

OPTIMASI PROSES FERMENTASI ETANOL DARI LIMBAH AMPAS TAHU MENGGUNAKAN STRAIN *Saccharomyces cerevisiae*

ABSTRAK

Industri tahu merupakan salah satu penyumbang emisi CO₂ terbesar di Indonesia. Data tahun 2014 menunjukkan industri tahu berjumlah 84.000 unit usaha dalam skala industri. Limbah cair yang dihasilkan dari industri tahu sebanyak 20 juta meter kubik per tahun dan menghasilkan emisi sekitar 1 juta ton CO₂ ekuivalen. Pemakaian minyak bumi terus menerus menyebabkan persediaan minyak bumi semakin menipis dan harga bahan bakar semakin meningkat. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui kombinasi perlakuan optimum dan respon rendemen terhadap perbedaan lama fermentasi, kecepatan penggojokan (agitation rate), dan sirup glukosa hasil hidrolisis pada proses fermentasi etanol dari limbah ampas tahu menggunakan strain *Saccharomyces cerevisiae*. Bahan baku yang digunakan adalah limbah ampas tahu yang didapatkan dari UD. Sumber Makmur Kamal Bangkalan. Menggunakan Response Surface Methodology (RSM) desain tiga variabel Box-Behnken dengan 3 faktor 3 level. Faktor penelitian lama fermentasi (X1) (48,72,96) jam, kecepatan penggojokan (X2) (0,50,100) rpm, dan sirup glukosa hasil hidrolisis (X3) (250,500,750) ml. Parameter penelitian meliputi perhitungan rendemen dan analisis kadar gula media. Hasil optimasi RSM menunjukkan kombinasi perlakuan lama fermentasi 77,9982 jam, kecepatan penggojokan 51,5871 rpm, dan sirup glukosa hasil hidrolisis 395,5348 ml dengan rendemen optimal 1,9805% v/v.

Kata kunci: Limbah Ampas Tahu, Fermentasi, etanol, Strain *Saccharomyces cerevisiae*, RSM

ETHANOL OF FERMENTATION PROCESS OPTIMIZATION FROM TOFU WASTE USING *Saccharomyces cerevisiae* STRAINS

ABSTRACT

*Tofu industry is one of the greatest CO₂ emission contributor in Indonesia. Tofu industry amounts to 84.000 labor units on industrial scale. The liquid waste is produced from tofu industry about 20 million cubic meters each year and produces emission about 1 million tons ekivalen CO₂. The fuel oil consumption countinously causes the fuel oil stock becomes more less and the fuel cost becomes more rise. The purpose of this study is to know optimum treatment combination and rendemen response to fermentation time difference, agitation rate, and glucose-syrup for ethanol fermentation process using *Saccharomyces cerevisiae* strains. The used of raw material is tofu waste that obtained from UD. Sumber Makmur, Kamal area of Madura. The research design uses Response Surface Methodology (RSM) three variable of Box-Behnken Design with 3 factors and 3 levels. The research factors are fermentation time (X1) (48,72,96) hours, agitation speed (X2) (0,50,100) rpm, and glucose-syrup (X3) (250,500,750) ml. The research parameters comprise the rendemen calculation and the media sugar-content analysis. The results of RSM optimization shows that combination treatment of fermentation time is 77,9982 hours, agitation speed is 51,5871 rpm, and glucose-syrup amounted to 395,5348 ml that optimum rendemen is 1,9805% v/v.*

Keywords: *Tofu Waste, Fermentation, Ethanol, *Saccharomyces cerevisiae* Strains, RSM*

DAFTAR ISI

HALAMAN DEPAN	i
HALAMAN JUDUL.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
RIWAYAT HIDUP PENULIS	v
PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH	vii
DEDIKASI.....	viii
KATA PENGANTAR	ix
ABSTRAK	xi
ABSTRACT.....	xii
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvii
I. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan.	3
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Batasan Masalah.....	4
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Limbah Ampas Tahu.....	5
2.2 Limbah Cair Tahu (<i>Whey</i>).....	6
2.3 Kondisi Energi di Indonesia.....	7
2.4 Analisis Kelayakan Ekonomi Produksi Bioetanol di Indonesia	7
2.5 Etanol	8
2.6 Proses Fermentasi Etanol	9
2.6.1 Fermentasi	9
2.6.2 Faktor yang mempengaruhi Proses Fermentasi Etanol	10
2.7 Persiapan <i>Strain Saccharomyces cerevisiae</i>	10
2.8 <i>Response Surface Methodology</i> (RSM)	11

2.9 Desain Optimasi dengan RSM (<i>Response Surface Methodology</i>).....	12
III. METODE PENELITIAN	14
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	14
3.2 Alat dan Bahan Penelitian.....	14
3.3 Tahapan Penelitian	15
3.3.1 Penelitian Pendahuluan	15
3.3.2. Penelitian Utama	16
3.4 Parameter Penelitian.....	17
3.5 Desain Penelitian.....	18
3.6 Analisis Data	18
3.7 Diagram Alir Penelitian Optimasi Proses Fermentasi Etanol Ampas Tahu	19
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	21
4.1 Penelitian Pendahuluan	21
4.1.1 Analisis Kadar Pati dari Tepung Ampas Tahu.....	21
4.2 Analisis <i>Response Surface Methodology</i> pada Proses Fermentasi Etanol dari Limbah Ampas Tahu	22
4.3 Pengaruh Perbedaan Lama Fermentasi, Kecepatan Penggojokan, dan Sirup Glukosa Hasil Hidrolisis yang digunakan terhadap Rendemen	26
4.3.1 Pengaruh Lama Fermentasi dan Kecepatan Penggojokan terhadap Rendemen yang dihasilkan.....	26
4.3.2 Pengaruh Lama Fermentasi dan Sirup Glukosa Hasil Hidrolisis terhadap Rendemen yang dihasilkan	29
4.3.3 Pengaruh Kecepatan Penggojokan dan Sirup Glukosa Hasil Hidrolisis terhadap Rendemen yang dihasilkan	31
4.4 Optimasi dan Uji <i>Desirability</i> terhadap Respon Rendemen Etanol dari Limbah Ampas Tahu	33
V. KESIMPULAN DAN SARAN	36
5.1 Kesimpulan	36
5.2 Saran.....	36
DAFTAR PUSTAKA	37
LAMPIRAN.....	42

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Komposisi Kimia Ampas Tahu/100 gram bahan	5
Tabel 2.2 Komposisi Kimia Limbah Cair Tahu	6
Tabel 2.3 Baku Mutu Limbah Cair Tahu	6
Tabel 2.4 Hasil Studi Kelayakan Ekonomi Pembuatan Bahan Bakar dari berbagai Bahan Baku	8
Tabel 2.5 Desain Tiga Variabel <i>Box-Behnken</i>	12
Tabel 3.1 Daftar Peralatan yang digunakan dalam Penelitian.....	14
Tabel 3.2 Daftar Bahan yang digunakan dalam Penelitian	15
Tabel 3.3 Desain Penelitian Proses Fermentasi Etanol dari Limbah Ampas Tahu.....	18
Tabel 4.1 Ringkasan Model Statistik	22
Tabel 4.2 Hasil Analisis Regresi Kuadratik pada Pembuatan Etanol dari Limbah Ampas Tahu (<i>quadratic</i>)	22
Tabel 4.3 <i>Analysis of Variance (ANOVA) Fitted Second Order Polynomial</i> Rendemen pada Proses Fermentasi Etanol dari Limbah Ampas Tahu (<i>quadratic</i>).....	23
Tabel 4.4 Koefisien Regresi Terestimasi Rendemen pada Proses Fermentasi Etanol dari Limbah Ampas Tahu (<i>quadratic</i>)	24
Tabel 4.5 Tabel Kriteria Optimasi.....	33
Tabel 4.6 Tabel Solusi Optimum berdasarkan Uji <i>Desirability</i> (Lampiran 2).....	33

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian Pendahuluan	19
Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian Proses Utama.....	20
Gambar 4.1 Respon Rendemen Etanol berdasarkan Data Aktual dan Data Prediksi dari Rancangan Percobaan menggunakan <i>Design</i> BBD (<i>Box</i> <i>Behnken Design</i>)	25
Gambar 4.2 <i>Surface Plot 3D</i> Pengaruh Lama Fermentasi dan Kecepatan Penggijokan terhadap Rendemen pada Sirup Glukosa Hasil Hidrolisis 395,53 ml	27
Gambar 4.3 <i>Contour Plot</i> Pengaruh Lama Fermentasi dan Kecepatan Penggijokan terhadap Rendemen pada Sirup Glukosa Hasil Hidrolisis 395,53 ml	28
Gambar 4.4 <i>Surface Plot 3D</i> Pengaruh Lama Fermentasi dan Sirup Glukosa Hasil Hidrolisis terhadap Rendemen pada Kecepatan Penggijokan 51,587 rpm	29
Gambar 4.5 <i>Contour Plot</i> Pengaruh Lama Fermentasi dan Sirup Glukosa Hasil Hidrolisis terhadap Rendemen pada Kecepatan Penggijokan 51,587 rpm	30
Gambar 4.6 <i>Surface Plot 3D</i> Pengaruh Kecepatan Penggijokan dan Sirup Glukosa Hasil Hidrolisis terhadap Rendemen pada Lama Fermentasi 77,9983 jam	31
Gambar 4.7 <i>Contour Plot</i> Pengaruh Kecepatan Penggijokan dan Sirup Glukosa Hasil Hidrolisis terhadap Rendemen pada Lama Fermentasi 77,9983 jam	32
Gambar 4.8 Solusi Optimum berdasarkan <i>Contour Plot</i> dengan Nilai Rendemen 1,9805%.....	34
Gambar 4.9 <i>Bar Plot</i> Nilai <i>Desirability</i> untuk Solusi Optimal pada <i>Response</i> <i>Surface Methodology</i>	35
Gambar 4.10 Uji <i>Desirability Value</i> untuk Solusi Optimal pada <i>Response Surface</i> <i>Methodology</i>	3

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Dokumentasi Penelitian	42
Lampiran 2 Solusi Hasil Uji <i>Desirability</i>	44
Lampiran 3 Data Rendemen Hasil Penelitian	45
Lampiran 4 Evaluasi Desain Model RSM.....	46
Lampiran 5 Hasil <i>Sum of Squares</i>	48
Lampiran 6 Hasil Analisis Variansi	49