

**THE COMBINED EFFECT OF YEAST CONCENTRATION AND
FERMENTATION TIME AGAINST BIOETHANOL LEVEL FROM
BARANGAN SKIN WASTE (*Musa acuminata colla*) AS A LEARNING MODULE
DESIGN IN SENIOR HIGH SCHOOL CONVENTIONAL
BIOTECHNOLOGY MATERIAL**

Monalysa¹), Imam Mahadi²), Sri Wulandari²)

Email: monalysadw03@gmail.com, i_mahadi@yahoo.com, wulandari_sri67@yahoo.co.id

Handphone: +6282268410684

*Study Program of Biology Education
Department Of Mathematics And Natural Sciences
Faculty of Teacher Training and Education
Riau University*

Abstract: *The research to determines yeast concentration effect and fermentation time of barangan skin waste (*Musa acuminata colla*) against bioethanol level and produce a learning module design of senior high school in conventional biotechnology material. The experimental research by conducting combination experiments of yeast concentration are 6 grams, 8 grams, 10 grams, and 12 grams which are combine with 72 hours, 120 hours, 128 hours, and 216 hours. The experiment was carried out with 4 treatments and 3 replications where the substrate was hidrolized by sulfuric acid (H_2SO_4) 0,5 M and continued with the development of learning module from experimental research data (only at the analysis and design stages). The research data were analyzed by analysis of varians (ANOVA) and continued by the Tukey test on 5% level. The results showed that yeast concentration and fermentation time had a significant effect on bioethanol levels but had no effect on the interaction value. Bioethanol content average highest in yeast concentration of 12 grams is 19,81% and fermentation time of 168 hours is 19,37%. All research data can be used for designing learning modules on conventional biotechnology material using project based learning. However, before the module design was used on a large scale advisable to test the feasibility and effectiveness test on a small scale.*

Key Word: *Yeast Concentration, Fermentation Time, Barangan Skin Waste, Bioethanol, Learning Module*

**PENGARUH KOMBINASI KONSENTRASI RAGI DAN LAMA
FERMENTASI TERHADAP KADAR BIOETANOL DARI
FERMENTASI LIMBAH KULIT PISANG BARANGAN
(*Musa acuminata colla*) SEBAGAI RANCANGAN
MODUL PEMBEAJARAN MATERI BIOTEKNOLOGI
KONVENSIONAL SMA**

Monalya¹⁾, Imam Mahadi²⁾, Sri Wulandari²⁾

Email: monalysadw03@gmail.com, i_mahadi@yahoo.com, wulandari_sri67@yahoo.co.id

No. Handphone: +6282268410684

Program Studi Pendidikan Biologi
Jurusan Pendidikan Matematika Dan Ilmu Pengetahuan
Fakultas Keguruan Dan Ilmu Pendidikan
Universitas Riau

Abstrak: Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui Pengaruh Kombinasi Konsentrasi Ragi dan Lama Fermentasi Limbah Kulit Pisang Barangan (*Musa acuminata colla*) terhadap Kadar Bioetanol dan menghasilkan rancangan modul pembelajaran Biologi materi Bioteknologi Konvensional SMA. Penelitian eksperimen dengan melakukan percobaan kombinasi konsentrasi ragi yaitu 6 gram, 8 gram, 10 gram dan 12 gram dengan lama fermentasi selama 72 jam, 120 jam, 168 jam dan 216 jam. Eksperimen dilakukan dengan 4 perlakuan 3 ulangan dimana substrat dihidrolisis terlebih dahulu dengan H_2SO_4 0,5 M dan dilanjutkan dengan pengembangan modul pembelajaran dari data hasil penelitian eksperimen (hanya pada tahap *Analisis* dan *Desain*). Data hasil penelitian dianalisis dengan teknik analisis varians (ANOVA), jika diketahui $F_{hitung} > F_{tabel}$ maka dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Jujur (BNJ)/Tukey pada taraf 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi ragi dan lama fermentasi berpengaruh nyata terhadap kadar bioethanol namun tidak berpengaruh pada nilai interaksinya. Rata-rata kadar bioetanol tertinggi terdapat pada konsentrasi ragi 12 gram yaitu 19,81% dan lama fermentasi 168 jam yaitu 19,37%. Seluruh data hasil penelitian dapat dimanfaatkan untuk perancangan Modul Pembelajaran pada materi Bioteknologi Konvensional kelas XII dengan Model Pembelajaran *Project Based Learning*. Namun demikian, sebelum Rancangan Modul tersebut digunakan pada skala yang lebih luas disarankan agar dilakukan uji kelayakan dan efektivitas pada skala terbatas.

Kata Kunci: Konsentrasi Ragi, Lama Fermentasi, Limbah Kulit Pisang Barangan, Bioetanol, Modul Pembelajaran

PENDAHULUAN

Tanaman pisang (*Musaceae sp*) merupakan tanaman penghasil buah yang banyak terdapat di Indonesia. Pisang adalah nama umum yang diberikan pada tumbuhan terna besar berdaun besar memanjang dari suku *Musaceae*. Pada tahun 2013 produksi pisang di Indonesia yaitu 5.359.126 ton (Badan Pusat Statistik, 2013). Di Provinsi Riau pisang adalah salah satu produksi buah terbesar kedua setelah buah nenas, pada tahun 2015 produksinya sebesar 611.634 ton (BPS Provinsi Riau, 2017). Tingginya potensi produksi buah pisang sebanding dengan potensi limbah kulit pisang yang dihasilkan (Jatmiko Wahyudi dkk., 2011).

Limbah kulit pisang barangan biasanya oleh masyarakat pedesaan memanfaatkan sebatas pakan ternak bahkan hanya dibuang ke lingkungan yang akan mengakibatkan permasalahan dilingkungan karena akan meningkatkan keasaman air dan tanah serta menimbulkan bau tidak sedap. Untuk mengurangi dampak tersebut maka diperlukan pengelolaan alternatif untuk menambah nilai ekonomisnya, salah satu upaya pengelolaan alternatif limbah kulit pisang barangan adalah sebagai bahan dasar pembuatan bioetanol (Deky Seftian dkk., 2012). Limbah kulit pisang barangan (*Musa acuminata colla*) tiap 100 gram mengandung 18,09 gram karbohidrat dalam bentuk pati. Karbohidrat tersebut yang nantinya akan diubah menjadi bioetanol melalui proses fermentasi dengan menggunakan khamir *Saccharomyces cerevisiae* yang terdapat pada ragi tapai dengan proses hidrolisis terlebih dahulu atau pada tahap *pre-treatment* (Rosdiana Moeksin dkk., 2015).

Bioetanol (C_2H_5OH) adalah cairan biokimia dari proses fermentasi gula dari sumber karbohidrat menggunakan bantuan mikroorganisme. Bioetanol diartikan juga sebagai bahan kimia yang diproduksi dari bahan pangan yang mengandung pati (karbohidrat), seperti ubi kayu, ubi jalar, jagung, dan sagu serta limbah yang dihasilkan (Khairani dalam Diah Restu Setiawati dkk., 2013).

Salah satu faktor yang menentukan kadar bioetanol dalam proses fermentasi yaitu penggunaan mikroorganisme agen fermentasi, dalam hal ini adalah *Saccharomyces cerevisiae* yang umumnya terdapat pada ragi. Konsentrasi mikroorganisme agen fermentasi yang digunakan dalam fermentasi alkohol akan mempengaruhi jumlah kadar alkohol yang dihasilkan.

Ketersediaan bahan ajar yang belum spesifik membahas tentang bioteknologi, terutama tentang pemanfaatan limbah kulit pisang Barangan (*Musa acuminata colla*) sebagai bahan dasar pembuatan bioetanol menyebabkan siswa menjadi dominan mengandalkan sumber belajar berupa buku teks. Pembelajaran yang hanya mengandalkan buku teks sebagai sumber dan media belajar dirasa kurang efektif untuk mencapai tujuan pembelajaran yang ingin dicapai. Hal ini diperkuat dengan pernyataan oleh Depdiknas (2008) bahwa kualitas buku pelajaran sains dilapangan, ditinjau dari segi jumlah, jenis, maupun kualitasnya sangat bervariasi, tidak jarang ditemukan buku teks tidak sesuai dengan kurikulum. Oleh karena itu untuk meningkatkan kualitas sumber belajar untuk materi bioteknologi diperlukan inovasi pada perancangan modul pembelajaran (Depdiknas dalam Irda Sayuti dkk., 2016).

Modul pembelajaran adalah bahan ajar yang telah disiapkan dalam bentuk cetakan yang berfungsi untuk keperluan penyampaian informasi pembelajaran (Andi Prastowo, 2014). Modul pembelajaran berisi materi ajar, langkah kegiatan dan evaluasi berupa soal-soal pemahaman yang sudah dikemas sedemikian rupa sehingga siswa diharapkan dapat memahami materi ajar dengan mudah.

Bioteknologi konvensional merupakan salah satu materi pembelajaran yang menjelaskan tentang pemanfaatan organisme secara langsung untuk menghasilkan produk berupa barang dan jasa yang bermanfaat bagi manusia melalui proses fermentasi. Didalam proses fermentasi akan dijelaskan mikroorganisme yang berperan, substrat yang digunakan dan produk bioteknologi yang dihasilkan. Dalam proses kegiatan belajar mengajar dikelas guru diharuskan menggunakan media pembelajaran yang tepat agar kompetensi dasar dari setiap pembelajaran mudah tercapai. Pemanfaatan limbah kulit pisang barangan sebagai bahan dasar pembuatan bioethanol dengan memanfaatkan mikroorganisme yang berasal dari ragi bertujuan untuk memberikan pemahaman kognitif sekaligus praktek kepada peserta didik tentang pemanfaatan limbah yang nantinya dapat mengintegrasikan nilai kognitif, afektif dan psikomotorik peserta didik supaya dapat tumbuh secara bersamaan dengan memanfaatkan isu lingkungan sekitar melalui produk bioethanol yang dihasilkan. Dengan demikian peserta didik memahami pembelajaran bioteknologi konvensional secara komprehensif.

Pembelajaran kurikulum 2013 berpusat pada peserta didik dimana peserta didik dituntut untuk aktif dalam proses pembelajaran. Pada perancangan modul pembelajaran dilakukan tahap analisis KI-KD materi bioteknologi konvensional. Adapun KD yang berpotensi dalam perancangan modul pembelajaran adalah 3.10 mengenai menganalisis memahami tentang prinsip-prinsip bioteknologi yang menerapkan bioproses dalam menghasilkan produk baru untuk meningkatkan kesejahteraan manusia dalam berbagai aspek kehidupan dan KD 4.10 mengenai Merencanakan dan melakukan percobaan dalam penerapan prinsip-prinsip bioteknologi konvensional untuk menghasilkan produk dan mengevaluasi produk yang dihasilkan serta prosedur yang dilaksanakan. Data hasil penelitian akan digunakan untuk merancang modul pembelajaran agar peserta didik dapat memahami manfaat dari limbah kulit pisang barangan (*Musa acuminata colla*) sebagai bahan dasar pembuatan bioethanol.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap faktorial dengan dua tahapan metode yaitu eksperimen kombinasi konsentrasi ragi dan lama fermentasi dengan 4 perlakuan 3 ulangan. Konsentrasi perlakuan ragi yang digunakan adalah 6 gram, 8 gram, 10 gram dan 1 gram sedangkan lama fermentasinya 72 jam, 120 jam, 128 jam dan 2016 jam. Metode selanjutnya yaitu pengembangan desain modu pembelajaran mengacu pada metode pengembangan ADDIE (hanya pada tahap analisis dan desain). Rancangan modul berisi materi Pokok Bioteknologi Konvensional yang didasarkan pada Standar Kurikulum 2013 menurut Permendikbud Nomor 24 Tahun 2016. Penelitian dilaksanakan selama Mei – Juli 2019 di Laboratorium Pendidikan Biologi FKIP Universitas Riau. Data hasil penelitian dianalisis menggunakan analisis sidik ragam (ANOVA), jika diketahui $F_{hitung} > F_{tabel}$ maka dilanjutkan dengan uji beda nyata jujur (BNJ)/Tukey.

Alat dan Bahan:

Alat yang digunakan dalam penelitian adalah blender, oven, ayakan, spatula, neraca analitik, gelas ukur, pipet tetes, gelas beaker, Erlenmeyer 250 ml, alkoholmeter, selang plastik, dan autoklaf. Sedangkan bahan yang digunakan adalah aquades, ragi tapai (*Saccharomyces cerevisiae*), kulit pisang Barangan (*Musa acuminata colla*), H₂SO₄ 0,5 M, dan NaOH 25%.

Prosedur Penelitian:

Tahap I: Eksperimen

Persiapan bahan baku. Mencuci dan mengeringkan kulit pisang barangan dibawah sinar matahari hingga benar-benar kering lalu dihaluskan menggunakan blender hingga membentuk serbuk. Selanjutnya serbuk kulit pisang diayak.

Hidrolisis. Menyiapkan masing-masing 20 gram serbuk kulit pisang barangan dan memasukkannya kedalam 48 buah tabung Erlenmeyer yang sudah disterilisasi terlebih dahulu. Memasukkan larutan H₂SO₄ 0,5 M sebanyak 10 ml kedalam masing-masing Erlenmeyer dan tutup Erlenmeyer dengan rapat, selanjutnya memasukkan Erlenmeyer autoclave dan dipanaskan selama 1 jam pada suhu 121⁰C.

Fermentasi. Tahapan fermentasi diawali dengan pengukuran pH larutan untuk memastikan kadar pH larutan tidak lebih dari 5 dan tidak kurang dari 4. Selanjutnya memasukkan ragi sesuai konsentrasi perlakuan dan dilakukan homogenisasi. Tahap selanjutnya larutan difermentasi sesuai dengan lama fermentasi perlakuan.

Pengukuran kadar alkohol. Mengambil larutan fermentasi sebanyak 100 ml dan dimasukkan kedalam gelas ukur lalu diukur dengan menggunakan alkoholmeter.

Tahap II: Perancangan Modul Pembelajaran

Analisis. Tahap analisis yaitu melakukan analisis kebutuhan dan melakukan analisis tugas. Pada tahap ini dilakukan telaah terhadap kurikulum yang saat ini digunakan oleh sebagian Sekolah Menengah Atas (SMA) yaitu Kurikulum 2013 revisi 2018. Tahap awal ini menganalisa yang meliputi analisa Kompetensi Dasar (KD) dan juga menganalisa silabus pembelajaran. Dilanjutkan dengan analisis bahan ajar guna mengetahui sejauh mana bentuk bahan ajar yang efektif untuk menunjang proses pembelajaran pada kompetensi dasar yang sesuai. Terakhir menganalisa indikator pencapaian kompetensi pembelajaran yang dapat dijadikan sasaran rancangan modul pembelajaran. Pada tahap ini dilihat kesesuaian materi yang akan dirancang pada modul pembelajaran.

Desain. Tahap ini dikenal juga dengan istilah membuat rancangan. Pada tahap ini merupakan tahap rancangan modul pembelajaran biologi yang telah peneliti analisa. Sehingga rancangan ini dapat dijadikan pedoman dalam mengembangkan modul pembelajaran yang terkait dengan hasil penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kadar Bioetanol

Pengaruh konsentrasi ragi terhadap kadar bioethanol dapat dilihat pada tabel 1 berikut ini:

Tabel 1. Pengaruh konsentrasi ragi terhadap kadar bioetanol

Perlakuan	Rata-rata Kadar Bioetanol (%)
K ₀ (6 gram)	18.93 ^b
K ₁ (8 gram)	18.56 ^a
K ₂ (10 gram)	19.18 ^c
K ₃ (12 gram)	19.81 ^d

Berdasarkan tabel 1 di atas disimpulkan bahwa semakin tinggi konsentrasi ragi dalam waktu tertentu maka semakin banyak persentase bioethanol yang dihasilkan. Sedangkan hasil rata-rata kadar bioethanol berdasarkan lama fermentasi disajikan pada tabel 2 sebagai berikut:

Tabel 2. Pengaruh lama fermentasi terhadap kadar bioetanol

Perlakuan	Rata-rata Kadar Bioetanol (%)
L ₀ (72 jam)	18.81 ^a
L ₁ (120 jam)	19.25 ^c
L ₂ (128 jam)	19.37 ^d
L ₃ (216 jam)	19.06 ^b

Tabel 2 menunjukkan bahwa kadar bioethanol tertinggi dihasilkan oleh perlakuan L₂ dengan rata-rata perolehan kadar bioethanol 19,37%. Pada perlakuan kombinasi konsentrasi ragi dan lama fermentasi tidak menunjukkan pengaruh pada interaksi antar keduanya, adapun hasil perhitungan rata-rata kadar bioethanol dari perlakuan kombinasi konsentrasi ragi dan lama fermentasi disajikan pada tabel 3 sebagai berikut:

Tabel 3. Pengaruh kombinasi konsentrasi ragi dan lama fermentasi terhadap kadar bioethanol

Perlakuan	Rata-rata Kandungan Bioetanol (%)
K ₀ L ₀	24.6 ^{ab}
K ₀ L ₁	25.6 ^c
K ₀ L ₂	25 ^b
K ₀ L ₃	25.6 ^c
K ₁ L ₀	24.6 ^{ab}
K ₁ L ₁	24.3 ^a
K ₁ L ₂	25.6 ^c
K ₁ L ₃	24.3 ^a
K ₂ L ₀	25 ^b
K ₂ L ₁	26 ^d
K ₂ L ₂	25.6 ^c
K ₂ L ₃	25.6 ^c
K ₃ L ₀	26 ^d
K ₃ L ₁	26.6 ^e
K ₃ L ₂	26 ^d
K ₃ L ₃	26 ^d

Pada tabel 3 ditunjukkan bahwa kadar bioethanol tertinggi ditunjukkan oleh perlakuan K3 yaitu 19,81% dan terendah ditunjukkan oleh perlakuan K1 yaitu 18,56%. Hal ini diduga terjadi karena konsentrasi ragi yang sedikit demikian juga pada konsentrasi *Saccharomyces cerevisiae* dimana dalam pertumbuhannya mikroorganisme mengalami fase adaptasi terlebih dahulu. Jika inokulum sel baru dipindahkan ke media yang baru maka mikroorganisme akan memasuki fase adaptasi terlebih dahulu sebagai respon dilingkungan yang baru seperti mensintesis enzim baru. Namun jika inokulum sel baru dipindahkan ke media yang sama, maka fase adaptasi tidak akan terjadi, jadi dimulai langsung dengan pertumbuhan eksponensial. Jika inokulum dari stok lama meskipun dipindahkan ke media dengan kondisi yang sama fase adaptasi akan tetap terjadi. Hal ini disebabkan karena kemungkinan kultur sel rusak saat penyimpanan pada waktu yang lama. Adanya pemanasan, radiasi, atau bahan kimia toksik juga sangat mempengaruhi sehingga sel membutuhkan waktu untuk memperbaiki kerusakan ini misalnya mensintesis enzim baru guna kelangsungan respirasi sel.

Pada fase perkembangan mikroorganisme terdapat beberapa fase yang menyebabkan kandungan bioethanol berangsur rendah yaitu fase stasioner. Setelah melewati fase logaritmik selanjutnya *Saccharomyces cerevisiae* memasuki tahap stasioner dimana pada tahapan ini jumlah sel *Saccharomyces cerevisiae* yang hidup sebanding dengan yang mati. Hal ini dikarenakan kadar nutrisi pada substrat mulai habis sehingga pada tahapan ini hanya sedikit terjadi perubahan glukosa menjadi etanol, pada fase ini kadar etanol secara bertahap mengalami penurunan. Menurunnya kadar bioethanol dikarenakan perubahan senyawa etanol menjadi senyawa yang bersifat toksik bagi perkembangan *Saccharomyces cerevisiae* misalnya senyawa ester. Semakin banyak glukosa yang dikonversi maka semakin banyak pula etanol yang terkandung dalam substrat. Etanol bersifat toksik sehingga dapat mengganggu proses pertumbuhan *Saccharomyces cerevisiae*. Keberadaan larutan asam yang digunakan pada proses hidrolisis juga dapat mendegradasi glukosa dan nutrisi lainnya menjadi senyawa

hidroksi metal furfural (HMF) yang selanjutnya akan berubah menjadi asam formiat (Rosdiana Muin dkk., 2014). Dengan adanya senyawa-senyawa tersebut maka lama fermentasi berpengaruh terhadap kehidupan *Saccharomyces cerevisiae* yang selanjutnya berpengaruh pada bioethanol yang dihasilkan.

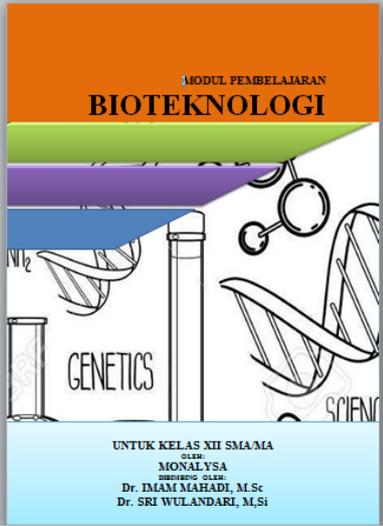
Rancangan Modul Pembelajaran dari Hasil Penelitian

Analisis yang telah dilakukan terhadap kebutuhan bahan ajar yang relevan dengan hasil penelitian yaitu modul pembelajaran. Hasil rancangan modul pembelajaran yang telah dibuat terdiri atas pendahuluan meliputi tingkatan kurikulum dan petunjuk penggunaan, bagian isi meliputi kegiatan pembelajaran dan bagian penutup yang memuat tentang glosarium dan referensi. Adapun komponen rancangan dan morfologi sampul modul pembelajaran Biologi yang akan dibuat dapat dilihat pada tabel 4 dan 5 berikut:

Tabel 4. Komponen dan Karakteristik Modul Pembelajaran dari Hasil Penelitian

KOMPONEN	KARAKTERISTIK
A. IDENTITAS	
▪ Judul	Modul Pembelajaran Bioteknologi
▪ Penulis	Monalysa
▪ Pembimbing	Dr. Sri Wulandari, M.Si dan Dr. Imam Mahadi, M.Sc
▪ Mata Pelajaran	Biologi
▪ Kurikulum	2013 revisi
▪ Sasaran Pembelajaran	Siswa Kelas XII
▪ Model Pembelajaran	Project Based Learning
B. NASKAH	
▪ Ukuran Kertas	A4 (Kwarto)
▪ Jumlah Halaman	22
▪ Jenis Huruf (Font)	Time New Roman

Tabel 5. Morfologi Sampul dan Sistematika Isi Modul Pembelajaran Bioteknologi SMA

Morfologi Sampul	Sistematika Isi Modul
	<ul style="list-style-type: none"> Kata Pengantar Daftar Isi Daftar Gambar Daftar Tabel Tingkatan Kurikulum Petunjuk Penggunaan Modul Pendahuluan Kegiatan Belajar Latihan Tes Formatif Rangkuman Umpan Balik Tindak Lanjut Kunci Jawaban Daftar Pustaka

Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK) yang harus dicapai oleh peserta didik setelah mempelajari modul pembelajaran adalah peserta didik dapat menjelaskan pengertian bioteknologi, peserta didik dapat mendeskripsikan macam-macam bioteknologi penghasil energi. Peserta didik dapat menjelaskan proses fermentasi alkohol dalam pengolahan limbah kulit pisang barangan dan menjelaskan pengaruh konsentrasi ragi dan lama fermentasi limbah kulit pisang barangan terhadap kadar bioetanol yang dihasilkan. Namun demikian, sebelum digunakan secara luas hendaknya rancangan modul ini dilakukan uji kelayakan dan uji efektivitas penggunaannya.

SIMPULAN DAN REKOMENDASI

Simpulan

Kombinasi konsentrasi ragi dan lama fermentasi berpengaruh nyata pada peningkatan kadar bioetanol. Berdasarkan data hasil analisis varian pada taraf α 5% dan 1% menunjukkan bahwa perlakuan optimum kadar bioetanol tertinggi terdapat pada konsentrasi ragi 10 gram dengan lama waktu fermentasi 168 jam (K_3L_1) yaitu dengan rata-rata kadar bioethanol 26,6%. Berdasarkan analisis kurikulum hasil penelitian dapat dijadikan sebagai rancangan modul pembelajaran pada konsep Bioteknologi Konvensional di SMA.

Rekomendasi

Dari hasil penelitian maka masyarakat dapat menggunakan limbah kulit pisang berangan (*Musa acuminata colla*) sebagai bahan baku pembuatan bioetanol guna mengurangi dampak pencemaran lingkungan. Melakukan penelitian lanjutan guna menganalisis kualitas bioetanol yang dihasilkan yaitu meliputi analisis densitas, viskositas dan nilai kalor. Modul dari hasil penelitian dapat digunakan sebagai bahan ajar dalam mendukung proses pembelajaran pada mata pelajaran Biologi pada konsep Bioteknologi Konvensional materi fermentasi di SMA.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik Provinsi Riau. 2017. Jumlah Pohon Buah-buahan yang Menghasilkan Menurut Jenis 2011-2015 (ton). (<https://riau.bps.go.id/statictable/2017/01/24/303/-jumlah-pohon-buah-buahan-yang-menghasilkan-menurut-jenis-2011-2015-ton-.html>) (Online). Diakses tanggal 27 Januari 2019 Pukul 19.00.
- Dedy Irawan dan Zainal Arifin. 2010. "Pemanfaatan Sampah Organik Kota Samarinda Menjadi Bioetanol: Klasifikasi dan Potensi". *Jurnal Seminar Rekayasa Kimia dan Proses* ISSN: 1411-4216 2010
- Deky Seftian, Ferdinand Antonius dan M. Faisal. 2012. "Pembuatan Etanol dari Kulit Pisang Menggunakan Hidrolisis Enzimatis dan Fermentasi". *Jurnal Teknik Kimia 1, no. 18: 10-16*.
- Depdiknas, 2008. *Pengembangan Bahan Ajar. Sosialisasi KTSP 2008*. Jakarta : Departemen Pendidikan Nasional.
- Diah Restu Setiawati, Anastasia Rafika Sinaga dan Tri Kurnia Dewi. 2013. Proses Pembuatan Bioetanol dari Kulit Pisang Kepok. *Jurnal Teknik Kimia 1, no. 19: 9-15*.
- Elevri dan Putra. 2006. "Produksi Etanol Menggunakan *Saccharomyces cerevisiae* yang Diamobilisasi dengan Agar Batang". *Jurnal Akta Kamindo 1, no. 2: 105-114*.
- Gembong Tjitosoepomo. 1991. *Taksonomi Tumbuhan*. Yogyakarta: UGM Press
- Jatmiko Wahyudi, Wusana A Wibobo, Yulian A Rais, dan Atika Kusumawardani. 2011. "Pengaruh Suhu Terhadap Glukosa Terbentuk dan Konstanta Kecepatan Reaksi pada Hidrolisa Kulit Pisang". *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia "Kejuangan"*. 22 Februari 2011. Hal 1-15. Fakultas Teknik UNS. Surakarta.

- Karlina Simbolon. 2008. "Pengaruh Persentasi Ragi Tape dan Lama Fermentasi Terhadap Mutu Tape Ubi Jalar". Skripsi, Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara.
- Prametha dan Legowo. 2013. "Pemanfaatan Susu Kadaluwarsa dengan Fortifikasi Kulit Nenas untuk Produksi Bioetanol". *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan* 2, no. 1: 30-35.
- Rosdiana Moeksin, Melly A., dan Septyana A.P. 2015. "Pembuatan Bioetanol dari Kulit Pisang Berangan (*Musa sapientum*) Menggunakan Metode Hidrolisis Asam dan Fermentasi". *Jurnal Teknik Kimia* 2, no. 21: 1-7.
- Rosdiana Muin, Dwi Lestari dan Tri Wulan Sari. 2014. "Pengaruh Konsentrasi Asam Sulfat dan Waktu Fermentasi Terhadap Kadar Bioetanol yang Dihasilkan dari Biji Alpukat". *Jurnal Teknik Kimia* 20, no. 4
- Selvi Yulianti, Ratman dan Solfarina. 2015. "Pengaruh Waktu Perebusan Biji Nangka (*Artocapus heterophyllus* Lamk) Terhadap Kadar Karbohidrat, Protein, dan Lemak". *Jurnal Akad Kim* 4, no. 4: 210-216.
- Suntoyo Yitnosumarto. 1993. *Percobaan Perancangan, Analisis, dan Interpretasinya*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.