

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
DAFTAR PUBLIKASI	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
INTISARI	xv
ABSTRACT	xvii
 I. PENDAHULUAN	 1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah	6
1.3. Tujuan Penelitian	7
1.4. Manfaat	8
 II. STUDI PUSTAKA	 9
2.1. <i>Spirulina platensis</i>	9
2.2. Komposisi Zat Gizi <i>Spirulina</i>	11
2.3. Manfaat <i>Spirulina platensis</i>	14
2.4. Kalsium dalam <i>Spirulina platensis</i>	17
2.5. Peran Kalsium dalam Tubuh	19
2.6. Defisiensi Kalsium	24
2.7. Bioavailabilitas Kalsium	27
2.7.1. Bioavailabilitas	27
2.7.2. Faktor-faktor yang mempengaruhi Bioavailabilitas Kalsium	30
2.7.3. Pengukuran Bioavailabilitas Kalsium	34
2.8. Serat Pangan	39
2.8.1. Serat pangan	39
2.8.2. Efek serat pangan terhadap Bioavailabilitas Kalsium	43
2.9. Efek Pengolahan	45
2.10. Kebaharuan Penelitian	54
2.11. Landasan Teori	56
2.12. Hipotesis	58
 III. METODE PENELITIAN	 59
3.1. Bahan dan Alat Penelitian	59
3.2. Cara Penelitian	60
3.2.1. Tahap 1. Karakterisasi sensorik, sifat fisik, kimia dan fisikokimia <i>S. platensis</i>	61

3.2.2.	Tahap 2. Pengaruh pemanggangan (baking) terhadap perubahan sifat fisik, kadar kalsium dan serat pangan <i>S. platensis</i>	63
3.2.3.	Tahap 3: Variasi pH dan suhu pemanasan terhadap kelarutan mineral (Ca, Mg) <i>S. platensis</i>	64
3.2.4.	Tahap 4: Pengujian bioavailabilitas kalsium dan fermentabilitas serat pangan <i>S. platensis</i> secara <i>invivo</i>	65
3.3.	Metode Pengujian	68
3.4.	Rancangan Penelitian dan Analisis Data	71
3.4.1.	Rancangan Penelitian	71
3.4.2.	Analisis Data	72
IV.	HASIL DAN PEMBAHASAN	73
4.1.	Karakterisasi sensorik, sifat fisik, kimia dan fisikokimiawi <i>S. platensis</i>	73
4.1.1.	Karakteristik sensorik berbagai biomassa kering bubuk <i>Spirulina platensis</i>	73
4.1.2.	Karakteristik fisik berbagai biomassa kering bubuk <i>Spirulina platensis</i>	77
4.1.3.	Karakteristik kimia berbagai biomassa kering bubuk <i>Spirulina platensis</i>	78
	Komposisi proksimat biomassa kering <i>Spirulina platensis</i>	78
	Kandungan kalsium, magnesium, dan fosfor <i>Spirulina platensis</i>	86
	Kandungan gula total, pati dan serat pangan <i>Spirulina platensis</i>	88
4.1.4.	Karakteristik sifat fungsional berbagai biomassa kering bubuk <i>Spirulina platensis</i>	91
4.2.	Pengaruh pemanggangan (baking) terhadap perubahan sifat fisikokimia, kadar kalsium, serat pangan dan bioavailabilitas <i>invitro S. platensis</i>	96
4.2.1.	Pengaruh pemanggangan terhadap perubahan sifat fisik	96
4.2.2.	Pengaruh pemanggangan terhadap mineral (Ca, Mg, P) dan serat Pangan	99
4.2.3.	Bioavailabilitas kalsium secara <i>in-vitro</i>	105
4.3.	Variasi pH dan suhu pemanasan terhadap kelarutan kalsium <i>S. platensis</i>	108
4.4.	Pengujian bioavailabilitas kalsium dan fermentabilitas serat pangan <i>S. platensis</i> secara <i>invivo</i>	118
4.4.1.	Asupan pakan dan laju pertambahan berat badan tikus	118
4.4.2.	Pengaruh Pemberian <i>S. platensis</i> , CaCO ₃ dan susu tinggi kalsium terhadap profil kalsium, magnesium, fosfor dan <i>alkalin Phosphatase</i> dalam serum darah	122
4.4.3.	Pengaruh Pemberian <i>S. platensis</i> , CaCO ₃ dan susu tinggi kalsium terhadap digesta dan profil <i>Short Chain Fatty Acid</i> (SCFA)	129
	Digesta	129
	Profil SCFA	131
4.4.4.	Karakteristik tulang femur setelah perlakuan	138

4.4.5. Pengaruh pemberian <i>S. platensis</i> , CaCO ₃ dan susu tinggi kalsium terhadap profil organ tikus hipokalsemik	143
4.6. Diskusi Umum	145
V. KESIMPULAN DAN SARAN	153
5.1. Kesimpulan	153
5.2. Saran	154
VI. RINGKASAN	155
SUMMARY	165
DAFTAR PUSTAKA	173
LAMPIRAN	191

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1.	Kandungan zat gizi <i>Spirulina</i>	12
Tabel 2.2.	Komposisi kimia (%) dari <i>S. platensis</i> dan fraksi polisakaridanya	14
Tabel 2.3.	Angka kecukupan rata-rata kalsium yang dianjurkan	22
Tabel 2.4.	Beberapa penelitian <i>Spirulina</i> yang terkait dengan studi yang akan dilakukan	57
Tabel 3.1.	Kondisi budidaya dan cara pengeringan <i>Spirulina platensis</i> yang dilakukan oleh beberapa produsen	62
Tabel 3.2.	Diet yang diberikan selama pengujian bioavailabilitas kalsium dan fermentabilitas serat pangan <i>Spirulina platensis</i> pada tikus hipokalsemik	68
Tabel 3.3.	Matriks perlakuan berbagai pH dan suhu pemanasan pada penelitian tahap 3	72
Tabel 4.1.	Kondisi budidaya dan cara pengeringan <i>Spirulina platensis</i> serta karakteristik aroma/bau bubuk biomassa keringnya	73
Tabel 4.2.	Sebaran ukuran partikel dan densitas <i>Spirulina platensis</i> ...	78
Tabel 4.3.	Komposisi kimia (db) <i>Spirulina platensis</i> yang dibudidayakan dengan air laut dan air tawar serta dikeringkan dengan berbagai cara pengeringan	79
Tabel 4.3a.	Perbandingan rerata komposisi kimia (db) <i>Spirulina platensis</i> terhadap asal dan cara pengeringan	80
Tabel 4.4.	Kadar Kalsium (Ca), Magnesium (Mg), Fosfor (P) dan Rasio Ca/P <i>Spirulina platensis</i> yang dibudidayakan dengan air laut dan air tawar serta dikeringkan dengan berbagai cara pengeringan.....	86
Tabel 4.5.	Kadar Gula Total, Pati, Serat Tak Larut (STLA), Serat larut (SLA) dan total serat Pangan (TSP) <i>Spirulina platensis</i> yang dibudidayakan dengan air laut dan air tawar serta dikeringkan dengan berbagai cara pengeringan (% berat kering)	88
Tabel 4.5a.	Pembandingan Rerata Kadar Gula Total, Pati, Serat Tak Larut (STLA), Serat larut (SLA) dan Total Serat Pangan (TSP) <i>Spirulina platensis</i> terhadap asal budidaya dan cara pengeringan	89
Tabel 4.6.	Sifat fungsional <i>Spirulina platensis</i> yang dibudidayakan dengan air laut dan air tawar serta dikeringkan dengan berbagai cara pengeringan berdasarkan berat kering	92
Tabel 4.6a.	Pembandingan Rerata Sifat fisikokimia <i>Spirulina platensis</i> terhadap terhadap asal budidaya dan cara pengeringan.....	93
Tabel 4.7.	Kandungan Serat Tak Larut (STLA), Serat Larut (SLA), Tosal Serat pangan (TSP) dan perubahan proporsi serat pangan (STLA/SLA) selama pemanggangan pada berbagai suhu	103

Tabel 4.8.	Kandungan kalsium (Ca) dalam fraksi dialisat (D), fraksi terlarut non dialisat (TND) dan total terlarut (TT) selama proses pemanggangan pada berbagai suhu	105
Tabel 4.9.	<i>Feed Efficiency Ratio</i> selama 8 minggu intervensi diet defisiensi vitamin D	120
Tabel 4.10.	Pengaruh pemberian <i>S. platensis</i> , CaCO_3 dan susu tinggi kalsium terhadap kandungan mineral kalsium (Ca), magnesium (Mg) dan Fosfor (P) serta Alkaline Phosphatase (ALP) pada tikus hipokalsemik dengan diet defisiensi vitamin D	123
Tabel 4.11.	Berat, kadar air dan pH digesta tikus <i>Sprague Dawley</i> setelah intervensi pakan defisiensi vitamin D.....	129
Tabel 4.12.	Profil <i>Short Chain Fatty Acid</i> (asam asetat, asam propionat dan asam butirat dalam digesta tikus <i>Sprague Dawley</i> setelah diberikan diet defisiensi vitamin D selama 8 minggu	132
Tabel 4.13.	Rasio Molar SCFA digesta tikus <i>Sprague Dawley</i> setelah diberikan diet defisiensi vitamin D selama 8 minggu.....	135
Tabel 4.14.	Karakter tulang femur tikus <i>Sprague Dawley</i> setelah pemberian diet defisiensi vitamin D selama 8 minggu.....	139
Tabel 4.15.	Berat organ, persentase organ terhadap massa tubuh tikus <i>Sprague Dawley</i> setelah pemberian diet defisiensi vitamin D selama 8 minggu	144

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	<i>Spirulina platensis</i>	11
Gambar 2.2.	Dua jenis disakarida penyusun Ca-SP	18
Gambar 2.3.	Mekanisme absorpsi kalsium dalam usus	30
Gambar 3.1.	Tahapan penelitian serat pangan dan kalsium <i>Spirulina</i> (<i>Arthrospira</i>) <i>platensis</i> : Perubahan sifat fisikokimiawi selama pengolahan dan uji bioavailabilitas in-vivo pada tikus <i>Sprague Dawley</i>	61
Gambar 3.2.	Bagan alir pengujian bioavailabilitas kalsium dan fermentabilitas serat pangan <i>Spirulina platensis</i> secara in-vivo	66
Gambar 4.1.	Warna biomassa <i>Spirulina platensis</i> yang dibudidayakan dengan air laut (L) dan air tawar (T) pada berbagai metode pengeringan	76
Gambar 4.2.	Kadar air sampel <i>Spirulina platensis</i> yang dibudidayakan dengan air laut dan air tawar pada berbagai cara pengeringan	77
Gambar 4.3.	Kadar air selama pemanggangan pada berbagai suhu.....	96
Gambar 4.4.	Nilai kelarutan (WSI) produk selama pemanggangan pada berbagai suhu	97
Gambar 4.5.	Nilai kemampuan mengikat air (WHC) produk selama pemanggangan pada berbagai suhu	98
Gambar 4.6.	Nilai kemampuan mengikat lemak (OHC) produk selama pemanggangan pada berbagai suhu	99
Gambar 4.7.	Retensi Ca, Mg dan P dalam produk setelah pemanasan pada suhu 120,150, 180°C, selama 10, 20, dan 30 menit .	100
Gambar 4.8.	Kalsium (Ca) terdialisis pada berbagai pH sebelum dan setelah pemanasan pada suhu 70,85 dan 100°C	109
Gambar 4.9.	Total kalsium (Ca) terlarut pada berbagai pH sebelum dan setelah pemanasan pada suhu 70,85 dan 100°C	109
Gambar 4.10.	Magnesium (Mg) terdialisis pada berbagai pH sebelum dan setelah pemanasan pada suhu 70,85 dan 100°C	112
Gambar 4.11.	Total Magnesium (Mg) terlarut pada berbagai pH sebelum dan setelah pemanasan pada suhu 70,85 dan 100°C	112
Gambar 4.12.	Rerata asupan pakan tikus Sprague Dawley selama intervensi diet defisiensi vitamin D	118
Gambar 4.13.	Grafik pertambahan berat badan tikus <i>Sprague Dawley</i> selama 8 minggu pemberian diet defisiensi vitamin D	119
Gambar 4.14.	Rasio Ca/P dalam serum darah tikus Sprague Dawley sebelum dan sesudah perlakuan intervensi diet defisiensi vitamin D	124

Gambar 4.15. Perubahan kandungan kalsium (Ca), magnesium (Mg) dan fosfor (P) serta <i>Alkaline phosphatase</i> (ALP) dalam serum darah tikus <i>Sprague Dawley</i> yang diberi diet defisiensi vitamin D selama 8 minggu	128
Gambar 4.16. Profil femur bagian kanan tikus Sprague Dawley pada berbagai kelompok perlakuan dengan Scanning Electron Microscopy (3000x)	142

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1.	Perhitungan komposisi diet pakan isokalsium	191
Lampiran 2.	Kadar air dengan metode thermogravimetri (AOAC, 1995)	194
Lampiran 3.	Kadar Abu (AOAC, 1995)	194
Lampiran 4.	Pengujian Kadar Protein (AOAC, 1995)	194
Lampiran 5.	Pengujian kalsium, magnesium dengan metode pengabuan basah (wet digestion) menggunakan H ₂ SO ₄ dan HNO ₃ (Apriyantono dkk., 1989)	195
Lampiran 6.	<i>Water Holding Capacity dan solubility index</i> (Onyango dkk., 2004)	196
Lampiran 7.	<i>Oil Holding capacity</i> (OHC) (Subagio, 2006)	196
Lampiran 8.	<i>Foaming capacity</i> (Makri dkk., 2005)	196
Lampiran 9.	<i>Emulsifying capacity</i> (Yu, 2007)	196
Lampiran 10.	Pengujian <i>Short Chain Fatty Acid</i> (Zoran dkk., 1997)	197
Lampiran 11.	Serat pangan, (TDF, SDF dan IDF) ditentukan sesuai dengan metode Asp (Asp dkk, 1983)	197
Lampiran 12.	Prosedur analisis bioavailabilitas kalsium (Ca) <i>invitro</i> dengan metode dialisis (Miller dkk., 1981 dan Roig dkk., 1999)	199
Lampiran 13.	Surat Kelayakan Etik Penelitian	202
Lampiran 14.	Hasil Analisis Statistik	203