sempurna

Dari tabel 4.9 dapat diketahui bahwa korelasi antara konsentrasi ragi dengan kadar etanol diperoleh nilai koefisien sebesar 0,665. Karena koefisien mendekati 1, maka dapat disimpulkan bahwa antara konsentrasi ragi dengan kadar etanol memiliki hubungan yang sempurna. Sedangkan korelasi antara waktu fermentasi dengan kadar etanol diperoleh nilai koefisien sebesar 0,468. Karena koefisien mendekati 0, maka dapat disimpulkan bahwa antara waktu fermentasi dengan kadar etanol memiliki hubungan yang rendah.

BAB V PEMBAHASAN

A. Pembahasan Hasil Penelitian Bioetanol

Penelitian ini memanfaatkan limbah yang ada disekitar lingkungan kehidupan untuk bisa dijadikan suatu sumber energi, limbah yang diambil untuk penelitian ini adalah limbah biji alpukat yang ternyata biji alpukat banyak mengandung pati dan berpotensi untuk di jadikan bahan utama pembuatan bioetanol yang bertujuan untuk mengetahui potensial biji alpukat untuk dijadikan sebagai energi alternatif ditinjau dari kualitas bioetanol karena untuk pembuatan bioetanol harus bahan baku yang banyak mengandung pati. Bioetanol merupakan bahan bakar alternatif yang ramah lingkungan dan sifatnya terbarukan. Pada penelitian ini bioetanol yang didapatkan belum bisa digunakan sebagai bahan bakar pengganti bensin, karena masih ada tahapan selanjutnya yaitu proses permurnian (destilasi) yang membutuhkan waktu yang cukup lama dan membutuhkan biaya yang sangat besar, oleh karena itu dalam penelitian ini hanya mengetahui potensi biji alpukat.

Pada penelitian pembuatan bioetanol kali ini menggunakan variasi waktu fermentasi yaitu 3 hari, 5 hari dan 7 hari dan variasi ragi yaitu 2 gram, 4 gram, dan 6 gram. Variasi waktu dan variasi ragi bertujuan untuk mengetahui waktu dan ragi terbaik, fermentasi pembuatan bioetanol, sehingga bisa mendapatkan etanol yang optimal. Berdasarkan hasil kadar etanol dari biji alpukat pada gambar 4.1 menunjukkan kadar etanol yang paling tinggi diperoleh pada jumlah ragi 6 gram dengan waktu fermentasi 7 hari sebesar 1,0525, hal ini dikarenakan pada waktu 7 hari *Saccaromyces cerevisiae* mengalami fase logaritmik dimana *Saccaromyces cerevisiae*

telah beradaptasi dengan media, dan membelah diri sehingga jumlah populasi bakteri meningkat sangat cepat. Menurut Pelczar (1986) ada 4 fase pertumbuhan bakteri diantaranya fase lag, fase logaritmik, fase stasioner dan fase kematian.

Semakin banyak ragi yang ditambahkan maka kadar etanol yang dihasilkan cenderung naik meskipun kenaikan relatif kecil. Semakin banyak ragi, maka bakteri yang mengurai glukosa menjadi etanol pun semakin banyak. Menurut Wahyuni dkk, (2015) berpendapat bahwa dengan penambahan dosis ragi yang sesuai berpengaruh terhadap kadar etanol yang didapatkan.

Hal ini sesuai juga dengan teori yang menyatakan bahwa semakin lama fermentasi berlangsung maka jumlah mikroba yang dibutuhkan dalam proses tersebut juga akan semakin bertambah, sehingga dengan semakin meningkatnya jumlah mikroba maka semakin banyak pula karbohidrat yang terurai menjadi alkohol, sehingga alkohol yang dihasilkan juga semakin banyak. Proses ini akan terhenti jika kadar alkohol sudah meningkat sampai tidak dapat ditolerir lagi oleh mikroba (Irvan dkk, 2015). Namun pada penelitian ini tidak ditunjukkan penurunan kadar etanol. Hal ini disebabkan variabel penelitian ini belum mencapai kondisi optimum pertumbuhan mikroba sehingga *Saccaromyces cerevisiae* masih dapat memfermentasikan glukosa menjadi etanol.

Menurut Osvaldo, dkk. (2012) Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi jumlah etanol yang dihasilkan adalah mikroorganisme dan media yang digunakan, adanya komponen media yang dapat menghambat pertumbuhan serta kemampuan fermentasi mikroorganisme dan kondisi selama fermentasi. Faktor lain adalah pemilihan khamir, konsentrasi gula, keasaman, ada tidaknya oksigen dan suhu.

Pemilihan sel khamir didasarkan pada jenis karbohidrat yang digunakan, sebagai medium untuk memproduksi alkohol dari pati dan gula digunakan *Saccharomyces cerevisiae*.

Menurut Asngad, dkk (2015) semakin lama proses fermentasi dan semakin banyak dosis ragi yang diberikan maka volume bioetanol semakin meningkat. Waktu fermentasi berpengaruh terhadap hasil perolehan bioetanol di mana semakin lama waktu fermentasi maka perolehan bioetanol akan meningkatkan. Namun bila fermentasi terlalu lama maka nutrisi dalam substrat akan habis dan khamir *Saccaromyces cerevisiae* tidak lagi dapat memfermentasi bahan.

Khamir termasuk ke dalam kelompok jasad hidup yang sangat peka terhadap adanya perubahan di lingkungan. Sehingga dengan adanya perubahan akan mempengaruhi kehidupan dan aktivitasnya (Suriawiria, 2008: 52). Ragi *Saccharomyces cerevisiae* akan tumbuh baik pada pH berkisar antara 4,0-4,5 (Suriawiria, 2008: 57).

Parameter sebagai pendukung untuk mengetahui kadar etanol yang dihasilkan yaitu pH, suhu, dan densitas. Pengukuran derajat keasaman (pH) ini bertujuan untuk mengetahui penurunan derajat keasaman (pH) selama proses fermentasi sampai proses fermentasi tersebut telah selesai. Pengamatan dilakukan menggunakan pH meter. Derajat keasaman (pH) merupakan salah satu faktor penting yang perlu diperhatikan pada saat proses fermentasi. pH mempengaruhi pertumbuhan *Saccharomyces cerevisiae*. Oleh karena itu, pada awal pelaksanaan fermentasi terlebih dahulu di uji pH. Pada awal fermentasi pH yang di dapatkan waktu 3 hari, 5 hari dan 7 hari dengan konsetrasi ragi 2 gram, 4 gram dan 6 gram tapi memiliki pH

yang sama yaitu 2. Sedangkan pada saat pengukuran pH di akhir fermentasi pH yang di dapat pada waktu 3 hari dengan konsentrasi ragi 2 gram, 4 gram dan 6 gram memiliki pH yang sama yaitu 3, sedangkan pada waktu 5 hari dengan konsentrasi ragi 2 gram, 4 gram dan 6 gram memiliki pH yaitu 4 sedangkan pada waktu 7 hari dengan konsentrasi ragi 2 gram, 4 gram dan 6 gram memiliki pH yaitu 5. Pada akhir fermentasi ini mengalami perbedaan pH dikarenakan dipengaruhi oleh lama nya fermentasi. Semakin lama fermentasi maka pH akan mengalami kenaikan karena akan di pengaruhi oleh interaksi antar substrat dengan mikroba.

Menurut Woldu, dkk (2015) pH merupakan salah satu faktor penting yang mempengaruhi proses (hidrolisis dan fermentasi). Tingkat produksi etanol oleh sel ragi sangat dipengaruhi oleh pH sebagai media fermentasi. Sedangkan Menurut Setiawati, dkk (2016) Perubahan pH dalam fermentasi disebabkan karena dalam aktivitasnya sel khamir selain menghasilkan etanol sebagai metabolit primer juga menghasilkan asam-asam organik seperti asam malat, asam tartarat, asam sitrat, asam laktat, asam asetat, asam butirat dan asam propionat sebagai hasil sampingan, asam ini menurunkan pH medium.

Parameter pendukung lainnya untuk mengetahui kadar etanol adalah suhu. Pada saat proses fermentasi suhu yang didapatkan juga berbeda-beda, pada waktu 3 hari suhu awal dengan penambahan ragi 2 gram, 4 gram dan 6 gram adalah 33⁰C sedangkan suhu akhirnya pada konsentrasi 2 gram, 4 gram dan 6 gram adalah 30⁰C. Pada waktu 5 hari suhu awal dengan penambahan ragi 2 gram, 4 gram dan 6 gram adalah 33⁰C sedangkan untuk suhu akhirnya adalah 29⁰C. Pada waktu 7 hari suhu awal dengan penambahan ragi 2 gram, 4 gram dan 6 gram adalah 33⁰C sedangkan

untuk suhu akhirnya adalah 28⁰C. dapat disimpulkan bahwa suhu yang paling rendah adalah 28⁰C semakin rendah suhu artinya mengandung etanol.

Hal ini di dukung oleh penelitian Hossain dan Fazliny (2010) suhu pada saat fermentasi 28⁰C menghasilkan hasil tetinggi dibandingkan dengan yang lain parameter yang 30⁰C dan 32⁰ C. Ini karena pada tingkat suhu rendah, laju reaksi semua fungsi metabolik diperlambat dan mengurangi substrat dan tingkat difusi produk untuk hasil etanol yang lebih tinggi.

Menurut Ahamad, dkk (2016) Menyatakan bahwa suhu di kisaran 25-30 ° C ternyata menguntungkan dan memfasilitasi produksi etanol optimum *saccharomyces cerevisiae* untuk termofilik. Menurut Nasrun dkk, 2015 suhu yang baik untuk proses fermentasi berkisar antara 25-30⁰C. Derajat keasaman (pH) optimum untuk proses fermentasi sama dengan pH optimum untuk proses pertumbuhan khamir yaitu pH 4,0 - 5,0 Mikroba *saccharomyces cerevisiae* akan tumbuh optimal dalam kisaran suhu 27-30⁰C dan puncak produksi alkohol dicapai pada suhu 28⁰C. Menurut Azizah, dkk. (2012) menunjukkan bahwa apabila pada suhu yang terlalu rendah, maka proses fermentasi akan berlangsung secara lambat. Sedangkan pada suhu yang terlalu tinggi menyebabkan mikroba *Saccharomyces cerevisiae* akan mati sehingga proses fermentasi tidak dapat berlangsung.

Parameter pendukung terakhir untuk mengetahui kadar etanol yaitu densitas. Pada waktu fermentasi 3 hari rata- rata densitas yang dihasilkan dengan penambahan ragi 2 gram adalah 0,29411, rata-rata densitas dengan penambahan ragi 4 gram adalah 0,2902 dan rata-rata densitas dengan penambahan ragi 6 gram adalah 0,23677. Pada waktu fermentasi 5 hari rata-rata densitas yang dihasilkan dengan penambahan ragi 2

gram adalah 0,22807, rata-rata densitas dengan penambahan ragi 2 gram adalah 0,21861, dan rata-rata densitas dengan penambahan ragi 4 gram adalah 0,23527. Pada waktu fermentasi 7 hari rata-rata densitas yang dihasilkan dengan penambahan ragi 2 gram adalah 0,1852, rata-rata densitas dengan penambahan ragi 4 gram adalah 0,1611, dan rata-rata densitas dengan penambahan ragi 6 gram adalah 0,14986. Semakin besar densitas maka akan semakin kecil kadar etanol yang dihasilkan.

Menurut Perry *dalam* Dady, dkk (2012) Sifat fisik etanol salah satunya densitas dengan nilai 0,7893 sedangkan densitas air adalah 1. Hal ini membuktikan bahwa jika densitas dari seluruh perlakuan dibawah 0,7893 maka termasuk mengandung etanol.

B. Pembahasan Hasil Perhitungan menggunakan SPSS terhadap Kadar Etanol

Dari hasil penelitian di atas dengan menggunakan SPSS dapat diketahui bahwa data untuk variabel terikat adalah berasal dari populasi yang berdistribusi normal, yaitu dapat dilihat pada Tabel 4.3 dan 4.4 dengan nilai signifikansi pada uji *Shapiro-Wilk* yang lebih besar dari taraf signifikansi 0,05. Pada uji *homogenitas* variansi pada Tabel 4.5 menunjukkan probabilitas atau signifikansi seluruh sampel adalah 0,091, yang berarti signifikansi $0,091 > 0,05$ maka sesuai dengan kriteria pengujian dapat disimpulkan bahwa hipotesis nol (H_0) diterima, yang berarti asumsi bahwa kadar etanolnya adalah sama (homogen) dapat diterima.

Berdasarkan perhitungan menggunakan SPSS pada Tabel 4.6 dapat diketahui bahwa waktu fermentasi memiliki nilai signifikansi $0,000 < 0,05$ yang berarti bahwa waktu fermentasi berpengaruh sangat nyata terhadap kadar etanol. Begitu pula

dengan konsentrasi ragi yang memiliki nilai signifikansi $0,002 < 0,05$ yang juga berarti bahwa konsentrasi ragi berpengaruh sangat nyata terhadap kadar etanol.

Selanjutnya yaitu uji duncan untuk melihat perbandingan antara faktor-faktor perlakuan terhadap objek percobaan (kadar etanol biji alpukat). Dapat dilihat pada tabel 4.7 uji duncan untuk faktor waktu fermentasi, diketahui bahwa semua perlakuan waktu fermentasi menunjukkan perbedaan yang nyata, ditunjukkan oleh terbentuknya 3 subset dan masing-masing nilai rata-rata kadar etanol biji alpukat yang mengisi pada masing-masing subset untuk pengukuran pada taraf 5%. Berdasarkan terbentuknya subset pada uji duncan ini diketahui bahwa kadar etanol pada waktu fermentasi 3 hari berbeda nyata dengan kadar etanol pada waktu fermentasi 5 hari, dan berbeda nyata pula dengan kadar etanol pada waktu 7 hari.

Dapat dilihat pada tabel 4.8 uji duncan untuk faktor konsentrasi ragi dikelompokkan ke dalam 2 *subsets*, yang menunjukkan bahwa ketiga perlakuan tersebut menunjukkan perbedaan yang nyata, konsentrasi ragi 6 gram merupakan perlakuan yang bernyata, sedangkan konsentrasi ragi 2 gram dan 4 gram tidak berbeda nyata.

Selanjutnya untuk melihat hubungan dua variabel digunakan uji korelasi Pearson pada tabel 4.9 dapat diketahui bahwa korelasi antara konsentrasi ragi dengan kadar etanol diperoleh nilai koefisien sebesar 0,665. Karena koefisien mendekati 1, maka dapat disimpulkan bahwa antara konsentrasi ragi dengan kadar etanol memiliki hubungan yang sempurna. Sedangkan korelasi antara waktu fermentasi dengan kadar etanol diperoleh nilai koefisien sebesar 0,468. Karena koefisien mendekati 0, maka

dapat disimpulkan bahwa antara waktu fermentai dengan kadar etanol memiliki hubungan yang rendah.

BAB VI PENUTUP

A. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian pengembangan bahan ajar materi sumber energi terbarukan pada pengolahan biji alpukat menjadi bioetanol, maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Pada penelitian ini memanfaatkan biji alpukat sebagai bahan baku bioetanol dengan variasi waktu fermentasi dan konsentrasi ragi, didapatkan kadar etanol yang paling tinggi pada hari ke 7 dengan konsentrasi ragi 6 gram didapatkan sebesar 1,0525.

Daftar Pustaka

- Andaka, Ganjar. (2010). Pemanfaatan Limbah Kulit Nanas Untuk Pembuatan Bioetanol Dengan Proses Fermentasi. *Prosiding Seminar Nasional Aplikasi Sains & Teknologi (SNAST) Periode II Yogyakarta*.
- Andi, Asep. (2013). Pemanfaatan Alpukat dengan Fermentasi Dengan *Sacharomyces cereveceae* Menggunakan Proses Hidrolisis. *BIOPROPAL INDUSTRI*. 04 (02).
- Anwar, S., Isa I. & Mohamad, E. (2015). Pemanfaatan Buah Nangka bubuk (*Artocarp usheterophyllus*) untuk Pembuatan Alkohol dengan Cara Fermentasi. *Jurnal Penelitian*.
- Asngad, Aminah dan Suparti. (2011). Lama Fermentasi dan Dosis Ragi yang Berbeda pada Fermentasi Gapek Ketela Pohon Varietas Mukibat Terhadap Kadar Glukosa dan Bioetanol. *Jurnal Penelitian Sains dan Teknologi*. 10 : (1)
- Azizah, N. A. N. Al-Baarri, 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.
- Chandra, A. Ingrid, H. M. & Verawati. (2013). *Pengaruh pH dan Jenis Pelarut pada Perolehan dan Karakterisasi Pati dari Biji Alpukat*. Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Universitas Katolik Parahyangan.
- Daty, Bustomi. (2012). Pemanfaatan Limbah Ampas Tebu (*Bagasse*) untuk Produksi Bioetanol Melalui Proses Sakarifikasi dan Fermentasi Serentak. *Pelita* 8 (2): 1-10
- Erfiza, N. M. Moulana, R. Wulandari, D. Satriana. Supardan, M. D. (2016). Pengaruh Rasio Biji terhadap Pelarut dan Waktu Ekstraksi terhadap *Yield* dan Kualitas Minyak Biji Alpukat. *Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan*. 11 (1) : 32-38.
- Hossain dan Fazliny. (2010). Creation of alternative energy by bio-ethanol production sfrom pineapple waste and the usage of its properties for engine. *African Journal of Microbiology Research*. 4 (9). Hal: 813-819.
- Irvan. Trisakti, B. Adriani, L. & Revitasari, R. (2015). Rancangan Alat Pembuatan Bioetanol dari Bahan Baku Kulit Durian. *Jurnal Teknik Kimia USU*. 4 (1) : 53-59.

- Mandari, S. Elvi dan Sri. (2012). Pembuatan Bioetanol dari Kulit Nanas (*Ananas comosus* L.) Menggunakan Enzim Selulase dan Yeast *Saccharomyces Cerevisiae* dengan Proses *Simultaneous Sacharification and Fermentation* (SSF).
- Melani, Ani. (2012). Fermentasi Limbah Buah Nanas dengan *Sacharomyces Cereveceae* Menggunakan Proses Hidrolisis. *Berkala Teknik* 2 (4).
- Muin, R. Lestari, D. & Sari, T. W. (2014). Pengaruh Konsentrasi Asam Sulfat dan Waktu Fermentasi Terhadap Kadar Bioetano yang dihasilkan dari Biji Alpukat. *Jurnal Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya*. 20 (4) : 1-5.
- Nasrun. Jalaluddin. & Mahfuddhah. (2015). Pengaruh Jumlah Ragi dan Waktu Fermentasi terhadap Kadar Bioetanol yang Dihasilkan dari Fermentasi Kulit Pepaya. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*. 4 (2): 1-10 .
- Oswaldo, Z. S. Panca, P. S. & Faizal. (2012). Pengaruh Konsentrasi Asam dan Waktu Pada Proses Hidrolisis dan Fermentasi Pembuatan Bioetanol dari Alang-Alang. *Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya*. (2): 52-62.
- Pelczar, Michael J. dan E.C.S. Chan. 2013. *Dasar-dasar Mikrobiologi*. Jakarta: UI-Press.
- Purba, E. S. & Gultom, T. (2015). Pengaruh Lama Fermentasi Terhadap Kadar Etanol dari Biji Alpukat (*Persea Americana* Mill). *Jurusan Pendidikan Kimia Universitas Negeri Yogyakarta*.
- Rahman, S. Rahmawati. & Nurkhalifah. (2014). Efek Hipoglikemik Kombinasi Infusa Biji Alpukat (*Persea Americana* Mill) dan Biji Pepaya (*Carica Papaya* L. Var. Bangkok) Asal Kab. Pinrang Pada Tikus (*Rattus Norvegicus*) Jantan. *Fakultas Farmasi Universitas Muslim Indonesia*. 15 (2) : 111-116.
- Setiawati, E. L. Siang, T. G. & Paulus, H. A. (2016). Penentuan Waktu Optimum Dalam Pembuatan Bioetanol dari Bonggol Pisang Tanduk (*Musa Paradisiaca* *Formatypisa*) Melalui Fermentasi. *J. Akad. Kim*. 5(3): 115-120.
- Setyowati, D. Parmin. & Arif, W. (2013). Pengembangan Modul Ipa Berkarakter Peduli Lingkungan Tema Polusi Sebagai Bahan Ajar Siswa SMK N 11 Semarang. *Unnes Science Education Journal*. 2 (2) : 245-253
- Surayya. 2008. Efektifitas Penambahan Ragi dan Pupuk Terhadap Kadar Alkohol Bioetanol. *Buletin Anatomi dan Fisiologi* 23 (1) : 92-99.
- Suriawiria, Unus. (2008) *Mikrobiologi Air*. Bandung PT Alumni.

- Susanti, Ari, D. Puspito dan Hari. (2011). Pembuatan Bioetanol dari Kulit Nanas Melalui Hidrolisis Asam. *EKUILIBRIUM*. Vol 10 (2). Hal : 81 – 8.
- Wahyuni, Yenie dan Daud. 2012. Pengaruh Variasi Penambahan Ragi Tape dan NPK Terhadap Konsentrasi Bioetanol Hasil Fermentasi Jerami Padi. *Jom Fteknik* 2 (1) : 1-6.
- Wibowo. (2016). Identifikasi Kandungan Zat Makanan pada Biji Buah-Buahan di pasar Bandar Lampung. *Skripsi*. Lampung: Jurusan Peternakan Fakultas Pertanian Universitas Lampung Bandar Lampung.
- Winarso, R. Nugraha, B. Setya. & Santoso, T. (2014). Pengembangan Alat Destilator Bioetanol Model Refluk Bertingkat dengan Bahan Baku Singkong. *Jurnal Simetris*. 5 (2) : 97-104.
- Woldu, A. R. Yenework, N. A. & Yeshitila, A. T. (2015). Bioethanol Production From Avocado Seed Wastes Using *Saccharomyces Cerevisiae*. *ISSN: 2329 - 860X*. 3 (1) : 1-9
- Zulhida, R. & Tambunan, H. S. (2013). Pemanfaatan Biji Alpukat (*Persea Americana Mill*) Sebagai Bahan Pembuat Pati. *Program Studi Agroekoteknologi Fakultas Pertanian UMSU*. 18 (2) : 144-14