

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL.....	xii
INTISARI.....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan.....	3
1.4 Manfaat.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Brotowali (<i>Tinospora crispa</i> L. Miers)	5
2.1.1 Pemanfaatan brotowali	6
2.1.2 Kandungan zat aktif	7
2.1.3 Senyawa fenolik.....	8
2.2 Ekstraksi	10
2.2.1 Metode ekstraksi terkini	12
2.2.1.1 Ekstraksi dengan bantuan gelombang mikro	12
2.2.1.2 Ekstraksi dengan bantuan cairan superkritis	12
2.2.1.3 Ekstraksi dengan bantuan pelarut terakselerasi.....	13
2.2.1.4 Ekstraksi dengan bantuan ultrasonik.....	13
2.2.2 Ekstraksi senyawa fenolik	14
2.3 Enkapsulasi Senyawa Bioaktif	16
2.3.1 Teknologi nanoenkapsulasi.....	17
2.3.2 Teknik koaservasi untuk pembuatan nanopartikel.....	18
2.3.2.1 Kitosan	20
2.3.2.2 Maltodekstrin	20
2.3.3 Pengeringan semprot (<i>Spray Dryer</i>)	21
2.4 Fortifikasi pada Produk Pangan.....	21

2.5 Kakao dan Cokelat	22
2.5.1 <i>Chocolate compounds</i>	24
2.5.2 Cokelat putih (<i>White chocolate</i>)	26
2.5.3 Pembuatan <i>white chocolate compounds</i>	27
2.5.4 Pengayaan kandungan polifenol dalam <i>white chocolate</i>	28
2.5.5 Parameter kualitas cokelat	29
2.5.5.1 Kadar air	29
2.5.5.2 Warna	30
2.5.5.3 Kekerasan	30
2.5.5.4 Ukuran partikel	31
BAB III METODOLOGI	32
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	32
3.2 Bahan Penelitian	32
3.3 Alat Penelitian	33
3.3.1 Alat ekstraksi	34
3.3.1.1 Ultrasonik generator	34
3.3.2 Alat enkapsulasi	34
3.3.2.1 Gelas beaker	34
3.3.2.2 Timbangan analitis	35
3.3.2.3 <i>Magnetic stirrer</i>	35
3.3.2.4 <i>Homogenizer</i>	36
3.3.2.5 <i>Spray dryer</i> (Alat pengering semprot)	37
3.3.3 Alat pembuatan cokelat	38
3.3.3.1 Pemanas kabinet	38
3.3.3.2 Loyang dan pengaduk	38
3.3.3.3 Cetakan cokelat	39
3.3.3.4 Meja penggetar	39
3.3.3.5 Lemari pendingin	40
3.3.4 Alat penguji dan pengambilan data	40
3.3.4.1 Spektrofotometer	40
3.3.4.2 <i>Particle Size Analyzer</i> (PSA)	41
3.3.4.3 <i>Chromameter</i>	42
3.3.4.4 <i>Texture Analyzer</i>	43
3.3.4.5 Mikroskop optik	43

3.4 Tahapan Penelitian	44
3.4.1 Ekstrak brotowali	45
3.4.2 Pembuatan nanoenkapsulasi ekstrak brotowali	46
3.4.3 Penambahan bubuk hasil nanoenkapsulasi ke dalam coklat	47
3.5 Pengambilan Data.....	48
3.5.1 Pengujian kandungan fenolik pada ekstrak brotowali	48
3.5.2 Pengujian karakteristik bubuk hasil nanoenkapsulasi	49
3.5.2.1 Kadar air.....	49
3.5.2.2 Kelarutan	49
3.5.2.3 Higroskopisitas.....	50
3.5.2.4 Warna	51
3.5.2.5 Rendemen.....	51
3.5.2.6 Efisiensi enkapsulasi	52
3.5.2.7 Distribusi ukuran partikel.....	52
3.5.3 Pengujian parameter coklat	53
3.5.3.1 Kadar air.....	53
3.5.3.2 Kekerasan	53
3.5.3.3 Warna	54
3.5.3.4 Ukuran partikel.....	55
3.5.3.5 Kandungan fenolik	55
3.6 Analisis Data	56
3.6.1 <i>Analysis of variance</i> (ANOVA).....	56
3.6.2 <i>Principal component analysis</i> (PCA)	56
3.6.3 <i>Technique for others reference by similarity to idea solution</i> (TOPSIS)	56
3.6.4 Kinetika orde 0 dan orde 1	57
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	58
4.1 Ekstraksi Senyawa Fenolik dari Brotowali dengan Bantuan Ultrasonik	58
4.1.1 Pengaruh rasio bubuk:pelarut terhadap kandungan senyawa fenolik...	59
4.1.2 Pengaruh amplitudo terhadap kandungan senyawa fenolik.....	61
4.1.3 Hubungan variasi rasio pelarut dan variasi amplitudo terhadap kandungan senyawa fenolik.....	62
4.2 Karakteristik Bubuk Hasil Nanoenkapsulasi Ekstrak Brotowali.....	63
4.2.1 Kadar air	64

4.2.2 Kelarutan.....	65
4.2.3 Higroskopisitas	67
4.2.4 Rendemen	69
4.2.5 <i>Lightness</i>	70
4.2.6 <i>Chroma</i>	71
4.2.7 <i>Hue angle</i>	72
4.2.8 Efisiensi enkapsulasi.....	73
4.2.9 Ukuran partikel	75
4.3 Hubungan Konsentrasi Enkapsulan dan Persentase Penambahan Bubuk Hasil Enkapsulasi terhadap Karakteristik <i>White Chocolate</i> Terfortifikasi.....	79
4.4 Karakteristik <i>White Chocolate</i> Terfortifikasi	83
4.4.1 Kadar air coklat.....	84
4.4.2 Warna coklat	86
4.4.3 Kekerasan coklat	91
4.4.4 Ukuran partikel coklat.....	92
4.4.5 Kandungan fenolik pada coklat.....	94
4.5 Penentuan Perlakuan Terbaik <i>White Chocolate</i> Terfortifikasi.....	95
4.6 Kinetika Sifat Fisikokimia Cokelat Dengan Ekstrak Brotowali Selama Penyimpanan	96
4.6.1 Kinetika kekerasan.....	97
4.6.2 Kinetika kandungan fenolik.....	99
4.6.3 Kinetika warna.....	100
BAB V KESIMPULAN.....	103
5.1 Kesimpulan.....	103
5.2 Saran.....	103
DAFTAR PUSTAKA	105
LAMPIRAN.....	121

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Tanaman Brotowali	6
Gambar 2.2 Struktur kimia senyawa fenolik tanaman secara umum	9
Gambar 2.3 Mekanisme kavitasi akustik pada sel	14
Gambar 2.4 Struktur nanokapsul dan nanosfer	17
Gambar 2.5 Metode <i>top-down</i> dan <i>bottom-up</i> pembuatan nanokapsul.....	18
Gambar 3.1 Bahan baku penelitian	33
Gambar 3.2 Ultrasonik Generator	34
Gambar 3.3 Gelas beaker	35
Gambar 3.4 Neraca analitis	35
Gambar 3. 5 <i>Magnetic Stirrer</i>	36
Gambar 3.6 Homogenizer Ultra Turrax T50.....	36
Gambar 3.7 Alat Pengering Semprot	37
Gambar 3.8 Pemanas Kabinet	38
Gambar 3. 9 Loyang (a) dan pengaduk (b)	39
Gambar 3.10 Cetakan Cokelat	39
Gambar 3.11 Meja Penggetar.....	39
Gambar 3.12 Lemari pendingin	40
Gambar 3.13 Spektrofotometer	41
Gambar 3.14 <i>Particle Size Analyzer</i>	42
Gambar 3.15 <i>Chromameter</i>	42
Gambar 3.16 <i>Texture Analyzer</i>	43
Gambar 3.17 Mikroskop optik	44
Gambar 3.18 Skema tahapan penelitian	45
Gambar 4.1 Kandungan senyawa fenolik pada variasi rasio bubuk:pelarut	60
Gambar 4.2 Kandungan senyawa fenolik pada variasi amplitudo	61
Gambar 4.3 Bubuk hasil nanoenkapsulasi ekstrak brotowali	64
Gambar 4.4 Kadar air bubuk hasil nanoenkapsulasi ekstrak brotowali	64
Gambar 4.5 Kelarutan bubuk hasil nanoenkapsulasi ekstrak brotowali	66
Gambar 4.6 Higroskopisitas bubuk hasil nanoenkapsulasi ekstrak brotowali	67
Gambar 4.7 Rendemen bubuk hasil nanoenkapsulasi ekstrak brotowali	69
Gambar 4.8 Nilai <i>lightness</i> bubuk hasil nanoenkapsulasi ekstrak brotowali	70
Gambar 4.9 Nilai <i>chroma</i> bubuk hasil nanoenkapsulasi ekstrak brotowali	71
Gambar 4.10 Nilai <i>chroma</i> bubuk hasil nanoenkapsulasi ekstrak brotowali	72
Gambar 4.11 Efisiensi nanoenkapsulasi pada berbagai konsentrasi enkapsulan..	73
Gambar 4.12 Distribusi Gaussian	75
Gambar 4.13 Distribusi asimetris.....	76
Gambar 4.14 Distribusi ukuran partikel bubuk hasil nanoenkapsulasi.....	77
Gambar 4.15 PCA <i>loading plot</i> karakteristik <i>white chocolate</i>	81
Gambar 4.16 PCA <i>score plot white chocolate</i>	82
Gambar 4.17 <i>White chocolate</i> Terfortifikasi.....	84
Gambar 4.18 Kadar air <i>white chocolate</i> dengan tambahan bubuk nanoenkapsulasi	85

Gambar 4.19 Parameter warna L pada hari ke 1 (a) dan 9 (b)	86
Gambar 4.20 Parameter warna a* pada hari ke 1 (a) dan 9 (b).....	87
Gambar 4.21 Parameter warna b* pada hari ke 1 (a) dan 9 (b)	87
Gambar 4.22 Parameter warna H° pada hari ke 1 (a) dan 9 (b)	88
Gambar 4.23 Parameter warna C pada hari ke 1 (a) dan 9 (b).....	88
Gambar 4.24 <i>Whiteness index white chocolate</i> dengan tambahan bubuk nanoenkapsulasi pada hari penyimpanan ke 1 dan 9	90
Gambar 4.25 ΔE <i>White chocolate</i> dengan Tambahan Bubuk Nanoenkapsulasi pada hari penyimpanan ke 9.....	90
Gambar 4.26 Kekerasan cokelat pada hari penyimpanan ke-1 (D1) dan ke-9 (D9)	92
Gambar 4.27 Mikroskopi partikel cokelat dengan perbesaran 40×	93
Gambar 4.28 Total fenolik pada <i>white chocolate</i> dengan penambahan bubuk nanoenkapsulasi	95
Gambar 4.29 Perubahan nilai kekerasan <i>white chocolate</i> observasi selama penyimpanan	97
Gambar 4.30 Hubungan nilai kekerasan <i>white chocolate</i> prediksi dan observasi	98
Gambar 4.31 Perbandingan nilai kekerasan <i>white chocolate</i> prediksi dan observasi terhadap waktu	98
Gambar 4.32 Perubahan nilai kandungan fenolik pada <i>white chocolate</i> selama penyimpanan	99
Gambar 4.33 Hubungan nilai kandungan fenolik pada <i>white chocolate</i> prediksi dan observasi	100
Gambar 4.34 Perbandingan nilai kandungan fenolik <i>white chocolate</i> prediksi dan observasi terhadap waktu	100
Gambar 4.35 Nilai <i>Lightness</i> pada <i>white chocolate</i> selama penyimpanan	101
Gambar 4.36 Nilai <i>redness</i> pada <i>white chocolate</i> selama penyimpanan	101
Gambar 4.37 Nilai <i>yellowness</i> pada <i>white chocolate</i> selama penyimpanan	102

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Karakteristik, kelebihan, dan kekurangan metode ekstraksi konveksional dan terkini.....	11
Tabel 2.2 Ringkasan komposisi coklat berdasarkan standar Codex	27
Tabel 3.1 Komposisi enkapsulan dan bahan inti untuk pembuatan nanokapsul per 120 g larutan nanopartikel.....	47
Tabel 3.2 Kode penamaan sampel <i>white chocolate</i> dengan tambahan bubuk hasil nanoenkapsulasi ekstrak brotowali	48
Tabel 4.1 ANOVA dua arah pada variabel perlakuan ekstraksi	63
Tabel 4.2 Analisis ukuran partikel bubuk hasil nanoenkapsulasi ekstrak brotowali	76
Tabel 4.3 Hubungan konsentrasi enkapsulan dan bubuk terhadap karakteristik coklat	80
Tabel 4.4 Hasil penilaian sampel <i>white chocolate</i> terfortifikasi	96
Tabel 4.5 Persamaan regresi linier orde nol dan orde satu parameter <i>white chocolate</i>	97