

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
PERNYATAAN.....	iii
PRAKATA.....	iv
DAFTAR PUBLIKASI.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
DAFTAR SINGKATAN.....	xvii
INTISARI.....	xviii
ABSTRACT.....	xix
1. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	6
1.3 Tujuan Penelitian.....	6
1.4 Manfaat Penelitian.....	7
1.5 Kebaruan Penelitian.....	7
2. TINJAUAN PUSTAKA.....	11
2.1 Deskripsi, Klasifikasi dan Komposisi Kimia Lele Dumbo (<i>Clarias gariepinus</i>).....	11
2.2 Protein Ikan.....	13
2.2.1 Protein Miofibril.....	13
2.2.2 Protein Sarkoplasma.....	16
2.2.3 Protein Stroma.....	18
2.3 Surimi.....	19
2.4 Mutu Surimi dan Proses Pembuatan Surimi.....	20
2.5 Mekanisme Pembentukan Gel Surimi.....	26

2.6	Faktor-faktor yang Mempengaruhi Kemampuan Pembentukan Gel	
	Surimi	32
2.6.1	Spesies Ikan	32
2.6.2	Kesegaran Ikan	33
2.6.3	Transglutaminase Indigenous	34
2.6.4	Aktivitas Enzim Proteolitik	38
2.6.5	Kekuatan Ion	40
2.6.6	Suhu dan Waktu <i>Setting</i>	41
2.7	Landasan Teori	43
2.8	Hipotesis	46
3.	METODE PENELITIAN	47
3.1	Bahan Penelitian	47
3.2	Peralatan Penelitian	47
3.3	Lokasi Penelitian	48
3.4	Tahapan Penelitian	48
3.5	Prosedur Penelitian	50
3.5.1	Tahap 1: Karakterisasi sifat fisikokimia daging dan surimi lele dumbo	50
3.5.2	Tahap 2: Aplikasi <i>setting</i> dalam pembuatan gel surimi lele dumbo.	53
3.5.3	Tahap 3: Profil enzim TGase dan protease indigenous pada lele dumbo dan peranannya dalam pembentukan gel surimi.	55
3.6	Metode Analisis	59
3.6.1	Proksimat	59
3.6.2	Komposisi asam amino	59
3.6.3	Nilai pH	60
3.6.4	Rendemen	60
3.6.5	Kekuatan gel	60
3.6.6	Uji lipat	60
3.6.7	Profil tekstur	61
3.6.8	<i>Expressible moisture content</i>	61
3.6.9	Derajat putih	62
3.6.10	Pengujian aktivitas Transglutaminase	62
3.6.11	Pengujian aktivitas protease	63
3.6.12	<i>Protein pattern</i> dengan SDS-PAGE	64
3.6.13	Kadar kalsium	67
3.7	Matriks Hubungan Rumusan Masalah, Tujuan, Hipotesis, dan Metode Penelitian	68
3.8	Analisis Statistik	70
4.	HASIL DAN PEMBAHASAN	72

4.1 Tahap pertama: Karakterisasi sifat fisikokimia daging dan surimi lele dumbo.....	72
4.1.1 Rendemen.....	72
4.1.2 Proksimat daging dan surimi lele dumbo	73
4.1.3 Komposisi asam amino daging lele dumbo.....	75
4.1.4 Komposisi protein daging dan surimi lele dumbo.....	77
4.1.5 pH daging dan surimi lele dumbo.	80
4.1.6 Derajat putih daging dan surimi lele dumbo	81
4.2 Tahap kedua: Aplikasi <i>setting</i> dalam pembuatan gel surimi lele dumbo...	83
4.2.1 Pengaruh <i>setting</i> terhadap karakteristik gel surimi lele dumbo.....	83
4.2.2 Kemampuan pembentukan gel surimi pada berbagai suhu dan waktu <i>setting</i>	98
4.3 Tahap ketiga: Profil enzim TGase dan protease indigenous pada lele dumbo dan peranannya dalam pembentukan gel surimi.	108
4.3.1 Aktivitas TGase indigenous pada daging dan surimi lele dumbo	108
4.3.2 Karakteristik TGase indigenous lele dumbo	111
4.3.3 Peranan TGase indigenous terhadap kekuatan gel surimi lele dumbo	117
4.3.4 Aktivitas protease indigenous pada daging dan surimi lele dumbo	123
4.4 Pembahasan Umum.....	127
5. KESIMPULAN	143
5.1 Kesimpulan.....	143
5.2 Saran.....	144
RINGKASAN	145
SUMMARY	155
DAFTAR PUSTAKA	164
LAMPIRAN	185

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1. Kesamaan dan kebaruan penelitian dibandingkan penelitian lain yang pernah dilakukan.	9
Tabel 2.1. Standar mutu surimi	22
Tabel 3.1. Tingkat mutu uji lipat (<i>folding test</i>)	61
Tabel 3.2. Formulasi <i>resolving gel</i> dan <i>stacking gel</i>	64
Tabel 3.3. Matriks hubungan antara rumusan masalah, tujuan, hipotesis, dan metode penelitian.	68
Tabel 4.1. Proksimat daging dan surimi lele dumbo.....	73
Tabel 4.2. Komposisi asam amino daging lele dumbo dan ikan lain sebagai bahan baku surimi.	76
Tabel 4.3. Nilai pH daging dan surimi lele dumbo	80
Tabel 4.4. Derajat putih daging dan surimi lele dumbo	82
Tabel 4.5. Kelas mutu gel surimi lele dumbo dan komersial pada kondisi pemanasan yang berbeda.....	88
Tabel 4.6. Profil tekstur gel surimi lele dumbo dan komersial	91
Tabel 4.7. Derajat putih gel surimi lele dumbo dan komersial	95
Tabel 4.8. Aktivitas TGase indigenous pada daging dan surimi lele dumbo	109
Tabel 4.9. Aktivitas protease indigenous pada daging dan surimi lele dumbo.	123
Tabel 4.10. Perbandingan karakteristik surimi dan gel surimi lele dumbo dengan beberapa standar mutu surimi.	136

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Lele dumbo (<i>Clarias gariepinus</i>) (koleksi pribadi).....	11
Gambar 2.2.	SDS-PAGE <i>pattern</i> protein miofibril daging <i>pacific whiting</i> dalam NaCl 2%. S, berat molekul standar; 1, pencucian pertama dari 1 siklus pencucian; 2-3, pencucian pertama dan kedua dari 2 siklus pencucian; 4-6, pencucian pertama, kedua, dan ketiga dari 3 siklus pencucian; 7-10, pencucian pertama, kedua, ketiga, dan keempat dari 4 siklus pencucian.....	14
Gambar 2.3.	Struktur protein miosin (Kristinsson dan Hultin, 2003).....	15
Gambar 2.4.	Proses pembuatan dan mekanisme pembentukan gel surimi (Suzuki, 1981; Chaijan <i>et al.</i> , 2004).	28
Gambar 2.5.	Pembentukan aktomiosin dari miofibril (Niwa, 1992).....	29
Gambar 2.6.	Mekanisme pembentukan gel surimi (Suzuki, 1981)	31
Gambar 2.7.	<i>Crosslinking</i> protein oleh transglutaminase (Haejung An <i>et al.</i> , 1996).....	35
Gambar 3.1.	Tahapan penelitian.....	49
Gambar 3.2.	Pembuatan surimi (*A) (Luo <i>et al.</i> , 2008) dengan modifikasi.....	51
Gambar 3.3.	Pengaruh <i>setting</i> terhadap karakteristik gel surimi lele dumbo dan kemampuan pembentukan gel surimi pada berbagai suhu dan waktu <i>setting</i> . Pembuatan surimi (*A) mengacu pada tahapan pembuatan surimi pada Gambar 3.2.	54
Gambar 3.4.	Profil TGase dan protease indigenous pada lele dumbo dan peranannya dalam pembentukan gel surimi. Pembuatan surimi (*A) mengacu pada tahapan pembuatan surimi pada Gambar 3.2.	57
Gambar 4.1.	Komposisi protein daging dan surimi lele dumbo. NPN (nitrogen non-protein), PLA (protein larut alkali). <i>Error bars</i> menunjukkan standar deviasi dan notasi huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan signifikan $p < 0,05$	78
Gambar 4.2.	Kekuatan gel surimi lele dumbo dan komersial pada kondisi pemanasan yang berbeda. SL_S (gel surimi lele dumbo dengan <i>setting</i>), SL_T (gel surimi lele dumbo tanpa <i>setting</i>), SK_S (gel surimi komersial dengan <i>setting</i>), SK_T (gel surimi komersial tanpa	

- setting*). *Error bars* menunjukkan standar deviasi dan notasi huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan signifikan $p < 0,05$ 84
- Gambar 4.3. Profil suhu pusat gel surimi lele dumbo selama pemanasan 30 menit. SL_S1, profil suhu gel surimi pada suhu *setting* 35°C; SL-S2, profil suhu gel surimi pada suhu pemanasan 90°C; SL_T, profil suhu gel surimi tanpa *setting*. 87
- Gambar 4.4. Uji lipat gel surimi lele dumbo dengan *setting* (kelas mutu AA). . 88
- Gambar 4.5. Uji lipat gel surimi lele dumbo tanpa *setting* (kelas mutu AA). 89
- Gambar 4.6. Uji lipat gel surimi komersial dengan *setting* (kelas mutu AA). ... 89
- Gambar 4.7. Uji lipat gel surimi komersial tanpa *setting* (kelas mutu AA). 89
- Gambar 4.8. *Expressible moisture content* gel surimi lele dumbo dan komersial pada kondisi pemanasan yang berbeda. SL_S (gel surimi lele dumbo dengan *setting*), SL_T (gel surimi lele dumbo tanpa *setting*), SK_S (gel surimi komersial dengan *setting*), SK_T (gel surimi komersial tanpa *setting*). *Error bars* menunjukkan standar deviasi dan notasi huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan signifikan $p < 0,05$ 93
- Gambar 4.9. SDS-PAGE gel surimi lele dumbo pada kondisi pemanasan yang berbeda. R, *raw material* (daging lele dumbo); S, surimi; SL_T, gel surimi tanpa *setting*; SL_S, gel surimi dengan *setting*; M, marker. 96
- Gambar 4.10. Kekuatan gel surimi lele dumbo pada berbagai suhu dan waktu *setting*. *Error bars* menunjukkan standar deviasi dan notasi huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan signifikan $p < 0,05$ 99
- Gambar 4.11. Profil suhu gel surimi selama *setting*. S30, profil suhu gel surimi pada suhu *setting* 30°C; S35, profil suhu gel surimi pada suhu *setting* 35°C; S40, profil suhu gel surimi pada suhu *setting* 40°C; S50, profil suhu gel surimi pada suhu *setting* 50°C; S60, profil suhu gel surimi pada suhu *setting* 60°C; S70, profil suhu gel surimi pada suhu *setting* 70°C. 101
- Gambar 4.12. *Expressible moisture content* gel surimi lele dumbo pada berbagai suhu dan waktu *setting*. *Error bars* menunjukkan standar deviasi dan notasi huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan signifikan $p < 0,05$ 103
- Gambar 4.13. SDS-PAGE gel surimi lele dumbo pada berbagai suhu dan waktu *setting* 30 menit. M, marker; RS, *raw surimi*; S₃₀, *setting* suhu 30°C; S₃₅, *setting* suhu 35°C; S₄₀, *setting* suhu 40°C; S₅₀, *setting* suhu 50°C; S₆₀, *setting* suhu 60°C; S₇₀, *setting* suhu 70°C. 105

- Gambar 4.14. SDS-PAGE gel surimi lele dumbo pada berbagai suhu dan waktu *setting* 60 menit. M, marker; RS, *raw* surimi; S₃₀, *setting* suhu 30°C; S₃₅, *setting* suhu 35°C; S₄₀, *setting* suhu 40°C; S₅₀, *setting* suhu 50°C; S₆₀, *setting* suhu 60°C; S₇₀, *setting* suhu 70°C..... 105
- Gambar 4.15. SDS-PAGE gel surimi lele dumbo pada berbagai suhu dan waktu *setting* 90 menit. M, marker; RS, *raw* surimi; S₃₀, *setting* suhu 30°C; S₃₅, *setting* suhu 35°C; S₄₀, *setting* suhu 40°C; S₅₀, *setting* suhu 50°C; S₆₀, *setting* suhu 60°C; S₇₀, *setting* suhu 70°C..... 107
- Gambar 4.16. Profil suhu aktivitas TGase lele dumbo. Pengujian dilakukan pada pH 6,0 dan konsentrasi CaCl₂ 100 mM selama 10 menit. *Error bars* menunjukkan standar deviasi dan notasi huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan signifikan $p < 0,05$ 111
- Gambar 4.17. Profil pH aktivitas TGase lele dumbo. Pengujian dilakukan pada suhu 50°C, pH 6,0 dan konsentrasi CaCl₂ 100 mM selama 10 menit. *Error bars* menunjukkan standar deviasi dan notasi huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan signifikan $p < 0,05$ 113
- Gambar 4.18. Aktivitas TGase lele dumbo pada berbagai konsentrasi CaCl₂. Pengujian dilakukan pada suhu 50°C dan pH 8,5 selama 10 menit. *Error bars* menunjukkan standar deviasi dan notasi huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan signifikan $p < 0,05$ 114
- Gambar 4.19. Aktivitas TGase lele dumbo dengan penambahan inhibitor. Pengujian dilakukan pada suhu 50°C, pH 8,5 dan konsentrasi CaCl₂ 60 mM selama 10 menit. *Error bars* menunjukkan standar deviasi dan notasi huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan signifikan $p < 0,05$ 116
- Gambar 4.20. Kekuatan gel surimi lele dumbo dengan penambahan inhibitor pada berbagai suhu dan waktu *setting* 30 menit (a); 60 menit (b); dan 90 menit (c). *Error bars* menunjukkan standar deviasi..... 118
- Gambar 4.21. SDS-PAGE gel surimi lele dumbo dengan inhibitor TGase. M, marker; RS, *raw* surimi; S₅₀, *setting* suhu 50°C selama 90 menit; EDTA, konsentrasi 5 mM; IAA, konsentrasi 5 mM. 120
- Gambar 4.22. SDS-PAGE gel surimi lele dumbo dengan CaCl₂. M, marker; Ca₀, gel surimi tanpa CaCl₂; Ca₂₀, gel surimi dengan CaCl₂ 20 mM; Ca₄₀, gel surimi dengan CaCl₂ 40 mM; Ca₆₀, gel surimi dengan CaCl₂ 60 mM. 121
- Gambar 4.23. Aktivitas protease gel surimi lele dumbo. G50, aktivitas protease gel surimi pada suhu *setting* 50°C; G60, aktivitas protease gel surimi pada suhu *setting* 60°C; G70, aktivitas protease gel surimi pada suhu

setting 70°C. Error bars menunjukkan standar deviasi dan notasi huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan signifikan $p < 0,05$. 125

Gambar 4.24. Proses pembentukan gel surimi lele dumbo (*Clarias gariepinus*) 130

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1.	Metode Analisis	186
Lampiran 1.1.	Kadar air (AOAC, 1995).....	186
Lampiran 1.2.	Kadar abu (AOAC, 1995).	186
Lampiran 1.3.	Kadar protein (AOAC, 1995).....	186
Lampiran 1.4.	Kadar lemak (AOAC, 1995).	187
Lampiran 1.5.	Analisis asam amino (Anonim, 1993).....	188
Lampiran 1.6.	Nilai pH (Karthikeyan et al., 2006).....	188
Lampiran 1.7.	Rendemen surimi (Prawira, 2008).	189
Lampiran 1.8.	Preparasi dan pembuatan kurva standar SDS-PAGE.....	189
Lampiran 1.9.	Analisa protein terlarut (Metode Lowry) (Lowry et al., 1951).	192
Lampiran 1.10.	Preparasi reagen, kurva standar, dan perhitungan aktivitas TGase.	193
Lampiran 1.11.	Preparasi reagen aktivitas protease.	195
Lampiran 1.12.	Kadar kalsium (Apriyantono et al., 1989).....	195
Lampiran 2.	Hasil dan Analisis Statistik	196
Lampiran 2.1.	Komposisi protein daging lele dumbo dan surimi.	196
Lampiran 2.2.	pH daging lele dumbo dan surimi	198
Lampiran 2.3.	Derajat putih daging lele dumbo dan surimi.	198
Lampiran 2.4.	Kekuatan gel surimi lele dumbo dan komersial dengan setting dan tanpa setting.	199
Lampiran 2.5.	Nilai dan kelas mutu uji lipat gel surimi	200
Lampiran 2.6.	Profil tekstur gel surimi.....	201
Lampiran 2.7.	Expressible moisture content gel surimi	204

Lampiran 2.8. Derajat putih gel surimi.....	205
Lampiran 2.9. Kekuatan gel surimi pada berbagai suhu dan waktu setting. .	206
Lampiran 2.10. Expressible moisture content gel surimi lele dumbo.	208
Lampiran 2.11. Aktivitas TGase daging lele dumbo dan surimi.....	210
Lampiran 2.12. Profil suhu TGase endogenous.....	211
Lampiran 2.13. Profil pH TGase endogenous.	212
Lampiran 2.14. Aktivitas TGase lele dumbo pada berbagai konsentrasi CaCl ₂	213
Lampiran 2.15. Aktivitas TGase lele dumbo dengan inhibitor (IAA dan EDTA 5 mM).	214
Lampiran 2.16. Kekuatan gel surimi pada waktu pemanasan 30 menit dengan inhibitor (IAA dan EDTA 5 mM).	215
Lampiran 2.17. Kekuatan gel surimi pada waktu pemanasan 60 menit dengan inhibitor (IAA dan EDTA 5 mM).	217
Lampiran 2.18. Kekuatan gel surimi pada waktu pemanasan 90 menit dengan inhibitor (IAA dan EDTA 5 mM).	219
Lampiran 2.19. Aktivitas protease daging lele dumbo dan surimi.	221
Lampiran 2.20. Aktivitas protease gel surimi lele dumbo.....	222

DAFTAR SINGKATAN

TGase	: Transglutaminase
MHC	: <i>Myosin Heavy Chain</i>
LCs	: <i>Light Chains</i>
HMM-S1	: <i>Heavy Meromyosin Subfragment-1</i>
LMM	: <i>Light Meromyosin</i>
HMM-S2	: <i>Heavy Meromyosin Subfragment-2</i>
SDS	: <i>Sodium dodecyl sulfate</i>
PAGE	: <i>Polyacrylamide Gel Electrophoresis</i>
APS	: <i>Ammonium persulfate</i>
TEMED	: <i>N,N,N',N'-tetramethylethylenediamine</i>
CBZ-Gln-Gly	: <i>Carbobenzoxy Glutaminyl Glycine</i>
TCA	: <i>Trichloroacetic acid</i>
EDTA	: <i>Ethylenediaminetetracetic acid</i>
IAA	: <i>Iodoacetic acid</i>
CaCl ₂	: <i>Calcium chloride</i>
NPN	: Nitrogen non-protein
PLA	: Protein larut alkali
SL_S	: Surimi lele dumbo dengan <i>setting</i>
SL_T	: Surimi lele dumbo tanpa <i>setting</i>
SK_S	: Surimi komersial dengan <i>setting</i>
SK_T	: Surimi komersial tanpa <i>setting</i>
RAL	: Rancangan Acak Lengkap
DMRT	: <i>Duncan Multiple Range Test</i>
EMC	: <i>Expressible Moisture Content</i>
G50	: Gel surimi lele dumbo pada suhu <i>setting</i> 50°C
G60	: Gel surimi lele dumbo pada suhu <i>setting</i> 60°C
G70	: Gel surimi lele dumbo pada suhu <i>setting</i> 70°C
MBSP	: <i>Myofibril-bound serine proteinase</i>