



# **OPTIMASI LIMBAH PADAT TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT MENJADI BIOETANOL DENGAN PERBEDAAN KONSENTRASI REAGEN**

**MUHAMAD SHANI LUTHFI**



**TEKNIK DAN MANAJEMEN LINGKUNGAN  
SEKOLAH VOKASI  
INSTITUT PERTANIAN BOGOR  
BOGOR  
2024**

## PERNYATAAN MENGENAI LAPORAN PROYEK AKHIR DAN SUMBERINFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa proposal proyek akhir dengan judul **“Optimasi Limbah Padat Tandan Kosong Kelapa Sawit menjadi Bioetanol dengan Perbedaan Konsentrasi Reagen”** 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 proposal proyek akhir ini.

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

Bogor, Agustus 2024

Muhamad Shani Luthfi  
J0313201049

@Hak cipta milik IPB University

IPB University



## ABSTRAK

MUHAMAD SHANI LUTHFI. Optimasi Limbah Padat Tandan Kosong Kelapa Sawit menjadi Bioetanol dengan Perbedaan Konsentrasi Reagen. Dibimbing oleh BEATA RATNAWATI.

Limbah yang berasal dari industri kelapa sawit salah satunya yaitu Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS). Pengolahan satu ton kelapa sawit akan dapat menciptakan limbah dengan bentuk tandan kosong kelapa sawit sebanyak 23%. Limbah yang tidak dikelola atau dimanfaatkan dengan baik dapat menimbulkan permasalahan lingkungan dan keresahan masyarakat. Penelitian yang dilakukan bertujuan untuk memanfaatkan limbah TKKS menjadi bioetanol. Prosedur penelitian diawali dengan persiapan alat dan bahan, proses eksperimen yang terdiri dari tiga perlakuan yaitu P1, P2 dan P3. Proses *pretreatment* menggunakan NaOH 2%, 10%, dan 15% dengan kadar selulosa awal 45,11% meningkat menjadi 71,16% pada P3, sedangkan hidrolisis menggunakan konsentrasi H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 2%, 3%, dan 5% dengan hasil penurunan tertinggi kadar selulosa sebesar 23,39% pada P3. Proses fermentasi dilakukan selama lima hari menggunakan bakteri *Saccharomyces cerevisiae*, kemudian destilasi bertujuan untuk memisahkan air dengan etanol. Hasil data yang diperoleh dilakukan pengujian efektivitas dan analisis data untuk mengetahui konsentrasi NaOH dan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> yang menghasilkan kadar etanol paling tinggi. Perlakuan yang menghasilkan kadar etanol paling tinggi yaitu P3 sebesar 55%.

Kata Kunci: bioetanol, kelapa sawit, selulosa, limbah padat.

## ABSTRACT

MUHAMAD SHANI LUTHFI. Optimization of Palm Oil Empty Fruit Bunch Solid Waste into Bioethanol with Different Concentrations of Reagents. Supervised by BEATA RATNAWATI.

One of the palm oil industry wastes is empty palm bunches (TKKS). Processing one ton of oil palm will be able to create waste in the form of empty palm bunches, as much as 23%. Waste must be managed or utilized correctly, as it can cause environmental problems and community unrest. The research aims to use the waste of TKKS in bioethanol. The research begins with preparing tools and materials; the experimental process consists of three treatments, namely P1, P2, and P3. The pretreatment process uses 2%, 10%, and 15% NaOH with an initial cellulose content of 45.11%, increasing to 71.16% in P3, while hydrolysis uses 2%, 3%, and 5% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> concentrations with the highest decrease in cellulose content of 23.39% in P3. The fermentation process was carried out for five days using *Saccharomyces cerevisiae* bacteria, and distillation aimed to separate water from ethanol. The results of the data obtained were tested for effectiveness, and data analysis was performed to determine the concentration of NaOH and H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, which produced the highest ethanol content. The treatment that produces the highest ethanol content is P3 at 55%.

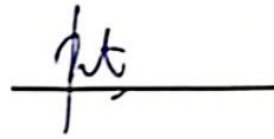
Keywords: bioethanol, cellulose, palm oil, solid waste.

Judul Proyek Akhir : Optimasi Limbah Padat Tandan Kosong Kelapa Sawit menjadi Bioetanol dengan Perbedaan Konsentrasi Reagen

Nama : Muhamad Shani Luthfi  
NIM : J0313201051

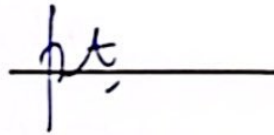
Disetujui oleh

Dosen Pembimbing:  
Dr. Beata Ratnawati S.T., M.Si.

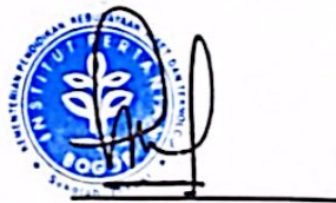


Diketahui oleh

Ketua Program Studi:  
Dr. Beata Ratnawati S.T., M.Si.  
NPI. 201811198806252001



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



Tanggal Ujian:  
(14 Agustus 2024)

Tanggal Lulus:

## PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah *subhanaahu wa ta'ala* atas segala karunia-Nya sehingga proyek akhir berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan Desember 2023 sampai bulan Agustus 2024 ialah Limbah Padat dengan judul “Optimasi Limbah Padat Tandan Kosong Kelapa Sawit menjadi Bioethanol dengan Perbedaan Konsentrasi Reagen”. Ucapan terima kasih penulis ucapkan kepada seluruh pihak yang membantu jalannya penelitian.

Terimakasih sebesar-besarnya diucapkan kepada Ibu dosen pembimbing sekaligus Ketua Program Studi Teknik dan Manajemen Lingkungan Institut Pertanian Bogor, Dr. Beata Ratnawati S.T., M.Si, atas bimbingan, arahan selama membimbing dari awal sampai akhir proses penulisan proyek akhir. Ilmu, waktu dan masukan yang sangat berharga telah diberikan, sehingga berdampak besar bagi perkembangan pengetahuan di bidang lingkungan. Ucapan terimakasih juga saya ucapkan kepada keluarga yang selalu memberikan doa dan dukungan baik secara moril atau materiil. Saya ucapkan juga terimakasih kepada Yana Riski Sahlendra sebagai orang yang mendukung dan banyak membantu dalam penelitian. Saya ucapkan juga terimakasih kepada teman-teman seperjuangan yang telah memberikan saran, masukan, dan semangat dalam menghadapi setiap tantangan yang dihadapi selama proses penulisan.

Penulis sadar bahwa Proyek Akhir tidak lepas dari kekurangan dan jauh dari kata sempurna. Kritik dan saran yang membangun sangat diperlukan untuk menyempurnakan proyek akhir. Semoga proyek akhir dapat bermanfaat dan sebagai referensi penelitian bagi pembaca.

Bogor, Agustus 2024

*Muhamad Shani Luthfi*

## DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR LAMPIRAN	viii
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	2
II TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Limbah Padat	3
2.2 Sumber Limbah Industri Sawit	3
2.3 Karakteristik Limbah Padat	3
2.4 Tandan Kosong Kelapa Sawit	3
2.5 Dampak Limbah Industri Kelapa Sawit	4
2.6 Bioetanol	4
2.7 Proses Pembuatan Bioetanol	4
III METODE	5
3.1 Lokasi dan Waktu	5
3.2 Teknik Pengumpulan Data dan Analisis Data	5
3.2.1 Teknik Pengumpulan Data	5
3.2.2 Teknik Analisis Data	6
3.3 Prosedur Kerja Teknik Pengumpulan Data dan Analisis Data	7
3.3.1 Prosedur Penelitian	8
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	9
4.1 Proses Pembuatan	9
4.1.1 Proses Pembuatan Bioetanol	9
4.2 Pengaruh Konsentrasi NaOH dan H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	13
4.2.1 Pengaruh Konsentrasi NaOH terhadap Kadar Selulosa	13
4.2.2 Pengaruh Konsentrasi H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> terhadap Kadar Selulosa	14
4.3 Perbandingan setiap Perlakuan terhadap Lama Nyala Api	15
V SIMPULAN DAN SARAN	17
5.1 Kesimpulan	17
5.2 Saran	17
DAFTAR PUSTAKA	18
LAMPIRAN	20



## DAFTAR TABEL

1	Kriteria Efektivitas Peningkatan	6
2	Kriteria Efektivitas Penurunan	6
3	Hasil Uji Efektivitas Peningkatan Kadar Selulosa Pada Tahap Pretreatment	14
4	Hasil Uji Efektivitas Penurunan Kadar Selulosa pada Tahap Hidrolisis	15

## DAFTAR GAMBAR

1	Proses Penelitian	8
2	Pembuatan Larutan NaOH 10% (2a), Proses <i>Pretratment</i> (2b)	9
3	Proses Hdirolisis	10
4	Filtrat Hasil Hidrolisis (A), Proses Fermentasi H-0 (B), H-5(C)	10
5	pH selama Proses Fermentasi	11
6	Suhu selama Proses Fermentasi	12
7	Proses Destilasi	12
8	Hasil Peningkatan Kadar Selulosa di Proses <i>Pretreatment</i>	13
9	Hasil Penurunan Kadar Selulosa di Proses Hidrolis	14
10	Nyala Api P2 (a), Nyala Api P3 (b)	16

## DAFTAR LAMPIRAN

1	Dokumentasi proses <i>pretreatment</i>	21
2	Dokumentasi proses fermentasi dan destilasi	22