



PEMANFAATAN BATANG KELAPA SAWIT (*Elaeis guineensis* Jacq.) UNTUK PRODUKSI BIOETANOL GENERASI II

ADINDA ZAHIRA HANAFI



**PROGRAM STUDI ANALISIS KIMIA
SEKOLAH VOKASI
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025**



PERNYATAAN MENGENAI PROYEK TUGAS AKHIR DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa laporan akhir dengan judul “Pemanfaatan Batang Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) untuk Produksi Bioetanol Generasi II” 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 akhir ini.

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

Bogor, Agustus 2025

Adinda Zahira Hanafi
J0312211200

ABSTRAK

ADINDA ZAHIRA HANAFLI. Pemanfaatan Batang Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) untuk Produksi Bioetanol Generasi II. Dibimbing oleh DIMAS ANDRIANTO dan YANNI SUDIYANI.

Biomassa batang kelapa sawit merupakan limbah lignoselulosa yang berpotensi sebagai bahan baku bioetanol generasi kedua. Penelitian ini bertujuan membuktikan potensi bagian atas, tengah, dan bawah Biomassa batang kelapa sawit untuk produksi bioetanol melalui perlakuan awal dan sakarifikasi enzimatis. Perlakuan awal dilakukan menggunakan larutan NaOH 10% pada suhu 150 °C selama 30 menit untuk mengurangi lignin dan hemiselulosa serta meningkatkan kadar selulosa. Proses dilanjutkan dengan sakarifikasi menggunakan variasi aktivitas enzim Ctec 3 pada suhu 50 °C selama 72 jam, kemudian fermentasi menggunakan *Saccharomyces cerevisiae* selama 72 jam. Hasil perlakuan awal menunjukkan penurunan lignin hingga 70%, hemiselulosa 80%, dan peningkatan selulosa hingga 92,67%. Konsentrasi gula reduksi tertinggi sebesar 12,86% diperoleh dari bagian atas batang, sedangkan konsentrasi etanol tertinggi adalah 5,81% dengan densitometri dan 4,64% dengan kromatografi cair kinerja tinggi. Penelitian ini membuktikan bahwa Biomassa batang kelapa sawit dapat dikonversi menjadi bioetanol sebagai sumber energi terbarukan yang berkelanjutan.

Kata kunci: batang kelapa sawit, bioetanol, fermentasi, perlakuan awal

ABSTRACT

ADINDA ZAHIRA HANAFLI. Utilization of Oil Palm Trunk (*Elaeis guineensis* Jacq.) for Bioethanol Production Generation II. Supervised by DIMAS ANDRIANTO and YANNI SUDIYANI.

Replanted oil palm trunks were classified as lignocellulosic waste with potential to be used as feedstock for second-generation bioethanol. The potential of the upper, middle, and lower sections of replanted oil palm trunks for bioethanol production was assessed through pretreatment and enzymatic saccharification. Pretreatment was carried out using a 10% NaOH solution at 150 °C for 30 minutes to reduce lignin and hemicellulose contents while increasing cellulose levels. This was followed by saccharification using varying activities of Ctec 3 enzyme at 50 °C for 72 hours, and fermentation with *Saccharomyces cerevisiae* for 72 hours. Pretreatment resulted in a lignin reduction of up to 70%, hemicellulose reduction of 80%, and cellulose content increase of up to 92.67%. The highest reducing sugar concentration 12.86% was obtained from the upper section of the trunk, while the highest ethanol concentrations were 5.81% by densitometry and 4.64% by high performance liquid chromatography. These results demonstrated that replanted oil palm trunks could be converted into bioethanol as a sustainable renewable energy source.

Keywords: bioethanol, fermentation, oil palm trunk, pretreatment



@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.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2025
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.

PEMANFAATAN BATANG KELAPA SAWIT (*Elaeis guineensis* Jacq.) UNTUK PRODUKSI BIOETANOL GENERASI II

ADINDA ZAHIRA HANAFI

Proyek Tugas Akhir
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Terapan pada
Program Studi Analisis Kimia

**PROGRAM STUDI ANALISIS KIMIA
SEKOLAH VOKASI
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025**



@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.

Judul Proyek : Pemanfaatan Batang Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis*)
Tugas Akhir : Jacq.) untuk Produksi Bioetanol Generasi II
Nama : Adinda Zahira Hanafi
NIM : J0312211200

@Hak cipta milik IPB University

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Dr. Dimas Andrianto, S.Si., M.Si.



Diketahui oleh

Ketua Program Studi:
Dr. Farida Laila, S.Si., M.Si.
NIP 197611032014092002

Dekan Sekolah Vokasi:
Dr. Ir. Aceng Hidayat, M. T.
NIP 196607171992031003





Tanggal Ujian: 05 Agustus 2025

Tanggal Lulus:



PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah *subhanahu wa ta'ala* atas segala karunia-Nya sehingga laporan proyek tugas akhir ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan Januari sampai bulan Mei 2025 ini sebagai Proyek Tugas Akhir, dengan judul “Pemanfaatan Batang Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) untuk Produksi Bioetanol Generasi II”.

Terima kasih penulis ucapkan kepada pembimbing, Dr. Dimas Andrianto, S.Si., M.Si. dan Prof. Dr. Yanni Sudiyani, M.Agr., yang telah membimbing dan memberi banyak saran. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada pembimbing akademik, Faranita Ratih Listiasari, S.H., M.H.; moderator seminar, Dr. Deden Saprudin, M.Si.; serta penguji siding akhir, Dr. Tekad Urip Pambudi Sujarnoko, S.Pt., M.Si., atas segala saran dan masukan yang berharga dalam penyusunan karya ilmiah ini. Di samping itu, penghargaan penulis sampaikan kepada Prof. Roni Maryana, S.Si., M.Sc.Eng., Ph.D., selaku Kepala Pusat Riset Kimia Molekuler-BRIN (Badan Riset dan Inovasi Nasional) yang telah memberikan izin penelitian, beserta Dr. Muryanto, MT, IPM., ibu Lala, Istiarini, S.T.P., Josua Daniel Manurung, S.Pi., M.Si., dan Tasrikin Agustianto, S.T. yang telah membantu selama pengumpulan data. Ungkapan terima kasih juga disampaikan kepada ayah alm. Ir. Dalian Hanafi, ibu Rosmely Indera, kakak, adik dan seluruh keluarga yang telah memberikan dukungan, doa, dan kasih sayangnya.

Semoga karya ilmiah yang akan dihasilkan dari penelitian ini dapat bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Agustus 2025

Adinda Zahira Hanafi



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	xii
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xii
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	2
1.5 Ruang Lingkup	2
1.6 Hipotesis	3
II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Kelapa Sawit	4
2.2 Biomassa Biomassa batang kelapa sawit	4
2.3 Bioetanol	5
2.4 Perlakuan Awal NaOH	7
2.5 Hidrolisis	9
2.6 Enzim Selulase	11
III METODE	13
3.1 Waktu dan Tempat	13
3.2 Alat dan Bahan	13
3.3 Prosedur Kerja	13
3.4 Analisis Data	19
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	20
4.1 Hasil Komponen Lignoselulosa BBKS	20
4.2 Hasil Perlakuan Awal NaOH	22
4.3 Hasil Karakterisasi Struktur dan Komponen BBKS Bahan Baku dan Perlakuan Awal	23
4.4 Hasil Gula Hasil Sakarifikasi Enzimatik Menggunakan Enzim Selulosa	30
4.5 Konsentrasi Etanol Hasil Fermentasi Menggunakan <i>Saccharomyces cereviciae</i>	33
V SIMPULAN DAN SARAN	35
5.1 Simpulan	35
5.2 Saran	35
DAFTAR PUSTAKA	36
LAMPIRAN	43
RIWAYAT HIDUP	57

DAFTAR TABEL

3.1	Formulasi SHF	18
4.1	Komponen lignoselulosa BBKS sebelum perlakuan awal	21
4.2	Penetapan limbah dan spektrum FTIR BBKS	27
4.3	Komponen kimia dalam BBKS	28
4.4	Kandungan karbon, hidrogen, oksigen, dan nitrogen BBKS	29
4.5	Konsentrasi etanol hasil fermentasi	33

DAFTAR GAMBAR

2.1	Limbah tanaman kelapa sawit	4
2.2	Biomassa batang kelapa sawit	5
2.3	Proses perlakuan awal pada biomassa lignoselulosa	7
2.4	Reaksi pemutusan ikatan antar lignin dan selulosa menggunakan NaOH	8
2.5	Mekanisme penyerangan basa pada ikatan ester	9
2.6	Proses SHF dan SSF	10
2.7	Peningkatan sakarifikasi biomassa lignoselulosa menggunakan keluarga Cellic®	12
3.1	Diagram alir penelitian	14
4.1	Kromatogram standar glukosa dan xilosa	20
4.2	Kandungan komponen BBKS sebelum dan setelah perlakuan awal NaOH	22
4.3	BBKS hasil FE-SEM (a) BBKS baku atas, (b) BBKS baku (c) BBKS baku bawah, (d) BBKS perlakuan awal atas, (e) BBKS perlakuan awal tengah, (f) BBKS perlakuan awal bawah	24
4.4	Spektrum FTIR BBKS (a) BBKS baku atas (b) BBKS baku tengah (c) BBKS baku bawah (d) BBKS perlakuan atas (e) BBKS perlakuan tengah (f) BBKS perlakuan bawah.	26
4.5	Kromatografi standar glukosa dan xilosa sakarifikasi	30
4.6	Kromatogram BBKS sakarifikasi jam ke-72	30
4.7	Hasil gula hidrolisis enzimatik (a) glukosa (b) xilosa	31

DAFTAR LAMPIRAN

1	Hasil Komponen Lignoselulosa BBKS	45
2	Hasil Gula Hidrolisis Enzimatik BBKS	50
3	Konsentrasi Etanol Hasil Fermentasi	55