

PENGARUH PRAPERLAKUAN $\text{H}_2\text{O}_2/\text{NaOH}$ DAN HIDROLISIS H_2SO_4 ENGER TERHADAP PRODUKSI BIOETANOL DARI BUNGKIL INTI SAWIT

GIVANA INDAH NURUL AFIAH



**DEPARTEMEN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**

PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Pengaruh Praperlakuan $H_2O_2/NaOH$ dan Hidrolisis H_2SO_4 Encer terhadap Produksi Bioetanol dari Bungkil Inti Sawit” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir laporan ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Juli 2026

Givana Indah Nurul Afiah
G4401221085

ABSTRAK

GIVANA INDAH NURUL AFIAH. Pengaruh Praperlakuan $H_2O_2/NaOH$ dan Hidrolisis H_2SO_4 Encer terhadap Produksi Bioetanol dari Bungkil Inti Sawit. Dibimbing oleh MUHAMAD FARID dan SERARIFI ELAGIN HARAHAHAP.

Bungkil inti sawit (BIS) merupakan limbah lignoselulosa yang berpotensi sebagai bahan baku alternatif produksi bioetanol. Penelitian ini bertujuan menentukan pengaruh waktu praperlakuan $H_2O_2/NaOH$ terhadap komposisi lignoselulosa BIS, pengaruh waktu hidrolisis H_2SO_4 encer terhadap kadar gula pereduksi, serta pengaruh kombinasi kondisi terbaik terhadap produksi bioetanol menggunakan *Saccharomyces cerevisiae*. Penelitian dilakukan melalui tiga tahap, yaitu praperlakuan pada waktu 10, 20, dan 30 menit; hidrolisis pada waktu 1, 2, dan 3 jam; serta fermentasi yang dipantau hingga 96 jam. Variasi waktu pada ketiga tahapan berpengaruh nyata terhadap seluruh parameter yang diamati. Praperlakuan 20 menit menghasilkan penurunan lignin terbesar (13,05%) dan kadar selulosa yang stabil (33,65%), dengan rendemen padatan 70,53%. Kadar gula pereduksi tertinggi diperoleh pada hidrolisis 3 jam (16,40 g/L), rendemen 31,99%. Kadar alkohol total tertinggi (7,36 g/L) diperoleh pada jam ke-72 fermentasi, rendemen 5,15%. Kombinasi praperlakuan 20 menit dan hidrolisis 3 jam terbukti mendukung produksi bioetanol dan menunjukkan potensi BIS sebagai bahan baku alternatif.

Kata kunci: bioetanol, bungkil inti sawit, fermentasi, hidrolisis, praperlakuan.

ABSTRACT

GIVANA INDAH NURUL AFIAH. Effect of $H_2O_2/NaOH$ Pretreatment and Dilute H_2SO_4 Hydrolysis on Bioethanol Production from Palm Kernel Cake. Supervised by MUHAMAD FARID and SERARIFI ELAGIN HARAHAHAP.

Palm kernel cake (PKC) is a lignocellulosic waste with potential as an alternative feedstock for bioethanol production. This study aimed to determine the effect of $H_2O_2/NaOH$ pretreatment time on the lignocellulose composition of PKC, the effect of dilute H_2SO_4 hydrolysis time on reducing sugar content, and the effect of combining the best conditions on bioethanol production using *Saccharomyces cerevisiae*. The study was conducted through three stages, namely pretreatment at 10, 20, and 30 minutes; hydrolysis at 1, 2, and 3 hours; and fermentation monitored for up to 96 hours. Time variation at all three stages significantly affected every parameter observed. Pretreatment for 20 minutes resulted in the greatest lignin reduction (13,05%) and stable cellulose content (33,65%), with a solid yield of 70,53%. The highest reducing sugar content was obtained at 3 hours of hydrolysis (16,40 g/L), with a yield of 31,99%. The highest total alcohol content (7,36 g/L) was obtained at 72 h of fermentation, with a yield of 5,15%. The combination of 20 minute pretreatment and 3 hour hydrolysis was proven to support bioethanol production and highlighting the potential of PKC as an alternative feedstock.

Keywords: bioethanol, fermentation, hydrolysis, palm kernel cake, pretreatment.



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2026
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.

PENGARUH PRAPERLAKUAN $\text{H}_2\text{O}_2/\text{NaOH}$ DAN HIDROLISIS H_2SO_4 ENCER TERHADAP PRODUKSI BIOETANOL DARI BUNGKIL INTI SAWIT

GIVANA INDAH NURUL AFIAH

Skripsi

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar

Sarjana Sains pada

Program Studi Kimia

DEPARTEMEN KIMIA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

INSTITUT PERTANIAN BOGOR

BOGOR

2026



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Tim Penguji pada Ujian Skripsi:

- 1 Dr. Zulhan Arif, S.Si, M.Si.
- 2 Drs. Ahmad Sjahriza, M.Si.
- 3 Prof. Dr. Dra. Charlena, M.Si

Judul Skripsi : Pengaruh Praperlakuan $H_2O_2/NaOH$ dan Hidrolisis H_2SO_4 Encer terhadap Produksi Bioetanol dari Bungkil Inti Sawit

Nama : Givana Indah Nurul Afiah

NIM : G4401221085

Disetujui oleh

Pembimbing 1:

Dr. Drs. Muhamad Farid, M.Si

Pembimbing 2:

Serarifi Elagin Harahap, S.Pi., M.M

Diketahui oleh

Ketua Departemen Kimia:

Prof. Dr. Dra. Dyah Iswantini Pradono, M.Sc.Agr

NIP 19670730 199103 2 001



Tanggal Ujian: 09 Juli 2026

Tanggal Lulus:



vi

@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Perpustakaan IPB University

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah *subhanaahu wa ta'ala* atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan Januari sampai bulan Juni 2026 ini ialah pemanfaatan biomassa lignoselulosa dengan judul “Pengaruh Praperlakuan $H_2O_2/NaOH$ dan Hidrolisis H_2SO_4 Encer terhadap Produksi Bioetanol dari Bungkil Inti Sawit”.

Terima kasih penulis ucapkan kepada para pembimbing, Dr. Drs. Muhamad Farid, M.Si. dan Serarifi Elagin Harahap, S.Pi., M.M. yang telah membimbing dan banyak memberi saran selama penelitian berlangsung. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Pusat Penelitian Kelapa Sawit Unit Bogor yang telah memberikan kesempatan bagi penulis untuk melaksanakan penelitian di sana. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada Mba Silva Latisya, S.T.P., M.M, Kak Khairy Yunda, Kak Janitra, Kak Kania, dan Pak Ugan. yang telah membantu selama pengumpulan data. Ungkapan terima kasih juga disampaikan kepada Ayahanda Ahmad Gumbira, Ibunda Imas Siti Masitoh, Adik Aji Akbar Brilian dan Aghnia Indah Rahmadilla serta seluruh keluarga yang telah memberikan dukungan, doa, dan kasih sayangnya. Penulis juga menyampaikan terima kasih kepada Gilang Juniar, Sifa Resti, Shafa Rahmayani Putri, Sanaya Nurhaliza Putri Solitha, dan rekan-rekan kimia angkatan 59 yang telah membantu, memberikan masukan, saran, motivasi, dan dukungan moral sehingga penulis dapat melaksanakan dan menyelesaikan penelitian karya ilmiah ini.

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Juli 2026

Givana Indah Nurul Afiah

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xi
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	4
II METODE	5
2.1 Waktu dan Tempat	5
2.2 Alat dan Bahan	5
2.3 Teknik Pengumpulan dan Pengolahan Data	5
2.3.1 Teknik Pengumpulan Data	5
2.3.2 Teknik Pengolahan Data	5
2.4 Prosedur Kerja	6
2.4.1 Penyiapan Sampel	6
2.4.2 Penentuan Kadar Air	6
2.4.3 Penentuan Kadar Abu	6
2.4.4 Penentuan Kadar Lemak	7
2.4.5 Penentuan Kadar Protein	7
2.4.6 Pembuatan Larutan <i>Neutral Detergent Solution</i> (NDS)	8
2.4.7 Pembuatan Larutan <i>Acid Detergent Solution</i> (ADS)	8
2.4.8 Analisis Fraksi Serat <i>Neutral Detergent Fiber</i> (NDF), <i>Acid Detergent Fiber</i> (ADF), Selulosa, Hemiselulosa, dan Lignin BIS	9
2.4.9 Analisis Fraksi Serat <i>Neutral Detergent Fiber</i> (NDF), <i>Acid Detergent Fiber</i> (ADF), Selulosa, Hemiselulosa, dan Lignin BIS setelah Praperlakuan	10
2.4.10 Praperlakuan Bungkil Inti Sawit	11
2.4.11 Hidrolisis Asam Encer	11
2.4.12 Penentuan Kadar Gula Pereduksi Hasil Hidrolisis	12
2.4.13 Pembuatan Media <i>Yeast Peptone Dextrose</i> (YPD)	12
2.4.14 Produksi Bioetanol dengan Metode <i>Separate Hydrolysis and Fermentation</i> (SHF)	12
2.4.15 Penentuan Kadar Bioetanol	12
2.4.16 Penentuan Bobot Biomassa Kering <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	13
III HASIL DAN PEMBAHASAN	14

3.1 Komposisi dan Karakteristik Bungkil Inti Sawit (BIS)	14
3.2 Pengaruh Praperlakuan $H_2O_2/NaOH$ terhadap Komposisi Lignoselulosa BIS	16
3.3 Pengaruh Hidrolisis H_2SO_4 Encer terhadap Kadar Gula Pereduksi BIS Hasil Praperlakuan	19
3.4 Hasil Fermentasi Hidrolisat BIS Menggunakan <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	22
IV SIMPULAN DAN SARAN	26
4.1 Simpulan	26
4.2 Saran	26
DAFTAR PUSTAKA	27
LAMPIRAN	33
RIWAYAT HIDUP	44

DAFTAR TABEL

3.1 Karakteristik BIS	14
3.2 Komposisi Lignoselulosa BIS	15

DAFTAR GAMBAR

1.1 Komponen lignoselulosa	1
3.1 Komposisi Lignoselulosa BIS Setelah Praperlakuan $H_2O_2/NaOH$	16
3.2 Warna biomassa BIS: (a) sebelum praperlakuan; (b) sesudah praperlakuan pH 10,5	19
3.3 Kadar gula pereduksi setara glukosa pada variasi waktu hidrolisis 1, 2, dan 3 jam	21
3.4 Profil penurunan kadar gula pereduksi, pembentukan alkohol total, dan pertumbuhan bobot sel kering selama waktu fermentasi	23

DAFTAR LAMPIRAN

1 Diagram alir penelitian	34
2 Contoh Perhitungan Karakteristik BIS	35
3 Rendemen BIS setelah praperlakuan	37
4 Buih yang terbentuk selama proses praperlakuan	37
5 Campuran sampel dan reagen DNS	38
6 Kurva standar glukosa-DNS	38
7 Contoh perhitungan konsentrasi gula pereduksi	39
8 Hasil uji ANOVA kadar gula pereduksi menggunakan DNS	39
9 Hasil uji lanjut Tukey kadar gula pereduksi menggunakan DNS	40
10 Perhitungan rendemen gula pereduksi	40
11 Campuran sampel dan reagen $K_2Cr_2O_7$	40
12 Kurva standar penentuan kadar alkohol total dan gula pereduksi metode $K_2Cr_2O_7$	41
13 Data hasil perhitungan kadar gula pereduksi, alkohol total, bobot sel kering selama fermentasi	41
14 Kurva regresi parameter fermentasi	41
15 Hasil uji ANOVA kadar alkohol total	42
16 Hasil uji lanjut Tukey kadar alkohol total	43
17 Rendemen alkohol total selama fermentasi	43



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.