

# Pengaruh Laju Pengadukan Terhadap Biokonversi *Reject* Nanas Menjadi Bioetanol

Intan Oktaviani\*, Adrianto Ahmad, Chairul

Laboratorium Teknologi Bioproses

Program Studi Teknik Kimia S1, Fakultas Teknik Universitas Riau  
Kampus Binawidya Km 12,5 Simpang Baru Panam, Pekanbaru 28293

\*Email : oktaviani1023@gmail.com

## ABSTRACT

*Bioethanol production can be done by a process of fermentation material containing glucose, cellulose fiber and starch. Pineapple is one of the ingredients containing glucose. This study produces bioethanol from reject pineapple juice. The purpose of this study to determine the effect of stirring rate on bioethanol yield and to get the best conditions in the manufacture of bioethanol made from pineapple juice reject. There are several stages in the research, the preparation of raw materials, fermentation, and purification products. The variables used are the stirring speed in the process of fermentation: 100, 150, 200, 250, and 300 rpm with fermentation time 12, 24, 36, 48, 72, 84, 96, 108 and 120 hours. Anaerobic fermentation process takes place with the help of the yeast *Saccharomyces cerevisiae* with the addition of some nutrients. To measure the ethanol formed, the purification process is carried out using a rotary evaporator. The results showed that the highest ethanol content of 10% v/v with yield of 95.32% obtained at the stirring rate of 200 rpm with a fermentation time of 60 hours.*

**Keywords:** *Bioethanol, Reject pineapple, Stirring, Saccharomyces cerevisiae.*

## I. Pendahuluan

Perkiraan tentang penurunan produk minyak bumi dan terus meningkatnya kebutuhan terhadap sumber energi minyak bumi, mendorong penelitian dan pengembangan sumber energi alternatif dari sumber yang dapat diperbaharui. Bioetanol dapat dijadikan sebagai salah satu sumber energi alternatif yang tidak mencemari udara karena memiliki bilangan oktan yang tinggi dan mudah diuraikan oleh mikroorganisme [Rudi, 2013].

Bioetanol dapat diproduksi melalui proses fermentasi bahan-bahan yang mengandung pati, gula dan bahan berserat. Di Indonesia perkebunan buah nanas cukup banyak, ketika musim panen, 10% dari hasil panen merupakan limbah yang disebut juga dengan *reject* nanas dan jika dibiarkan akan menimbulkan pencemaran lingkungan. Nanas merupakan salah satu jenis tanaman yang mengandung gula yaitu sekitar 12% [Anggoro, 2012].

Mengingat kandungan karbohidrat dan gula yang cukup tinggi tersebut maka

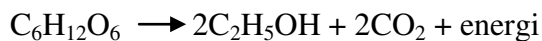
nanas ataupun *reject* nanas memungkinkan untuk dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan bioetanol. Pengadukan merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi proses fermentasi. Sehingga penting dilakukan tinjauan tentang pengaruh laju pengadukan untuk mendapatkan konsentrasi bioetanol yang tinggi dalam waktu fermentasi yang singkat [Ahmad, 2009].

Fermentasi berasal dari kata *ferfere* yang artinya mendidihkan. Fermentasi dapat didefinisikan sebagai perubahan gradual oleh enzim, beberapa bakteri, khamir dan jamur. Proses fermentasi terjadi karena adanya aktivitas mikroba penyebab fermentasi pada substrat organik yang sesuai. Menurut Ahmad [2009], fasa pertumbuhan mikroorganisme pada fermentasi ada 4 fasa yaitu, fasa lag atau adaptasi, Fasa log atau fasa eksponensial, fasa stasioner dan fasa kematian atau *declin*.

*Saccharomyces cerevisiae* merupakan salah satu spesies khamir yang memiliki

daya konversi gula menjadi etanol sangat tinggi. Mikroba ini biasanya dikenal dengan *baker's yeast*. Produk metabolit utama adalah etanol, CO<sub>2</sub>, dan air, sedangkan beberapa produk lain dihasilkan dalam jumlah sedikit. Khamir ini bersifat fakultatif anaerobik. Dalam proses fermentasi, glukosa didegradasi menjadi etanol dan CO<sub>2</sub> melalui satu jalur metabolisme yang disebut glikolisis. Jalur glikolisis disebut juga sebagai jalur Embden-Meyerhof-Parnas [Gottschalk, 1985].

Fermentasi dapat dilakukan dalam fermentor yang berbentuk tangki berpengaduk. Fermentasi pembuatan etanol merupakan proses metabolisme anaerob. Reaksi yang terjadi secara keseluruhan pada kondisi anaerob mengikuti persamaan berikut ini:



Setiap 1 gram glukosa menghasilkan 0,51 gram etanol. Hasil samping yang terbentuk antara lain asetaldehid (sebagian kecil eter) dan minyak fusel, yang merupakan campuran senyawa alkohol tingkat tinggi dengan komposisi tergantung bahan baku [Febriningrum, 2009]. Faktor-faktor yang mempengaruhi proses fermentasi untuk menghasilkan etanol adalah pH, temperatur, konsentrasi glukosa di dalam substrat, nutrisi, jenis *yeast* yang digunakan, aerasi, dan agitasi [Ahmad, 2009].

Pengadukan merupakan suatu perlakuan dengan gerakan terinduksi terhadap suatu bahan di dalam bejana. Pengadukan berfungsi untuk menghomogenkan larutan dan memperluas bidang permukaan kontak antara substrat, enzim dan *yeast* sehingga mempengaruhi bioetanol yang dihasilkan. Pengadukan perlu dilakukan agar zat pereaksi dapat bertumbukkan dengan baik [Februadi, 2012]. Fungsi pengadukan selain penyeragaman distribusi oksigen terlarut di dalam media cair adalah sebagai pemecah sel berkoloni sehingga sel-sel mikroorganisme tidak menyatu membentuk

gumpalan-gumpalan (flok-flok). Jika sel yang terdapat di dalam media cair membentuk flok maka pengembangbiakan sel akan terganggu akibat sel tersebut tidak mendapatkan makanan yang cukup dari substrat [Perry, 1984].

Pada penelitian ini jenis pengaduk yang digunakan adalah jenis pengaduk *turbine*. pemilihan pengaduk jenis ini karena disekitar pengaduk terjadi daerah turbulensi yang kuat, arus dan geseran yang kuat antar fluida. Jenis ini juga berguna untuk dispersi gas yang baik. Sehingga Pengaduk turbin lebih sering digunakan untuk bahan dengan viskositas yang rendah. Pengaduk ini seringkali disebut sebagai pengaduk serba guna karena dapat digunakan untuk berbagai jenis keperluan. Serta dapat digunakan pada berbagai macam jenis pengaduk tanpa memandang rancangan [Perry, 1984].

Manfaat dari penelitian yang dilakukan adalah dapat memberikan pengetahuan pada peneliti serta masyarakat umum tentang pengaruh laju pengadukan terhadap biokonversi *reject* nanas menjadi bioetanol dengan melihat hasil dan kondisi optimum yang dihasilkan.

## II. Metode Penelitian

### 2.1 Alat yang Digunakan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah fermentor 2000 ml, blender, tuas pemeras, lumping dan alu, timbangan analitik, *autoclave*, inkubator, *waterbath*, *vortex mixer*, gelas ukur, labu ukur, cawan porselin, tabung reaksi, sentrifuse, pipet tetes, oven, desikator, corong kaca, botol semprot, pH meter, erlemeyer, batang pengaduk, oven, ayakan, pisau, *rotary evaporator*, alkoholmeter, dan spektrofotometer.

### 2.2 Bahan yang Digunakan

Bahan yang digunakan adalah *Reject* nanas, *soft instant*, Urea [(NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>CO], NPK [NH<sub>4</sub>H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>], NaOH 1 M, Reagen *Anthrone*, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pekat, Glukosa anhidrat, NaCl 0,1 M, aquadest, kertas saring, kain kassa, kapas, dan benang.

### 2.3 Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini yaitu variabel tetap meliputi, konsentrasi ragi 0,3% b/v [Febrian, 2011], Konsentrasi Urea 0,5% b/v [Octari, 2011], Konsentrasi NPK 0,08% b/v [Aini, 2011], Suhu ruangan, pH4 - 4,5 [Ahmad, 2009]. Variabel berubah meliputi, kecepatan pengadukan 100, 150, 200, 250, dan 300 rpm. Serta waktu fermentasi yaitu 12, 24, 36, 48, 60, 72, 84, 96, 108 dan 120 jam.

### 2.4 Tahap Persiapan

Tahapan persiapan bahan dilakukan dengan memotong-motong *reject* nanas, dihaluskan dengan blender rumah tangga kemudian disaring dengan menggunakan kain dan diperas sehingga diperoleh sari *reject* nanas yang telah bebas dari ampasnya. Sari *reject* nanas yang didapat kemudian dikumpulkan dan dianalisa untuk mengetahui karakteristik kadar glukosa dari sari *reject* nanas yang dihasilkan.

### 2.5 Sterilisasi

Semua peralatan dan bahan yang digunakan pada penelitian ini harus melalui tahap sterilisasi untuk menghilangkan kontaminan yang mungkin akan mengganggu proses fermentasi. Proses sterilisasi di dalam *autoclave* pada suhu 121°C selama 15 menit.

### 2.6 Persiapan Medium Fermentasi

Medium fermentasi dibuat dengan cara mencampurkan substrat berupa sari *reject* nanas dengan konsentrasi gula total 16,19%, urea 0,5% b/v dan NPK 0,08% b/v dari volume medium secara aseptis ke dalam fermentor.

### 2.7 Persiapan Starter

Ambil larutan sebanyak 10% dari volume medium fermentasi yang telah disterilkan, masukkan kedalam erlenmeyer. Derajat keasaman larutan dijaga pada pH 4 sampai 4,5 dengan menambahkan NaOH. Tambahkan ragi roti *saft instant* sebanyak 0,3% b/v ke dalam larutan, inkubasi dalam inkubator selama 24 jam.

### 2.7 Proses Fermentasi

Cek pH larutan medium (sisa pembuatan starter), Derajat keasaman larutan dijaga pada pH 4 sampai 4,5 dengan menambahkan NaOH. Campurkan larutan medium dengan starter, lakukan fermentasi selama 5 hari pada suhu ruang dengan kecepatan pengadukan 100 rpm. Dengan metodologi yang sama, lakukan proses fermentasi dengan variasi kecepatan pengadukan 150 rpm, 200 rpm, 250 rpm, dan 300 rpm.

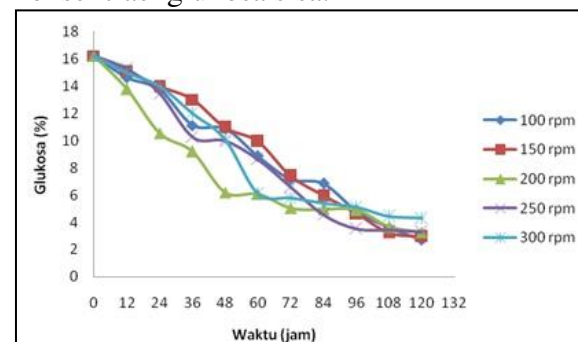
### 2.8 Proses Analisa Hasil Fermentasi

Penentuan kadar etanol ditentukan dengan menggunakan kombinasi metode guymon yang menggunakan kombinasi alkohol meter dan *rotary evaporator* untuk proses pemurnian. Untuk analisa kadar glukosa substrat dengan metode *Anthrone* dengan bantuan spektrofotometer dan analisa berat kering sel dengan menghitung berat kering biomassa.

## III. Hasil dan Pembahasan

### 3.1 Pengaruh Kecepatan Pengadukan Terhadap Konsentrasi Glukosa Sisa

Pada Gambar 3.1 dapat dilihat hubungan antara waktu terhadap konsentrasi glukosa sisa.



**Gambar 3.1** Kurva Hubungan Antara Waktu Terhadap Konsentrasi Glukosa Sisa

Pada Gambar diatas dapat dilihat semakin lama waktu fermentasi, konsentrasi glukosa sisa yang terdapat pada substrat semakin berkurang. Hal ini disebabkan oleh *yeast Saccharomyces cerevisiae* menggunakan karbohidrat sebagai sumber karbon yang berfungsi sebagai makanan penghasil energi untuk

pertumbuhan dan metabolisme sel sehingga menghasilkan bioetanol sebagai metabolit primer. Menurut Azizah [2012], gula-gula yang terdapat pada substrat akan dikonversi menjadi bioetanol dengan bantuan *Saccharomyces cerevisiae*.

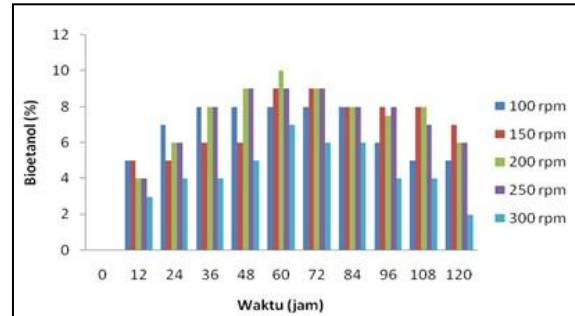
Ditinjau dari variasi pengadukan, pada Gambar 3.1 dapat kita lihat bahwa terdapat perbedaan kemiringan grafik konsentrasi glukosa sisa. Menurut Ahmad [2009] salah satu fungsi dari pengadukan yaitu pemecah sel berkoloni sehingga sel-sel mikroorganisme tidak membentuk gumpalan-gumpalan yang akan mengganggu perkembangbiakan sel akibat tidak mendapatkan makanan yang cukup dari substrat.

Pada kecepatan pengadukan 100 dan 150 rpm penurunan konsentrasi glukosa tidak terlalu tajam. Hal ini menandakan bahwa pada kecepatan 100 dan 150 rpm belum mampu memecah sel-sel yang berkoloni yang dibuktikan dengan masih terdapat gumpalan-gumpalan pada media fermentasi yang menyebabkan pemanfaatan glukosa yang terdapat pada substrat tidak sempurna. Hal tersebut tidak terjadi pada kecepatan 250 dan 300 rpm. Menurut Kurniawan dkk [2011], peningkatan kecepatan pengadukan akan menghasilkan arus yang lebih besar sehingga waktu kontak mikroorganisme dengan substrat lebih cepat sehingga glukosa yang terdapat pada substrat tidak termanfaatkan dengan baik.

Pada kecepatan 200 rpm penurunan konsentrasi glukosa lebih tajam dibandingkan dengan variasi kecepatan pengadukan yang lainnya. Hal ini dapat diartikan bahwa pada kecepatan tersebut, gula yang terdapat dalam substrat telah dimanfaatkan dengan baik oleh *yeast*. Sehingga kecepatan pengadukan 200 rpm merupakan kondisi optimum pada penelitian ini.

### 3.2 Pengaruh Kecepatan Pengadukan Terhadap Konsentrasi Bioetanol

Produktivitas bioetanol untuk penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.2.



**Gambar 3.2** Pengaruh Kecepatan Pengadukan Terhadap Konsentrasi Bioetanol

Gambar diatas dapat dilihat bahwa kecepatan pengadukan mempengaruhi produktivitas bioetanol. Konsentrasi bioetanol tertinggi pada penelitian ini diperoleh pada fermentasi ke-60 jam disetiap variabel kecepatan pengadukan. Menurut Jackson [2014], Kecepatan 100 rpm belum mampu menghasilkan konsentrasi bioetanol yang tinggi, yaitu 8% v/v dengan *yield* yang diperoleh sebanyak 76,26% pada jam ke-60. Hal ini dikarenakan pada kecepatan tersebut medium belum tercampur secara sempurna sehingga kontak antara sel dengan substrat masih lambat dalam mengkonversi bioetanol secara optimal. Hal ini terlihat pada peningkatan variasi kecepatan pengadukan berikutnya yaitu 150 rpm mampu menaikkan konsentrasi bioetanol yang diperoleh yaitu sebesar 9% v/v dengan *yield* 85,79% pada jam yang sama.

Dilanjutkan dengan variasi kecepatan pengadukan 200 rpm yang mampu menghasilkan 10% v/v dengan *yield* 95,32% bioetanol pada jam ke-60. Pada kecepatan 200 rpm diperoleh kadar bioetanol tertinggi pada penelitian ini. Penambahan kecepatan pengadukan berikutnya menghasilkan konsentrasi bioetanol yang rendah yaitu 9% v/v dengan *yield* 85,79% pada kecepatan pengadukan 250 rpm disusul dengan 300 rpm yang menghasilkan konsentrasi bioetanol

sebanyak 7% v/v dengan *yield* 66,73% dan merupakan konsentrasi bioetanol terendah pada penelitian ini.

Menurut Kurniawan [2011], peningkatan kecepatan pengadukan dapat menurunkan perolehan konsentrasi bioetanol. Hal ini dapat disebabkan oleh peningkatan kecepatan pengadukan yang mengakibatkan arus yang dihasilkan lebih besar. Akibatnya waktu kontak enzim yang dihasilkan oleh *yeast* dengan substrat lebih cepat sehingga glukosa yang terkonversi menjadi bioetanol sedikit. Selain itu, Pengadukan pada kecepatan yang tinggi dapat menimbulkan *vorteks*, yang mengakibatkan kualitas pencampuran tidak sempurna [Perry, 1984]. Kondisi terbaik pada penelitian ini dapat dilihat dari perolehan konsentrasi tertinggi yaitu pada kecepatan pengadukan 200 rpm dengan perolehan kadar bioetanol sebesar 10% v/v dengan *yield* 95,32% dengan waktu fermentasi 60 jam.

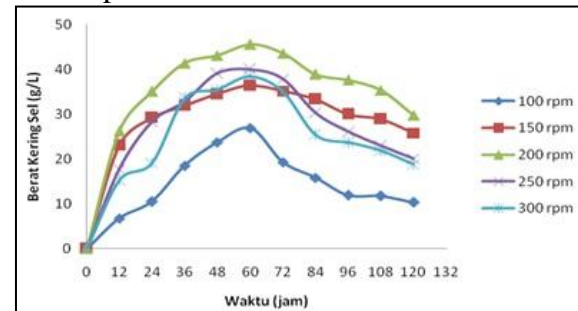
Waktu yang digunakan untuk proses fermentasi juga perlu diperhatikan. Menurut Bambang [2011], proses fermentasi memiliki waktu optimum untuk menghasilkan produk yang maksimal. Waktu fermentasi pada penelitian ini juga divariasikan selama 12, 24, 36, 48, 60, 72, 84, 96, 108, dan 120 jam untuk melihat perkembangan hasil optimum dalam produksi bioetanol.

Pada Gambar 3.2 juga dapat dilihat bahwa waktu fermentasi dapat mempengaruhi perolehan konsentrasi bioetanol pada variasi kecepatan pengadukan. Konsentrasi bioetanol tertinggi pada penelitian ini diperoleh pada fermentasi ke-60 jam. Sedangkan pada waktu fermentasi lebih dari 60 jam kadar bioetanol yang didapatkan cenderung konstan bahkan ada yang menurun. Kecenderungan konsentrasi bioetanol yang konstan bahkan menurun ini disebabkan oleh berkurangnya nutrisi pada medium. Serta semakin lama proses fermentasi menyebabkan banyak bioetanol yang telah terproduksi teroksidasi menjadi asam – asam organik dan CO<sub>2</sub> yang merupakan

senyawa inhibitor oleh mikroorganisme yang menyebabkan kematian pada mikroorganisme [Ahmad, 2009].

### 3.3 Pengaruh Kecepatan Pengadukan Terhadap Konsentrasi Sel

Secara umum, hubungan antara waktu fermentasi terhadap konsentrasi sel pada berbagai jenis kecepatan pengadukan dapat dilihat pada Gambar 3.4.



**Gambar 3.4** Kurva Hubungan Antara Waktu Fermentasi dan Konsentrasi Sel

Pada Gambar diatas dapat dilihat bahwa waktu fermentasi dapat mempengaruhi konsentrasi sel pada variasi kecepatan pengadukan. Konsentrasi sel tertinggi pada penelitian ini diperoleh pada fermentasi ke-48 jam. Sedangkan pada waktu fermentasi lebih dari 48 jam konsentrasi sel yang didapatkan cenderung konstan bahkan ada yang menurun. Hal ini sesuai dengan profil pertumbuhan mikroorganisme yang melewati beberapa fasa. Pada penelitian ini, fasa lag atau fasa adaptasi tidak lagi ditemukan pada proses fermentasi. Hal ini dikarenakan adanya tahapan persiapan starter atau tahapan pengembangan inokulum.

Menurut Sari [2009], volume inokulum merupakan variabel yang paling berpengaruh dalam menghasilkan alkohol, semakin besar volume inokulum maka akan semakin besar pula konsentrasi alkohol yang didapat. Hal ini dikarenakan fasa lag dipengaruhi oleh volume inokulum. Semakin besar inokulum maka semakin pendek fasa lag yang terjadi, sehingga cepat mencapai fasa log atau fasa eksponensial. Dengan kata lain fungsi dari pembuatan inokulum adalah mengurangi fasa lag.

Fasa antara 0 jam sampai dengan 48 jam disebut fasa log atau eksponensial. Pada fasa ini mikroorganisme telah menyesuaikan diri dengan media fermentasi sehingga penimbunan sel berlangsung dengan waktu regenerasi yang cepat. Pertumbuhan pada fasa eksponensial memberikan laju pertumbuhan mikroorganisme yang maksimum yang menghasilkan penimbunan sel yang besar dengan waktu regenerasi yang relatif cepat. Pada waktu fermentasi lebih dari 48 jam konsentrasi sel yang didapatkan cenderung konstan bahkan ada yang menurun. Hal ini dikarenakan pertumbuhan mikroorganisme mencapai keadaan maksimum dan mikroorganisme yang aktif dan mati relatif seimbang yang disebut juga dengan fasa stationer dan dilanjutkan dengan fasa kematian. Hal ini disebabkan oleh berkurangnya nutrisi berupa glukosa pada medium [Ahmad, 2009].

Dari segi kecepatan pengadukan 100 dan 150 rpm *yeast* belum terdistribusi secara baik keseluruh bagian yang ada pada reaktor sehingga pengembangbiakan sel akan terganggu akibat sel tersebut tidak mendapatkan makanan yang cukup dari substratnya. Pada kecepatan pengadukan 250 dan 300 rpm terjadi penurunan konsentrasi sel. Hal ini disebabkan oleh arus yang dihasilkan lebih besar sehingga menyebabkan timbulnya *vorteks*. Selain itu, waktu kontak *yeast* dengan substrat relatif cepat. Akibatnya penyerapan atau pemanfaatan makanan tidak berjalan dengan efektif. Dengan kata lain, kondisi terbaik yang diperoleh untuk mendapatkan konsentrasi sel tertinggi pada penelitian ini yaitu 45,6 g/l dengan waktu fermentasi 60 jam pada kecepatan pengadukan 200 rpm.

#### IV. KESIMPULAN DAN SARAN

##### 4.1 Kesimpulan

- ✓ Bioetanol dapat diproduksi dari bahan baku sari *reject* nanas menggunakan proses fermentasi sistem *batch*, dengan bantuan *yeast Saccharomyces cerevisiae*.

- ✓ Pengaruh kecepatan pengadukan terhadap konsentrasi bioetanol yang dihasilkan pada penelitian ini adalah konsentrasi bioetanol yang optimum akan diperoleh ketika mencapai kecepatan pengadukan yang optimum.
- ✓ Waktu fermentasi berpengaruh terhadap konsentrasi bioetanol yang dihasilkan. Konsentrasi bioetanol yang diperoleh akan semakin meningkat hingga mencapai waktu fermentasi yang optimum.
- ✓ Kondisi terbaik pada penelitian ini dilihat dari konsentrasi bioetanol optimum yang dihasilkan yaitu 10 % pada kecepatan pengadukan 200 rpm dan waktu fermentasi 60 jam.

##### 4.2 Saran

Adapun saran yang dapat digunakan untuk penelitian selanjutnya untuk memperoleh hasil analisa produk bioetanol yang lebih teliti, perlu dilakukan analisa dengan menggunakan GC (*Gas Chromatography*). Perlu dilakukan pengembangan dalam pemilihan *yeast* yang digunakan untuk menghasilkan konsentrasi bioetanol yang lebih tinggi serta penting melakukan penelitian untuk menghilangkan *vortex* pada kecepatan tinggi dengan menambahkan baffle pada fermentor.

##### Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Prof. Dr. Adrianto Ahmad, MT, dan Bapak Chairul ST., MT, selaku Pembimbing yang telah mengarahkan dan membimbing penulis selama penelitian ini. Terima kasih kepada kedua orang tua dan keluarga yang telah memberikan dukungan dan motivasi selama ini. Terima kasih kepadarekan-rekan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Riau Angkatan 2009, Khususnya Kelas A yang telah banyak membantu penulis dalam skripsi ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, A. 1990. *Kajian Fermentasi Asam Sitrat Dalam Fermentasi Bawah-Permukaan Substrat Molase*. Thesis. ITB.
- Ahmad, A. 2009. *Teknologi Fermentasi*. Diktat Kuliah Program Studi Teknik Kimia Universitas Riau. Pekanbaru.
- Aini, S. 2011. *Pengaruh Konsentrasi Fosfor terhadap Biokonversi Reject nanas menjadi Bioetanol*. Skripsi Sarjana, Fakultas Teknik. Universitas Riau.
- Anggoro, R. 2012. *PNM Bantu Pengusaha Keripik Nenas Kampar*. <http://www.antarariau.com/berita/23147/pnm-bantu-pengusaha-keripik-nenas-kampar>. diakses pada tanggal 11 April 2013, Pkl. 17:15 WIB.
- Azizah. 2012. *Variasi Konsentrasi Substrat Pati Sorgum Menjadi Bioetanol dengan Proses Sakarifikasi dan Fermentasi Serentak Menggunakan Enzim Stargen™ 002*. Skripsi. Universitas Riau. Pekanbaru.
- Bintang, M. 2010. *Biokimia Teknik Penelitian*. Erlangga. Jakarta.
- Dhany, R Rama. 2013. *Bos Pertamina: Indonesia Harus Kurangi Ketergantungan BBM*. <http://finance.detik.com/read/2013/04/11/172229/2217939/1034/bos-pertamina-indonesia-harus-kurangi-ketergantungan-bbm>. Diakses pada tanggal 11 April 2013, Pkl. 17:22 WIB.
- Dewantie N.S. 2010. *Rancang Bangun Alkoholmeter Berbasis AVR ATMEGA 8535*. Skripsi. Universitas Diponegoro.
- Febrian, M. 2011. *Pengaruh Konsentrasi Inokulum terhadap Biokonversi Reject anas menjadi Bioetanol*. Skripsi Sarjana, Fakultas Teknik. Universitas Riau.
- Febriningrum P Nugrahini. 2009. *Produksi Etanol Proses Sinambung dengan Schizosaccharomyces Pombe*. Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan. Universitas Lampung.
- Februadi. 2012. *Hidrolisis Pati*. <http://februadi.com/hidrolisis/987/>. Di akses pada 14 agustus 2013.pkl 15:00.
- Haey, Noer. 2012. *Gula Reduksi dan Penentuan Kadar Gula Reduksi*. <http://nurhaey.blogspot.com/2012/09/gula-reduksi-dan-metode-penentuan-kadar.html>. Diakses pada tanggal 18 Oktober 2013.
- Hidayat B Salsabila. 2008. "Sejarah, Klasifikasi Dan Morfologi Nanas". <http://rocky16amelungi.wordpress.com/2008/08/26/74/>. Diakses pada tanggal 8 Maret 2013, Pkl. 15:20 WIB.
- Jackson, Edie. 2014. *Pengaruh Laju Pengadukan Dalam Pembuatan Bioetanol Dari Limbah Serabut Buah Sawit Menggunakan Saccharomyces cerevisiae*. Skripsi Sarjana, Fakultas Teknik. Universitas Riau.
- Jacques, Lyons dan Kelsall. 2003. "The Alcohol Text Book, 4<sup>th</sup> Edition, A Reference for The Beverage, Fuel and Industrial Alcohol Industries". Nottingham University Press. Nottingham.
- Kurniawan R, S Juhanda, R Syamsudin, dan M A Lukman. 2011. *Pengaruh Jenis dan Kecepatan Pengadukan pada Fermentasi Etanol Secara Sinambung dalam Bioreaktor Tangki Berpengaduk Sel Tertambat*. Jurnal STU 10 November 2011, ISSN: 1693-1750 Itenas. Bandung.
- Kusuma, I.G.B.W. 2010. *Pengolahan Sampah Organik Menjadi Etanol dan Pengujian Sifat Fisika Biogasoline*. Universitas Udayana.
- Koehler, LH. 1952. *Differentiation of carbohydrates by anthrone reaction rate and color intensity*. Analytical Chemistry 24: 1576-1579
- Lehninger, Albert. 1982. *Dasar-Dasar Biokimia*. Erlangga: Jakarta.
- Octari, Y. 2011. *Pengaruh Konsentrasi Urea sebagai Sumber Nitrogen terhadap Biokonversi Reject Nanas menjadi Bioetanol*. Skripsi Sarjana, Fakultas Teknik. Universitas Riau.

- Othmer, R. F., dan R. E. Kirk. 1951. *Encyclopedia of Chemical Technology*, vol. 9. John Wiley and Sons Ltd. Canada.
- Pangestu, Ayu. 2011. *Rotary Evaporator dan Ultraviolet Lamp*. <http://ebookbrowse.com/pm-long-wave-uv-lamp-pdf-d123036005>. Diakses tanggal 18 Oktober 2013. Pkl. 13:00 WIB
- Perry, P.H, dan Chilton. 1984. "Perry *Chemical Engineering Handbook*" 7<sup>th</sup> ed. Mc Graw-Hill. Kogashuka, Tokyo.
- Prahardini, Purnomo dan Suhardjo. 1994. *Penyebaran dan Pembudidayaan Tanaman Nenas*. <http://all4webs.com/m/b/prahardini.html>. diakses pada tanggal 15 Maret 2013, Pkl. 13:00 WIB.
- Prihatman, K. 2000. *Nanas, Tentang Budidaya Pertanian*. <http://www.ristek.go.id.pdf>. Kantor Deputi Menegristek Bidang Pendayagunaan dan Pemasyarakatan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi.
- Richana, N. 2011. *Bioetanol, Bahan Baku, Teknologi, dan Pengendalian Mutu*. Nuansa Cendikia. Bandung.
- Roehr M. 2000. *The Biotechnology of Ethanol Classical and Future Applications*. Willey-VCH. Germany.
- Rudi. 2013. *Tiap Hari Indonesia Impor BBM 500.000 Barel*. <http://forum.tempo.co/pemasaran/9194-tiap-hari-indonesia-impor-bbm-500-000-barel.html>. Diakses pada tanggal 8 Maret 2013, Pkl. 13:22 WIB.
- Sa'id, G. 1991. *Bioindustri Penerapan Teknologi Fermentasi*. PT. Meiyatama Sarana perkasa.
- Setyawati H dan N A Rahman. 2011. *Bioetanol dari Kulit Nanas dengan Variasi Massa Saccharomyces Cerevisiae dan Waktu Fermentasi*. Jurnal Institut Teknologi Nasional. Malang.
- Sutikno, B. 2011. *Pengaruh Konsentrasi Glukosa terhadap Biokonversi Reject nanas menjadi Bioetanol*. Skripsi Sarjana, Fakultas Teknik. Universitas Riau.
- USDA. 2013. *Nutrient Data for 09266 Pineapple, Raw, All Varieties*. <http://ndb.nal.usda.gov/ndb/foods/show/2356?fg=Fruits+and+Fruit+Juices&man=&lfacet=&format=&count=&max=25&offset=200&sort=&qlookup=>. Diakses pada tanggal 11Maret 2013.Pkl 15.45 WIB.
- Usyan,B Gunawan. 2012. *Shampo dari kulit nanas*. <http://www.slideshare.net/BagusGunawanUsyan/shampo-dari-kulit-nanas>. Diakses pada tanggal 12 April 2013.Pkl 15.45 WIB.
- Winarno, F.G. 1980. *Teknologi Fermentasi. Proyek Pengembangan Pusat Fasilitas bersama*. Teknologi Pangan dan Gizi Fatemeta ITB. Bogor.