

DAFTAR ISI

A. Bagian Awal.....	
A.1. Halaman judul.....	i
A.2. Halaman pengesahan.....	ii
A.3. Pernyataan bebas plagiasi.....	iii
A.4. Prakata.....	iv
A.5. Daftar isi.....	vi
A.6. Daftar gambar.....	viii
A.7. Daftar tabel.....	x
A.8. Abstrak.....	xi
A.9. Abstract.....	xii
B. Bagian Utama.....	
BAB I Pendahuluan.....	
1.1. Latar belakang.....	1
1.2. Rumusan masalah.....	6
1.3. Tujuan penelitian.....	7
1.4. Manfaat penelitian.....	7
1.5. Kebaruan penelitian.....	8
BAB II Tinjauan Pustaka.....	
2.1. Bakteri asam laktat (BAL)	11
2.2. Bakteri asam laktat strain lokal.....	19
2.3. Sistem proteolitik bakteri asam laktat (BAL).....	25
2.4. Susu	28
2.5. Fermentasi.....	30
2.6. Enzim α -Glukosidase	34
2.7. α -Glukosidase Inhibitor (AGI)	39
2.8. Peptida bioaktif AGI	44
2.9. Fisiologi saluran pencernaan manusia.....	54
BAB III Landasan teori dan Hipotesis.....	
3.1. Landasan teori.....	64
3.2. Hipotesis.....	67
BAB IV Metode Penelitian.....	
4.1. Bahan.....	72
4.2. Peralatan penelitian.....	72
4.3. Tempat dan waktu penelitian.....	74
4.4. Tahapan penelitian.....	74
4.4.1. Skrining bakteri asam laktat proteolitik.....	76
4.4.2. Fermentasi susu menggunakan BAL dengan evaluasi lama waktu	82
4.4.3. Karakterisasi peptida AGI dari fermentasi susu.....	88
4.4.4. Uji stabilitas susu fermentasi.....	90
4.4.5. Analisis statistik.....	92
BAB V Hasil dan Pembahasan.....	
5.1. Skrining bakteri asam laktat proteolitik.....	93
5.2. Identifikasi BAL secara molekuler gen 16S rRNA.....	98



5.3. Komposisi proksimat dan asam amino susu skim.....	105
5.4. Fermentasi susu skim dengan bakteri asam laktat proteolitik terpilih.....	108
5.5. Fermentasi susu dengan bakteri asam laktat terpilih AGI.....	117
5.6. Penentuan pola protein dengan SDS-PAGE.....	127
5.7. Aktivitas α -glukosidase inhibitor susu fermentasi pada ukuran fraksi.....	130
peptida yang berbeda	
5.8. Uji aktivitas α -glukosidase inhibitor dalam simulasi pencernaan manusia....	133
5.9. Stabilitas susu fermentasi selama penyimpanan suhu refrigerator.....	142
5.10. Hasil HRMS susu fermentasi dengan isolat Dad 13.....	150
5.11. Pembahasan Umum.....	158
BAB V Kesimpulan dan Saran.....	
5.1. Kesimpulan.....	165
5.2. Saran	167
Daftar Pustaka.....	168
Lampiran	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Skema jalur fermentasi glukosa pada bakteri asam laktat	13
Gambar 2.2. Dinding sel bakteri asam laktat	13
Gambar 2.3. Jumlah kumulatif spesies yang dideskripsikan dalam genus <i>Pediococcus</i> dan <i>Lactobacillus</i> hingga Januari 2020	15
Gambar 2.4. Pohon filogenetik <i>core genom Lactobacillaceae</i>	16
Gambar 2.5. Gambaran sederhana sistem proteolitik dalam degradasi kasein pada <i>Lactococci</i>	27
Gambar 2.6. Sisi aktif α -glukosidase yang ditandai oleh warna hijau	35
Gambar 2.7. Digesti dan absorpsi karbohidrat secara keseluruhan	37
Gambar 2.8. Dua jenis α -glukosidase pada manusia	38
Gambar 2.9. Mekanisme kerja inhibitor α -glukosidase	40
Gambar 2.10. Berbagai sumber peptida α -glukosidase inhibitor	47
Gambar 2.11. Mekanisme peptida sebagai inhibitor α -glukosidase	50
Gambar 2.12. Fisiologi saluran pencernaan manusia	54
Gambar 2.13. Fisiologi lambung manusia	55
Gambar 2.14. Konversi pepsinogen menjadi pepsin di dalam lumen	56
Gambar 2.15. Duodenal sebagai pertemuan <i>pancreatic duct</i> dan <i>bile duct</i>	58
Gambar 2.16. Struktur 3D <i>bile salt</i>	58
Gambar 2.17. Aktivasi prekursor enzim pankreas di dalam usus kecil	60
Gambar 2.18. Pemecahan protein oleh tripsin	61
Gambar 4.1. Tahapan penelitian karakterisasi inhibitor α -glukosidase pada fermentasi susu menggunakan bakteri asam laktat	75
Gambar 4.2. Diagram alir penelitian tahap 1	76
Gambar 4.3. Seleksi kualitatif bakteri asam laktat dengan kemampuan proteolitik	77
Gambar 4.4. Uji aktivitas protease	78
Gambar 4.5. Diagram alir penelitian tahap 2	83
Gambar 4.6. Proses fermentasi susu skim	83
Gambar 4.7. Cara kerja uji aktivitas inhibitor α -glukosidase	84
Gambar 4.8. Diagram alir penelitian tahap 4	90
Gambar 4.9. Pengujian stabilitas aktivitas AGI pada susu fermentasi selama penyimpanan suhu refrigerator	91
Gambar 5.1. Zona jernih pada pengujian aktivitas proteolitik bakteri asam laktat menggunakan <i>skim milk agar</i>	93
Gambar 5.2. Hasil elektroforesis gen 16S rRNA isolat bakteri asam laktat	98
Gambar 5.3. Pohon filogeneni isolat SR17A, SR17B, L23 berdasarkan 16s RNA	101
Gambar 5.4. Jumlah bakteri asam laktat pada susu fermentasi menggunakan isolat bakteri asam laktat terpilih	109
Gambar 5.5. pH susu skim fermentasi menggunakan isolat bakteri asam laktat terpilih pada suhu 37°C	109
Gambar 5.6. Total peptida susu skim fermentasi menggunakan isolat bakteri asam laktat terpilih pada suhu 37°C	112
Gambar 5.7. Derajat hidrolisis susu fermentasi menggunakan isolat BAL terpilih	112
Gambar 5.8. Aktivitas inhibitor α -glukosidase susu fermentasi menggunakan isolat bakteri asam laktat terpilih	116



Gambar 5.9. Jumlah bakteri asam laktat dan pH susu fermentasi menggunakan isolat BAL Dad 13, SR17B dan L23	118
Gambar 5.10. pH susu skim fermentasi menggunakan <i>L. plantarum</i> Dad-13, <i>L. plantarum-pentosus</i> SR17B dan <i>L. plantarum-pentosus</i> L23 pada suhu 37°C	119
Gambar 5.11. Aktivitas protease susu skim fermentasi menggunakan <i>L. plantarum</i> Dad-13, <i>L. plantarum-pentosus</i> SR17B dan <i>L. plantarum-pentosus</i> L23	120
Gambar 5.12. Total peptida susu skim fermentasi menggunakan <i>L. plantarum</i> Dad-13, <i>L. plantarum-pentosus</i> SR17B dan <i>L. plantarum-pentosus</i> L23 pada suhu 37°C	121
Gambar 5.13. Derajat hidrolisis dan aktivitas inhibitor α -glukosidase susu skim fermentasi menggunakan <i>L. plantarum</i> Dad-13 pada suhu 37°C	124
Gambar 5.14. Derajat hidrolisis dan aktivitas inhibitor α -glukosidase susu skim fermentasi menggunakan <i>L. plantarum-pentosus</i> L23 pada suhu 37°C	124
Gambar 5.15. Derajat hidrolisis dan aktivitas inhibitor α -glukosidase susu skim fermentasi menggunakan <i>L. plantarum-pentosus</i> SR17B pada suhu 37°C	125
Gambar 5.16. Pola protein SDS PAGE pada susu fermentasi	128
Gambar 5.17. Jumlah bakteri asam laktat pada susu fermentasi yang melalui kondisi simulasi saluran pencernaan manusia	134
Gambar 5.18. Total peptida pada susu fermentasi yang melalui kondisi simulasi saluran pencernaan manusia.	136
Gambar 5.19. Derajat hidrolisis susu fermentasi yang melalui kondisi simulasi saluran pencernaan manusia.	136
Gambar 5.20. Aktivitas inhibitor α -glukosidase susu fermentasi yang melalui kondisi simulasi saluran pencernaan manusia	138
Gambar 5.21. Jumlah bakteri asam laktat pada susu fermentasi selama penyimpanan suhu refrigerator	142
Gambar 5.22. pH susu fermentasi selama penyimpanan suhu refrigerator	144
Gambar 5.23. Total peptida susu skim fermentasi menggunakan <i>L. plantarum</i> Dad-13, <i>L. plantarum-pentosus</i> SR17B dan <i>L. plantarum-pentosus</i> L23 pada penyimpanan suhu refrigerator (4°C) selama 30 hari	146
Gambar 5.24. Derajat hidrolisis susu skim fermentasi menggunakan <i>L. plantarum</i> Dad-13, <i>L. plantarum-pentosus</i> SR17B dan <i>L. plantarum-pentosus</i> L23 pada penyimpanan suhu refrigerator (4°C) selama 30 hari	146
Gambar 5.25. Derajat hidrolisis susu skim fermentasi menggunakan <i>L. plantarum</i> Dad-13, <i>L. plantarum-pentosus</i> SR17B dan <i>L. plantarum-pentosus</i> L23 pada penyimpanan suhu refrigerator (4°C) selama 30 hari	148
Gambar 5.26. Distribusi frekuensi PSMs berdasarkan hasil HRMS dalam susu fermentasi menggunakan Dad 13	150
Gambar 5.27. PEP score berdasarkan hasil HRMS dalam susu fermentasi menggunakan Dad 13	151
Gambar 5.28. Persebaran berat molekul peptida dalam susu fermentasi menggunakan Dad 13 berdasarkan hasil HRMS	152
Gambar 5.29. Coverage (%) hasil HRMS dalam susu fermentasi menggunakan Dad 13	153
Gambar 5.30. Rangkuman hasil penelitian	160
Gambar 5.31. Dugaan mekanisme penghambatan AGI Susu fermentasi dengan menggunakan strain <i>L. plantarum</i> Dad 13	161

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Famili dalam taksonomi bakteri asam laktat	18
Tabel 2.2. Komposisi asam amino susu sapi	29
Tabel 2.3. Susunan asam amino pada sisi aktif enzim α -glukosidase	36
Tabel 2.4. Hubungan struktur dan fungsi senyawa bioaktif yang terlibat dalam aktivitas penghambatan α glukosidase	42
Tabel 2.5. Bakteri asam laktat yang mempunyai aktivitas inhibitor α glukosidase serta dugaan komponen yang berperan	43
Tabel 2.6. Penelitian mengenai beberapa peptida yang berperan sebagai AGI	46
Tabel. 2.7. Hubungan antara jenis komponen AGI terhadap interaksi pada enzim α glukosidase	48
Tabel 3.1. Hubungan tahapan, tujuan, landasan teori dan hipotesis penelitian	69
Tabel 4.1. Daftar isolat bakteri asam laktat yang digunakan	73
Tabel 4.2. Komposisi separating gel dan stacking gel SDS-PAGE	87
Tabel 5.1. Hasil skrining bakteri asam laktat proteolitik secara kualitatif dan kuantitatif	94
Tabel 5.2. Hasil uji protease untuk skrining bakteri asam laktat proteolitik secara kuantitatif	95
Tabel 5.3. Hasil identifikasi molekuler Produk PCR yang sudah dibandingkan dengan GenBank menggunakan NCBI-BLAST	99
Tabel 5.4. Komposisi proksimat susu skim	105
Tabel 5.5. Komposisi asam amino susu skim	106
Tabel 5.6. Aktivitas inhibitor α -glukosidase susu fermentasi pada ukuran fraksi peptida yang berbeda	131
Tabel 5.7. Hasil sekuensing peptida susu fermentasi menggunakan <i>L. plantarum</i> Dad-13	154