

## **PENGARUH TEMPERATUR INKUBASI DAN JENIS RAGI DALAM PEMBUATAN BIOETANOL DARI LIMBAH KULIT PISANG (*Musa Paradisiaca*)**

### ***THE INFLUENCE OF INCUBATION TEMPERATURE AND TYPE YEAST IN MAKING BIOETHANOL FROM BANANA SKIN WASTE (*Musa Paradisiaca*)***

Ida Febriana<sup>1,a)</sup>, Sofiah<sup>1</sup>, Indah Purnamasari<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Sriwijaya  
Jl. Sriwijaya Negara Bukit Besar, Palembang 30139  
e-mail: <sup>a)</sup>ida.febriana@polsri.ac.id

#### **ABSTRACT**

As we know, the current energy demand is not proportional to the increasing availability of fuel thinning. Therefore we need a research to get alternative source of renewable energy by utilizing biomass waste like banana peel. In this study is to use banana skin waste in the industrial area of banana processing that has been taken the meat, and the skin is left to rot and become organic fertilizer. The purpose of this research is how the influence of incubation temperature and yeast type on variation of banana skin type to bioethanol content. The research method is by hydrolysis of starch, fermentation, and analysis of bioethanol yield using gas chromatography (GC-FID (Flame Ionization Detector)), shimadzu, Kyoto, 2010). Based on the result of the research, it can be seen that the sample of banana leaf waste (*musa balbisiana*) produce the most bioethanol with yeast bread type at incubation temperature 30°C that is 0,5854%, then banana kepok (*paradisiaca L*) and king banana leather (*musa sapientum*) with each bioethanol content of 0.4587% and 0.4173%

Key words: Banana peel, bioethanol, incubation temperature, yeast

## **1. PENDAHULUAN**

### **(1) Latar Belakang :**

Pemanasan global (*global warming*) merupakan salah satu masalah dunia yang sampai saat ini belum dapat diselesaikan. Penyebabnya adalah jumlah gas karbon dioksida yang semakin banyak di atmosfer bumi. Kenaikan gas karbon dioksida di atmosfer disebabkan beberapa hal, diantaranya penebangan hutan secara besar-besaran, kesadaran manusia yang rendah untuk menanam pohon, pembakaran sampah, dan pemakaian bahan bakar fosil yang semakin besar.

Pemakaian bahan bakar fosil saat ini masih menjadi prioritas untuk segala kebutuhan manusia, diantaranya untuk kegiatan industri, pembangkit listrik dan bahan bakar kendaraan bermotor. Tingkat ekonomi yang lebih baik menyebabkan jumlah kendaraan bermotor meningkat dengan tajam, sehingga asap pembakaran yang dihasilkan menjadi salah satu penyumbang gas karbon dioksida yang besar.

Keadaan yang demikian perlu dicarikan solusi untuk menemukan bahan bakar ramah lingkungan yang dapat menggantikan penggunaan bahan bakar fosil dalam pemenuhan kebutuhan manusia. Salah satu sumber energi yang dapat digunakan untuk

menggantikan bahan bakar fosil adalah etanol. Penggunaan etanol sebagai bahan bakar bukan hal yang baru karena beberapa industri telah menggunakannya.

Bioetanol dapat digunakan sebagai bahan bakar untuk pemecahan masalah energi pada saat ini. Saat ini sedang diusahakan secara intensif pemanfaatan bahan-bahan yang mengandung serat kasar dengan karbohidrat yang tinggi, dimana semua bahan yang mengandung karbohidrat dapat diolah menjadi bioetanol. Misalnya umbi kayu, ubi jalar, pisang, kulit pisang, dan lain-lain (Dyah., 2011).

Pemanfaatan pati dari ubi kayu, gembili, garut, sagu, dan jagung menjadi etanol telah banyak dilakukan. Salah satu bahan berpati yang belum dimanfaatkan sebagai bahan pembuatan etanol adalah kulit pisang. Kulit pisang diperoleh dari semua jenis pisang, diantaranya pisang kepok (*Musa paradisiaca L*), pisang raja (*Musa sapientum*), pisang batu (*Musa balbisiana*), dan hampir semua jenis pisang bisa digunakan. Bioetanol dapat dihasilkan dari tanaman yang banyak mengandung senyawa selulosa dengan menggunakan bantuan dari aktivitas mikroba.

Proses fermentasi menggunakan mikroorganisme yang mampu menghasilkan alkohol. Mikroorganisme yang sering digunakan adalah *Saccharomyces cereviceae*. Salah satu inokulum atau *starter* yang mengandung mikroorganisme *S. Cereviceae* dikenal

sebagai tablet ragi. Tablet ragi digunakan untuk membuat berbagai macam makanan fermentasi seperti tape ketan atau singkong, tempe, oncom, serta brem cair atau padat. Pada umumnya ragi yang digunakan untuk membuat makanan fermentasi seperti tape dan tempe mengandung lebih dari satu jenis mikroorganisme, yaitu khamir, kapang, dan bakteri. Campuran beberapa jenis mikroorganisme pada ragi tape memberi keuntungan dalam menfermentasi kulit pisang menjadi bioetanol. Hal ini disebabkan adanya enzim yang diproduksi oleh mikroorganisme lain yang dapat membantu menghidrolisis pati menjadi glukosa. Proses fermentasi dipengaruhi banyak faktor, diantaranya adalah konsentrasi ragi dan lama fermentasi.

Bioetanol merupakan cairan hasil proses fermentasi gula dari sumber karbohidrat (pati) menggunakan bantuan mikroorganisme. Produksi bioetanol dari tanaman yang mengandung pati atau karbohidrat menjadi gula atau glukosa dengan beberapa metode diantaranya dengan hidrolisis asam dan secara enzimatik. Metode hidrolisis secara enzimatik lebih sering digunakan dengan katalis asam. Glukosa yang diperoleh selanjutnya dilakukan proses fermentasi atau peragian dengan menambahkan *yeast* atau ragi sehingga diperoleh bioetanol.

#### (2) Perumusan masalah :

Dari uraian latar belakang tersebut maka permasalahan yang melatar belakangi penelitian ini adalah bagaimana pengaruh temperatur inkubasi dan jenis ragi dalam pembuatan bioetanol menggunakan variasi kulit pisang.

#### (3) Tujuan dan manfaat penelitian :

Pembuatan bioetanol dari pemanfaatan pati dari ubi kayu, gembili, garut, sagu, dan jagung menjadi etanol telah banyak dilakukan. Salah satu bahan berpati yang belum dimanfaatkan sebagai bahan pembuatan etanol adalah kulit pisang. Pada penelitian yang dilakukan kali ini yaitu ingin memanfaatkan limbah kulit pisang yang sudah menguning yang terdapat di area industri pengolahan pisang yang sudah diambil dagingnya, dan kulitnya dibiarkan membusuk dan dijadikan pupuk organik.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan kadar bioetanol secara optimum dengan mengetahui pengaruh temperatur inkubasi dan jenis ragi dalam pembuatan bioetanol menggunakan variasi kulit pisang.

#### (4) Tinjauan pustaka :

Amilum atau dalam bahasa sehari-hari disebut pati terdapat dalam berbagai jenis tumbuh-tumbuhan yang disimpan dalam akar, batang buah, kulit, dan biji sebagai cadangan makanan. Pati adalah polimer D-glukosa dan ditemukan sebagai karbohidrat simpanan dalam tumbuh-tumbuhan, misalnya ketela pohon, pisang, jagung, dan lain-lain (Poedjiadi, 1994).

Kulit pisang kepok digunakan karena mengandung karbohidrat. Karbohidrat tersebut diurai terlebih dahulu

melalui proses hidrolisis kemudian di fermentasi dengan menggunakan *S.cereviseae* menjadi alkohol. Bioetanol ( $C_2H_5OH$ ) adalah cairan dari fermentasi gula dari sumber karbohidrat menggunakan bantuan mikroorganisme. Bioetanol diartikan juga sebagai bahan kimia yang diproduksi dari bahan pangan yang mengandung pati, seperti ubi kayu, ubi jalar, jagung, dan sagu. Bioetanol merupakan bahan bakar dari minyak nabati yang memiliki sifat menyerupai minyak premium (Prasetyo, 2012).

Alkohol dapat diproduksi dari beberapa bahan secara fermentasi dengan bantuan mikroorganisme, sebagai penghasil enzim zimosa yang mengkatalis reaksi biokimia pada perubahan substrat organik. Mikroorganisme yang dapat digunakan untuk fermentasi terdiri dari ragi (*yeast*), khamir, jamur, dan bakteri. Mikroorganisme tersebut tidak mempunyai klorofil, tidak mampu memproduksi makanannya dengan cara fermentasi, dan menggunakan substrat organik untuk sebagai makanan.

*S. cereviseae* lebih banyak digunakan untuk memproduksi alkohol secara komersial dibandingkan dengan bakteri dan jamur. Hal ini disebabkan karena *S. cereviseae* dapat memproduksi alkohol dalam jumlah besar dan mempunyai toleransi pada kadar alkohol yang tinggi. Kadar alkohol yang dihasilkan sebesar 8-20% pada kondisi optimum. *S. cereviseae* yang bersifat stabil, tidak berbahaya atau menimbulkan racun, mudah di dapat dan malah mudah dalam pemeliharaan. Bakteri tidak banyak digunakan untuk memproduksi alkohol secara komersial, karena kebanyakan bakteri tidak dapat tahan pada kadar alkohol yang tinggi (Sudarmadji, 1996).

Fermentasi adalah suatu proses oksidasi karbohidrat anaerob jernih 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.

Mikroba yang digunakan untuk fermentasi dapat berasal dari makanan tersebut dan dibuat pemupukan terhadapnya. Tetapi cara tersebut biasanya berlangsung agak lambat dan banyak menanggung resiko pertumbuhan mikroba yang tidak dikehendaki lebih cepat. Maka untuk mempercepat perkembangbiakan biasanya ditambahkan mikroba dari luar dalam bentuk kultur murni ataupun starter (bahan yang telah mengalami fermentasi serupa).

Manusia memanfaatkan *S.cereviseae* untuk melangsungkan fermentasi, baik dalam makanan maupun dalam minuman yang mengandung alkohol. Jenis mikroba ini mampu mengubah cairan yang mengandung gula menjadi alkohol dan gas  $CO_2$  secara cepat dan efisien (Sudarmadji, 1989).

Proses metabolisme pada *S.cereviseae* merupakan rangkaian reaksi yang terarah yang berlangsung pada sel. Pada proses ini terjadi serangkaian reaksi yang

bersifat merombak suatu bahan tertentu dan menghasilkan energi serta serangkaian reaksi lain yang bersifat mensintesis senyawa-senyawa tertentu dengan membutuhkan energi. *S. cerevisiae* sebenarnya tidak mampu langsung melakukan fermentasi terhadap makromolekul seperti karbohidrat, tetapi karena mikroba tersebut memiliki enzim yang disekresikan mampu memutuskan ikatan glikosida sehingga dapat difermentasi menjadi alkohol atau asam.

Bioetanol dapat dihasilkan dari biomassa yang mengandung komponen pati atau selulosa, seperti singkong, umbi garut, ubi jalar, tepung sagu, dan ganyong. Dalam dunia industri, etanol umumnya digunakan sebagai bahan baku industri turunan alkohol, campuran minuman keras, serta bahan baku farmasi dan kosmetika (Erliza, 2007). Berdasarkan kadar alkoholnya etanol dapat dibagi menjadi tiga *grade* sebagai berikut :

1. *Grade* industri dengan kadar alkohol 90-94%.
2. *Grade* netral dengan kadar alkohol 96-99,5%, umumnya digunakan untuk minuman keras atau bahan baku farmasi.
3. *Grade* bahan bakar dengan kadar alkohol di atas 99,5%.

Ketika harga BBM merangkak semakin tinggi, bioetanol diharapkan dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar substitusi BBM untuk motor bensin. Sebagai bahan substitusi bensin, bioetanol dapat diaplikasikan dalam bentuk bauran dengan minyak bensin (EXX), misalnya 10% etanol dicampur dengan 90% bensin (gasohol E10) atau digunakan 100% (gasohol E100) sebagai bahan bakar. Penggunaan E100 membutuhkan modifikasi mesin mobil, seperti halnya di Brasil. Brasil merupakan salah satu negara yang telah sukses mengembangkan bioetanol sebagai bahan bakar alternatif substitusi bensin (Erliza, 2007).

Bioetanol diperoleh dari hasil fermentasi bahan yang mengandung gula. Bioetanol diproduksi melalui proses fermentasi gula, baik yang berupa glukosa, sukrosa, maupun fruktosa dengan bantuan ragi (*yeast*) terutama *Saccharomyces* sp. atau bakteri *Zymomonas mobilis*. Pada proses ini gula akan dikonversi menjadi etanol dan gas karbon dioksida (Hambali, 2007).

## 2. METODE

(1) Perlakuan dan rancangan penelitian.

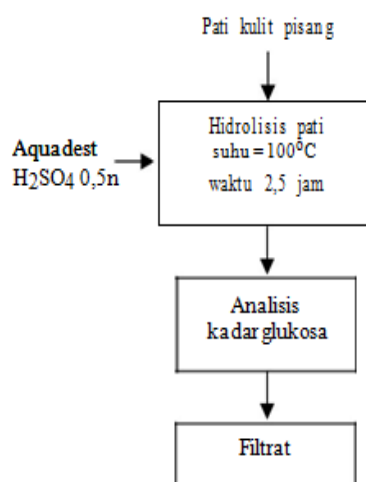
### Pembuatan Substrat

Secara umum, produksi bioethanol ini mencakup tiga rangkaian proses, yaitu: pertama persiapan bahan dengan cara kulit pisang di potong-potong menjadi kecil, kemudian diblender dan di saring dan diambil filtratnya serta diendapkan, disaring dan dikeringkan pada oven suhu 45-50<sup>0</sup>C, serta dianalisis kadar air dan kadar pati. Perbandingan bahan baku dan aquadest

yaitu 1:3. Kulit pisang yang digunakan 100gr dengan aquadest 300ml.

### Hidrolisis Pati

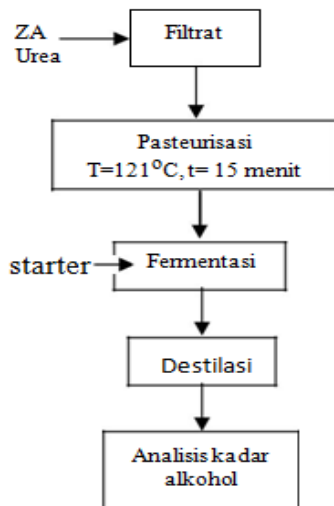
Hidrolisis pati kulit pisang dengan ditambah larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,5 N dengan berat tertentu di dalam labu leher tiga dilengkapi dengan pendingin balik dan dipanaskan sampai suhu 100<sup>0</sup>C selama 2,5 jam. Setelah itu didinginkan sampai sama dengan suhu ruangan. Hasil hidrolisis disaring, sehingga didapatkan filtrate. Diagram alir tahap kedua dapat dilihat pada Gambar 1. Filtrat diatur pH nya antara 4-6, kemudian difermentasi.



Gambar 1. Diagram Alir Hidrolisis Pati Kulit Pisang

### Fermentasi

Mengatur suhu dan pH larutan hidrolisa pada keadaan 30<sup>0</sup>C dengan pH = 4-6 dengan penambahan NaOH untuk menjaga kondisi pH dikeadaan asam atau basa. Memasukkan ragi 3 gr, urea 0,5 gr dan NPK 0,1 gr kedalam larutan hasil hidrolisa. Memasukkan kedalam fermentor dan menginkubasi dengan variasi temperatur inkubasi 20<sup>0</sup>C, 25<sup>0</sup>C, 30<sup>0</sup>C, 35<sup>0</sup>C dan 40<sup>0</sup>C selama 2 hari. Fermentasi dengan cara filtrat sebanyak 100 ml dimasukkan ke dalam Erlenmeyer. Pengambilan cuplikan dilakukan disetiap variasi pada hari yang telah ditentukan setelah diberi inokulum kemudian di analisis kadar bioethanolnya.



Gambar 2. Diagram alir fermentasi

**Analisa Hasil**

Analisa yang dilakukan adalah analisa kadar bioetanol menggunakan *Gas Cromatography* (GC-FID, Shimadzu, Kyoto, 2010), dengan metode *repeatability* dengan *autosampler* 5 kali injeksi, penentuan indeks bias menggunakan alat refraktometer, dan penentuan jumlah bioetanol (mL).

**3. HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Analisa bahan baku**

Hasil analisis kulit pisang kepok, raja dan batu dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil analisis kadar air dan pati kulit pisang

Kulit pisang	Air (%)	Pati (%)
Kepok	91,472	2,853
Raja	92,003	2,9097
Batu	91,548	2,897

Berdasarkan Tabel 1 dapat dianalisa bahwa % kadar air dan % kadar pati tertinggi terdapat pada kulit pisang raja (*musa sapientum*) dengan nilai 92,003% dan 2,9097%, kemudian kulit pisang batu (*Musa balbisiana*) dan kulit pisang kepok (*Musa paradisiaca L*) dengan masing-masing % kadar air dan % kadar pati yaitu 91,548% dan 2,897% serta untuk kulit pisang kepok yaitu 91,472% dan 2,853%. Hal ini dikarenakan karena kulit pisang raja teksturnya lebih lembut dan lunak (Balai, 2011), sedangkan tekstur kulit pisang kepok lebih tebal dan kering.

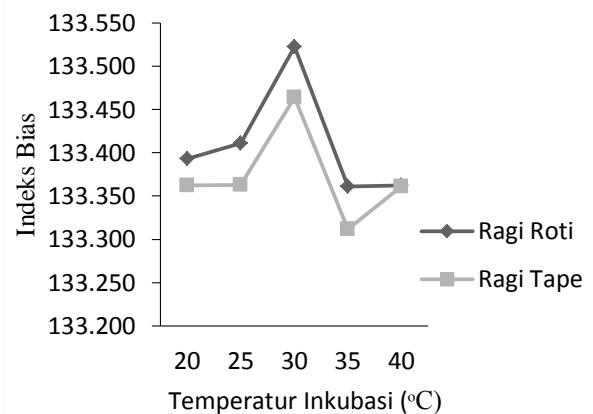
Tabel 2. Hasil hidrolisis pati kulit pisang

Kulit pisang	Kadar gula (%)
Kepok	3,170

Raja	3,219
Batu	3,233

Kulit pisang mempunyai kandungan karbohidrat (pati) sehingga perlu dicoba sebagai bahan dasar pembuatan glukosa untuk menghasilkan bioetanol. Pembuatan glukosa dari kulit pisang dapat dilakukan dengan hidrolisa polisakarida (pati). Berdasarkan Tabel 2 dapat dianalisa bahwa hasil hidrolisis pati kulit pisang dengan % kadar gula tertinggi terdapat pada kulit pisang batu yaitu 3,233%, kemudian kulit pisang raja dan kulit pisang kepok dengan masing-masing % kadar gula yaitu 3,219% dan 3,170%. Hal ini disebabkan karena kadar pati kulit pisang batu lebih besar dibandingkan kulit pisang raja dan kepok, sehingga semakin banyak kadar pati maka semakin besar kadar gula yang didapat (Groggin, 1968). Oleh karena itu dalam percobaan kali ini hanya menggunakan kulit pisang batu, selain itu kulit pisang batu juga banyak diperoleh disekitar pabrik pengolahan pisang.

**Analisa pengaruh temperatur inkubator dan jenis ragi terhadap indeks bias.**



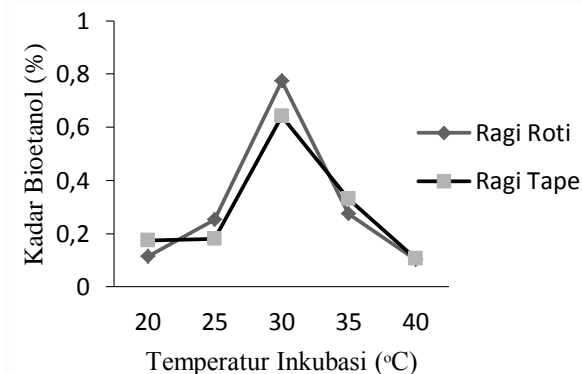
Gambar 3. Grafik hubungan antara temperatur inkubasi dan jenis ragi terhadap indeks bias

Penentuan indeks bias pada sampel dilakukan di Laboratorium Satuan Operasi dengan menggunakan alat berupa refraktometer. Refraktometer bekerja dengan memanfaatkan refraksi cahaya, sehingga dapat diketahui skala pembacaan dalam penentuan indeks bias pada sampel, maka dapat dilihat kualitas yang sama atau tidak terhadap etanol standar yang dibandingkan. Penentuan indeks bias pada sampel dilakukan di Laboratorium Satuan Operasi dengan menggunakan alat berupa refraktometer. Refraktometer bekerja dengan memanfaatkan refraksi cahaya, sehingga dapat diketahui skala pembacaan dalam

penentuan indeks bias pada sampel. Berdasarkan hasil yang diperoleh maka dapat dikatakan bahwa terdapat kandungan air yang tinggi dari hasil yang diperoleh dalam proses pembuatan bioetanol.

Pada Gambar 3 tersebut dapat diketahui bahwa indeks bias yang terbesar dan mendekati indeks bias etanol adalah pada temperatur inkubasi 30°C dengan menggunakan ragi roti yakni sebesar 1,33522 yaitu pada kulit pisang batu, dimana indeks bias untuk etanol standar adalah 1,3633 (SNI 06\_3565\_1994). Dari hasil ini dapat dikatakan bahwa kadar bioetanol yang tertinggi ada pada sampel dengan temperatur inkubasi 30°C yang menggunakan ragi roti, ini sama seperti analisa dengan menggunakan metode *Gas Chromatography*. Pada penentuan indeks bias dapat disimpulkan bahwa sampel yang diperoleh masih banyak mengandung air dan pada sampel yang diperoleh memiliki kadar etanol yang rendah sehingga dalam proses penentuan indeks bias, masih jauh dari nilai indeks bias etanol standar dan cenderung pada nilai indeks bias air yakni sebesar 1,3330.

**Analisa pengaruh temperatur inkubator dan jenis ragi terhadap kadar bioetanol (%).**



Gambar 4. Grafik hubungan antara temperatur inkubasi dan ragi roti terhadap kadar bioetanol (%)

Variasi temperatur inkubasi dan jenis ragi yang digunakan dilakukan dalam penelitian ini karena terdapat indikasi bahwa temperatur inkubasi dan jenis ragi dapat mempengaruhi hasil kadar bioetanol yang diperoleh. Sehingga dengan variasi tersebut akan didapatkan keadaan optimum penggunaan temperatur inkubasi dan jenis ragi yang tepat agar dapat menghasilkan bioetanol. Berdasarkan hasil yang diperoleh dari percobaan ini maka dapat diketahui melalui kurva kadar bioetanol terhadap temperatur inkubasi dan jenis ragi yang digunakan bahwa temperatur inkubasi akan berpengaruh terhadap hasil kadar bioetanol yang diperoleh, begitupun dengan jenis ragi yang digunakan akan berpengaruh pula terhadap kadar bioetanol yang dihasilkan.

Dari Gambar 4, menunjukkan hasil analisa kadar bioetanol yang dipengaruhi oleh temperatur inkubasi dan jenis ragi yang digunakan. Berdasarkan hasil tersebut maka dapat dikatakan bahwa kondisi temperatur inkubasi yang optimum untuk ragi roti yaitu pada temperatur 30°C dengan kadar yang dihasilkan sebesar 0,7744% untuk kulit pisang batu. Sedangkan untuk kondisi temperatur inkubasi ragi tape yaitu pada temperatur 30°C juga tetapi dengan kadar yang lebih kecil dibandingkan ragi roti yaitu sebesar 0,6409%.

Kadar bioetanol yang diperoleh dari percobaan ini menyatakan bahwa proses pembuatan bioetanol dari variasi limbah kulit pisang dengan menggunakan temperatur inkubasi 30°C dengan ragi roti akan lebih baik dibanding dengan menggunakan ragi tape karena dapat diketahui bahwa ragi tape tidak hanya mengandung khamir yang sama dengan ragi roti *Saccharomyces cerevisiae* melainkan juga mengandung mikroorganisme lain (Hayati, 2010: 28-32), sehingga mikroorganisme yang terkandung dalam ragi tape tersebut dapat mengganggu *Saccharomyces cerevisiae* dalam proses fermentasi.

Pada sampel 4, untuk kulit pisang batu yaitu pada temperatur 35°C dengan ragi roti terlihat kadar bioetanol sebesar 0,2752% dan pada sampel 5 yaitu pada temperatur inkubasi 40°C terlihat kadar yang diperoleh merupakan hasil yang terkecil yaitu sebesar 0,1014% hal ini menunjukkan bahwa saat temperatur tersebut ragi tidak lagi bekerja untuk memproduksi bioetanol, dimana berdasarkan pernyataan Winarno, 1984 bahwa temperatur optimum untuk ragi roti adalah 19-32°C, jadi dapat dikatakan bahwa pada temperatur 35°C atau pada temperatur diatas temperatur 30°C ragi roti tidak aktif lagi dalam proses fermentasi, sehingga dari hasil tersebut dapat dikatakan bahwa temperatur berpengaruh dalam proses pembuatan bioetanol, pertumbuhan mikroorganisme yang digunakan juga akan berpengaruh terhadap temperatur yang digunakan (Fitasari, 2015) terlihat pada temperatur tertentu pertumbuhan mikroorganisme akan mengalami fase kematian, dan pada penelitian ini fase kematian mikroorganisme terjadi pada temperatur setelah temperatur optimum yaitu 30°C.

#### 4. KESIMPULAN

Dari hasil analisa dan penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan :

- Kulit pisang dapat dimanfaatkan menjadi bioetanol karena mengandung pati yang dapat terhidrolisis menjadi glukosa dengan bantuan katalis yang pada penelitian ini menggunakan katalisator  $H_2SO_4$  dan pada tahap fermentasi glukosa tersebut data terkonversi menjadi bioetanol.
- Hasil optimum temperatur inkubasi yang diperoleh dari penelitian ini pada kulit pisang batu adalah pada temperatur 30°C dan jenis ragi yang baik digunakan yaitu ragi roti dengan kadar

bioetanol sebesar 0,7744%, indeks bias sebesar 1,33522.

- c. Berdasarkan hasil yang diperoleh dapat diketahui kualitas yang diperoleh kurang baik jika dibandingkan dengan bioetanol murni. Dimana bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini hanya sebanyak 100 gr dan dengan skala lab, sehingga hasil yang diperoleh kurang maksimal.

*Paradiaca*”), Politeknik Negeri Sriwijaya. Palembang.

## DAFTAR PUSTAKA

- Azizah, N., Al-Baarri, A.N., Mulyani, S, 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): 72-76.
- Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Kalimantan Timur, 2011, Kementrian Pertanian.
- Desroir, Norman., 1988, “*Unit Processing Organic Synthesis*”, ed 5, McGraw-Hill Book Company, New York.
- Dyah, T. R., Wasir, N. 2011, “*Pembuatan Bioetanol dari Kulit Pisang*”. Yogyakarta.
- Groggin, P. H., 1968, “*Alcohols Their Chemistry Properties and Manufacture*”, Reinhold Book Corporation, New York.
- Hambali, Erliza., Mudjalipah, Siti., Armansyah, H. T., Waries, Abdul., Pattiwiri, R. H., 2007, “*Teknologi Bioenergi*”. Jakarta : Agromedia Pustaka.
- Hayati, Nur., 2010. “*Pengaruh Konsentrasi Substrat dan pH Substrat Terhadap Produksi Bioetanol melalui Fermentasi Umbi Garut Menggunakan Ragi Tape*”. Skripsi. Yogyakarta: FMIPA UNY.
- Perry, J.H., 1949, “*Chemical Engineers Hand Book*”, 3th edition, mc.Grow Hill Book Company, inc. New York, Toronto and London.
- Poedjiadi A, 1994, “*Dasar-dasar Biokimia*”, Universitas Indonesia, Jakarta.
- Prasetyo, Eko., 2012, “*Pengaruh Konsentrasi Ragi Tape dan Lama Fermentasi Dalam Pembuatan Bioetanol Menggunakan Substrat Bonggol Pisang*”. Yogyakarta : FMIPA Kimia UNY.
- Pudjatmaka, A. H dan Qodratillah, 2002, “*Kamus Kimia*”. Jakarta: Balai Pustaka.
- Rhonny dan Danang, 2003, “*Laporan Penelitian Pembuatan Bioethanol dari Kulit Pisang*”. Yogyakarta: Universitas Pembangunan Nasional.
- Sudarmadji, Slamet., 1996, “*Mikrobiologi Pangan*”. Yogyakarta : UGM.
- Sumarmadji, Slamet., Haryono, Haryono, Bambang., Suhardi, 1989, “*Analisa Bahan Makanan Dan Pertanian*”. Yogyakarta : Liberty.
- Winarno, F.G. 1984. “*Pengantar Teknologi Pangan*”. PT. Gramedia. Jakarta.
- Fitasari, Yuni., 2015 “*Pengaruh variasi temperatur inkubasi dan jenis ragi dalam pembuatan bioetanol dari limbah bonggol pisang (Musa*