SKRIPSI

PEMANFAATAN LIMBAH PRODUK KAYU SEBAGAI BAHAN PEMBUATAN BIOETANOL

Oleh :

DWI KURNIAWAN
17034010003

PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JATIM
SURABAYA
2022

SKRIPSI

PEMANFAATAN LIMBAH PRODUK KAYU SEBAGAI BAHAN PEMBUATAN BIOETANOL

Oleh :

DWI KURNIAWAN
17034010003

PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"
JATIM
SURABAYA
2022

PEMANFAATAN LIMBAH PRODUK KAYU SEBAGAI BAHAN PEMBUATAN BIOETANOL

SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan
Dalam Memperoleh Gelar Sarjana Teknik (ST.)
Program Studi Teknik Lingkungan.

Diajukan Oleh :

DWI KURNIAWAN
NPM: 17034010003

PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"
JATIM
SURABAYA
2022

LEMBAR PENGESAHAN
SKRIPSI/TUGAS AKHIR

PEMANFAATAN LIMBAH PRODUK KAYU SEBAGAI BAHAN PEMBUATAN BIOETANOL

Disusun Oleh :

DWI KURNIAWAN
NPM: 17034010003

Telah Dipertahankan Dihadapan dan Diterima Oleh Tim Penguji Skripsi
Fakultas Teknik Program Studi Teknik Lingkungan
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur
Pada Tanggal 4 Januari 2022

Menyetujui Dosen
Pembimbing,

Dr. Ir. Novirina H., MT.
NIP. 19681126 199403 2 001

Mengetahui,
DEKAN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JATIM

Dr. Dra. Jariyah, MP.
NIP. 19650403 199103 2 001

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim. Alhamdulillahirabbil'alamin. Puji syukur penulis kepada Allah SWT tuhan semesta alam sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan skripsi ini dengan judul " **PEMANFAATAN LIMBAH PRODUK KAYU SEBAGAI BAHAN PEMBUATAN BIOETANOL**".

Skripsi ini dapat diselesaikan dengan tepat waktu tentunya tidak terlepas dari bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dr. Dra. Jariyah, MP selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur.
2. Dr. Ir. Novirina Hendrasarie, MT selaku Koordinator Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur dan sekaligus menjadi dosen pembimbing skripsi.
3. Ir. Yayok Surya P., M.S selaku dosen wali dan dosen penguji skripsi saya, serta Ir. Tuhu Agung R., MT. selaku dosen penguji skripsi, terima kasih atas saran dan masukannya dalam pengerjaan skripsi ini.
4. Kedua orang tua yang senantiasa memberikan dukungan dan doa tanpa henti serta bantuan dalam bentuk apa pun yang bisa mereka berikan.
5. Kawan-kawan seperjuangan: Ucup, Armen, Zarin, Andre, Papeng. Serta terima kasih Mas Rio atas saran dalam penulisan skripsi ini.
6. Teman-teman angkatan 17, Fawas, Kaji, Qidham, Pipet, Tower, Siska, Rere, Evik, dan lainnya yang tidak bisa disebutkan satu-persatu.
7. Bu Juli laboran laboratorium lingkungan, terima kasih atas bantuan dan dukungan moralnya selama pengerjaan penelitian.
8. Seorang wanita di sana, terima kasih atas waktu dan pelajaran yang berharga.
9. Orang-orang acak yang pernah saya temui atau berbagi informasi dengan saya selama pengerjaan skripsi ini, Anda semua orang-orang baik semoga kebaikan Anda semua dibalas oleh Tuhan.

Surabaya, Desember 2021

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR i
DAFTAR ISI ii
DAFTAR TABEL iv
DAFTAR GAMBAR v
ABSTRAK vi
ABSTRACTS vii
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Perumusan Masalah 2
1.3 Tujuan Penelitian 3
1.4 Manfaat 3
1.5 Lingkup Penelitian 3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA 4
2.1 Tinjauan Umum 4
2.2 Landasan Teori 4
2.2.1 Bioetanol Generasi Pertama 6
2.2.2 Bioetanol Generasi Kedua 6
2.2.3 Bahan Bioetanol 7
2.2.3.1 Kertas HVS 7
2.2.3.2 Kertas Kardus 8
2.2.3.3 Serbuk Kayu 8
2.2.4 Komponen Penyusun Bahan 9
2.2.4.1 Lignoselulosa 9
2.2.4.2 Selulosa 10
2.2.4.3 Hemiselulosa 11
2.2.4.4 Lignin 11
2.2.5 Tahap Produksi Bioetanol 12
2.2.6.1 Pretreatment 13
2.2.6.2 Hidrolisis 15
2.2.6.3 Fermentasi 16
2.2.6.4 Destilasi 18
2.2.6.5 Adsorpsi 19
2.3 Hasil Penelitian Terdahulu 20

BAB III METODE PENELITIAN 22
3.1 Kerangka penelitian 22
3.2 Bahan dan alat 22
3.2.2 Gambar Alat Fermentasi 24
3.2.2 Gambar Alat Destilasi 25
3.3 Cara kerja 26
3.3.1 Persiapan bahan baku sebelum diproses 26
3.3.2 Tahap delignifikasi (*pretreatment*) bahan baku 26
3.3.3 Tahap hidrolisis enzim 26
3.3.4 Tahap fermentasi 27
3.3.5 Tahap destilasi-adsorpsi 27
3.4 Variabel 27
3.5 Analisis 29
3.6 Jadwal Kegiatan 30
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 32
4.1 Uji lignin untuk menentukan jenis delignifikasi yang digunakan dalam pembuatan bioetanol 32
4.2 Jenis lignoselulosa limbah produk kayu terbaik dalam menghasilkan bioetanol 33
4.3 Pengaruh waktu fermentasi terhadap kadar bioetanol 35
4.4 Pengaruh penggunaan adsorben proses adsorpsi terhadap kadar bioetanol 37
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN 41
5.1 Kesimpulan 41
5.2 Saran 41
DAFTAR PUSTAKA 43
LAMPIRAN A DATA PENELITIAN 48
LAMPIRAN B DOKUMENTASI PENELITIAN 54
LAMPIRAN C DATA PENDUKUNG 67

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Komposisi kertas..... 7
Tabel 2.2 Komposisi kayu 9
Tabel 2.3 Hidrolisa asam..... 16
Tabel 2.4 Hidrolisa enzim 16
Tabel 4.1 Kadar lignin bahan yang terdelignifikasi..... 32
Tabel 4.2 Persen etanol dengan adsorben zeolit 4A - adsorpsi tahap 1 33
Tabel 4.3 Persen etanol dengan adsorben silika gel - adsorpsi tahap 1 33
Tabel 4.3 Persen etanol dengan adsorben zeolit 4A - adsorpsi tahap 2 34
Tabel 4.3 Persen etanol dengan adsorben silika gel - adsorpsi tahap 2 34

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Skema struktur lignoselulosa yang mengandung selulosa, hemiselulosa, dan lignin 10
Gambar 2.2 Skema selulosa dan fibril 11
Gambar 2.3 Skema proses pembuatan bioetanol dari bahan lignoselulosa 12
Gambar 2.4 Reaksi sederhana selulosa menjadi bioetanol 13
Gambar 2.5 Grafik persen etanol terhadap titik didih 18
Gambar 3.1 Diagram kerangka penelitian 22
Gambar 3.2 Alat fermentasi sederhana 24
Gambar 3.3 Alat destilasi 25
Gambar 4.1 Grafik korelasi waktu fermentasi dan kadar etanol untuk adsorben silika gel 36
Gambar 4.2 Grafik korelasi waktu fermentasi dan kadar etanol untuk adsorben zeolit 4A 36
Gambar 4.3 Perbandingan kadar etanol bahan kardus dengan 2 jenis adsorben. 38
Gambar 4.4 Perbandingan kadar etanol bahan HVS dengan 2 jenis adsorben ... 39
Gambar 4.5 Perbandingan kadar etanol bahan serbuk kayu dengan 2 jenis adsorben 39

ABSTRAK

Bioetanol merupakan salah satu energi alternatif berbasis biomassa. Sumber biomassa yang dapat dimanfaatkan adalah lignoselulosa dari sisa produk kayu. Konsumsi kertas dan kardus, yang merupakan produk kayu, di seluruh dunia pada tahun 2015 mencapai 410,7 juta ton. Pada penelitian ini, bioetanol diproduksi dari bahan yang berasal dari limbah produk kayu seperti kertas HVS, kardus, dan serbuk kayu. Delignifikasi dilakukan pada 50 gram bahan yang telah disiapkan, kemudian ditambahkan 500 mL H_2SO_4 10% selama 2 jam pada suhu 100 °C. Proses hidrolisis dengan enzim selulase 5 gram, 500 mL air pada pH 4 dan suhu 50 °C selama 4 jam. Proses fermentasi pada pembuatan bioetanol ini menggunakan *Saccharomyces cerevisiae* dengan variasi waktu fermentasi 8, 10 dan, 12 hari. Selain itu, juga terdapat proses destilasi-adsorpsi sebanyak 2 tahap yang menggunakan variasi jenis adsorben, yaitu zeolit 4A dan silika gel dengan lama waktu 60 menit. Hasil terbaik diperoleh pada bahan serbuk kayu, waktu fermentasi 10 hari, dan adsorben zeolit 4A, dengan kadar etanol sebesar 44,78 %.

Kata kunci : Bioetanol, limbah produk kayu, delignifikasi, waktu fermentasi, destilasi-adsorpsi, kadar etanol

ABSTRACTS

Bioethanol is one of biomass based alternative energy. Biomass sources that can be used is lignocellulose from wood product waste. Consumption of paper and cardboard, which is one of wood product, of the world in 2015 reach 410,7 million tons. In this research, bioethanol is produced from raw material that is originated from wood product waste such as HVS paper, cardboard, and sawdust. Delignification is done to 50 grams of raw materials, than add 500 mL of H_2SO_4 *10% for 2 hours and 100 °C. Hydrolysis with 5 grams of cellulase enzyme is done with 500 mL of water on pH 4 and 50 °C temperature for 4 hours. Fermentation in this bioethanol production use Saccharomyces cerevisiae with fermentation time variation of 8, 10, and 12 days. Furthermore, there are 2 stages distillation – adsorption process with adsorbent variation, zeolite 4A and silica gel for 60 minutes. Highest result is reached by sawdust raw material, 10 days of fermentation time, and zeolite 4A as adsorbent, with ethanol content 44,78 %.*

Keywords *: Bioethanol, wood product waste, delignification, fermentation time, distillation-adsorption, ethanol content*