

**PENGARUH KADAR ASAM SULFAT PADA HIDROLISIS  
TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT (TKS) DAN  
WAKTU FERMENTASI TERHADAP KADAR  
BIOETANOL YANG DIHASILKAN**

**SKRIPSI**

**OLEH :**

**RITA FITRIANI  
NIM. 08 870 0045**



**FAKULTAS BIOLOGI  
UNIVERSITAS MEDAN AREA  
MEDAN  
2012**

**PENGARUH KADAR ASAM SULFAT PADA HIDROLISIS  
TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT (TKS) DAN  
WAKTU FERMENTASI TERHADAP KADAR  
BIOETANOL YANG DIHASILKAN**

**SKRIPSI**

**OLEH**

**RITA FITRIANI**  
**08.870.0045**



Sebagai salah satu syarat Memperoleh Gelar Sarjana Biologi  
di Fakultas Biologi Universitas Medan Area

**KOMISI PEMBIMBING :**

**PEMBIMBING I**

**Drs. Kiki Nurtjahja, M.Sc**

**PEMBIMBING II**

**Rosliana Lubis, S.Si. M.Si**

**Mengetahui/Menyetujui**  
**Dekan**  
  
**Dra. Sartini, M.Sc**



**Tanggal Lulus : 28 April 2012**

## ABSTRAK

Penelitian pengaruh kadar asam aulfat pada hidrolisis tandan kosong kelapa sawit (TKS) dan waktu fermentasi terhadap kadar bioetanol yang dihasilkan bertujuan untuk mengetahui kondisi hidrolisis optimum TKS dengan menggunakan asam dan waktu fermentasi alkohol oleh *Saccharomyces cerevisiae*, dalam menghasilkan gula dan alkohol. Metode yang digunakan adalah metode *central composite design* (CCD) pada proses hidrolisisnya, rancangan terdiri dari 2 variabel bebas yaitu kadar asam sulfat dan waktu reaksi. Variabel tetap adalah konsentrasi TKS. Variabel bebas dirancang menjadi 5 level, 10 total percobaan dan 2 pengulangan pada titik pusat. Pada proses Fermentasi menggunakan metoda berat jenis mengacu pada SNI 01-2892-1992. Dengan variasi waktu 1, 2, 3, 4 dan 5 hari. Hasil penelitian kadar asam sulfat optimum untuk mendapatkan kadar gula tertinggi adalah 2% sampai dengan 4% dan waktu reaksi yang optimum adalah 1 sampai 4 jam, dengan kadar gula sekitar 30 gram/liter. Kadar bioetanol tertinggi diperlukan waktu selama 2 hari dengan kadar 4,94 %.



## KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji dan syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa, yang telah melimpahkan rahmat dan karuniaNya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul “Pengaruh Kadar Asam Sulfat pada Hidrolisis Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKS) dan Waktu Fermentasi Terhadap Kadar Bioetanol Yang Dihasilkan”. Penelitian akan dilaksanakan di Pusat Penelitian Kelapa Sawit Medan.

Skripsi ini penulis ajukan sebagai salah satu syarat dalam menyelesaikan pendidikan sarjana pada Fakultas Biologi Universitas Medan Area. Dalam penulisan skripsi ini, penulis banyak mendapat bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Ibu Dra. Sartini, M.Sc selaku Dekan Fakultas Biologi Universitas Medan Area, juga Bapak Drs. Kiki Nurtjahja, M.Sc dan Ibu Rosliana Lubis, S.Si. M.Si yang telah membimbing penulis melaksanakan penelitian hingga selesainya skripsi ini. Demikian juga Dr. Tjahjono Herawan dan Ibu Meta Rivani, ST selaku Pembimbing Lapangan di laboratorium Bioproses Pusat Penelitian Kelapa Sawit (PPKS) Medan. Tidak lupa orang tua dan seluruh keluarga tercinta yang telah mendukung saya dalam doa dan motivasi untuk menyelesaikan penulisan skripsi ini. Demikian pula kepada semua pihak yang telah banyak terlibat dan membantu penulis selama menjalankan aktivitas perkuliahan sampai penyusunan skripsi ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa di dalam penyusunan skripsi ini, masih banyak kekurangan baik dari segi susunan maupun dari isinya. Oleh karena itu penulis

sangat mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun dari semua pihak demi penyempurnaan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis dan juga pembaca.

Medan, Maret 2012

Penulis



## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<b>ABSTRAK.....</b>	<b>i</b>
<b>DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....</b>	<b>ii</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>iii</b>
<b>DAFTAR IS.....</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN.....</b>	<b>ix</b>
<b>PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
Latar Belakang.....	1
Perumusan Masalah.....	2
Tujuan Penelitian.....	2
Manfaat Penelitian.....	3
<b>TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>4</b>
Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS).....	4
Karbohidrat.....	5
Proses Pemecahan Karbohidrat.....	8
Khamir.....	9
Grafik Pertumbuhan Mikroba.....	11
Fermentasi.....	12
Bioetanol.....	13
Alkohol.....	14
Analisa Alkohol.....	15
Etanol.....	16
<b>METODA PENELITIAN.....</b>	<b>20</b>
Waktu dan tempat penelitian.....	20
Alat dan Bahan.....	20
Rancangan Percobaan.....	20
Prosedur Penelitian.....	22
<b>HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>25</b>
Pengaruh Waktu hidrolisis dan Kadar Asam Sulfat terhadap kadar gula.....	25
Optimasi Proses.....	26
<b>KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>31</b>
Kesimpulan.....	31
Saran.....	31

<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>32</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>34</b>



## DAFTAR TABEL

	<b>Halaman</b>
Tabel 1. Komposisi Tandan Kosong Kelapa Sawit.....	5
Tabel 2. Sifat Fisik Etanol.....	17
Tabel 3. Kode Level untuk Hidrolisis TKS.....	22
Tabel 4. Pengaruh Waktu Hidrolisis dan Kadar Asam Sulfat terhadap Kadar Gula.....	25
Tabel 5. Hasil Percobaan Optimasi Pengaruh Waktu Hidrolisis dan Kadar Asam Sulfat terhadap kadar .....	27





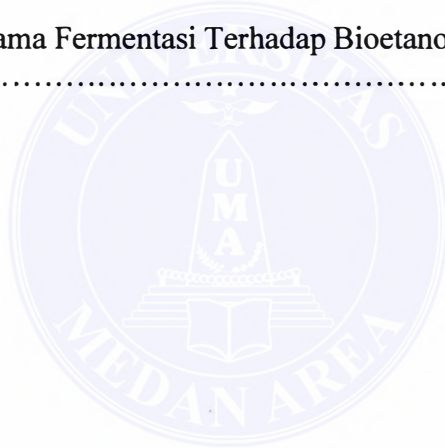
## DAFTAR GAMBAR

	<b>Halaman</b>
Gambar 1. Struktur dari Glukosa.....	6
Gambar 2. Struktur dari Selulosa.....	7
Gambar 3. Grafik yang menunjukkan fase-fase pembiakan bakteri.....	11
Gambar 4. Tahapan reaksi glikolisis (Embden-Meyer Hoff-Pathyway).....	19
Gambar 5. Permukaan Respon Tanggap Perolehan Kadar Gula Terhadap Variasi Kadar Asam Sulfat Dan Waktu Hidrolisis.....	28
Gambar 7. Plot Kontur Kadar Asam Sulfat terhadap Waktu.....	28
Gambar 8. Pengaruh Lama Fermentasi Terhadap Kadar Bioetan .....	29



## DAFTAR LAMPIRAN

	<b>Halaman</b>
Lampiran 1. Bagan Penelitian Proses Hidrolisis TK.....	34
Lampiran 2. Bagan Penelitian Proses Pembuatan Bioetanol.....	35
Lampiran 3. Penyediaan Pereaksi.....	36
Lampiran 4. Grafik Hubungan Antara Waktu Hidrolisis (jam) TKS Terhadap Kadar Gula (gram/liter).....	37
Lampiran 5. Analisa Keragaman Pengaruh Kadar Asam Sulfat dan Waktu Hidrolisis Terhadap Kadar Gula.....	38
Lampiran 6. Pengaruh Lama Fermentasi Terhadap Bioetanol Yang Dihasilkan.....	39



## PENDAHULUAN

### Latar Belakang

Kelapa sawit merupakan salah satu tanaman penghasil minyak nabati yang sangat penting di sektor pertanian umumnya dan sub sektor perkebunan pada khususnya, karena kelapa sawit merupakan tanaman yang menghasilkan minyak nabati terbesar sekitar 3-7 ton minyak nabati perhektar pertahun. Minyak ini dapat diperoleh dari dua jenis minyak yaitu minyak serabut (*mesocarp*) dan minyak inti sawit (*endosperm*) (Ditjenbun, 2004).

Sisa atau limbah dari pengolahan minyak kelapa sawit ini adalah limbah padat dan limbah cair. Limbah padat yang tidak dimanfaatkan salah satunya adalah tandan kosong kelapa sawit. Tandan kosong kelapa sawit (TKS) merupakan limbah padat berlignoselulosa yang belum dimanfaatkan secara optimal. Selama ini pemanfaatan tandan kosong hanya sebagai bahan bakar boiler, kompos dan juga sebagai pengeras jalan di perkebunan kelapa sawit. Padahal tandan kosong kelapa sawit berpotensi untuk dikembangkan menjadi barang yang lebih berguna, salah satunya menjadi bahan baku bioetanol. Hal ini karena tandan kosong kelapa sawit banyak mengandung selulosa yang dapat dihirolisis menjadi glukosa kemudian difermentasi menjadi bioetanol. Kandungan selulosa yang cukup tinggi yaitu sebesar 45% menjadikan kelapa sawit sebagai prioritas untuk dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan bioetanol ([http://www. Aryafatta.com](http://www.Aryafatta.com)).

Bioetanol merupakan salah satu biofuel yang hadir sebagai bahan bakar alternatif yang lebih ramah lingkungan dan sifatnya yang terbarukan. Pada umumnya pembuatan bioetanol menggunakan jagung dan tebu sebagai bahan

baku, penggunaan kedua bahan baku tersebut berpotensi menimbulkan kontradiksi terhadap kebutuhan bahan pangan bila diterapkan di negara berkembang seperti Indonesia. Oleh sebab itu selulosa berpotensi menjadi bahan baku alternatif dan TKS memiliki potensi yang besar menjadi sumber biomassa selulosa dengan kelimpahan cukup tinggi (Thambirajah, 1995).

TKS adalah salah satu limbah padat pabrik kelapa sawit yang dihasilkan dari proses pengolahan tandan buah segar (TBS) dengan jumlah 22-23% TKS. Pada tahun 1994 jumlah TKS yang dihasilkan sebanyak 12,4 juta ton dengan asumsi bahwa 1 Ha kebun menghasilkan 20 ton TBS. Karena mengandung 45,95 % selulosa, 22,84% hemiselulosa, 16,49% lignin, 1,23% abu, 0,53 % nitrogen dan 2,41% minyak maka TKS berpotensi sebagai bahan baku bioetanol (Darnoko, 1992).

Berdasarkan uraian di atas maka perlu penelitian proses produksi bioetanol dari TKS melalui hidrolisis asam dan fermentasi alkohol.

### **Rumusan Masalah**

Pemanfaatan TKS selama ini hanya sebagai bahan bakar boiler dan pupuk kompos. Sebagai alternatif, pemanfaatan limbah tersebut sebagai bahan baku bioetanol sangat diperlukan. Melalui proses hidrolisis asam sulfat dan fermentasi alkohol oleh *Saccharomyces cerevisiae* penggunaan sisa buangan kelapa sawit tersebut menjadi lebih meningkat.

### **Tujuan Penelitian**

Mengetahui kondisi hidrolisis optimum TKS dengan menggunakan asam dan fermentasi alkohol oleh *Saccharomyces cerevisiae*, dalam menghasilkan gula dan alkohol.

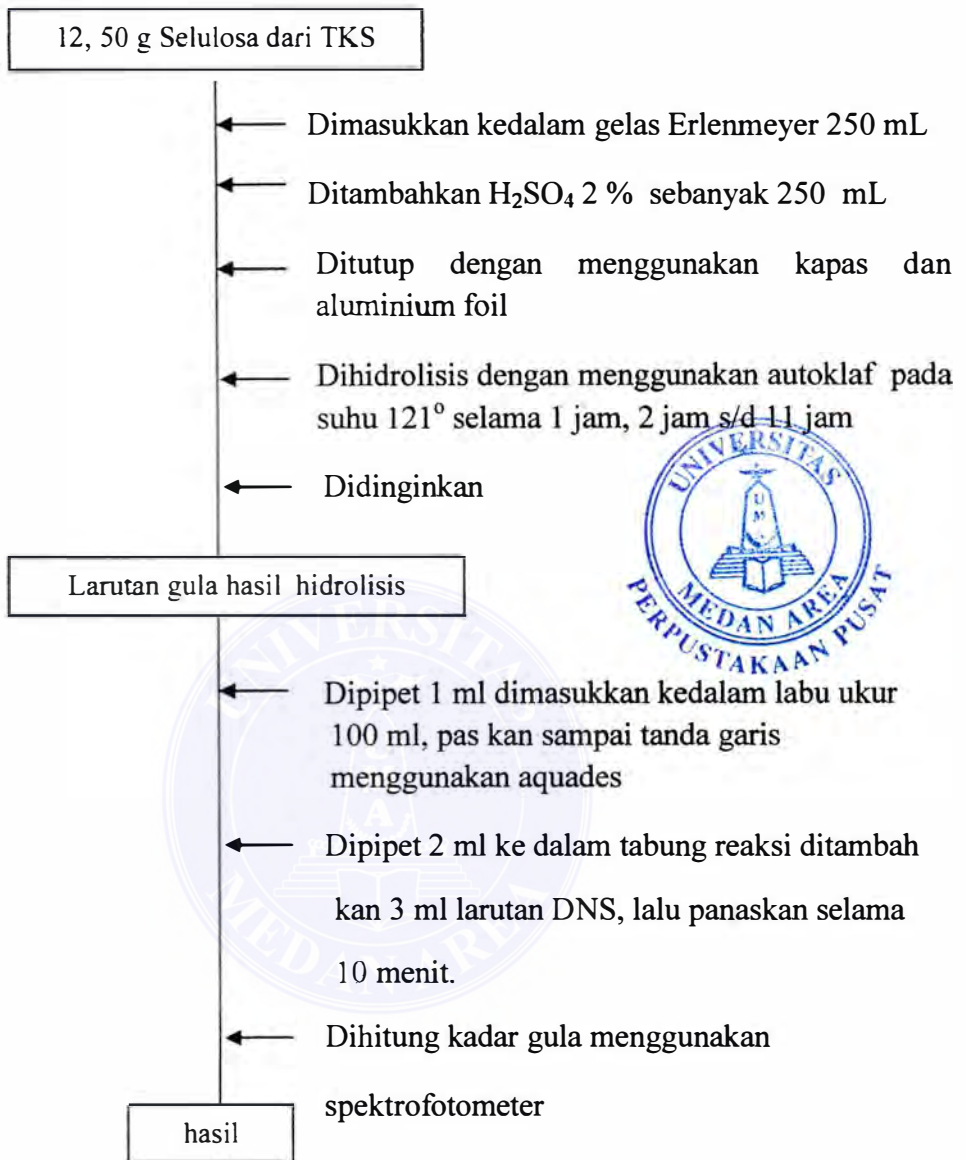
## DAFTAR PUSTAKA

- Anindyawati, T. 2009. *Prospek Enzim dan Limbah Ligniselulosa untuk produksi Bioetanol*. LIPI. Bogor
- Anna, P. 1994. *Dasar-dasar Biokimia*. Universitas Indonesia. Jakarta
- Astuti, D. I. 2009. Kajian Awal Biokonversi Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) Menjadi Etanol Melalui Sakarifikasi dan fermentasi Alkoholik. ITB. Bandung.
- Bambang, S. 2006. *Biodiesel*. Trubus Agri Sarana. Surabaya.
- Black J. G. 1999. *Microbiology Principle and Exploration*. Prentice Hall. USA
- Darnoko. 1992. *Potensi Pemanfaatan Limbah Lignoselulosa Kelapa Sawit Melalui Biokonversi*. Medan: Berita Penelitian Perkebunan, Vol. 5
- Day, R. A dan Underwood, A. L 1999. *Analisa kimia kuantitatif*. Edisi keempat. Erlangga. Jakarta
- Ditjen Perkebunan, 2004, *Prospek Perkebunan dan Industri Minyak Kelapa Sawit di Indonesia*, PT Bisinfocus Data Pratama. Jakarta
- Dwidjoseputro. 1987. *Dasar-dasar Mikrobiologi*. Penerbit Djambatan. Surabaya
- Faisal. A. 2009. *Prospek Produksi Bioetanol Bonggol Pisang (Musa paradisiacal) Menggunakan Metode Hidrolisis Asam & Enzimatis*. Universitas Jenderal Soedirman. Semarang
- Fardiaz, S. 1992. *Mikrobiologi Pangan*. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Frazier, W. C.dan D. C. Westhoff. 1978. *Food Microbiology* 4<sup>th</sup> edition. New York: McGraw-Hill Book. Publishing. Co. Ltd.
- Hidayat, N. 2006. *Mikrobiologi Industri*. Andi Yogyakarta. Yogyakarta
- Harjadi, 1993. *Ilmu Kimia Analitik Dasar*. Jilid 1. Gramedia Pusaka Utama. Jakarta
- <http://id.answers.yahoo.com/>, Bioetanol dari Singkong (22 September 2011)
- <http://ptp2007.wordpress.com/fermentasi-dan-mikroorganism>, Proses Fermentasi. (22 September 2011)
- <http://id.wikipedia.org/saccharomyces>, *Saccharomices cerevisiae*. (22 September 2011)
- <http://id.wikipedia.org/wiki/Karbohidrat>, Karbohidrat.(14 desember 2011)
- <http://www.aryafatta.com/mengolah-limbah-sawit-jadi-bioetanol>, Bioetanol dari imbah sawit. (22 September 2011)
- <http://isroi.wordpress.com/karakteristik> lignoselulosa, Selulosa. (22 November 2011)

[http://digilib.its.ac.id/public/ITS-Undergraduate-12944Enclosure\\_List.pdf](http://digilib.its.ac.id/public/ITS-Undergraduate-12944Enclosure_List.pdf), (22 November 2011)

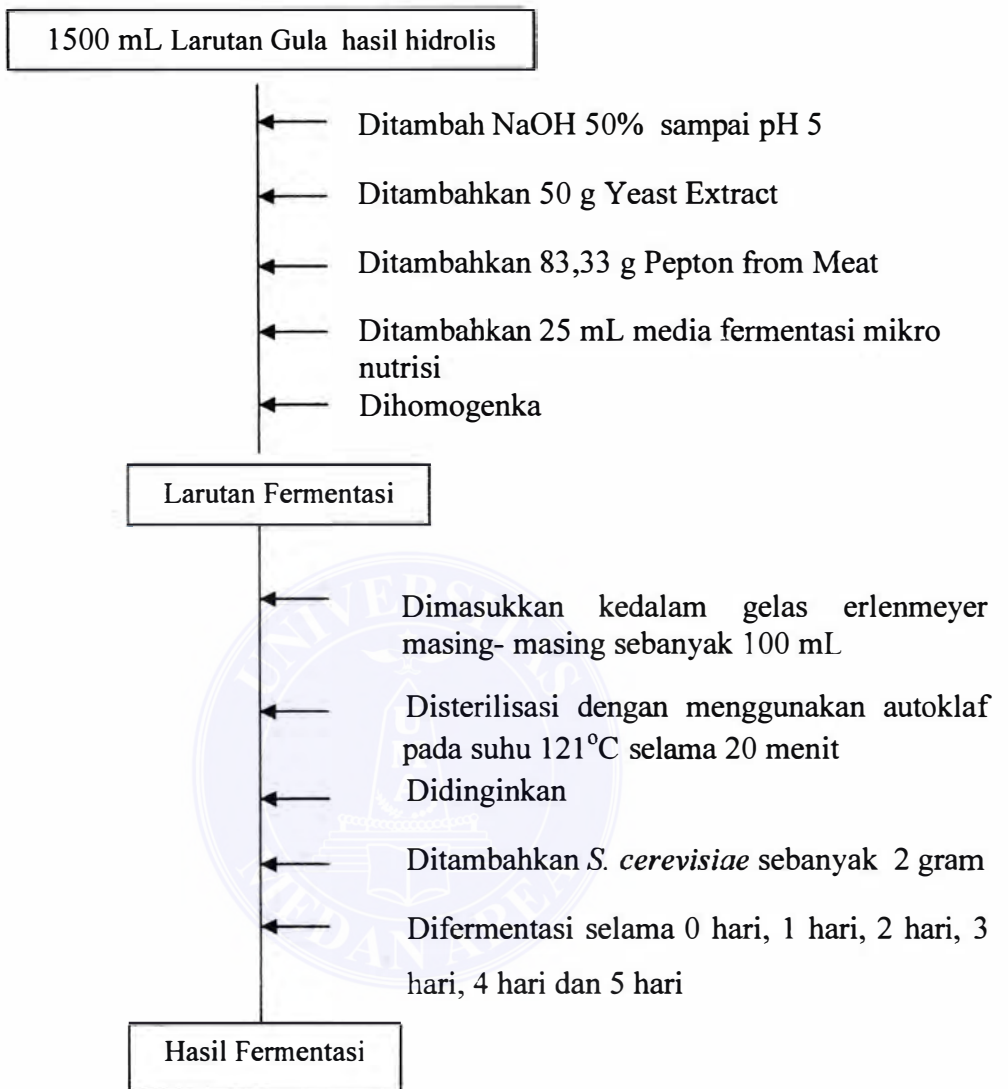
- Judoamidjojo. 1992. *Teknologi Fermentasi*. Edisi 1 cetakan 1. Rajawali Press. Jakarta
- Khairani, R. 2007. *Tanaman Jagung Sebagai Bahan Bio-fuel*. UNPAD. Bandung
- Lachke, A. 2002. *Biofuel from D-Xylose The Second Most Abundant Sugar*. India: Biochemical Science of Chemical Laboratory.
- Madigan, M, T. 2003. *Brock Biology of Microorganisms*. Tenth edition. London: Pearson Education. Inc. London
- Muljono. 1990. *Teknologi Fermentasi*. Rajawali Press. Jakarta
- Murdijati, G. 1992. *Ilmu pangan Pengantar ilmu pangan, nutrisi dan mikrobiologi*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Mursyidin, D. 2007. *Ubi Kayu dan Bahan Bakar Terbarukan*. Banjarmasin
- Naibaho, P. M. 1998. *Teknologi Pengolahan Kelapa Sawit*. Pusat Penelitian Kelapa Sawit Medan
- Prihandana. 2007. *Bioetanol Ubi kayu Bahan Bakar Masa Depan*. Agromedia. Jakarta.
- Putra A. E & Surya, R. P. 2006. *Produksi Etanol menggunakan Saccharomyces cerevisiae Yang diamobilisasi Dengan Agar Batang*. Surabaya: FMIPA ITS.
- Rahman. A. 1992. *Teknologi Fermentasi*. Penerbit Arcan. Jakarta
- Rizani. K. Z. 2000. *Pengaruh Konsentrasi Gula Reduksi dan Inokulum (Saccharomyces cereviceae) pada Proses Fermentasi Sari Kulit Nanas (Ananas comosus L.Merr) untuk produksi bioetanol*. Malang: FMIPA Universitas Brawijaya
- Trifosa, D. 2007. *Konversi Pati Jagung Menjadi Bioetanol. Skripsi Program studi Kimia FMIPA ITB*. Bandung
- Thambirajah, J.J, Zulkifli, M.D. dan Hashim, M.A, 1995 “Microbiological and biochemical changes during the composting of oil palm empty fruit bunches; effect of nitrogen supplementation on the substrate”, *Bioresource Technology*, 52, hal. 133-144.
- Vullo, D. L dan Wachsmann, M. B. 2005. *A Simple Laboratory Exercise for Ethanol Production by Immobilized Bakery Yeasts (Saccharomyces cerevisiae)*, *Journal Food Science Education* vol
- Widayati, E. 1996. *Limbah Untuk Pakan Ternak*. Trubus Agrisarana. Surabaya
- Winarno, F. G. 1980.. *Kimia Pangan*. Gramedia. Jakarta

## Lampiran 1. Bagan Penelitian Proses Hidrolisis TKS



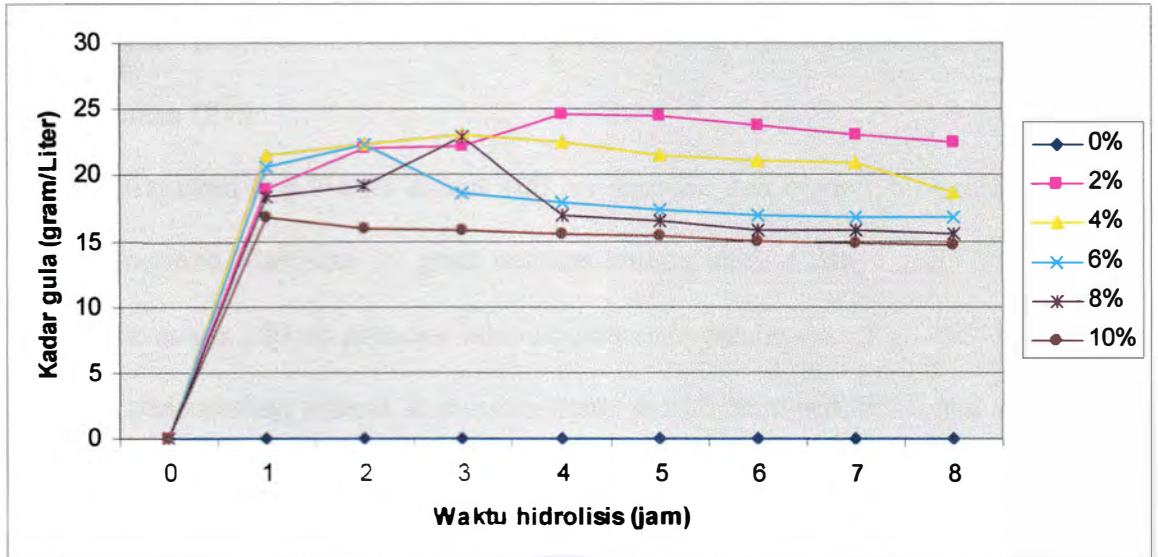
Perlakuan yang sama dilakukan untuk konsentrasi asam sulfat 0%, 4%, 6% , 8% dan 10 %.

## Lampiran 2. Bagan Penelitian Proses Pembuatan Bioetanol





Lampiran 4. Grafik Hubungan Antara Waktu Hidrolisis (Jam) TKS Terhadap Kadar Gula (Gram/Liter)



### Lampiran 3. Penyediaan Pereaksi

Pada penelitian ini ada beberapa pereaksi yang digunakan, diantaranya adalah :

#### a. Larutan DNS

Larutkan 8 g NaOH dalam 100 ml aquades dan distirer hingga benar-benar larut sempurna. Larutkan 15 gram natrium kalium tartarat dan 4 gram sodium meta sulfite ke dalam 250 ml aquades, lalu campurkan kedua larutan, 5 g DNS dan aquades dengan penambahan seluruh komponen harus sedikit demi sedikit hingga volume 500 ml.

#### b. Larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 2%

Dipipet sebanyak 10,4 ml larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4(p)</sub> diencerkan dengan aquades dalam labu ukur 500 mL sampai garis tanda dan dihomogenkan.

#### c. Larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 4%

Dipipet sebanyak 20,8 ml larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4(p)</sub> diencerkan dengan aquades dalam labu ukur 500 mL sampai garis tanda dan dihomogenkan.

#### d. Larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 6%

Dipipet sebanyak 31,25 ml larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4(p)</sub> diencerkan dengan aquades dalam labu ukur 500 mL sampai garis tanda dan dihomogenkan.

#### e. Larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 8%

Dipipet sebanyak 41,67 ml larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4(p)</sub> diencerkan dengan aquades dalam labu ukur 500 mL sampai garis tanda dan dihomogenkan

#### f. Larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 10%

Dipipet sebanyak 52,08 ml larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4(p)</sub> diencerkan dengan aquades dalam labu ukur 500 mL sampai garis tanda dan dihomogenkan.