

# **SKRIPSI**

## **FERMENTASI HIDROLISAT KULIT PISANG KEPOK (*Musa paradisiaca*) OLEH *Zymomonas mobilis* UNTUK PEMBUATAN BIOETANOL**



**Diajukan sebagai Persyaratan Mata Kuliah Skripsi  
Program Studi DIV Teknologi Kimia Industri  
Jurusan Teknik Kimia**

**Oleh :**

**Msy. Rustinra Khairunnisa  
062240422485**

**POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA  
2026**

## LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

FERMENTASI HIDROLISAT KULIT PISANG KEPOK (*MUSA  
PARADISIACA*) OLEH *ZYMOMONAS MOBILIS* UNTUK PEMBUATAN  
BIOETANOL

OLEH:

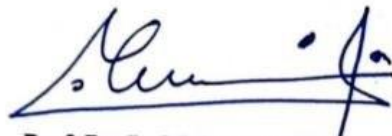
Msy Rustinra Khairunnisa

0622 4042 2485

Palembang, Juli 2026

Menyetujui,

Pembimbing I,



Prof. Dr. Ir. Muhammad Yezam, M.T.  
NUPTK 5041739640130053

Pembimbing II,



Erika Dwi Oktaviani, S.T., M.Eng.  
NUPTK 7335772673230253

Mengetahui,

Ketua Jurusan  
Teknik Kimia



Tahdid, S.T., M.T.  
NIP 197201131997021001

Koordinator Program Studi  
DIV Teknologi Kimia Industri



Dr. Yuniar, S.T. M.Si.  
NIP 197306211999032001



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS DAN TEKNOLOGI  
POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA  
JURUSAN TEKNIK KIMIA

Jalan Srijaya Negara Bukit Besar - Palembang 30139  
Telp. 0711-353414, Laman: <https://polsri.ac.id>, Pos El: [kimia@polsri.ac.id](mailto:kimia@polsri.ac.id)

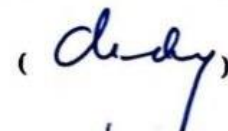
Telah diseminarkan dihadapan Tim Penguji  
di Program Diploma IV – Teknologi Kimia Industri Jurusan Teknik Kimia  
Politeknik Negeri Sriwijaya  
Pada Tanggal 29 Juni 2026

**Tim Penguji:**

1. Dr. Yulianto Wasiran, M.M.  
NUPTK. 0050747648130113
2. Didiek Hari Nugroho, S.T., M.T.  
NUPTK. 5362758659130123
3. Linda Ekawati, S.Si, M.Sc.  
NUPTK. 7045772673230243
4. Debi Anggun Sari, M.T.  
NUPTK. 2542773674230282

**Tanda Tangan**

(  )

(  )

(  )

(  )

Palembang, Juli 2026  
Mengetahui,  
Koordinator Program Studi  
D-IV Teknologi Kimia Industri

(  )

Dr. Ir. Yuniar, S.T., M.Si.  
NIP. 197306211999032001





KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS DAN TEKNOLOGI  
**POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA**  
**JURUSAN TEKNIK KIMIA**

Jalan Sriwijaya Negara Bukit Besar Palembang 30139  
Telp. 0711-353414 Fax. 0711-355918. E-mail : kimia@polsri.ac.id

**SURAT PERNYATAAN**

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Msy Rustinra Khairunnisa  
NPM : 062240422485  
Jurusan/Program Studi : Teknik Kimia / D-IV Teknologi Kimia Industri

Menyatakan bahwa dalam penelitian laporan akhir dengan judul **"Fermentasi Hidrolisat Kulit Pisang Kepok (*Musa paradisiaca*) oleh *Zymomonas mobilis* untuk Pembuatan Bioetanol"** tidak mengandung unsur **"PLAGIAT"** sesuai dengan PERMENDIKNAS No. 17 Tahun 2010.

Bila pada kemudian hari terdapat unsur-unsur plagiat dalam penelitian ini, saya bersedia diberikan sanksi peraturan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya dan tidak ada paksaan dari pihak manapun.

Palembang, Juli 2026

Penulis,

Pembimbing I,

Prof. Dr. Ir. Muhammad Yezizam, M.T.  
NUPTK, 5041739640130053

Msy Rustinra Khairunnisa  
NPM 062240422485

Pembimbing II,

Erika Dwi Oktaviani, S.T., M.Eng.  
NUPTK. 7335772673230253

## **MOTTO**

“Maka sesungguhnya bersama kesulitan itu ada kemudahan”

(Q.S Al-Insyirah: 5-6)

“Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya”

(Q.S Al-Baqarah: 286)

“Jangan menyerah, hal-hal besar butuh waktu”

(B.J Habibie)

“Kita punya kendali penuh atas pilihan hidup kita,  
yang penting terus bergerak meski pelan”

(Maudy Ayunda)

## ABSTRAK

### Fermentasi Hidrolisat Kulit Pisang Kepok (*Musa paradisiaca*) Oleh *Zymomonas mobilis* Untuk Pembuatan Bioetanol

---

Msy. Rustinra Khairunnisa, 2026, 54 Halaman, 10 Tabel, 6 Gambar, 3 Lampiran

Penelitian ini dilakukan untuk memanfaatkan limbah kulit pisang kepok (*Musa paradisiaca*) sebagai bahan baku alternatif dalam produksi bioetanol melalui proses fermentasi menggunakan bakteri *Zymomonas mobilis*. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi waktu fermentasi dan persentase starter *Zymomonas mobilis* terhadap kadar etanol yang dihasilkan dari hidrolisat kulit pisang kepok serta mengetahui karakteristik bioetanol hasil distilasi pada kondisi fermentasi optimum. Penelitian diawali dengan proses delignifikasi menggunakan larutan NaOH 2%, kemudian dilanjutkan dengan hidrolisis menggunakan HNO<sub>3</sub> untuk menghasilkan gula sederhana. Hidrolisat yang diperoleh memiliki kadar glukosa sebesar 3,54% dan pH 5. Fermentasi dilakukan secara batch menggunakan *Zymomonas mobilis* dengan variasi waktu fermentasi 24, 48, dan 72 jam serta variasi persentase starter 10, 15, 20, 25, dan 30%. Parameter yang dianalisis meliputi kadar etanol, pH, densitas, dan karakteristik senyawa menggunakan metode *Gas Chromatography-Mass Spectrometry* (GC-MS). Hasil penelitian menunjukkan bahwa waktu fermentasi dan persentase starter memengaruhi kadar etanol yang dihasilkan. Kadar etanol hasil fermentasi berkisar antara 44–57%. Kadar etanol tertinggi sebesar 57% diperoleh pada fermentasi 48 jam dengan persentase starter 15%, sedangkan pada fermentasi 72 jam kadar etanol menurun menjadi 45–49%. Nilai pH hasil fermentasi berada pada kisaran 4,5–5,0. Sampel pada kondisi optimum kemudian didistilasi dan menghasilkan bioetanol dengan pH 6, densitas 0,8779 g/mL, serta kadar etanol sebesar 54% berdasarkan analisis GC-MS.

**Kata kunci:** Bioetanol, kulit pisang kepok (*Musa paradisiaca*), *Zymomonas mobilis*, fermentasi, distilasi, GC-MS.

## ABSTRACT

### **Fermentation of Kepok Banana Peel (*Musa paradisiaca*) Hydrolysate by *Zymomonas mobilis* for Bioethanol Production**

---

**Msy. Rustinra Khairunnisa, 2026, 54 pages, 10 Tables, 6 Figures, 3 Appendices**

This study was conducted to utilize kepok banana peel (*Musa paradisiaca*) waste as an alternative feedstock for bioethanol production through fermentation using *Zymomonas mobilis*. This study aimed to analyze the effects of fermentation time and *Zymomonas mobilis* inoculum concentration on the ethanol content produced from kepok banana peel hydrolysate and to determine the characteristics of the distilled bioethanol obtained under optimum fermentation conditions. The research began with a delignification process using a 2% NaOH solution, followed by acid hydrolysis using HNO<sub>3</sub> to produce simple sugars. The resulting hydrolysate had a glucose content of 3.54% and a pH of 5. Batch fermentation was carried out using *Zymomonas mobilis* with fermentation times of 24, 48, and 72 hours and inoculum concentrations of 10%, 15%, 20%, 25%, and 30%. The parameters analyzed included ethanol content, pH, density, and compound characteristics using Gas Chromatography–Mass Spectrometry (GC-MS).

The results showed that both fermentation time and inoculum concentration significantly affected the ethanol content produced. The ethanol content obtained after fermentation ranged from 44% to 57%. The highest ethanol content (57%) was achieved after 48 hours of fermentation with a 15% inoculum concentration, whereas ethanol content decreased to 45–49% after 72 hours of fermentation. This decline was attributed to the depletion of fermentable substrates, nutrient competition among bacterial cells, and ethanol accumulation, which inhibited bacterial metabolic activity. The pH of the fermentation broth ranged from 4.5 to 5.0. The bioethanol produced under the optimum condition was subsequently distilled, resulting in a product with a pH of 6, a density of 0.8779 g/mL, and an ethanol content of 54% as determined by GC-MS analysis.

**Keywords:** Bioethanol, Kepok Banana Peel (*Musa paradisiaca*), *Zymomonas mobilis*, Fermentation, Distillation, GC-MS.

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas limpahan rahmat, taufik ih dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan Laporan Tugas Akhir dengan judul " **Fermentasi Hidrolisat Kulit Pisang Kepok (*Musa paradisiaca*) Oleh *Zymomonas mobilis* Untuk Pembuatan Bioetanol**" tepat pada waktunya. Laporan ini merupakan hasil rangkaian penelitian yang telah penulis laksanakan sebagai persyaratan kelulusan pada Program Studi D-IV Teknologi Kimia Industri, Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Sriwijaya.

Dalam penyusunan laporan ini, penulis banyak memperoleh dukungan, bimbingan, dan bantuan dari berbagai pihak, baik dari lingkungan akademik maupun non-akademik. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ir. Irawan Rusnadi, M.T. selaku Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya.
2. Dr. Yusri, S.Pd., M.Pd. selaku Wakil Direktur I Politeknik Negeri Sriwijaya.
3. Tahdid, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya.
4. Isnandar Yunanto, S.ST., M.T. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya.
5. Dr. Yuniar, S.T., M.Si. selaku Koordinator Program Studi D-IV Teknologi Kimia Industri, Politeknik Negeri Sriwijaya, yang telah memberikan dukungan akademik dalam pelaksanaan kegiatan.
6. Prof. Dr. Ir. Muhammad Yerizam, M.T. selaku Dosen Pembimbing I sekaligus Pembimbing akademik yang telah memberikan bimbingan dan arahan serta evaluasi selama pelaksanaan penelitian hingga penyusunan laporan ini juga selama perkuliahan ini.
7. Erika Dwi Oktaviani, S.T., M.Eng. selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan arahan, bimbingan, dan evaluasi selama pelaksanaan penelitian hingga penyusunan laporan ini.

8. Kedua orang tua, saudara, dan seluruh keluarga besar penulis atas kasih sayang, doa, dukungan, moral, dan perhatian yang tiada henti selama pelaksanaan penelitian dan penyusunan laporan ini.
9. Seluruh teman-teman kelas KIB seperjuangan yang telah memberikan dukungan dan motivasi selama masa perkuliahan hingga penyelesaian tugas akhir ini.
10. Seluruh pihak lain yang tidak dapat disebutkan satu per satu, tetapi turut membantu kelancaran pelaksanaan program dan penyusunan laporan ini.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih memiliki keterbatasan baik dari segi penulisan maupun isi. Oleh karena itu, kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penulis harapkan demi penyempurnaan laporan ini. Besar harapan penulis agar laporan ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca, dunia pendidikan, serta bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi di bidang teknik kimia.

Palembang, 23 Juni 2026

Penulis

# DAFTAR ISI

|                                                                                                             | Halaman     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| <b>LAPORAN TUGAS AKHIR.....</b>                                                                             | <b>i</b>    |
| <b>IDENTITAS DAN URAIAN UMUM.....</b>                                                                       | <b>ii</b>   |
| <b>RINGKASAN .....</b>                                                                                      | <b>iii</b>  |
| <b>ABSTRACT .....</b>                                                                                       | <b>v</b>    |
| <b>KATA PENGANTAR.....</b>                                                                                  | <b>vii</b>  |
| <b>DAFTAR ISI.....</b>                                                                                      | <b>ix</b>   |
| <b>DAFTAR TABEL .....</b>                                                                                   | <b>xi</b>   |
| <b>DAFTAR GAMBAR.....</b>                                                                                   | <b>xii</b>  |
| <b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>                                                                                | <b>xiii</b> |
| <b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>                                                                               | <b>1</b>    |
| 1.1 Latar Belakang .....                                                                                    | 1           |
| 1.2 Rumusan Masalah.....                                                                                    | 5           |
| 1.3 Tujuan Penelitian .....                                                                                 | 5           |
| 1.4 Manfaat Penelitian .....                                                                                | 5           |
| 1.5 Luaran .....                                                                                            | 6           |
| 1.6 Kebaruan ( <i>novelty</i> ) .....                                                                       | 6           |
| <b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>                                                                         | <b>8</b>    |
| 2.1 Kulit Pisang Kepok ( <i>Musa paradisiaca</i> ) .....                                                    | 8           |
| 2.2 Bioetanol.....                                                                                          | 10          |
| 2.3 <i>Zymomonas mobilis</i> .....                                                                          | 12          |
| 2.4 Proses <i>Fermentasi Batch</i> .....                                                                    | 13          |
| 2.5 Proses Distilasi .....                                                                                  | 15          |
| 2.6 <i>Gas Chromatography-Mass Spectrometry</i> (GC-MS) .....                                               | 17          |
| 2.7 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Produksi Bioetanol.....                                                 | 18          |
| 2.8 Penelitian Terdahulu ( <i>State Of the Art</i> ) .....                                                  | 20          |
| <b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>                                                                  | <b>21</b>   |
| 3.1 Waktu dan Tempat Penelitian .....                                                                       | 21          |
| 3.2 Bahan dan Alat.....                                                                                     | 21          |
| 3.2.1 Bahan yang Digunakan .....                                                                            | 21          |
| 3.2.2 Alat yang Digunakan.....                                                                              | 21          |
| 3.3 Perlakuan dan Rancangan Percobaan .....                                                                 | 22          |
| 3.4 Prosedur Percobaan .....                                                                                | 22          |
| 3.4.4 Proses Distilasi .....                                                                                | 25          |
| 3.5 Diagram Alir Pembuatan Bioetanol .....                                                                  | 27          |
| <b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>                                                                    | <b>28</b>   |
| 4.1 Hasil.....                                                                                              | 28          |
| 4.2 Pembahasan .....                                                                                        | 31          |
| 4.1.1 Analisis Pengaruh Waktu Fermentasi dan Persentase Starter Terhadap Kadar Etanol.....                  | 31          |
| 4.1.2 Analisis Pengaruh Waktu Fermentasi dan Persentase Starter terhadap pH.....                            | 34          |
| 4.2.3 Analisis Pengaruh Waktu Fermentasi dan Persentase Starter terhadap yield etanol Hasil Fermentasi..... | 38          |

|                                                                                                            |           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 4.2.4 Analisis karakteristik bioetanol hasil distilasi yang diperoleh dari kondisi fermentasi optimum..... | 41        |
| <b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>                                                                    | <b>44</b> |
| <b>5.1 Kesimpulan .....</b>                                                                                | <b>44</b> |
| <b>5.2 Saran.....</b>                                                                                      | <b>44</b> |
| <b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>                                                                                | <b>46</b> |
| <b>LAMPIRAN A DATA PENGAMATAN .....</b>                                                                    | <b>48</b> |
| <b>LAMPIRAN B PERHITUNGAN .....</b>                                                                        | <b>50</b> |
| <b>LAMPIRAN C DOKUMENTASI .....</b>                                                                        | <b>53</b> |

## DAFTAR TABEL

| <b>Tabel</b>                                    | <b>Halaman</b> |
|-------------------------------------------------|----------------|
| 1.1 Karakteristik Kimia Kulit Pisang Kepok..... | 10             |
| 2.2 Komposisi Gula pada Kulit Pisang Kepok..... | 11             |
| 2.3 Penelitian Terdahulu.....                   | 21             |
| 4.1 Data Sebelum Fermentasi.....                | 29             |
| 4.2 Data Hasil Fermentasi.....                  | 29             |
| 4.3 Data Hasil Distilasi.....                   | 30             |

## DAFTAR GAMBAR

| Gambar                                                                           | Halaman |
|----------------------------------------------------------------------------------|---------|
| 2.1 Kulit Pisang Kepok.....                                                      | 10      |
| 3.1 Diagram Alir Pembuatan Bioetanol.....                                        | 28      |
| 4.1 Grafik Pengaruh Waktu Fermentasi dan Persentase Starter terhadap Etanol..... | 33      |
| 4.2 Grafik Pengaruh Waktu Fermentasi dan Persentase Starter terhadap pH.....     | 36      |
| 4.3 Grafik Pengaruh Waktu Fermentasi dan Persentase Starter terhadap Yield.....  | 40      |

## DAFTAR LAMPIRAN

|                 |    |
|-----------------|----|
| Lampiran A..... | 48 |
| Lampiran B..... | 50 |
| Lampiran C..... | 53 |