



DAFTAR ISI

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	Error! Bookmark not defined.
KATA PENGANTAR.....	Error! Bookmark not defined.
DAFTAR ISI.....	4
DAFTAR TABEL	6
DAFTAR GAMBAR	7
INTISARI.....	8
<i>ABSTRACT</i>	9
BAB I 10PENDAHULUAN	10
1.1 Latar Belakang.....	10
1.2 Rumusan Masalah.....	12
1.3 Batasan Masalah.....	12
1.4 Keaslian Penelitian.....	13
1.5 Tujuan Penelitian.....	15
1.6 Manfaat Penelitian.....	15
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	16
2.1 Tinjauan Pustaka.....	16
2.1.1 Mikroalga.....	16
2.1.2 <i>Chlorella vulgaris</i>	17
2.1.3 Fase Pertumbuhan Mikroalga.....	18
2.1.4 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Pertumbuhan <i>C. vulgaris</i>	19
2.1.5 Sistem Kultivasi	20
2.2 Biohidrogen.....	22
2.2.1 Mekanisme Biologis Produksi Biohidrogen dari Mikroalga	23
2.2.2 Proses Produksi Hidrogen menggunakan Teknologi Elektrolisis.....	27
2.3 Landasan Teori	29
2.3.1 <i>Response Surface Methodology</i> (RSM).....	29
2.3.2 Analisis Statistik <i>Paired Samples t-Test</i> dan Analisis Korelasi Pearson.....	30
2.3.3 Analisis Varians (ANOVA) Regresi Linear Berganda	33
2.4 Hipotesis.....	33
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	34



3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian.....	34
3.2 Alat dan Bahan Penelitian	34
3.2.1 Alat Penelitian.....	34
3.2.2 Bahan Penelitian	35
3.3 Prosedur Penelitian.....	35
3.3.1 Desain Percobaan.....	35
3.3.2 Persiapan Kultur.....	36
3.3.3 Persiapan Nutrisi	36
3.3.4 Penyesuaian Nilai pH Kultur <i>C. vulgaris</i>	37
3.3.5 Pengaturan Lama Waktu Penyinaran Selama Kultivasi Mikroalga.....	38
3.3.6 Pembuatan Alat Pengujian Elektrolisis	38
3.3.7 Pengujian Elektrolisis Sampel Kultur <i>C. vulgaris</i>	38
3.4 Pengambilan Data	38
3.4.1 Perhitungan Kepadatan Sel dan Nilai <i>Optical Density</i> pada Kultivasi Mikroalga	38
3.4.2 Perhitungan Gas Hidrogen Terlarut Pada Mikroalga.....	39
3.4.3 Perhitungan Biomassa	40
3.5 Analisis Data	40
3.6 Alur Penelitian	41
3.8 Diagram Alir Penelitian.....	43
3.9 Diagram Alir Proses Pembuatan Alat.....	44
3.10 Diagram Alir Pengujian Alat	45
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....	46
4.1 Optimasi Sistem Kultivasi <i>Chlorella vulgaris</i> dengan <i>Response Surface Methodology</i> (RSM).....	46
4.2 Model Kinetika Pertumbuhan <i>C. vulgaris</i> pada Kondisi Optimum Hasil Analisis RSM.....	64
4.3 Korelasi Kepadatan Sel <i>C. vulgaris</i> dan Produktivitas Hidrogen Berdasarkan Analisis Korelasi Pearson.....	68
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	70
5.1 Kesimpulan	70
5.2 Saran	70
DAFTAR PUSTAKA	71
LAMPIRAN.....	82



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Tabel <i>one way ANOVA</i> (Montgomery, 2013)	33
Tabel 3. 1 Desain awal percobaan dari RSM	36
Tabel 3. 2 Komposisi nutrisi Bold's Basal Medium	37
Tabel 4. 1 Desain eksperimen serta hasil jumlah sel, biomassa, OD, dan produktivitas hidrogen <i>C. vulgaris</i>	46
Tabel 4. 2 <i>ANOVA</i> dan <i>Lack of Fit</i> model polinomial RSM	48
Tabel 4. 3 Analisis <i>fit</i> model terhadap <i>response</i> jumlah sel, biomassa, nilai OD, dan produktivitas hidrogen <i>C. vulgaris</i>	53
Tabel 4. 4 Parameter kinetika hasil simulasi Model Logistik dan Model Gompertz berdasarkan nilai OD 680 nm	68
Tabel 4. 5 Parameter kinetika hasil simulasi Model Logistik dan Model Gompertz berdasarkan jumlah sel	69
Tabel 4. 6 Hubungan kepadatan sel dengan produktivitas hidrogen <i>C. vulgaris</i> setelah elektrolisis berdasarkan analisis korelasi Pearson	72



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Citra mikroskopis mikroalga <i>C. vulgaris</i> perbesaran 100 kali	17
Gambar 2. 2. Fase pertumbuhan mikroalga <i>C. vulgaris</i> (Zhu, 2014).....	18
Gambar 2. 3 Kultivasi <i>C. vulgaris</i> skala laboratorium di Laboratorium <i>Eco Mini Plant</i> UGM.	21
Gambar 2. 4 Kultivasi mikroalga dengan fotobioreaktor Minggir <i>Algae Park</i>	21
Gambar 2. 5 Kultivasi mikroalga secara terbuka (kolam) Minggir <i>Algae Park</i>	22
Gambar 2. 6 Skema biofotolisis langsung oleh enzim hidrogenase (Show et al., 2018)	24
Gambar 2. 7 Proses biofotolisis tidak langsung (Bolatkhani et al., 2019)	25
Gambar 2. 8 Produksi hidrogen dari berbagai proses (Show et al., 2018).....	27
Gambar 2. 9 Sel elektrolisis (Ursúa et al., 2012)	28
Gambar 2. 10 Visualisasi hasil RSM dengan 3D <i>surface plot</i> (Nazarpour et al., 2022).....	30
Gambar 3. 1 Skema kultivasi pada Laboratorium.....	35
Gambar 3. 2 Desain alat elektrolisis	38
Gambar 3. 3 Ilustrasi bilik hitung Neubauer (Egbo, 2017).....	39
Gambar 3. 4 Pengujian gas hidrogen terlarut.....	43
Gambar 3.5 Diagram alir penelitian.....	46
Gambar 3.6 Diagram alir proses pembuatan alat.....	47
Gambar 3.7 Diagram alir pengujian alat.....	48
Gambar 4. 1 Perbandingan hasil eksperimen dan prediksi <i>response</i> jumlah sel (a), biomassa (b), OD (c), dan produktivitas hidrogen (d)	49
Gambar 4. 2 Hubungan faktor dan <i>response</i> hasil optimasi dengan RSM: 3D <i>response surface</i> (a) dan 2D <i>contour plot</i> (b) pH medium dan lama penyinaran terhadap jumlah sel; 3D <i>response surface</i> (c) dan 2D <i>contour plot</i> (d) pH medium dan voltase elektrolisis terhadap jumlah sel; 3D <i>response surface</i> (e) dan 2D <i>contour plot</i> (f) lama penyinaran dan voltase elektrolisis terhadap jumlah sel.....	52
Gambar 4. 3 Hubungan faktor dan <i>response</i> hasil optimasi dengan RSM: 3D <i>response surface</i> (a) dan 2D <i>contour plot</i> (b) pH medium dan lama penyinaran terhadap biomassa; 3D <i>response surface</i> (c) dan 2D <i>contour plot</i> (d) pH medium dan voltase elektrolisis terhadap biomassa; 3D <i>response surface</i> (e) dan 2D <i>contour plot</i> (f) lama penyinaran dan voltase elektrolisis terhadap biomassa	54
Gambar 4. 4 Hubungan faktor dan <i>response</i> hasil optimasi dengan RSM: 3D <i>response surface</i> (a) dan 2D <i>contour plot</i> (b) pH medium dan lama penyinaran terhadap OD; 3D <i>response surface</i> (c) dan 2D <i>contour plot</i> (d) pH medium dan voltase elektrolisis terhadap OD; 3D <i>response surface</i> (e) dan 2D <i>contour plot</i> (f) lama penyinaran dan voltase elektrolisis terhadap OD.....	56
Gambar 4. 5 Hubungan faktor dan <i>response</i> hasil optimasi dengan RSM: 3D <i>response surface</i> (a) dan 2D <i>contour plot</i> (b) pH medium dan lama penyinaran terhadap produktivitas hidrogen; 3D <i>response surface</i> (c) dan 2D <i>contour plot</i> (d) pH medium dan voltase elektrolisis terhadap produktivitas hidrogen; 3D <i>response surface</i> (e) dan 2D <i>contour</i> <i>plot</i> (f) lama penyinaran dan voltase elektrolisis terhadap produktivitas hidrogen	58
Gambar 4. 6 Kondisi perlakuan optimal dan nilai desirability	60
Gambar 4. 7 Perbandingan <i>C. vulgaris</i> pada kondisi kontrol dan kondisi optimal berdasarkan jumlah sel (a), biomassa (b), nilai OD 680 nm (c), dan produktivitas hidrogen (d)	61
Gambar 4. 8 Model kinetika pertumbuhan <i>C. vulgaris</i> pada kondisi optimum (a) dan kondisi kontrol (b) berdasarkan nilai OD 680 nm.....	65
Gambar 4. 9 Model kinetika pertumbuhan <i>C. vulgaris</i> pada kondisi optimum (a) dan kondisi kontrol (b) berdasarkan jumlah sel	66