

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	ii
PERSETUJUAN	iii
PERNYATAAN	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
DAFTAR DAN ARTI LAMBANG	xv
INTISARI	xvi
ABSTRACT.....	xviii
I. PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan dan Batasan Masalah	4
C. Keaslian Penelitian.....	4
D. Tujuan Penelitian	5
E. Manfaat Penelitian	6
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	7
A. Tinjauan Pustaka	7
B. Landasan Teori.....	30
C. Hipotesis	34
III. CARA PENELITIAN	36
A. Cakupan Penelitian	36
B. Variabel Penelitian.....	36
C. Bahan	36
D. Alat	36
E. Prosedur Penelitian	37
F. Analisis data.....	42
IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	49
A. Karakterisasi CPH.....	52

B. Delignifikasi.....	54
C. Hidrolisis.....	63
D. Fermentasi.....	69
E. Polimerisasi.....	81
V. KESIMPULAN.....	83
DAFTAR PUSTAKA	84
LAMPIRAN.....	91

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1.	Komposisi Kimia Kulit Buah Kakao	8
Tabel 4.1.	Komposisi buah kakao.....	52
Tabel 4.2.	Komposisi lignoselulosa substrat padat kulit buah kakao	52
Tabel 4.3.	Komposisi senyawa fenolik kulit buah kakao	52
Tabel 4.4.	Perbandingan komponen lignoselulosa	66
Tabel 4.5.	Perbandingan fermentasi asam laktat dari hasil hidrolisis asam	71
Tabel 4.6.	Konstanta kinetika reaksi fermentasi asam laktat dengan <i>Lactobacillus plantarum</i> dan penambahan alkaloid menggunakan model Monod.....	75
Tabel 4.7.	Konstanta kinetika reaksi fermentasi asam laktat dengan <i>Lactobacillus plantarum</i> dan penambahan flavonoid menggunakan model Monod.....	75
Tabel 4.8.	Perbandingan konstanta kinetika reaksi fermentasi asam laktat menggunakan <i>Lactobacillus plantarum</i>	76
Tabel 4.9.	Hasil analisis regresi linier dan non-linier untuk konstanta reaksi ...	78
Tabel 4.10.	Hasil analisis regresi linier dan non-linier untuk konstanta reaksi ...	78
Tabel 4.11.	Konstanta kinetika reaksi fermentasi asam laktat dengan <i>L. plantarum</i> dan penambahan alkaloid menggunakan model <i>competitive inhibitor</i>	79
Tabel 4.12.	Konstanta kinetika reaksi fermentasi asam laktat dengan <i>L. plantarum</i> dan penambahan alkaloid menggunakan model <i>non-competitive inhibitor</i>	79
Tabel 4.13.	Konstanta kinetika reaksi fermentasi asam laktat dengan <i>L. plantarum</i> dan penambahan alkaloid menggunakan model <i>uncompetitive inhibitor</i>	80
Tabel 4.14.	Konstanta kinetika reaksi fermentasi asam laktat dengan <i>L. plantarum</i> dan penambahan flavonoid menggunakan model <i>competitive inhibitor</i>	80

Tabel 4. 15. Konstanta kinetika reaksi fermentasi asam laktat dengan <i>L. plantarum</i> dan penambahan flavonoid menggunakan model <i>non-competitive inhibiton</i>	80
Tabel 4. 16. Konstanta kinetika reaksi fermentasi asam laktat dengan <i>L. plantarum</i> dan penambahan flavonoid menggunakan model <i>uncompetitive inhibiton</i>	80
Tabel 4. 17. Penentuan massa molekul, <i>Transition Glass</i> , <i>crystallinity</i> dan <i>Transition Melting</i> produk hasil polimerisasi.....	82

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1.	Produksi kakao Indonesia.....	1
Gambar 2.1.	Buah kakao	7
Gambar 2.2.	Skematik struktur biomassa lignoselulosa	8
Gambar 2.3.	Rumus umum lignin	9
Gambar 2.4.	Rumus bangun senyawa-senyawa penyusun hemiselulosa	10
Gambar 2.5.	Rumus bangun selulosa.....	12
Gambar 2.6.	Struktur molekul alkaloid.....	13
Gambar 2.7.	Struktur kimia komponen flavonoid.....	14
Gambar 2.8.	Skema <i>pretreatment</i> biomassa lignoselulosa	16
Gambar 2.9.	Pemutusan ikatan antara lignin dan selulosa oleh NaOH.....	17
Gambar 2.10.	Mekanisme hidrolisis selulosa dengan enzim	19
Gambar 2.11.	Jalur metabolisme <i>homofermentative lactic acid</i> (a) dan <i>heterofermentative lactic acid</i> (b)	21
Gambar 2.12.	Kurva pertumbuhan mikroba pada kultur <i>batch</i>	22
Gambar 2.13.	Pengaruh konsentrasi substrat terhadap laju pertumbuhan	24
Gambar 2.14.	Reaksi prepolimerisasi (D)-asam laktat	28
Gambar 2.15.	Reaksi esterifikasi asam laktat membentuk laktida.....	29
Gambar 2.16.	<i>Ring opening polymerization</i>	29
Gambar 3.1.	Peta jalan penelitian produksi PLA dari CPH.....	35
Gambar 3.2.	Rangkaian peralatan fermentasi asam laktat	36
Gambar 3.3.	Rangkaian peralatan pengukuran biomassa	37
Gambar 3.4.	Analisis kandungan lignoselulosa dengan metode Sequential berdasarkan metode Chesson-Datta.....	44
Gambar 4.1.	Tanaman kakao genus <i>Trinitario</i>	51
Gambar 4.2.	Serbuk CPH.....	51
Gambar 4.3.	Morfologi permukaan CPH menggunakan SEM	54

Gambar 4.4. Kadar selulosa, hemiselulosa, dan lignin CPH terhadap kadar sodium hidroksida melalui proses perendaman pada suhu kamar selama 24 jam.....	56
Gambar 4.5. Mekanisme pemutusan ikatan lignin dengan selulosa	57
Gambar 4.6. Analisa CPH menggunakan XRD pada kondisi sebelum delignifikasi (a), setelah delignifikasi (b).....	58
Gambar 4.7. Kadar selulosa (a), dan kadar hemiselulosa, lignin (b) terhadap perubahan waktu delignifikasi menggunakan <i>autoclave</i> 20 °C dan 120 °C dengan larutan sodium hidroksida 1.5 M.....	59
Gambar 4. 8. Kadar alkaloid (a) dan flavonoid (b) terhadap perubahan waktu delignifikasi menggunakan <i>autoclave</i> 20 °C dan 120 °C dengan larutan sodium hidroksida 1,5 M.....	60
Gambar 4.9. Kadar selulosa (a), kadar hemiselulosa dan lignin (b) terhadap perubahan temperatur delignifikasi menggunakan <i>autoclave</i> dengan larutan sodium hidroksida 1.5 M selama 10 menit	61
Gambar 4.10. Kadar alkaloid dan flavonoid terhadap perubahan temperatur delignifikasi menggunakan <i>autoclave</i> dengan larutan sodium hidroksida 1,5 M selama 10 menit.....	61
Gambar 4.11. Kadar selulosa (a), dan kadar hemiselulosa, lignin (b) terhadap perubahan konsentrasi sodium hidroksida menggunakan <i>autoclave</i> pada temperatur 220 °C selama 10 menit	62
Gambar 4.12. Kadar alkaloid dan flavonoid terhadap perubahan konsentrasi delignifikasi menggunakan <i>autoclave</i> dengan larutan sodium hidroksida 1,5 M selama 10 menit.....	63
Gambar 4.13. Konversi selulosa menjadi glukosa terhadap perubahan konsentrasi asam sulfat menggunakan <i>autoclave</i> pada temperatur 120 °C selama 10 menit.....	64
Gambar 4.14. Konversi selulosa menjadi glukosa terhadap perubahan temperatur <i>autoclave</i> dengan larutan asam sulfat 2% selama 10 menit	64

Gambar 4.15. Konversi selulosa menjadi glukosa terhadap perubahan waktu operasi <i>autoclave</i> pada temperatur 120 °C dengan larutan asam sulfat 2%	64
Gambar 4.16. Konversi selulosa menjadi glukosa terhadap terhadap rasio enzim-CPH pada temperatur 40 °C selama 4 jam	64
Gambar 4.17. Hasil analisis XRD sebelum hidrolisis (a) dan kakao setelah hidrolisis (b)	67
Gambar 4.18. Konversi selulosa menjadi glukosa terhadap rasio berat enzim-CPH pada suhu 40°C selama 4 jam menggunakan bahan baku hasil delignifikasi pada suhu tinggi	68
Gambar 4.19. Konversi selulosa menjadi glukosa terhadap perubahan waktu agitasi 100 RPM dengan rasio berat enzim-CPH 8% suhu 40 °C menggunakan bahan baku hasil delignifikasi pada suhu tinggi	68
Gambar 4.20. Konversi selulosa menjadi glukosa terhadap perubahan suhu dengan rasio berat enzim-CPH 8% selama 6 jam menggunakan bahan baku hasil delignifikasi pada suhu tinggi.....	68
Gambar 4. 21. Kurva pertumbuhan <i>Lactobacillus plantarum</i> pada temperatur 50 °C	70
Gambar 4.22. Fermentasi asam laktat dari hasil hidrolisis asam.....	72
Gambar 4.23. Perubahan konsentrasi glukosa, berat kering sel, dan asam laktat pada fermentasi asam laktat dengan <i>Lactobacillus plantarum</i> tanpa <i>inhibitor</i> menggunakan <i>incubator shaker</i> pada suhu 50 °C dan agitasi 100 rpm	74
Gambar 4.24. Perubahan konsentrasi glukosa, berat kering sel, dan asam laktat pada fermentasi asam laktat dengan <i>Lactobacillus plantarum</i> dan alkaloid 3 g/L menggunakan <i>incubator shaker</i> pada suhu 50 °C dan agitasi 100 rpm	74
Gambar 4.25. Perubahan konsentrasi glukosa, berat kering sel, dan asam laktat pada fermentasi asam laktat dengan <i>Lactobacillus plantarum</i> dan flavonoid 15 g/L menggunakan <i>incubator shaker</i> pada suhu 50 °C dan agitasi 100 rpm	74

Gambar 4.26. Konstanta laju kematian spesifik (k_d) dan koefisien pembentukan produk yang berasosiasi dengan pertumbuhan (k_1) pada fermentasi asam laktat dengan <i>L. plantarum</i> dan penambahan alkaloid menggunakan model Monod.....	77
Gambar 4.27. Konstanta laju kematian spesifik (k_d) dan koefisien pembentukan produk yang berasosiasi dengan pertumbuhan (k_1) pada fermentasi asam laktat dengan <i>L. plantarum</i> dan penambahan flavonoid menggunakan model Monod.....	77
Gambar 4.28. Mekanisme reaksi model <i>non-competitive inhibiton</i>	79
Gambar 4.29. Produk <i>poly lactic acid</i> hasil polimerisasi asam laktat.....	81
Gambar 4.30. Analisis gugus fungsi produk <i>Poly lactic acid</i>	81

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1.	Komposisi lignoselulosa kulit buah kakao	91
Lampiran 2.	Gugus fungsi kakao	92
Lampiran 3.	Gugus fungsi kakao terdelignifikasi	93
Lampiran 4.	Gugus fungsi kakao terhidrolisis asam	94
Lampiran 5.	Analisa Glukosa (Nelson Somogyi) (Sudarmadji, 1997)	95
Lampiran 6.	Kurva standar larutan glukosa	97
Lampiran 7.	Fermentasi tanpa penambahan inhibitor	99
Lampiran 8.	Fermentasi dengan penambahan inhibitor alkaloid	100
Lampiran 9.	Fermentasi dengan penambahan inhibitor flavonoid	102
Lampiran 10.	Grafik perubahan konsentrasi glukosa, berat kering sel, dan asam laktat pada fermentasi asam laktat dengan <i>Lactobacillus plantarum</i> dan alkaloid menggunakan <i>incubator shaker</i> pada suhu 50 °C dan agitasi 100 rpm	104
Lampiran 11.	Grafik perubahan konsentrasi glukosa, berat kering sel, dan asam laktat pada fermentasi asam laktat dengan <i>Lactobacillus plantarum</i> dan flavonoid menggunakan <i>incubator shaker</i> pada suhu 50 °C dan agitasi 100 rpm	106
Lampiran 12.	<i>Coding</i> yang digunakan dalam mencari nilai-nilai parameter kinetika pada model Monod	108

DAFTAR DAN ARTI LAMBANG

- k_1 = koefisien pembentukan produk yang berasosiasi dengan pertumbuhan, $g_{\text{produk}} g_{\text{sel}}^{-1}$
- k_2 = koefisien pembentukan produk yang tidak berasosiasi dengan pertumbuhan, $g_{\text{produk}} g_{\text{sel}}^{-1} \text{ jam}^{-1}$
- k_3 = konstanta pada persamaan konsumsi glukosa, $g_{\text{substrat}} g_{\text{sel}}^{-1}$
- k_4 = konstanta pada persamaan konsumsi glukosa, $g_{\text{substrat}} g_{\text{sel}}^{-1} \text{ jam}^{-1}$
- k_d = konstanta laju kematian mikroba spesifik, $g_{\text{sel}} \text{ jam}^{-1}$
- μ = laju pertumbuhan spesifik mikroba, $g_{\text{sel}} \text{ jam}^{-1}$
- μ_m = laju pertumbuhan spesifik maksimum, jam^{-1}
- K_s = konstanta Monod (konstanta saturasi substrat pembatas), $g_{\text{substrat}}/\text{L}$
- K_i = konstanta penghambatan oleh inhibitor, $g_{\text{substrat}}/\text{L}$
- P = konsentrasi produk (asam laktat), $g_{\text{produk}}/\text{L}$
- S = konsentrasi substrat (glukosa), $g_{\text{substrat}}/\text{L}$
- S_0 = konsentrasi substrat awal (glukosa), $g_{\text{substrat}}/\text{L}$
- S_{min} = konsentrasi substrat terendah pada eksperimen (glukosa), $g_{\text{substrat}}/\text{L}$
- t = waktu, jam
- m = koefisien pemeliharaan, $g_{\text{substrat}} g_{\text{sel}}^{-1} \text{ jam}^{-1}$
- X = konsentrasi mikroba, g_{sel}/L
- $Y_{X/S}$ = *yield* mikroba terhadap konsumsi glukosa, $g_{\text{sel}} g_{\text{substrat}}^{-1}$
- $Y_{P/S}$ = *yield* produk terhadap konsumsi glukosa, $g_{\text{produk}} g_{\text{substrat}}^{-1}$
- V_1 = volume larutan NaOH untuk titrasi, mL
- V_2 = volume filtrat yang dititrasi, mL
- N = normalitas larutan NaOH, N