UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Evaluasi Teknologi Produksi Bioetanol Dari Rumput Laut Sargassum Skala Komunitas
EKO SETIAWAN, Dr. Eng. Ir. Muh Arif Wibisono, S.T., M.T., IPM, ASEAN Eng.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL i
HALAMAN PENGESAHAN i
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI iv
KATA PENGANTAR v
DAFTAR ISI viii
DAFTAR TABEL xi
DAFTAR GAMBAR xii
DAFTAR LAMPIRAN xiii
DAFTAR NOTASI ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN xiv
INTISARI xv
ABSTRACT xvi
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1. Latar Belakang 1
1.2. Rumusan Masalah 5
1.3. Asumsi dan Batasan Masalah 5
1.4. Tujuan Penelitian 6
1.5. Manfaat Penelitian 6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA 7
2.1. Bioetanol Generasi Ketiga 7
2.1.1. Optimasi Teknis Pada Skala Laboratorium 7
2.1.2. Karakter Biomassa dan Potensi Suplai 7
2.1.3. Kelayakan Ekonomi Produksi Bioetanol 8
2.2. Teknologi Tepat Guna (TTG) Dalam Produksi Bioetanol 8
2.3. Pemetaan Penelitian 8
2.4. Kesenjangan Penelitian 10
2.4.1. Kesenjangan Pada TTG 10
2.4.2. Kesenjangan Ekonomi 10
2.4.3. Kesenjangan Pemanfaatan Produk Samping 10
BAB III LANDASAN TEORI 12
3.1. Bioetanol dan Proses Produksi 12
3.1.1 Definisi Bioetanol 12
3.1.2. Reaksi Kimia Pada Produksi Bioetanol 12
3.1.3. Parameter Operasi Optimal 12
3.2. Karakteristik Sargassum sp 13
3.2.1. Komposisi Kimia 13
3.2.2. Rendemen Teoritis Etanol 13
3.3. Definisi dan Kriteria Teknologi Tepat Guna (TTG) 13
3.4. Technology Readiness Level (TRL) 14
3.5. Model Neraca Massa dan Energi 15
3.6. Model Neraca Energi 15
3.7. Energi Untuk Fermentasi ($Q_{fermentasi}$) 16
3.8. Energi Untuk Distilasi ($Q_{distilasi}$) 16
3.9. Energi Untuk Dehidrasi ($Q_{dehidrasi}$) 16

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Evaluasi Teknologi Produksi Bioetanol Dari Rumput Laut Sargassum Skala Komunitas
EKO SETIAWAN, Dr. Eng. Ir. Muh Arif Wibisono, S.T., M.T., IPM, ASEAN Eng.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

3.10. Analisis Kelayakan Ekonomi 17
3.11. The One Factor At A Time Method (OFAT) 19
BAB IV METODE PENELITIAN 21
4.1. Desain Penelitian 21
4.2. Alat dan Bahan Penelitian 21
4.2.1. Bahan Baku Utama 21
4.2.2. Bahan Kimia dan Mikrobiologi 21
4.2.3. Alat Proses Produksi dan Pengukuran 22
4.2.4. Analisis Laboratorium Independent 23
4.3. Metode Penelitian 23
4.4. Prosedur Kerja 24
4.4.1. Persiapan Biomassa 24
4.4.2. Pretreatment Biomassa 25
4.4.3. Netralisasi 25
4.4.4. Fermentasi 26
4.4.5. Distilasi dan Dehidrasi 26
4.5. Optimasi Proses Dengan Metode OFAT 29
4.6. Evaluasi Hambatan Teknis 29
4.7. Pengujian Laboratorium 29
4.8. Analisis Neraca Massa dan Energi 30
4.9. Analisis Kelayakan Ekonomi 30
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN 31
5.1. Optimasi Proses Dengan Metode One Factor at a Time (OFAT) 31
5.1.1. Optimasi Konsentrasi HCl 31
5.1.2. Optimasi Konsentrasi HCl Dengan Antifoam 31
5.1.3. Optimasi Konsentrasi Ragi dan Waktu Fermentasi 32
5.2. Evaluasi Hambatan Teknis dan Mitigasi 32
5.2.1. Pembentukan Busa Berlebih Saat Hidrolisis 33
5.2.2. Korosi Pada Reaktor SS304 33
5.2.3. Pelepasan Gas HCl 34
5.3. Neraca Massa dan Energi 35
5.3.1. Neraca Massa (Kondisi Optimum HCl 5%) 35
5.3.2. Neraca Massa Fermentasi (HCl 5%, Ragi 1%) 35
5.3.3. Neraca Energi 36
5.4. Pengujian Laboratorium 38
5.4.1. Hasil Uji Rumput Laut Kering 38
5.4.2. Hasil Uji Larutan Fermentasi 40
5.4.3. Hasil Uji Limbah Padat 41
5.4.4. Overestimate Pada Alat Ukur Sederhana 42
5.5. Analisa Ekonomi 42
5.5.1. Kebutuhan Bahan Baku Per 1 Liter Bioetanol 42
5.5.2. Perhitungan NPV, IRR, PP dan B/C Ratio 44
5.6. Analisis Teknologi 49
5.7. Analisis lingkungan 50
5.8. Skenario Alternatif : Integrasi Industri Ekstraksi Alginat 51
5.8.1. Konsep Pemanfaatan Limbah Industri Alginat 51

UNIVERSITAS
GADJAH MADA

Evaluasi Teknologi Produksi Bioetanol Dari Rumput Laut Sargassum Skala Komunitas
EKO SETIAWAN, Dr. Eng. Ir. Muh Arif Wibisono, S.T., M.T., IPM, ASEAN Eng.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

5.8.2. Keunggulan Dari Skenario Integrasi Industri Alginat 51
5.9. Evaluasi Teknologi Tepat Guna (TTG) dan Technology Readiness Level (TRL) 52
5.9.1. Perbandingan TTG dan Skala Laboratorium 52
5.9.2. Evaluasi Kesesuaian Dengan Kriteria TTG 52
5.9.3. Penentuan Technology Readiness Level (TRL) 53
BAB VI PENUTUP 55
6.1. Kesimpulan 55
6.2. Saran..... 56
DAFTAR PUSTAKA 58
LAMPIRAN..... 64